

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DAÑOS TÉCNICOS EN SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE URBANIZACIÓN

Alumno/Alumna: Galindo Henales, Agurtzane

Director/Directora : Garmendia Arrieta, Leire

Curso: <2018-2019>

Fecha: Bilbao, a 26 de junio del 2019

Datos básicos del proyecto

Autor/a: Agurtzane Galindo Henales

Director/a: Leire Garmendia Arrieta

Título del Proyecto: *“Evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas de Urbanización “*

Departamento: Ingeniería Mecánica

Periodo de ejecución: enero 2019 - mayo 2019

Resumen:

Hasta la fecha, y a diferencia de las patologías puramente estructurales, los daños técnicos producidos en los sistemas urbanos no han sido profundamente estudiados. Resultado de ello, se tiene un desconocimiento generalizado en cuanto a la naturaleza y gravedad de sus consecuencias. Además, resulta destacable el hecho de que dichos daños no se contemplen directamente en las disposiciones de la normativa vigente.

En el presente documento se elabora una metodología para la evaluación del riesgo de ocurrencia de daños técnicos en la urbanización de viviendas residenciales. Adicionalmente, se analizarán las distintas vías legales de reclamación, junto con el estudio de las patologías más destacables y sus correspondientes incumplimientos normativos.

Palabras clave: Vivienda residencial, urbanización, patología, metodología, evaluación de riesgos.

Abstract:

Unlike the purely structural pathologies, the technical damages produced in urban systems have not been thoroughly studied until recently. As a result, the nature and seriousness of its consequences are widely unknown. Moreover, the fact that such damages are not overtly examined in the provisions of current regulations is remarkable.

The present study is about the elaboration of a methodology for risk assessment in the urban systems of residential houses. Additionally, it analyses the different legal ways of claim, together with the study of the most relevant technical pathologies and its regulations.

Key words: Residential house, urbanization, pathology, methodology, risk evaluation.

Laburpena:

Orain arte, etxebizitzaren urbanizazio sistematan sortutako kalte teknikoak ez dira sakonki aztertu. Horren ondorioz, bere izaera eta larritasunari buruzko ezjakintasun nabarmena hedatu da. Gainera, azpimarratzekoa da kalte horiek ez direla gaur egungo araudian aurreikusten.

Dokumentu honetan, etxebizitzaren urbanizazio sistemen kalte teknikoaren arriskua ebaluatzeko metodologia garatzen da. Horrez gain, erreklamazio juridiko ezberdinak aztertuko dira, patologia tekniko nabarmenak, eta horiei dagozkien arau ez betetzeak.

Gako-hitzak: Etxebizitza, urbanizazioa, patologia, metodologia, arriskuen ebaluazioa.

Índice de contenidos

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Introducción | 8 |
| 2. | Contexto | 9 |
| 3. | Objetivos y alcance..... | 12 |
| 4. | Beneficios del proyecto | 13 |
| 5. | Análisis del estado del arte | 14 |
| 5.1 | Objeto y estructura de la Ley 38/1999 de ordenación de la edificación (LOE)..... | 14 |
| 5.1.1 | Los agentes de la edificación..... | 15 |
| 5.1.2 | Responsabilidades y garantías | 16 |
| 5.1.3 | Etapas en la contratación de la póliza decenal | 20 |
| 5.2 | Organismos de Control Técnicos (OCT)..... | 22 |
| 5.3 | Regulación para la urbanización de la vivienda residencial | 23 |
| 5.3.1 | Vías alternativas a la LOE de reclamación por daños..... | 24 |
| 5.4 | Desarrollo de la metodología aplicada a la urbanización | 28 |
| 5.4.1 | Marco teórico | 28 |
| 5.4.2 | Definición de los sistemas objetivo | 31 |
| 5.4.3 | Definición de las causas..... | 32 |
| 5.4.4 | Análisis del incumplimiento normativo..... | 44 |
| 5.4.5 | Evaluación de riesgos técnicos | 47 |
| 6. | Descripción de tareas, fases y procedimiento | 63 |
| 7. | Diagrama de Gantt/cronograma | 66 |
| 8. | Recursos humanos y materiales..... | 68 |
| 8.1 | Recursos humanos | 68 |
| 8.2 | Recursos materiales | 69 |
| 9. | Descripción del presupuesto | 69 |
| 10. | Conclusiones..... | 71 |
| 11. | Referencias | 72 |
| 12. | Anexos | 74 |
| | Anexo A: Definición de daños e incumplimiento normativo | 74 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Acometida red eléctrica (Fuente: www.edetsa.com) | 11 |
| Figura 2. Red de saneamiento vivienda (Fuente: www.securitybath.com) | 11 |
| Figura 3. Informes emitidos OCT. Fuente. Aec.es | 23 |
| Figura 4. Ciclo de vida del proyecto | 28 |
| Figura 5. Fallos más frecuentes edificación. Fuente: ASEFA | 29 |
| Figura 6. Fallo en mezcla discontinua por exceso de temperatura de fabricación (Fuente: www.structuralia.com) | 34 |
| Figura 7. Fisuraciones por fatiga (Fuente: www.Ingecom.com) | 34 |
| Figura 8. Hundimientos y roturas en pavimento (Fuente: www.structuralia.com)..... | 34 |
| Figura 9. Fuga en tubería enterrada(Fuente: www.rtarquitectura.com)..... | 36 |
| Figura 10. Humedades y daño estructural por fuga (Fuente: www.rtarquitectura.com)..... | 37 |
| Figura 11. Vuelco de centro de transformación por terreno expansivo (Fuente: www.structuralia.com) | 39 |
| Figura 12. Corrosión de armaduras por filtración (Fuente: www.humeingeniería.es)..... | 41 |
| Figura 13. Eflorescencias en muro de albañilería. (Fuente: www.arquigrafico.com) | 41 |
| Figura 14. Rotura muro de contención (Fuente: Enciclopedia Broto) | 41 |
| Figura 15. Asiento en piscina. (Fuente: Enciclopedia Broto)..... | 43 |
| Figura 16. Estructura CTE (Fuente: www.codigotecnico.org) | 44 |
| Figura 17. Desconchamiento de ladrillos por congelación del agua contenida (Fuente: Enciclopedia Broto)..... | 53 |
| Figura 18. Isotermas de temperatura anual máxima(Fuente: www.codigotecnico.org)..... | 53 |
| Figura 19. Temperatura mínima de aire exterior (Fuente: www.codigotecnico.org)..... | 55 |
| Figura 20. Velocidad del viento (Fuente: www.codigotecnico.org) | 56 |
| Figura 21. Lesiones por erosión (Fuente: www.structuralia.org) | 56 |
| Figura 22. Zonas pluviométricas promedio (Fuente: www.codigotecnico.org)..... | 57 |
| Figura 23. Sobrecarga de nieve en función de zonas climáticas de invierno | 58 |
| Figura 24. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas (Fuente: www.codigotecnico.org) | 58 |
| Figura 25. Mapa de dispersión de óxidos de nitrógeno(Fuente: www.ambinor.com) | 60 |
| Figura 26. Efectos de oxidación en viviendas cercanas a la costa (Fuente: www.factica.es) | 60 |
| Figura 27. Daño a pavimento por raíz de árbol(Fuente: www.patologiasconstruccion.net)..... | 61 |
| Figura 28. Pudrición de madera por hongos (Fuente: www.rtarquitectura.com) | 62 |
| Figura 29. Diagrama de Gantt | 66 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla I. Principales aseguradoras y OCT en España | 9 |
| Tabla II. Estructura de la LOE. | 14 |
| Tabla III. Resumen responsabilidades y garantías | 17 |
| Tabla IV. Decisión inicial del promotor | 20 |
| Tabla V. Proyecto básico | 20 |
| Tabla VI. Proyecto de ejecución | 20 |
| Tabla VII. Ejecución de la obra | 21 |
| Tabla VIII. Fin de obra..... | 21 |
| Tabla IX. Ejemplo de patologías urbanas incluidas en los seguros de la LOE | 24 |
| Tabla X. Acciones en vicios ocultos | 25 |
| Tabla XI: Plazos reclamación vicios ocultos viviendas..... | 25 |
| Tabla XII. Sistemas urbanos considerados | 31 |
| Tabla XIII. Definición de causas: Firmes y pavimentos..... | 33 |
| Tabla XIV. Definición de causas: Abastecimiento de agua/riego | 35 |
| Tabla XV. Definición de causas: Evacuación de aguas | 36 |
| Tabla XVI. Definición de causas: Red eléctrica..... | 37 |
| Tabla XVII. Definición de causas: Red de telecomunicaciones | 38 |
| Tabla XVIII. Definición de causas: Red transporte de calor y frío | 39 |
| Tabla XIX. Definición de causas: Muros de contención..... | 40 |
| Tabla XX. Definición de causas: Red de incendio | 42 |
| Tabla XXI. Definición de causas: Cierres y vallas | 42 |
| Tabla XXII. Definición de causas: Piscinas | 43 |
| Tabla XXIII. Daños e incumplimiento normativo para muros de hormigón..... | 46 |
| Tabla XXIV. Codificación | 48 |
| Tabla XXV. Matriz probabilidad ocurrencia..... | 49 |
| Tabla XXVI. Matriz de evaluación del riesgo | 49 |
| Tabla XXVII. Resultado 17 encuestados siniestros en función de DB | 50 |
| Tabla XXVIII. Porcentajes vulnerabilidad..... | 51 |
| Tabla XXIX. Hitos del proyecto. | 67 |
| Tabla XXX. Presupuesto..... | 70 |

Listado de acrónimos

LOE: Ley de Ordenación de la Edificación

OCT: Organismos de Control Técnico

CTE: Código Técnico de la Edificación

DB: Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación

Agradecimientos:

A todas las personas que han estado presentes en la etapa que culmina con el trabajo, por su comprensión y constante apoyo. A mi tutora, por su dedicación e interés, y, por último, a los grupos de investigación del Gobierno Vasco (IT781-13 & IT1314-19).

1. Introducción

En el presente documento se va a desarrollar una metodología para la evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas en el ámbito de la urbanización para el caso de viviendas residenciales.

En primer lugar, se procede a contextualizar la problemática actual asociada al sector de la edificación. Para ello, se analizará la necesidad de una metodología común para la evaluación de riesgos en la construcción, junto con la aplicación y obligatoriedad de los distintos seguros existentes con respecto a las disposiciones impuestas por la normativa vigente.

Posteriormente, se introducirán los conceptos más relevantes para el caso estudiado sobre patologías en la urbanización, su origen y sus repercusiones reclamables. Destacando su importancia en relación a la calidad de un proyecto de edificación, y teniendo en cuenta tanto a los distintos agentes involucrados, como los diversos protocolos de actuación en cada caso analizado.

Una vez en materia, se procede a profundizar en el estudio realizado para la obtención de una metodología sistemática de evaluación de riesgos. Se comenzará con un acercamiento a la situación descrita, para lo cual será necesario una búsqueda intensiva de los distintos tipos de patologías más importantes en los sistemas urbanos considerados.

Posteriormente se estudiarán cada una de las deficiencias y los potenciales daños y perjuicios que de ocurrir generarían, con el objeto de situar su incumplimiento normativo. En ese punto, en base a la necesidad observada y junto con el uso de la información recopilada, se definirán los criterios de baremación de daños.

De esa forma, se obtendrán resultados en función de la probabilidad de ocurrencia de fallos y sus consecuencias, las cuales dependerán de la vulnerabilidad de los sistemas y su grado de exposición a agentes externos. De dicho proceso se obtendrá información relevante, la cual podrá ser de utilidad para las diversas partes interesadas en la obra de cara a futuros proyectos.

Validado el procedimiento a seguir, se realiza un análisis presupuestario del coste aproximado de la elaboración del trabajo, así como un estudio cronológico de las distintas actividades realizadas para su consecución.

Finalmente, se concluirá el documento indicando sucintamente los aspectos clave del mismo, así como las conclusiones que se han considerado más relevantes tras su realización.

2. Contexto

La evaluación de riesgos técnicos en relación a la normativa vigente

En la actualidad, y a pesar de la situación económica no tan favorable que atraviesa el estado español, el sector de la edificación resulta ser uno de los principales vectores económicos con evidentes repercusiones tanto en el conjunto de la sociedad como en los valores culturales que entraña el patrimonio arquitectónico.

Con la aparición de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (en adelante LOE) se definieron distintas pautas para la regulación del proceso edificatorio para los denominados agentes de la LOE. Además, la Ley establecía como obligatoria para toda edificación destinada a la vivienda la realización de un seguro de garantía decenal, encargado de cubrir los daños y vicios estructurales acaecidos.

Desde ese momento, multitud de empresas aseguradoras comenzaron a emitir pólizas de garantía decenal, exigiendo, para poder formalizar la misma, que previamente haya sido realizada una evaluación de los posibles riesgos por empresas independientes (las denominadas OCT), en función de la cual las aseguradoras pudieran baremar y fijar las condiciones de la póliza.

Se ha de mencionar que, en las últimas décadas dicha práctica se ha consolidado como parte del sistema de evaluación de calidad de la edificación, sin embargo, paradójicamente, la LOE, hasta la fecha, no la contempla entre sus disposiciones. En la siguiente tabla (Tabla I) se muestran algunas de las aseguradoras y OCT más representativas del estado.

Tabla I. Principales aseguradoras y OCT en España

| ASEGURADORAS | OCT |
|--------------|--|
| MAPFRE | Control Técnico y prevención de riesgos SA (CPV) |
| ASEFA | SGS Tecnos |
| CASER | Eurocontrol |
| AXA | ECA grupo Bureau Veritas |
| Allianz | Lurcontrol |

Resulta destacable el hecho de que MAPFRE, ASEFA Y CASER abarcan el 80% del mercado y que hoy en día son numerosas las empresas aseguradoras que tienen sus propias OCT, vinculadas a su propio nombre, con lo que facilitan notablemente los distintos trámites a realizar.

Los inicios de la implantación de dichos sistemas no fueron sencillos, fruto de probablemente la inexperiencia e indefinición de las funciones y responsabilidades de cada persona involucrada, sin olvidar los inevitables conflictos y discrepancias entre los distintos agentes.

Debido a ello, resulta de suma importancia recordar la necesidad de que la totalidad de las personas involucradas en la obra (ingenieros, arquitectos, aparejadores, suministradores, usuarios finales, etc.) conozcan el proceso edificatorio. De esa forma, y en la medida de lo posible, se asegura de que sean capaces de comprender las causas y motivaciones de las distintas entidades, así como las funciones y magnitud de participación de cada uno de los agentes.

Soluciones constructivas de la urbanización

En el sector de la construcción, y en el ámbito de aplicación del presente estudio, la palabra *urbanización* se emplea para definir la instalación de una determinada vivienda proveyéndola de los servicios que ésta requiera para su uso habitual, así como su construcción conforme a una planificación y diseño previamente definidos.

Los distintos grupos que componen la urbanización de una vivienda son todos aquellos sistemas físicamente externos a ella y que conforman sus entradas y salida en cuanto a servicios, instalaciones y estabilidad del terreno que las rodea.

Algunos ejemplos de los sistemas a tratar son el abastecimiento de agua, la red eléctrica, red de saneamiento, firmes y pavimentos, etc. Es decir, los sistemas no directamente relacionados con su estructura básica.

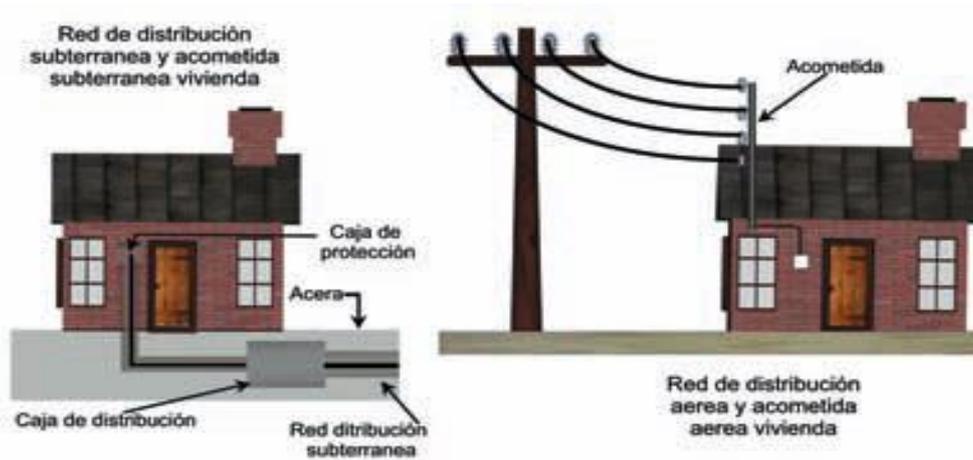


Figura 1. Acometida red eléctrica (Fuente: www.edetsa.com)

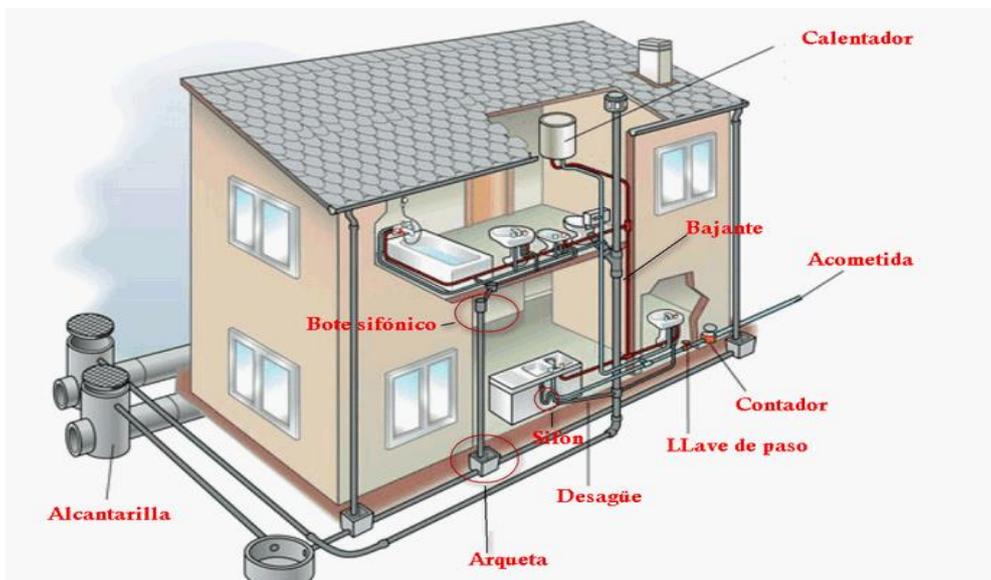


Figura 2. Red de saneamiento vivienda (Fuente: www.securitybath.com)

Por último, se ha de poner de manifiesto que en la LOE no se contemplan disposiciones regulatorias en cuanto a los daños propios de los sistemas de urbanización a excepción de que estos provoquen algún daño o perjuicio a la estructura de la propia vivienda. Debido a ello, se hace necesario estudiar las distintas vías existentes para su análisis y posible reclamación, de cara a dotar al proyecto de la calidad exigida tanto por los agentes de la LOE como por el usuario final.

3. Objetivos y alcance

El objetivo principal del presente documento es el desarrollo de un procedimiento sistemático para la evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas en la urbanización de viviendas residenciales.

La herramienta así definida se basará en criterios prácticos y tendrá como finalidad el poder ser utilizada en la evaluación de la calidad constructiva y de uso por los diferentes agentes técnicos de la LOE. Además, el estudio servirá como profundización en el conocimiento de las patologías urbanas más frecuentes, y su contemplación en la normativa nacional.

Con dicho fin el trabajo se centra en el estudio del estado actual de la problemática de las patologías más habituales en la urbanización de las mencionadas viviendas, su clasificación, definición de las causas raíz, estudio de los daños más relevantes y elaboración del procedimiento de evaluación pertinente.

4. Beneficios del proyecto

En términos generales, los beneficios que acarrea la elaboración de procedimientos sistemáticos para la evaluación de problemas específicos radican en ampliar el conocimiento que se tiene sobre los temas tratados. Consiguiendo de ese modo, profundizar en los aspectos realmente relevantes y centrando así los esfuerzos en ellos con el objetivo de obtener mejoras en el ámbito de su aplicación.

En el contexto de la construcción, el conocimiento del complejo proceso edificatorio, así como de la normativa que regula su implementación permite identificar y clarificar las necesidades, obligaciones y responsabilidades de los distintos agentes. Todo ello sin olvidar las garantías pertinentes en lo que se refiere a la protección del usuario final de la vivienda.

En el caso específico del estudio de las patologías en la urbanización de viviendas residenciales se tiene además la premisa de que, a diferencia de lo que ocurre en los casos de los elementos puramente estructurales y/o constructivos, los fallos técnicos en sistemas urbanos no han sido tan ampliamente estudiados y sistematizados hasta la fecha.

En dicha tesitura, el presente estudio podría suponer un avance hacia su estandarización y presencia en el sector de la construcción. Resultando una herramienta útil no solo en beneficio de las empresas aseguradoras, sino también para las OCT, los arquitectos, aparejadores e ingenieros involucrados en el proyecto, así como para el comprador final.

Además, se ha de tener en cuenta que la LOE no contiene, entre sus disposiciones, regulaciones específicas para los daños en la urbanización, a excepción del previo cumplimiento de ciertos requisitos, acerca de los cuales se profundizará en apartados posteriores. Por ese motivo se hace necesario conocer las posibles repercusiones que supone tanto para los agentes involucrados en su construcción, como para el usuario que disfrutará de la vivienda.

Por último, como herramienta técnica se ha de destacar su potencial uso para la realización de investigaciones en cuanto a la ocurrencia y gravedad de ocurrencia de patologías urbanas en las diferentes tipologías de viviendas (unifamiliares/adosadas/en bloque) con el fin de obtener métricas relevantes para la baremación de daños, con el objetivo de implementar sistemas de protección preventivos.

5. Análisis del estado del arte

5.1 Objeto y estructura de la Ley 38/1999 de ordenación de la edificación (LOE)

La ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación según su propia exposición de motivos, tiene como objetivo “la regulación del proceso de la edificación, tanto respecto a la identificación, obligaciones y responsabilidades de los diferentes agentes de la edificación que intervienen en el mismo, como en lo que se refiere a las garantías para proteger al usuario, en base a una definición de requisitos básicos de calidad que deben satisfacer los edificios”. [1]

En cuanto a la forma en la que se estructura, en la siguiente tabla (Tabla II) se muestran de forma esquemática los capítulos y las disposiciones generales que en ellos se definen.

Tabla II. Estructura de la LOE.

| CAPÍTULO | IDENTIFICACIÓN | CARACTERÍSTICAS |
|----------|---|---|
| I | Disposiciones generales | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se establece el objeto de la ley ▪ Ámbito de aplicación |
| II | Exigencias técnicas y administrativas de la edificación | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Requisitos básicos de la edificación. ▪ Proyecto ▪ Licencias y autorizaciones administrativas ▪ Recepción de la obra ▪ Documentación de la obra |
| III | Agentes de la edificación | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definición de las figuras, ▪ Tareas, responsabilidades y objetivos |
| IV | Responsabilidades y garantías | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsabilidad civil de los agentes de la LOE ▪ Plazos de prescripción de las acciones ▪ Garantías por daños materiales por vicios/defectos ▪ Requisitos para la escrituración e inscripción. |

En los siguientes apartados se tratarán los aspectos y apartados específicos de la Ley 38/1999 que resultan de especial interés para el estudio que se está realizando en el presente documento.

5.1.1 Los agentes de la edificación

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior en el cual se definía la estructura de la Ley, en el capítulo III de la LOE se describen con detalle las responsabilidades, obligaciones y tareas a realizar por los que, la ley denomina los “agentes de la edificación”.^[1,2]

- El promotor

Agente encargado de impulsar y financiar el programa. Entre sus responsabilidades más destacables se encuentran las de ser el responsable de suscribir el acta de recepción de la obra, de suscribir los correspondientes seguros y de entregar al adquirente la documentación de la obra ejecutada.

- El proyectista

Agente que redacta el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a la que se haya establecido en el contrato.

- El constructor

Agente que asume contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras correspondientes. Entre otras responsabilidades destaca la de firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra, así como el facilitar al director de la Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada y la suscripción de las garantías correspondientes.

- El director de la obra

Agente encargado de dirigir el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales.

- El director de ejecución de la obra

Agente que asume la dirección técnica y la ejecución material de la obra y controla tanto cualitativa como cuantitativamente la construcción y la calidad del proyecto.

- Entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación

Organizaciones de control cuyo objetivo es el de verificar la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

- Suministradores de productos

Se entienden por tales los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

- Propietarios y usuarios

Personas cuyas obligaciones pasan por conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, recibiendo y conservando la documentación de la obra ejecutada, los seguros y las garantías.

5.1.2 Responsabilidades y garantías

En el capítulo IV de la LOE se establecen las directrices a seguir en cuanto a las responsabilidades y garantías en una determinada obra de edificación.

En dicho apartado cobra especial relevancia lo relativo al seguro decenal de daños cuyo objetivo es el de proteger al comprador de una vivienda de obra nueva, durante un periodo de 10 años, por los daños materiales causados en el edificio, según la siguiente disposición.

Artículo 19, apartado 1.c) de la LOE: “Seguro de daños materiales, seguro de caución o garantía financiera, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos 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 estabilidad del edificio”.^[1]

Asimismo, en dicho artículo se describen además otros dos plazos para exigir responsabilidades de los agentes intervinientes en la edificación:

- **Tres años** para los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad, los cuales se describen detalladamente en artículos posteriores.
- **Un año** para daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras.

Responsabilidad del contrato

En la siguiente tabla (tabla III) se recogen las disposiciones de la LOE en cuanto a responsabilidades y definición del tomador de los seguros establecidos en la Ley, entendiéndose este último como la persona que contrata el seguro, figura en la póliza y paga la prima.

Tabla III. Resumen responsabilidades y garantías

| PLAZO | TOMADOR | RESPONSABLE | ALCANCE |
|---------|--|-----------------------------|--|
| Anual | Constructor | Constructor | Vicios o defectos que afectan a elementos de terminación |
| Trienal | Promotor (o constructor por cuenta del promotor) | Todos los agentes de la LOE | Vicios o defectos en instalaciones. |
| Decenal | Promotor (o constructor por cuenta del promotor) | Todos los agentes de la LOE | Vicios o defectos que afecten a la estructura de la edificación, comprometiendo su resistencia mecánica y estabilidad. |

El constructor deberá suscribir un seguro de daños o caución para garantizar durante un año el resarcimiento de los daños descritos. El capital mínimo asegurado, como recoge el artículo 19.1 de la LOE, será del 5 por ciento del coste final de la ejecución material de la obra, incluidos los honorarios profesionales, no siendo admisibles para estas garantías franquicias o limitación alguna en la responsabilidad del asegurador frente al asegurado. ^[3]

Del mismo modo, La LOE establece que es el promotor de la vivienda quien tiene la obligación de suscribir el seguro decenal, considerando a éste como “cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título”.^[1]

Obligatoriedad del seguro de cenal

Tal y como se ha mencionado, la LOE exige un seguro al promotor que cubra durante diez años desde la finalización de la obra por vicios o defectos que afecten a la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio, sin embargo, no siempre es un seguro obligatorio.

La normativa fija la obligatoriedad de la garantía decenal para edificios cuyo destino principal sea el de viviendas. ^[5] Además, se desprende que, para que dicha obligación se haga efectiva, no se permite la inscripción de la nueva obra en el Registro de la Propiedad. De modo que el promotor no puede, por ejemplo, obtener financiación hipotecaria o comercializar las viviendas.

Tal y como establece el artículo 20 de la LOE, “no se autorizarán ni se inscribirán en el Registro de la Propiedad escrituras públicas de declaración de obra nueva de edificaciones a las que sea de aplicación esta Ley, sin que se acredite y testimonie la constitución de las garantías a que se refiere el artículo 19”. ^[1]

Por último, se ha de mencionar que existe una excepción en la que no se habla de seguro decenal obligatorio en el supuesto del autopromotor individual de una única vivienda unifamiliar para uso propio.

Alcance de la cobertura

Se ampararán los daños materiales al edificio siempre que se cumpla una doble condición ^[2]:

- El daño afecta o tiene su origen a la denominada Obra Fundamental (cimentación, pilares, forjados, vigas y cerchas), y en general, los elementos estructurales del edificio.

- El origen del daño se encuentra en un vicio de la construcción:
 - Error de diseño
 - Error de ejecución
 - Empleo de materiales defectuosos

En caso de darse ambas circunstancias, se indemnizarán:

- Costes de reparación de daños en la Obra Fundamental.
- Costes de reparación de daños en el resto del edificio como consecuencia de los anteriores.
- Coste del refuerzo del edificio ante una amenaza de hundimiento.
- Gastos de demolición y desescombro necesarios.

Exclusiones

Las garantías a continuación están excluidas en el Seguro Decenal, salvo pacto en contrario, tal como indica el Artículo 19 de la LOE ^[1]:

- Los daños corporales u otros perjuicios económicos distintos de los daños materiales que garantiza la Ley.
- Los daños ocasionados a inmuebles contiguos o adyacentes al edificio.
- Los daños ocasionados a bienes muebles situados en el edificio.
- Los daños ocasionados por modificaciones u obras realizadas en el edificio después de la recepción, salvo las de subsanación de los defectos observados en la misma.
- Los daños ocasionados por mal uso o falta de mantenimiento adecuado del edificio.
- Los gastos necesarios para el mantenimiento del edificio del que ya se ha hecho la recepción.
- Los daños que tengan su origen en un incendio o explosión, salvo por vicios o defectos de las instalaciones propias del edificio.
- Los daños que fueran ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.
- Los siniestros que tengan su origen en partes de la obra sobre las que haya reservas recogidas en el acta de recepción, mientras que tales reservas no hayan sido subsanadas y las subsanaciones quedan reflejadas en una nueva acta suscrita por los firmantes del acta de recepción

5.1.3 Etapas en la contratación de la póliza decenal

Con el objetivo de clarificar las responsabilidades de cada parte involucrada, se muestra a continuación un resumen de las diferentes etapas en la contratación del seguro decenal en el caso de viviendas destinadas al uso propio:

1. El promotor toma de decisión inicial de construir la vivienda

Tabla IV. Decisión inicial del promotor

| PROMOTOR | OCT | ASEGURADORA |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Selección del proyectista. ▪ Solicitud del estudio geotécnico. ▪ Contratación de los servicios de la OCT. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Firma del contrato con el promotor. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ En función del informe de la OCT y el estudio geotécnico ofrece una póliza al promotor |

2. Redacción del proyecto básico

Tabla V. Proyecto básico

| OCT | ASEGURADORA |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisión del proyecto básico. ▪ Emisión del informe preliminar de riesgos. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Toma de decisión sobre si acepta o no el riesgo. |

3. Redacción del proyecto de ejecución

Tabla VI. Proyecto de ejecución

| PROMOTOR | OCT | ASEGURADORA |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Realiza el pago de la prima de depósito. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisión del proyecto de ejecución. ▪ Emisión del informe de definición del riesgo (D0). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fija la tasa de prima provisional ▪ Emisión de precontrato. |

4. Ejecución de la obra

Tabla VII. Ejecución de la obra

| OCT |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Supervisión de la ejecución (visitas) ▪ Documentación del proceso. ▪ Emisión de informes de Ejecución D5. |

5. Fin de obra

Tabla VIII. Fin de obra

| PROMOTOR | OCT | ASEGURADORA |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Certificado de fin de obra. ▪ Pago de regularización de la prima. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Emisión del informe D6. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fijación de la tasa definitiva. ▪ Emisión del Suplemento de Entrada en Vigor (SEV) y fijación de la Suma Asegurada Final. |

Una vez finalizada la obra, la empresa aseguradora, a la vista del Informe D6 (en el que deben figurar fecha de Recepción y copia del Acta, Coste Final de construcción y Reservas Técnicas no canceladas) y del resto de informes emitidos por el Controlador Técnico, emite la póliza definitiva, en la cual se fijan:

- Fecha de efecto definitiva (Acta Recepción de Obra)
- Suma Aseguradora definitiva
- Coberturas adicionales

Además, en dicha póliza deben registrarse las garantías excluidas, es decir aquellas referidas a los daños que tengan su origen en reservas emitidas por la OCT en los diferentes informes y que no han sido subsanadas.

Por último, se emite el recibo de regularización de prima, teniendo la prima ya satisfecha con anterioridad y deduciendo la prima devengada por las coberturas adicionales que finalmente no puedan ser otorgadas.

5.2 Organismos de Control Técnicos (OCT)

Los Organismos de Control Técnico son los responsables de realizar la auditoria de calidad del proceso edificativo (fases de proyecto y de ejecución) necesaria para la contratación de los Seguros de Daños asociados a las distintas responsabilidades definidas por la LOE ^[7].

Para suscribir el Seguro Decenal es un requisito necesario la contratación de un OCT encargado del control técnico de la obra y de proporcionar una serie de informes imprescindibles para la emisión y entrada en vigor del seguro decenal ^[6].

Funciones realizadas:

1. Evaluación de los riesgos que presenta la obra proyectada y ejecutada, en lo referente a la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio y las demás garantías del contrato.
2. Prevención de los riesgos antes aludidos planificando, supervisando y ejecutando visitas de inspección con procedimientos geológicos, geofísicos, geotécnicos y combinaciones de los mismos.

Actividades realizadas respecto a la estabilidad y solidez de la obra:

- Revisión del informe geotécnico
- Revisión del proyecto
- Supervisión del control de materiales
- Inspecciones de ejecución
- Supervisión y análisis de resultados de la realización de pruebas adicionales.
- Redacción de informes

Los Informes de emisión

En función de la etapa constructiva en la que se encuentre la obra las organizaciones emiten los informes pertinentes, definidos éstos como hitos del proyecto. En la siguiente figura (Figura 3) se muestra un listado de los mismos, pudiendo éstos ser variables según tipología de la obra. ^[2]

INFORMES DE LOS O.C.T. – IDENTIFICACIÓN

- D0 Informe de definición de riesgo.
- D0.1 Informe de revisión de proyecto. Estabilidad
- D0.2 Informe de revisión de proyecto. Estanquidad
- D1.x Informe sobre unidades de obra especiales.
 - D1.1 Cimentaciones.
 - D1.2 Estructuras
 - D1.3 Fachadas / Cubiertas
 - D1.4 Otros.
- D2 Informe sistemas o materiales no tradicionales o innovadores.
- D3 Informe final estanquidad.
- D3 bis Informe final estanquidad. Periodo de observación.
- D4 Informe de pre-existentes. Obra nueva sobre obra existente.
- D5.x Informe de ejecución.
 - D5.1 Cimentaciones.
 - D5.2 Estructuras.
 - D5.3 Fachadas.
 - D5.4 Otros.
- D6 Informe fin de obras.
- D7 Informe de incidencias.
- D8 Informe de reparaciones por siniestros.

Figura 3. Informes emitidos OCT. Fuente. Aec.es

5.3 Regulación para la urbanización de la vivienda residencial

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, la LOE considera tres tipos de seguros exigibles en caso de los distintos daños que pueden producirse en las viviendas. Sin embargo, en dicha ley no se mencionan ni se tratan explícitamente los daños producidos en la urbanización de las mismas.

Si bien es un hecho que indirectamente ciertos riesgos asociados al tema tratado pudieran verse cubiertos mediante su inclusión en los distintos seguros existentes, resulta evidente la existencia de un vacío legal en cuanto a la forma de actuación en los casos que no pudieran englobarse en ellos.

En La siguiente tabla (Tabla IX) se muestran algunos ejemplos de patologías de la urbanización que pudieran ser incluidos en alguna de las coberturas que cubre la LOE.

Tabla IX. Ejemplo de patologías urbanas incluidas en los seguros de la LOE

| PATOLOGÍA | SISTEMA AFECTADO | COBERTURA DEL SEGURO |
|---|---|----------------------|
| Rotura/colapso de tubería | Daño estructural | Decenal |
| Rotura muro contención | Asiento en zapata | Decenal |
| Fugas de agua red pluvial | Deterioro fachada vivienda | Anual |
| Fugas de agua red pluvial | Humedades en el interior de la vivienda | Trienal |
| Fugas de agua red saneamiento | Corrosión armaduras hormigón armado | Decenal |
| Diseño inadecuado de la red de incendio | Daño estructural | Decenal |

Teniendo en cuenta la problemática descrita, resulta de interés analizar las posibles vías alternativas de reclamación para el propietario de una vivienda.

5.3.1 Vías alternativas a la LOE de reclamación por daños

En caso de no poder apelar a las disposiciones de la LOE, existe la posibilidad de que los propietarios o compradores insatisfechos recurran a las disposiciones generales del Código Civil (responsabilidades por vicios ocultos y/o incumplimiento de contrato) en la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y/o en el régimen general de responsabilidad extracontractual. ^[8,9]

▪ Reclamaciones por vicios ocultos en viviendas

Los vicios ocultos se definen como defectos relativamente graves de un bien (mueble o inmueble) no perceptibles a simple vista hasta pasado un tiempo tras la compra y por los que se tiene derecho a reclamar una compensación ^[11].

Al igual que ocurre con la mayoría de las intervenciones por la vía legal, los mencionados desperfectos deben cumplir los siguientes requisitos ^[9]:

- El vicio debe ser considerable, es decir, el bien o inmueble adquirido no puede utilizarse de la manera óptima o no realiza su función principal correctamente.
- El vicio debe ser oculto, no pudiendo identificarse a simple vista por el comprador.
- El vicio debe ser preexistente a la venta, se debe poder demostrar que éste existía antes del momento de la firma del contrato.

En caso de que los supuestos descritos puedan ser acreditados, en principio, el vendedor se encontraría en la obligación de responder ante ellos. El usuario de la vivienda entonces podría recurrir a las siguientes dos acciones (Tabla X) ^[10].

Tabla X. Acciones en vicios ocultos

| ACCIÓN | DESCRIPCIÓN |
|------------------------|---|
| Redhibitoria | <ul style="list-style-type: none"> • Desistir del contrato, y obtener los gastos a cambio del objeto defectuoso. • En caso de que se pruebe que el vendedor conociese los vicios, se podrá exigir indemnización por daños y perjuicios. |
| <i>Quantum minoris</i> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ El comprador solicita una rebaja proporcional en función de los desperfectos a juicio de un experto. |

La indemnización por daños y perjuicios, para que exista, debe reunir los siguientes requisitos ^[10]:

- Incumplimiento de la obligación imputable al deudor, pues la ausencia de culpabilidad del deudor le exime de responsabilidad.
- Imposibilidad de cumplir la obligación de otro modo distinto a la entrega del equivalente pecuniario.
- Deben existir daños y perjuicios en el patrimonio del deudor.
- Los daños y perjuicios han de ser causados como consecuencia del incumplimiento del deudor.

En cuanto a los plazos de reclamación por, éstos dependen del tipo de vivienda (Tabla XI) ^[10].

Tabla XI: Plazos reclamación vicios ocultos viviendas

| PLAZO | TIPOLOGÍA |
|------------|---|
| Dos años | Viviendas de nueva construcción (desde que se localiza o se produce el desperfecto). |
| Seis meses | Viviendas con más de diez años de antigüedad , para viviendas de segunda mano (desde que se entrega la vivienda) y para viviendas alquiladas (desde la firma del contrato). |

- Incumplimiento de contrato

En ocasiones ocurre, que el problema que acontece no es un defecto constructivo determinado, sino un incumplimiento de lo acordado.

El Código Civil define contrato como “la acción en la que una o varias personas (partes) consienten en obligarse, respecto de otro u otras, a dar alguna cosa o prestar algún servicio”. Siendo la forma de su expresión el propio contrato e el cual deben aparecer quienes se obligan, el objeto del mismo, y la causa raíz ^[8].

Por tanto, la responsabilidad contractual hace referencia a la vulneración de algo exigido mediante un contrato. A este respecto, es preciso tener en cuenta lo recogido en el Artículo 1091 del Código Civil, el cual estipula que las obligaciones que nacen de los contratos tienen fuerza de ley entre las partes contratantes.

En el caso específico de las viviendas, existe una obligación propia del promotor, en el cual, se compromete construir la vivienda de conformidad con la Memoria de Calidades y del Proyecto Básico o de Ejecución, firmado por arquitecto, documento que sirve de base para la obtener de la Licencia de Obras municipal. El plazo de prescripción de la acción por incumplimiento contractual actual asciende a los cinco años ^[11].

Finalizada la obra, se obtiene la Licencia de Primera Ocupación, que se trata de un documento que expide la administración tras comprobar que una construcción o vivienda se ha ejecutado según el proyecto técnico de obra que se presentó ante el ayuntamiento.

En esencia, su obtención en el caso de viviendas requiere las siguientes actuaciones^[12]:

- Comprobar que la vivienda (o una ampliación de la misma) y la urbanización realizada simultáneamente, en su caso, se han realizado con arreglo al proyecto técnico y la licencia urbanística concedida.
- Comprobar que lo edificado satisface todos los requisitos de salubridad y seguridad.
- Confirmación de que la vivienda puede destinarse al uso para el cual fue concebida.

Cabe mencionar que este tipo de contratos privados, suelen redactarse de forma que en caso de que el comprador incumpla sus obligaciones de pago, el promotor se reserva la posibilidad

de resolver unilateralmente el contrato, penalizando al comprador con la pérdida de las cantidades entregadas en concepto de precio anticipado.

Sin embargo, y aunque dichos contratos no suelen incluir cláusulas específicas de cuando ocurre lo contrario, el comprador está en el derecho de resolver el contrato con igual penalización, es decir, la devolución del doble de las cantidades entregadas, más intereses legales.

Además, se ha de recordar que una característica fundamental de cualquier contrato es la mutua reciprocidad en el cumplimiento de las obligaciones pactadas. El incumplimiento de una parte libera a la otra de su obligación, pudiendo ésta rescindir el contrato, con devolución de las prestaciones e indemnización de daños y perjuicios (art. 1124 C.C.) ^[8]

A continuación, se ejemplifican algunos de los principales incumplimientos contractuales que normalmente se producen en la compraventa de viviendas sobre plano ^[10,12]:

- **El inmueble, el edificio, el conjunto residencial o la urbanización cuenta con defectos constructivos**
- **Lo entregado no se corresponde con la publicidad utilizada** para vender el inmueble.
- **No entrega de determinados servicios y/o instalaciones** de la vivienda o del conjunto residencial, edificio o urbanización, piscina, pista de tenis, pádel, sauna, jacuzzi, gimnasio...
- **Diferencias de calidades entre la contratada o publicitada con la entregada**, en relación con los sanitarios, materiales de construcción, electrodomésticos, acabados, remates, estructura, alicatados, carpinterías y, en general, con todos los elementos del inmueble, tanto en sus zonas privativas como comunes.
- **No contar con la accesibilidad publicitada**, líneas de metro, de autobús, de trenes de cercanías, carreteras...
- **Plazas de garaje con superficie menor que la establecida por la Normativa**, con accesibilidad limitada o imposible, con difícil maniobrabilidad en las zonas comunes del garaje...
- **Entrega de vivienda con dependencias diferentes a las reseñadas contractualmente**; la normativa urbanística normalmente exige que los dormitorios dobles cuenten con un mínimo de 8 metros cuadrados y que las viviendas cuenten con al menos un dormitorio principal de 10 metros cuadrados como mínimo.
- **Incumplir las calidades y características constructivas** reseñadas en el proyecto y/o en su memoria.

5.4 Desarrollo de la metodología aplicada a la urbanización

5.4.1 Marco teórico

El estudio de patologías en el ámbito de la urbanización se refiere a las lesiones o problemas que se presentan en una determinada zona de la edificación o alguno de los sistemas que lo componen y que determinan la carencia de algunas de sus condiciones básicas de funcionamiento, relativas a su funcionalidad, seguridad, o habitabilidad.

Las patologías que se describirán en apartados posteriores se toman como fallos en el proceso edificatorio al producirse discrepancias entre el objetivo del proyecto y el resultado final obtenido. Resulta destacable, además, que, en términos generales, las causas más habituales estén directamente relacionadas con las fases del ciclo de vida del proyecto (Figura 4).

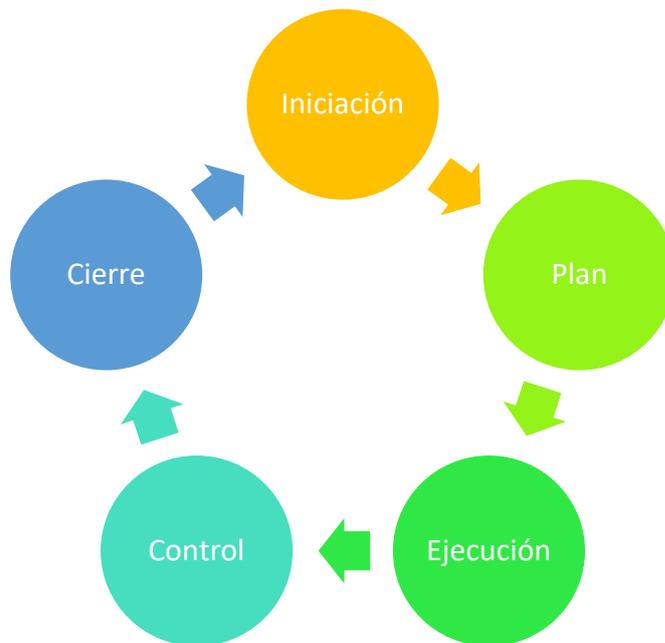


Figura 4. Ciclo de vida del proyecto

Así, en el caso concreto de la vivienda privada, las causas de fallo genéricas resultan fácilmente divisibles en función de los periodos de su ciclo de vida. Evidentemente sin olvidar los procesos externos, como los deterioros producidos por disfunciones no controladas, reacciones entre sistemas, o las distintas afecciones producidas por agentes externos que no pueden ser previstos.

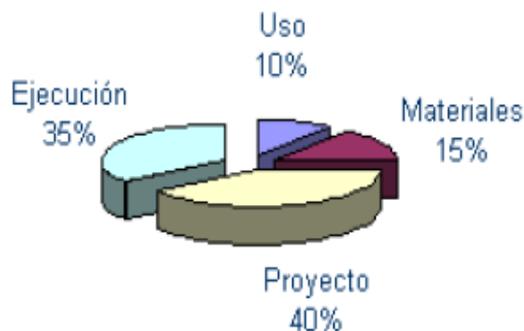


Figura 5. Fallos más frecuentes edificación. (Fuente: ASEFA)

De esa forma, la mayor parte de los problemas que aparecen en los núcleos de la urbanización de la vivienda pueden englobarse en los siguientes grupos:

▪ **Inadecuación funcional:**

Se trata de defectos que producen que los distintos sistemas de la vivienda no satisfagan las funciones para las cuales fueron concebidos.

- Diseño erróneo de los elementos.
- Mala elección de la técnica constructiva o del material.
- Terreno no apto para la obra/instalación.
- Incompatibilidad con elementos anexos.
- Etc.

▪ **Fallos de ejecución:**

Errores cometidos durante la construcción, normalmente por falta de incumplimiento de las condiciones técnicas y las especificaciones indicadas en el proyecto.

- Colocación inadecuada de elementos
- Falta de protección en las uniones
- Uso de técnicas no adecuadas.
- Etc.

▪ **Mantenimiento deficiente/insuficiente:**

Se refiere al hecho de que ciertos materiales y/o elementos precisan de un mantenimiento periódico para que su uso continuado no afecte a su durabilidad estimada.

- Falta de revisión de estanqueidad de las juntas.
- Ausencia de limpieza de filtros.
- Ausencia de comprobación de presiones.
- Etc.

▪ **Factores externos:**

Agresiones externas que provocan determinadas reacciones y pueden afectar a la durabilidad y el buen funcionamiento de los distintos materiales y subsistemas involucrados.

- Climatología
- Ambientes agresivos
- Contaminación atmosférica
- Organismos biológicos
- Etc.

5.4.2 Definición de los sistemas objetivo

El proceso comienza con un primer análisis de cada uno de los grupos en los que se ha dividido la urbanización de la vivienda residencial. El primer objetivo será por tanto la definición global de cada uno de ellos, y la identificación de los elementos constructivos más susceptibles de presentar algún daño.

En la siguiente tabla (Tabla XII,) se muestran desglosados los sistemas en los que se ha dividido la urbanización de la vivienda junto con los elementos que los componen.

Tabla XII. Sistemas urbanos considerados

| URBANIZACIÓN | |
|---------------------|--|
| FIRMES Y PAVIMENTOS | Calzada |
| | Calles y zonas peatonales |
| | Cubiertas pavimentadas y acabados verdes |
| | Otros: alcantarillado, exutorios |
| REDES EXTERIORES | Abastecimiento de agua/riego |
| | Aguas residuales |
| | Fosa séptica |
| | Aguas pluviales |
| | Red unitaria (fecales y pluviales) |
| | Red eléctrica |
| | Instalación de telecomunicaciones |
| | Red de transporte de calor y frío |
| | Otras redes: fluidos especiales, gas |
| Red de incendio | |
| CIERRES Y VALLAS | - |
| MUROS DE CONTENCIÓN | Muros de hormigón |
| | Muros de albañilería |
| | Muros de elementos apilados |
| | Muro de gaviones |
| PISCINAS | - |
| OTROS: | Itinerarios peatonales, cubriciones, zonas de juegos, porches, aparcamientos, etc. |

Tal y como puede observarse y de acuerdo con la definición de urbanización que se dio al comienzo del trabajo, se han recogido los elementos y las distintas redes de entrada y salida habituales de la vivienda.

Además, dentro de cada sistema, se han seleccionado aquellos elementos, que resultan más susceptibles de sufrir algún tipo de daño que merezca la pena ser tenido en cuenta en estudios de esta índole.

5.4.3 Definición de las causas

Definido el alcance del estudio, se procede a particularizar para cada uno de los sistemas las distintas causas que pueden ser el origen de los daños o defectos.

Para cada grupo se han considerado por un lado las causas habituales de fallos descritas anteriormente y por otro aquellas causas específicas, que aisladamente, merecen ser tenidos en cuenta.

Debido a la semejanza que se ha tratado de buscar para englobar las causas en grupos comunes, se ha decidido basar las definiciones en situaciones que permitan ejemplificar los problemas que se intentan destacar.

Adicionalmente, se han clasificado las causas en base a su contexto de ocurrencia (Diseño, ejecución y Uso/Mantenimiento). De esta forma se logra dotar al método de una mejor comprensión y además permite conocer en cuál de las tres etapas del proyecto se dan las mayores complicaciones.

5.4.3.1 Firmes y pavimentos

Tabla XIII. Definición de causas: Firmes y pavimentos

| FIRMES Y PAVIMENTOS | | | | |
|---|---|---|-----|---|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Defectos de dimensionamiento | X | | | <ul style="list-style-type: none"> Errores en el cálculo de las dimensiones necesarias: anchura de carriles/arcenes inadecuada, longitud de tramos excesiva, no contemplación de espacios de parada de emergencia, etc. Espesor insuficiente de capas asfálticas o selección inadecuada de materiales base. Definición inadecuada de juntas en pavimentos de hormigón. |
| Terreno no apto | X | | | <ul style="list-style-type: none"> Selección inadecuada del terreno para la obra, por no comprobarse la composición del mismo, resistencia mecánica, o nivel freático. Mala selección del terreno para la categoría de tráfico. |
| Defecto propio del revestimiento (capa de rodadura) | X | | | <ul style="list-style-type: none"> Errores en la fabricación, selección de materiales, y/o en el dimensionamiento de la capa de rodadura. |
| Defecto de drenaje | X | X | X | <ul style="list-style-type: none"> Firmes en los que no se ha proyectado un drenaje adecuado lo cual puede suponer el humedecimiento excesivo de la explanada, pérdida de rigidez y aumentando su deformación, pudiéndose provocar incluso grietas y/o fracturas. |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento inadecuado o insuficiente para su uso habitual. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> Incumplimiento de las especificaciones de diseño. No respetar las dimensiones/materiales y/o orden de ejecución de las tareas. |
| Otras causas | | | | |



Figura 6. Fallo en mezcla por exceso de temperatura de fabricación (Fuente: www.structuralia.com)



Figura 7. Fisuraciones por fatiga (Fuente: www.Ingecom.com)



Figura 8. Defectos en pavimentos (Fuente: www.structuralia.com)

5.4.3.2 Redes exteriores

En cuanto a la definición de las causas relacionadas con el control de las redes de aguas, tras un análisis de las distintas redes y sus patologías asociadas, se ha decidido realizar una definición de causas separándolas en dos grupos: suministro y evacuación de aguas.

Tabla XIV. Definición de causas: Abastecimiento de agua/riego

| SUMINISTRO DE AGUA | | | | |
|---------------------------|---|---|-----|---|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Inadecuación funcional | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensionamiento inadecuado de la acometida, posicionado de arquetas, canalizaciones, etc. ▪ Los materiales utilizados no se ajustan a los requisitos por incompatibilidad electroquímica, temperatura, posible corrosión, etc. ▪ Definición incorrecta o insuficiente del esquema general de la instalación. |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento inadecuado que repercute en las condiciones mínimas de suministro, calidad del agua, deterioro de materiales, presión requerida, accesibilidad, etc. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalación errónea de materiales, y productos de construcción. ▪ Uso de técnicas no apropiadas que empeoran la calidad del agua. ▪ Defectos en juntas, acoplamiento de redes, estanqueidad, etc. |
| Otras causas | | | | |

Tabla XV. Definición de causas: Evacuación de aguas

| EVACUACIÓN DE AGUAS | | | | |
|---------------------------|---|---|-----|---|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Inadecuación funcional | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño inadecuado de colectores, bajantes y canalones, cierres hidráulicos, etc. ▪ Errores en el dimensionado de diámetro y pendientes de conducciones, tramos y ramales. ▪ Diseño insuficiente de los sistemas de ventilación. ▪ Mala elección de las dimensiones mínimas (anchura y altura) de arquetas. ▪ Uso de materiales no aptos para las condiciones externas a los que esté sometido. ▪ Diseño erróneo o insuficiente de uniones. |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección inadecuada de tuberías. ▪ Control insuficiente del nivel de presión y estanqueidad. ▪ Falta de revisión y limpieza de sifones, válvulas y sumideros. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Defectos en los puntos de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado. ▪ Posicionado incorrecto de elementos: sifones, válvulas antirretornos, colectores. ▪ No respetar distancias y pendientes mínimas. |
| Otras causas | | | | |



Figura 9. Fuga en tubería enterrada(Fuente: www.rtarquitectura.com)



Figura 10. Humedades y daño estructural por fuga (Fuente: www.rtarquitectura.com)

Tabla XVI. Definición de causas: Red eléctrica

| RED ELÉCTRICA | | | | |
|---------------------------|---|---|-----|--|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Inadecuación funcional | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Secciones mínimas de conductores y aislamiento insuficientes o inadecuadas. ▪ Materiales inadecuados para las condiciones de tensión e intensidad necesarias. ▪ Errores en cálculos resistentes/mecánicos: tracciones máximas, sobrecargas, apoyos, etc. ▪ Selección inadecuada del terreno para el posicionado de centros de control y transformación. |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección y verificación del cuadro eléctrico, termostatos, sistemas de medida, etc. ▪ Interruptores/seccionadores y demás elementos de corte en mal estado. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Defectos de colocación y protección de conductores: profundidad, separación, señalización, etc. ▪ Daños producidos a los materiales por colocación forzosa a falta de espacio. ▪ Protección inadecuada contra contactos directos entre conductores. |
| Otras causas | | | | |

Tabla XVII. Definición de causas: Red de telecomunicaciones

| RED DE TELECOMUNICACIONES | | | | |
|---------------------------|---|---|-----|--|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Inadecuación funcional | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño incoherente y/o no accesible de los elementos necesarios para la captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión. ▪ Intensidad de las señales insuficiente o exceso de ruido. ▪ El número y distribución de tomas no se adecúa a la vivienda. ▪ Incompatibilidad electromagnética de los equipos. |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección inadecuada del cableado y aislamiento ▪ Dispositivos electrónicos en mal estado por falta de revisión periódica. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Antenas, soportes, anclajes, etc. mal colocados. ▪ Uso de conductores en mal estado. ▪ No se respetan las distancias mínimas con la acometida de red eléctrica y/o canalizaciones de agua o gas. ▪ Defectos en los enlaces e interconexiones de las redes. ▪ Falta de separadores, regletas, paneles de distribución, etc. |
| Otras causas | | | | |



Figura 10. Defecto de aislamiento en conductor de cobre (Fuente: www.structuralia.com)



Figura 11. Vuelco de centro de transformación por terreno expansivo (Fuente: www.structuralia.com)

Tabla XVIII. Definición de causas: Red transporte de calor y frío

| RED DE TRANSPORTE DE CALOR Y FRÍO | | | | |
|-----------------------------------|---|---|-----|---|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Inadecuación funcional | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Selección inadecuada de materiales para las tuberías y conducciones que produce pérdidas energéticas. ▪ Errores de diseño de la red de distribución, número de ramales, diámetros, caudales, etc. ▪ Diseño inadecuado de los elementos de aireación y purga del aire. |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento inadecuado o insuficiente para su uso habitual que puede provocar obstrucciones, mal funcionamiento/paradas, etc. ▪ No se cuenta con sistemas de detección de fugas. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ No se respeta la distancia mínima con el cableado de BT y/o las canalizaciones de agua ▪ Colocación insuficiente o e colocación en mal estado de válvulas, codos, bridas, fijaciones, etc. |
| Otras causas | | | | |

5.4.3.3 Muros de contención

Tabla XIX. Definición de causas: Muros de contención

| MUROS DE CONTENCIÓN | | | | |
|---------------------------|---|---|-----|--|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Inadecuación estructural | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inadecuada definición estructural. ▪ Inadecuada selección de materiales/elementos para hacer frente a la exposición agentes externos agresivos (humedad, cloruros, organismos biológicos, etc.). ▪ Inadecuada protección frente al fuego. |
| Inadecuación funcional | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definición incorrecta de las necesidades del sistema o no contemplación de los ambientes agresivos a los que estará sometido: desagregación del hormigón, eflorescencias, carbonatación, etc. |
| Defectos de drenaje | X | X | X | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Drenaje inadecuado que puede suponer el humedecimiento excesivo de los materiales, pérdida de compacidad y rigidez, posible deformación, pudiéndose provocar incluso grietas y/o fracturas. |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento inadecuado o insuficiente para su uso habitual. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Incorrecta posición de vigas/pilares, fallo en los empalmes de piezas largas, etc. ▪ Hormigón armado: colocación de las armaduras no proyectadas, solape insuficiente, anclaje insuficiente, falta de separadores, etc. Problemas de fraguado, errores de vertido y vibrado, mala dosificación, problemas de curado, falta de recubrimiento, etc. |
| Otras causas | | | | |



Figura 12. Corrosión de armaduras por filtración (Fuente: www.humeingeniería.es)



Figura 13. Eflorescencias en muro de albañilería. (Fuente: www.arquigrafico.com)



Figura 14. Rotura muro de contención (Fuente: [Enciclopedia Broto](#))

Tabla XX. Definición de causas: Red de incendio

| RED DE INCENDIO | | | | |
|---------------------------|---|---|-----|---|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Inadecuación funcional | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> Parámetros de diseño erróneos (caudales, dimensiones, distancias, materiales, etc.). Sistema inadecuado de ventilación/extracción de humos |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> Obstrucciones por falta de limpieza. Presión insuficiente o excesiva. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> Defectos en las uniones. Uso de materiales no aptos. Mala ejecución del sistema de tuberías. |
| Otras causas | | | | |

5.4.3.4 Cierres y vallas

Tabla XXI. Definición de causas: Cierres y vallas

| CIERRES Y VALLAS | | | | |
|---------------------------|---|---|-----|--|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Inadecuación funcional | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> Definición incorrecta de espesores, longitudes, alturas, etc. Selección incorrecta de materiales debido a su exposición a agentes externos. |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento inadecuado o insuficiente para su uso habitual. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> Incorrecta disposición de materiales y sus uniones. |
| Otras causas | | | | |

5.4.3.5 Piscinas

Tabla XXII. Definición de causas: Piscinas

| PISCINAS | | | | |
|---------------------------|---|---|-----|---|
| DEFINICIÓN CAUSA | D | E | U/M | DESCRIPCIÓN |
| Inadecuación estructural | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> Inadecuada definición estructural. Inadecuado uso de materiales/elementos para hacer frente a la exposición agentes externos agresivos (humedad, cloruros, organismos biológicos, etc.). |
| Inadecuación funcional | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> Definición incorrecta de las necesidades del sistema (estanqueidad). No contemplación de ambientes agresivos: desagregación del hormigón, eflorescencias, carbonatación, etc. |
| Mantenimiento deficiente | | | X | <ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento inadecuado o insuficiente para su uso habitual. |
| Terreno no apto | X | X | | <ul style="list-style-type: none"> El terreno seleccionado no cumple con las condiciones de resistencia necesarias. La composición no es adecuada para la obra y/o presenta nivel freático cercano a la estructura. |
| Defecto de puesta en obra | | X | | <ul style="list-style-type: none"> Defectos en el hormigón: armaduras, encofrado, etc. Deformaciones o roturas en juntas y tuberías. |
| Otras causas | | | | |



Figura 15. Asiento en piscina. (Fuente: Enciclopedia Broto)

5.4.4 Análisis del incumplimiento normativo

5.4.4.1 El Código Técnico de la Edificación (CTE)

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo actual que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

En cuanto a su ámbito de aplicación, este se aplica tanto a edificios de nueva construcción, como a intervenciones en edificaciones preexistentes ya sean en modificaciones, reformas o ampliaciones de proyectos a excepción de determinadas construcciones protegidas por situaciones especiales de conservación^[13].

En cuanto a la forma en la que se estructura, el CTE está conformado en dos partes:

- **Parte I.** Descripción de las exigencias en materia de seguridad (estructural, en caso de incendio, de uso, etc.) y habitabilidad (salubridad, ruido, ahorro energético) preceptivas en la construcción de un edificio según la LOE.
- **Parte II.** Se incluyen los Documentos Básicos (DB) específicos donde se detallan las exigencias de la primera parte del CTE. En cada uno de ellos se indican tanto cualitativa como cuantitativamente las exigencias básicas y los procedimientos para su cumplimentación.

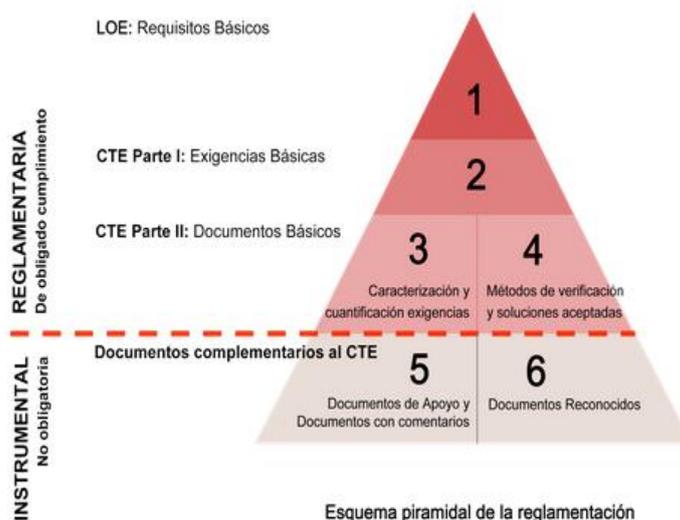


Figura 16. Estructura CTE (Fuente: www.codigotecnico.org)

Adicionalmente, Junto con los Documentos Básicos, se recogen una serie de documentos complementarios oficiales (no reglamentarios) para la mejor comprensión y puesta en práctica de los DB, como pueden ser los propios DB con comentarios, los documentos de apoyo, fichas o catálogos de soluciones, etc.

Los documentos básicos incluidos son los siguientes ^[14]:

- **DB SE:** Seguridad estructural.
 - **DB SE-AE:** Acciones en la edificación
 - **DB SE-A:** Estructuras de acero
 - **DB SE-F:** Estructuras de fábrica
 - **DB SE-M:** Estructuras de madera
 - **DB SE-C:** Cimentaciones
- **DB SI:** Seguridad en caso de incendio
- **DB SUA:** Seguridad de utilización y accesibilidad
- **DB HE:** Ahorro de energía
- **DB HR:** Protección frente al ruido
- **DB HS:** Salubridad

5.4.4.2 Daños producidos e incumplimiento normativo

Una vez definidas y clasificadas las causas raíz de las patologías, se ha continuado el proceso estableciendo los daños más frecuentes a los que dichas causas pudieran dar lugar.

Además, paralelamente y en base a los daños, se ha procedido a clasificar los incumplimientos normativos. Para ello, se han utilizado, fundamentalmente los Documentos Básicos del CTE y cierta normativa específica necesaria para algunos sistemas, como el reglamento electrotécnico de baja tensión o el referente a firmes y pavimentos.

Debido a la extensión de este paso, se ha decidido mostrar en este apartado únicamente un ejemplo explicativo del procedimiento para uno de los sistemas urbanos, encontrándose los restantes incluidos en el Anexo A del presente trabajo.

El sistema escogido en este caso es el referente a los muros de hormigón. En la Tabla XXIII se muestra la forma en la que se ha realizado el proceso.

Tabla XXIII. Daños e incumplimiento normativo para muros de hormigón

| CAUSAS RÁIZ | | URBANIZACIÓN | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------|----|--------------------------|----|----|-----|-------|
| | | DAÑOS | | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | |
| | | SE | SI | SUA | HE | HR | H5 | Otros |
| MUROS DE CONTENCIÓN | | | | | | | | |
| Muro de hormigón | | | | | | | | |
| Inadecuación estructural | Deformaciones | x | | | | | | EHE |
| | Fisuraciones | x | | | | | | EHE |
| | Roturas | x | | | | | | EHE |
| | Vibraciones | x | | | | | | EHE |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | EHE |
| Inadecuación funcional | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | EHE |
| | Carbonatación | x | | | | | x | EHE |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | EHE |
| | Humedades | | | | | | x | EHE |
| | Deformaciones | x | | | | | | EHE |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | EHE | |
| Defectos de drenaje | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | EHE |
| | Corrosión de las armaduras | x | | | | | x | EHE |
| | Fisuraciones | x | | | | | x | EHE |
| | Roturas | x | | | | | x | EHE |
| | Humedades | x | | | | | x | EHE |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | x | EHE | |
| Mantenimiento deficiente | Deformaciones | x | | | | | | EHE |
| | Fisuraciones | x | | | | | | EHE |
| | Roturas | x | | | | | | EHE |
| | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | EHE |
| | Corrosión de las armaduras | x | | | | | x | EHE |
| | Carbonatación | x | | | | | x | EHE |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | EHE |
| | Humedades | x | | | | | x | EHE |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | EHE | |
| Defectos de ejecución | Deformaciones | x | | | | | | EHE |
| | Fisuraciones | x | | | | | | EHE |
| | Roturas | x | | | | | | EHE |
| | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | EHE |
| | Carbonatación | x | | | | | x | EHE |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | EHE |
| | Humedades | x | | | | | x | EHE |
| | Corrosión de las armaduras | x | | | | | x | EHE |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | EHE | |
| Otras causas | | x | | | | | | EHE |

Tal y como puede observarse, el procedimiento seguido ha sido el de definir los daños resistentes/mecánicos en forma de gravedad ascendente (deformaciones, fisuras, roturas, etc.) y posteriormente los restantes daños aislados. Dicho procedimiento se ha seguido para la definición en todos los sistemas de la urbanización de la vivienda.

En cuanto a la normativa, se ha dispuesto un listado de los Documentos Básicos del CTE y se han señalado aquellos en los que se ha encontrado alguna regulación a respecto.

Además, se ha añadido un apartado adicional en el que puedan incluirse documentos específicos no contemplados en los anteriores. En el caso particular tratado, se tiene, por ejemplo, la Instrucción Española de Hormigón Estructural.

5.4.5 Evaluación de riesgos técnicos

En la edificación de una vivienda residencial, las causas de fallo descritas en apartados anteriores implican una disminución importante de la calidad que repercute tanto a las personas y/o entidades encargadas de su construcción como a los usuarios finales.

De ese modo, surge la necesidad de elaborar una metodología sistemática para su evaluación. Hecho que permitirá conocer la realidad en cuanto a cuáles son las patologías más frecuentes, en que sistemas urbanos se producen, y que normativa incumplen o si por el contrario ésta no se encuentra contemplada en la legislación vigente.

En este caso, se ha optado por la elaboración de un análisis cuantitativo cuya precisión será función de la cantidad y calidad de los datos con los que se cuente para su cálculo.

5.4.5.1 Definición del método

Según la UNE-EN 31010 el riesgo es la combinación de las consecuencias y la probabilidad de que se produzca un determinado daño, en base a dicha información, se puede definir una ecuación que aporte una idea de un riesgo determinado:

$$\begin{aligned} \text{Riesgo (R)} &= \text{Consecuencias (C)} \times \text{Probabilidad de ocurrencia (PO)} \\ \text{Probabilidad de ocurrencia (PO)} &= \text{Vulnerabilidad (V)} \times \text{Exposición (E)} \end{aligned}$$

Definida de esa forma, el riesgo de que se produzca un daño dependerá de las características constructivas de la urbanización de la edificación. Esto es, de las características intrínsecas de la solución empleada que la hacen vulnerable al daño, así como de los diferentes factores del entorno a los que se encuentre expuesta.

Se ha de mencionar, que existe la posibilidad de que la evaluación definida mediante la expresión descrita no sea siempre plenamente representativa de la realidad de una determinada patología.

Esto puede deberse a que en ocasiones no se cuenta con la información requerida acerca del sistema. Bien porque no se tienen datos o porque éstos no son realmente representativos, sin olvidar la influencia de factores no controlables (externos y/o humanos) etc.

En dichas circunstancias, una solución alternativa y en muchos casos suficiente en la práctica, es construir un análisis cualitativo, realizado por especialistas altamente experimentados en sus respectivos campos de actuación.

Al margen de lo comentado, el procedimiento aquí definido para la evaluación de riesgos técnicos se ha realizado utilizando matrices que relacionan los parámetros de la fórmula en dos pasos consecutivos y con sus correspondientes escalas definidas.

Para una mejor comprensión y sencillez se ha decidido clasificar los grados de severidad en las matrices mediante un código de colores intuitivo (Tabla XXIV).

Tabla XXIV. Codificación

| CODIFICACIÓN PROBABILIDAD OCURRENCIA | | CODIFICACIÓN RIESGO | |
|---|----------|---------------------|----------|
| | Muy alta | | Muy alta |
| | Alta | | Alta |
| | Media | | Media |
| | Baja | | Baja |
| | Mínima | | Mínima |

En primer lugar, y tal y como se define en la ecuación, se calcula la probabilidad de ocurrencia (PO) en base a la vulnerabilidad de un sistema y el grado de exposición al que esté sometido (Tabla XXV).

Tabla XXV. Matriz probabilidad ocurrencia

| Probabilidad ocurrencia = Vulnerabilidad x Exposición | | | | | | |
|---|----------|------------|-------|----------|-------|--------|
| PO = V x E | | EXPOSICIÓN | | | | |
| | | Mínima | Menor | Moderada | Mayor | Máxima |
| VULNERABILIDAD | Muy alta | | | | | |
| | Alta | | | | | |
| | Media | | | | | |
| | Baja | | | | | |
| | Mínima | | | | | |

Una vez conocida la probabilidad, se obtendrá el grado de riesgo en base al resultado anterior y la gravedad de las consecuencias que acarrearía una determinada patología (Tabla XXVI).

Tabla XXVI. Matriz de evaluación del riesgo

| Riesgo = Probabilidad ocurrencia x Consecuencias | | | | | |
|--|----------|---------------|----------|--------|---------|
| R = PO x C | | CONSECUENCIAS | | | |
| | | Leve | Moderada | Severa | Crítica |
| PROBABILIDAD OCURRENCIA | Muy alta | | | | |
| | Alta | | | | |
| | Media | | | | |
| | Baja | | | | |
| | Mínima | | | | |

A continuación, se definirán cada uno de los parámetros contemplados en el método, así como la forma en la que se han clasificado de acuerdo a la naturaleza del estudio.

5.4.5.2 Parámetros de evaluación

A. Consecuencias

Las consecuencias de que ocurra un determinado fallo en el ámbito de la construcción pueden evaluarse de múltiples formas. Además, se debe tener en cuenta que podría tratarse de un parámetro considerablemente subjetivo.

En este caso, se ha decidido medir el grado de severidad mediante la realización de encuestas a un total de 17 profesionales relacionados con la construcción de la vivienda (arquitectos, ingenieros, aparejadores, suministradores de producto, etc.).

En dichas encuestas se requería que los participantes valorasen en una escala del 1 al 9 las consecuencias, en términos de importe por daños de reparación (€/m²) distintos siniestros que afectaban a los diversos Documentos Básicos del CTE. Los resultados obtenidos se muestran a continuación (Tabla XXVII).

Tabla XXVII. Resultado 17 encuestados siniestros en función de DB

| CONSECUENCIAS (€/m ² de reparación) | | Peso (1 al 9) |
|--|---|------------------|
| DB-SE | Daños que afectan a SE 1 Resistencia y estabilidad. | 6 |
| | Daños que afectan a SE 2 Aptitud al servicio. | 4 |
| DB-SI | Daños que afectan a la resistencia al fuego de los elementos no considerados estructura. | 4 |
| | Daños que afectan a la resistencia al fuego de la estructura. | 4 |
| DB-SUA | Daños que afectan a la seguridad de utilización y accesibilidad, resbaladicidad, etc. | 3 |
| DB-HE | Daños que afectan al confort y uso racional de la energía en la construcción, uso y mantenimiento del edificio. | 4 |
| DB-HR | Daños que afectan a la protección frente al ruido. | 4 |
| DB-HS | Daños que afectan a HS 1 Protección frente a la humedad y HS 3 Calidad del aire interior. | 5 |
| | Daños que afectan a HS 4 Suministro de agua y HS 5 Evacuación de aguas. | 3 |

De los resultados se infiere que, para los encuestados, las consecuencias más graves son aquellas que afectan a la resistencia y estabilidad de la estructura, y las patologías derivadas del suministro y evacuación de aguas.

Para adecuar el peso de las distintas patologías a la forma de evaluación definida, se han clasificado los resultados obtenidos de la siguiente manera:

- **1-3 puntos** : Consecuencia leve
- **4-6 puntos**: Consecuencia moderada
- **7-8 puntos**: Consecuencia severa
- **9 puntos**: Consecuencia crítica

B. Vulnerabilidad

En el contexto tratado, el concepto de vulnerabilidad se utiliza para describir la susceptibilidad en aspectos estructurales, funcionales y operativos, por lo que su evaluación resulta compleja y no existe una metodología estándar para ello.

Los datos necesarios para realizar una estimación probabilística en términos de ocurrencia y severidad no son accesibles para el público en general, tratándose por tanto de datos confidenciales protegidos por las propias organizaciones.

Debido a ello, y en función de los conocimientos adquiridos tras las realizaciones del presente estudio, se ha decidido realizar un supuesto en términos de porcentajes (Tabla XXVIII).

Tabla XXVIII. Porcentajes vulnerabilidad

| Sistema | Vulnerabilidad (%) |
|---------------------|--------------------|
| Firmes y pavimentos | 10 |
| Redes exteriores | 35 |
| Cierres y vallas | 10 |
| Muros de contención | 30 |
| Piscinas | 5 |
| Otros | 10 |
| TOTAL | 100 |

Al igual que en el caso anterior, se asocian los porcentajes a datos que puedan ser introducidos en las matrices:

- **0-10 %** : Mínima
- **10-30 %**: Baja
- **30-50 %**: Media
- **50- 80%**: Alta
- **80-100 %**: Muy alta

C. Exposición

En el contexto del estudio, se entiende que un sistema se encuentra expuesta al daño, cuando existen condiciones climáticas, ambientales, biológicas, etc. del entorno que puedan disminuir sus prestaciones.

En este apartado se muestran algunos de los factores extrínsecos que para el estudio técnico se han considerado más relevantes, así como una posible forma de evaluarlos.

1. Influencia del clima

Para realizar una estimación de cómo el clima afecta a la edificación de la vivienda, se han tenido en cuenta los aspectos contemplados en los siguientes documentos básicos:

- DB-SE: Seguridad Estructural
- DB-HE: Ahorro de energía
- DB-HS :Salubridad

1.1 Variaciones de temperatura

Es un hecho que los materiales constructivos de los edificios están sujetos a ciclos de temperatura diarios y estacionales afectando notablemente a la durabilidad de los materiales. Dichas variaciones pueden derivar en tensiones importantes tanto de dilatación como contracción, disminuyendo las prestaciones de los materiales ^[18].

Un ejemplo de esa tipología de afecciones se da cuando temperaturas notablemente bajas provocan que el agua infiltrada en los materiales se congele produciendo tensiones y deformaciones en las estructuras.

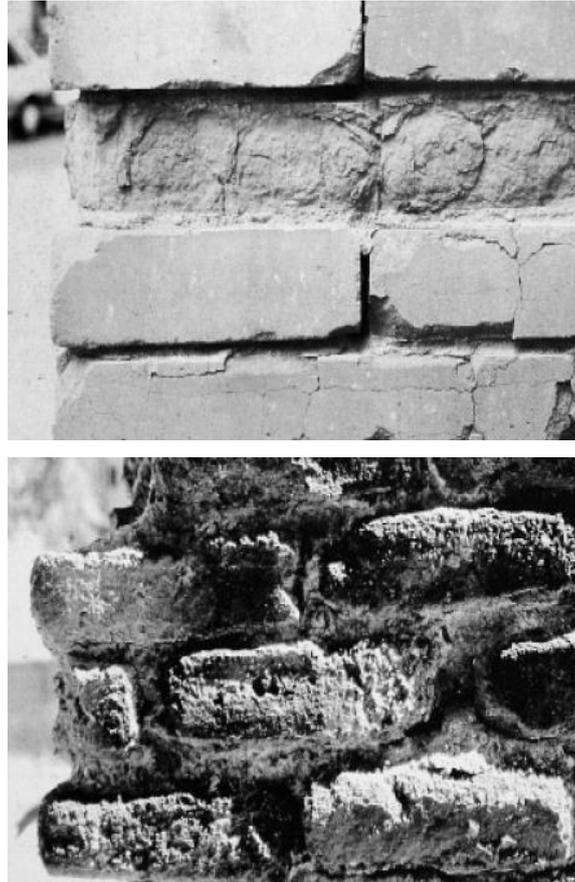


Figura 17. Desconchamiento de ladrillos por congelación del agua contenida (Fuente: Enciclopedia Broto)

A continuación, se muestran algunas imágenes de mapas climáticos de la península donde se delimitan y destacan las zonas más propensas a temperaturas extremas [13].

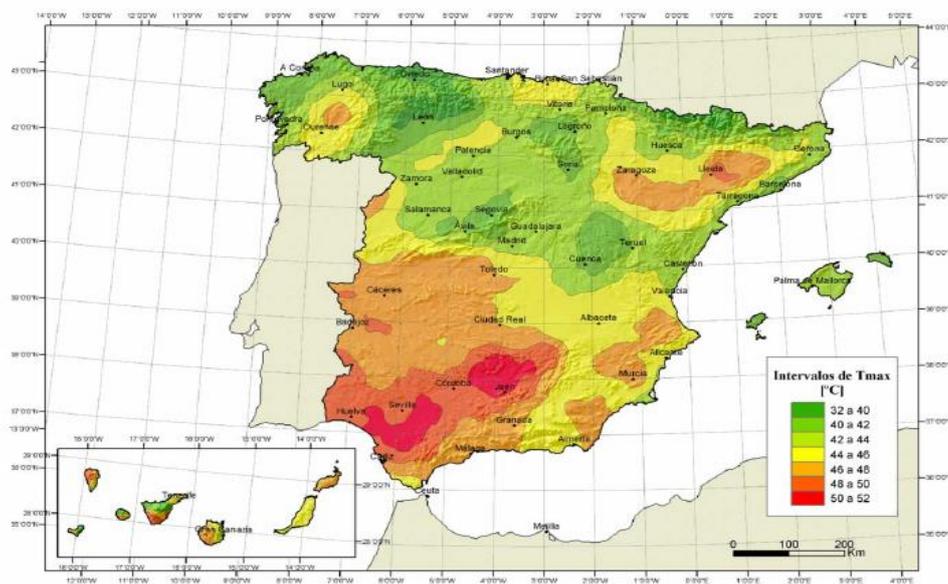


Figura 18. Isothermas de temperatura anual máxima(Fuente: www.codigotecnico.org)

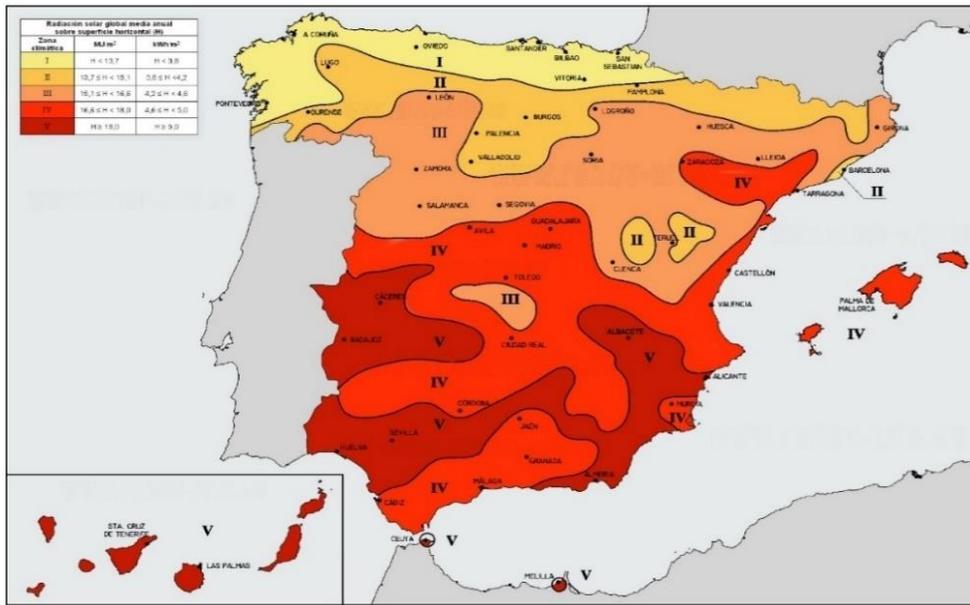


Figura 17. Efecto de la radiación solar (Fuente: www.codigotecnico.org)

| Zona climática | MJ/m ² | kWh/m ² |
|----------------|-------------------|--------------------|
| I | H < 13,7 | H < 3,8 |
| II | 13,7 ≤ H < 15,1 | 3,8 ≤ H < 4,2 |
| III | 15,1 ≤ H < 16,6 | 4,2 ≤ H < 4,6 |
| IV | 16,6 ≤ H < 18,0 | 4,6 ≤ H < 5,0 |
| V | H ≥ 18,0 | H ≥ 5,0 |

Figura 18. Radiación solar global media anual (Fuente: www.codigotecnico.org)

El efecto exposición por temperaturas elevadas se medirá en función de las zonas climáticas arriba destacadas como sigue:

- **ZONA 1:** Mínima
- **ZONA 2:** Menor
- **ZONA 3:** Moderada
- **ZONA 4:** Mayor
- **ZONA 5:** Máxima



Figura 19. Zonas climáticas de invierno (Fuente: www.codigotecnico.org)

| Altitud (m) | Zona de clima invernal. (según figura E.2) | | | | | | |
|-------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | -7 | -11 | -11 | -8 | -5 | -6 | 6 |
| 200 | -10 | -13 | -12 | -8 | -8 | -8 | 5 |
| 400 | -12 | -15 | -14 | -10 | -11 | -9 | 3 |
| 600 | -15 | -16 | -15 | -12 | -14 | -11 | 2 |
| 800 | -18 | -18 | -17 | -14 | -17 | -13 | 0 |
| 1.000 | -20 | -20 | -19 | -18 | -20 | -14 | -2 |
| 1.200 | -23 | -21 | -20 | -18 | -23 | -16 | -3 |
| 1.400 | -26 | -23 | -22 | -20 | -26 | -17 | -5 |
| 1.600 | -28 | -25 | -23 | -22 | -29 | -19 | -7 |
| 1.800 | -31 | -26 | -25 | -24 | -32 | -21 | -8 |
| 2.000 | -33 | -28 | -27 | -26 | -35 | -22 | -10 |

Figura 19. Temperatura mínima de aire exterior (Fuente: www.codigotecnico.org)

El efecto exposición por temperaturas mínimas, el cual se encuentra estrechamente relacionado con la altitud se medirá de la siguiente forma:

- **ZONA 1:** Máxima
- **ZONAS 2 y 3 :** Mayor
- **ZONAS 4 y 5:** Moderada
- **ZONA 6:** Menor
- **ZONA 7 :** Mínima

1.2 El viento

La velocidad del viento determina la inclinación y la fuerza de impacto del agua en los sistemas constructivos. Además, contribuye a la deposición de partículas atmosféricas produciendo el desgaste y erosión de los sistemas dispuestos a la intemperie.

Por otro lado, el viento contribuye a intensificar el poder de penetración y desplazamiento capilar del agua, llegando a penetrar en materiales porosos y produciendo fenómenos de corrosión en las armaduras del hormigón^[32].



Figura 20. Velocidad del viento (Fuente: www.codigotecnico.org)

En función de la velocidad media del viento indicada en el C.T.E se

- **ZONA A:** Menor
- **ZONA B:** Moderada
- **ZONA C:** Mayor



Figura 21. Lesiones por erosión (Fuente: www.structuralia.org)

1.3 Precipitaciones

El agua de lluvia es causante de un gran porcentaje de las humedades en la edificación, en especial si los materiales son porosos o presentan un alto grado de absorción [13].

Además, en zonas donde las precipitaciones son abundantes, aumenta considerablemente la probabilidad de que se produzcan infiltraciones por capilaridad, a través de terrenos porosos.

En cuanto a las consecuencias más habituales, las humedades en una obra producen diversos defectos: eflorescencias, condensaciones y aparición de hongos, deterioro de pinturas, oxidación de elementos metálicos, pudriciones en la madera, etc [18].

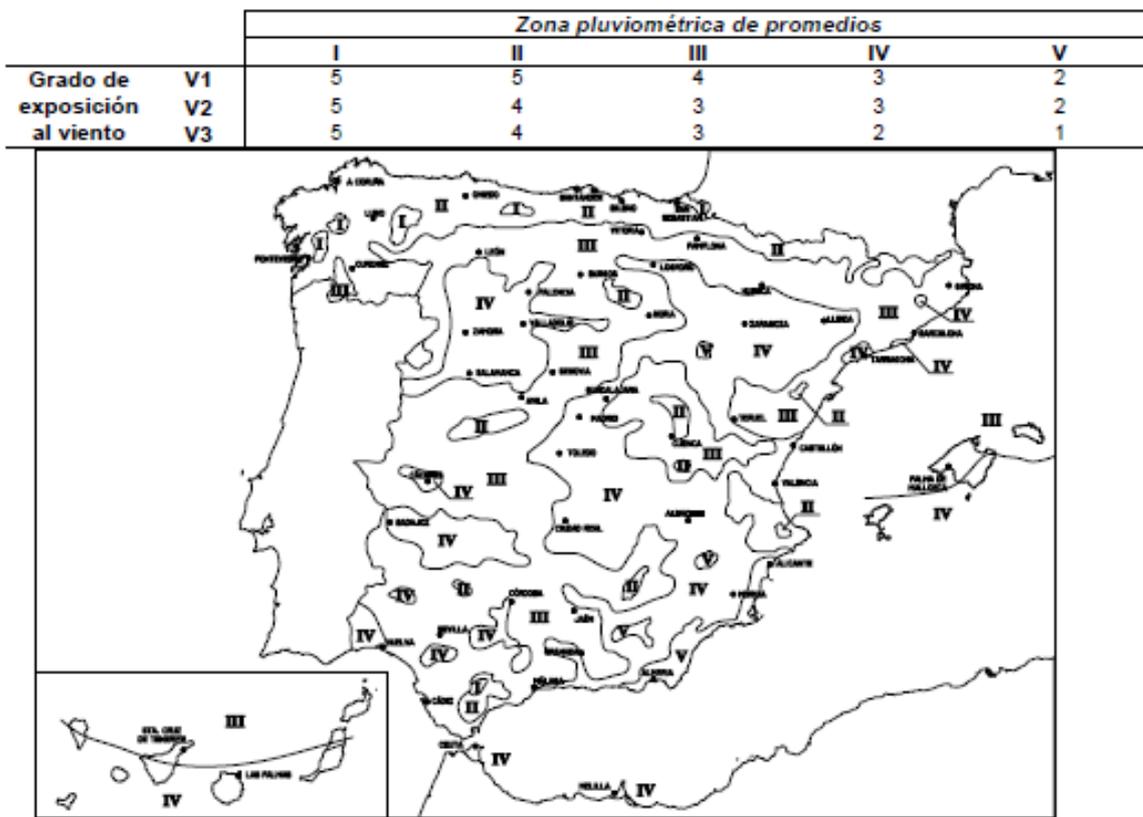


Figura 22. Zonas pluviométricas promedio (Fuente: www.codigotecnico.org)

En función de las zonas delimitadas por la normativa:

- **ZONA I:** Máxima
- **ZONA II:** Mayor
- **ZONA III:** Moderada
- **ZONA IV:** Menor
- **ZONA V:** Mínima

1.4 Sobrecarga de nieve

En la siguiente tabla se muestra la sobrecarga por nieve media en función de la altitud y las zonas climáticas invernales definidas en la Figura 19 ^[13].

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

| Altitud (m) | Zona de clima invernal, (según figura E.2) | | | | | | |
|-------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 200 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 400 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| 500 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 600 | 0,9 | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |
| 700 | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,2 |
| 800 | 1,2 | 1,1 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,2 |
| 900 | 1,4 | 1,3 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,2 |
| 1.000 | 1,7 | 1,5 | 0,7 | 1,2 | 0,9 | 1,2 | 0,2 |
| 1.200 | 2,3 | 2,0 | 1,1 | 1,9 | 1,3 | 2,0 | 0,2 |
| 1.400 | 3,2 | 2,6 | 1,7 | 3,0 | 1,8 | 3,3 | 0,2 |
| 1.600 | 4,3 | 3,5 | 2,6 | 4,6 | 2,5 | 5,5 | 0,2 |
| 1.800 | - | 4,6 | 4,0 | - | - | 9,3 | 0,2 |
| 2.200 | - | 8,0 | - | - | - | - | - |

Figura 23. Sobrecarga de nieve en función de zonas climáticas de invierno

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

| Capital | Altitud m | S _k kN/m ² | Capital | Altitud m | S _k kN/m ² | Capital | Altitud m | S _k kN/m ² |
|--------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------|-------------------------------------|
| Albacete | 690 | 0,6 | Guadalajara | 680 | 0,6 | Pontevedra | 0 | 0,3 |
| Alicante / Alacant | 0 | 0,2 | Huelva | 0 | 0,2 | Salamanca | 780 | 0,5 |
| Almería | 0 | 0,2 | Huesca | 470 | 0,7 | SanSebastián/Donostia | 0 | 0,3 |
| Ávila | 1.130 | 1,0 | Jaén | 570 | 0,4 | Santander | 1.000 | 0,7 |
| Badajoz | 180 | 0,2 | León | 820 | 1,2 | Segovia | 10 | 0,2 |
| Barcelona | 0 | 0,4 | Lérida / Lleida | 150 | 0,5 | Sevilla | 1.090 | 0,9 |
| Bilbao / Bilbo | 860 | 0,3 | Logroño | 380 | 0,6 | Soria | 0 | 0,4 |
| Burgos | 440 | 0,6 | Lugo | 470 | 0,7 | Tarragona | 0 | 0,2 |
| Cáceres | 0 | 0,4 | Madrid | 660 | 0,6 | Tenerife | 950 | 0,9 |
| Cádiz | 0 | 0,2 | Málaga | 0 | 0,2 | Teruel | 550 | 0,5 |
| Castellón | 0 | 0,2 | Murcia | 40 | 0,2 | Toledo | 0 | 0,5 |
| Ciudad Real | 640 | 0,6 | Orense / Ourense | 130 | 0,4 | Valencia/València | 690 | 0,4 |
| Córdoba | 100 | 0,2 | Oviedo | 230 | 0,5 | Valladolid | 520 | 0,7 |
| Coruña / A Coruña | 0 | 0,3 | Palencia | 740 | 0,4 | Vitoria / Gasteiz | 650 | 0,4 |
| Cuenca | 1.010 | 1,0 | Palma de Mallorca | 0 | 0,2 | Zamora | 210 | 0,4 |
| Gerona / Girona | 70 | 0,4 | Palmas, Las | 0 | 0,2 | Zaragoza | 0 | 0,5 |
| Granada | 690 | 0,5 | Pamplona/Iruña | 450 | 0,7 | Ceuta y Melilla | 0 | 0,2 |

Figura 24. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas (Fuente: www.codigotecnico.org)

El efecto exposición por sobrecarga de nieve es ciertamente más complejo de sistematizar debido a la predominante influencia de la altitud. Para el objeto del estudio, se tomará la siguiente baremación aproximada.

- **0 -200** metros : Mínima
- **200-600** metros: Menor
- **600-900** metros: Moderada
- **900- 1200** metros: Mayor
- **> 1200** metros : Máxima

2. Contaminantes atmosféricos

Los contaminantes atmosféricos producen un deterioro importante de los materiales expuestos a ellos. Las partículas en suspensión, favorecidas por climas húmedos y zonas con viento, producen un deterioro de la integridad fisicoquímica y superficial de los sistemas constructivos.

Las fuentes antropogénicas de contaminación atmosférica se pueden englobar en dos grupos^[31]:

- Fuentes estáticas:
 - Zonales: producción agrícola, minas y canteras, zonas industriales, etc.
 - Zonales localizadas: Fábricas de productos químicos, productos minerales no metálicos, industrias de metales, centros de generación de energía, etc.
 - Municipales: Calefacción de viviendas y edificios, incineradoras de residuos municipales y fangos cloacales, chimeneas, cocinas, plantas de depuración, etc.

- Fuentes móviles: Todo vehículo con motor de combustión (vehículos ligeros, motocicletas, aviones, etc.)

Además, en caso de ser necesario podrían estudiarse las fuentes naturales de contaminación, tales como: Volcanes, zonas erosionadas, vegetación que libera grandes cantidades de polen, focos bacteriológicos, esporas, virus, etc.

En lo que se refiere a la influencia de dichos contaminantes en la edificación, los contaminantes atmosféricos con mayores repercusiones son el dióxido de azufre, el dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

La forma en la que estos se distribuyen y su concentración se establece mediante distintos análisis y mediante la elaboración de sistemas de dispersión (Figura 23). Sin embargo, no es el objeto del presente estudio, entrar en dichos detalles.

Para lo que interesa a este respecto, se generará una escala de exposición en función del lugar en el que se halle edificada la vivienda :

- **Zonas urbanas próximas a núcleos industriales y/o de generación de energía** : Mayor
- **Zonas urbanas**: Moderada
- **Zonas rurales** : Menor

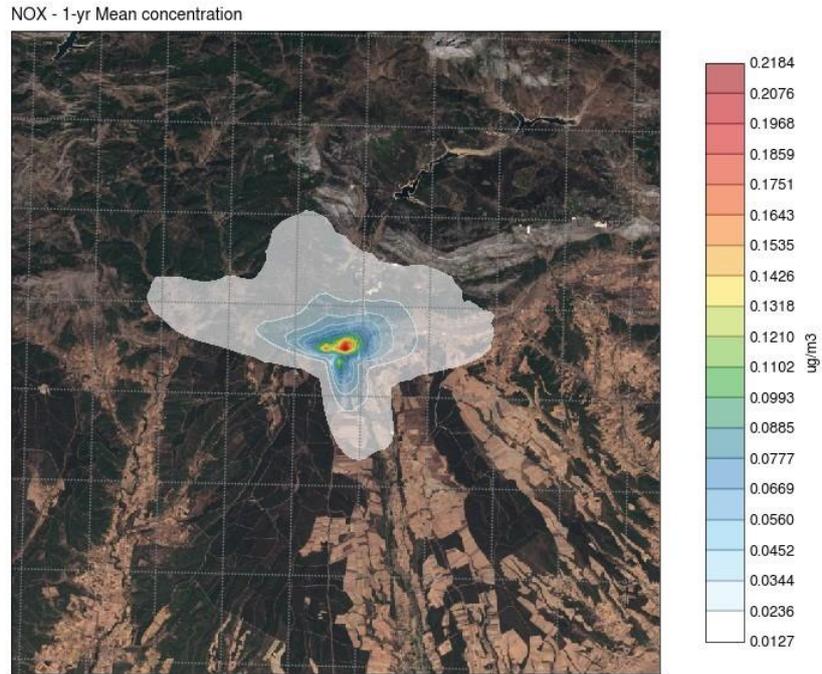


Figura 25. Mapa de dispersión de óxidos de nitrógeno(Fuente: www.ambinor.com)

3. Aguas marinas

En el caso de que la vivienda se encuentre en zonas costeras resulta interesante considerar el efecto que el agua de mar puede tener sobre las soluciones constructivas, en especial por el fomento de fenómenos de oxidación y/o corrosión que producen ^[29].



Figura 26. Efectos de oxidación en viviendas cercanas a la costa (Fuente: www.factica.es)

En estos casos la salinidad del ambiente debería de considerarse un parámetro fundamental de exposición que requerirá de un estudio específico para cada vivienda.

4. Factores biológicos.

En este apartado se indican algunos ejemplos de los daños que podrían darse por efecto de organismos biológicos.

Animales

- Asentamientos provocados por sobrepeso.
- Agresiones en materiales pétreos por los ácidos de sus excrementos (aves).
- Erosiones mecánicas con roces, mordeduras, arañazos (animales domésticos) .
- Destrucción de materiales en el caso de insectos que anidan y se alimentan de madera, pudiendo afectar a elementos estructurales.

Plantas.

- La presencia de plantas puede dificultar la correcta escurrentía.
- Facilitación de filtraciones.
- Agrandamiento de grietas y fisuras cuando las raíces se introducen en estas. Las plantas se encuentran con frecuencia en el encuentro de acera con fachada, balcones y terrazas, cornisas, canalones y faldones de teja.



Figura 27. Daño a pavimento por raíz de árbol(Fuente: www.patologiasconstruccion.net)

Hongos

- Colonias de mohos en materiales porosos, pudiendo provocar aspecto de abandono o malos olores
- Hongos de pudrición en elementos de madera tanto de elementos estructurales como de acabados y carpintería.



Figura 28. Pudrición de madera por hongos (Fuente: www.rtarquitectura.com)

En estos casos, debido a su carácter especial, su grado de exposición debe analizarse individualmente para cada vivienda.

6. Descripción de tareas, fases y procedimiento

En los siguientes apartados se realiza una breve descripción de cada una de las actividades llevadas a cabo indicando los aspectos más relevantes de las mismas, así como los distintos recursos utilizados.

ACTIVIDAD 1: Acercamiento al problema que se quiere resolver

Lectura de documentación acerca de las soluciones constructivas en el ámbito de la urbanización y familiarización con la labor que realizan las aseguradoras en el caso de las s seguros existentes. Una vez en contexto, se procede a la selección de la información potencialmente más interesante para los fines del proyecto.

Recursos Humanos: Ingeniero Junior (20 horas), Ingeniero Senior (10 horas).

Recursos Materiales: Ordenador, bibliografía.

Duración estimada: 2 semanas.

ACTIVIDAD 2: Definición de objetivos concretos y alcance del proyecto

Una vez analizada la cantidad y tipología de información existente referente al tema tratado, se definen los objetivos concretos que se quieren conseguir del proyecto, así como los límites de este.

Recursos Humanos: Ingeniero Junior (10 horas), Ingeniero Senior (3 horas).

Recursos Materiales: Ordenador, bibliografía.

Duración estimada: 1 semana.

ACTIVIDAD 3: Reconocimiento sobre la normativa relativa a la edificación

Estudio de las disposiciones y formas de actuación descritas en las distintas normativas que regulan los procesos edificatorios.

Recursos Humanos: Ingeniero Junior (30 horas), Ingeniero Senior (2 horas).

Recursos Materiales: Ordenador, bibliografía, acceso a normativa.

Duración estimada: 3 semanas.

ACTIVIDAD 3: Análisis y definición de los sistemas objetivo

Elaboración de un documento Excel en el que se indican los distintos bloques contemplados en la urbanización de una vivienda residencial tras un estudio previo de las patologías más frecuentes.

Recursos Humanos: Ingeniero Junior (30 horas), Ingeniero Senior (5 horas).

Recursos Materiales: Paquete Office, bibliografía, acceso a normativa.

Duración estimada: 3 semanas.

ACTIVIDAD 4: Determinación de las causas

Descripción detallada de las causas origen de cada una de las patologías para cada bloque contemplado. Además, se decide plantear una organización en tres grupos diferenciados: Diseño, ejecución, y uso/mantenimiento.

Recursos Humanos: Ingeniero Junior (20 horas), Ingeniero Senior (-).

Recursos Materiales: Paquete Office, bibliografía, acceso a normativa.

Duración estimada: 2 semanas.

ACTIVIDAD 5: Estudio del incumplimiento normativo

Lectura y análisis de los Documentos Básicos del CTE, así como la normativa auxiliar utilizada, y catalogación de los distintos daños dentro de la normativa contemplada.

Recursos Humanos: Ingeniero Junior (20 horas), Ingeniero Senior (3 horas).

Recursos Materiales: Ordenador, bibliografía, acceso a normativa.

Duración estimada: 2 semanas.

ACTIVIDAD 6: Evaluación del riesgo

Se decide la forma en la que se realizará la evaluación de riesgos y se definen los parámetros que influyen en su cálculo.

Recursos Humanos: Ingeniero Junior (20 horas), Ingeniero Senior (2 horas).

Recursos Materiales: Paquete Office, bibliografía, acceso a normativa.

Duración estimada: 2 semanas.

ACTIVIDAD 7: REDACCIÓN DEL DOCUMENTO

Puesta en común de la información recopilada y redacción formal del documento, teniendo en cuenta las puntualizaciones y observaciones realizadas por el director del proyecto.

Recursos Humanos: Ingeniero Junior (60 horas), Ingeniero Senior (3 horas).

Recursos Materiales: Ordenador, paquete Office.

Duración estimada: 6 semanas.

ACTIVIDAD 8: GESTIÓN DEL PROYECTO

La gestión del proyecto comienza con este y finaliza con el mismo y se lleva a cabo tanto por el director del proyecto como por el ingeniero Junior que lo está realizando. La forma de organización de dicha gestión ha sido mediante reuniones pactadas y resolución de dudas vía correo electrónico.

Recursos Humanos: Ingeniero Junior (15 horas) , Ingeniero Senior (5 horas).

Recursos Materiales: Ordenador, paquete Office.

Duración estimada: 14 semanas.

7. Diagrama de Gantt/cronograma

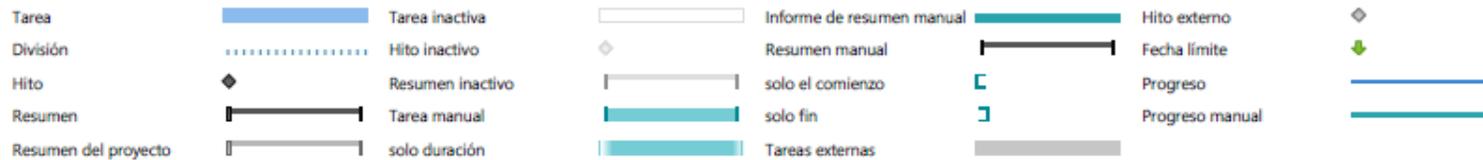
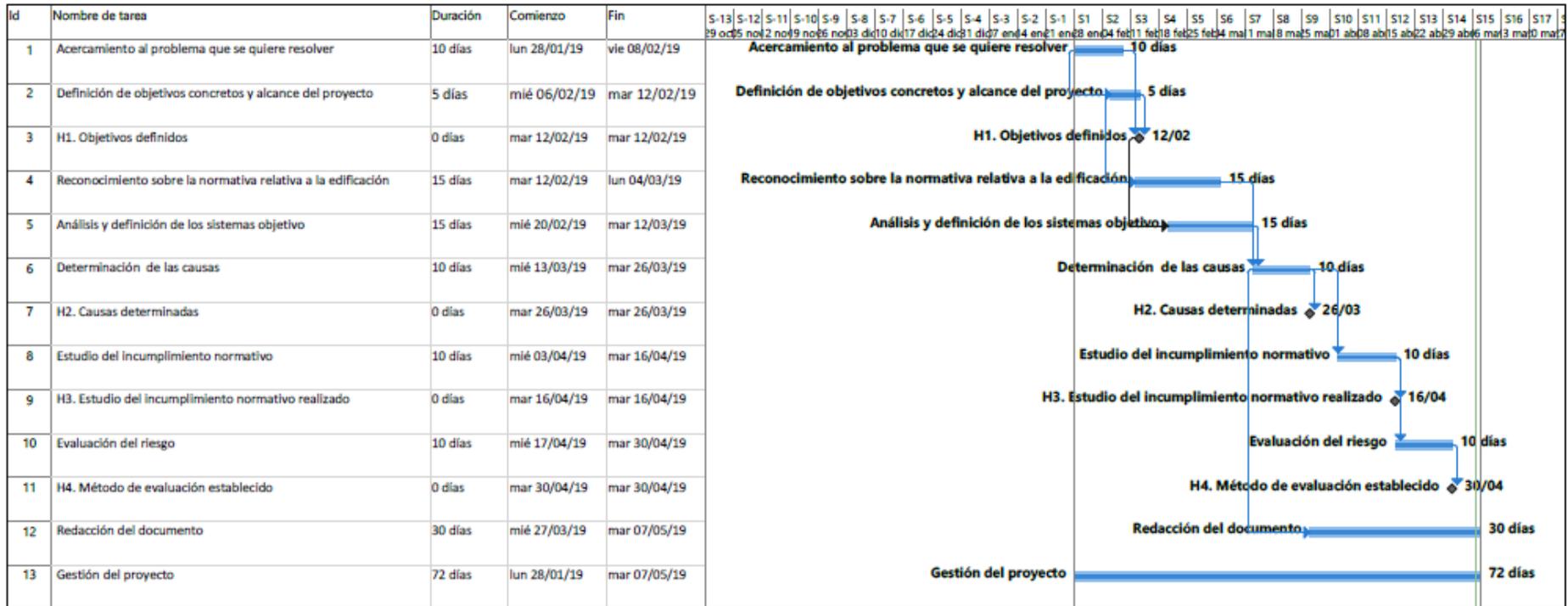


Figura 29. Diagrama de Gantt

Cabe destacar que, tal y como se muestra en el diagrama anterior, se han considerado como actividades esenciales aquellas definidas como imprescindibles para proseguir con el desarrollo del trabajo (Tabla XXIX).

Tabla XXIX. Hitos del proyecto.

| N.º | Hito |
|-----|--|
| 1 | Objetivos definidos |
| 2 | Causas determinadas |
| 3 | Estudio del incumplimiento normativo realizado |
| 4 | Método de evaluación establecido |

8. Recursos humanos y materiales

8.1 Recursos humanos

▪ Ingeniero Senior

El perfil requerido es el de un ingeniero superior especializado en mecánica, con amplios conocimientos en el ámbito de la construcción, cálculo y definición de materiales estructurales e instalaciones.

En el ámbito del proyecto dado, su labor se centrará en la dirección y seguimiento continuo del trabajo realizado por el ingeniero encargado de la elaboración del proyecto.

TIEMPO TOTAL: 33 horas

▪ Ingeniero Junior

El ingeniero responsable de la investigación y redacción del presente proyecto ha de poseer los conocimientos básicos en las ramas de mecánica, materiales y construcción necesarios para la comprensión y el buen desarrollo del trabajo requerido, con el objetivo de poder desarrollar el proyecto con la ayuda y supervisión del director de proyecto.

TIEMPO TOTAL: 225 horas

La facturación por la hora de mano de obra de cada uno de los recursos humanos necesarios para el desarrollo del proyecto es la siguiente:

- Ingeniero Senior:40 euros/hora
- Ingeniero Junior:25 euros/hora

8.2 Recursos materiales

El coste de los recursos materiales se cuantificará de acuerdo con la siguiente relación de amortizaciones:

- Estación de Trabajo:750 €/estación
- Licencia anual paquete Office 365:120 €/licencia
- Material oficina:100 €/persona

9. Descripción del presupuesto

Tal y como se ha puesto de manifiesto en apartados anteriores, debido al carácter teórico-técnico del proyecto, los costes asociados a su consecución se basan en dos grandes pilares: los asociados a los recursos humanos empleados y el material utilizado para la recopilación de información y redacción del documento.

El resultado del balance económico se muestra desglosado en la tabla XXIX y se encuentra dividido en los siguientes bloques:

1. Mano de obra
2. Inversiones materiales
3. Gastos materiales
4. Costes indirectos/imprevistos

Los costes indirectos del proyecto se han contabilizado como un 3% de los costes directos totales, en los que se han contemplado aspectos tales como:

- Gastos generales asociados al suministro de electricidad, agua y, climatización.
- Suscripciones que tiene la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao con las diversas bases de datos tales como *Science Direct* o *Scifinder scholar* de donde se han obtenido varios de los artículos utilizados para la confección del documento, así como la normativa pertinente extraída de AENOR.

Tabla XXX. Presupuesto

1. MANO DE OBRA

| Concepto | Nº Horas | €/h | Coste |
|------------------|----------|-----|-------------------|
| Ingeniero Senior | 33 | 40 | 1.320,00 € |
| Ingeniero Junior | 225 | 25 | 5.625,00 € |
| TOTAL | | | 6.945,00 € |

2. INVERSIONES MATERIALES

| Concepto | Inversion inicial | Periodo de amortizacion | Coste |
|--------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|
| Estación de trabajo | 4.000 € | 4 años | 291,67 € |
| Software básico | 500 € | 2 años | 72,92 € |
| TOTAL INVERSIONES | | | 364,58 € |

*Periodo amortizado respecto del cual se obtiene el coste proporcional: 3,5 meses

3. GASTOS MATERIALES

| Concepto | Coste |
|---------------------|-----------------|
| Material de oficina | 200,00 € |
| TOTAL GASTOS | 200,00 € |

SUBTOTAL 1 **7.509,58 €**

Costes indirectos e Imprevistos (3%) 225,29 €

SUBTOTAL 2 **7.734,87 €**

I.V.A. (21%) 1.624,32 €

TOTAL PROYECTO **9.359,19 €**

10. Conclusiones

- La mayoría de las patologías en soluciones constructivas de la urbanización tienen su origen en: Inadecuación funcional/estructural, fallos de ejecución, defectos de mantenimiento y afecciones por agentes externos.
- En términos generales, los daños en la urbanización junto con sus correspondientes repercusiones se regulan mediante los Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación.
- Las alternativas que posee el usuario final de una vivienda en cuanto a la reclamación de daños en la urbanización son:
 - Garantías (Decenal/trienal/anual): en caso de que el daño urbano afectase de algún modo a la estructura/instalaciones/acabado definidos por la LOE.
 - Vía civil: reclamaciones por incumplimiento de contrato y/o daños y perjuicios por vicios ocultos.
- La evaluación del riesgo técnico depende de probabilidad de que un cierto daño ocurra y de las consecuencias que generaría dicho hecho. A su vez, la probabilidad de ocurrencia depende directamente de la vulnerabilidad y exposición a los daños.
- La precisión de un método de evaluación de riesgos depende de la cantidad y calidad de los datos con los que se cuente.
- Una ampliación del método podría resultar de la evaluación del grado de influencia de cada parámetro para los distintos agentes de la LOE que pudieran utilizarlo en sus respectivos ámbitos de trabajo.

11. Referencias

Normativa y artículos relacionados con conceptos jurídicos

- [1] Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1999-21567>
- [2] “Guía práctica de seguros de la edificación: seguro decenal y OCT” <http://www.Inmoley.com>
- [3] “Ley de Ordenación de la edificación y seguro”, Tesis Doctoral, Marco J.Piccirillo, 2007
- [4] “Análisis del ámbito de aplicación del CTE y de la LOE”, CETIB, Francesc Labastida, Jaume Alonso, 2010
- [5] “Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción”, Javier López y García de la Serrana ,2007
- [6] <https://www.asefa.es/>
- [7] “Informes Geotécnicos, Seguros Decenales y Organismos de Control Técnico” Enrique Montalar, 2009
- [8] Real Decreto 1/2007, de 16 de noviembre, Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios
- [9] <https://www.conceptosjuridicos.com/vicios-ocultos/>
- [10] Indemnización por daños y perjuicios (Derecho Civil), <https://guiasjuridicas.es>
- [11] “La responsabilidad civil del promotor por defectos constructivos”, Juan Antonio Pérez Rivarés, Universidad de Barcelona, 2017
- [12] <http://juiciosconstruccion.com/derecho-de-construccion-2/incumplimiento-de-contrato>
- [13] Código Técnico de la Edificación <http://www.codigotecnico.org>
- [14] “Aplicación del CTE en obras de construcción: edificios de uso residencial”, Teresa Escrig, Alicante, 2012

Información sobre patologías

- [15] <https://www.asefa.es/comunicacion/patologias>
- [16] http://www.fundacionmusaat.musaat.es/files/Doc.patologias_web.pdf
- [17] “Manual de patología de la edificación” Fernando López Rodríguez, Ventura Rodríguez, Jaime Santa Cruz, Ildelfonso Torreño, Pascual Úbeda, Universidad Politécnica de Madrid, 2009

- [18] Enciclopedia Broto de patologías de la construcción. Broto, Carles. Structure, [Barcelona], 2005
- [19] “Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en edificación”
Pancorbo, F.J. Marcombo, Barcelona : 2010.
- [20] “Catálogo de firmes y pavimentos de la ciudad de valencia”, Servicio de Coordinación de Obras
infraestructurales, Ayuntamiento de Valencia, 2007
- [21] http://www.carreteros.org/normativa/firmes/6_1ic/apartados/6.htm
- [22] <https://blog.structuralia.com/patologia-en-firmes-errores-en-el-diseno-y-en-la-fabricacion-de-la-mezcla-bituminosa>
- [23] “Patología y errores de diseño más frecuentes en conducciones de agua”, Víctor Florez Casukas,
2006
- [24] <https://www.hidrotec.com/blog/problemas-en-la-red-de-saneamiento-patologias-comunes/>
- [25] <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/sanea/152esp-O&M-alcantar.pdf>
- [26] Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto “Reglamento electrotécnico para baja tensión e
instrucciones técnicas complementarias” BT 01 A BT 51
- [27] “Causas de fallos en las cimentaciones de edificios” , 4º Congreso de patología y rehabilitación de
edificios, Ana María Gamallo, Pilar Rodríguez, Rafael Ángel Pérez, Luis Sopeña, 2009
- [28] “Patología producida por muros y pantallas” , Juan Pérez Valcárcel, ETSA de La Coruña, 2010
- [29] “Patología de estructuras de hormigón armado” Juan Pérez Valcárcel, ETSA de La Coruña, 2009
- [30] “Patología de piscinas” José Manuel Beltrán Ortuño, 2009
- [31] “Control de contaminación ambiental” Jerry Spiegel y Lucien Y. Maystre, Enciclopedia de salud y
seguridad en el trabajo, 2009
- [32] “Lesiones debidas a humedades. Patologías de cubiertas y fachadas”, Fernando López Rodríguez,
(E.U.A.T.M), 2011

12. Anexos

Anexo A: Definición de daños e incumplimiento normativo

| | | URBANIZACIÓN | | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------------|----|-----|----|----|----|--------------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
| | | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| | | Calzada (vehículos) | | | | | | |
| Defectos de dimensionamiento | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Deterioro capa antideslizante | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Terreno no apto | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | Norma 6.1 IC |
| Defecto propio del revestimiento (capa de rodadura) | Falta de adherencia | | | | | | | |
| | Drenaje deficiente | | | | | | x | Norma 6.1 IC |
| | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Crecimiento grietas por agua helada | | | | | | x | |
| | Fisuraciones por fatiga | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | |
| Defecto de drenaje | Pérdida de rigidez | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Resbaladidad | | | x | | | x | |
| | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuraciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defecto de puesta en obra | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Deterioro capa antideslizante | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Otras causas | | | | | | | | |

Evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas de urbanización

| URBANIZACIÓN | | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|----|-----|----|----|----|--------------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| | | Calles y zonas peatonales | | | | | | |
| Defectos de dimensionamiento | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Deterioro capa antideslizante | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Terreno no apto | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defecto propio del revestimiento (capa de rodadura) | Falta de adherencia | | | | | | x | |
| | Drenaje deficiente | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Crecimiento grietas por agua helada | | | | | | x | |
| | Fisuraciones por fatiga | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defecto de drenaje | Pérdida de rigidez | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Resbaladicidad | | | | | | x | |
| | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuración | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defecto de puesta en obra | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Deterioro capa antideslizante | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Otras causas | | | | | | | | |

Evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas de urbanización

| URBANIZACIÓN | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|--------------------------|----|-----|----|----|--------------|--------------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
| | | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| Cubiertas pavimentadas y acabados verdes | | | | | | | | |
| Defectos de dimensionamiento | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Deterioro capa antideslizante | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| Daño en elemento anexo | | | | | | | Norma 6.1 IC | |
| Terreno no apto | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | |
| Defecto de drenaje | Humedad por filtración | | | | | | x | |
| | Pavimento deslizando | | | | | | x | |
| | Pérdida de rigidez | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuración | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | |
| Defecto de puesta en obra | Deformaciones | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Desniveles | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Fisuras | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Grietas | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| | Deterioro capa antideslizante | | | | | | | Norma 6.1 IC |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | |
| Otras causas | | | | | | | | |
| Otros (alcantarillado, exhustorios, etc) | | | | | | | | |

| URBANIZACIÓN | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------------------|----|-----|----|----|------|-------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
| | | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| Red eléctrica de baja y media tensión | | | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Defectos de aislamiento | | | | | | | REBT |
| | Cortocircuitos | | | | | | | REBT |
| | Señal insuficiente | | | | | | | REBT |
| | Corte de señal | | | | | | | REBT |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | REBT |
| Mantenimiento deficiente | Defectos de aislamiento | | | | | | | REBT |
| | Cortocircuitos | | | | | | | REBT |
| | Señal insuficiente | | | | | | | REBT |
| | Corte de señal | | | | | | | REBT |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | REBT | |
| Defectos de puesta en obra | Defectos de aislamiento | | | | | | | REBT |
| | Cortocircuitos | | | | | | | REBT |
| | Señal insuficiente | | | | | | | REBT |
| | Corte de señal | | | | | | | REBT |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | REBT | |
| Otras causas (influencia de otras) | | | | | | | REBT | |

Evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas de urbanización

| | | URBANIZACIÓN | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|----|-----|----|----|----|-------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
| | | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| REDES EXTERIORES AL EDIFICIO | | | | | | | | |
| Abastecimiento de agua/riego | | | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Presión insuficiente | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformación tuberías | | | | | | | x |
| | Fisuración tuberías | | | | | | | x |
| | Rotura por tracción | | | | | | | x |
| | Colapso por depresión interior | | | | | | | x |
| | Corrosión en tuberías metálicas | | | | | | | x |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | x |
| Defectos de puesta en obra | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformaciones | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Caudal insuficiente | | | | | | | x |
| | Contaminación del agua | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Obstrucciones | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Contaminación | | | | | | | x |
| | Generación de olores | | | | | | | x |
| | Corrosión en tuberías metálicas | | | | | | | x |
| | Contaminación del agua | | | | | | | x |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | x |
| Otras causas | | | | | | | | x |
| Agua residual (red separada) | | | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Presión insuficiente | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformación tuberías | | | | | | | x |
| | Fisuración tuberías | | | | | | | x |
| | Rotura por tracción | | | | | | | x |
| | Colapso por depresión interior | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Obstrucciones | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Contaminación | | | | | | | x |
| | Generación de olores | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defectos de puesta en obra | Presión insuficiente | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformación tuberías | | | | | | | x |
| | Fisuración tuberías | | | | | | | x |
| | Rotura por tracción | | | | | | | x |
| | Colapso por depresión interior | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Otras causas | | | | | | | | x |
| Agua pluviales | | | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Presión insuficiente | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformación tuberías | | | | | | | x |
| | Fisuración tuberías | | | | | | | x |
| | Rotura por tracción | | | | | | | x |
| | Colapso por depresión interior | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Obstrucciones | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Contaminación | | | | | | | x |
| | Generación de olores | | | | | | | x |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | x |
| Defectos de puesta en obra | Presión insuficiente | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformación tuberías | | | | | | | x |
| | Fisuración tuberías | | | | | | | x |
| | Rotura por tracción | | | | | | | x |
| | Colapso por depresión interior | | | | | | | x |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | x |
| Otras causas | | | | | | | | x |

Evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas de urbanización

| | | URBANIZACIÓN | | | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------|----|-----|----|----|----|-------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
| | | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| Red unitaria (residuales y pluviales) | | | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Presión insuficiente | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformación tuberías | | | | | | | x |
| | Fisuración tuberías | | | | | | | x |
| | Rotura por tracción | | | | | | | x |
| | Colapso por depresión interior | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | x |
| Mantenimiento deficiente | Obstrucciones | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Contaminación | | | | | | | x |
| | Generación de olores | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | x |
| Defectos de puesta en obra | Presión insuficiente | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformación tuberías | | | | | | | x |
| | Fisuración tuberías | | | | | | | x |
| | Rotura por tracción | | | | | | | x |
| | Colapso por depresión interior | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | x |
| Otras causas | | | | | | | x | |
| Fosa séptica | | | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Presión insuficiente | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformación tuberías | | | | | | | x |
| | Fisuración tuberías | | | | | | | x |
| | Rotura por tracción | | | | | | | x |
| | Colapso por depresión interior | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | x |
| Mantenimiento deficiente | Obstrucciones | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Contaminación | | | | | | | x |
| | Generación de olores | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | | | | | | | x |
| Defectos de puesta en obra | Presión insuficiente | | | | | | | x |
| | Sobrepresiones | | | | | | | x |
| | Fugas | | | | | | | x |
| | Deformación tuberías | | | | | | | x |
| | Fisuración tuberías | | | | | | | x |
| | Rotura por tracción | | | | | | | x |
| | Colapso por depresión interior | | | | | | | x |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | x |
| Otras causas | | | | | | | x | |

Evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas de urbanización

| | | URBANIZACIÓN | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------------|----|-----|----|----|----|--------------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
| | | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| Instalación común de telecomunicaciones (ICT) (Teléfono, TV, redes numéricas y de datos) | | | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Defectos de aislamiento | | | | | | | R.D 346/2011 |
| | Cortocircuitos | | | | | | | R.D 346/2012 |
| | Señal insuficiente | | | | | | | R.D 346/2013 |
| | Corte de señal | | | | | | | R.D 346/2014 |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Defectos de aislamiento | | | | | | | R.D 346/2016 |
| | Cortocircuitos | | | | | | | R.D 346/2017 |
| | Señal insuficiente | | | | | | | R.D 346/2018 |
| | Corte de señal | | | | | | | R.D 346/2019 |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defectos de puesta en obra | Defectos de aislamiento | | | | | | | R.D 346/2021 |
| | Cortocircuitos | | | | | | | R.D 346/2022 |
| | Señal insuficiente | | | | | | | R.D 346/2023 |
| | Corte de señal | | | | | | | R.D 346/2024 |
| | Daño en elemento anexo | | | | | | | |
| Otras causas | | | | | | | | |
| Red de transporte de calor y frío | | | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Defectos de aislamiento | | | | | x | | D.E.E |
| | Cortocircuitos | | | | | x | | D.E.E |
| | Señal insuficiente | | | | | x | | D.E.E |
| | Corte de señal | | | | | x | | D.E.E |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Defectos de aislamiento | | | | | x | | D.E.E |
| | Cortocircuitos | | | | | x | | D.E.E |
| | Señal insuficiente | | | | | x | | D.E.E |
| | Corte de señal | | | | | x | | D.E.E |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defectos de puesta en obra | Defectos de aislamiento | | | | | x | | D.E.E |
| | Cortocircuitos | | | | | x | | D.E.E |
| | Señal insuficiente | | | | | x | | D.E.E |
| | Corte de señal | | | | | x | | D.E.E |
| | Daño en elemento anexo | | | | | | | |
| Otras causas | | | | | | | | |
| Red de incendio | | | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Falta de evacuación | | x | | | | | |
| | Fugas | | x | | | | | |
| | Sobrepresiones | | x | | | | | |
| | Obstrucciones | | x | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | x | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Falta de evacuación | | x | | | | | |
| | Fugas | | x | | | | | |
| | Sobrepresiones | | x | | | | | |
| | Obstrucciones | | x | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | x | | | | | |
| Defectos de puesta en obra | Falta de evacuación | | x | | | | | |
| | Fugas | | x | | | | | |
| | Sobrepresiones | | x | | | | | |
| | Obstrucciones | | x | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | x | | | | | |
| Otras causas | | x | | | | | | |

Evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas de urbanización

| | | URBANIZACIÓN | | | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|----|-----|----|----|-----|-------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
| | | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| MUROS DE CONTENCIÓN | | | | | | | | |
| Muro de hormigón | | | | | | | | |
| Inadecuación estructural | Deformaciones | x | | | | | | EHE |
| | Fisuraciones | x | | | | | | EHE |
| | Roturas | x | | | | | | EHE |
| | Vibraciones | x | | | | | | EHE |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | EHE |
| Inadecuación funcional | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | EHE |
| | Carbonatación | x | | | | | x | EHE |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | EHE |
| | Humedades | | | | | | x | EHE |
| | Deformaciones | x | | | | | | EHE |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | EHE |
| Defectos de drenaje | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | EHE |
| | Corrosión de las armaduras | x | | | | | x | EHE |
| | Fisuraciones | x | | | | | x | EHE |
| | Roturas | x | | | | | x | EHE |
| | Humedades | x | | | | | x | EHE |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | x | EHE |
| Mantenimiento deficiente | Deformaciones | x | | | | | | EHE |
| | Fisuraciones | x | | | | | | EHE |
| | Roturas | x | | | | | | EHE |
| | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | EHE |
| | Corrosión de las armaduras | x | | | | | x | EHE |
| | Carbonatación | x | | | | | x | EHE |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | EHE |
| | Humedades | x | | | | | x | EHE |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | EHE | |
| Defectos de la puesta en obra | Deformaciones | x | | | | | | EHE |
| | Fisuraciones | x | | | | | | EHE |
| | Roturas | x | | | | | | EHE |
| | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | EHE |
| | Carbonatación | x | | | | | x | EHE |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | EHE |
| | Humedades | x | | | | | x | EHE |
| | Corrosión de las armaduras | x | | | | | x | EHE |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | EHE | |
| Otras causas | | x | | | | | | EHE |
| Muro de albañilería | | | | | | | | |
| Inadecuación estructural | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Fisuraciones | x | | | | | | |
| | Roturas | x | | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | |
| | Carbonatación | x | | | | | x | |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | |
| | Humedades | x | | | | | x | |
| | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defectos de drenaje | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | |
| | Fisuraciones | x | | | | | x | |
| | Roturas | x | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | x | |
| Mantenimiento deficiente | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Fisuraciones | x | | | | | | |
| | Roturas | x | | | | | | |
| | Carbonatación | x | | | | | x | |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | |
| | Humedades | x | | | | | x | |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | |
| Defectos de la puesta en obra | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Fisuraciones | x | | | | | | |
| | Roturas | x | | | | | | |
| | Desagregación del hormigón | x | | | | | x | |
| | Carbonatación | x | | | | | x | |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | |
| Daño en elemento anexo | x | | | | | | | |
| Otras causas | | x | | | | | | |

Evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas de urbanización

| URBANIZACIÓN | | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|-------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| | | Muro de elementos apilados | | | | | | |
| Inadecuación estructural | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Fisuraciones | x | | | | | | |
| | Roturas | x | | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Carbonatación | x | | | | | x | |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | |
| | Deformaciones | x | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defectos de drenaje | Fisuraciones | x | | | | | x | |
| | Roturas | x | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | x | |
| Mantenimiento deficiente | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Fisuraciones | x | | | | | | |
| | Roturas | x | | | | | | |
| | Carbonatación | x | | | | | x | |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | |
| | Humedades | x | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | x | |
| Defectos de la puesta en obra | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Fisuraciones | x | | | | | | |
| | Roturas | x | | | | | | |
| | Carbonatación | x | | | | | x | |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Otras causas | | x | | | | | | |
| Muro de gaviones | | | | | | | | |
| Inadecuación estructural | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Fisuraciones | x | | | | | | |
| | Roturas | x | | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Carbonatación | x | | | | | x | |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | |
| | Deformaciones | x | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defectos de drenaje | Fisuraciones | x | | | | | x | |
| | Roturas | x | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | x | |
| Mantenimiento deficiente | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Fisuraciones | x | | | | | | |
| | Roturas | x | | | | | | |
| | Carbonatación | x | | | | | x | |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | |
| | Humedades | x | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defectos de la puesta en obra | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Fisuraciones | x | | | | | | |
| | Roturas | x | | | | | | |
| | Carbonatación | x | | | | | x | |
| | Eflorescencias | x | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | x | |
| Otras causas | | x | | | | | | |
| OTROS: Cubriciones | | | | | | | | |

Evaluación del riesgo de daños técnicos en soluciones constructivas de urbanización

| URBANIZACIÓN | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------------|----|-----|----|----|----|-------|
| CAUSAS RÁIZ | DAÑOS | INCUMPLIMIENTO NORMATIVO | | | | | | |
| | | SE | SI | SUA | HE | HR | HS | Otros |
| PISCINAS | | | | | | | | |
| Inadecuación estructural | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Desprendimiento de los revestimientos | x | | | | | | |
| | Rotura instalación hidráulica perimetral | x | | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Inadecuación funcional | Deterioro materiales | | | | | | | |
| | Oxidación armaduras | | | | | | x | |
| | Fugas | | | | | | x | |
| | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Mantenimiento deficiente | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Desprendimiento de los revestimientos | x | | | | | | |
| | Rotura instalación hidráulica perimetral | x | | | | | | |
| | Deterioro materiales | | | | | | x | |
| | Oxidación armaduras | | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Terreno no apto | Fugas | | | | | | x | |
| | Fisuración por presión freática | x | | | | | x | |
| | Fisuración por terreno expansivo | x | | | | | | |
| | Oxidación armaduras | x | | | | | | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Defectos de la puesta en obra | Deformaciones | x | | | | | | |
| | Desprendimiento de los revestimientos | x | | | | | | |
| | Rotura instalación hidráulica perimetral | x | | | | | | |
| | Deterioro materiales | | | | | | x | |
| | Oxidación armaduras | | | | | | x | |
| | Fugas | | | | | | x | |
| | Daño en elemento anexo | x | | | | | | |
| Otras causas | | | | | | | | |