

SGS Tecnos, S.A.U.

Transpaderne, 29

28042 , Madrid

Juanantonio.Gomez@sgs.com

+34 662.328.177

sgs.com

INFORME ASPECTOS TÉCNICOS: CENSO Y CALENDARIO DE AMIANTO EN VILLAMANTA (MADRID)

Fecha: 12/03/2026

Cliente: Ayuntamiento de Villamanta (Madrid)

Servicio: Censo y calendario de instalaciones con presencia de amianto en ayuntamientos obligatorio legal: ley 07/2022.

Contenido

1.	Introducción.....	5
1.1.	Antecedentes.....	6
1.2.	La empresa.....	7
2.	Objeto.....	7
2.1.	Alcance del proyecto.....	8
3.	Metodología.....	9
3.1.	Selección de fuente de datos espaciales.....	9
3.1.1.	Formato vectorial.....	10
3.1.2.	Formato ráster.....	13
3.2.	La teledetección del fibrocemento.....	15
3.2.1.	Detección automática de fibrocemento.....	18
3.2.2.	Inspección de resultados con fotointerpretación.....	20
3.3.	Censo preliminar de cubiertas.....	21
3.3.1.	Resultados generados.....	24
3.4.	Censo básico.....	27
3.4.1.	Resultados generados.....	29
3.5.	Censo infraestructura hidráulica.....	33
3.5.1.	Resultados generados.....	34
4.	Resultados obtenidos.....	37
4.1.	Resultados censo preliminar.....	37
4.1.1.	Principales métricas.....	37
4.1.2.	Gráficas estadísticas.....	37
4.1.3.	Cartografías.....	38
4.2.	Resultados censo básico.....	39
4.2.1.	Principales métricas.....	39
4.2.2.	Gráficas estadísticas.....	39
4.2.3.	Cartografías.....	40
4.2.4.	Listado cubiertas fibrocemento.....	41
5.	Conclusiones.....	42
5.1.	Resultados generales.....	42
5.2.	Costes de retirada.....	42
5.3.	Prospectiva.....	42
	Anexos.....	44
	Subvenciones para la retirada de amianto.....	44
	Noticias de interés.....	44
	Informes de amianto.....	45

1. Introducción

La Ley 07/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, en su Disposición adicional decimocuarta, establece lo siguiente:

“En el plazo de un año desde la entrada en vigor de la ley, los ayuntamientos elaborarán un censo de instalaciones y emplazamientos con amianto incluyendo un calendario que planifique su retirada. Tanto el censo como el calendario, que tendrán carácter público, serán remitidos a las autoridades sanitarias, medioambientales y laborales competentes de las comunidades autónomas, las cuales deberán inspeccionar para verificar, respectivamente, que se han retirado y enviado a un gestor autorizado.

Esa retirada priorizará las instalaciones y emplazamientos atendiendo a su grado de peligrosidad y exposición a la población más vulnerable. En todo caso las instalaciones o emplazamientos de carácter público con mayor riesgo deberán estar gestionadas antes de 2028.”

Cabe recordar que el uso y comercialización del amianto están prohibidos desde 2002 (Orden ministerial del 7 de diciembre de 2001, que modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, sobre limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos). La presencia de amianto o materiales que lo contengan se limita a aquellos que ya estaban instalados o en servicio antes de la fecha de prohibición, hasta su eliminación o el fin de su vida útil.

En este contexto, la "vida útil" se entiende como el tiempo estimado durante el cual un producto o elemento puede cumplir la función para la que fue fabricado o instalado, dependiendo de su mantenimiento y condiciones de uso. En el ámbito de la prevención, se considera que el fin de la vida útil de un material con amianto (en adelante, MCA) se alcanza cuando puede perjudicar la salud debido a la liberación de fibras de amianto al ambiente, ya sea por deterioro, riesgo de roturas, golpes, vibraciones, u otros factores relacionados con su ubicación.

La posible liberación de fibras de amianto en edificios o emplazamientos debido a su envejecimiento, durante obras de renovación o rehabilitación, o en su demolición, puede representar graves riesgos para la salud de los trabajadores y la salud pública de los ocupantes.

Por tanto, es esencial acometer la elaboración de un censo de instalaciones y emplazamientos con amianto de forma armonizada en todo el territorio nacional, permitiendo priorizar su retirada según criterios de peligrosidad y exposición a la población más vulnerable. Dicho censo debe permitir, en primer lugar, la localización de edificios y emplazamientos sospechosos de contener materiales con amianto, su identificación y la valoración del riesgo potencial de los MCA para tomar decisiones adecuadas sobre su gestión y planificar su retirada.

1.1. Antecedentes

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente 125 millones de personas en todo el mundo están expuestas al amianto en el lugar de trabajo. La Comisión Europea ha advertido de una epidemia que podría causar 500.000 muertes relacionadas con el amianto en los próximos años, una cifra diez veces mayor que la de los accidentes laborales¹.

La legislación española ha prohibido progresivamente el uso de fibras de amianto según sus variedades y aplicaciones, culminando en una prohibición total en 2002 (Orden de 7 de diciembre de 2001, que modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, sobre limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos).

A nivel europeo, el Anexo XVII sobre restricciones a la fabricación, comercialización y uso de determinadas sustancias, mezclas y artículos peligrosos del [Reglamento \(CE\) N.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 \(Reglamento REACH\)](#), establece que:

"Se prohibirá la comercialización y utilización de estas fibras y de los artículos que contengan estas fibras añadidas intencionadamente (...). El uso de artículos que contengan las fibras de amianto mencionadas en el punto 1 que ya estaban instalados o en servicio antes del 1 de enero de 2005 se seguirá admitiendo hasta su eliminación o el fin de su vida útil. Sin embargo, los Estados miembros, por razones de protección de la salud, podrán restringir, prohibir o someter a condiciones específicas el uso de tales artículos antes de su eliminación o el fin de su vida útil." Además, el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, indica en el artículo 10.2 que:

"Antes del comienzo de obras de demolición o mantenimiento, los empresarios deberán adoptar -si es necesario, recabando información de los propietarios de los locales- todas las medidas adecuadas para identificar los materiales que puedan contener amianto. Si existe la menor duda sobre la presencia de amianto en un material o una construcción, deberán observarse las disposiciones de este real decreto que resulten de aplicación."

1.2. La empresa

Agforest es la “startup” española líder en la aplicación de inteligencia artificial (IA) geoespacial regenerativa para construir un futuro sostenible.

Apostamos por la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) para facilitar la transición hacia una economía circular y regenerativa. Para ello, trabajamos en algoritmos de IA “conscientes”, alineados con los valores humanos, aplicando modelos predictivos y de aprendizaje a las imágenes obtenidas por satélite para impactar de forma positiva en el territorio.

Con sede en Madrid y Málaga, en Agforest contamos con un equipo sólido, joven y comprometido con la sostenibilidad. Armados con amplio conocimiento en todos los vectores ESG (medio ambiente, social y gobernanza, por sus siglas en inglés), ayudamos a empresas y administraciones a construir ciudades inteligentes y sostenibles.

Perseguimos objetivo: ayudar al cumplimiento de las metas recogidas en el Pacto Verde de la Unión Europea (UE) y construir un futuro mejor y más sostenible.

2. Objeto

El objetivo del censo es identificar los emplazamientos e instalaciones del municipio que contengan material con amianto, determinando su grado de riesgo, peligrosidad y, por tanto, su fecha de retirada recomendada. Para ello, se utilizarán técnicas de teledetección e Inteligencia Artificial, las cuales permitirán localizar e identificar tanto cubiertas de fibrocemento con amianto como otros materiales que contengan esta sustancia y ponderar sus características físicas y constructivas para determinar su grado de riesgo y peligrosidad.

En una etapa posterior, y con el fin de profundizar en el diagnóstico, se recomienda realizar las inspecciones pertinentes para evaluar los MCA. Esto permitirá consolidar decisiones sobre la prioridad de su retirada y establecer protocolos adecuados para dicho proceso.

La metodología utilizada permitirá, en primer lugar, la localización "in situ" de todos los emplazamientos e instalaciones susceptibles de contener amianto. En segundo lugar, se llevará a cabo la caracterización y clasificación de estos materiales mediante sistemas analíticos y metodológicos realizados y contrastados por inspectores de amianto según la norma UNE 171370-2.

Como resultado, obtendremos un inventario detallado, representado en un mapa, donde se identificarán los MCA en cada una de las instalaciones y emplazamientos del término municipal. Estos MCA serán detectados de forma remota, mediante notificación ciudadana o, bajo petición expresa, mediante trabajo de campo. Todo el proceso cumplirá con la norma UNE 171370-2 de localización y diagnóstico de amianto.

2.1. Alcance del proyecto

Según la D.A 14ª de la Ley 7/2022, el censo debe extenderse a todas aquellas instalaciones y emplazamientos que se ubiquen en el municipio, con independencia de su titularidad.

Según la misma, cada ayuntamiento será responsable de elaborar su correspondiente censo municipal de instalaciones y emplazamientos con amianto.

En los términos instalaciones y emplazamientos tienen cabida desde edificaciones (viviendas, oficinas, edificios industriales, agrícolas, locales de trabajo o cualquier otra construcción) hasta instalaciones industriales, redes municipales de abastecimiento de aguas o incluso carreteras u otro tipo de infraestructuras, equipos o unidades, por lo que el alcance de la D.A 14ª es muy amplio y la elaboración del censo puede resultar en ocasiones compleja.

Como primer paso, Agforest se enfocará en generar una base de datos detallada que especifique las variables básicas de los inmuebles del municipio, identificando su localización e información asociada. Para lograr esto, se considerarán las siguientes variables:

- a) Uso actual del inmueble.
- b) Año de construcción del inmueble.
- c) Década de construcción.
- d) Edad de la edificación.
- e) Acceso directo a la información en la sede online del Catastro.
- f) Visualización de imágenes de la fachada del inmueble a través de la sede online del Catastro.
- g) Superficie en metros cuadrados de la edificación.
- h) Probabilidad de contener amianto.
- i) Nivel de peligrosidad/riesgo en caso de contener amianto.

Posteriormente, Agforest se encargará de la detección, caracterización y representación de las cubiertas de fibrocemento situadas en las instalaciones y emplazamientos del municipio. Además, se realizará la identificación y representación de infraestructuras hidráulicas, abarcando tanto la red de saneamiento como la de abastecimiento.

Finalmente, se facilitarán las capas de datos en diferentes formatos georreferenciados, permitiendo la consulta y visualización de información sobre las características de los materiales con amianto censados en el municipio, incluyendo métricas y cálculos asociados como extensión, costes de retirada y fecha de retirada recomendada, permitiendo la gestión adecuada del mismo.

Agforest garantiza, mediante el uso de técnicas de teledetección e inteligencia artificial, la detección de más del 90% de las superficies visibles de fibrocemento.

3. Metodología

3.1. Selección de fuente de datos espaciales

En el presente apartado se describirán las fuentes de datos utilizadas en el proyecto, indicando su origen y características. Además, se detallarán los tipos de datos utilizados: datos geoespaciales, tabulares, imágenes, etc.

Es esencial destacar que los datos utilizados para llevar a cabo los estudios de generación de censo y calendario de amianto de Agforest se diferencian por su especificidad y precisión, permitiéndonos establecer unos estándares de velocidad, coste y calidad en la entrega de nuestros servicios de consultoría.

3.1.1. Formato vectorial

- Catastro (Dirección general de Catastro).
Obtenidos a través de los [servicios INSPIRE](#), es la base de datos administrativa que contiene la descripción física, jurídica y económica de los bienes inmuebles. Proporciona información detallada sobre la localización, superficie, uso y valor de las propiedades, así como imágenes y planos de las mismas. El problema de esta fuente de información es el desajuste espacial que sufre de manera intermitente en determinadas partes del territorio y que no responden a un patrón determinado de desviación en coordenadas constantes, lo que lleva a revisar y relocalizar espacialmente muchos de los elementos constructivos seleccionados. Las capas de información que se utilizan para el desarrollo de esta metodología son las siguientes:

Variable	Capa de información o tablas
Parcelas	PARCELA.shp
Subparcelas	SUBPARCE.shp
Elementos Constructivos	CONSTRU.shp

- Instituto Geográfico Nacional (IGN).
Obtenidos a través del portal de descargas del IGN. El Instituto Geográfico Nacional de España es una entidad responsable de la producción, mantenimiento y difusión de la información geográfica y cartográfica del país. Proporciona una amplia variedad de datos espaciales que son fundamentales para proyectos de análisis territorial y planificación urbana. Las capas de información que se utilizan para el desarrollo de esta metodología son las siguientes:

Variable	Capa de información o tablas
Límites municipales, provinciales y autonómicos.	Límites administrativos nacionales en formato shape

- Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL).

La Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) es una fuente de datos fundamental para el análisis y la planificación de infraestructuras en los municipios de España. La EIEL es llevada a cabo por las diputaciones provinciales y otras entidades equivalentes, en colaboración con el Ministerio de Política Territorial. Su objetivo es proporcionar un conocimiento detallado y actualizado de las infraestructuras y equipamientos locales, permitiendo así una mejor gestión y planificación de los recursos municipales.

Comprende todos los municipios menores de 50.000 habitantes del territorio nacional, con excepción de las Comunidades Autónomas del País Vasco y Navarra, por tener un régimen foral propio y no estar incluidas en la Cooperación Económica del Estado.

Las capas de información que se utilizan para el desarrollo de esta metodología son las siguientes:

Variable	Capa de información o tablas
Centro asistencial	Centro asistencial.shp
Centro sanitario	Centro sanitario.shp
Censo enseñanza	Censo enseñanza.shp
Red de distribución	Red de distribución.shp
Ramal de saneamiento	Ramal de saneamiento.shp
Tramo de colector	Tramo de colector.shp
Tramo de conducción	Tramo de conducción.shp
Tramo de emisario	Tramo de emisario.shp

- Fuentes de datos autonómicas de España.
Son numerosas las fuentes de datos geospaciales de gestión autonómicas que son esenciales para obtener información geoespacial detallada y actualizada, necesaria para proyectos de análisis territorial, planificación urbana y gestión de infraestructuras. Entre las más destacadas encontramos:
 - Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA). Es una infraestructura de datos espaciales de la Junta de Andalucía que proporciona acceso a una amplia variedad de información geográfica de referencia. Ofrece datos espaciales como cartografía topográfica, ortofotos, mapas temáticos y modelos digitales del terreno.
 - Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC). El ICC es una entidad de la Generalitat de Cataluña que se encarga de la cartografía y la geodesia en la región.
 - Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad de Madrid (IDECAM). La IDECAM proporciona información geográfica de la Comunidad de Madrid.
 - Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad Valenciana (IDEV).
 - Infraestructura de Datos Espaciales de Galicia (IDEG).
 - Infraestructura de Datos Espaciales del País Vasco (GeoEuskadi). GeoEuskadi es la plataforma de datos espaciales del Gobierno Vasco desde

el que podemos obtener desde datos catastrales de la región hasta datos temáticos de urbanismo, medio ambiente y recursos naturales.

La exploración de todas estas fuentes de datos ha sido con el objetivo principal de obtener datos georreferenciados de los centros educativos y sanitarios:

Variable	Capa de información o tablas
Centros educativos	Datos de colegios, institutos y centros infantiles en formato tabular y shape
Universidad	Datos de centros universitarios en formato tabular o shape
Facultad	Datos de facultades en formato tabular o shape
Centro de salud	Datos de centros de salud en formato tabular o shape
Centros sanitarios	Datos de centros sanitarios en formato tabular o shape
Hospital	Datos de hospitales en formato tabular o shape

Con el objetivo de generar datos de niveles de riesgo por cercanía a materiales con amianto, se ha elaborado una capa georreferenciada a nivel nacional que contiene la ubicación y las características de los centros educativos y sanitarios por tipología y región.

- Elaboración propia.
Generación de capa georreferenciada de emplazamientos de materiales con amianto a nivel nacional. Obtenida con técnicas de fotointerpretación mediante el uso de herramientas SIG y validados con trabajo de campo realizado por inspectores de amianto acreditados bajo la Norma [UNE 171370-2](#). Actualmente, esta base de datos incluye más de 15.000 emplazamientos con materiales con amianto y sirve de base para el reconocimiento de cubiertas de fibrocemento con teledetección.

3.1.2. Formato ráster

- Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).
El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) es una iniciativa coordinada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de España que tiene como objetivo proporcionar una cobertura completa y actualizada de ortofotografías aéreas de alta resolución para todo el territorio español, incluyendo en 2009 la tecnología LiDAR. Las capas de información que se utilizan para el desarrollo de esta metodología son las siguientes:

Variable	Capa de información o tablas
Ortoimagen de máxima actualidad.	Imagen de máxima actualidad en formato tif
Datos LiDAR	Ficheros digitales de nubes de puntos LiDAR de 2ª cobertura.

Las Ortoimágenes de Máxima Actualidad del PNOA son ortofotografías que representan la versión más reciente y actualizada del terreno, capturadas y procesadas en los últimos ciclos de vuelo del programa. Es la fuente de información idónea para trabajar en los procesos de detección y fotointerpretación para completar la base de datos espacial y que esta quede lo más actualizada posible. Esta imagen presenta las siguientes características:

- Alta Resolución: Generalmente, la resolución espacial varía entre 25 cm y 50 cm por píxel, permitiendo un nivel de detalle excepcional.
- Recientes: Estas imágenes son las más recientes disponibles, reflejando los cambios y desarrollos más actuales en el territorio.
- Georreferenciación precisa: Las ortofotografías están georreferenciadas con alta precisión, lo que permite su integración con otros datos geospaciales.
- Cobertura amplia: Cubre tanto áreas urbanas como rurales, asegurando una representación completa del territorio.

Con respecto al PNOA-LiDAR, esta es una iniciativa complementaria al Plan Nacional de Ortofotografía Aérea que utiliza la tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging) para capturar datos detallados del terreno y de las estructuras sobre él. Estos datos de medición masiva de posiciones se basan en un sensor de barrido láser que emite pulsos y nos registra los retornos contra la superficie, ayudándonos a dibujar el contorno de la ciudad y ubicar de mejor manera las infraestructuras que pueden ser susceptibles de contener amianto. Por ello es esencial en nuestro procedimiento, para ayudar a pulir los resultados a través del filtrado de información. Presentan una resolución de 2 m/píxel y 5 m/píxel.

- Proveedores comerciales de imágenes satélite.

En el contexto del proyecto, se adquieren imágenes satelitales de alta resolución de varios proveedores comerciales, como MAXAR Technologies y AIRBUS. Estas imágenes son esenciales para diferenciar y detectar materiales específicos, como el fibrocemento, mediante el análisis de sus firmas espectrales. A continuación, se detallan las características y utilidades de estas imágenes:

- [MAXAR Technologies](#). Considerado uno de los principales proveedores de imágenes satelitales de alta resolución. En particular, se utilizan imágenes del satélite WorldView-3, que presenta las siguientes características:
 - Resolución espacial: Proporciona imágenes con una resolución espacial de hasta 31 cm en el espectro pancromático y 1.24 m en el espectro multiespectral.
 - Capacidades multiespectrales: Ofrece imágenes en 8 bandas espectrales visibles e infrarrojas cercanas (VNIR), además de 8 bandas espectrales de onda corta (SWIR), que permiten un análisis detallado de las características del terreno y las estructuras.
 - Firma espectral: La capacidad multiespectral del WorldView-3 permite identificar materiales específicos, como el fibrocemento, mediante la comparación de firmas espectrales.
- [AIRBUS](#). Considerado como otro de los proveedores destacados de imágenes de satélite de alta resolución. En este se utilizan imágenes del satélite Pleiades Neo, el cual presente las siguientes características:

- Resolución espacial: Ofrece imágenes con una resolución espacial de hasta 30 cm, lo que permite una visualización muy detallada del terreno y las infraestructuras.
- Capacidades multiespectrales: Proporciona imágenes en 4 bandas espectrales visibles e infrarrojas cercanas (VNIR), facilitando el análisis y la identificación de diferentes materiales y cubiertas.
- Alta resolución temporal: La constelación Pleiades Neo tiene la capacidad de revisar cualquier punto del planeta con alta frecuencia, asegurando la disponibilidad de imágenes actualizadas.

3.2. La teledetección del fibrocemento.

La teledetección es una técnica que consiste en la obtención y análisis de información acerca de la superficie terrestre sin necesidad de estar en contacto directo con ella. Esto se logra mediante el uso de sensores montados en plataformas aéreas o satelitales, que capturan datos sobre las características físicas y biológicas del terreno.

En Agforest somos expertos en teledetección y datos geoespaciales, de ahí que conozcamos las limitaciones de las distintas fuentes de datos utilizables hoy en día en referencia a imágenes satélite y aéreas.

Algunas de las principales limitaciones presentes en las imágenes satelitales son:

- Resolución espacial. La resolución espacial se refiere al tamaño del área en la superficie terrestre que es representada por un píxel en la imagen satelital. Se mide en metros por píxel. Una mayor resolución espacial (menor tamaño de píxel) proporciona imágenes más detalladas y precisas, permitiendo identificar objetos y características más pequeñas. Ejemplos de satélites con alta resolución espacial incluyen WorldView-3 (31 cm) y Pleiades Neo (30 cm).
- Resolución espectral. La resolución espectral se refiere a la capacidad del sensor para distinguir entre diferentes longitudes de onda de la radiación electromagnética. Los sensores pueden captar imágenes en múltiples bandas espectrales, como el visible (RGB), el infrarrojo cercano (NIR), el infrarrojo de onda corta (SWIR) entre otras. Cada banda captura información en un rango específico de longitudes de onda. Una mayor resolución espectral permite una mejor diferenciación de materiales y características del terreno, facilitando el análisis de propiedades específicas como la vegetación, el agua, y los minerales. Por ejemplo, el satélite WorldView-3 tiene 16 bandas espectrales.
- Resolución radiométrica. La resolución radiométrica se refiere a la capacidad del sensor para distinguir diferencias en la intensidad de la radiación electromagnética que llega a él. Se mide en bits, indicando el número de niveles de gris que el sensor puede diferenciar. Una mayor resolución radiométrica permite una detección más precisa de variaciones sutiles en la intensidad de la radiación, mejorando la capacidad de análisis en aplicaciones como la detección de cambios y el monitoreo ambiental.
- Resolución temporal. La resolución temporal se refiere a la frecuencia de días con la que un satélite pasa sobre el mismo punto en la superficie terrestre y adquiere imágenes de esa área. Una mayor resolución temporal es crucial para el monitoreo de cambios rápidos en el terreno, como el crecimiento de cultivos, el progreso de desastres naturales, y la evolución de obras de infraestructura. Satélites como los de la constelación Sentinel-2 tienen una resolución temporal de aproximadamente 5 días.

Cada una de estas resoluciones determina las posibles limitaciones que podemos enfrentar en distintos tipos de proyectos. En el caso de nuestros proyectos de detección de fibrocemento con amianto, somos conscientes de que la resolución espacial y espectral son esenciales para ofrecer la mayor efectividad y precisión en los trabajos. Por esta razón, utilizamos imágenes con un mayor número de bandas espectrales que las que ofrecen las fuentes públicas, como las conocidas ortofotografías del PNOA, que disponen únicamente de 3 bandas (RGB, por sus siglas en inglés: Red, Green, and Blue).

Esto nos permite añadir más complejidad al análisis de datos e imágenes, permitiendo a nuestros técnicos y algoritmos de IA profundizar en aspectos que el ojo humano no puede percibir:

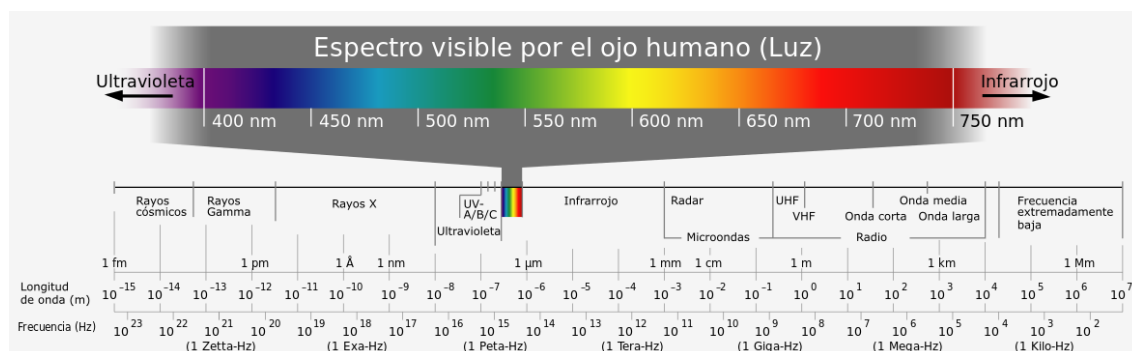


Figura 1. Gráfico representativo del espectro electromagnético. Fuente: Wikipedia.es

La franja gris ampliada que se observa en la figura 1 es la región del espectro electromagnético que el ojo humano puede ver a partir de la radiación incidente sobre un objeto o elemento. La reflexión de dicha luz sobre un objeto u elemento es lo que nuestros ojos interpretan como colores, comúnmente referidos como RGB en teledetección. Sin embargo, existen muchas más frecuencias, como los rayos X o las ondas de radio, que son invisibles al ojo humano. Estas frecuencias nos permiten analizar y comprender mejor la composición química de los elementos o materiales que reflejan la luz solar. Este es el caso de la amplia y compleja franja del infrarrojo.

Para lograr detectar el material de fibrocemento de manera fiable y a gran escala, es necesario utilizar, al menos, una franja del infrarrojo, preferiblemente del infrarrojo de onda corta o SWIR. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de un estudio publicado en 2014, que compara la reflectancia de varias muestras y componentes de fibrocemento con amianto:

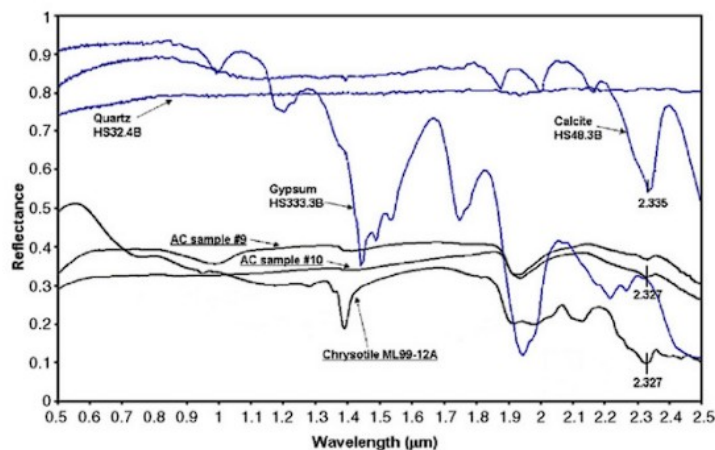


Figura 2. Comparación entre las características de absorción detectadas por la medición de las muestras de amianto-cemento (rangos espectrales VNIR y SWIR) y otros minerales presentes en las muestras: crisotilo, calcita, yeso y cuarzo. Fuente: Judyta Ksązek, 2014

Esta gráfica muestra que en la franja visible (0.4 - 0.7 nm), las diferencias en las reflectancias de los materiales de fibrocemento con amianto son mínimas y podrían confundirse con otros elementos, como chapas de similar coloración. Esto es especialmente cierto en imágenes satelitales o aéreas, donde la resolución a menudo limita la identificación de elementos.

3.2.1. Detección automática de fibrocemento.

Desde el inicio de su actividad en 2021, Agforest ha desarrollado tecnología avanzada para abordar el desafío de la teledetección y gestión del amianto, destacando su solución Ag4Asbestos. A continuación, se describe el procedimiento empleado en la detección automática de fibrocemento.

Para detectar y geolocalizar material de fibrocemento con amianto, hemos implementado un sistema avanzado de redes neuronales concatenadas. Este sistema combina modelos de red neuronal convolucional para la segmentación semántica de imágenes con algoritmos de clasificación, logrando así una mayor precisión y una significativa reducción de falsos positivos en la identificación del material.

Para ello, utilizamos diversas fuentes de datos, incluyendo datos vectoriales, como las divisiones administrativas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), y datos ráster, como ortofotografías del terreno, imágenes satelitales de proveedores comerciales y datos LiDAR del IGN. Estos datos proporcionan una base sólida para el análisis.

El proceso de análisis comienza con la preparación de los datos, unificando las imágenes obtenidas en cuatro bandas (RGBI: rojo, verde, azul e infrarrojo) y creando un mosaico del área de estudio. Este mosaico se recorta de acuerdo con los límites municipales, excluyendo información irrelevante y focalizando el análisis en la zona de interés.

Dada la importancia de la resolución espacial y espectral para la efectividad del modelo, utilizamos ortoimágenes con al menos tres bandas RGB y una banda adicional de infrarrojo cercano (NIR). En caso de no disponer de imágenes con la banda NIR, implementamos una capa generada por una Red Generativa Adversaria Condicional (cGAN) que produce una falsa capa infrarroja a partir de las imágenes RGB. Esto permite una diferenciación precisa de coberturas vegetales y otras superficies, sin necesidad de adquirir costosas imágenes infrarrojas.

Para optimizar el manejo y gestión de las ortofotografías, procedemos a dividir las imágenes en "ventanas de trabajo" y, posteriormente, en parches de 256x256 píxeles. Esta segmentación facilita el procesamiento y análisis individual de cada parche, permitiendo unir los resultados de manera eficiente. A continuación, utilizamos un algoritmo basado en U-NET con ampliaciones tanto en su decode como encode para la segmentación semántica de las imágenes, seguido de una clasificación de los elementos detectados en categorías como forestal, carretera, edificio y suelo. Esta clasificación mejora la precisión de la segmentación al descartar áreas irrelevantes, como zonas forestales y carreteras, optimizando así los resultados finales.

Además, desarrollamos e implementamos numerosas herramientas para calcular índices estadísticos y realizar análisis de correlación, utilizando técnicas de Machine Learning como regresión lineal y árboles de decisión. Esto facilita el análisis de datos y la toma de decisiones, proporcionando capacidad predictiva e identificación de patrones complejos.



Figura 3. Esquematización de la obtención de la "máscara de amianto" a partir de imágenes satelitales. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, recomponemos y postprocesamos los parches para obtener un mosaico unificado de los resultados del análisis, manteniendo la georreferenciación de la información. Utilizamos la metodología "Zoom Out" para garantizar la calidad y continuidad del análisis a diferentes escalas, superponiendo los resultados obtenidos en parches más pequeños con niveles de parchado de escala superior, corrigiendo posibles errores o discontinuidades.

Este enfoque integral permite una detección precisa y eficiente del fibrocemento con amianto, logrando identificar elementos a partir de un metro cuadrado. Esto optimiza la identificación y gestión de materiales peligrosos a gran escala, asegurando una mayor precisión en la localización y caracterización de las cubiertas de fibrocemento.

3.2.2. Inspección de resultados con fotointerpretación.

La inspección de resultados mediante fotointerpretación es una fase crucial para garantizar la precisión y confiabilidad del proceso de detección de fibrocemento con amianto. Esta revisión es realizada por inspectores de amianto acreditados bajo la Norma UNE 171370-2, empleando diversas herramientas y fuentes de imágenes para validar y corroborar los resultados obtenidos.

El proceso comienza con la integración de datos en el software de Sistema de Información Geográfica (SIG), específicamente QGIS. El técnico importa las capas de datos generadas por el modelo de detección en QGIS, lo que permite una manipulación y análisis detallado de la información geoespacial. A través de QGIS, el técnico puede visualizar y analizar las áreas detectadas, facilitando la identificación de posibles errores o zonas que requieran una revisión más exhaustiva.

A continuación, se utiliza el software de Google Earth con disponibilidad de imágenes de alta resolución con visualización en 3D. Estas imágenes proporcionan una perspectiva tridimensional del área de estudio, lo que es especialmente útil para detectar y confirmar la presencia de fibrocemento desde diferentes ángulos y elevaciones. Además, la funcionalidad de Street View de Google Earth permite al técnico visualizar el entorno "a pie de campo" de manera digital. Esta herramienta es extremadamente útil en casos de duda, ya que permite inspeccionar visualmente el material de fibrocemento y obtener una mejor comprensión del contexto en el que se encuentra.

Paralelamente, se utilizan las ortofotografías aéreas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) de máxima actualidad. Estas imágenes ofrecen una visión clara y reciente del territorio, lo que es esencial para comparar y validar los resultados obtenidos por el modelo de detección. La alta resolución de las ortofotografías del PNOA permite al técnico examinar los detalles finos del terreno y las edificaciones, asegurando que las detecciones coincidan con la realidad más reciente del área de estudio.

Durante la inspección, el técnico realiza una revisión detallada de cada área detectada como posible ubicación de fibrocemento. Se examinan las imágenes superpuestas en QGIS,

comparando las detecciones del modelo con las imágenes de Google Earth y las ortofotografías del PNOA. Esta comparación permite identificar discrepancias y validar las detecciones con una alta precisión. En caso de encontrar inconsistencias o dudas, el técnico puede ajustar y recalibrar las detecciones, asegurando que los resultados finales sean lo más precisos y fiables posible.

El uso combinado de QGIS, Google Earth y las ortofotografías del PNOA proporciona una robusta metodología de inspección, que permite al inspector de amianto garantizar la calidad y precisión de los resultados. Este enfoque integral asegura que la detección de fibrocemento con amianto sea precisa, facilitando una gestión efectiva y segura de los materiales peligrosos en el área de estudio. La inspección de resultados con fotointerpretación no solo valida las detecciones, sino que también mejora continuamente el proceso de detección, contribuyendo a la eficiencia y eficacia del proyecto en su totalidad.

3.3. Censo preliminar de cubiertas.

El objetivo de esta primera etapa es identificar los emplazamientos e instalaciones que son susceptibles de contener amianto, basándonos en factores como el año de construcción y las fechas de reformas o rehabilitaciones realizadas y la tipología de uso del edificio. Esto nos permitirá descartar una gran parte de los emplazamientos e instalaciones y concentrar los recursos de identificación en aquellos donde sea más probable encontrar amianto.

Desde esta perspectiva, nuestra metodología se basa en establecer criterios de correlación y análisis multicriterio mediante la ejecución de códigos automatizados en Python. Esto nos permite generar resultados georreferenciados que indican la susceptibilidad de contener amianto para cualquier municipio del territorio nacional. Además, podemos determinar el nivel de riesgo asociado, teniendo en cuenta las características particulares de cada edificación o instalación.

Dicho esto, el censo preliminar de cubiertas con amianto se basa en una clasificación meticulosa de edificios e instalaciones que pudieran contener este material, considerando su aplicación histórica y los años de máxima utilización. Este proceso comienza con la recopilación documental de toda la información disponible sobre los edificios, instalaciones, infraestructuras, etc. ubicados en el municipio:

- Cronología de la construcción: Fechas con significado relevante para valorar la posibilidad de contener amianto, año de construcción. También se debe contemplar las fechas de rehabilitación o reformas que se hayan realizado.
- Uso del edificio: comercial, industrial, servicio público, residencial, etc.
- Características: altura, instalaciones de servicios centralizadas, etc.
- Ubicación: puede ocurrir en determinadas localizaciones fuera altamente probable la utilización de MCA por diferentes motivos, por ejemplo, la proximidad a fábricas de MCA.

Es fundamental tener en cuenta que uno de los principales indicadores del posible empleo de amianto es el año de construcción y las reformas significativas posteriores. Al respecto, las 3 principales prohibiciones del amianto en España se realizaron a través de la publicación de las siguientes órdenes ministeriales:

- Orden de 31 de octubre de 1984: Se prohíbe la crocidolita y los proyectados.

- Orden de 30 de diciembre de 1993: Se prohíben los anfíboles y algunos productos que contienen fibras de crisotilo, como morteros, masillas, productos textiles, cartones y revestimientos plásticos.
- Orden de 7 de diciembre de 2001: Se prohíbe la comercialización y utilización del crisotilo. Los productos fabricados con anterioridad a la entrada en vigor de la orden pudieron seguir comercializándose durante un período adicional de seis meses.

En el caso de las reformas, existe la posibilidad de que los materiales que contenían amianto en la construcción inicial hayan sido retirados y sustituidos por otros materiales libres de amianto. Este aspecto se tiene presente con la información catastral de fecha fin de construcción, la cual representa la fecha de la última rehabilitación o reforma en el edificio.

A modo orientativo, la figura 4 recoge los principales materiales con amianto que se pueden encontrar en edificios en función de los productos usados y su aplicación, teniendo en cuenta las fechas en las que se han ido produciendo las prohibiciones de uso, siendo un buen punto de partida, práctico y preventivo, para determinar la susceptibilidad de encontrar MCA en edificios.

Fecha construcción	Hasta 1984	De 1984 a 1993	De 1993 a 2002	Desde 2002
Variedades de fibra	Crocidolita		Crisotilo	Ninguno
	Amositia, antofilita, actinolita y tremolita	Amositia, antofilita, actinolita y tremolita		
	Crisotilo	Crisotilo		
Productos permitidos	Proyectados		Fibrocemento	Ninguno
	Pinturas y barnices	Pinturas y barnices		
	Revestimiento de carreteras	Revestimiento de carreteras		
	Morteros	Morteros		
	Revestimientos protectores	Revestimientos protectores		
	Compuestos de relleno	Compuestos de relleno		
	Compuestos sellantes	Compuestos sellantes		
	Juntas de ensamblaje	Juntas de ensamblaje		
	Masillas, adhesivos y polvos	Masillas, adhesivos y polvos		
	Acabados decorativos	Acabados decorativos		
	Materiales de aislamiento térmico o acústico de baja densidad (menos de 1 g/cm³)	Materiales de aislamiento térmico o acústico de baja densidad (menos de 1 g/cm³)		
	Bases y revestimientos plásticos para recubrimiento de suelos y paredes	Bases y revestimientos plásticos para recubrimiento de suelos y paredes		
	Cartón para cubiertas	Cartón para cubiertas		
	Fibrocemento	Fibrocemento		

Figura 4. Principales MCA en edificaciones según año de construcción. Fuente: Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición con la exposición de amianto. RD 396/2006, de 31 de marzo (abril 2022)” editada por el INSST.

Otro aspecto clave que se tiene en cuenta de cara a determinar la susceptibilidad de contener amianto, es el uso del edificio o instalación, así como la actividad desarrollada en el mismo. Instalaciones de uso industrial, como fundiciones o aquellas donde el amianto era utilizado en el proceso productivo son propensas a presentar un riesgo potencial de exposición al amianto. No obstante, existen materiales con amianto que pueden encontrarse en cualquier tipo de edificio o de instalación por su gran frecuencia de uso, como es el caso del uso agrícola o residencial.

A continuación, se observan las categorías y parámetros establecidos para determinar los diferentes rangos de susceptibilidad de contener amianto:

Criterio/susceptibilidad	Muy alta	Alta	Media	Baja
Año construcción	Entre 1950 a 1994	Entre 1900 y 1950	Entre 1994 y 2002	Previo a 1900 y posterior a 2002
Tipo de amianto	Amianto azul, marrón y blanco	Primeros amiantos	Amianto blanco	Sin amianto
Tipo de uso	Industrial, agrícola	Servicios públicos	Retail, oficinas	Residencial, otros
Área construida	Superior a 250 m2	De 100 a 250 m2	De 45 a 100 m2	Inferior a 45 m2

Figura 5. Criterios de susceptibilidad de contener amianto. Fuente: Elaboración propia.

3.3.1. Resultados generados.

Los resultados obtenidos en cada etapa del censo preliminar son representados gráfica y cartográficamente sobre un Sistema de Información Geográfica, que facilitará la visualización del censo.

Para ello, se ha definido un modelo de datos homogeneizado y georreferenciado en formato vectorial (polígonos) que facilita y armoniza tanto la recogida de datos de amianto en campo, así como su representación y análisis espacial sobre el territorio.

Este modelo de datos de amianto se ha implementado sobre el software de información geográfica de código abierto QGIS, proporcionando al Ayuntamiento las herramientas necesarias para la manipulación del presente censo preliminar.

La ventaja de emplear este modelo de datos unificado es que están georreferenciados respecto a su ubicación y podrán visualizarse de manera espacial y sencilla sobre cartografía de detalle de diferente temática y ortofotos. Además, entre otras utilidades, permitirá editar consultas cruzando diferentes datos para, por ejemplo, conocer el porcentaje de edificios susceptibles de contener amianto, representar únicamente la ubicación de las instalaciones que deban priorizarse en su inspección, o visualizar la localización de los edificios de una tipología determinada de edificios que además se hayan clasificado con riesgo alto por la presencia de amianto.

Cada edificio o instalación se representa con una entidad poligonal que delimita el tamaño de la construcción y corresponderá con una referencia catastral concreta. La capa resultante es nombrada como “Susceptibilidad amianto - “nombre municipio”.

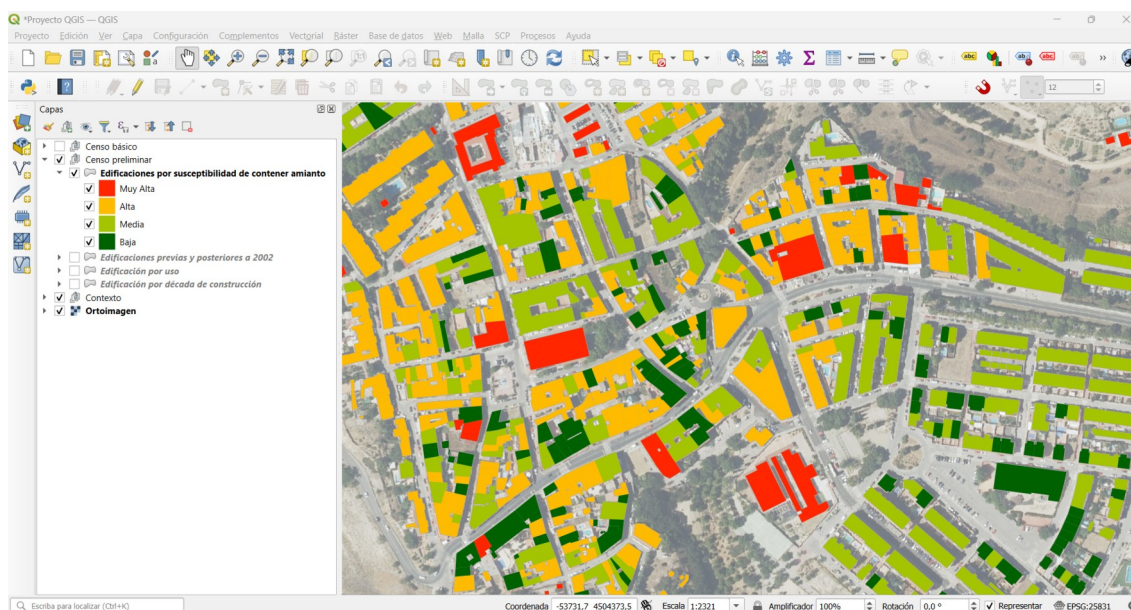


Figura 6. Proyecto GIS censo y calendario de amianto. Susceptibilidad de contener amianto. Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de estos polígonos tendrá una tabla de atributos asociada, por la cual se podrá representar o seleccionar en función de las características del elemento. A continuación, se detallan los campos/atributos que se recopilan en esta etapa del censo:

- Id: Identificador único. Un número que identifica de manera única cada edificio o instalación en el censo. Este campo es esencial para garantizar la trazabilidad y referencia en el análisis de datos.
- RefCatast: Referencia catastral. Este campo es esencial y proviene de la base de datos catastral, indicando la referencia catastral del inmueble. Esta referencia catastral, que se aplica a nivel de edificación, es crucial para identificar y diferenciar las propiedades.
- Uso: Este campo indica el uso actual del edificio o inmueble, basado en la información extraída de la base de datos catastral. Se recogen las siguientes tipologías: agrícola, industrial, oficinas, residencial, retail, servicios públicos y otros.
- Titular: Indica la titularidad actual del edificio o inmueble, categorizada entre las opciones: privado, público o municipal.
- Provincia: Especifica la provincia a la que pertenece el municipio en estudio.
- Municipio: Indica la denominación del municipio en el caso de estudio.
- CodINE: Código catastral del municipio que debe correlacionarse con los códigos del Instituto Nacional de Estadística (INE).
- Coord_x: Indica la coordenada en metros del punto central en el eje x del edificio o instalación.
- Coord_y: Indica la coordenada en metros del punto central en el eje y del edificio o instalación.
- Fecha_cons: Campo de datos proveniente de la información catastral que indica la fecha de construcción original del inmueble.
- Fecha_refo: Campo de datos proveniente de la información catastral que indica la fecha de la última reforma o rehabilitación realizada en el inmueble.
- Década: Campo numérico que especifica la década en la que se construyó la edificación o inmueble.
- Antigüedad: Campo numérico que indica la antigüedad del edificio en años. Proveniente de la diferencia entre la fecha de construcción y la fecha de realización del censo.
- Limit_2002: Campo que indica si la construcción se ha construido antes o después de 2002, fecha en la que se prohíbe la comercialización y utilización del crisotilo.
- M²_catast: Campo numérico que representa los metros cuadrados totales de la edificación según cada referencia catastral.
- Riesgo: Campo que representa el nivel de riesgo potencial asociado a cada edificación en caso de contener material de amianto. Las categorías incluidas son: Muy alto, alto, medio o leve.
- Suscep: Campo que representa el nivel de susceptibilidad de contener material de amianto en el edificio. Esta valoración se realiza a partir de un análisis de clúster de los niveles de riesgo, en función de los criterios especificados anteriormente y basados en la Norma UNE 171370-2. Las categorías incluidas son: Muy alta, alta, media o baja.
- Link_catas: Campo que contiene la URL específica para acceder a la información catastral del inmueble a través de la sede electrónica del Catastro.
- Link_image: Campo que contiene la URL específica para acceder a la imagen del edificio a través de la sede electrónica del Catastro.
- Link_maps: Campo que contiene la URL específica para acceder a la ubicación del edificio a través de Google Maps.
- Fecha_real: Campo que indica la fecha de ejecución del proyecto.
- Fuente: Campo que especifica la fuente de información.

3.4. Censo básico

Tras la primera etapa de detección de material de fibrocemento con amianto, se desarrolla una metodología integral que aprovecha diversas tecnologías para llevar a cabo un análisis completo de evaluación del riesgo de la presencia de amianto, así como facilitar la planificación de su retirada de manera automatizada.

Los resultados generados por nuestro algoritmo se presentan en forma de capas de datos ráster, por ello, en primer lugar, se lleva a cabo la traslación del formato ráster a vector mediante algoritmos diseñados específicamente, convirtiendo la capa generada por la cadena de redes neuronales a un formato vectorial. Este proceso resultará en una representación poligonal que facilitará la integración de nuevos datos y análisis más detallados.

Concretamente, se procede a la correlación e integración de esta capa vectorial con datos catastrales de edificaciones, aplicando filtros temporales para seleccionar aquellas construidas antes del 15 de diciembre de 2002, fecha crucial en la prohibición del uso de amianto en España. Esta segmentación temporal permitirá una organización más efectiva de la información, dividiendo la base de datos en tres grupos correspondientes a periodos clave. Para cada edificación identificada, se llevará a cabo un enriquecimiento que considerará factores como año de construcción, antigüedad, reformas, ocupación y otras variables integradas en las bases de datos de la infraestructura de la plataforma, tal y cómo se visualiza en las entradas del “orquestador de datos” del diagrama explicativo del proceso.

Este proceso nos permite crear una base de datos enriquecida que facilita la aplicación de métodos de análisis multicriterio, utilizando ponderaciones basadas en variables de la Norma UNE 171370-2. Esto nos permite determinar niveles de riesgo, priorizar la retirada de materiales contaminados y, finalmente, establecer una fecha recomendada para la retirada de amianto en cada propiedad identificada.

El procedimiento que seguimos, fundamentado en la Norma UNE 171370-2, aunque no contempla variables como el tipo de amianto y el estado de friabilidad del material, sí incluye los criterios fundamentales para determinar el nivel de riesgo asociado a las cubiertas de amianto detectadas por Agforest. En España, el tipo de amianto más comúnmente utilizado en tejados y otros materiales de construcción es el crisotilo, también conocido como amianto blanco, que representa aproximadamente el 95% de todo el amianto utilizado en el país. Por lo tanto, esta variable, aunque no incluida en la generación del calendario, es un factor constante en la mayoría de las situaciones. Sin embargo, es esencial realizar pruebas o análisis de laboratorio para confirmar la presencia de amianto y determinar el tipo específico utilizado en cada tejado.

Aunque los procedimientos y resultados de los proyectos ejecutados por Agforest generan un calendario de retirada de amianto, es necesario avanzar hacia fases posteriores de inspección por parte de inspectores acreditados para decidir si mantener o modificar las fechas propuestas.

Las variables utilizadas por Agforest para generar el calendario de retirada de amianto son las siguientes:

- a) Antigüedad del inmueble.
- b) Metros cuadrados (m²) totales de amianto.
- c) Cercanía a colegios a partir de matriz de distancias.
- d) Cercanía a hospitales a partir de matriz de distancias.
- e) Tipo de uso actual del inmueble.
- f) Segmentación legal.

- 1984: Se prohíbe la producción y comercialización del amianto azul.
- 1993: Se prohíbe la producción y comercialización del amianto marrón.
- 2002: Se prohíbe el uso del amianto en España.
- 2006: Se aprueba el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, sobre trabajos con amianto.

A partir de la amplia base de datos obtenida para cada emplazamiento con amianto, no solo ofrecemos la información asociada al emplazamiento detectado, sino que también calculamos nuevos factores de interés para la base de datos de los municipios. Esto permite cerrar el proyecto con información adicional, como el coste estimado de retirada del amianto para cada emplazamiento.

Para los cálculos de volumetría de la cubierta, coste de retirada, costes asociados a nuevas cubiertas básicas y normales, licencias, etc., se han utilizado las siguientes fuentes:

- Cálculo volumétrico. Se estima que el grosor de las cubiertas de amianto utilizadas en tejados puede variar considerablemente. En general, las láminas o placas de amianto utilizadas en las cubiertas de tejados solían tener un [grosor promedio](#) de alrededor de 4 a 6 mm, aunque esto puede variar según el tipo de cubierta, la región geográfica y el período de instalación.
- Coste de [nuevas cubiertas](#). Coste estimado de nuevas cubiertas obtenido a través de un estudio de mercado detallado. Este importe total se calcula en función de los metros cuadrados de las cubiertas. El precio estimado de una cubierta con características básicas se ha establecido en 20 €/ m², mientras que una cubierta de prestaciones estándar, se ha estimado en 90 €/ m².
- Coste de licencia. Coste estimado de licencia de obra. Se establece en un 4% sobre el coste total de la operación.
- Costes de [retirada](#). Coste estimado de retirada obtenido a través de un estudio de mercado detallado. Este importe se calcula en función de los metros cuadrados de las cubiertas, aplicando diferentes franjas de precio conforme se superan determinados umbrales de superficie. A continuación, se detallan los umbrales de precio por metro cuadrado:

Tamaño cubierta (m ²)	Precio (€/m ²)
<= 25	40
26 - 50	30
51 - 100	23
101 - 200	20
201 - 500	14
501 - 1.000	10
> 1.000	9

Figura 7. Estimación de costes de retirada por tamaño de cubierta. Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. Resultados generados.

Como se mencionó anteriormente en el apartado del censo preliminar, para facilitar la realización y visualización de los resultados del censo básico, se ha definido un modelo de representación gráfica y cartográfica en un Sistema de Información Geográfica.

De manera similar, se ha creado un modelo de datos homogeneizado y georreferenciado en formato vectorial (polígonos) que optimiza tanto la recogida de datos de amianto en campo como su representación y análisis espacial en el territorio.

Este modelo de datos de amianto se ha implementado utilizando el software de información geográfica de código abierto QGIS, proporcionando al Ayuntamiento las herramientas necesarias para el mantenimiento y actualización continuada del censo. La ventaja de utilizar este modelo de datos unificado es que, al estar georreferenciados, los datos pueden visualizarse de manera espacial y sencilla sobre cartografía de detalle de diferente temática y ortofotos. Además, este modelo permite editar consultas cruzando diferentes datos para, por ejemplo, determinar el porcentaje de edificios con cubiertas de fibrocemento con amianto, representar únicamente la ubicación de las instalaciones que deben priorizarse para su retirada, o visualizar la localización de edificios de una tipología específica que se hayan clasificado con un riesgo alto.

Cada elemento se representa con una entidad poligonal que delimita el tamaño de la cubierta de fibrocemento detectada con una referencia catastral concreta. La capa resultante se denomina “Cubiertas fibrocemento - nombre del municipio”.

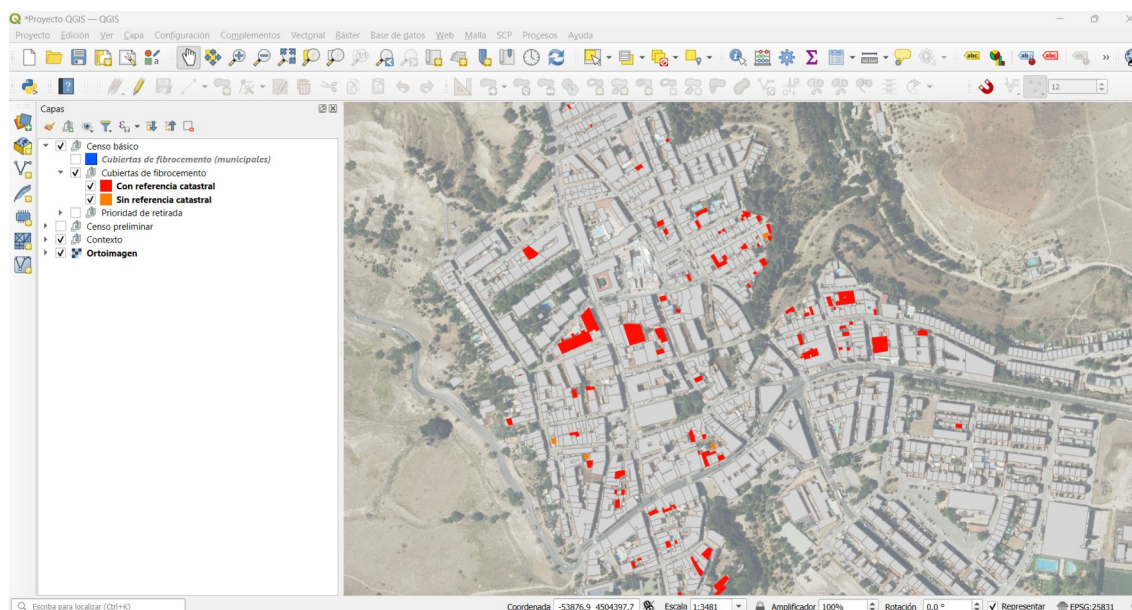


Figura 8. Proyecto GIS censo y calendario de amianto. Detecciones cubiertas de fibrocemento. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallan los campos/atributos que se recopilan en esta etapa del censo:

- Id: Identificador único. Un número que identifica de manera única cada edificio o instalación en el censo. Este campo es esencial para garantizar la trazabilidad y referencia en el análisis de datos.
- RefCatast: Referencia catastral. Este campo es esencial y proviene de la base de datos catastral, indicando la referencia catastral del inmueble. Esta referencia catastral, que se aplica a nivel de edificación, es crucial para identificar y diferenciar las propiedades.
- Uso: Este campo indica el uso actual del edificio o inmueble, basado en la información extraída de la base de datos catastral. Se recogen las siguientes tipologías: agrícola, industrial, oficinas, residencial, retail, servicios públicos y otros.
- Titular: Indica la titularidad actual del edificio o inmueble, categorizada entre las opciones: privado, público o municipal.
- Provincia: Especifica la provincia a la que pertenece el municipio en estudio.
- Municipio: Indica la denominación del municipio en el caso de estudio.
- CodINE: Código catastral del municipio que debe correlacionarse con los códigos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

- Dirección: Dirección más cercana a la referencia catastral del edificio/inmueble que presente cubierta de fibrocemento.
- Distancia: Distancia en metros a la que se encuentra la dirección con respecto a la referencia catastral del edificio/inmueble con cubierta de fibrocemento.
- Coord_x: Indica la coordenada en metros del punto central en el eje x de la cubierta de fibrocemento detectada.
- Coord_y: Indica la coordenada en metros del punto central en el eje y de la cubierta de fibrocemento detectada.
- Fecha_cons: Campo de datos proveniente de la información catastral que indica la fecha de construcción original del inmueble en el que se detecta la cubierta de fibrocemento.
- Fecha_refo: Campo de datos proveniente de la información catastral que indica la fecha de la última reforma o rehabilitación realizada en el inmueble en el que se detecta la cubierta de fibrocemento.
- Década: Campo numérico que especifica la década en la que se construyó la edificación o inmueble en el que se detecta la cubierta de fibrocemento.
- Antigüedad: Campo numérico que indica la antigüedad del edificio en años. Proveniente de la diferencia entre la fecha de construcción y la fecha de realización del censo.
- Tipo: Campo que indica el tipo de elemento que contiene material de amianto.
- Tipo_am: Campo que especifica la tipología de amianto que puede presentar el elemento constructivo.
- M²_catast: Campo numérico que representa los metros cuadrados totales de la edificación según cada referencia catastral.
- M²_amianto: Campo numérico que representa los metros cuadrados totales de la cubierta de fibrocemento detectada.
- %_amianto: Campo numérico que representa el porcentaje de superficie del edificio afectada por cubierta de fibrocemento.
- M3_amianto: Campo numérico que representa la estimación de metros cúbicos (m³) de la cubierta de fibrocemento detectada.
- Sum_factor: Campo numérico que representa el sumatorio de factores ponderados de interés. Se utiliza para la caracterización del nivel de riesgo.
- Riesgo: Campo que representa el nivel de riesgo potencial asociado a las características de la cubierta de fibrocemento detectada y los elementos del entorno. Las categorías incluidas son: Muy alto, alto, medio o leve.
- Prioridad: Campo que representa el nivel de prioridad de retirada de la cubierta de fibrocemento detectada. Esta valoración se realiza a partir de un análisis de clúster de los niveles de riesgo, en función de los criterios especificados anteriormente y basados en la Norma UNE 171370-2. Las categorías incluidas son: Muy alta, alta, media o baja.
- Calendario: Campo que representa la fecha propuesta para la retirada de las cubiertas de fibrocemento detectada, teniendo en cuenta el valor de riesgo según los criterios basados en la Norma UNE 171370-2.
- Retirada_C: Campo numérico que representa el coste en euros de la retirada de la cubierta de fibrocemento.
- CuBasic_C: Campo numérico que represente el coste en euros de una nueva cubierta básica de fibrocementos sin amianto a partir de los metros cuadrados con amianto.
- LiBasic_C: Campo numérico que represente el coste en euros de una licencia de obra para la puesta de una nueva cubierta básica de fibrocementos sin amianto.
- CuNormal_C: Campo numérico que represente el coste en euros de una nueva cubierta normal a partir de los metros cuadrados con amianto.
- LiNormal_C: Campo numérico que represente el coste en euros de una licencia de obra para la puesta de una nueva cubierta.

- Link_catas: Campo que contiene la URL específica para acceder a la información catastral del inmueble afectado por cubierta de fibrocemento a través de la sede electrónica del Catastro.
- Link_image: Campo que contiene la URL específica para acceder a la imagen del edificio afectado por cubierta de fibrocemento a través de la sede electrónica del Catastro.
- Link_maps: Campo que contiene la URL específica para acceder a la ubicación del edificio afectado por cubierta de fibrocemento a través de Google Maps.
- Fecha_real: Campo que indica la fecha de ejecución del proyecto de censo básico.
- Fuente: Campo que especifica la fuente de información.

3.5. Censo infraestructura hidráulica

Al igual que en el censo básico, el objetivo principal del censo de infraestructura hidráulica con fibrocemento es cumplir con la normativa establecida en la Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Esta normativa obliga a identificar y localizar materiales con amianto, incluyendo la infraestructura hidráulica, que comprende la red de saneamiento y abastecimiento.

Para identificar las infraestructuras hidráulicas del municipio de estudio, se utilizan diversas fuentes de datos. En primer lugar, se solicita al ayuntamiento del municipio la información de la red de abastecimiento y saneamiento en cualquier formato digitalizado y georreferenciado (vectorial o CAD). Paralelamente, se recurre a fuentes de datos públicas y abiertas, como la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) para obtener detalles sobre estas infraestructuras. La EIEL, llevada a cabo por las diputaciones provinciales y otras entidades en colaboración con el Ministerio de Política Territorial, proporciona un conocimiento detallado y actualizado de las infraestructuras y equipamientos locales.

Debido a la heterogeneidad de formatos y nomenclaturas de los datos recibidos de la red de saneamiento y abastecimiento, el preprocesamiento de estos se lleva a cabo de manera manual por un técnico acreditado utilizando herramientas SIG. Este, se encarga de recopilar la información, digitalizarla si es necesario y estandarizarla, manteniendo un formato homogéneo que permita integrar la red digitalizada en un algoritmo de procesamiento que considera las siguientes características básicas: tipo de red (abastecimiento, saneamiento, no consta), subtipo de red (alcantarillado, boca de riego, colectores, captación, hidrante, ramal, ventosa, bombas, etc.), material de la red (fibrocemento, fundición, PVC, fundición, galvanizado, polietileno, otros, no consta), situación (activo, intacto, no consta), sistema de la red (impulsión, gravedad, no consta), estado de la red (bueno, regular, malo, no consta), diámetro de la red y longitud del tramo de la red.

Para extraer un cálculo de riesgo y calendarización de la infraestructura hidráulica afectada por fibrocemento, se emplea un algoritmo semiautomático que lee un geodataframe creado y estandarizado previamente. Este algoritmo establece criterios de correlación y análisis multicriterio mediante la ejecución de códigos automatizados en Python. Los criterios para identificar y clasificar las infraestructuras hidráulicas con fibrocemento incluyen variables como el material, situación, sistema, estado, tipo de red, diámetro y longitud. Estas variables se normalizan y ponderan para calcular el riesgo asociado y, en consecuencia, la priorización de la retirada. Por ejemplo, se considera un valor de 1 para "activo" o "abastecimiento" y 0 para "inactivo" o "saneamiento", entre otras categorizaciones específicas. Todos estos factores se ponderan igualmente en el cálculo del riesgo.

Es importante tener presente que la precisión de los resultados depende directamente de la calidad de los datos de origen obtenidos a través de fuentes públicas y registros municipales. Aunque no

se realizarán inspecciones in situ en esta fase, dichas inspecciones pueden ser solicitadas por el ayuntamiento en fases posteriores para confirmar la presencia de fibrocemento.

En resumen, la metodología para la elaboración del censo de infraestructura hidráulica con fibrocemento se basa en la recopilación y estandarización de datos, su análisis mediante herramientas GIS y la aplicación de un algoritmo semiautomático en Python para evaluar el riesgo y planificar la retirada de la red de material fibrocemento. Este enfoque asegura la creación de un censo preciso y útil para la gestión de infraestructuras hidráulicas con fibrocemento en los municipios españoles.

3.5.1. Resultados generados

Los resultados del censo se representarán cartográficamente sobre un Sistema de Información Geográfica, facilitando la visualización y análisis del censo. Se definirá un modelo de datos homogeneizado y georreferenciado en formato vectorial (líneas y puntos) para armonizar la consulta y representación de los datos. Este modelo de datos se implementará utilizando el software QGIS, proporcionando al ayuntamiento las herramientas necesarias para la manipulación del mismo. La capa de datos resultante se denomina “Infraestructura hidráulica fibrocemento - nombre del municipio”.

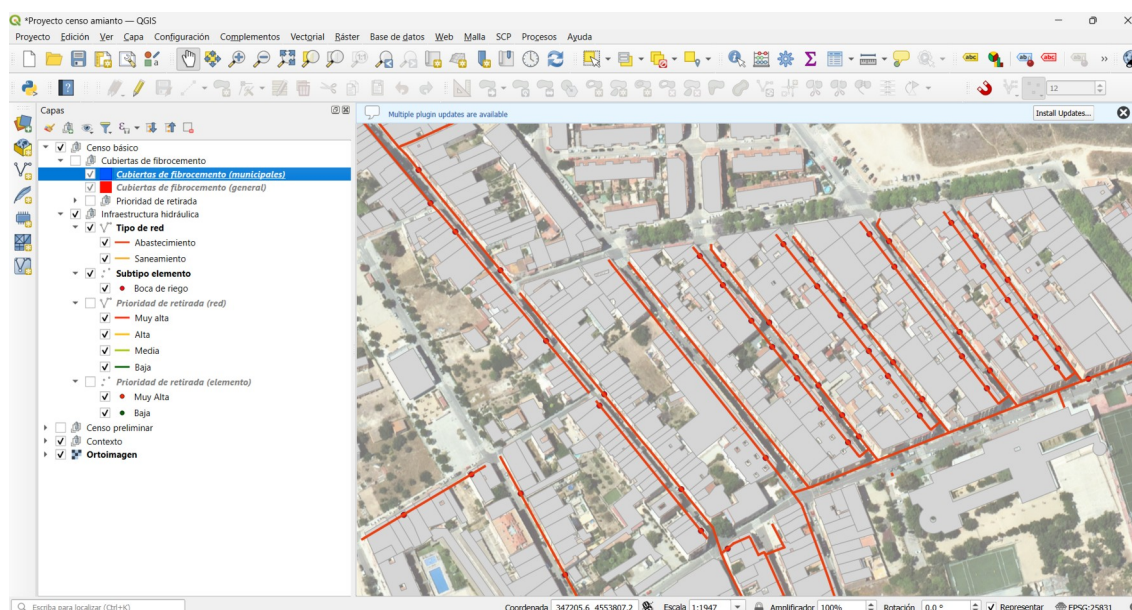


Figura 9. Proyecto GIS censo y calendario de amianto. Red de saneamiento y abastecimiento de fibrocemento. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallan los campos/atributos que se recopilan en esta etapa del censo:

- **Id:** Identificador único. Un número que identifica de manera única cada elemento de la infraestructura hidráulica en el censo. Este campo es esencial para garantizar la trazabilidad y referencia en el análisis de datos.
- **Provincia:** Especifica la provincia a la que pertenece el municipio en estudio.
- **Municipio:** Indica la denominación del municipio en el caso de estudio.
- **CodINE:** Código catastral del municipio que debe correlacionarse con los códigos del Instituto Nacional de Estadística (INE).
- **Coord_x_i:** Indica la coordenada en metros del punto inicial en el eje x de la red de abastecimiento y saneamiento.

- Coord_y_i: Indica la coordenada en metros del punto inicial en el eje y de la red de abastecimiento y saneamiento.
- Coord_x_f: Indica la coordenada en metros del punto final en el eje x de la red de abastecimiento y saneamiento.
- Coord_y_f: Indica la coordenada en metros del punto final en el eje y de la red de abastecimiento y saneamiento.
- Tipo: Campo que indica el tipo de elemento que contiene material de amianto.
- Tipo_red: Campo que indica el tipo de red. Se recogen las siguientes tipologías: abastecimiento, saneamiento y no consta.
- Subtipo: Campo que indica la subtipología asociada a cada tipo de red. Se recogen las siguientes tipologías: alcantarillado, boca de riego, colectores, captación, hidrante, ramal, ventosa, bombas, otros.
- Material: Campo que indica el material que compone el elemento censado de la infraestructura hidráulica. Principalmente fibrocemento.
- Longitud: Campo numérico que indica la longitud en metros del elemento censado de la infraestructura hidráulica de fibrocemento.
- Diámetro: Campo numérico que indica el diámetro en milímetros del elemento censado de la infraestructura hidráulica de fibrocemento.
- M3_amianto: Campo numérico que representa la estimación de metros cúbicos (m³) del elemento censado de la infraestructura hidráulica de fibrocemento.
- Situación: Campo que indica
- Sistema: Este campo indica el estado operativo actual de la infraestructura hidráulica. Se clasifica en "Activo", "Intacto" o "No consta", permitiendo determinar si el tramo de red está en uso, ha sido desmantelado o si no se dispone de información suficiente sobre su estado.
- Estado: Este campo evalúa la condición física de la infraestructura hidráulica. Se clasifica en "Bueno", "Regular", "Malo" o "No consta", proporcionando una valoración de su integridad estructural y funcionalidad. Esta información es crucial para determinar la necesidad de mantenimiento o sustitución.
- Riesgo: Este campo representa el nivel de riesgo potencial asociado a las características del elemento con fibrocemento censado. Las categorías incluidas son: Muy alto, alto, medio o leve.
- Prioridad: Campo que representa el nivel de prioridad de retirada del elemento con fibrocemento censado. Esta valoración se realiza a partir de un análisis de clúster de los niveles de riesgo, en función de los criterios especificados anteriormente y basados en la Norma UNE 171370-2. Las categorías incluidas son: Muy alta, alta, media o baja.
- Calendario: Campo que representa la fecha propuesta para la retirada del elemento con fibrocemento censado, teniendo en cuenta el valor de riesgo según los criterios basados en la Norma UNE 171370-2.
- Link_maps: Campo que contiene la URL específica para acceder a la ubicación (inicio o centroide) del elemento con fibrocemento a través de Google Maps.
- Fecha_real: Campo que indica la fecha de ejecución del proyecto de censo básico.
- Fuente: Campo que especifica la fuente de información.

4. Resultados obtenidos

En esta sección se presentan los resultados generales del proyecto, abarcando los censos preliminar, básico y de infraestructura hidráulica. Estos resultados proporcionan una visión

integral de las cubiertas e infraestructuras con posible presencia de fibrocemento con amianto, permitiendo una mejor comprensión y gestión de los riesgos asociados.

A continuación, se presentan los resultados de cada uno de estos censos, organizados en secciones que incluyen las principales métricas, gráficas estadísticas y cartografías. Estos resultados ofrecen una base sólida para la planificación y ejecución de acciones destinadas a la gestión y mitigación de los riesgos asociados con el amianto en las infraestructuras y cubiertas identificadas.

4.1. Resultados censo preliminar

4.1.1. Principales métricas

En esta subsección se presentan las principales métricas derivadas del censo preliminar de equipamientos e infraestructuras con susceptibilidad de contener amianto. Estas métricas proporcionan una visión cuantitativa del alcance y la naturaleza de las infraestructuras identificadas. A continuación, se indican las principales métricas obtenidas, para el general del municipio y para los edificios y equipamientos públicos municipales:

**Consultables en 1_DATA/Censo_preliminar/gráficos estadísticos/Estadística.xlsx*

4.1.2. Gráficas estadísticas

Para facilitar la comprensión y visualización de los resultados del censo preliminar, se incluyen diversas gráficas estadísticas que resumen las principales métricas:

**Consultables en 1_DATA/Censo_preliminar/gráficos_estadísticos:*

- 01_Número de inmuebles por tipo de uso del edificio
- 02_Evolución del desarrollo urbano
- 03_Antigüedad media de los inmuebles por tipo de uso
- 04_Nivel de susceptibilidad de contener amianto

Estas gráficas estadísticas proporcionan una representación visual clara y detallada de los datos del censo preliminar, facilitando la identificación de patrones y tendencias importantes para la toma de decisiones y la planificación de acciones futuras.

4.1.3. Cartografías

Las cartografías resultantes del censo preliminar ofrecen una representación geográfica general de los datos catastrales asociado a las edificaciones del municipio. Estas visualizaciones facilitan la identificación y comprensión de la realidad territorial y de la susceptibilidad de las edificaciones a la presencia de material de amianto.

Mapa de susceptibilidad de amianto.

Este mapa muestra la distribución geográfica de las edificaciones según su nivel de susceptibilidad de contener amianto. Las categorías de susceptibilidad se representan con colores específicos: muy alta (rojo), alta (naranja), media (amarillo) y baja (verde). Este mapa permite visualizar rápidamente las áreas con mayor riesgo y planificar intervenciones prioritarias.

**Consultables en 3_CARTO/Censo_preliminar/1_Susceptibilidad de amianto.png*

Mapa de edificación por uso.

Este mapa clasifica las edificaciones según su uso: residencial, oficinas, industrial, retail, agrícola, servicios públicos y otros. Cada tipo de uso está representado por un color distinto, facilitando la

identificación de las diferentes tipologías de edificaciones y su distribución en el municipio.
**Consultables en 3_CARTO/Censo_preliminar/2_Edificación por uso.png*

Mapa de edificación por década de construcción.

En este mapa se muestra la antigüedad de las edificaciones, clasificadas por décadas de construcción. Las edificaciones más antiguas (anteriores a 1930) se representan en colores más oscuros, mientras que las más recientes (posteriores a 2020) están en colores más claros. Esta información es crucial para identificar las infraestructuras más antiguas y, por lo tanto, más propensas a contener amianto. **Consultables en 3_CARTO/Censo_preliminar/3_Edificación por década.png*

Mapa de edificaciones construidas antes y después de 2002.

Este mapa distingue entre las edificaciones construidas antes y después de 2002, el año en que se prohibió el uso de amianto en España. Las edificaciones anteriores a 2002 se muestran en amarillo, mientras que las construidas posteriormente están en verde. Este mapa es fundamental para identificar las áreas donde es más probable encontrar amianto debido a la fecha de construcción. **Consultables en 3_CARTO/Censo_preliminar/4_Edificaciones previa y posterior.png*

Mapa de situación.

El mapa de situación proporciona una vista general del municipio de estudio, destacando los límites administrativos y la ubicación de las infraestructuras principales. Este mapa contextualiza las otras cartografías, facilitando la comprensión de la distribución espacial de las infraestructuras y su relación con el entorno. **Consultables en 3_CARTO/Censo_preliminar/5_Mapas situación.png*

4.2. Resultados censo básico

4.2.1. Principales métricas

En esta subsección se presentan las métricas clave derivadas del censo básico de cubiertas de fibrocemento. Estas métricas ofrecen una visión cuantitativa detallada de la presencia y estado del amianto en las infraestructuras y equipamientos del municipio. A continuación, se indican las principales métricas obtenidas, para el general del municipio y para los edificios y equipamientos públicos municipales:

**Consultables en 1_DATA/Censo_básico/gráficos estadísticos/Estadística.xlsx*

Estas métricas son fundamentales para comprender la extensión y gravedad de la presencia de fibrocemento, así como para priorizar las acciones de mitigación.

4.2.2. Gráficas estadísticas

Para facilitar la comprensión y visualización de los resultados del censo básico, se incluyen diversas gráficas estadísticas que resumen las principales métricas:

**Consultables en 1_DATA/Censo_básico/gráficos estadísticos:*

- 01_Número de retiradas de cubiertas de fibrocemento en inmuebles municipales por año.
- 02_Superficie de fibrocemento a retirar en inmuebles municipales por año.
- 03_Superficie de fibrocemento a retirar por trimestre en inmuebles municipales.

- 04_Coste total de retirada de fibrocemento por año de retirada en inmuebles municipales.
- 05_Coste de retirada de fibrocemento por trimestre en edificios municipales.
- 06_ Número de retiradas de cubiertas de fibrocemento en inmuebles públicos por año.
- 07_Superficie de fibrocemento a retirar en inmuebles públicos por año.
- 08_Superficie de fibrocemento a retirar por trimestre en inmuebles públicos.
- 09_Coste total de retirada de fibrocemento por año de retirada en inmuebles públicos.
- 10_Coste de retirada de fibrocemento por trimestre en edificios públicos.
- 11_ Número de retiradas de cubiertas de fibrocemento por año.
- 12_Superficie de fibrocemento a retirar por año.
- 13_Superficie de fibrocemento a retirar por trimestre.
- 14_ Coste total de retirada de fibrocemento por año de retirada.
- 15_Coste de retirada de fibrocemento por trimestre.
- 16_Coste medio de retirada de fibrocemento por tipo de uso del edificio
- 17_Número de cubiertas de fibrocemento por tipo de uso del edificio.
- 18_Porcentaje de superficie de cubiertas de fibrocemento por tipo de uso del edificio.
- 19_Número de edificios por antigüedad y prioridad de retirada de fibrocemento.

Estas gráficas proporcionan una representación visual clara de los datos, facilitando la identificación de patrones y tendencias importantes para la toma de decisiones.

4.2.3. Cartografías

Las siguientes cartografías ofrecen una representación geográfica general de las cubiertas de fibrocemento confirmadas en el municipio, facilitando su localización y análisis espacial:

Mapa de prioridad de retirada de cubiertas de fibrocemento.

Este mapa muestra la prioridad de retirada de las cubiertas de fibrocemento en el municipio, clasificando las cubiertas en categorías de prioridad: muy alta (rojo), alta (naranja), media (amarillo) y baja (verde). Esta visualización permite a los gestores municipales planificar las intervenciones de manera más efectiva, centrando los esfuerzos en las áreas de mayor riesgo.

**Consultables en 3_CARTO/Censo_básico/7A_Prioridad de retirada.png*

Mapa de prioridad de retirada de cubiertas de fibrocemento en inmuebles de titularidad municipal.

Este mapa especifica la prioridad de retirada para las cubiertas de fibrocemento en propiedades municipales. Al igual que el mapa general, las prioridades se clasifican en muy alta, alta, media y baja, pero se enfoca exclusivamente en las propiedades bajo administración municipal, facilitando la gestión y planificación interna. **Consultables en 3_CARTO/Censo_básico/7B_Prioridad de retirada municipal.png*

Mapa de distribución de cubiertas de fibrocemento.

Este mapa presenta la distribución geográfica de las cubiertas de fibrocemento en el municipio. Se distingue entre cubiertas de fibrocemento con referencia catastral asociada (rojo), cubiertas de fibrocemento sin referencia catastral asociada (naranja), y edificaciones cubiertas de fibrocemento (gris). Esta información es esencial para visualizar las áreas afectadas y planificar las acciones de mitigación. **Consultables en 3_CARTO/Censo_básico/6A_Cubiertas fibrocemento.png*

Mapa de distribución de cubiertas de fibrocemento en inmuebles de titularidad municipal.

Este mapa se enfoca en las edificaciones municipales, mostrando la distribución de las cubiertas de fibrocemento confirmadas en propiedades administradas por el municipio. La categorización similar al mapa general permite una gestión eficiente de las infraestructuras municipales y la planificación de su mantenimiento o retirada. **Consultables en 3_CARTO/Censo_básico/6B_Cubiertas fibrocemento municipal.png*

4.2.4. Listado cubiertas fibrocemento

El listado de cubiertas de fibrocemento detectadas puede consultarse en el directorio de datos del proyecto. Para acceder a este listado, navegue a la carpeta “4. DOC. TÉCNICA” y busque el archivo titulado "Anexo I. Listado cubiertas fibrocemento".

Este listado proporciona una base de datos organizada y accesible, esencial para la planificación y ejecución de acciones destinadas a la retirada y gestión segura del fibrocemento en el municipio.

5. Conclusiones

El proyecto de censo y calendarización de amianto en el municipio ha proporcionado una visión integral y detallada sobre la presencia y distribución de fibrocemento con amianto en las infraestructuras locales. Este informe se ha estructurado en tres partes principales: censo preliminar, censo básico y censo de infraestructura hidráulica, cada una aportando datos cruciales para la gestión y mitigación de riesgos asociados al amianto.

5.1. Resultados generales

El municipio presenta un número de inmuebles afectados por cubiertas de fibrocemento, con una incidencia consultable en toda la documentación y tablas Excel proporcionadas teniendo en cuenta que nos encontramos en algunos casos con cubiertas de fibrocemento que carecen de referencia catastral.

Con respecto a la infraestructura hidráulica se han identificado y clasificado todos aquellos elementos y redes de saneamiento y abastecimiento que contienen fibrocemento.

5.2. Costes de retirada

En cuanto a los costes de retirada, el coste total para la eliminación de las cubiertas de fibrocemento en el municipio asciende a las cifras consultables en toda la documentación y tablas Excel proporcionadas. Al igual, que se pueden consultar los gastos medios por retirada.

Para los inmuebles públicos municipales, el coste total de retirada se encontrará en la pestaña de inmuebles públicos municipales. Al igual que se puede comprobar el gasto medio por retirada del municipio y de los edificios municipales únicamente.

5.3. Prospectiva

En base al proyecto actual y sus logros hasta la fecha, se hace evidente la importancia de llevar a cabo una tercera fase de censo de amianto, integrando la utilización de inspectores de amianto bajo la norma UNE 171370-2. El proyecto ha demostrado un enfoque sólido, basado en un análisis profundo, el uso de imágenes de satélite, teledetección e inteligencia artificial, lo cual ha sentado las bases para continuar avanzando de manera efectiva.

Sin embargo, para alcanzar una evaluación completa y confiable de la presencia de amianto, es necesario contar con inspectores especializados que puedan llevar a cabo inspecciones visuales y evaluaciones de riesgos in situ. Estos inspectores, formados bajo la norma UNE 171370-2, poseen el conocimiento y la experiencia necesarios para identificar de manera precisa los materiales que contienen amianto, así como evaluar su estado de deterioro.

Al integrar a estos inspectores en el proyecto actual, se fortalecerá su enfoque, brindando una evaluación más precisa y detallada de la ubicación y el estado de los materiales de amianto. Esta información adicional permitirá una gestión más efectiva y segura de estos materiales, salvaguardando tanto la salud de las personas como el medio ambiente.

Además, la inclusión de inspectores de amianto bajo la norma UNE 171370-2 garantiza que se sigan los procedimientos y criterios establecidos para la identificación y evaluación del amianto. Esto proporcionará una base sólida y confiable para la toma de decisiones relacionadas con la gestión de estos materiales, así como la implementación de medidas de control y eliminación adecuadas.

En conclusión, el proyecto actual ha sentado las bases para la implementación de una tercera fase de censo de amianto, donde la participación de inspectores de amianto bajo la norma UNE 171370-2 será fundamental. La combinación de un enfoque sólido, análisis profundo, tecnología avanzada y conocimiento especializado asegurará una evaluación completa y fiable de la presencia de amianto, permitiendo una gestión segura y eficaz de estos materiales en beneficio de la salud pública y el medio ambiente.

Desde Agforest tenemos la confianza en que nuestra solución de software Ag4Asbestos es el compañero perfecto para llevar a buen cauce la susodicha gestión integral del material peligroso, desde la inspección, así como la continua trazabilidad del material de amianto hasta la retirada y depósito en los vertederos autorizados.

Anexos

Subvenciones para la retirada de amianto

Las subvenciones de amianto y ayudas económicas para quitar uralita son fundamentales para que comunidades de vecinos puedan retirar la uralita de la manera más económica posible. Por ello, en este apartado, mostramos las ayudas existentes correspondientes a las distintas CCAA.

Por otro lado, tenemos que mencionar, que la mayoría de estas ayudas están dentro del concepto «Rehabilitación de vivienda» o «Eficiencia energética». Esto quiere decir, que puede que no existan subvenciones directas para retirar el amianto como particular o para una sola vivienda, pero sí para las comunidades de vecinos situándose dentro de una partida presupuestaria para la rehabilitación del edificio. Además, en ciertos casos solo cierto porcentaje de la subvención tiene el objeto de la retirada de amianto:

- [Andalucía](#)
- [Aragón](#)
- [Asturias](#)
- [Cantabria](#)
- [Cataluña](#)
- [Castilla - La Mancha](#)
- [Castilla y León](#)
- [Extremadura](#)
- [Galicia](#)
- [La Rioja](#)
- [Comunidad de Madrid](#)
- [Región de Murcia](#)
- [Navarra](#)
- [País Vasco](#)
- [Comunidad Valenciana](#)

Noticias de interés

- Cataluña destina 40 millones a sustituir cubiertas de amianto con placas solares ([aquí](#)).
- Convocadas las ayudas para retirar y sustituir cubiertas con amianto ([aquí](#)).
- Ayudas a los municipios para acabar de una vez con el amianto en Tenerife ([aquí](#)).
- Subvenciones de hasta 200.000 euros por la retirada y sustitución de cubiertas ligeras que contengan amianto ([aquí](#)).
- Así son las ayudas para la rehabilitación de edificios que la Junta lanzará en septiembre ([aquí](#)).
- Plan Rehabilita 2023: ayudas para rehabilitar las viviendas y edificios de todos los barrios para hacer un Madrid mejor ([aquí](#)).

Informes de amianto

- Towards energy efficient and asbestos-free dwellings through deep energy renovation ([aquí](#)).
- Análisis sobre el doblaje de cubiertas de amianto-cemento en España: propuestas de actuación preventiva – Año 2018 ([aquí](#)).
- Amianto (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo ([aquí](#))).
- Básica y práctica sobre amianto (uralita) – Ecologistas en Acción ([aquí](#)).
- Guía de buenas prácticas para prevenir o minimizar los riesgos del amianto en los trabajos en los que esté presente (o pueda estarlo), destinada a empresarios, trabajadores e inspectores de trabajo ([aquí](#)).