

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS AL PLAN ESPECIAL DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES EN EL POLÍGONO 13A DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO

MAYO 2025

CLIENTE:



Pl. de Cervantes, 12,
28801 Alcalá de Henares, Madrid
Tif. 918 883 300

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

GRUPO DAYHE
DEVELOPMENT & INVESTMENT



C/ En Sanç, nº 3 - puerta 1.

46001 València

Telf. 96 368 55 53.

www.grupodayhe.es

Coordinación del proyecto:

Álvaro Yécora Bujanda.

Licenciado CCAA Col. nº 1.150
Ing. Técnico Forestal Col. nº 6.815
Ing. Industrial



EQUIPO TÉCNICO REDACTOR

Ha intervenido en la redacción del presente Estudio de Hidrológico y de infraestructuras de saneamiento de los estudios complementarios al Plan Especial de la Estación de Autobuses en el Polígono 13A del PGOU de Alcalá de Henares, el siguiente equipo técnico:

DIRECCIÓN

- Coordinador:Álvaro Yécora Bujanda
- Titulación: Ldo. CCAA Col. N° 1.150. Ing. Téc. Forestal Col. 6.815, Ing. Industrial
- DirecciónC/ En Sanz, n.º 3, pta. 1. 46001 Valencia.
- Promotor del Plan:Ayuntamiento de Alcalá de Henares.

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR

- Alejandro Navarro Maeztu Arquitecto. Colegiado n ° 5.614
- José Luis Gallego Suárez.... Ingeniero Geodésico, Cartográfico y Topográfico. Ingeniero Técnico en Topografía. Programa I.E.S.E.
- José Fco. Bedmar del Peral..... Ingeniero de obras públicas.
- María Belén Orts Forte..... *Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos.*
- Daniel Alemany Simó.....Ingeniero Industrial.
- Claudia Sofía Apráez Salazar Arquitecta.
- Cristina Muñoz González Arquitecta.
- Iván Gómez Molina Arquitecto.
- Adrián Langa Sánchez Ingeniero Técnico Forestal. Máster en Tecnologías de la información geográfica para la ordenación del territorio: sistemas de información geográfica y teledetección.
- Iolanda Maronda Tarrasa.....Graduada en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- José Arturo Rosa Reyes Ing. Civil. Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- Joely Zagastizabal Montes Ing. Civil, Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- Carlos Mondéjar CastañedaIngeniero Industrial.
- José Luís Negro ViñesIngeniero Agrónomo
- Isabel García Ciscar..... *Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos*



ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DE INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE ALCALÁ DE HENARES.....	1
1.2.	ÁMBITO DE PLAN ESPECIAL.....	2
1.3.	SITUACIÓN ACTUAL.....	2
2.	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	3
2.1.	HIDROLOGÍA EN EL MUNICIPIO DE ALCALÁ DE HENARES.....	3
2.2.	ANÁLISIS DE LA INUNDABILIDAD.....	4
2.2.1	SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES.....	5
2.2.2	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO.....	6
2.3.	ESTUDIO DE ESCORRENTÍAS.....	9
2.3.1	GENERAL.....	9
2.3.2	CARTOGRAFÍA EXACTA.....	9
3.	JUSTIFICACIÓN DE RED PLUVIAL SELECCIONADA.....	13
4.	JUSTIFICACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES PLUVIALES GENERADAS.....	14
4.1.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	14
4.2.	FÓRMULA GENERAL DE CÁLCULO.....	14
4.3.	DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA.....	15
4.4.	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	15
4.5.	ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DIARIA.....	16
4.6.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	17
5.	JUSTIFICACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS GENERADAS.....	18
6.	DEFINICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CAUDALES A CONECTAR A INFRAESTRUCTURAS.....	20
7.	CARACTERÍSTICAS DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN.....	21
7.1.	GENERALIDADES.....	21
7.2.	DEPURADORA – SEPARADORA DE GRASAS.....	22



1. INTRODUCCIÓN

Con motivo de la elaboración del Plan Especial de Reforma Interior de la UE-19 del polígono 13-A del PGOU de Alcalá de Henares se realizan una serie de documentos ambientales complementarios al Documento Ambiental Estratégico que defina a un mayor grado los retos ambientales a los que se enfrenta el desarrollo del sector.

Aunque el sector no se encuentra en las proximidades directas de grandes cursos de agua, la consideración de la situación hidrológica es clave para asegurar una ordenación adecuada del territorio. En este sentido, el estudio abordará tanto las condiciones hidrológicas del entorno como los posibles riesgos asociados a eventos meteorológicos extremos, tales como lluvias torrenciales o acumulaciones pluviales puntuales. Se analizará también el grado de permeabilidad del suelo, la capacidad de infiltración y la presencia de infraestructuras de drenaje.

Asimismo, el estudio incluirá un análisis detallado del sistema de saneamiento existente y proyectado, la gestión de las aguas residuales y el diseño de soluciones para la evacuación de aguas pluviales. Todo ello se enmarca dentro del compromiso con una gestión eficiente del agua, la protección del medio hídrico y el cumplimiento de la normativa urbanística y ambiental vigente.

En definitiva, este documento pretende ofrecer una visión integral de la dinámica hidrológica del sector y aportar recomendaciones técnicas que minimicen los riesgos y optimicen el funcionamiento ambiental del futuro desarrollo urbano.

1.1. PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE ALCALÁ DE HENARES

El Plan General de Ordenación Urbana de Alcalá de Henares se aprobó definitivamente el 5 de julio de 1991 y se publicó posteriormente el 18 de julio en el BOCM y el 14 de agosto de 1991 en el BOE. Aunque existe un Plan General en desarrollo que se inició en 2017, pero que todavía no se ha aprobado definitivamente. Debido a la antigüedad del anterior plan general, aun estando actualmente vigente, se tiene en cuenta información obtenida del que se encuentra en desarrollo.

Por una parte, el PGOU reconoce que el abastecimiento de agua procede de la Mancomunidad de Agua del Sorbe y el ayuntamiento debe encargarse del incremento del abastecimiento de agua para consumo humano, que en este caso se puede encontrar en la zona de descanso de los trabajadores de las líneas de autobús.

No se proponen espacios ajardinados, pero en caso de plantearse en el futuro, deberán implementar redes de riego abastecidas mediante aguas regenerada y una única acometida con contador.

Las aguas residuales del sistema de depuración son unitarias en el entorno del ámbito, por lo que las aguas residuales se conectarán a esta red. Alcalá de Henares cuenta con dos depuradoras: EDAR Alcalá Este y EDAR Alcalá Oeste. Existen también otras infraestructuras de saneamiento que cruzan el municipio, cuatro tramos emisarios: A2, B1, B2 y C2. Sin embargo, en el plan general se estima que las EDAR no tienen capacidad suficiente para los nuevos desarrollos.



En el plan general se menciona que para los desarrollos sobre las redes unitarias se deberá realizar un estudio hídrico del caudal de aguas negras y de lluvia que serán derivados a la red de colectores y emisarios gestionados por Canal de Isabel II, lo que motiva en parte la redacción del presente documento.

1.2. ÁMBITO DE PLAN ESPECIAL

El ámbito del Plan Especial (PE) se encuentra situado dentro del Parque Municipal de Servicios, correspondiendo casi en su totalidad a la parcela 1030110VK7802N0001WD y parcialmente sobre la 1030111VK7802N0001AD, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 1. Ámbito del PE sobre las parcelas catastrales.

Actualmente existe actividad dentro de las parcelas. Concretamente en la parcela más afectada existe una nave que se utiliza por los servicios arqueológicos (Museo arqueológico y paleontológico). Se asume que existe alguna red de saneamiento actualmente que conecta esta nave con la red de saneamiento.

1.3. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente se pueden encontrar algunos imbornales repartidos por el ámbito, aunque algunos no tienen las mejores condiciones, como se puede ver en la figura a continuación donde se observa que la vegetación ha ido colapsando uno de las rejillas.



Figura 2. Fotografías de imbornales dentro del ámbito.



Con la localización de estos elementos se puede asumir que dentro de la parcela se cuenta con una red de captación de pluviales que al menos abarca la zona urbanizada dentro de la parcela. Con esto se quiere decir que en la mitad sur del ámbito el suelo es de tierra y vegetación crece de forma descontrolada junto con otros residuos abandonados.



Figura 3. Fotografías mitad sud del ámbito.

En cuanto a la red de saneamiento, es posible (y altamente probable) que la red de saneamiento sea unitaria dentro de la parcela y se una en una única para las dos parcelas afectadas. Sin embargo, las alcantarillas se pueden observar fuera del ámbito estricto de la futura estación de autobuses. Por ello, será necesario hacer una actuación sobre la red actual para eliminar los conductos que provenían de la parcela principal del ámbito.



Figura 4. Fotografías dentro de la parcela al este. Dentro del Parque Municipal de Servicios, fuera del ámbito.

2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

2.1. HIDROLOGÍA EN EL MUNICIPIO DE ALCALÁ DE HENARES

El término municipal de Alcalá de Henares cuenta con una serie de ríos y arroyos que se encuentran dentro de la Confederación Hidrográfica del Tago pero que pertenecen a diferentes cuencas. Entre los elementos del sistema hídrico el elemento principal y que da su nombre al municipio es el río Henares.

El río Henares discurre al sur del núcleo urbano de Alcalá de Henares, dirección este-oeste. Antes de salir del municipio destaca uno de los principales afluentes en su margen derecha, el río Torote, y, también en su margen derecha, el río Camarmilla que atraviesa perpendicularmente al Henares el núcleo urbano.

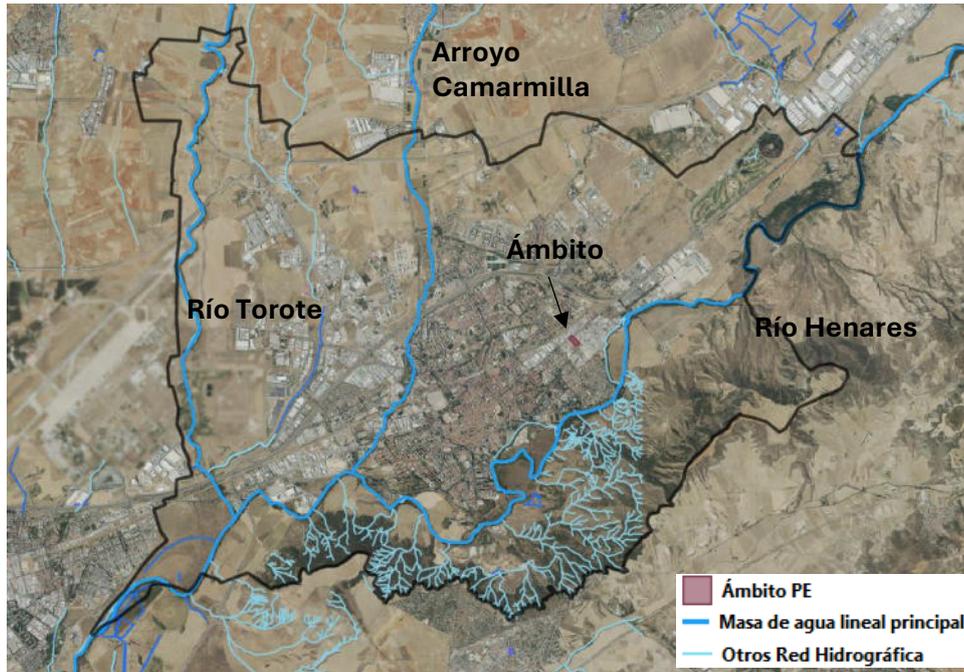


Figura 5. Hidrología del municipio de Alcalá de Henares.

● ÁMBITO DE ESTUDIO

A continuación, se muestra el detalle de la red hidrográfica ampliada sobre la zona del ámbito de estudio. Aquí se puede observar que la futura estación de autobuses se encuentra a una distancia aproximada de 450 m de uno de los ramales del río Henares que se separa en dos unos metros antes y poco después vuelven a unirse. Aunque no es el curso principal del río, este tramo discurre cercano a las edificaciones del sur de Alcalá por lo que será necesario hacer un comentario sobre el riesgo y peligrosidad de inundación a la que se somete toda esta zona.



Figura 6. Detalle de la zona del ámbito.

2.2. ANÁLISIS DE LA INUNDABILIDAD

Existen dos conceptos que son necesarios de entender antes de desarrollar el apartado: la peligrosidad de inundación y el riesgo de inundación. Se entiende por "peligrosidad de inundación" la probabilidad de



ocurrencia de una inundación, dentro de un período de tiempo determinado y en un área dada mientras que "riesgo de inundación" se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca una inundación y sus posibles consecuencias negativas para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural, la actividad económica y las infraestructuras.

2.2.1 SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES

El Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) es una herramienta del Ministerio que desarrolló siguiendo la Directiva 2007/60 sobre Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación para la realización de estudios de prevención de riesgos de inundación y planificación territorial.

En la siguiente figura se puede observar el peligro de inundación según la cartografía del SNCZI y muestra el impacto de las tres masas de agua principales comentadas en el municipio: el río Henares, el río Torote y el arroyo Camarmilla.

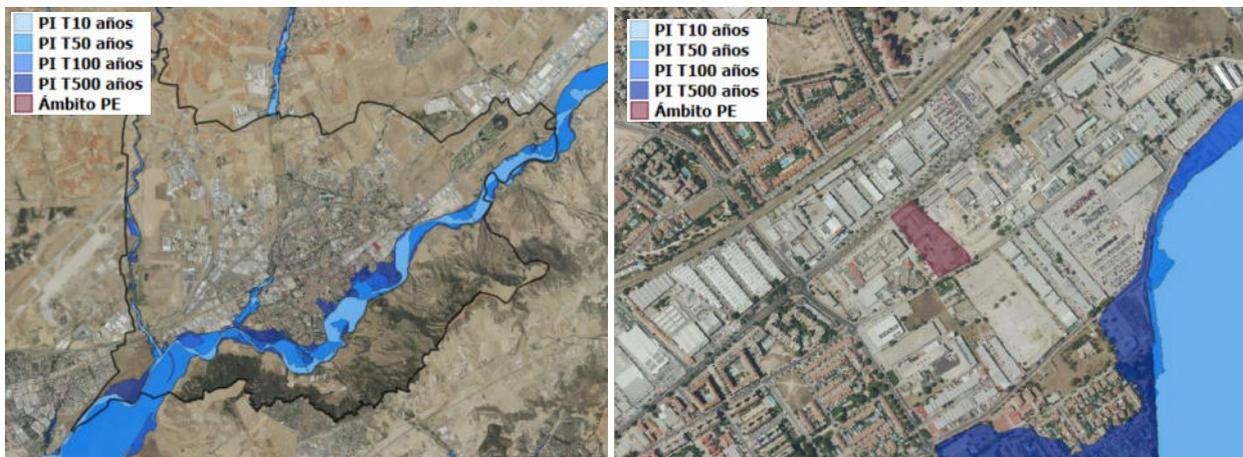


Figura 7. Peligrosidad de Inundación, SNCZI.

A continuación, se muestran los tres escenarios de riesgos calculados: riesgo económico, a población y ambiental. En todos los casos se puede observar un grafiado muy similar en los espacios cercanos a la futura estación de buses, pero a escala municipal sí se pueden observar algunos cambios aguas debajo de la zona (hacia el sur).

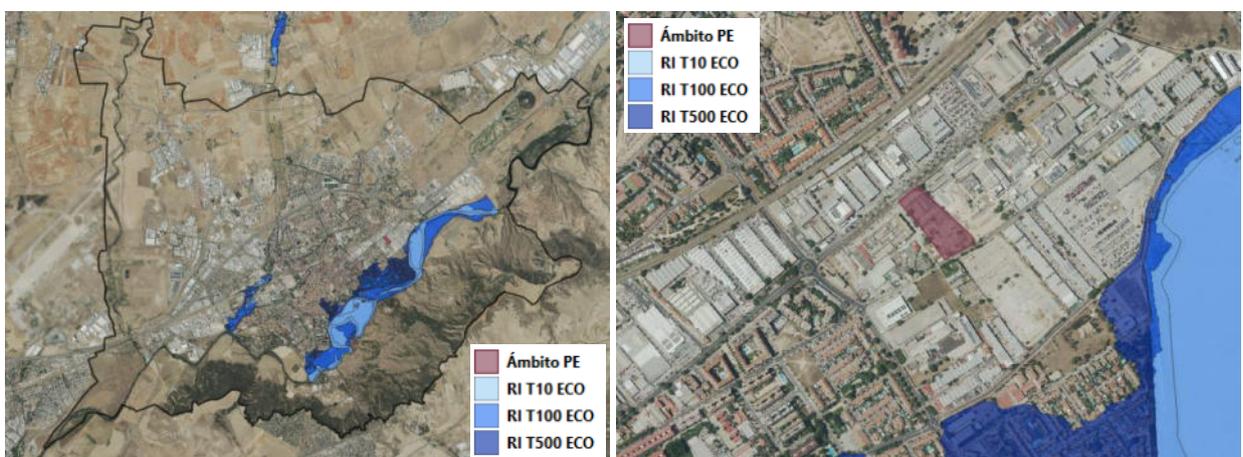


Figura 8. Riesgo económico por inundación fluvial, SNCZI. Izq.: escala municipal. Dcha.: entorno del ámbito. Fuente: SNCZI.

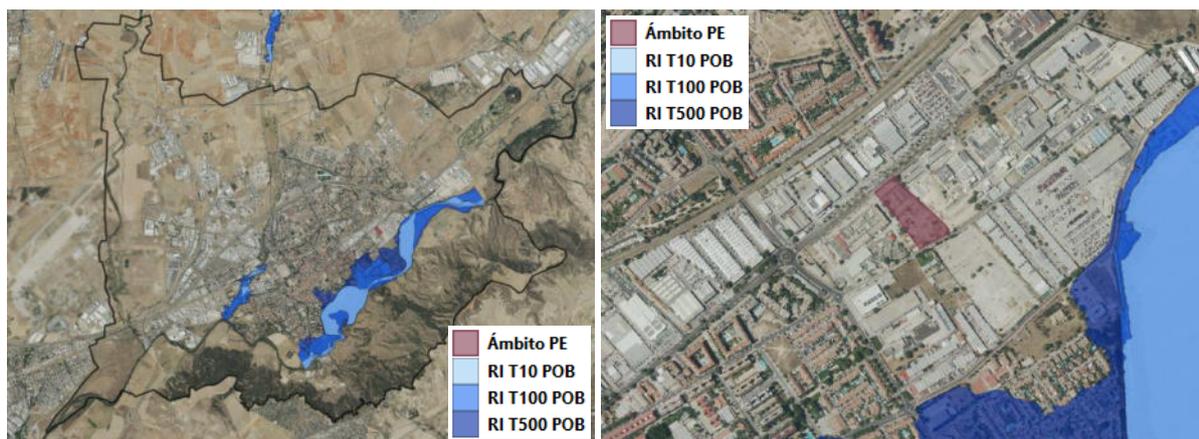


Figura 9. Riesgo a población por inundación fluvial, SNCZI. Izq.: escala municipal. Dcha.: entorno del ámbito. Fuente: SNCZI.

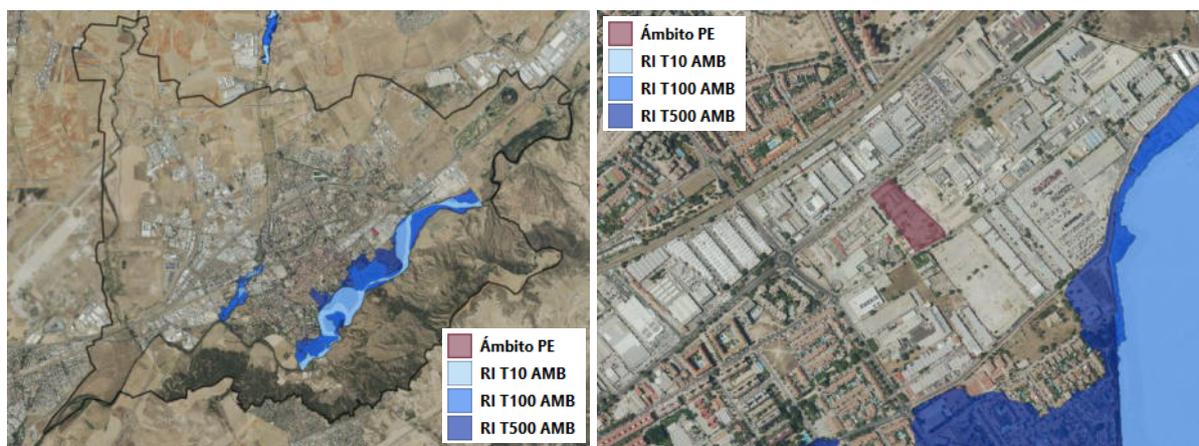


Figura 10. Riesgo ambiental por inundación fluvial, SNCZI. Izq.: escala municipal. Dcha.: entorno del ámbito. Fuente: SNCZI.

En cualquier caso, las zonas con riesgo quedan en todos estos casos a más de 300 m de distancia de la parcela, por lo que se podría afectar tan solo a nivel indirecto en los accesos en caso de que ocurra un evento de inundación.

2.2.2 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

La cartografía disponible en la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT) es la misma que la que se encuentra grafada en la SNCZI. Independientemente de cuál de los dos ha sido el encargado de producir esta información, se extrae la misma información.

Sin embargo, la CHT ofrece ciertos aspectos adicionales que han sido fácilmente accesibles, a diferencia del SNCZI, que, aunque también podría contar con esta información, no se ha localizado.

La CHT divide la cartografía de inundación según las masas de agua, por lo que se va a comentar únicamente lo que proviene de los estudios sobre el río Henares, ya que los demás se encuentran lejos de la actuación y no van a suponer ninguna afección directa o indirecta.



Por una parte, se ha revisado la información relativa a puntos de especial importancia, que identifica una serie de espacios de interés general (educación, servicios municipales, religiosos...) al sur del ámbito que se encuentran en zonas de ries por inundación del río Henares. Ninguno de estos puntos se encuentra cerca del ámbito de PE, siendo la más próxima a unos 650 m (IES Alkala-Nahar), siguiendo el esquema de peligrosidad de inundación. La localización de estos puntos se puede encontrar en la figura de la derecha.



Figura 11. Puntos de Especial Importancia afectados por riesgo de inundación del río Henares. Fuente: CHT. Otra información que proporciona la confederación es el calado obtenido en cada uno de los escenarios de inundación. Esta información es la que se emplea para la realización de los mapas de peligrosidad, por lo que se puede ver una relación entre los siguientes calados y la peligrosidad de inundación representada para cada periodo de retorno.

- Para un periodo de retorno de 10 años, se observa que los calados de inundación son bajos entre los ramales del río Henares al sureste del ámbito del PE. En la zona de inundación se puede observar que a la altura del calado en los límites de la zona urbanizada de Alcalá de Henares llega a alcanzar valores superiores a los 1,7 metros. En la margen izquierda del río estos valores son considerablemente superiores, hasta alcanzar los 3,3 m.

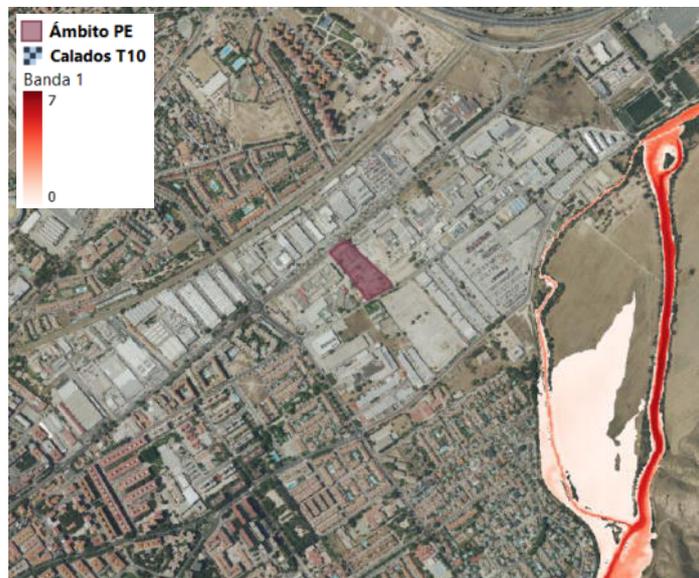


Figura 12. Calados simulados para inundación por el río Henares en un periodo de retorno de 10 años. Fuente: CHT.

- Para un periodo de retorno de 100 años, se puede ver que en este caso se “completa” el área que se insinúa en el periodo de retorno analizado antes, rellenando el espacio entre la bifurcación del río. En el punto donde se encuentran, en la margen izquierda, los estudios estiman valores que alcanzan más de 5 metros.



En línea recta al sur de puede ver que empizan a distinguirse áreas potencialmente afectadas por más de un metro de calado de inundación. Aunque se trata de una zona muy pequeña dentro del municipio, las redes de saneamiento (y otros servicios) podrían verse comprometidos, teniendo en cuenta que estos barrios posiblemente vayan a parar a la EDAR Alcalá Este.



Figura 13. Calados simulados para inundación por el río Henares en un periodo de retorno de 100 años. Fuente: CHT.

- Por último, para un periodo de retorno de 500 años los barrios del sur del ámbito llegan a superar los dos metros, por lo que el sistema de saneamiento colapsará por completo en estas zonas, pudiendo comprometer no solo la red de abastecimiento aguas abajo, sino la seguridad de las áreas urbanizadas conectadas a esa misma red. Asumiendo la cercanía al ámbito y su muy posible conexión de la red de saneamiento, es realista asumir en todas las áreas del sur de la vía Complutense hacia la EDAR ubicada al este podrán tener inundaciones puntuales por rebosamientos de la red e incluso la destrucción de algunos elementos de la red (recordar que la red es unitaria por el paso en el polígono 13A, a la altura del ámbito).



Figura 14. Calados simulados para inundación por el río Henares en un periodo de retorno de 500 años. Fuente: CHT.

2.3. ESTUDIO DE ESCORRENTÍAS

2.3.1 GENERAL

Se puede realizar un estudio de escorrentías que caractericen el suelo de la parcela que permitan comprender el flujo actual. Para ello, se ha elaborado con las curvas de nivel un modelo TIN y un modelo ráster de las elevaciones de los diferentes puntos.

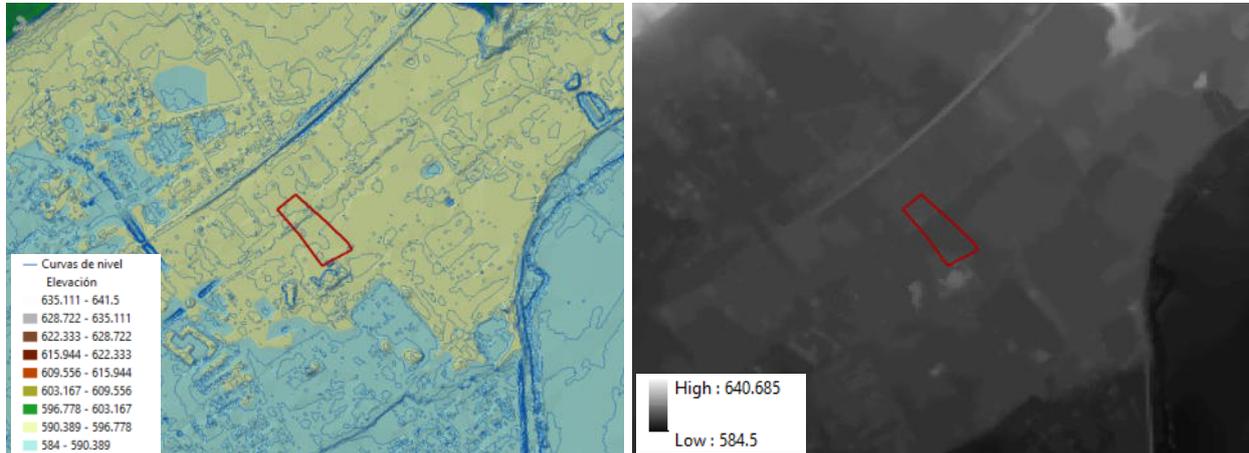


Figura 15. Izq.: modelo TIN del terreno con curvas de nivel. Dcha.: modelo digital del terreno.

Ampliando solo en el ámbito se puede observar que las cotas de los extremos son algo más elevadas que en la zona centro. Se puede observar una altura máxima de 591,5 metros en el tercio norte del ámbito y una altura máxima de 591,55 metros en el tercio sur. En la zona central se puede observar una zona bastante plaza con variaciones mínimas entorno a los 590,5 m.

Con esto, se puede determinar que el agua tiende a acumularse dentro de la parcela, hecho que se ha podido comprobar en una de las visitas al ámbito:



Figura 16. Fotografía de de uno de los charcos dentro de la parcela durante una de las visitas.

Sin embargo, estas pendientes no necesariamente coincidirán con las cotas tras la urbanización, ya que se deberán ejecutar según la normativa vigente en el momento de la ejecución del proyecto.

2.3.2 CARTOGRAFÍA EXACTA

Se han empleado los datos de la cartografía facilitada por el ayuntamiento de Alcalá de Henares para realizar un análisis concreto de la escorrentía. El paso que se muestra a continuación es muy bajo, de

0,025 m, por lo que los resultados muestran un alto grado de detalle. A continuación, se muestran las curvas de nivel que se han proporcionado:



Figura 17. Curvas de nivel. Fuente: datos proporcionado por el Ayto. de Alcalá de Henares.

Mediante estas curvas de nivel se puede crear un modelo de elevación del terreno, tal como se muestra en las figuras siguientes:



Figura 18. Izquierda: representación TIN. Derecha: modelo digital del terreno. Fuente: elaboración propia.



Con estos datos se puede elaborar un mapa de direcciones que se representa de la siguiente forma:

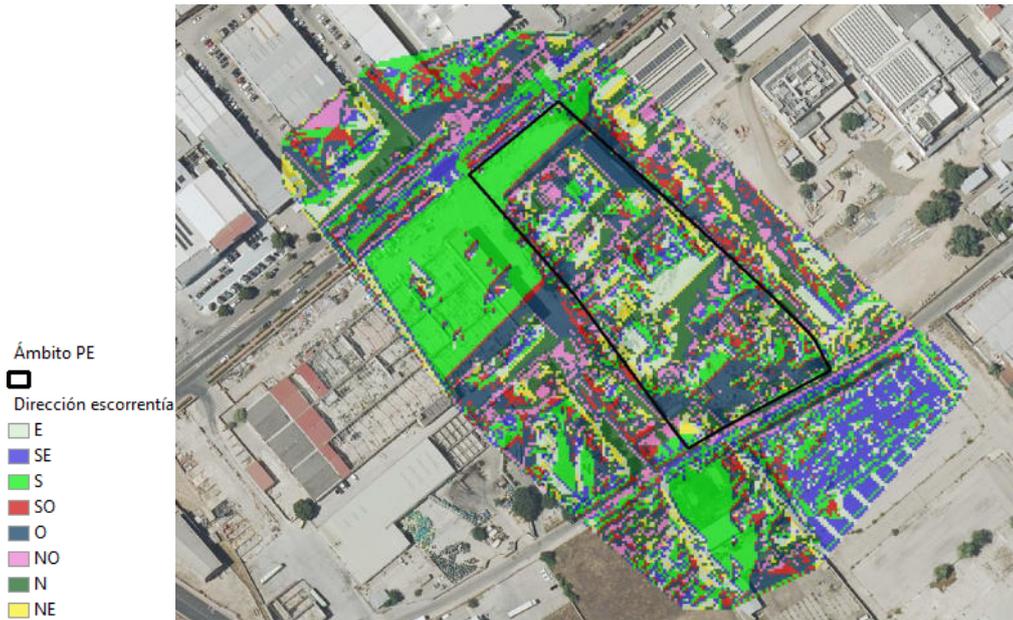


Figura 19. Dirección escorrentías detalladas.

Se ha transformado la capa ráster anterior en puntos para poder asignarle a los puntos representación de flechas y mostrar de esta forma una representación más sencilla y clara de las direcciones de escorrentías. Así pues, el resultado es el que se muestra a continuación:

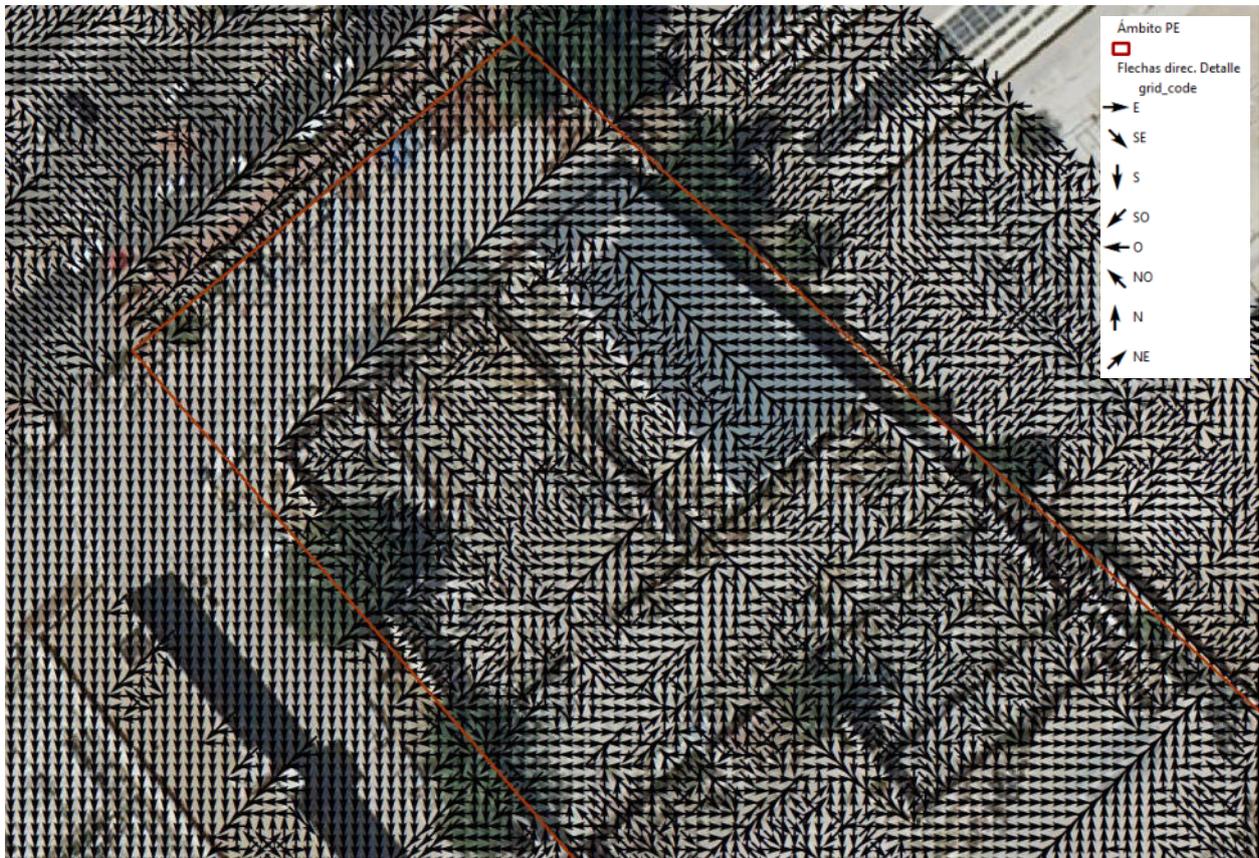


Figura 20. Direcciones detalladas mitad norte. Fuente: elaboración propia.



Figura 21. Direcciones detalladas mitad sud. Fuente: elaboració propia.

Debido a la complejidad visual que supone analizar las figuras anteriores de direcciones, se ha recalculado el ráster de direcciones de forma que se ha escogido un tamaño de 10 m entre cada uno de los puntos. El resultado que se obtiene es el que se representa a continuación:



Figura 22. Dirección escorrentías ampliadas.

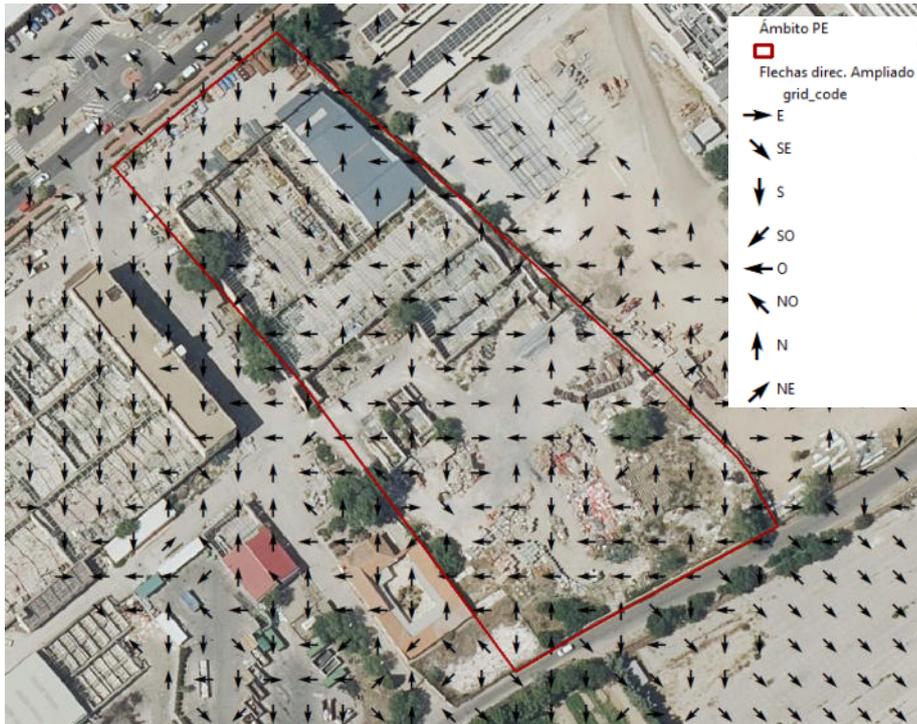


Figura 23. Direcciones ampliadas. Fuente: elaboración propia.

Aquí se puede mostrar lo que se ha podido concluir en el estudio general: las pendientes dentro del ámbito son bajas y muestran una dirección hacia el centro del ámbito. Sin embargo, al no existir un desnivel conjunto muy elevado, la urbanización del espacio supondrá que se creará una nueva pendiente.

Se puede asumir, viendo la dirección de las pendientes de los alrededores, que observando no solo la parcela, la dirección de las escorrentías tiene una dirección S-SE, lo que coincide con la dirección del cauce del río Henares.

3. JUSTIFICACIÓN DE RED PLUVIAL SELECCIONADA

Se han consultado las redes de saneamiento del municipio de Alcalá de Henares y lo primero que debe remarcar en la existencia de dos EDAR, como ya se ha comentado. La red está configurada como una semiespina. El colector principal discurre por la margen derecha del río Henares, colector Sur, hasta la EDAR Este. Otros dos colectores discurren por los laterales del Arroyo Camarmilla y se unen para verter en la EDAR oeste.

Se ha facilitado el INKOLAN de la zona del ámbito y se ha podido comprobar que existe una red de saneamiento en las dos calles a las que da la parcela. En todo caso, las dos posibles tomas están conectadas a la misma EDAR, la Este.

La red que existen en el ámbito es unitaria, por lo que todas las aguas residuales generadas dentro de la parcela irán conectadas a esta red. De hecho, la mayoría del municipio cuenta con una red unitaria, a excepción de una zona urbana cerca del arroyo Bañuelos.

Se propone la unión de las aguas pluviales y las aguas residuales humanas al final de la red dentro de la parcela, cerca de la conexión con el resto de la red. En caso de que en el futuro se desarrolle una red



separativa podrían hacerse dos tomas independientes con un coste menor que si se unen desde cada una de los desagües, aunque esto suponga una inversión algo mayor.

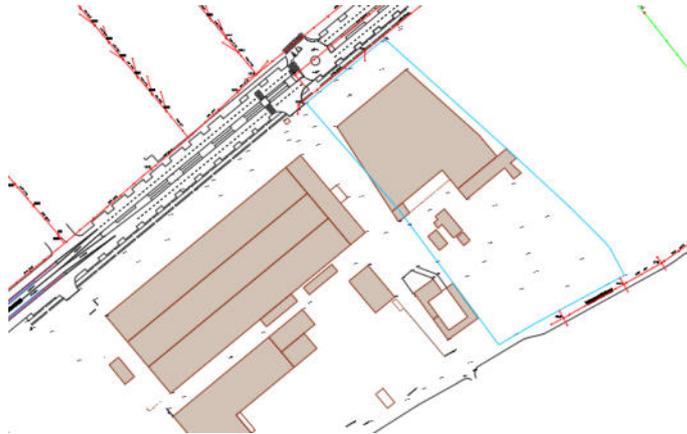


Figura 24. Red de saneamiento cercana en los alrededores del ámbito de actuación.

Además, esta división es necesaria si se quiere implementar un tratamiento de aguas que separe las grasas y otros contaminantes que arrastra la lluvia como consecuencia de la limpieza del suelo. Esto será inevitable debido al uso de los buses y su consumo de combustibles. Este tratamiento será primario, donde se incluirán tratamientos como filtración o flotación y se descartan otros métodos por su coste de implementación y mantenimiento.

4. JUSTIFICACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES PLUVIALES GENERADAS

4.1. METODOLOGÍA EMPLEADA

El caudal máximo anual de retorno correspondiente a un determinado periodo de retorno, se ha determinado a partir de la metodología en el capítulo 2 de la Instrucción 5.2 – IC, de drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, aprobada por la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero.

Esta metodología considera el método racional, por lo que se calcula la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie.

4.2. FÓRMULA GENERAL DE CÁLCULO

El caudal máximo anual Q_T correspondiente a un período de retorno T se calculará mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

En la que el caudal máximo anual correspondiente al período de retorno requerido en el punto de desagüe de la cuenca, en m^3/s , depende de la intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración de la cuenca (t_c), un coeficiente medio de pendiente de la cuenca (C), el área de la cuenca, en km^2 , y un coeficiente adimensional de uniformidad de la distribución temporal de la precipitación.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

Para realizar el cálculo de la cuenca de estudio se tiene que determinar el punto de desagüe de la cuenca que se quiere estudiar. En este caso, la cuenca se reduce al estudio de una parcela urbanizada (el ámbito), ya que su entorno inmediato contará con otros elementos que van a permitir la evacuación de las aguas pluviales que caigan en sus parcelas y se redirijan a la red de alcantarillado.

A continuación, se analiza la producción de aguas pluviales dentro de la parcela. Este análisis se realiza para poder determinar el caudal que se vierte a la red y poder proponer, en su caso, poder determinar un caudal de diseño para el tratamiento de las aguas (separar grasas y otros contaminantes) antes de su vertido a la red unitaria.

4.4. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el periodo de retorno T en el punto de desagüe de la cuenca, es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración de dicha cuenca, por lo que, en este caso, y según el epígrafe 2.2.2.5 de la Instrucción, según la siguiente formulación:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

Donde L_c es la longitud de la cuenca en km y J_c la pendiente media de la cama.

Al analizar la parcela se puede plantear desde dos puntos de vista:

- El MDT del terreno muestra que existe pendiente desde los laterales que conectan con las calles Vía Complutense y hacia el centro de la parcela.
- Asumiendo que la red de pluviales será única y se conectará en un único punto a la red (facilitando la implantación de una posible depuradora) y presentará una nueva pendiente tras la urbanización (usualmente entre 1-2%).



Figura 25. Izquierda: longitud de parcela considerada. Derecha: MDT de la zona.

Así pues se toma como base lo segundo, una longitud de 194 m y una pendiente de 1,5%. Con estos valores, el tiempo de concentración es de 0,2968 horas.

La intensidad de precipitación se calcula a partir de la intensidad media diaria de precipitación, corregida según el periodo de retorno correspondiente y con un factor de intensidad:



$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

El factor de intensidad depende de la duración del aguacero y el periodo de retorno considerado, según la siguiente fórmula:

$$F_{int} = \text{máx} (F_a, F_b)$$

Donde F_a es un factor obtenido a partir del índice de torrencialidad y F_b es un factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo (no disponible), por lo que se calcula F_a a partir de:

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

On $t = t_c$ e I_1/I_d son el índice de torrencialidad expresado entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida, determinada en función de la zona geográfica grafilada en el mapa de la figura 2.4 de la Instrucción.

La intensidad media diaria de precipitación corregida se obtiene a partir de la siguiente fórmula, en la que interviene la precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T , P_d , y el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca, K_A :

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Respondiendo el coeficiente K_A a la siguiente formulación, siendo A el área de la cuenca:

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

4.5. ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DIARIA

La precipitación total diaria, P_d , correspondiente a un periodo de retorno se ha obtenido a partir de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular", publicado por el Ministerio de Fomento en colaboración con el CEDEX. Los cuantiles de lluvia para los diferentes periodos de retorno se estiman a partir de mapas en los que se ha representado las isolinéas de un coeficiente de variación C_v y el valor medio de P de la máxima precipitación diaria anual. A partir de estos parámetros, y para el periodo de retorno deseado T , se obtiene el cuantil regional Y_t , también denominado "Factor de Amplificación K_T ", a partir de la tabla disponible en el citado texto. El cuantil local buscado se extrae del producto del cuantil regional Y_t y por el valor medio P , y los resultados pueden apreciarse en la siguiente figura.



medio (mm/día)	38							
Cv	0,34							
T	2	5	10	25	50	100	200	500
K	0,924	1,213	1,423	1,717	1,93	2,174	2,434	2,785
Maxima Pluv (mm/día)	35,112	46,094	54,074	65,246	73,34	82,612	92,492	105,83

**Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras.

Figura 26. Estimación de la máxima pluviometría diaria.

4.6. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía se define como la parte de la precipitación de intensidad I (T, tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca, y se obtiene mediante la siguiente formulación:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

donde:

- C (adimensional) Coeficiente de escorrentía
- P_d (mm) Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado (epígrafe 2.2.2.2).
- K_A (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (epígrafe 2.2.2.3).
- P_0 (mm) Umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.2).

ESTIMACIÓN DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El umbral de escorrentía, P_0 , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde:

- P_0 (mm) Umbral de escorrentía
- P_0^i (mm) Valor inicial del umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.3).
- β (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.4)

VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

La estimación del valor inicial del umbral de escorrentía, P_{0i} , se ha realizado de acuerdo con la instrucción 5.2-I.C., fijando unas superficies de uso que reflejan la situación del territorio en la actualidad, de acuerdo con la cartografía de usos del suelo recomendada por la citada instrucción, *Corine Land Cover*, y diferenciando la proporción de los diferentes tipos y usos del suelo existentes en la cuenca, atribuyéndoles a cada uno de ellos el valor correspondiente del valor inicial del umbral de escorrentía según la tabla 2.3 de dicho texto.



La determinación del grupo hidrológico de suelo (A, B, C o D) presente en la cuenca se ha realizado a partir del mapa de la figura 2.7 y 2.8 y la tabla 2.4. La infiltración del suelo es lenta, tipo C, pero al considerarse la parcela completamente urbanizada el valor inicial del umbral de escorrentía es único en todos los tipos de suelos. Finalmente, se obtiene la siguiente información:

Descripción del suelo	Código	Grupo	Nº	Área (km ²)	Poi (mm)
Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	12200	B	1	0,0145	1

Figura 27. Poi, valor inicial del umbral de escorrentía, de los diferentes tipos de suelos identificados en la cuenca.

Al considerarse un único tipo de suelo el umbral de escorrentía medio es el mismo que el indicado, 1 mm.

● COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El coeficiente β se introduce en la formulación del método racional ante la necesidad de calibrar con datos reales las cuencas calculadas, y cuando no se dispone de información suficiente en la cuenca de cálculo o en cuencas próximas similares, se toma el valor del coeficiente corrector a partir de los datos disponibles en la tabla 2.5 de la Instrucción, de acuerdo con las regiones definidas en la figura 2.9. En el caso de estudio, la región establecida es la 31, a la que le corresponde un valor medio β_m , de 0,9.

Área (km ²)	Longitud (km)	Desnivel máximo (m)	Tiempo de concentración (h)	Jc (m/m)
0,0145	0,194	0,291	0,29675	0,0015

Figura 28. Datos generales de la cuenca.

Por lo tanto, se pueden apreciar en la siguiente tabla los caudales asociados a cada uno de los periodos de retorno considerados (10, 25, 50, 100 y 500 años).

T (años)	10	25	50	100	500
Pd (mm)	54,074	65,246	73,34	82,612	105,83
Id (mm/h)	2,25	2,72	3,06	3,44	4,41
I(T,t)	43,86	52,92	59,48	67,00	85,84
C medio	0,97	0,91	0,92	0,92	1,62
QT (m ³ /s)	0,17	0,20	0,22	0,25	0,57

Figura 29. Resumen cálculo de los caudales de referencia.

5. JUSTIFICACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS GENERADAS

Para calcular la dotación se han consultado dos documentos: “Normas para redes de abastecimiento”, del Canal de Isabel II en su 4ª versión (2021), y la “Modificación Puntual del Plan Especial de Reforma Interior del Polígono 13-A, UA-19, ámbito Parque Servicios Municipales”, aprobado el 19 de junio de 2018 y publicado en el BOCM el 20 de agosto de 2018.

En el documento de Normas para redes de abastecimiento se indica la siguiente información dotacional según el uso y la superficie edificable. Así pues, se extrae el dato de uso dotacional (en suelo urbano no consolidado) de 8 l/m²/día.



	Residencial		Terciario, dotacional e industrial (l/m ² edificable y día)	Zonas verdes (l/m ² y día)
	Viviendas unifamiliares (l/m ² edificable y día)	Viviendas multifamiliares (l/m ² edificable y día)		
Suelo Urbano No Consolidado (SUNC) sin desarrollar	9,5	8,0	8,0	1,5
Suelo Urbanizable Sectorizado (SUS) sin desarrollar				
Suelo Urbanizable No sectorizado (SUNS) sin desarrollar				

Figura 30. Dotaciones de cálculo. Fuente: Normas para redes de abastecimiento, versión 4, Canal de Isabel II (2021).

En la modificación indicada del polígono 13-A se menciona que la edificabilidad es de 0,7 m_{edif}²/m² para la industria Grado 1. Con la superficie de la parcela de 14.507,97 m², supone que 10.155,58 m_{edif}² construibles (artículo 21.8 edificabilidad de las ordenanzas de la modificación).

TIPOLOGIA	SUPERFICIE(PARCELA NETA)	INDICE	EDIFICABILIDAD
IND GRADO 1	213.821,50 M ²	0,70 M ² / M ²	162.272,05 M ²
IND GRADO 2	77.604,00 M ²	0,75 M ² / M ²	58.203,00 M ²
IND GRADO MINIPOLIGONOS	62.428,77 M ²	3,20 M ² /M ²	49.943,00 M ²
IND MINIPOLIGOS A DESARROOLLAR	81.533,13 M ²	(0,50 M ² / M ²) 3,40 M ² /M ² (0,82 M ² / M ²)	69.619,40 M ²
TOTAL	453.387,30 M ²		340.040,47 M ²
SUPERFICIE DEL AMBITO	508.905,00 M ²		

Figura 31. Detalle de edificación. Fuente: Modificación Puntual del Plan Especial de Reforma Interior del Polígono 13-A, UA-19, ámbito Parque Servicios Municipales

Para calcular el retorno, se ha consultado también el documento que tiene por nombre “Normas para redes de saneamiento”, del Canal de Isabel II, en su 3ª versión (2020).

USO DEL SUELO	Viviendas unifamiliares	Viviendas multifamiliares	Terciario, dotacional e industrial
Suelo urbano no consolidado (SUNC) sin desarrollar	0,800	0,950	0,855
Suelo urbanizable sectorizado (SUS) sin desarrollar			
Suelo urbanizable no sectorizado (SUNS) sin desarrollar			

Figura 32. Coeficientes de retorno para usos de planeamiento futuro. Fuente: “Normas para redes de saneamiento, versión 3, del Canal de Isabel II.

Con esto se estima que el caudal medio de aguas residuales industriales (procedentes de usos terciarios, dotacionales e industriales), Q_{Im} (l/s):

$$QI_m = \frac{\sum D_I \times C_{rI} \times S_I}{86.400}$$

Donde D_I es la dotación de aguas industriales (l/m²/día), C_{rI} es el coeficiente de retorno según Tabla 5 y S_I es la Superficie edificable permitida para las industrias o servicios (m²). Con los datos anteriores, Q_{Im} es 0,94033 l/s.

En el proyecto de la estación de autobuses se determinará con detalle el caudal de diseño de las instalaciones.



6. DEFINICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CAUDALES A CONECTAR A INFRAESTRUCTURAS

Según las “Normas para redes de saneamiento”, del Canal de Isabel II (CYII), en su 3ª versión (2020) se indica en el apartado III.5.5 considera que el proyectiva debe escoger el periodo de retorno de 10 años y contando con la aprobación Técnica de Canal de Isabel II.

Para redes unitarias, el caudal máximo se calcula mediante la siguiente fórmula del apartado III.5.6 de caudales de cálculo de las Normas de sedes de saneamiento.

$$Q_{\max} = Q_p + QP$$

Donde Q_{\max} es el caudal máximo de diseño, Q_p es el caudal de aguas residuales y QP es el caudal de pluviales para el periodo de retorno de 10 años.

Para el cálculo de aguas residuales:

$$Q_p = 1,6 \times (\sqrt{QT_m} + QT_m) \leq 3 \times QT_m$$

Donde QT_m es el caudal medio total de aguas residuales, que se ha calculado anteriormente (0,80389 l/s). Así pues:

$$QT_m = QD_m + QIm$$

Donde QD_m es el caudal medio de aguas residuales domésticas (procedentes de consumo urbano residencial) (l/s) y, como ya se ha comentado, QIm (l/s) es el caudal medio de aguas residuales industriales (procedentes de usos terciarios, dotacionales e industriales). Al no asociarse actividad doméstica, directamente QT_m es igual a QIm (0,94033 l/s).

Volviendo a la ecuación de Q_p y sustituyendo los valores se obtiene que:

$$Q_p = 1,6 \times (\sqrt{QT_m} + QT_m) = 2,72102 \text{ l/s} \leq 3 \times QT_m = 2,41195 \text{ l/s}$$

Viendo que se incumple la relación y debe ser considerado un caudal más restrictivo, se considera que el caudal punta total de aguas residuales es de 2,41195 l/s. Además, el caudal real será significativamente menor ya que solo habrá servicios higiénicos en las zonas cubiertas dentro de la zona de la estación, que será muy inferior a los metros edificables máximos.

Volviendo a Q_{\max} , y con un caudal de pluviales (QP) de 0,17 m³/s (173,3 l/s) que será muy superior al generado por los usuarios de la estación, se obtiene:

$$Q_{\max} = Q_p + QP = 173,3 \frac{\text{l}}{\text{s}} + 2,41195 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 175,7 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$



7. CARACTERÍSTICAS DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN

7.1. GENERALIDADES

Dentro del proyecto de urbanización se detallarán las características de las infraestructuras de saneamiento, pero en cualquier caso deben cumplir al menos con las siguientes:

- En la hipótesis de circulación del caudal mínimo de diseño (Q_{min}), deberá verificarse que la velocidad de circulación del agua supera, en general, el valor de 0,60 m/s. El diámetro mínimo de la conducción viene determinado por el diámetro mínimo exigido por el Ayuntamiento de Alcalá de Henares y las propias normas del CYII.
- Los colectores se predimensionarán, en el primer tanteo geométrico que efectúe el proyectista, con perfiles longitudinales cuyas pendientes estén comprendidas entre el 1% y el 4%. El dimensionamiento definitivo y en consecuencia las pendientes y secciones correspondientes a cada tramo de colector, se obtendrá de la comprobación del régimen hidráulico que se consiga de modo que se cumplan los siguientes criterios:
 - La velocidad mínima no deberá ser inferior a 0,6 m/s bajo el caudal mínimo de aguas residuales. En caso de que ésta no se cumpliera, será admisible la pendiente y sección dispuesta si se verifica el cumplimiento de la velocidad anterior para el caudal medio de aguas residuales.
 - En colectores unitarios o en colectores de pluviales de redes separativas, la velocidad máxima, bajo el caudal máximo de diseño, no deberá ser superior a 5 m/s. De manera excepcional, dicha velocidad se podrá considerar de 6 m/s, en caso de colectores de hormigón o gres.
- En las conducciones cuyo funcionamiento sea en lámina libre, deberá comprobarse que, en la hipótesis de circulación del caudal máximo de proyecto (Q_{max}), su llenado es inferior al 75% u 85% de la sección en los casos de conducciones de aguas residuales o de aguas pluviales, respectivamente. Para el caso de redes unitarias el llenado será inferior al 75%.
- Las pérdidas de carga continuas, J , en una conducción parcialmente llena se identifican con la pendiente de la misma. Su cálculo se podrá realizar, de manera simplificada, mediante la expresión de Manning:

$$J = \frac{\Delta H_c}{L} = \frac{v^2 n^2}{R_H^{4/3}}$$

J pérdida de carga continua, por unidad de longitud, en m/m (igual a la pendiente de la conducción)

ΔH_c pérdida de carga continua, en m

L longitud del tramo, en m

v velocidad del agua, en m/s n coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

R_H radio hidráulico de la conducción, en m



- Adicionalmente a las pérdidas de carga continuas, deberán calcularse las pérdidas de carga localizadas ΔH_l en las piezas especiales, las cuales suelen evaluarse como una fracción K_l del término $v^2/2g$, en la que el término v es la máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial.
- En las redes de alcantarillado, y en la hipótesis de circulación del caudal mínimo de diseño (Q_{min}), deberá verificarse que todas las partículas del agua residual de diámetro equivalente inferior a 3 mm son arrastradas por la corriente. Cuando la condición anterior sea difícilmente cumplible, será admisible con que se verifique para el caudal medio de aguas residuales correspondiente ($Q_{Dm} + Q_{Im}$).

En cualquier caso, deberá seguirse la última versión de las Normas para Redes de Saneamiento del CYII y las ordenanzas vigentes del municipio de Alcalá de Henares.

7.2. **DEPURADORA – SEPARADORA DE GRASAS**

Se contempla la instalación de una depuradora que separe los sólidos arrastrados, así como las grasas e hidrocarburos entre otros provenientes del lavado del suelo como consecuencia del tránsito de vehículos que emplean combustibles fósiles.

Mediante la instalación de un sistema de separación, se podrán eliminar con facilidad los sedimentos y partículas sólidas, además de las grasas mencionadas. Esto es posible mediante mecanismos físicos, pero se podría complementar con un sistema más avanzado de filtración para mejorar la calidad del agua antes del vertido en la red.

En todo caso, en caso de sobrepasar el caudal de diseño del sistema se debe poder verter a la red sin la preocupación de la rotura del sistema de depuración.

Esta depuración se localizará en la red de pluviales, ya que el resto de aguas que se generan dentro de la parcela se asemejan a las residuales domésticas (servicios higiénicos de usuarios de la estación). Así pues, el caudal de diseño se realizará teniendo en cuenta exclusivamente el caudal máximo de pluviales, que en este caso es, para un periodo de retorno de 10 años, de 173,3 l/s.



ÍNDICE DE PLANOS

TOMO 1	
01.10 Hidrología del municipio de Alcalá de Henares	1:45.000.
01.20 Hidrología del entorno del ámbito	1:5.000.
02.00 Aguas subterráneas en el municipio de Alcalá de Henares	1:45.000.
03.00 Cuencas presentes en el municipio de Alcalá de Henares	1:45.000.
TOMO 2	
04.11 SNCZI. Peligrosidad por inundación municipio de Alcalá de Henares	1:45.000.
TOMO 3	
04.12 SNCZI. Peligrosidad por inundación en el entorno del ámbito	1:5.000.
04.21 SNCZI. Riesgo económico por inundación en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.22 SNCZI. Riesgo económico por inundación en el entorno del ámbito	1:5.000.
TOMO 4	
04.31 SNCZI. Riesgo poblacional por inundación en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.32 SNCZI. Riesgo poblacional por inundación en el entorno del ámbito	1:5.000.
04.41 SNCZI. Riesgo ambiental por inundación en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.42 SNCZI. Riesgo ambiental por inundación en el entorno del ámbito	1:5.000.
TOMO 5	
04.51 CHT. Calados por inundación T10 años en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.52 CHT. Calados por inundación T10 años en el entorno del ámbito	1:5.000.
04.61 CHT. Calados por inundación T100 años en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.62 CHT. Calados por inundación T100 años en el entorno del ámbito	1:5.000.
TOMO 6	
04.71 CHT. Calados por inundación T500 años en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.72 CHT. Calados por inundación T500 años en el entorno del ámbito	1:5.000.
05.10 Curvas de nivel de alta resolución. Paso 0,025 m	1:1.250.
05.20 MDT Alta resolución	1:1.250.
TOMO 7	
05.30 Ráster dirección de escorrentías 1	1:1.250.
05.40 Ráster dirección de escorrentías 2	1:750.

Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:55:11
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701442704352176601 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES

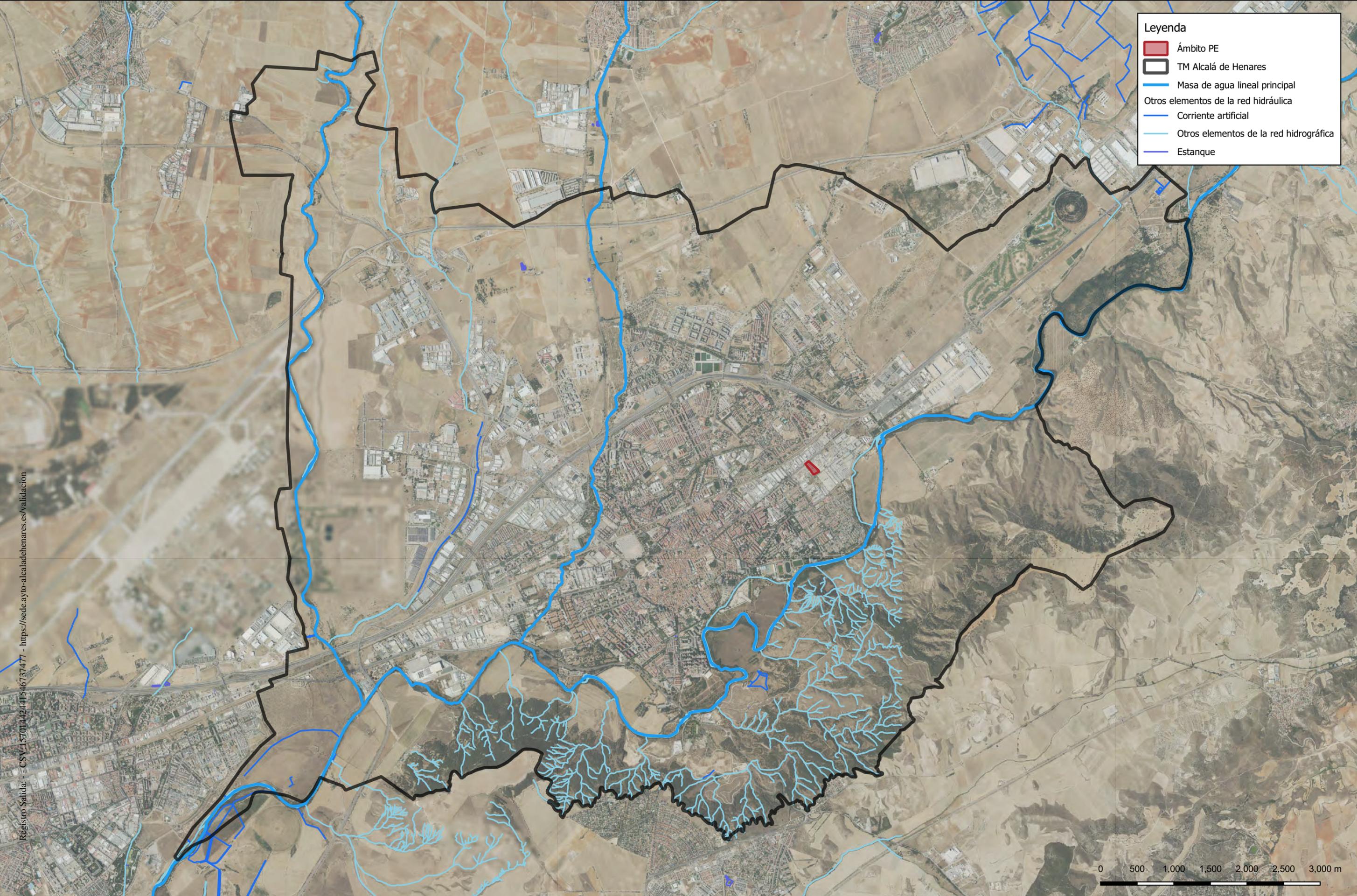


ÍNDICE DE PLANOS

TOMO 1	
01.10 Hidrología del municipio de Alcalá de Henares	1:45.000.
01.20 Hidrología del entorno del ámbito	1:5.000.
02.00 Aguas subterráneas en el municipio de Alcalá de Henares	1:45.000.
03.00 Cuencas presentes en el municipio de Alcalá de Henares	1:45.000.
TOMO 2	
04.11 SNCZI. Peligrosidad por inundación municipio de Alcalá de Henares	1:45.000.
TOMO 3	
04.12 SNCZI. Peligrosidad por inundación en el entorno del ámbito	1:5.000.
04.21 SNCZI. Riesgo económico por inundación en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.22 SNCZI. Riesgo económico por inundación en el entorno del ámbito	1:5.000.
TOMO 4	
04.31 SNCZI. Riesgo poblacional por inundación en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.32 SNCZI. Riesgo poblacional por inundación en el entorno del ámbito	1:5.000.
04.41 SNCZI. Riesgo ambiental por inundación en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.42 SNCZI. Riesgo ambiental por inundación en el entorno del ámbito	1:5.000.
TOMO 5	
04.51 CHT. Calados por inundación T10 años en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.52 CHT. Calados por inundación T10 años en el entorno del ámbito	1:5.000.
04.61 CHT. Calados por inundación T100 años en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.62 CHT. Calados por inundación T100 años en el entorno del ámbito	1:5.000.
TOMO 6	
04.71 CHT. Calados por inundación T500 años en Alcalá de Henares	1:70.000.
04.72 CHT. Calados por inundación T500 años en el entorno del ámbito	1:5.000.
05.10 Curvas de nivel de alta resolución. Paso 0,025 m	1:1.250.
05.20 MDT Alta resolución	1:1.250.
TOMO 7	
05.30 Ráster dirección de escorrentías 1	1:1.250.
05.40 Ráster dirección de escorrentías 2	1:750.

Leyenda

- Ámbito PE
- TM Alcalá de Henares
- Masa de agua lineal principal
- Otros elementos de la red hidráulica
- Corriente artificial
- Otros elementos de la red hidrográfica
- Estanque

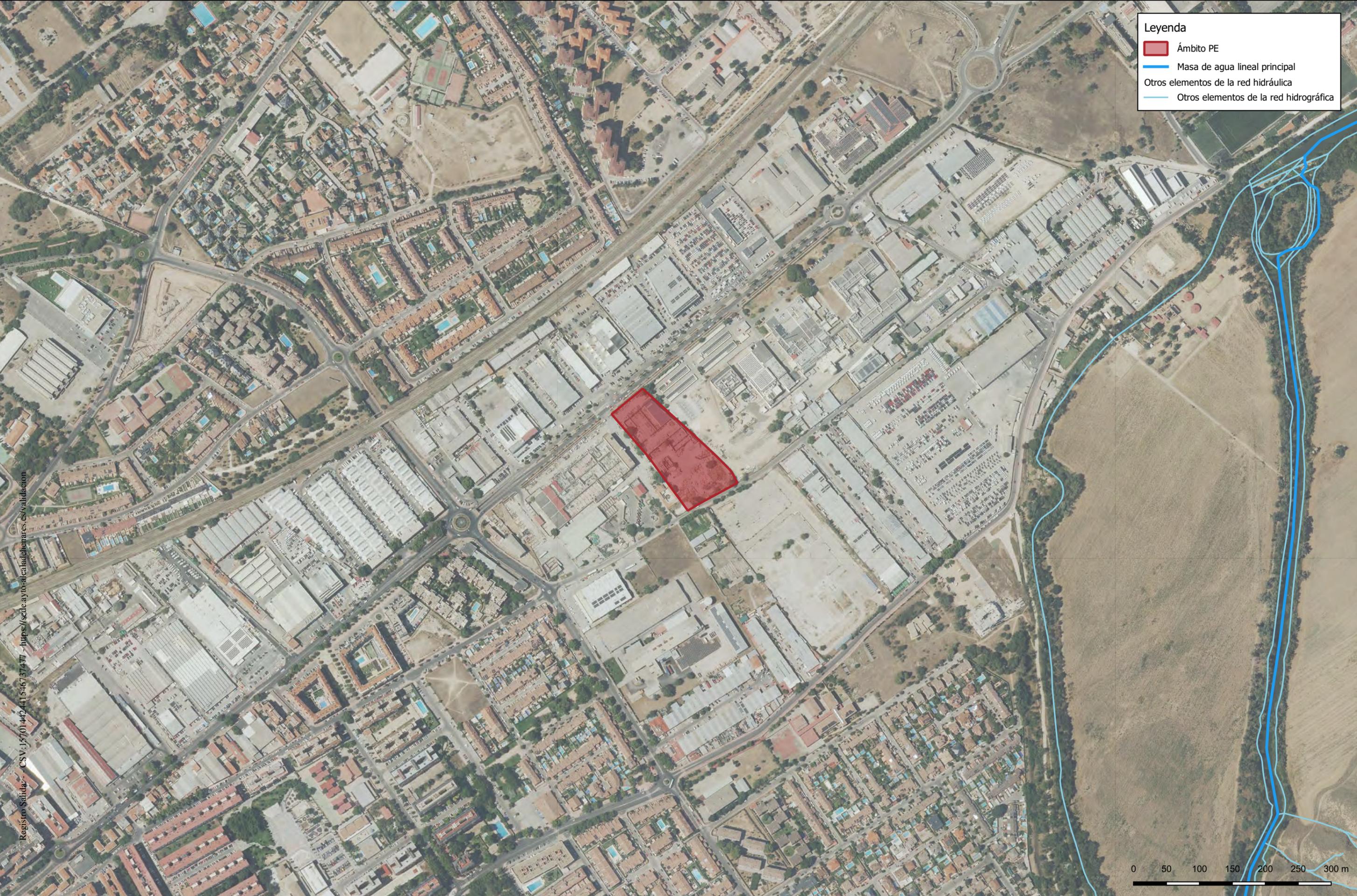


Registro Salida: - CSV-1570142411546737477 - https://sede.ayto-alcaldedehenares.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE
- Masa de agua lineal principal
- Otros elementos de la red hidráulica
- Otros elementos de la red hidrográfica

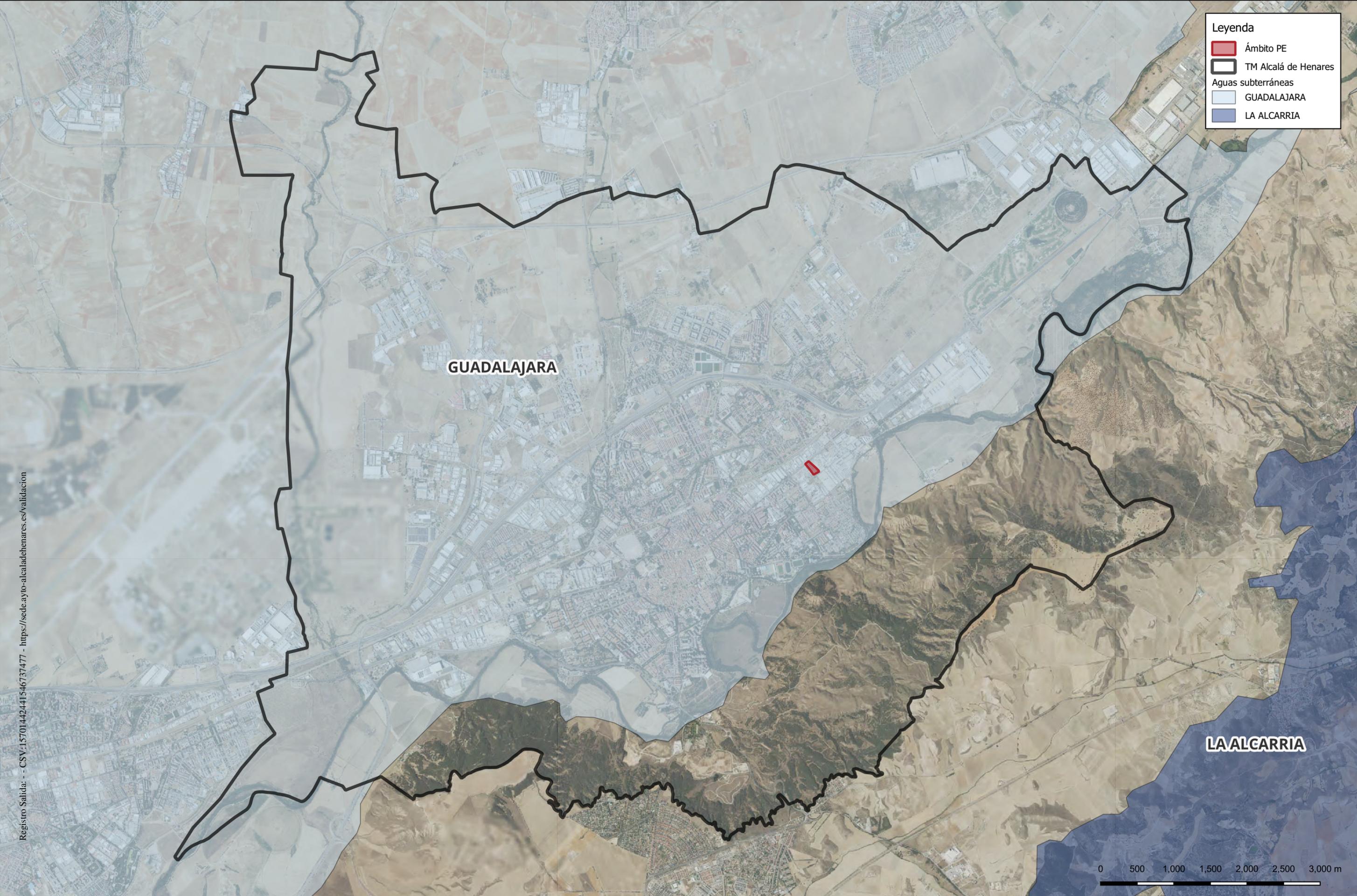


Registro Solicitud: CSV: 15701442441546737477 - https://sede.ayto-alecaladenares.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE
- TM Alcalá de Henares
- Aguas subterráneas
- GUADALAJARA
- LA ALCARRIA

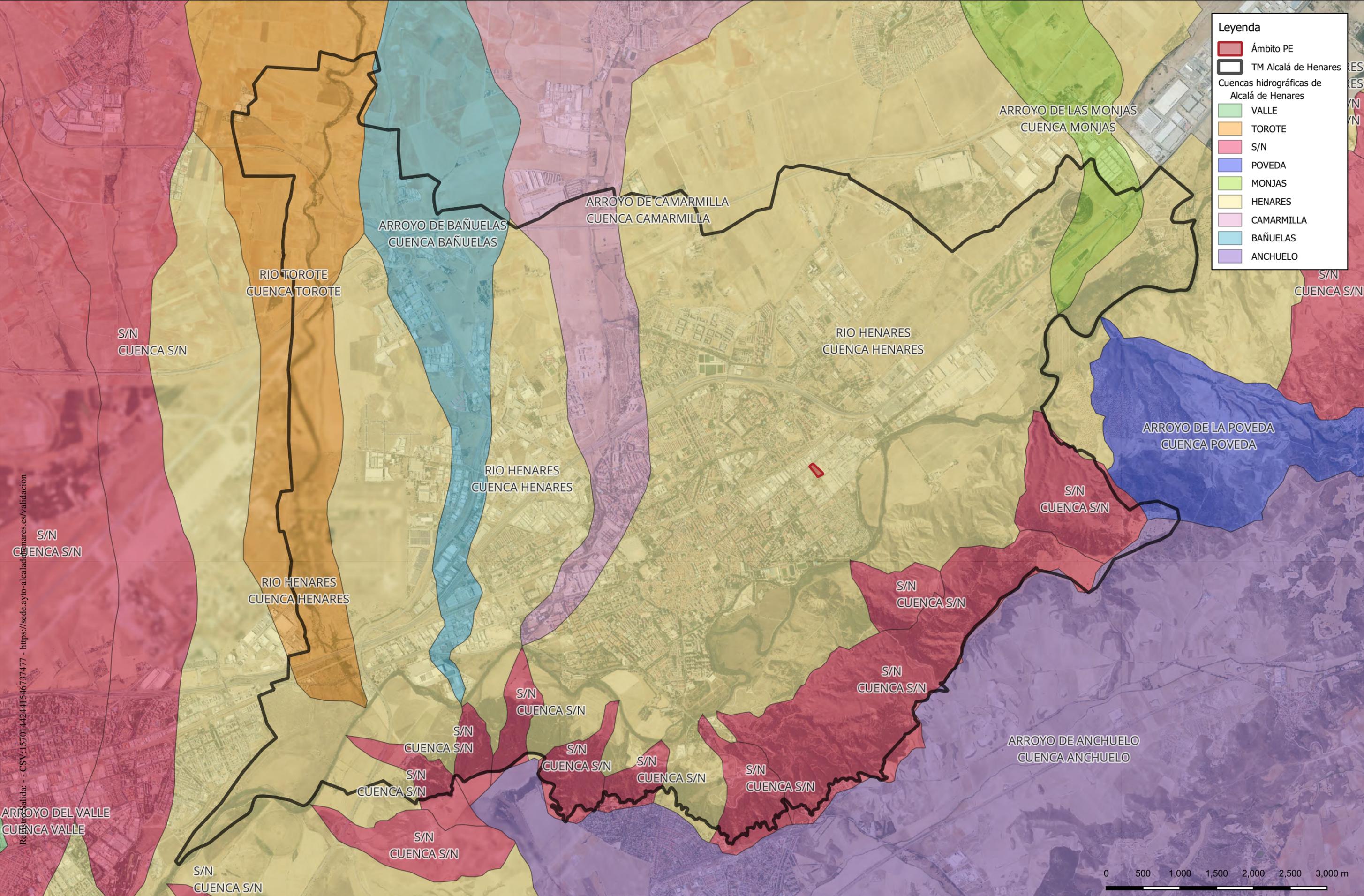


Registro Salida: - CSV:1570142441546737477 - https://sede.ayto-alcaldedehenares.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE
- TM Alcalá de Henares
- Cuencas hidrográficas de Alcalá de Henares
- VALLE
- TOROTE
- S/N
- POVEDA
- MONJAS
- HENARES
- CAMARMILLA
- BAÑUELAS
- ANCHUELO



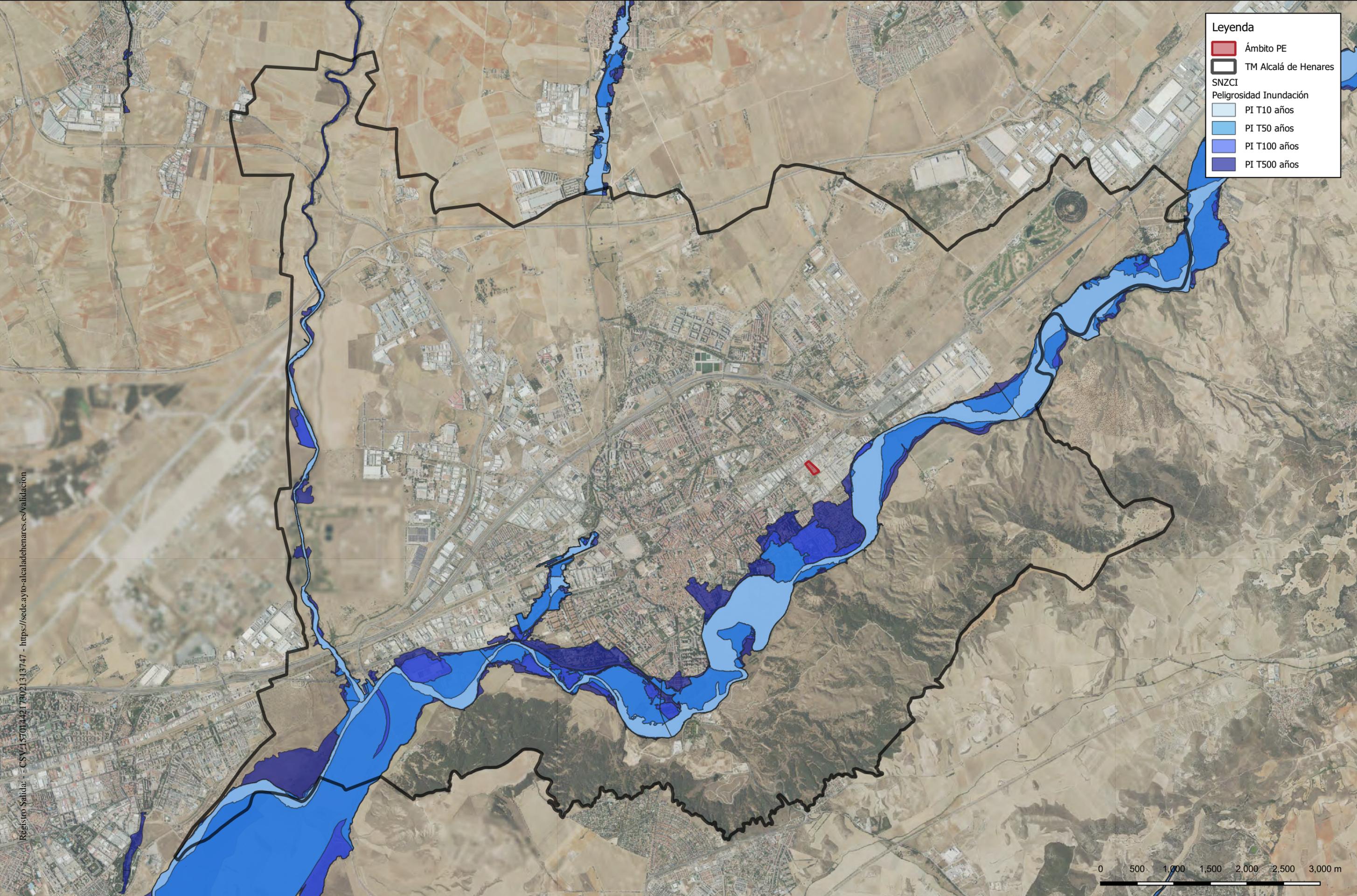
Referencia: - CSV: 1570142441546737477 - https://sede.ayto-alcala.com/validacion



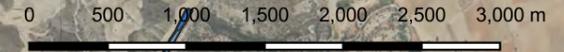
Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:55:16
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701442441546737477 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES

Leyenda

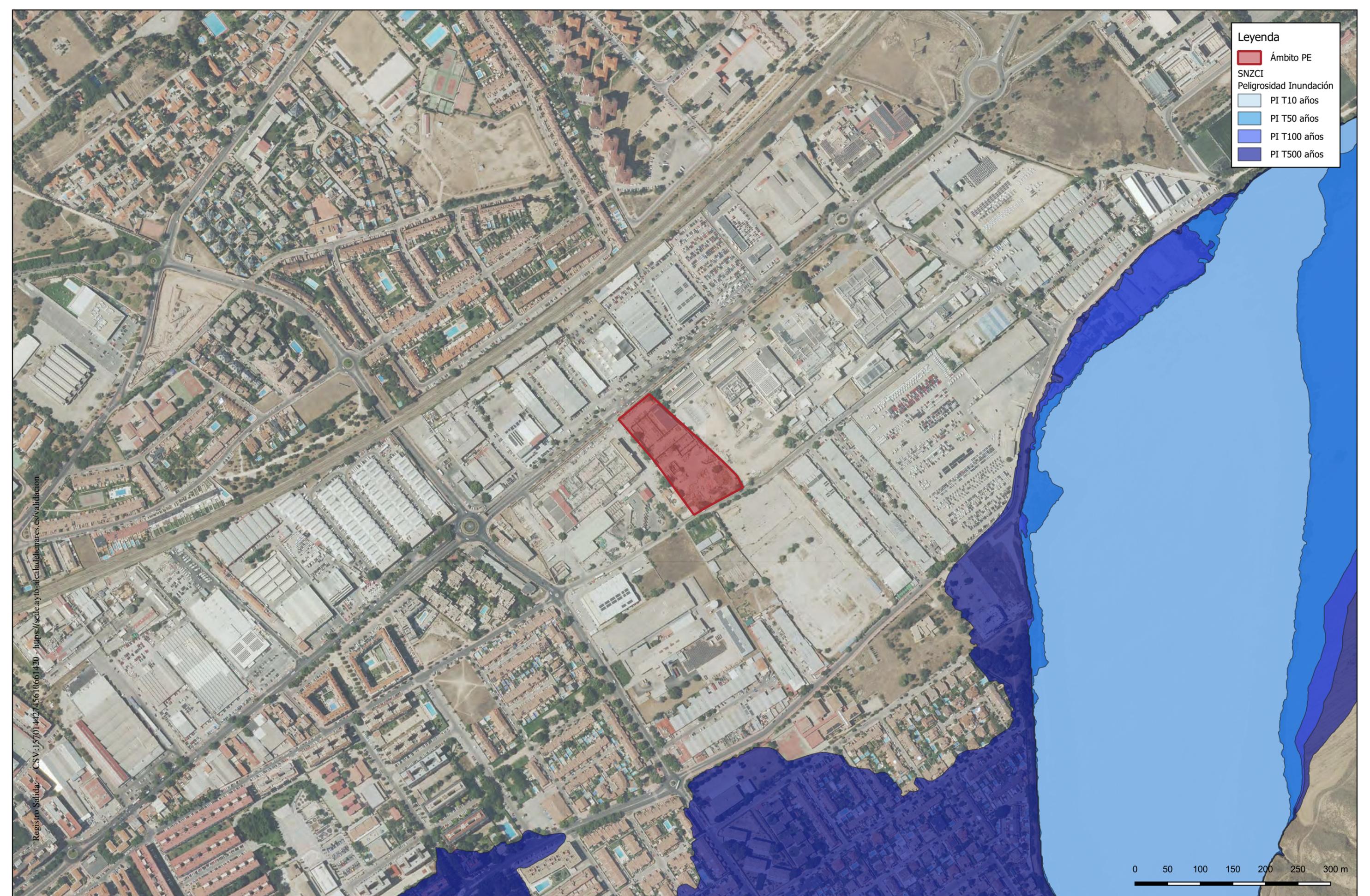
- Ámbito PE
- TM Alcalá de Henares
SNZCI
- Peligrosidad Inundación**
- PI T10 años
- PI T50 años
- PI T100 años
- PI T500 años



Registro Salida: - CSV-1570142173021313747 - https://sede.ayto-alcaldedehenares.es/validacion



Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:55:20
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701442173021313747 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES



Leyenda

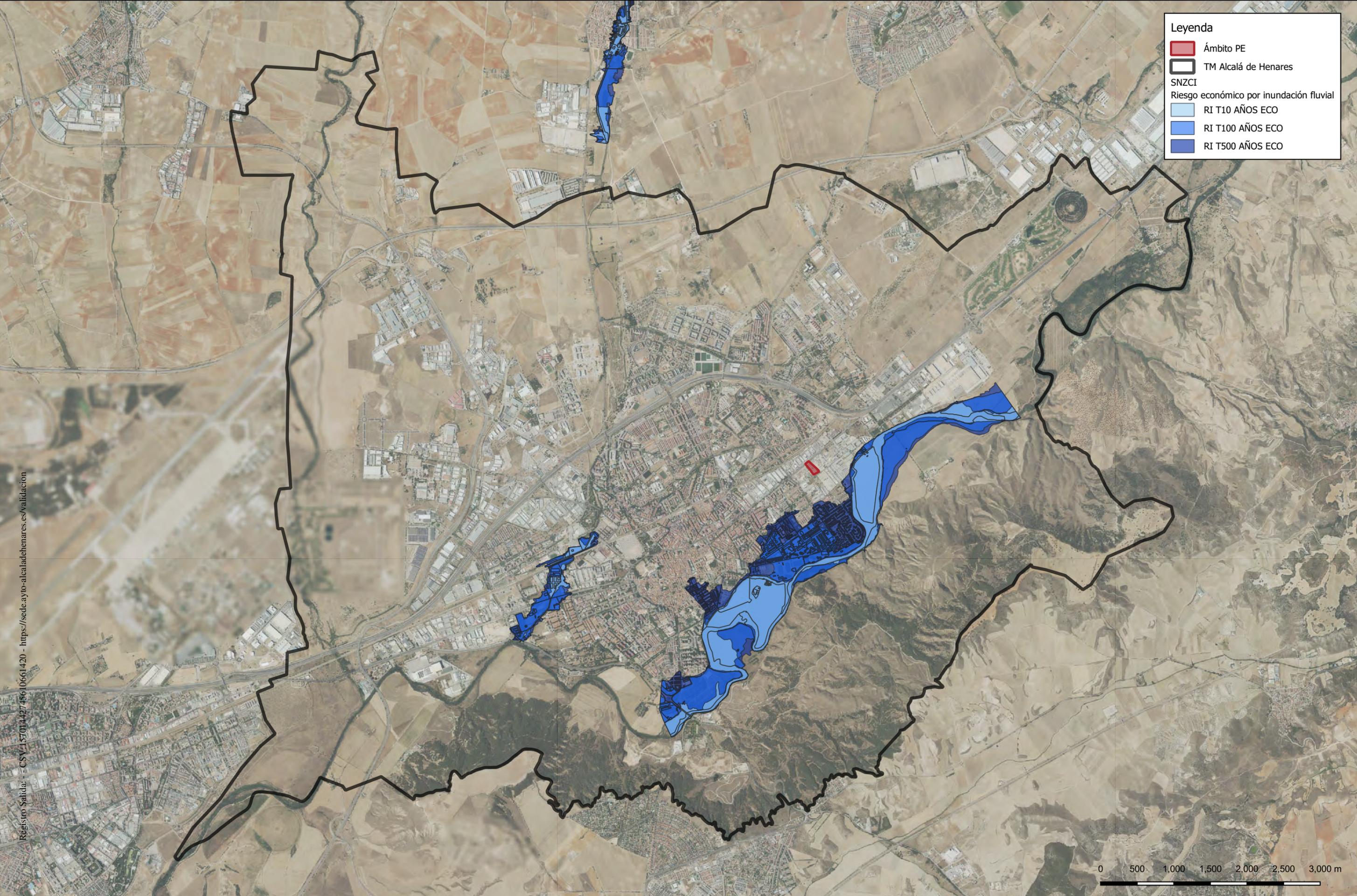
- Ámbito PE
- SNZCI
- Peligrosidad Inundación
- PI T10 años
- PI T50 años
- PI T100 años
- PI T500 años

Registro Sññida: CSV: 15701442745610661420 - https://sede.ayto-alecaladenares.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE
- TM Alcalá de Henares
- SNCZI**
- Riesgo económico por inundación fluvial
- RI T10 AÑOS ECO
- RI T100 AÑOS ECO
- RI T500 AÑOS ECO

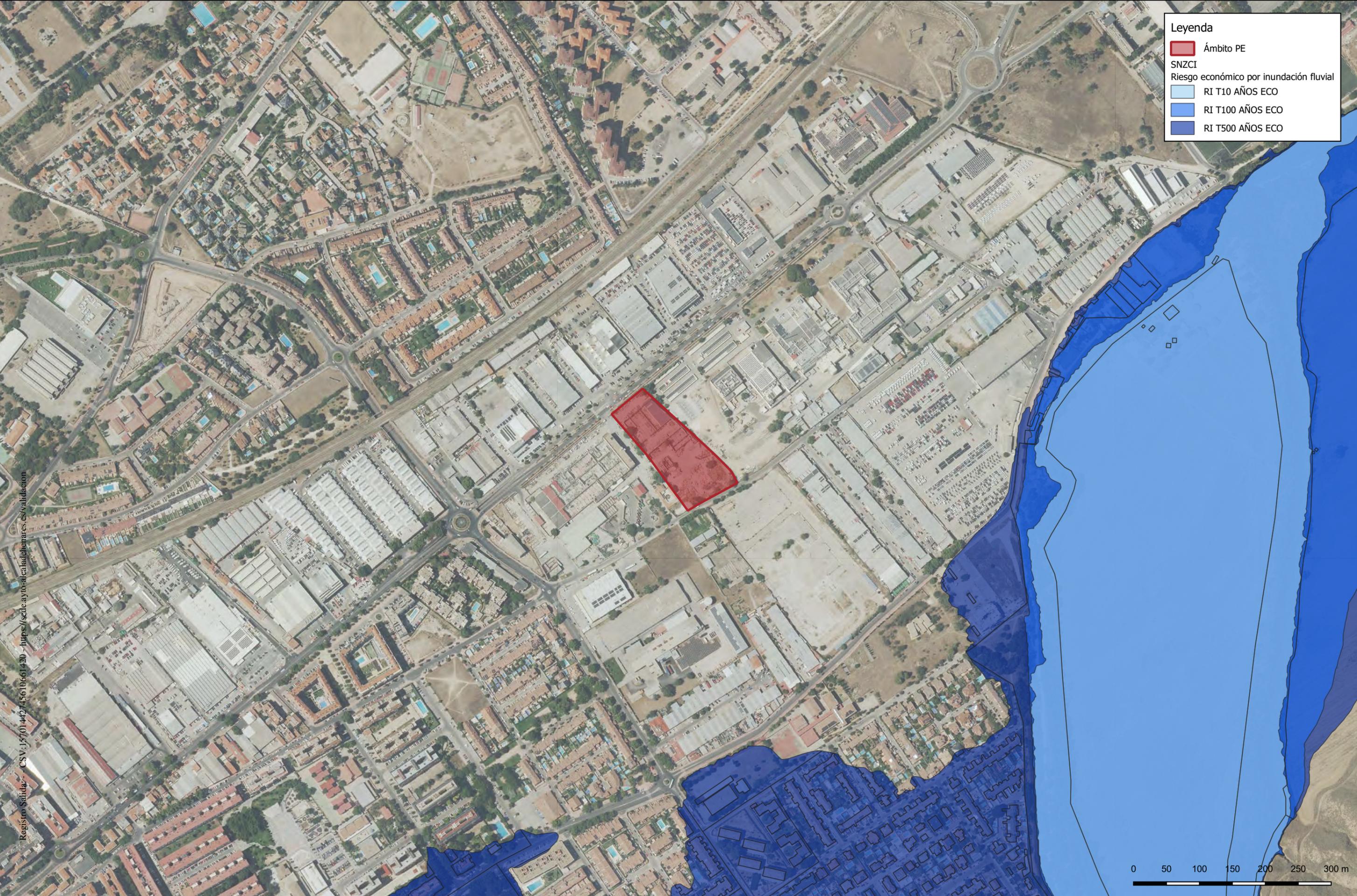


Registro Salida: - CSV:1570142745610661420 - https://sede.ayto-alcaladehenares.es/validacion

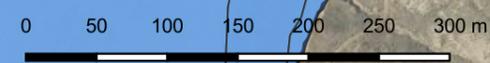


Leyenda

- Ámbito PE**
- SNZCI**
- Riesgo económico por inundación fluvial**
- RI T10 AÑOS ECO**
- RI T100 AÑOS ECO**
- RI T500 AÑOS ECO**



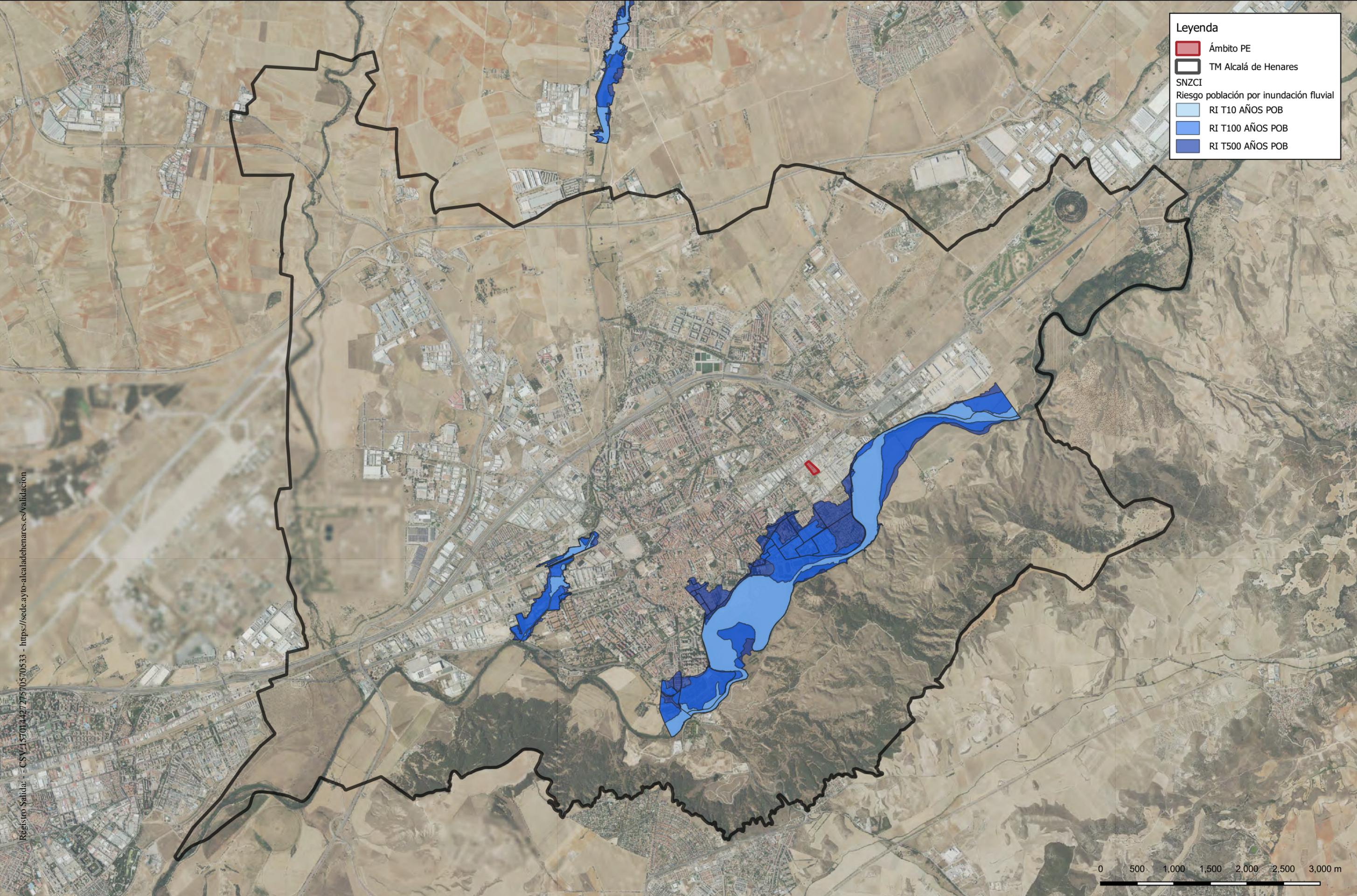
Registro Solicitud: CSV: 15701442745610661420 - https://sede.ayto-alcaldenhaires.es/validacion



Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:55:27
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701442745610661420 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES

Leyenda

- Ámbito PE
- TM Alcalá de Henares
- SNZCI**
- Riesgo población por inundación fluvial
- RI T10 AÑOS POB
- RI T100 AÑOS POB
- RI T500 AÑOS POB



Registro Salida: - CSV-1570142777570570533 - https://sede.ayto-alcaldedehenares.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE**
- SNZCI**
- Riesgo población por inundación fluvial**
- RI T10 AÑOS POB**
- RI T100 AÑOS POB**
- RI T500 AÑOS POB**

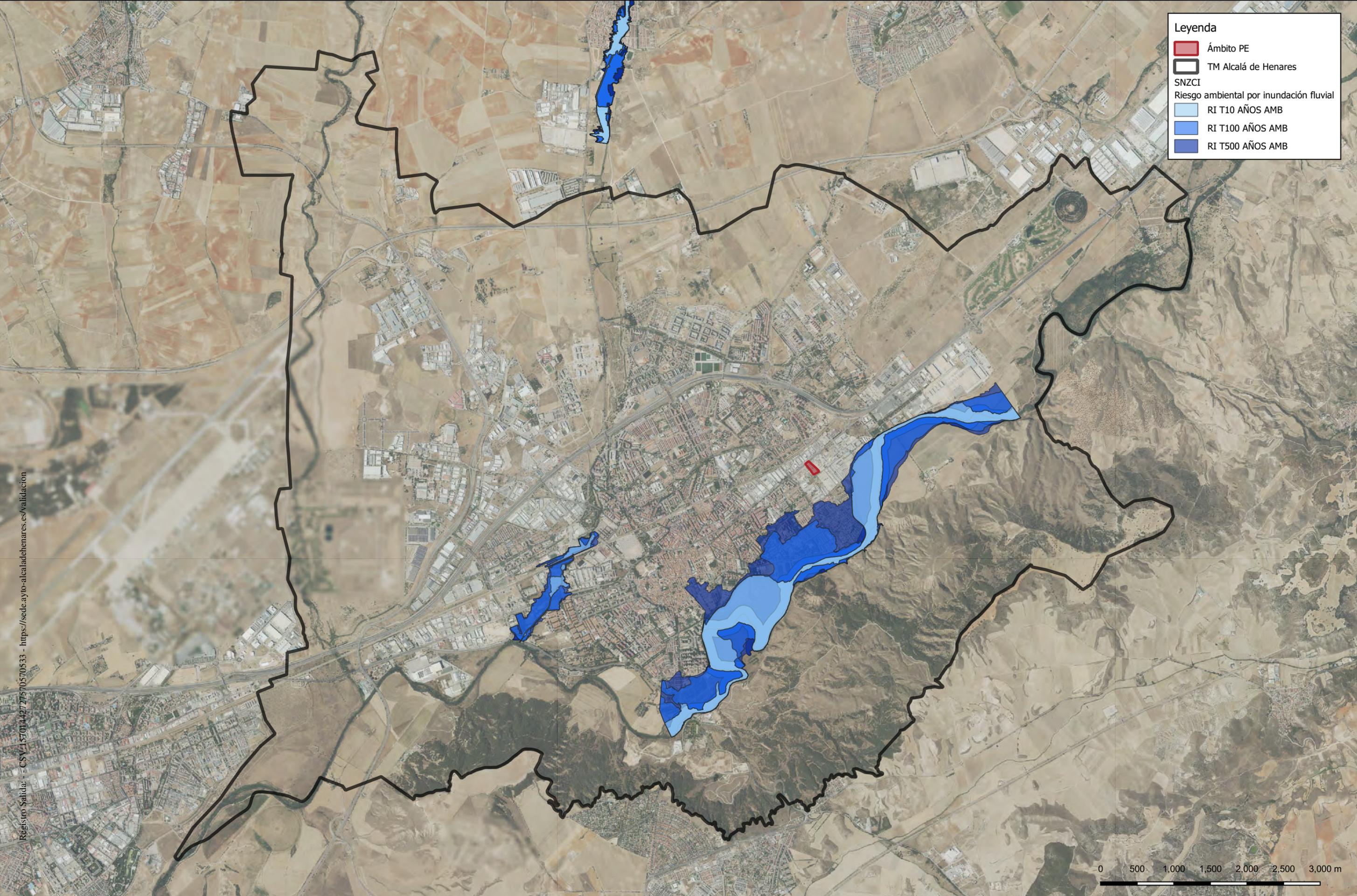


Registro Solicitud: CSV: 15701442727570570533 - https://sede.ayto-alcaldenhaires.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE
- TM Alcalá de Henares
- SNZCI
- Riesgo ambiental por inundación fluvial
- RI T10 AÑOS AMB
- RI T100 AÑOS AMB
- RI T500 AÑOS AMB



Registro Salida: - CSV-1570142777570570533 - https://sede.ayto-alcaldedehenares.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE**
- SNZCI**
- Riesgo ambiental por inundación fluvial**
- RI T10 AÑOS AMB**
- RI T100 AÑOS AMB**
- RI T500 AÑOS AMB**



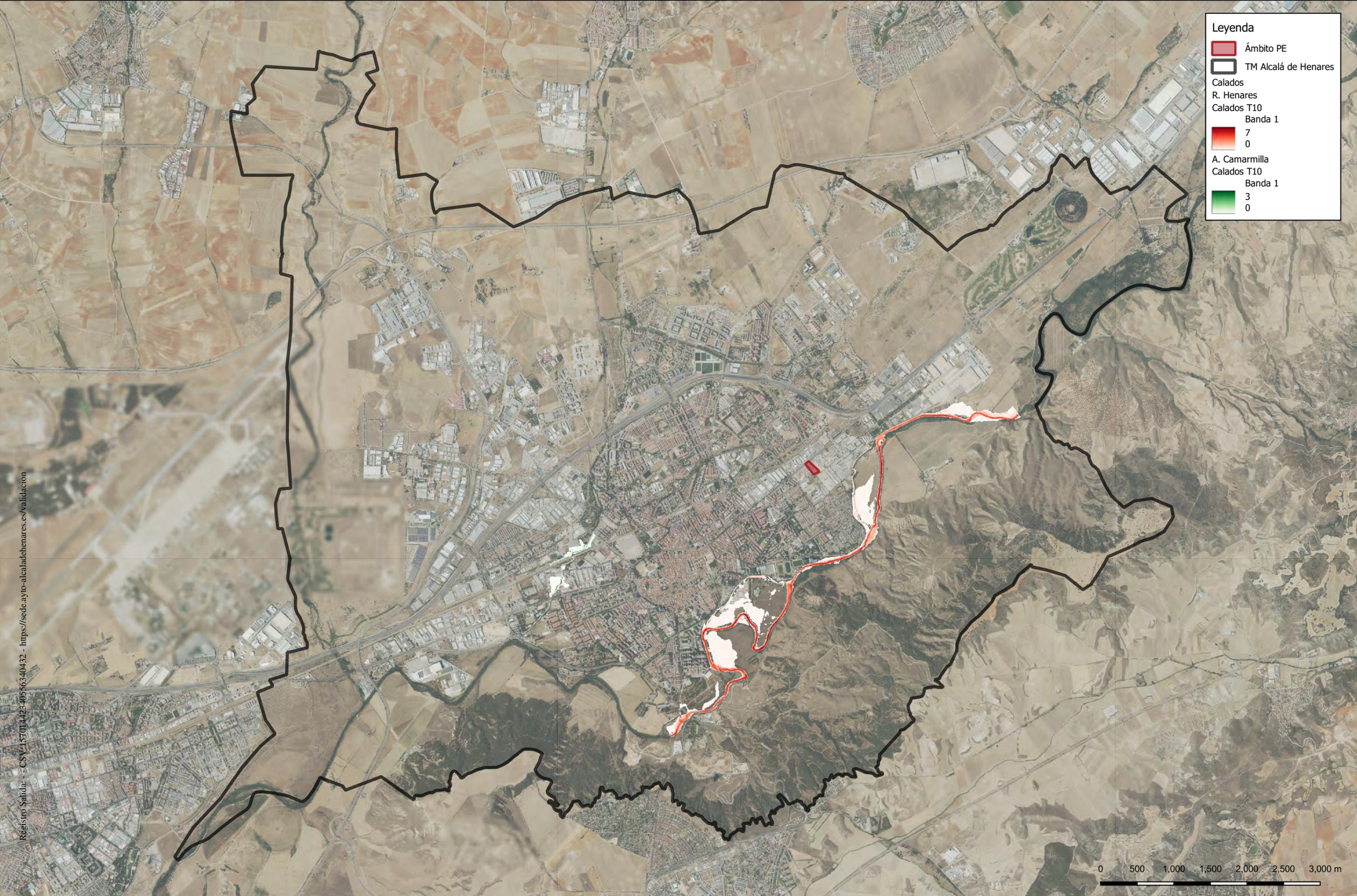
Registro Sññida: CSV:15701442727570570533 - https://sede.ayto-alecaladenares.es/validacion



Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:55:33
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701442727570570533 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES

Leyenda

- Ámbito PE**
- TM Alcalá de Henares**
- Calados
- R. Henares
- Calados T10
- Banda 1
- 7
- 0
- A. Camarmilla
- Calados T10
- Banda 1
- 3
- 0



Registro Salida: - CSV:1570142340556340432 - https://sede.ayto-alcaldedehenares.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE
- Calados
- R. Henares
- Calados T10
- Banda 1
- 7
- 0

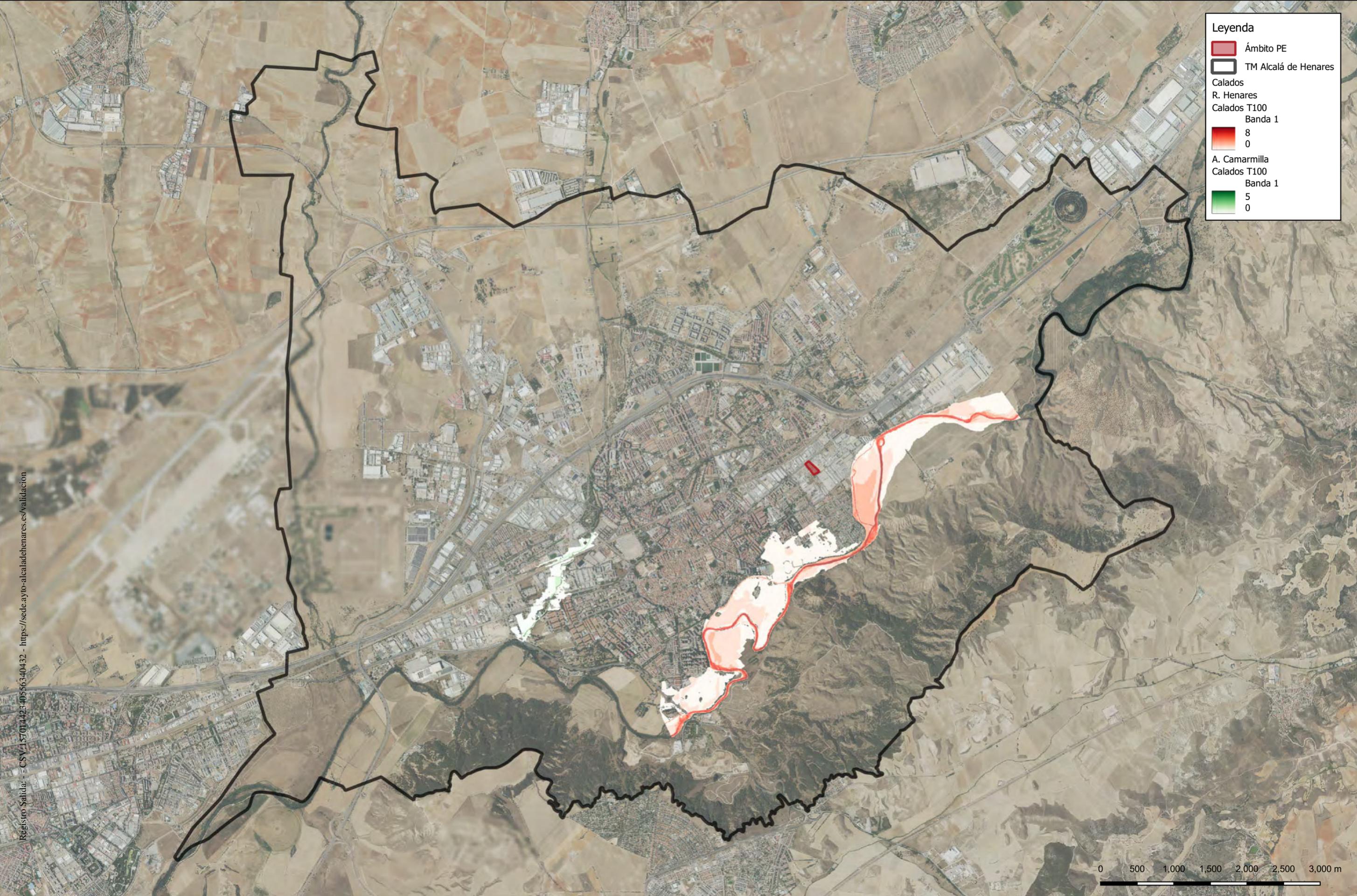


Registro Sanidad - CSV: 15701442340556340432 - https://sede.ayto-alcaldenhaires.es/validacion

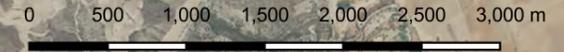


Leyenda

- Ámbito PE
- TM Alcalá de Henares
- Calados
- R. Henares
- Calados T100
- Banda 1
- 8
- 0
- A. Camarmilla
- Calados T100
- Banda 1
- 5
- 0



Registro Salida: - CSY-15701423-40556340432 - https://sede.ayto-alcaldedehenares.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE
- Calados
- R. Henares
- Calados T100
- Banda 1
- 8
- 0



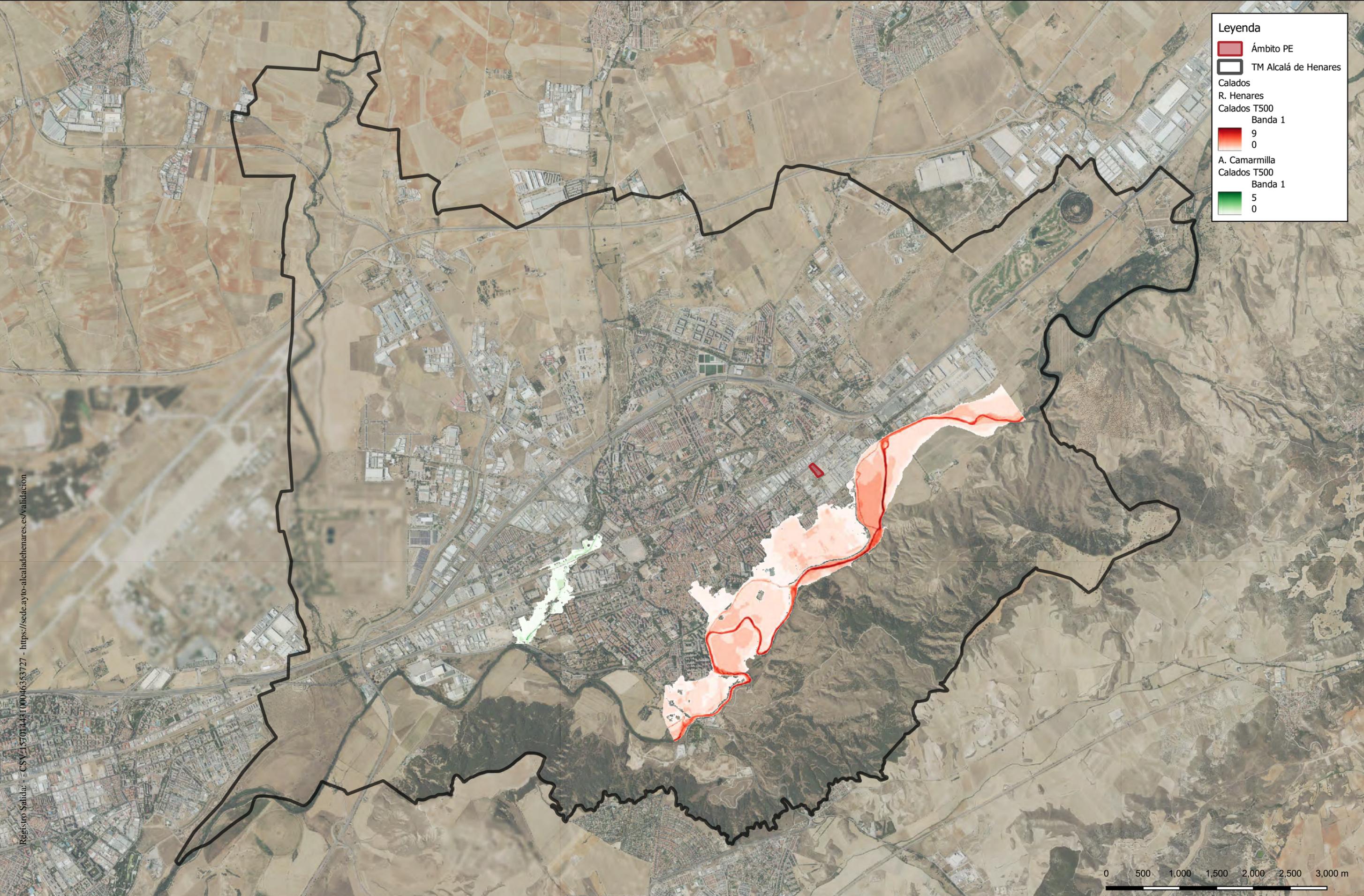
Registro Sñuidos: CSV: 15701442340556340432 - https://secte.ayto-alcaldedehenares.es/validacion



Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:55:39
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701442340556340432 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES

Leyenda

- Ámbito PE
- TM Alcalá de Henares
- Calados
- R. Henares
- Calados T500
- Banda 1
- 9
- 0
- A. Camarmilla
- Calados T500
- Banda 1
- 5
- 0



Registro Salida: - CSV-15701443100046353727 - https://sede.ayto-alcaladehenares.es/validacion



Leyenda

- Ámbito PE
- Calados R. Henares
- Calados T500
- Banda 1
- 9
- 0



Registro Sñalida: CSV: 15701443 100004653727 - https://sede.ayto-alecaladenares.es/validacion

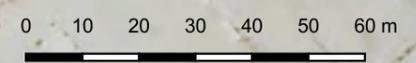


Leyenda

- Ámbito PE
- Curvas de nivel. Paso: 0,025 m
- Curvas de nivel. Paso: 0,125 m



Registro Salida: - - CSV: 15701443100046353727 - https://sede.ayto.alcaladehenares.es/validacion

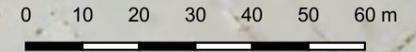


Leyenda

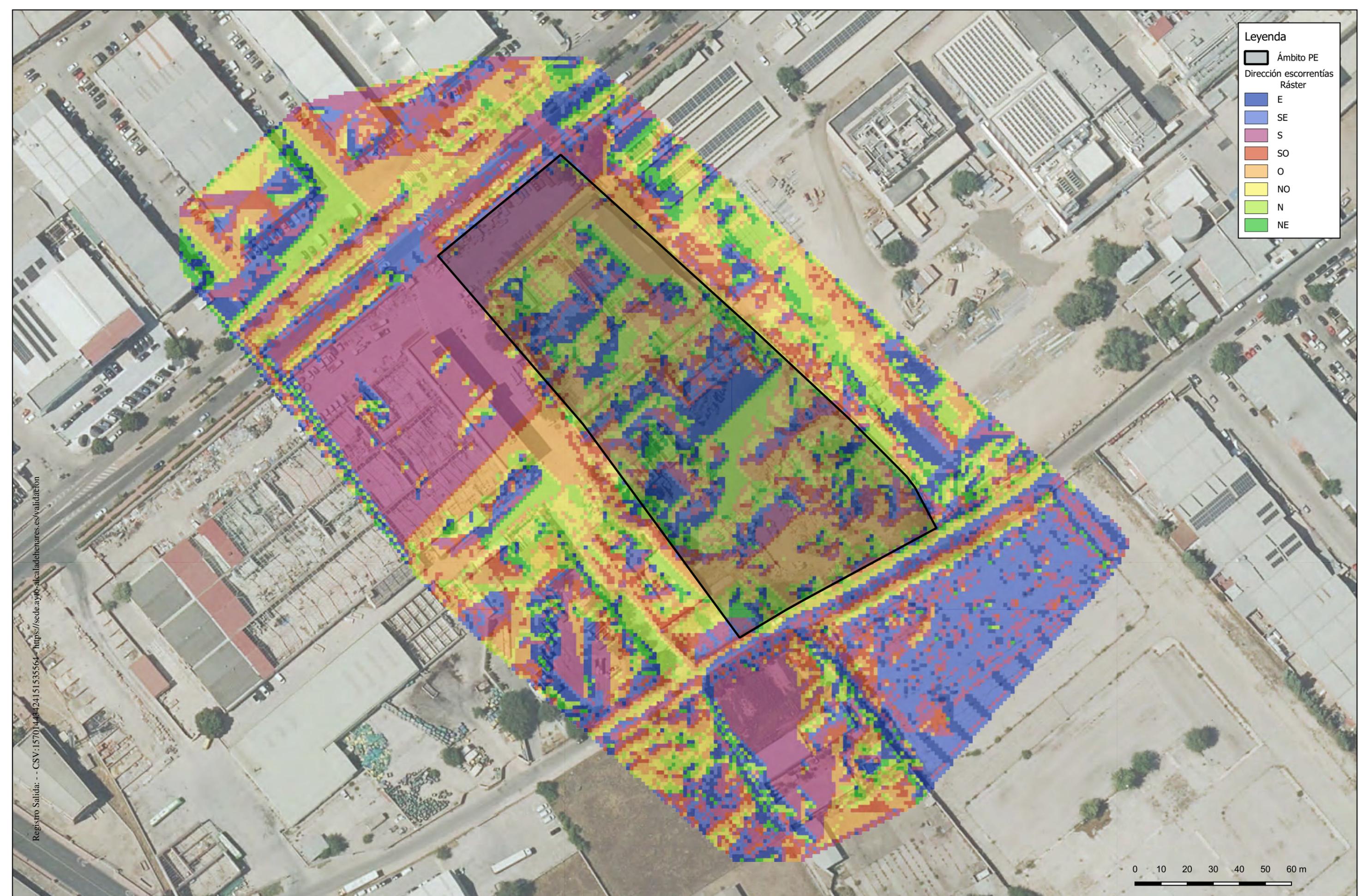
- Ámbito PE
- MDT Alta Resolución
Banda 1
- 591.20001
- 590.09998



Registro Salida: - - CSV: 15701443100046353727 - https://sede.ayto.alcaladehenares.es/validacion



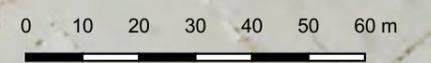
Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:55:45
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701443100046353727 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES

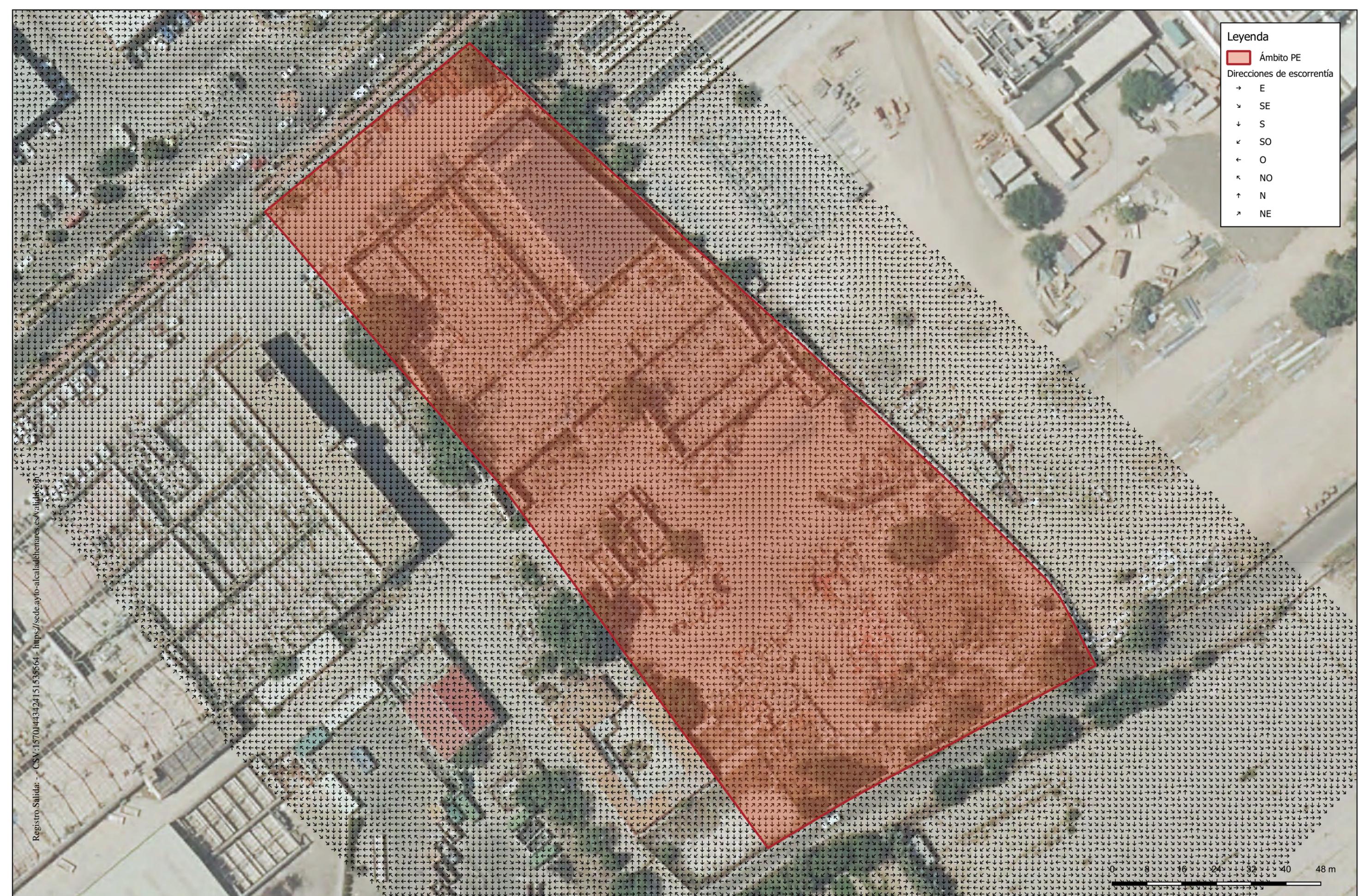


Leyenda

- Ámbito PE
- Dirección escorrentías Ráster
- E
- SE
- S
- SO
- O
- NO
- N
- NE

Registro Salida: - - CSV: 1570143424151355564 - https://scde.ayto.alcaladehenares.es/validacion





Legenda

Ámbito PE

Direcciones de escorrentía

- E
- ↘ SE
- ↓ S
- ↙ SO
- ← O
- ↖ NO
- ↑ N
- ↗ NE

Registro Sanidad: - CSV: 15701443424151535564 - https://sede.ayto-alcaldenhaires.es/validador/



Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:55:51
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701443424151535564 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS AL PLAN ESPECIAL DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES EN EL POLÍGONO 13A DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES

ESTUDIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

MAYO 2025

CLIENTE:



Pl. de Cervantes, 12,
28801 Alcalá de Henares, Madrid
Tif. 918 883 300

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

GRUPO DAYHE
DEVELOPMENT & INVESTMENT



C/ En Sanç, nº 3 - puerta 1.

46001 València

Telf. 96 368 55 53.

www.grupodayhe.es

Coordinación del proyecto:

Álvaro Yécora Bujanda.

Licenciado CCAA Col. nº 1.150
Ing. Técnico Forestal Col. nº 6.815
Ing. Industrial



EQUIPO TÉCNICO REDACTOR

Ha intervenido en la redacción del presente Estudio de Cambio Climático de los estudios complementarios al Plan Especial de la Estación de Autobuses en el Polígono 13A del PGOU de Alcalá de Henares, el siguiente equipo técnico:

DIRECCIÓN

- Coordinador: Álvaro Yécora Bujanda
- Titulación: Ldo. CCAA Col. N° 1.150. Ing. Téc. Forestal Col. 6.815, Ing. Industrial
- Dirección.....C/ En Sanz, n.º 3, pta. 1. 46001 Valencia.
- Promotor del Plan: Ayuntamiento de Alcalá de Henares.

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR

- Alejandro Navarro Maeztu.....Arquitecto. Colegiado n ° 5.614
- José Luis Gallego Suárez.... Ingeniero Geodésico, Cartográfico y Topográfico. Ingeniero Técnico en Topografía. Programa I.E.S.E.
- José Fco. Bedmar del Peral Ingeniero de obras públicas.
- María Belén Orts Forte..... *Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos.*
- Daniel Alemany Simó Ingeniero Industrial.
- Claudia Sofía Apráez Salazar..... Arquitecta.
- Cristina Muñoz González..... Arquitecta.
- Iván Gómez Molina Arquitecto.
- Adrián Langa Sánchez Ingeniero Técnico Forestal. Máster en Tecnologías de la información geográfica para la ordenación del territorio: sistemas de información geográfica y teledetección.
- Iolanda Maronda Tarrasa.....Graduada en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- José Arturo Rosa Reyes.....Ing. Civil. Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- Joely Zagastizabal MontesIng. Civil, Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- Carlos Mondéjar Castañeda Ingeniero Industrial.
- José Luís Negro Viñes Ingeniero Agrónomo
- Isabel García Ciscar..... *Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos*



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVO Y ÁMBITO DE ESTUDIO.....	2
2.1.	OBJETIVOS.....	2
2.2.	ÁMBITO DE ESTUDIO	2
3.	MARCO NORMATIVO.....	6
4.	METODOLOGÍA.....	7
4.1.	MITIGACIÓN Y EMISIONES DE GEI (HUELLA DE CARBONO).....	7
4.1.1	IMPORTANCIA DEL DESARROLLO URBANÍSTICO SOSTENIBLE	7
4.1.2	BASES CONCEPTUALES DE LA HUELLA DE CARBONO.....	9
4.1.3	MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DESARROLLO URBANÍSTICO	10
4.1.4	RELEVANCIA SOCIAL Y ECONÓMICA.....	12
4.2.	CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO.....	13
4.3.	RESULTADOS DE LA HUELLA DE CARBONO	14
4.3.1	EMISORES DE CO ₂ POR FUENTES	15
5.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS CLIMÁTICOS	17
5.1.1	IMPACTOS AMBIENTALES.....	17
5.1.2	IMPACTOS SOCIALES.....	17
6.	ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	18
6.1.	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN.....	18
6.1.1	ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO.....	18
6.1.2	DETALLES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE CADA MEDIDA.....	19
6.2.	EFFECTIVIDAD DE MEDIDAS CORRECTORAS.....	20
6.3.	MÉTODOS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO:.....	20
6.4.	CUMPLIMIENTO DE MEDIDAS.....	21
6.5.	GESTIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	21
6.6.	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	22
7.	ADECUACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS	24
7.1.	EVALUACIÓN Y RIESGOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	24
7.2.	FASE 1. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD	24
7.2.1	SENSIBILIDAD	24
7.2.2	EXPOSICIÓN.....	25
7.2.3	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	26
7.3.	FASE 2- EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	27
7.3.1	ANÁLISIS DE PROBABILIDAD	28
7.3.2	ANÁLISIS DEL IMPACTO	28
7.4.	ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCUTRA	29



8.	MITIGACIÓN DE EFECTO ISLA DE CALOR URBANA	30
8.1.	ANÁLISIS DEL EFECTO DE ISLAS DE CALOR URBANA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO	30
8.1.1	DATOS DE TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE TERRESTRE.....	30
8.1.2	USO Y COBERTURA DEL SUELO	32
8.1.3	METEOROLOGÍA	33
8.1.4	INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA.....	34
8.1.5	TOPOGRAFÍA Y ALTITUD.....	34
8.2.	CÁLCULO DE LA ISLA DE CALOR.....	34
8.2.1	ISLA DE CALOR GENERAL.....	34
8.2.2	ISLA DE CALOR DEL ENTORNO DEL ÁMBITO DEL PROYECTO	41
8.3.	ENERGÍAS RENOVABLES	44
9.	CONCLUSIONES	45



1. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, el municipio de Alcalá de Henares ha experimentado un crecimiento urbano y socioeconómico sostenido, que ha incrementado de forma significativa las presiones sobre el medio ambiente. La expansión del suelo residencial e industrial, el aumento del parque automotor y la intensificación de la actividad constructiva han contribuido a un deterioro progresivo de la calidad del aire y del entorno natural.

Uno de los efectos más significativos derivados de este proceso de transformación territorial es el cambio climático, que actúa como un fenómeno de carácter transversal, capaz de amplificar otros impactos ambientales y sociales. En este contexto, el análisis climático se convierte en un componente clave dentro de la planificación urbanística, al incidir directamente en variables como la calidad y uso del suelo, la vegetación urbana, la disponibilidad hídrica, la morfología territorial y los patrones de ocupación del territorio.

El clima de Alcalá de Henares se enmarca dentro del régimen mediterráneo templado, definido por veranos cálidos y secos e inviernos moderadamente fríos, con una frecuencia significativa de heladas. Esta configuración climática está condicionada por su ubicación en la meseta central, donde la continentalidad refuerza las oscilaciones térmicas estacionales.

La estación meteorológica de referencia más próxima se ubica en Torrejón de Ardoz, a unos 7,6 kilómetros de distancia, situada a 607 metros sobre el nivel del mar (40° 29' 19" N, 3° 26' 37" O). Según los registros históricos de esta estación, la temperatura media anual en el área de estudio se sitúa en torno a los 14,7 °C, siendo el mes de julio el más cálido del año. Estos datos permiten establecer una línea base climática útil para la evaluación de vulnerabilidades y el diseño de estrategias de adaptación en el marco del planeamiento urbano sostenible.



2. OBJETIVO Y ÁMBITO DE ESTUDIO

2.1. OBJETIVOS

Es de alta urgencia abordar los efectos de cambio climático, por ello, resulta fundamental incorporar la variable climática en procesos de planificación territorial. La integración de criterios de sostenibilidad constituye en una herramienta clave para garantizar un desarrollo equilibrado. Teniendo en cuenta la normativa vigente en materia de cambio climático y evaluación ambiental, el presente estudio tiene como finalidad integrar de manera efectiva la variable climática en la planificación urbana y territorial del ámbito objeto de análisis. En este sentido, se establecen los siguientes objetivos principales:

- Evaluar cómo se han considerado los riesgos derivados del cambio climático en la elaboración del plan, asegurando su coherencia con otras políticas relacionadas.
- Incluir en los instrumentos de planificación y gestión medidas que fomenten una adaptación progresiva y una mayor resiliencia frente al cambio climático.
- Evaluar la adecuación de nuevas instrucciones de cálculo y diseño en edificación e infraestructuras de transporte a los efectos del cambio climático, y adaptar progresivamente las normas ya existentes.
- Asegurar que las adaptaciones mencionadas contribuyan directamente a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Incluir en la gestión urbana medidas para mitigar el efecto “isla de calor” evitando la dispersión de energía residual.

2.2. ÁMBITO DE ESTUDIO

El presente estudio se enmarca en la evaluación del proyecto de implantación de una nueva estación de autobuses, prevista sobre dos parcelas identificadas catastralmente con las referencias 1030110VK7802N0001WD y 1030111VK7802N0001AD, localizadas en el Polígono 13A del término municipal de Alcalá de Henares.

La actuación tiene como objetivo principal reorganizar y optimizar el sistema actual de transporte interurbano, mediante la dotación de una infraestructura adecuada que sustituya a la parada existente, la cual presenta importantes carencias operativas y funcionales. La nueva estación permitirá canalizar de manera más eficiente la demanda creciente de autobuses, mejorando tanto la accesibilidad como la calidad del servicio prestado a los usuarios.

A continuación, se presentan los esquemas de identificación gráfica de las parcelas afectadas, con el fin de delimitar con precisión el ámbito de intervención.

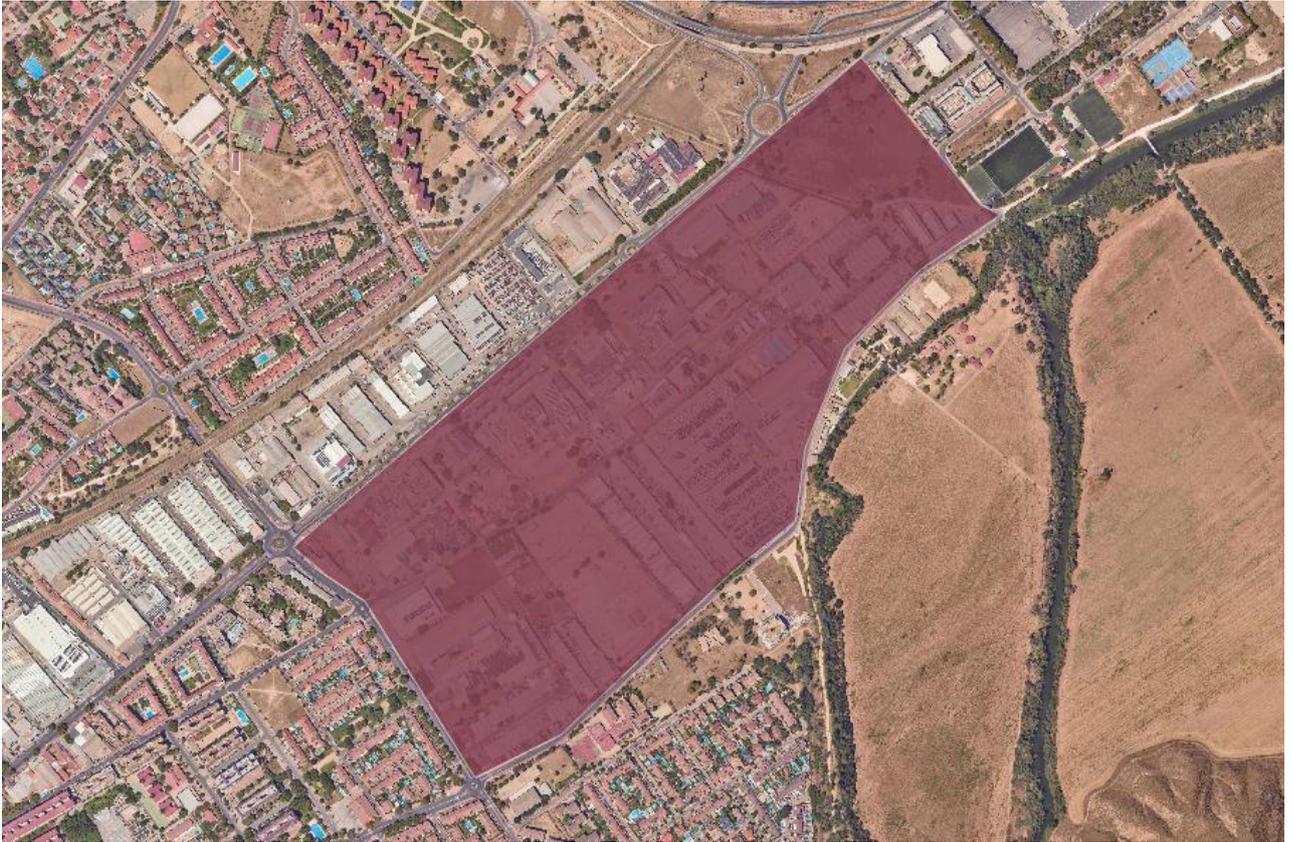


Figura 1. Polígono 13A. (fuente: Visor Cartográfico de Madrid- IDEM)

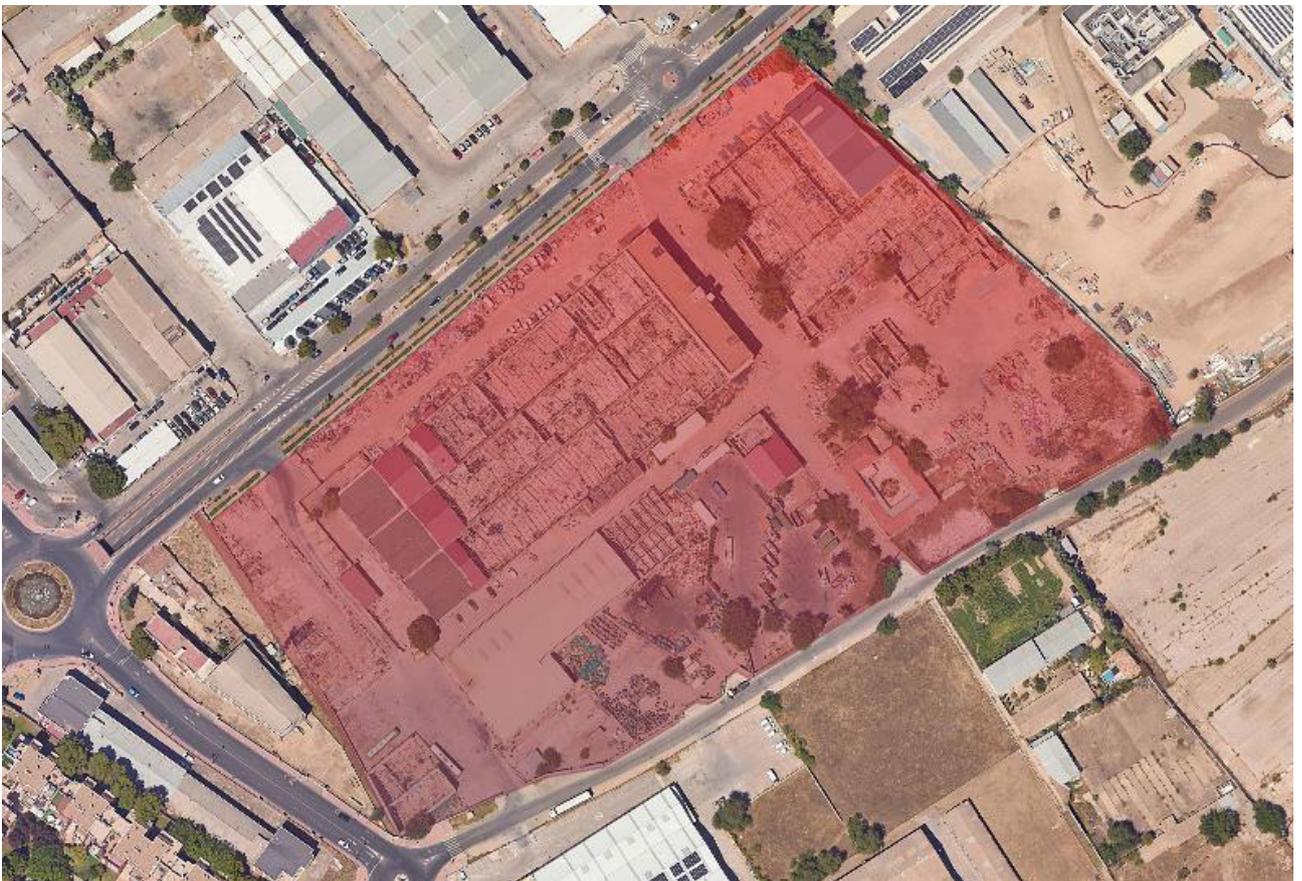


Figura 2. Delimitación correspondiente al Parque Municipal de Sevicios (Fuente: Visor Cartográfico de Madrid-IDEM)

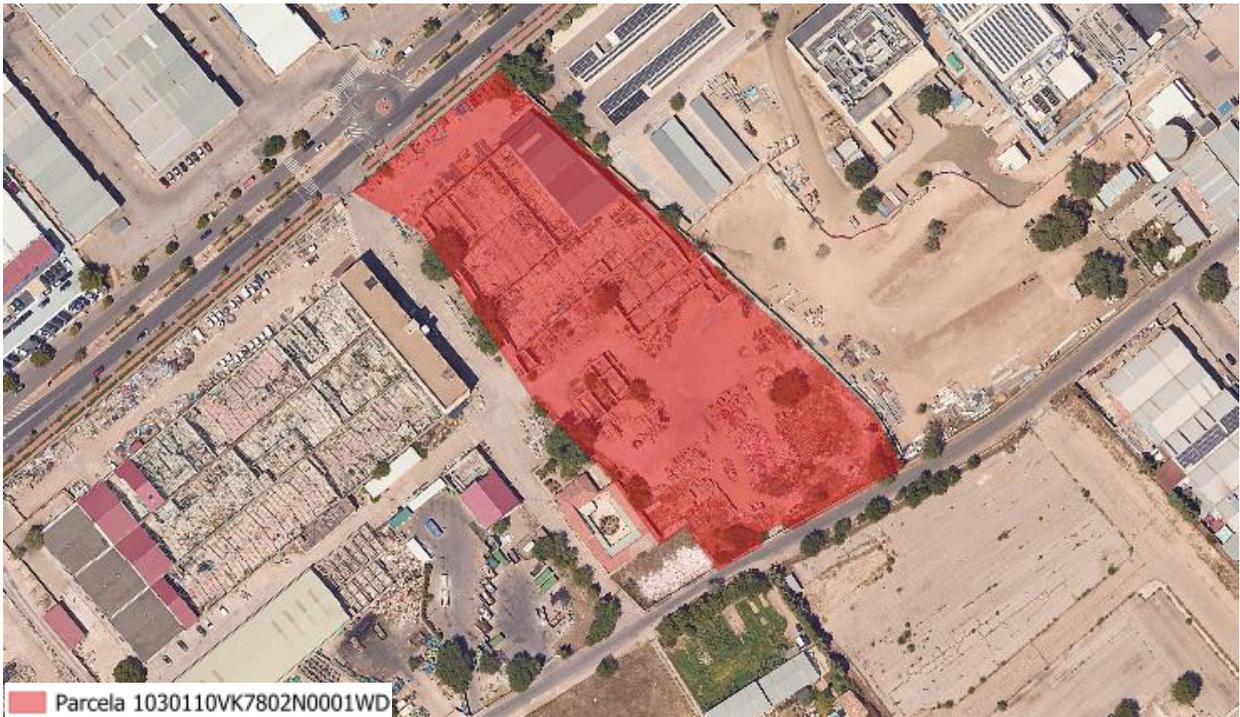


Figura 3. Parcela 1030110VK7802N0001WD. (fuente: Visor Cartográfico de Madrid- IDEM).

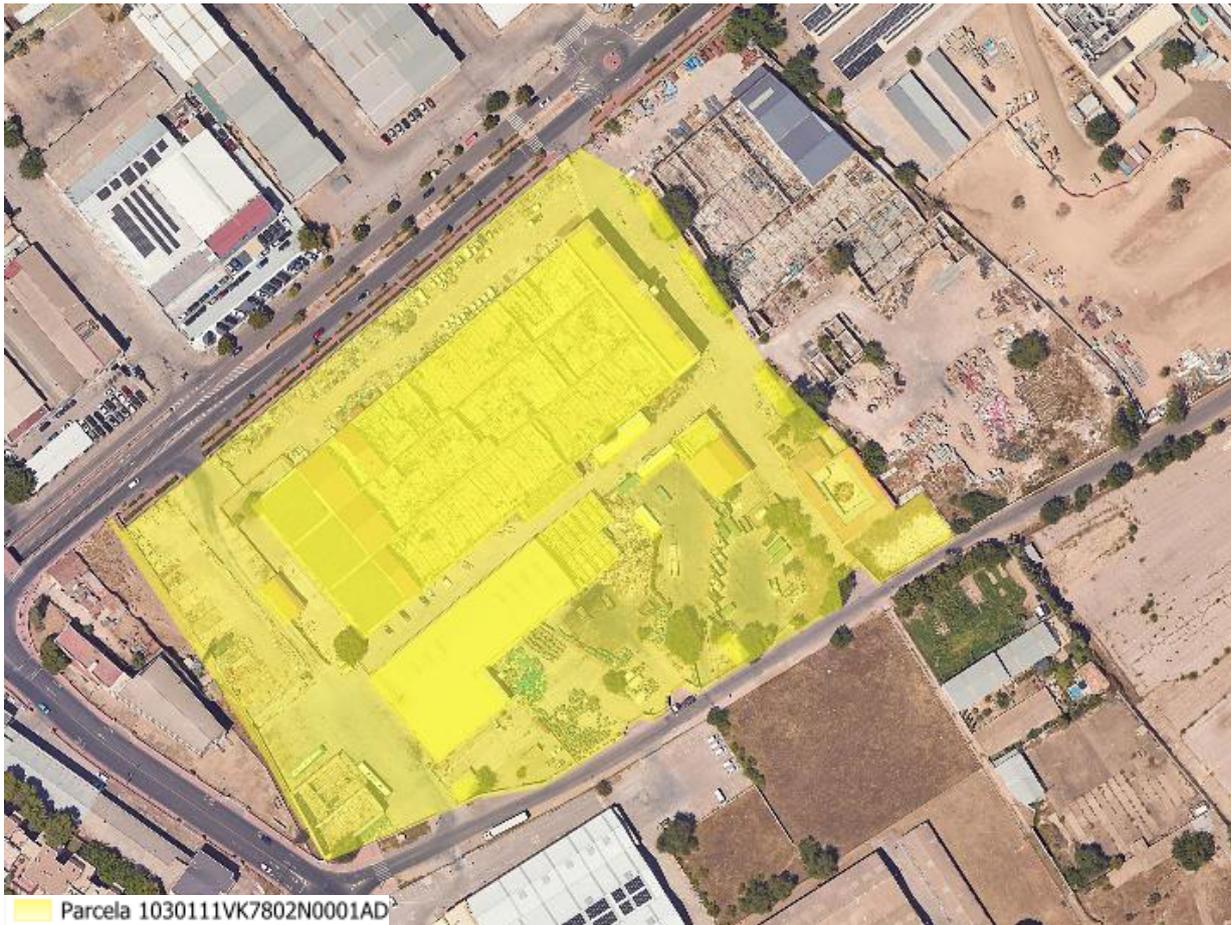


Figura 4. Delimitación de la parcela 1030111VK7802N0001AD (fuente: Visor CartoMadrid- IDEM)

Tal como se ha señalado previamente, el ámbito de actuación presenta una configuración geométrica irregular, lo que implica que la totalidad de la parcela con referencia catastral 1030110VK7802N0001WD queda incluida dentro del proyecto, mientras que en la parcela 1030111VK7802N0001AD únicamente se contempla la ocupación parcial de su superficie.

Esta delimitación específica permite ajustar el desarrollo del Plan Especial a las condiciones físicas del terreno y a los requerimientos funcionales de la estación de autobuses. A continuación, se incorpora una representación gráfica que permite visualizar con mayor claridad el ámbito exacto de intervención.



Figura 5. Ámbito del proyecto (Fuente: Visor Cartográfico de Madrid- IDEM)



3. MARCO NORMATIVO

El análisis del impacto del cambio climático en la evaluación ambiental de proyectos relativos a planes especiales se sustenta en dos documentos normativos de carácter estatal, las cuáles son:

● LEY 21/2013 DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

ANEXO IV- Contenido del estudio ambiental estratégico

3. Las características medioambientales de las zonas que puedan verse afectadas de manera significativa y su evolución teniendo en cuenta el cambio climático esperando en el plazo de vigencia del plan o programa,

6. Los probables efectos significativos en el medio ambiente, incluidos aspectos como la biodiversidad, la población, la salud humana, la fauna, la flora, la tierra, el agua, el aire, los factores climáticos, su incidencia en el cambio climático, en particular una evaluación adecuada de la huella de carbono asociada al plan o programa, los bienes materiales, el patrimonio cultural, el paisaje y la interrelación entre estos factores. Estos efectos deben comprender los efectos secundarios, acumulativos, sinérgicos, a corto, medio y largo plazo, permanentes y temporales, positivos y negativos.

● LEY 7/2021 DE CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Artículo 21. Consideración del cambio climático en la planificación y gestión territorial y urbanística, así como en las intervenciones en el medio urbano, en la edificación y en las infraestructuras del transporte.

1. La planificación y gestión territorial y urbanística, así como las intervenciones en el medio urbano, la edificación y las infraestructuras de transporte, a efectos de su adaptación a las repercusiones del cambio climático, perseguirán principalmente los siguientes objetivos:
 - a) La consideración, en su elaboración de los riesgos derivados del cambio climático, en coherencia con las demás políticas relacionadas.
 - b) La integración, en los instrumentos de planificación y de gestión, de las medidas necesarias para propiciar la adaptación progresiva y resiliencia frente al cambio climático.
 - c) La adecuación de las nuevas instrucciones de cálculo y diseño de la edificación y las infraestructuras de transporte a los efectos derivados del cambio climático, así como la adaptación progresiva de las ya aprobadas, todo ello con el objetivo de disminuir las emisiones.
 - d) La consideración, el diseño, remodelación y gestión de la mitigación del denominado efecto «isla de calor», evitando la dispersión a la atmósfera de las energías residuales generadas en las infraestructuras urbanas y su aprovechamiento en las mismas y en edificaciones en superficie como fuentes de energía renovable.



4. METODOLOGÍA

Existe una gran diversidad de riesgos en el cambio climático, para el presente apartado se le dará un enfoque al impacto que tiene sobre las infraestructuras urbanas y de transporte. Lo primero que cabe destacar es que, de realizar un cambio en la infraestructura vial para la vía complutense, es que, para el nuevo diseño se debe de optar por el uso de infraestructuras que se adapten mejor a este nuevo planeamiento.

Los mayores impactos que pueden ser generados por el cambio climático deben de ser identificados al momento del planeamiento, dando importancia también a los costos de mantenimiento y reconstrucción y en las interrupciones en la conectividad y movilidad. En lo que respecta a los costos de mantenimiento, la creciente frecuencia de fenómenos extremos obliga a realizar intervenciones más frecuentes en las infraestructuras de transporte, lo que representa una carga económica para las administraciones. Por otro lado, las tareas de mantenimiento y reparaciones suelen implicar restricciones temporales en la conectividad y la movilidad, lo que se traduce en una disminución del tráfico vehicular, generando congestión y afectando la eficiencia del sistema de transporte.

4.1. MITIGACIÓN Y EMISIONES DE GEI (HUELLA DE CARBONO)

El análisis de la huella de carbono y la implementación de medidas correctoras en proyectos urbanísticos son herramientas fundamentales para garantizar la sostenibilidad en el contexto del desarrollo económico. A continuación, se amplían los conceptos clave que sustentan este apartado.

4.1.1 IMPORTANCIA DEL DESARROLLO URBANÍSTICO SOSTENIBLE

El crecimiento urbanístico, especialmente cuando implica la transformación de grandes extensiones de terreno, tiene un impacto significativo sobre los ecosistemas naturales y el equilibrio ambiental global. Estudios recientes estiman que las ciudades son responsables de hasta el 70% de las emisiones globales de GEI, lo que subraya la necesidad de integrar consideraciones climáticas en los proyectos de infraestructura.

● IMPACTO AMBIENTAL DEL DESARROLLO URBANÍSTICO SOSTENIBLE

El desarrollo urbanístico, aunque esencial para satisfacer las necesidades de crecimiento económico y social, tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente. Este impacto puede manifestarse en diversas formas que afectan tanto al equilibrio ecológico como a la calidad de vida. Sin embargo, mediante la evaluación de la huella de carbono, es posible identificar y mitigar estos efectos, promoviendo un modelo de urbanización más sostenible.

- **Cambio en el Uso del Suelo:** La urbanización transforma de manera drástica el uso del suelo, reduciendo su capacidad para actuar como sumidero de carbono. La modificación del suelo del ámbito del proyecto para dar paso a infraestructuras impermeables, como carreteras, edificios y pavimentos, altera significativamente los ecosistemas locales. Esta modificación afecta a la composición actual del suelo, además de contribuir al fenómeno conocido como “islas de calor urbanas”, donde las temperaturas locales aumentan debido a la falta de regulación térmica proporcionada por el suelo y la vegetación.



- **Emisiones de GEI:** Las fases de construcción y operación de los desarrollos urbanísticos son importantes fuentes de emisiones de GEI. Durante la construcción, el uso intensivo de maquinaria pesada y el transporte de materiales generan una gran cantidad de emisiones directas. Además, el proceso de producción de materiales de construcción como el cemento y el acero, altamente demandados en proyectos urbanísticos, tiene una elevada huella de carbono. Durante la operación de estas áreas urbanizadas, el consumo energético para iluminación, climatización y otras necesidades aumenta significativamente, contribuyendo a emisiones indirectas.
- **Gestión del Agua:** La impermeabilización del suelo reduce drásticamente su capacidad de absorción, alterando los ciclos hidrológicos naturales. Este cambio aumenta la escorrentía superficial, lo que no solo incrementa el riesgo de inundaciones en áreas urbanas, sino que también afecta la recarga de acuíferos subterráneos. La calidad del agua también puede deteriorarse debido al arrastre de contaminantes presentes en las superficies urbanas hacia ríos y cuerpos de agua cercanos.

● BENEFICIOS DE EVALUAR LA HUELLA DE CARBONO

La evaluación de la huella de carbono es una herramienta clave para comprender y abordar los impactos ambientales del desarrollo urbanístico. Su implementación proporciona una serie de beneficios importantes que contribuyen a una planificación más sostenible:

- **Identificación y Cuantificación de Emisiones:** Este análisis permite determinar las fuentes principales de emisiones de GEI en todas las etapas del proyecto, desde la extracción de materiales y la construcción hasta la operación y el mantenimiento. Al tener una visión clara de las emisiones, los responsables del proyecto pueden tomar decisiones informadas sobre dónde y cómo intervenir para reducir su impacto climático.
- **Priorización de Acciones de Mitigación:** Una vez identificadas las fuentes de emisiones, la evaluación de la huella de carbono facilita la priorización de estrategias de mitigación. Estas pueden incluir la utilización de materiales con menor huella de carbono, la implementación de energías renovables, la mejora en la eficiencia energética de los edificios y el fomento de prácticas sostenibles en el transporte y la gestión de residuos.
- **Alineación con Normativas y Estándares de Sostenibilidad:** La huella de carbono también es una herramienta eficaz para garantizar que el proyecto cumpla con las normativas y estándares internacionales, nacionales y locales sobre sostenibilidad. Esto incluye compromisos globales como los establecidos en el Acuerdo de París, normativas nacionales de reducción de emisiones y políticas locales para fomentar el uso de energías limpias y la conservación de recursos naturales.

En definitiva, aunque el desarrollo urbanístico tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente, la evaluación de la huella de carbono permite entender y mitigar dichos efectos. Al priorizar la sostenibilidad, se pueden diseñar proyectos que no solo reduzcan su impacto climático, sino que también mejoren la resiliencia y calidad de vida de las comunidades involucradas.



4.1.2 BASES CONCEPTUALES DE LA HUELLA DE CARBONO

La huella de carbono es un indicador fundamental para evaluar el impacto climático de productos, actividades y servicios. Su definición comprende la totalidad de las emisiones de gases de efectos invernadero (GEI), medidas en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq). Este indicador permite identificar las principales fuentes de emisiones, cuantificarlas y diseñar estrategias de reducción que alineen los proyectos con los objetivos globales de mitigación del cambio climático.

En el ámbito urbanístico, la huella de carbono abarca múltiples aspectos del ciclo de vida de un proyecto, desde la fase de diseño y construcción hasta la operación y mantenimiento. A continuación, se detalla la clasificación de las emisiones, divididas en tres alcances según el estándar del Protocolo de GEI (Greenhouse Gas Protocol):

● EMISIONES DIRECTAS (ALCANCE 1)

Las emisiones directas son aquellas generadas por fuentes que están bajo el control directo del proyecto. En un desarrollo urbanístico, estas emisiones incluyen:

- **Uso de Maquinaria Pesada:** Equipos utilizados para la excavación, movimiento de tierras, y construcción generan emisiones significativas debido al consumo de combustibles fósiles como diésel o gasolina.
- **Procesos Industriales Locales:** Emisiones producidas por actividades industriales específicas dentro del proyecto, como la fabricación in situ de materiales de construcción.
- **Sistemas de Climatización y Generadores:** Emisiones derivadas de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) que operen durante la construcción o en edificios operativos del desarrollo.

● EMISIONES INDIRECTAS DE ENERGÍA (ALCANCE 2)

Este alcance considera las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica necesaria para el funcionamiento del proyecto, aunque la generación de dicha energía ocurra fuera de los límites físicos del mismo. En el contexto urbanístico:

- **Electricidad para Iluminación y Operación:** Energía utilizada en el alumbrado público, oficinas administrativas y plantas industriales.
- **Climatización y Procesos Térmicos:** Consumo de energía para calefacción o refrigeración, especialmente en proyectos que requieran temperaturas controladas.
- **Energías Importadas:** Si bien el proyecto podría implementar energías renovables, la dependencia parcial de redes externas alimentadas por fuentes fósiles genera emisiones indirectas.

● OTRAS EMISIONES INDIRECTAS (ALCANCE 3)

El alcance 3 engloba las emisiones indirectas no incluidas en el alcance 2, que resultan de actividades relacionadas con la cadena de valor del proyecto. Este alcance es el más amplio y puede incluir:



- **Transporte de Materiales y Productos:** Emisiones generadas por el transporte de materiales de construcción hacia el sitio del proyecto, así como por la distribución de bienes y servicios producidos en el desarrollo.
- **Gestión de Residuos:** Liberación de GEI durante el tratamiento, reciclaje o disposición final de residuos sólidos y líquidos generados por el proyecto.
- **Cadena de Suministro:** Emisiones asociadas a la extracción y procesamiento de materiales utilizados en la construcción (como cemento, acero y vidrio).
- **Movilidad de Trabajadores y Usuarios:** Emisiones derivadas del transporte diario de trabajadores y visitantes al lugar del proyecto.

Evaluar las emisiones en los tres alcances permite tener una visión integral del impacto ambiental del proyecto.

- **Alcance 1:** Identifica las emisiones más inmediatas y controlables del proyecto, facilitando intervenciones directas, como el uso de maquinaria más eficiente o combustibles alternativos.
- **Alcance 2:** Permite implementar medidas para reducir el consumo energético o adoptar energías renovables dentro de la operación del proyecto.
- **Alcance 3:** Refleja el impacto indirecto a lo largo de toda la cadena de valor, fomentando decisiones responsables en la elección de proveedores, transporte y materiales sostenibles.

En conclusión, el cálculo y análisis de la huella de carbono en los tres alcances permite no solo cuantificar el impacto ambiental del desarrollo urbanístico, sino también identificar áreas clave para implementar estrategias de mitigación que contribuyan a la sostenibilidad del proyecto y a la lucha contra el cambio climático.

4.1.3 MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DESARROLLO URBANÍSTICO

La mitigación del cambio climático en proyectos urbanísticos es un proceso esencial para reducir el impacto ambiental y construir ciudades más sostenibles y resilientes. Este enfoque requiere la integración de estrategias innovadoras en tecnología, diseño y gestión, con el fin de minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y garantizar un uso eficiente de los recursos naturales.

Las acciones clave para mitigar el cambio climático en el desarrollo urbanístico incluyen:

● DISEÑO SOSTENIBLE

Incorporar principios de ecodiseño en todas las etapas de planificación y construcción es crucial para reducir el impacto ambiental.

- **Edificaciones Eficientes:** Diseñar edificios con altos estándares de eficiencia energética, utilizando materiales con baja huella de carbono y tecnologías de aislamiento térmico.
- **Urbanismo Compacto y Multifuncional:** Promover un diseño urbano que combine viviendas, servicios y zonas de trabajo en proximidad, reduciendo la necesidad de transporte y el consumo de energía.



- **Zonas Verdes y Soluciones Basadas en la Naturaleza:** Incluir espacios verdes como parques, jardines verticales y techos verdes para regular la temperatura, mejorar la calidad del aire y fomentar la biodiversidad.
- **Eficiencia Hídrica:** Incorporar sistemas de captación de agua de lluvia y tecnologías de riego eficiente en áreas verdes para optimizar el uso del recurso hídrico.

● ENERGÍAS RENOVABLES

La transición hacia un modelo energético limpio es una de las estrategias más efectivas para mitigar el cambio climático.

- **Generación Solar y Eólica:** Instalar paneles solares en edificios y utilizar aerogeneradores en áreas abiertas del proyecto para reducir la dependencia de fuentes fósiles.
- **Sistemas de Almacenamiento Energético:** Implementar baterías avanzadas para almacenar energía renovable y garantizar un suministro constante.
- **Microrredes Locales:** Crear redes de energía descentralizadas que integren diversas fuentes limpias y ofrezcan mayor seguridad energética.
- **Infraestructuras Sostenibles:** Fomentar el uso de energías renovables para alumbrado público y estaciones de carga para vehículos eléctricos.

● FOMENTO DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

El sector del transporte es uno de los mayores contribuyentes a las emisiones de GEI en entornos urbanos. Proyectos urbanísticos sostenibles deben priorizar sistemas de movilidad baja en carbono.

- **Infraestructuras para Transporte Público:** Desarrollar redes de autobuses y trenes eléctricos que conecten eficientemente el área urbanizada con otras zonas de interés.
- **Movilidad Activa:** Construir carriles bici seguros y peatonalizar ciertas áreas para incentivar el uso de modos de transporte saludables y sin emisiones.
- **Transporte Compartido:** Integrar sistemas de vehículos compartidos (carpooling) y estaciones de bicicletas públicas para reducir el uso de vehículos privados.
- **Puntos de Recarga para Vehículos Eléctricos:** Establecer una red amplia de estaciones de carga para fomentar la adopción de coches eléctricos.

● GESTIÓN DE RESIDUOS Y RECURSOS

La economía circular es una estrategia clave para reducir el impacto ambiental del desarrollo urbanístico al minimizar los desechos y promover la reutilización de materiales.

- **Reciclaje y Compostaje:** Establecer sistemas eficientes para clasificar, reciclar y compostar residuos sólidos generados durante la construcción y operación del proyecto.
- **Reutilización de Materiales:** Priorizar el uso de materiales reciclados en la construcción, como acero y hormigón reciclado.



- **Cierre de Ciclos de Recursos:** Diseñar infraestructuras que permitan recuperar y reutilizar recursos, como sistemas de tratamiento de aguas residuales para riego o limpieza.
- **Reducción en Origen:** Implementar políticas para evitar la generación de residuos, optimizando los procesos de diseño y construcción.

La mitigación del cambio climático en el desarrollo urbanístico no solo contribuye a la reducción de emisiones de GEI, sino que también mejora la calidad de vida de los ciudadanos y fortalece la resiliencia de las ciudades frente a fenómenos climáticos extremos. Al adoptar un enfoque integral que combine diseño sostenible, energías renovables, movilidad sostenible y gestión eficiente de recursos, los proyectos urbanísticos pueden convertirse en ejemplos de desarrollo responsable y en motores de cambio hacia un futuro más limpio y equilibrado.

4.1.4 RELEVANCIA SOCIAL Y ECONÓMICA

La planificación urbanística sostenible trasciende los beneficios ambientales inmediatos al impactar positivamente en la calidad de vida de las comunidades y en el desarrollo económico local. Este enfoque no solo busca minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente, sino también generar un modelo de crecimiento urbano que responda a las necesidades sociales y promueva oportunidades económicas sostenibles.

● IMPACTO EN LA SALUD PÚBLICA

La reducción de la contaminación atmosférica y acústica es uno de los principales beneficios de los desarrollos sostenibles.

- **Calidad del Aire Mejorada:** Al integrar energías renovables, promover la movilidad activa y reducir las emisiones de GEI, los proyectos urbanísticos sostenibles contribuyen a una menor incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares causadas por contaminantes como el dióxido de nitrógeno (NO₂) y las partículas en suspensión (PM10 y PM2.5).
- **Reducción del Estrés Acústico:** Mediante la implementación de barreras vegetales y tecnologías de mitigación del ruido, se crea un entorno más tranquilo que favorece el bienestar físico y mental de los habitantes.

● RESILIENCIA FRENTE A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

La planificación sostenible incorpora estrategias que fortalecen la capacidad de las ciudades para enfrentar los efectos del cambio climático.

- **Infraestructuras Adaptativas:** El diseño de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) y la creación de zonas verdes mejoran la capacidad de las áreas urbanas para manejar inundaciones causadas por lluvias intensas.
- **Reducción del Efecto Isla de Calor:** El uso de techos verdes, pavimentos permeables y áreas de vegetación amplia ayuda a reducir la acumulación de calor en las ciudades, haciendo los entornos urbanos más habitables, especialmente durante olas de calor.



- **Seguridad Energética:** La incorporación de energías renovables y sistemas de almacenamiento energético disminuye la dependencia de fuentes externas, garantizando el suministro en casos de crisis.

● GENERACIÓN DE OPORTUNIDADES ECONÓMICAS

Los desarrollos sostenibles fomentan el crecimiento económico a través de la creación de empleos y la optimización de recursos.

- **Empleos Verdes:** Proyectos urbanísticos sostenibles generan oportunidades laborales en sectores relacionados con energías renovables, reciclaje, diseño ecológico y tecnologías limpias. Estos empleos no solo fortalecen la economía local, sino que también promueven la capacitación de la fuerza laboral en áreas de alta demanda.
- **Ahorro en Costos Operativos:** El uso eficiente de energía, agua y materiales en las etapas de construcción y operación de los proyectos reduce los costos a largo plazo, beneficiando tanto a los desarrolladores como a los usuarios finales.
- **Atracción de Inversiones:** Las infraestructuras sostenibles y responsables son altamente valoradas por inversores y empresas comprometidas con criterios ESG (ambientales, sociales y de gobernanza), fortaleciendo la competitividad del área urbanizada.

● INTEGRACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA

La incorporación de la huella de carbono como herramienta de planificación y evaluación en proyectos urbanísticos es un paso crucial hacia un modelo de desarrollo sostenible.

- **Cumplimiento Normativo:** La huella de carbono garantiza que los proyectos se alineen con las normativas ambientales internacionales, nacionales y locales, evitando sanciones y facilitando su aprobación.
- **Compromiso con la Sostenibilidad:** Este enfoque refuerza la responsabilidad ambiental de los desarrolladores al priorizar la conservación del medio ambiente y la reducción de emisiones.
- **Beneficio a Largo Plazo:** Los proyectos diseñados bajo este paradigma contribuyen al bienestar de las comunidades actuales y futuras, generando un impacto positivo duradero.

La planificación urbanística sostenible, apoyada en la medición y mitigación de la huella de carbono, ofrece un modelo integral que no solo minimiza los impactos ambientales, sino que también mejora la calidad de vida, fortalece la economía local y prepara a las ciudades para los desafíos del futuro. Este enfoque asegura que los proyectos cumplan sus objetivos económicos mientras se posicionan como catalizadores de cambio hacia un desarrollo más justo y equilibrado.

4.2. CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO

Para el cálculo de la huella de carbono se ha tomado en cuenta el área del ámbito del proyecto. El planeamiento que se ocupa se define como “planeamiento de desarrollo” a través de la figura del Plan Especial, que, a efectos de huella de carbono implica un cambio de los usos de suelo, pasa de uso de suelo industrial a uso de suelo terciario. Debido a esto, se van a estimar emisiones de GEI en la situación



actual y en la situación operacional, comparando ambos escenarios para cuantificar el impacto o efecto sobre la huella de carbono que representa el planeamiento urbanístico objeto de estudio.

Se consideran los siguientes escenarios para el cálculo de carbono que va a permitir comparar ambas situaciones:

- **Escenario actual:** Se calculan las emisiones correspondientes a los usos actuales. En la actualidad el terreno está ocupado por una serie de edificaciones que en su mayoría están en desuso.

Datos Básicos		
Figura del Planeamiento	Planeamiento de Desarrollo	
Municipio	Alcalá de Henares	
Zona Climática	D3	
Superficie del sector	145.060	m ² s
Edificabilidad	1	m ² c
Tamaño de Hogar	2,5	hab/viv
Población Ámbito Desarrollo	0	hab
Población Flotante	406	hab

Figura 6. Datos básicos del plan especial. (Fuente: Propuesta de planeamiento).

- **Escenario absoluto:** Se realiza el cálculo para las emisiones correspondientes a los usos propuestos por el plan especial. Los parámetros de entrada, por tanto, para la herramienta de cálculo de huella de carbono bajo este escenario es:

Uso	Superficie de Suelo (m ² s)	Superficie edificable (m ² e)
Terciario	14.506,97	10.154,879

Figura 7. Datos de entrada para el cálculo de huella de carbono en el escenario absoluto. (Fuente: Propuesta de Planeamiento)

4.3. RESULTADOS DE LA HUELLA DE CARBONO

- **Escenario actual:**

En el escenario actual, las edificaciones presentes en el ámbito se encuentran en estado de ruina, por lo que no se generan residuos derivados de su uso o actividad. La única excepción corresponde a una pequeña área utilizada como almacén por el Museo Arqueológico de Alcalá de Henares. Por ese motivo, no se presentan emisiones asociadas al estado actual del ámbito en materia de residuos.

- **Escenario absoluto u operacional:**

Introduciendo en la herramienta huella de carbono los datos del escenario absoluto o futuro correspondiente a usos terciario, se han obtenido los siguientes resultados de carbono (kg de CO₂ eq/año):

Emisiones Totales		
Usos	kg de CO ₂ eq/ año	Porcentaje (%)
Uso Terciario	1.370.899,5	99,43%
Zonas Verdes	7.925,53	0,57%
Total	1.378.825,03	100%

Figura 8. Resultado de la huella de carbono por los desarrollos propuestos por el planeamiento. (Fuente: Elaboración propia a partir de la Herramienta Huella de Carbono, Comunidad de Madrid).

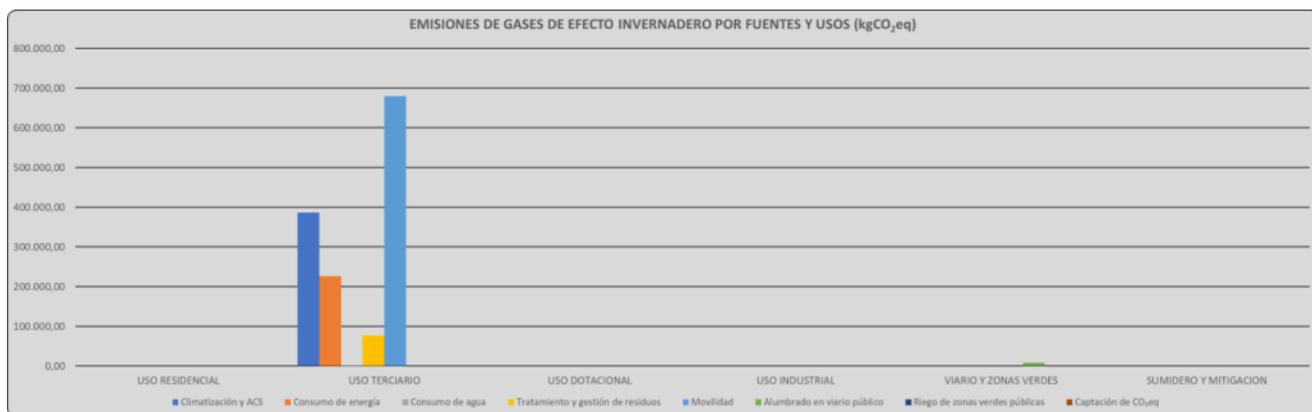


Figura 9. Emisiones de gases de efecto invernadero por fuentes y usos (kgCO₂eq). (Fuente: Herramienta Huella de Carbono. Comunidad de Madrid)

Emisiones Totales (kgCO ₂ eq)					
USOS	Climatización y ACS	Consumo de Energía	Consumo de agua	Tratamiento y gestión de residuos	Movilidad
Uso Terciario	386.677,48	226.961,48	447,83	76.685,69	680.127,01

Figura 10. Resultado de las emisiones por fuentes en el escenario absoluto o futuro. (Fuente: Elaboración propia a partir de la Herramienta Huella de Carbono. Comunidad de Madrid).

4.3.1 EMISORES DE CO₂ POR FUENTES

CLIMATIZACIÓN Y ACS

Este es uno de los sectores que genera mayor impacto, esto debido a que los usos de sistemas demandan mucha energía, como calderas, bombas de calor o aires acondicionados industriales. Este dato evidencia una necesidad clara de optimización energética o transición a fuentes renovables. Para el plan especial de la estación de autobuses se cuenta con una demanda térmica de 158 kWh /m²c y con una edificabilidad de 10.154 m²c.

Emisiones TOTAL de CO₂ Parcela Buses	386.677,48	kgCO ₂ eq
--	------------	----------------------

CONSUMO DE ENERGÍA

La electricidad es una de las mayores generadoras de emisiones totales, su impacto depende directamente de la fuente energética usada por la red (si proviene de fuentes fósiles o renovables). Para el presente estudio se cuenta con una emisión de 0,24 kg CO₂eq/kWh y una cuenta con una cantidad total de 7.500 kWh.

Emisiones TOTAL de CO₂ Energía Eléctrica	225.153,98	kgCO ₂ eq
Emisiones TOTAL de CO₂ otros combustibles	1.807,5	kgCO ₂ eq

CONSUMO DE AGUA

El agua, por sí misma, no genera CO₂ directamente, su uso conlleva emisiones indirectas asociadas al tratamiento, bombeo y distribución. El impacto es relativamente bajo, pero optimizar el agua puede reducir las emisiones por huella de carbono. El consumo de agua dentro de la parcela será utilizado para el riego de árboles y arbustos presentes en el ámbito, así como al abastecimiento de los servicios sanitarios y lavabos.

Emisiones TOTAL de CO₂ Consumo de Agua	440,81	kgCO ₂ eq
Emisiones TOTAL de CO₂ Riego	7,02	kgCO ₂ eq



● TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generan emisiones durante su transporte, tratamiento y disposición final. Esto incluye la descomposición de residuos orgánicos, incineración o vertido. Una mejor segregación, reciclaje y compostaje puede reducir significativamente estas emisiones.

Emisiones Total de CO₂	76.685,69	kgCO ₂ eq
--	-----------	----------------------

● MOVILIDAD

La movilidad es el principal contribuyente a las emisiones de CO₂, lo cual es típico en operaciones relacionadas con el transporte (como esta parcela de buses). Dentro de estas cifras se incluye lo del transporte de pasajeros, desplazamiento del personal y el uso de vehículo privado para la recogida de pasajeros dentro de la estación de autobuses.

Emisiones Total de CO₂	306.787,48	kgCO ₂ eq
Emisiones Total de CO₂	246.081,51	kgCO ₂ eq
Emisiones Total de CO₂	80.960,94	kgCO ₂ eq
Emisiones Total de CO₂	46.297,08	kgCO ₂ eq

En el siguiente gráfico se desglosan las emisiones de CO₂ por fuentes emisoras de GEI:

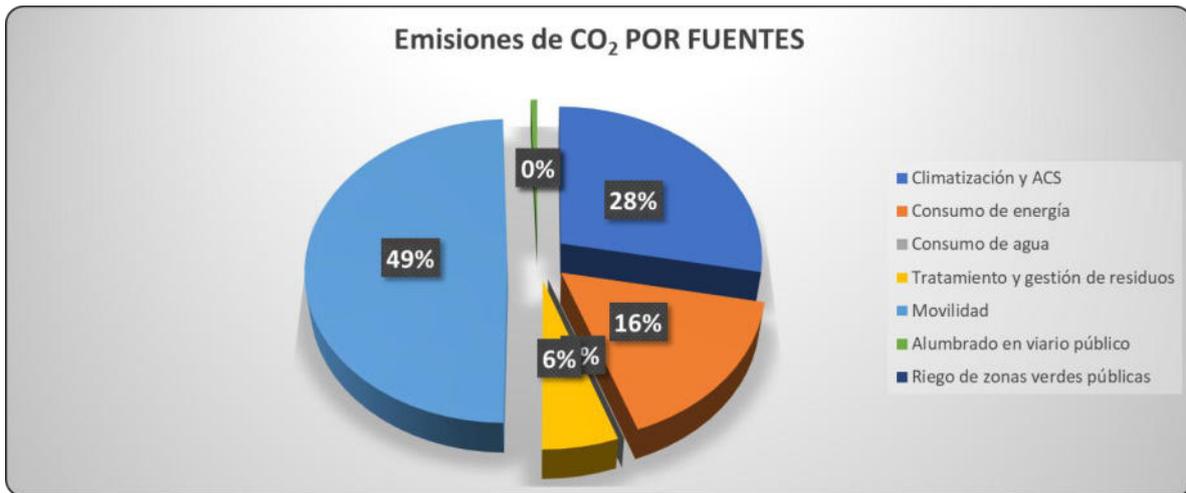


Figura 11. Distribución de las emisiones de CO₂ por fuentes. (Fuente: Herramienta Huella de Carbono, Comunidad de Madrid).

Huella de carbono del escenario absoluto o futuro		
Emisiones por uso del ámbito	1.378.825,02	kgCO ₂ eq
Emisiones Totales del Ámbito	1.378.825,02	kgCO ₂ eq
Emisiones por cambio de uso del suelo	0	kgCO ₂ eq
Emisiones totales/m ² de ámbito	9,51	kgCO ₂ eq/m ² ámbito
Emisiones totales/edificabilidad	135,78	kgCO ₂ eq/m ² edificado
Emisiones totales autoconsumo	22.515,4	kgCO ₂ eq

Figura 12. Huella de carbono del escenario absoluto o futuro. (Fuente: Herramienta Huella de Carbono, Comunidad de Madrid).

El plan especial objeto de análisis, respecto a su incidencia en lo que respecta a huella de carbono, supone un incremento considerable en las emisiones de CO₂.



5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS CLIMÁTICOS

Los impactos ambientales y sociales asociados al desarrollo del plan especial de la estación de autobuses en Alcalá de Henares permiten identificar áreas clave donde el proyecto podría generar efectos adversos significativos sobre el entorno natural y humano. Este análisis considera todas las fases del proyecto, desde la planificación y construcción hasta la operación y mantenimiento en el parque industrial.

5.1.1 IMPACTOS AMBIENTALES

1. Impacto sobre el Cambio de Uso de Suelo

- a. **Pérdida de Captura de Carbono:** La realización de una estación de autobuses aumentaría las emisiones de CO₂.
- b. **Alteración de los ciclos hídricos:** La impermeabilización del suelo reduce la infiltración natural del agua, aumentando la escorrentía superficial y el riesgo de inundaciones.

2. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI):

- a. Durante la fase de construcción se presentarán emisiones significativas debido al uso de maquinaria pesada y transporte de maquinaria.
- b. Durante la fase de operación del parque, se generarán emisiones indirectas de gases de efecto invernadero, principalmente asociadas al consumo de energía y al tráfico generado por el incremento de transporte.

3. Gestión del Agua:

- a. La impermeabilización del suelo incrementará la escorrentía, lo que podría causar problemas de drenaje y aumentar el riesgo de inundaciones en áreas colindantes.

4. Ruido y Contaminación Acústica:

- a. Durante la construcción, se espera un aumento temporal en los niveles de ruido debido al uso de maquinaria y transporte.
- b. Durante la fase de operación, el aumento del tráfico vehicular, será el principal factor que contribuya a la contaminación acústica.

5. Residuos:

- a. Se debe de contar con una gestión adecuada de los residuos sólidos generados tanto en la construcción como en la operación del parque.

5.1.2 IMPACTOS SOCIALES

1. Beneficios Sociales:

- a. **Generación de empleo:** Se crearán oportunidades laborales tanto directas como indirectas promoviendo el desarrollo económico de la región.



- b. **Mejora de Infraestructuras:** La inversión en redes viales, servicios y equipamientos mejorará la calidad de vida de las comunidades locales.

2. Posibles efectos negativos:

- a. **Incremento del tráfico:** El aumento en el flujo vehicular podría generar problemas de congestión y mayores emisiones contaminantes en las áreas circundantes.

6. ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA AL CAMBIO CLIMÁTICO

6.1. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Las medidas correctoras presentadas están diseñadas para abordar de manera efectiva los impactos ambientales y sociales identificados en el análisis previo. Estas acciones se centran en la gestión de recursos naturales, la reducción de emisiones, la mitigación de la contaminación y la promoción de la sostenibilidad. A continuación, se detallan las medidas por áreas clave de intervención.

6.1.1 ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO

6.1.1.1 REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI

- **Uso de energías renovables:** Instalación de paneles fotovoltaicos en techos de edificios y en estructuras dedicadas, generando 10 MW de energía limpia.
- **Almacenamiento energético:** Se implementarán sistemas alternativos para almacenar el excedente de energía renovable y asegurar su disponibilidad en momentos de alta demanda.

6.1.1.2 GESTIÓN DEL AGUA

- **Captación de agua lluvia:** Habrá que asegurarse que el pavimento sea permeable para facilitar la infiltración de agua y recargar acuíferos.
- **Riego inteligente:** Se emplearán sistemas automatizados con sensores de humedad que optimicen el uso del agua según las condiciones climáticas y de suelo.

6.1.1.3 CONTROL DEL RUIDO Y LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

- **Gestión horaria:** Las actividades que generen mayor ruido, como el uso de maquinaria pesada, se limitarán a horarios diurnos y se prohibirán en días festivos.
- **Regulación de tránsito:** Se realizará una buena organización en cuanto a los tiempos de entrada y salida de los autobuses, considerando el tráfico a las distintas horas del día.

6.1.1.4 GESTIÓN DE RESIDUOS

- **Centro de gestión integral de residuos:** Este centro clasificará y separará los residuos generados en la estación de autobuses, asegurando que los materiales reciclables y reutilizables sean recuperados.
- **Promoción de la reutilización:** Se establecerán incentivos para que se implementen programas internos de reutilización de materiales y reducción de residuos.



- **Materiales de construcción reciclados:** Se priorizará el uso de materiales reciclados y de baja huella de carbono en las infraestructuras de la estación.

6.1.2 DETALLES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE CADA MEDIDA

6.1.2.1 ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

- **Plazos:**
 - Los paneles solares y sistemas eólicos serán instalados antes de que la estación de autobuses entre en operación.
 - La certificación energética de edificios será exigida durante la fase de diseño arquitectónico.
- **Responsables:** Contratistas especializados en energías renovables y la dirección técnica del proyecto.
- **Indicadores de Éxito:** Superficie reforestada, número de especies autóctonas plantadas y aumento de biodiversidad registrado.

6.1.2.2 GESTIÓN DEL AGUA

- **Plazos:**
 - Los sistemas de captación de agua de lluvia y de riego eficiente se implementarán durante las primeras fases de desarrollo.
 - El mantenimiento de la zona será continuo.
- **Responsables:** Empresas proveedoras de tecnologías hídricas y los encargados del mantenimiento de la estación.
- **Indicadores de éxito:** Reducción del consumo hídrico en un 50% y reutilización de miles de metros cúbicos de agua anuales.

6.1.2.3 CONTROL DEL RUIDO

- **Plazos:**
 - La gestión horaria será aplicada durante todas las fases del proyecto (construcción, explotación e incluso de desmantelamiento o cierre).
- **Responsables:** Contratistas encargados de la construcción y el equipo de monitoreo ambiental.
- **Indicadores de Éxito:** Reducción de los niveles de ruido en un 40% en áreas sensibles.

6.1.2.4 GESTIÓN DE RESIDUOS

- **Plazos:**
 - El centro de reciclaje será funcional antes de que comiencen operaciones.
 - Los programas de economía circular y compostaje se implementarán durante las fases iniciales del proyecto.



- **Responsables:** Empresas de gestión de residuos y el equipo de sostenibilidad del parque.
- **Indicadores de éxito:** Reciclaje del 80% de los residuos generados y producción anual de 200 toneladas de compost.

Estas medidas correctoras no solo abordan los impactos identificados, sino que establecen a la estación de autobuses como un modelo de sostenibilidad, alineado con los compromisos de mitigación del cambio climático y desarrollo responsable. Su implementación asegura beneficios ambientales, sociales y económicos para la región.

6.2. EFECTIVIDAD DE MEDIDAS CORRECTORAS

Para evaluar la capacidad de las medidas correctoras implementadas, se han definido indicadores clave de desempeño que permiten medir el impacto de cada acción. Estas métricas se centran en tres áreas principales: reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), preservación de la biodiversidad y eficiencia en la gestión de recursos naturales.

- **Indicadores Ambientales:**
 - Reducción del 30% en las emisiones de GEI en comparación con el escenario base.
 - Incremento del 20% en la cobertura vegetal de especies autóctonas.
 - Captura de al menos 5,94 t CO₂/ha/año en las zonas verdes reforestadas.
- **Indicadores Sociales:**
 - Generación de empleos de forma directa e indirecta asociados a la operación de la estación de autobuses.
 - Reducción de las molestias acústicas en un 40% en las áreas residenciales cercanas.
- **Indicadores Económicos:**
 - Ahorro del 25% en costos operativos gracias al uso de energías renovables y sistemas de eficiencia energética.

6.3. MÉTODOS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO:

El seguimiento y monitoreo de las medidas correctoras se llevará a cabo mediante un sistema integrado que combine inspecciones regulares, análisis de datos y participación comunitaria. Las principales acciones incluyen:

- **Monitoreo Ambiental:**
 - Instalación de estaciones de monitoreo para medir la calidad del aire, los niveles de ruido y las emisiones de GEI.
- **Auditorías Externas:**
 - Contratación de empresas certificadas para realizar auditorías anuales sobre el cumplimiento de los objetivos ambientales y sociales.



- **Informes de Progreso:**

- Elaboración de informes semestrales que detallen los avances y resultados obtenidos en la implementación de las medidas correctoras.
- Presentación de los resultados a las autoridades ambientales y a las partes interesadas.

6.4. CUMPLIMIENTO DE MEDIDAS

Para garantizar el cumplimiento de las medidas correctoras, se establecerán los siguientes mecanismos:

- **Compromiso contractual:**

- Incluir las medidas correctoras como cláusulas obligatorias en los contratos con los proveedores y contratistas involucrados en el proyecto.

- **Capacitación y sensibilización:**

- Desarrollo de programas de formación para empleados y contratistas sobre prácticas sostenibles y cumplimiento ambiental.

- **Sanciones por Incumplimiento:**

- Implementación de penalizaciones económicas para los proveedores o contratistas que no cumplan con los estándares establecidos.

La evaluación de la efectividad de las medidas correctoras es un componente esencial para asegurar que los objetivos del plan se cumplan de manera sostenible. Los sistemas de monitoreo y mecanismos de cumplimiento garantizarán la mejora continua y el respeto por el entorno natural y social en el desarrollo de la estación de autobuses de Alcalá de Henares.

6.5. GESTIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El plan de gestión ambiental tiene como objetivo principal garantizar que las actividades asociadas a la estación de autobuses se desarrollen de forma sostenible, mitigando los impactos ambientales negativos y promoviendo prácticas responsables. A continuación, se detallan las acciones previstas para la gestión de los impactos ambientales:

1. **Control De Calidad Del Aire.**

- Instalación de sistemas de ventilación y renovación del aire en zonas cerradas para mejorar la calidad ambiental interior.
- Monitoreo continuo de contaminantes atmosféricos asociados al tránsito de autobuses (NO, CO₂ y partículas en suspensión), mediante sensores colocados en puntos estratégicos de la estación y su entorno inmediato.

2. **Gestión De Recursos Hídricos.**

- Implementación de un sistema de recogida y aprovechamiento de aguas pluviales para limpieza de instalaciones y riego de zonas ajardinadas.



- Control de vertido procedentes del mantenimiento de autobuses, garantizando el cumplimiento de los estándares legales mediante sistemas de tratamiento previos.

3. Protección De Biodiversidad:

- Integración de vegetación autóctona en áreas verdes dentro y alrededor de la estación, fomentando la conectividad ecológica urbana.
- Colocación de jardineras verticales y cubiertas verdes para reducir la huella térmica y favorecer la presencia de polinizadores urbanos.

4. Gestión De Residuos:

- Instalación de puntos de recogida selectiva para residuos de viajeros y personal operativo.

5. Reducción Del Ruido:

- Diseño e instalación de complementos de absorción acústica en las zonas de mayor actividad.

Indicadores de desempeño:

- Reducción del 25% de emisiones contaminantes de gases en un plazo de cinco años.
- Incremento de un 15% en áreas verdes dentro del recinto de la estación.
- Reutilización del 40% del agua captada o tratada en el complejo.
- Disminución del 20% en niveles promedio de ruido en horarios punta.

6.6. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

El éxito de Plan de Gestión Ambiental depende de la sensibilización y capacitación continua de todos los empleados, contratistas y partes involucradas en las actividades del plan especial. Para ello, se desarrollan las siguientes actividades:

1. Programas de formación inicial:
 - Todos los empleados nuevos recibirán capacitación obligatoria sobre las políticas ambientales, las normativas aplicables y las mejores prácticas en sostenibilidad.
 - Formación específica para contratistas sobre gestión de residuos, eficiencia energética y protección de la biodiversidad.
2. Cursos de actualización periódica:
 - Se impartirán talleres trimestrales para actualizar al personal sobre nuevas tecnologías, regulaciones y estrategias sostenibles.
3. Campañas de sensibilización:
 - Organización de campañas anuales que promuevan la reducción de residuos, el ahorro energético y la participación activa en la protección del medio ambiente.
4. Indicadores de éxito en capacitación:



- Participación del 100% del personal en al menos un programa de capacitación anual.
- Reducción del 20% en incidentes ambientales asociados a prácticas incorrectas en un plazo de tres años.

El Plan de Gestión Ambiental y Social de la estación de autobuses en el polígono 13A del plan general de Alcalá de Henares establece las bases para minimizar los impactos ambientales, promover la sostenibilidad y garantizar que todas las partes involucradas estén preparadas para contribuir a los objetivos establecidos. La capacitación del personal será fundamental para fomentar una cultura ambiental sólida y asegurar el cumplimiento de las metas planteadas.



7. ADECUACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS

7.1. EVALUACIÓN Y RIESGOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Para el análisis de adaptación se tiene como objetivo, “ofrecer unas orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el período de programación 2021-2027”, tal como se menciona en la Comunicación 2021/ C737/ 01, en donde se propone el siguiente esquema metodológico dividido en tres fases:

1. Evaluación de la vulnerabilidad	
Análisis de Sensibilidad	Análisis de la exposición
2. Evaluación de riesgos	
Análisis de la probabilidad	Análisis de impacto
3. Medidas de Adaptación	

Figura 13. Resumen de la evaluación de vulnerabilidad y los riesgos climáticos. (Fuente: Comunicación 2021/C 737/01)

Las tres fases mostradas en la figura superior aparecen explicadas a continuación, en donde se exponen las fuentes de datos, análisis y resultados.

7.2. FASE 1. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad de un proyecto es una combinación de dos aspectos, la sensibilidad de los componentes del proyecto a los peligros climáticos en general (sensibilidad) y la probabilidad de que estos peligros se produzcan en la ubicación del proyecto, ahora y en el futuro (exposición). Estos dos aspectos pueden ser evaluados por separado o de forma conjunta.

7.2.1 SENSIBILIDAD

El objetivo del análisis de sensibilidad es determinar que peligros climáticos son relevantes para el tipo específico de proyecto, independientemente de su ubicación. Dentro del análisis de sensibilidad hay cuatro aspectos fundamentales a evaluar, los cuales son:

- Activos sobre el terreno: Infraestructura física o materiales que tiene el proyecto.
- Insumos como el agua y la energía: Son los recursos necesarios para el funcionamiento del proyecto.
- Resultados como productos y servicios: Lo que el proyecto produce o entrega.
- Acceso y enlaces de transporte, aunque estén fuera del control directo del proyecto: Se refiere a las rutas, medios de transporte y conectividad necesaria para que le proyecto funcione.

También deben ser evaluadas los siguientes peligros o amenazas climáticas: Inundaciones, temperaturas extremas, sequías/disponibilidad del agua, lluvias torrenciales, ráfagas de aire, daños por contrastes térmicos, efecto isla de calor urbana (en adelante ICU).

Para cada tema y peligro climático se debe asignar una puntuación de alta, media o baja sensibilidad.

- **Sensibilidad alta:** El peligro climático podría tener un impacto significativo en los activos, procesos, insumos, productos y enlaces de transporte.



- **Sensibilidad media:** El peligro climático podría tener un impacto ligero en los activos, procesos, insumos, productos y enlaces de transporte.
- **Sensibilidad baja:** El peligro climático no tiene ningún impacto (o es insignificante).

Matriz de Sensibilidad					
Criterios de Análisis		Activos	Insumos	Resultados	Enlaces y conexiones
Peligros Climáticos	Inundaciones				
	Sequías				
	Lluvias Torrenciales				
	Temperaturas Extremas				
	Ráfagas de aire				
	Contrastes térmicos				
	Olas de calor				

Figura 14. Análisis de sensibilidad (Fuente: Elaboración Propia).

7.2.2 EXPOSICIÓN

El objetivo es “determinar qué peligros son pertinentes para la ubicación prevista del proyecto, independientemente del tipo del proyecto”. Con esto se puede concluir que en el análisis de exposición se centra en la ubicación del proyecto, mientras que el análisis de sensibilidad tiene un enfoque en el tipo de proyecto.

El análisis de exposición puede ser evaluado de dos formas: exposición al clima actual y exposición al clima futuro. Para la evaluación del clima actual y pasado deben de ser utilizados los datos históricos y actuales disponibles sobre la ubicación del proyecto. Para el presente plan especial, los datos son obtenidos del “Visor de Escenarios de Cambio Climático”, desarrollado en el marco del PNACC (Plan de Adaptación al Cambio Climático).

Para este estudio, se han seleccionado los siguientes criterios para el análisis de exposición del cambio climático:

- **Escenario de emisiones:** Se ha utilizado el RCP4.5 (Trayectoria de Concentración Representativa 4.5), que describe un escenario en el que las emisiones de gases de efecto invernadero se estabilizan hacia finales del siglo XXI, hasta el año 2100.
- **Horizonte temporal:** El análisis se centra en el período 2041-2070, considerando como un horizonte futuro de mediano plazo. Las proyecciones climáticas se comparan con un período de referencia histórico (1971-2000), expresándose los resultados como anomalías o desviaciones respecto a ese clima base.

El sistema utilizado para la puntuación o cuantificación de la exposición se ha calculado conforme a los siguientes parámetros:

- Se han empleado datos climáticos modelizados para el conjunto del territorio peninsular, correspondiente al período 2041-2070 en comparación con el período de referencia 1971-2000, y bajo el escenario de emisiones RCP4.5.
- Los datos estadísticos provienen del “Visor de Escenarios del Cambio Climático”.
- De los estadísticos se toman los valores correspondientes al año 2050, escogiendo valores de mínimo y máximo.



- Entre el rango mínimo y máximo, se han dividido tres conjuntos de valor iguales, clasificando cada uno de ellos en bajo, medio y alto respectivamente.
- El valor correspondiente al área de estudio se clasifica dentro de uno de estos tres rangos, lo que permite clasificar su nivel de exposición como baja, media o alta, según corresponda.

Bajo los criterios mencionados, el análisis de exposición en el ámbito del planeamiento se resume en la siguiente tabla, que refleja la magnitud del cambio climático mediante la siguiente clasificación:

- **Exposición alta:** los valores se sitúan en el tercio superior del rango modelizado para la península.
- **Exposición media:** Los valores se encuentran en el tercio medio.
- **Exposición baja:** Los valores se ubican en el tercio inferior.

Matriz de Exposición		
Variables Climáticas		Anomalía en 2041-70 respecto a 1971-2000
Temperatura	Temperatura Máxima	1,50 °C
	Temperatura mínima	1,45 °C
	Temperatura máxima extrema	1,97 °C
	Temperatura mínima extrema	1,16 °C
	N.º noches cálidas	35,59 noches
	N.º días cálidos	23,72 días
	N.º días con temperatura mínima >20° C	6,88 días
	Grados-día de refrigeración	80,11 °
	Grados-día de calefacción	-241°C
	Duración máxima olas de calor	3,85 días
Precipitación	Amplitud térmica	0,31°C
	Precipitación	-0,03 mm/año
	Precipitación máxima en 24 h	6,94 mm/día
	N.º de días de lluvia	-5,82 días
	N.º de días de precipitación < 1mm	5,75 días
	N.º días consecutivos de precipitación <1mm	9,43 días

Figura 15. Análisis de exposición. (Fuente: Elaboración propia a partir de los "Escenarios de cambio climático regionalizados del PNAAC).

7.2.3 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Dentro del análisis de vulnerabilidad, se combina el resultado de sensibilidad y el análisis de exposición (cuando son evaluados por separado). Aquí se tiene como objetivo, *“determinar los posibles peligros significativos y los riesgos conexos, y constituye la base para la decisión de continuar con la fase de evaluación del riesgo.”*

Ello va a determinar la capacidad de adaptación de un sistema para hacer frente a la variabilidad climática a corto, medio y/o largo plazo.

La vulnerabilidad se calcula de la siguiente forma:

$$V = \frac{(\sum(E_1 + E_2 + E_3 \dots)/n) + S}{2}$$

Donde,



V=Vulnerabilidad

E= Exposición

S=Sensibilidad

En la siguiente matriz, aplicando la ecuación de cálculo, se cruzan los valores de exposición y sensibilidad, que dan como resultado la vulnerabilidad en el ámbito territorial del Plan. De este modo, la vulnerabilidad se obtiene a partir de los valores de la siguiente matriz.

			VALOR SENSIBILIDAD					
			Inundación	Sequía	Lluvias Torrenciales	Temperaturas Extremas	Contrastes térmicos	Olas de calor
EXPOSICIÓN A LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS	Temperatura Máxima	Medio						Medio
	Temperatura mínima	Medio						
	Temperatura máxima extrema	Alto				Alto	Alto	Alto
	Temperatura mínima extrema	Medio					Bajo	
	Nº noches cálidas	Alto						Alto
	Nº días cálidos	Bajo						Bajo
	Nº días con temperatura mínima >20° C	Medio						Medio
	Grados-día de refrigeración	Alto						Alto
	Grados-día de calefacción	Medio						
	Duración máxima olas de calor	Bajo						Bajo
	Amplitud térmica	Medio				Medio	Medio	
	Precipitación	Bajo		Bajo				
	Precipitación máxima en 24 h	Alto	Bajo		Alto			
	Nº de días de lluvia	Bajo		Medio				
	Nº de días de precipitación < 1mm	Medio		Medio				
	Nº días consecutivos de precipitación <1mm	Alto		Alto				
VALOR VULNERABILIDAD			Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio

Figura 16. Vulnerabilidad del Planeamiento frente a los peligros o amenazas climáticas y la sensibilidad. (Fuente: Elaboración Propia).

Como resultado se obtienen los valores de vulnerabilidad recogidos en la tabla siguiente:

ANÁLISIS VULNERABILIDAD	
Peligros Climáticos	Vulnerabilidad
Inundaciones	Medio
Sequías	Bajo
Lluvias Torrenciales	Medio
Temperaturas extremas	Medio
Contrastes térmicos	Medio
Olas de calor	Medio

Figura 17. Vulnerabilidad del planeamiento a los peligros o amenazas climáticas. (Fuente: elaboración propia)

7.3. FASE 2- EVALUACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de riesgos funciona mediante la evolución de la probabilidad y la gravedad de los impactos relacionados con los peligros detectados en la evaluación de vulnerabilidad. Tiene como objetivo cuantificar la importancia que los riesgos tienen para el proyecto en las condiciones climáticas actuales y futuras.

7.3.1 ANÁLISIS DE PROBABILIDAD

En esta parte se examina la probabilidad de lo que los peligros climáticos a los que la estación de autobuses puede verse afectada ocurran. En la siguiente tabla se muestra la clasificación de la probabilidad en escalas ofrecidas por el IPCC y que se emplea en el presente estudio:

Escala		Cualitativa	Cuantitativa
Raro	1	Muy poco probable que ocurra	5%
Improbable	2	Poco probable que ocurra	20%
Moderado	3	Misma probabilidad de ocurrir que de no ocurrir	50%
Probable	4	Es probable que ocurra	80%
Casi Seguro	5	Es muy probable que ocurra	95%

Figura 18. Escala indicativa para evaluar la probabilidad de un peligro climático. (Fuente: IPCC)

Teniendo en consideración la clasificación y aplicándola a la zona de estudio, en función de su localización, eventos similares en el período actual o histórico y las características climáticas actuales y futuras, la probabilidad de ocurrencia o amenazas climáticas se muestra en la siguiente tabla:

Análisis de Probabilidad	
Peligros Climáticos	Probabilidad
Inundaciones	Moderado (3)
Sequías	Improbable (2)
Lluvias torrenciales	Moderado (3)
Temperaturas extremas	Moderado (3)
Contrastes térmicos	Moderado (3)
Olas de calor	Probable (4)

Figura 19. Probabilidad que las amenazas climáticas afecten al plan. (Fuente: Elaboración propia)

7.3.2 ANÁLISIS DEL IMPACTO

Dentro del análisis del impacto se examinan las consecuencias derivadas del peligro climático en caso de que este se produzca. Este debe ser evaluado en una escala de impacto por peligro. También se le denomina gravedad o magnitud.

Esta escala se usa para medir cuán severas serían las consecuencias de un evento climático (como una inundación o una ola de calor). La descripción de la escala indicativa se presenta a continuación:

Escala		Descripción de la magnitud o gravedad
Insignificante	1	Impacto mínimo que se puede mitigar a través de la actividad normal
Leve	2	Efectos que afectan al uso normal, materializándose en impactos localizados de manera temporal.
Moderado	3	Efectos moderados o graves que requieren medidas específicas y adicionales para su corrección.
Grave	4	Efectos críticos que requieren medidas extraordinarias y que redundan en impactos a más largo plazo.
Catastrófico	5	Carácter de desastre natural con potencial efecto de destrucción o cese del uso normal, generando daños significativos permanentes o de largo plazo

Figura 20. Escala indicativa para evaluar la magnitud de los efectos. (Fuente: Elaboración Propia a Partir de la Comunicación 2021/ C373/01)

En la siguiente tabla se recogen la escala y magnitud de los peligros climáticos:

Activos físicos y usos sobre los que recae el riesgo	ANÁLISIS DE LA MAGNITUD DEL IMPACTO											
	Probabilidad y magnitud de los peligros o amenazas climáticas											
	Inundaciones		Sequías		Lluvias Torrenciales		Temperaturas Extremas		Contrastes Térmicos		Olas de Calor	
	Prob	Mag	Prob	Mag	Prob	Mag	Prob	Mag	Prob	Mag	Prob	Mag
Edificaciones	3	3	2	1	3	2	3	2	3	3	4	2
Zonas verdes		2		4		2		4		2		3
Infraestructuras		4		1		2		2		3		1
Salud y		5		4		3		4		3		4



seguridad								
Medio Ambiente	4		4		2		3	
Medio Social	3		4		2		5	
Uso del espacio público	2		3		4		5	

Figura 21. Evaluación de la probabilidad y magnitud sobre los activos. (Fuente: Elaboración propia).

A través de la siguiente ecuación, se calcula el riesgo climático para el plan especial:

$$R = P_r * Mg$$

Donde,

R=riesgo climático

Pr= Probabilidad

Mg=Magnitud

Según esta fórmula, la escala de riesgo es la siguiente:

Escala de riesgo	
1-4	Insignificante
5-9	Bajo
10-14	Medio
15-19	Alto
20-25	Muy alto

Figura 22. Escala indicativa para evaluar el riesgo climático. (Fuente: Elaboración Propia).

Evaluación de Riesgos						
Peligros Climáticos						
Activos físicos usos sobre los que recae el riesgo	Inundaciones	Sequías	Lluvias torrenciales	Temperaturas extremas	Contrastes térmicos	Olas de calor
Edificaciones	9	2	6	6	9	8
Zonas Verdes	6	8	6	12	6	12
Infraestructuras	12	2	6	6	9	4
Seguridad y salud	15	8	9	12	9	16
Medio Ambiente	12	8	6	9	6	12
Medio Social	9	8	6	15	9	16
Uso del espacio público	6	6	12	15	12	12

Figura 23. Evaluación de riesgos asociados al planeamiento analizado. (Fuente: Elaboración propia a partir de la Comunicación 2021/C373/01).

7.4. ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCUTRA

Una vez concluidos los análisis de vulnerabilidad y evaluación de riesgos, se procede al análisis técnico de las infraestructuras. A partir de los resultados obtenidos, se identifican medidas de adecuación orientadas a incrementar su resiliencia frente a amenazas climáticas específicas. Para el caso de inundaciones, se recomienda la implementación de sistemas de drenaje sostenibles, entre ellos pavimentos permeables.

En cuanto a los contrastes térmicos y las temperaturas extremas, se sugiere la utilización de materiales constructivos con alta inercia térmica y propiedades aislantes, junto con el diseño de envolventes térmicamente eficientes, lo que contribuye a mantener condiciones interiores estables y reducir la demanda energética.

Frente a las olas de calor, se proponen estrategias energéticas de climatización pasiva, como cubiertas de techo verdes, fachadas ventiladas y añadir el uso de energías renovables (paneles solares), que permiten mitigar el impacto térmico y optimizar el desempeño energético de las edificaciones.



8. MITIGACIÓN DE EFECTO ISLA DE CALOR URBANA

El fenómeno conocido como “isla del calor urbana” (ICU) se presenta cuando en áreas urbanizadas las temperaturas son más elevadas que en sus alrededores rurales. Este diferencial térmico se debe, en gran medida, a la alta concentración de superficies impermeables (pavimentos, cubiertas, edificaciones), la escasez de vegetación y el aumento de actividades industriales y comerciales. En los últimos años en el caso de Alcalá de Henares, se ha fomentado un crecimiento urbanísticos y demográfico acelerado, debido a su cercanía con Madrid.

Esta transformación contribuye directamente a la intensificación de la isla de calor, generando impactos negativos tanto en el confort térmico de la población, como el consumo energético (especialmente por refrigeración), aumentando la exposición a golpes de calor y a olas térmicas. Ante este escenario se vuelve prioritario integrar estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en la planificación urbana local, tales como: la gestión sostenible de agua y suelo y el fomento de la renaturalización de espacios urbanos (zonas verdes, techos y fachadas vegetales).

Para analizar la Isla de Calor Urbana (ICU) en Alcalá de Henares, es necesario recopilar una serie de datos clave, entre los que destacan: la temperatura del aire y la temperatura superficial, el uso y la cobertura del suelo, variables meteorológicas, información sociodemográfica, así como la topografía y la altitud del área de estudio.

8.1. ANÁLISIS DEL EFECTO DE ISLAS DE CALOR URBANA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

El análisis del efecto de la Isla de Calor Urbana (ICU) se basa en un conjunto de datos iniciales que representan variables claves asociadas a su formación. A continuación, se presenta una descripción detallada de las principales variables que influyen en la generación de la ICU y su grado de afección en diferentes variables urbanas. Cada una de estas variables juega un papel crucial en las zonas más afectadas por el aumento de temperatura.

8.1.1 DATOS DE TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE TERRESTRE

La temperatura de la superficie terrestre es un indicador clave que puede ser utilizado para detectar la presencia de una isla de calor urbana. En áreas urbanas la acumulación de calor en superficies como el asfalto, techos y otras superficies que absorben calor aumentan la temperatura. Estos datos ayudan a entender la magnitud y extensión de la ICU y cómo varía a lo largo del día y en diferentes estaciones del año.

Año	Temperatura (°C)
1979	13,2
1980	13,3
1981	14
1982	14
1983	14
1984	13
1985	14,1



1986	13,6
1987	14,2
1988	13,5
1989	14,5
1990	14,4
1991	13,5
1992	13,6
1993	13
1994	14,6
1995	15,3
1996	14,3
1997	15
1998	14,3
1999	14,3
2000	14,4
2001	14,5
2002	14,4
2003	14,8
2004	14
2005	14,2
2006	14,9
2007	13,7
2008	14
2009	15
2010	13,8
2011	14,9
2012	14,5
2013	13,9
2014	15,1
2015	15,3
2016	14,9
2017	15,6
2018	14,6
2019	15,1
2020	14,8
2021	14,3
2022	15,5
2023	15
2024	15,3

Figura 24. Datos históricos de temperatura en Alcalá de Henares. (Fuente: WeathersPark).

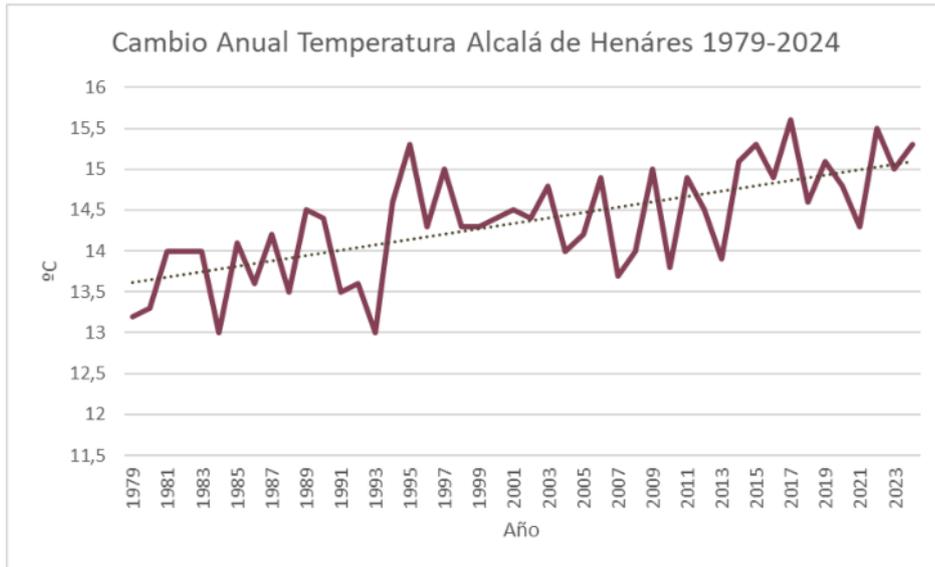


Figura 25. Cambio anual temperatura Alcalá de Henares. (Fuente: WeathersPark).

8.1.2 USO Y COBERTURA DEL SUELO

El uso y cobertura del suelo es otra de las variables que influye directamente en la formación de la ICU. El hecho de contar con más áreas urbanas, significaría que se cuenta con una alta proporción de superficies impermeables que retienen más calor. A su vez, la falta de vegetación o espacios verdes en las ciudades empeora la situación. En el caso de Alcalá de Henares, la zona central presenta una notable concentración de infraestructuras, incluyendo redes viales, zonas industriales y otros elementos urbanos. En contraste, los alrededores del municipio cuentan con amplias áreas verdes, donde se espera que las temperaturas sean más bajas.

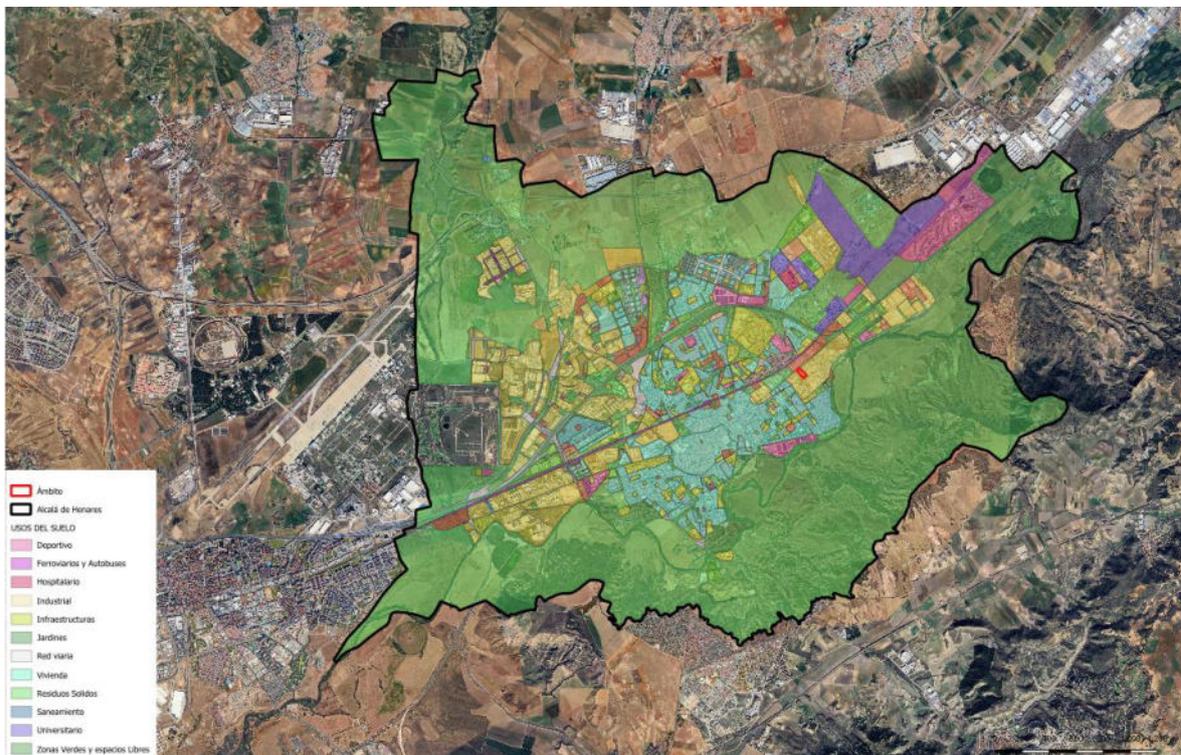


Figura 26. Usos de suelo de Alcalá de Henares. (Fuente: Elaboración Propia).



8.1.3 METEOROLOGÍA

Las variables climáticas son fundamentales para comprender los efectos del cambio climático, ya que influyen directamente en los patrones atmosféricos, la temperatura, la precipitación y otros procesos ambientales clave. En particular, el régimen de vientos es una variable crítica, ya que su alteración puede afectar la distribución de contaminantes, la erosión del suelo y el comportamiento de fenómenos meteorológicos extremos.

Para evaluar adecuadamente los impactos del cambio climático, las condiciones meteorológicas consideradas deben representar un año promedio que incluya las cuatro estaciones, pero que excluya períodos considerados particularmente extremos. Con el fin de reducir la influencia de eventos atípicos y capturar una visión más estable de las tendencias climáticas, este año promedio debe estimarse a partir de promedios de datos meteorológicos registrados durante un período superior a 10 años.

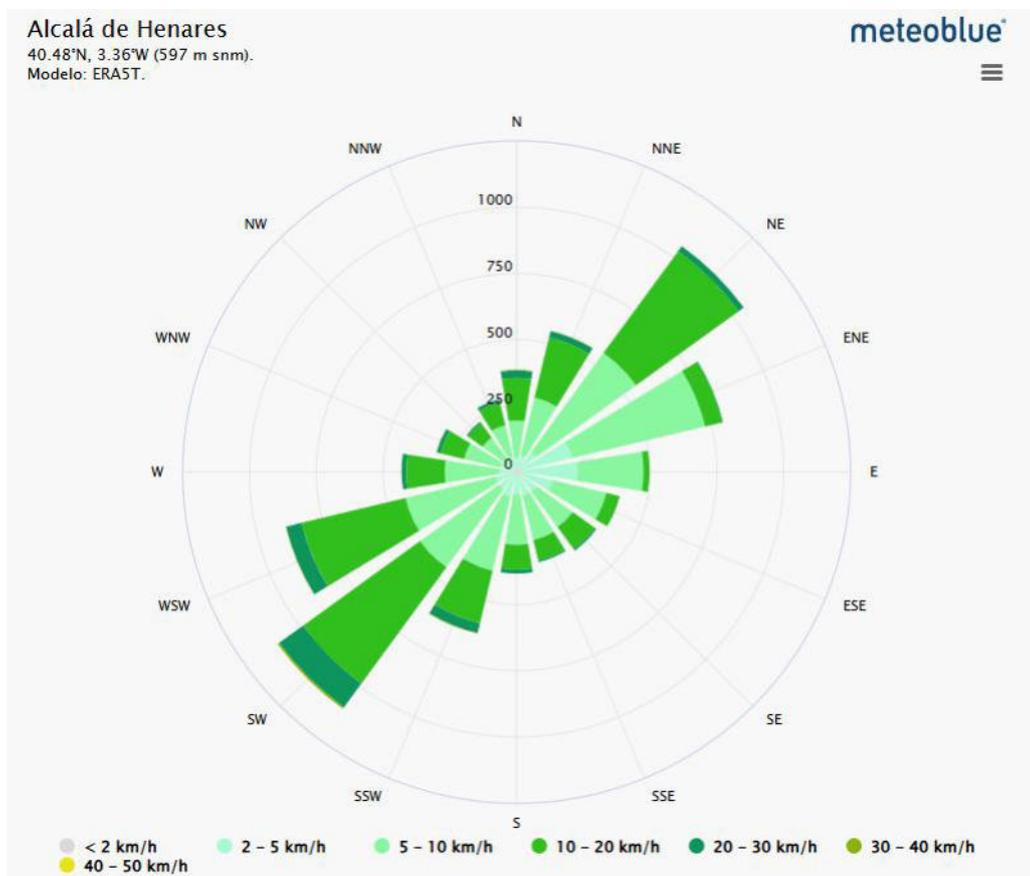


Figura 27. Rosa de los vientos Alcalá de Henares. (Fuente: Meteoblue, 2025).

Las variables meteorológicas que se han analizado son la temperatura, la humedad, la velocidad del viento con su dirección y la presión atmosférica. Se ha utilizado la información meteorológica de la estación climatológica de Alcalá de Henares (Municipio de Alcalá de Henares) y con una Altitud de 605 m. La síntesis de estos valores se indica a continuación.

Temperatura Media (°C)	14,17 °C
Humedad (%)	62 %
Velocidad del Viento (m/s)	3,29 m/s



Dirección predominante del Viento	Suroeste-Noreste
Presión Atmosférica (hPa)	1.012 hPa

8.1.4 INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

Las áreas urbanas más densamente pobladas o aquellas con mayor concentración de actividades suelen tener más concentración de calor, lo que exacerba el efecto de isla de calor. Además, los grupos vulnerables que viven en zonas con menos áreas verdes y más infraestructuras impermeables son más susceptibles a los efectos negativos de la ICU. El incremento de población ha traído consigo, la necesidad de crear más infraestructura en el municipio, entre lo que se incluye el aumento de tránsito vehicular, construcción de edificios y cambios en la zona vegetal de Alcalá de Henares.

8.1.5 TOPOGRAFÍA Y ALTITUD

La topografía y la altitud afectan la circulación del aire y la distribución de la temperatura. En áreas bajas y las cuencas urbanas son especialmente propensas a la acumulación de calor, ya que el aire caliente tiende a acumularse en estos lugares debido a la falta de circulación. En zonas montañosas o de mayor altitud, la temperatura puede ser más baja, y la ICU podría no ser tan pronunciada. En el caso de Alcalá de Henares la topografía presenta grandes variaciones en cuanto a la altitud. En un radio de 3 kilómetros hay un cambio superior a los 200 metros, el cual se puede apreciar en la siguiente figura.



Figura 28. Mapa topográfico de Alcalá de Henares. (Fuente: Visor Cartográfico de Madrid- IDEM).

8.2. CÁLCULO DE LA ISLA DE CALOR

8.2.1 ISLA DE CALOR GENERAL

Primero es necesario calcular la isla de calor del municipio para luego poner trabajar con esos datos para las edificaciones y la isla de calor que se genera dentro de la ciudad.



Como datos de partidas se han descargado de la web oficial de la NASA las capas de información siguientes:

- La banda 4 de Landsat 8 capta el color rojo y se usa principalmente para distinguir vegetación, suelos y agua, siendo clave para calcular el índice NDVI.
- La banda 5 corresponde al infrarrojo cercano, muy sensible a la vegetación sana, y también se emplea en análisis agrícolas y forestales.
- La banda 10 detecta el infrarrojo térmico, lo que permite estimar la temperatura superficial terrestre, útil en estudios climáticos, sequías y fenómenos térmicos.

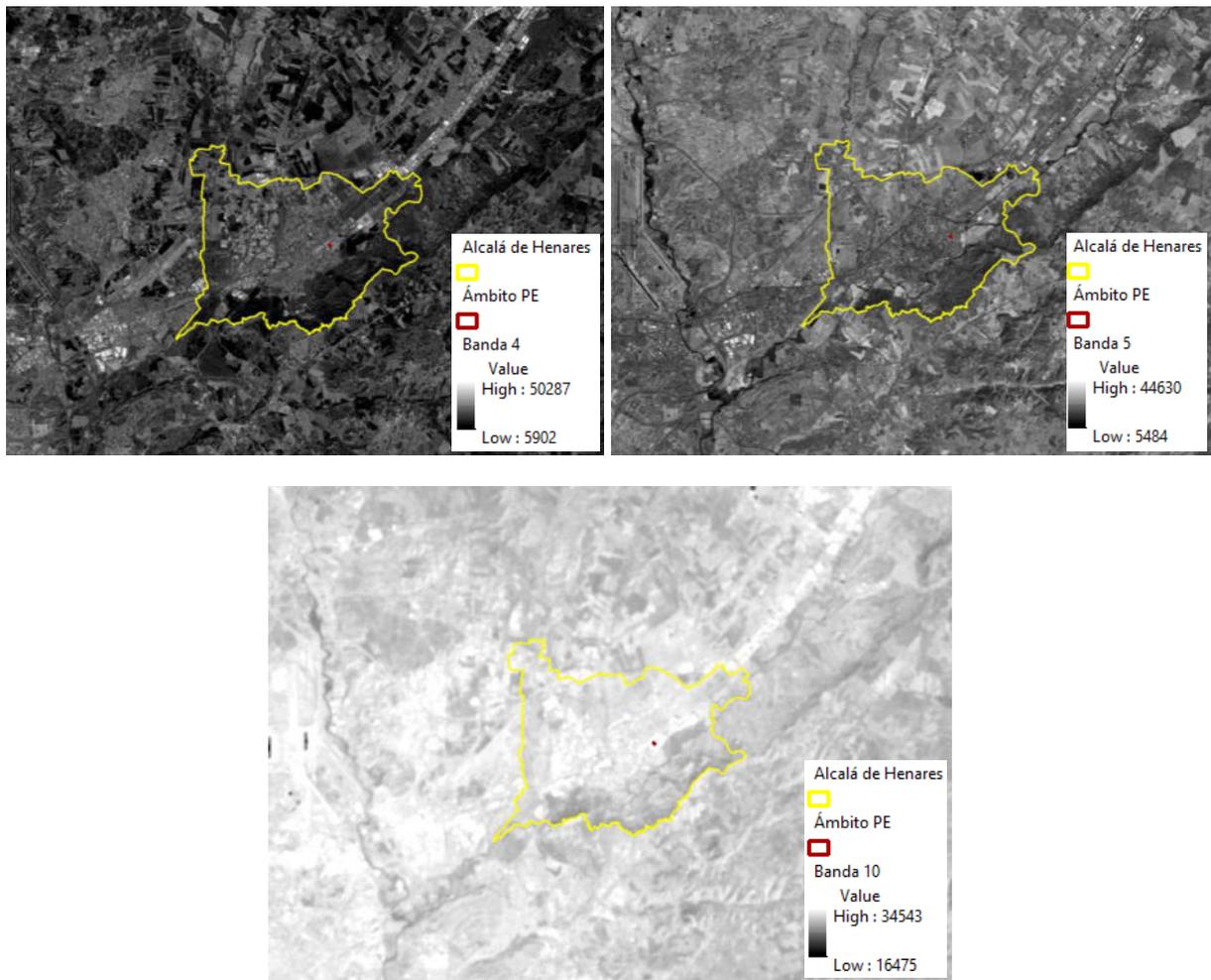


Figura 29. Arriba izquierda: banda 4. Arriba derecha: banda 5. Abajo: banda 10. (Fuente:Landsat 8, NASA).

Lo ideal es escoger una información lo más actual posible pero que no disponga de grandes masas de nubes que cubran la superficie de estudio. En este caso se han tomado los datos del 28 de marzo de 2025, donde escasas nubes cubren el municipio de Alcalá de Henares y permite obtener resultados más precisos.

Para obtener la isla de calor es necesario proceder con una serie de cálculos que son lo que se indican en los siguientes subapartados.

● TOA: RESPLANDOR DE LA PARTE SUPERIOR DE LA ATMÓSFERA



Lo primero que se hace es la transformación de los datos digitales infrarrojos de la Banda 10 en radiancia. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$L\lambda = ML * Qcal + AL - Oi = 0,0003342 * "Banda10" + 0,1 - 0,29$$

Donde: $L\lambda$ es la radiancia espectral TOA (Watts/(m²*sr* μ m)); ML es el número de banda multiplicativa de radiancia; AL es la banda de adición de resplandor (No.); Qcal son los valores de píxeles del producto estándar cuantificados y calibrados (DN); y O_i es el valor de corrección para la banda 10 (que es 0,29).

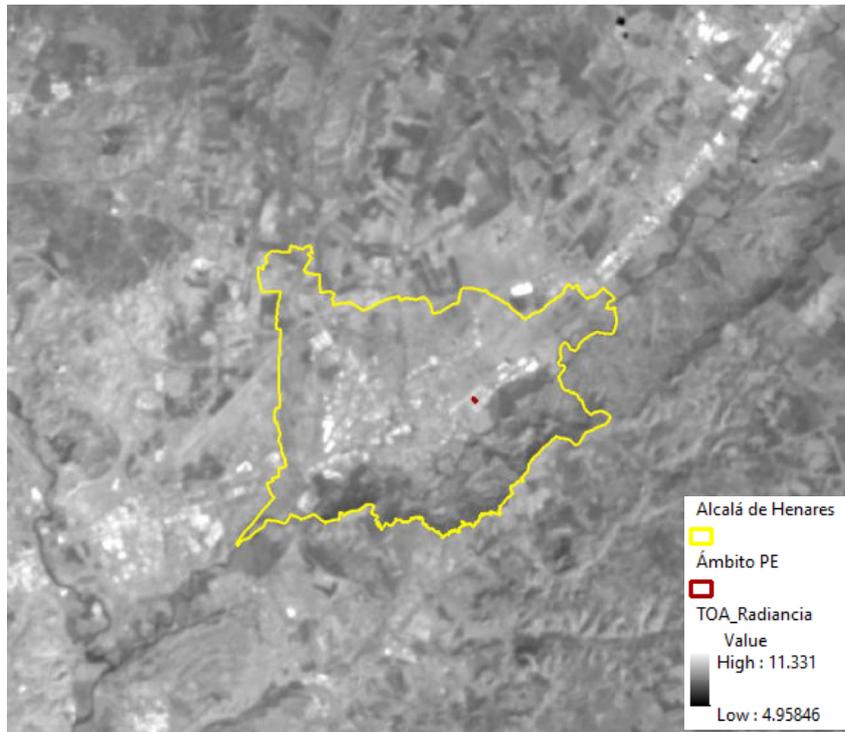


Figura 30. TOA, radiancia. (Fuente: elaboración propia).

BT: TEMPERATURA DE BRILLO

A partir de la radiancia calculada anteriormente, se puede calcular la temperatura de brillo mediante la fórmula que se presenta a continuación, donde hay una transformación de kelvin (K) a grados Celsius (°C):

$$B = K2 / \ln(K1 / L\lambda + 1) - 273,15 = 1.321,0789 / \ln(774,8853 / L\lambda + 1) - 273,15$$

Donde BT es la temperatura de brillo superior de la atmósfera (°C); $L\lambda$ es la radiancia espectral TOA (Watts/(m² * sr * μ m)); K1 = K1 Banda Constante (No.) y K2 = K2 Banda Constante (No.)

Estas constantes se pueden obtener de la información adicional descargable del Landsat 8, de donde hemos sacado las demás bandas. Aquí se observa que K1 es 774,8853 y K2 es 1.321,0789 para la banda 10:



```
*LC08_L1TP_201032_20250429_20250508_02_T1_MTL: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
END_GROUP = LEVEL1_RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = LEVEL1_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = LEVEL1_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = LEVEL1_PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 30
Línea 1, columna 2 100% UNIX (LF) UTF-8
```

Figura 31. Extracto del documento de texto complementario a las bandas. (Fuente: Landsat 8, NASA).

Con esto se obtiene el siguiente ráster de la temperatura de brillo:

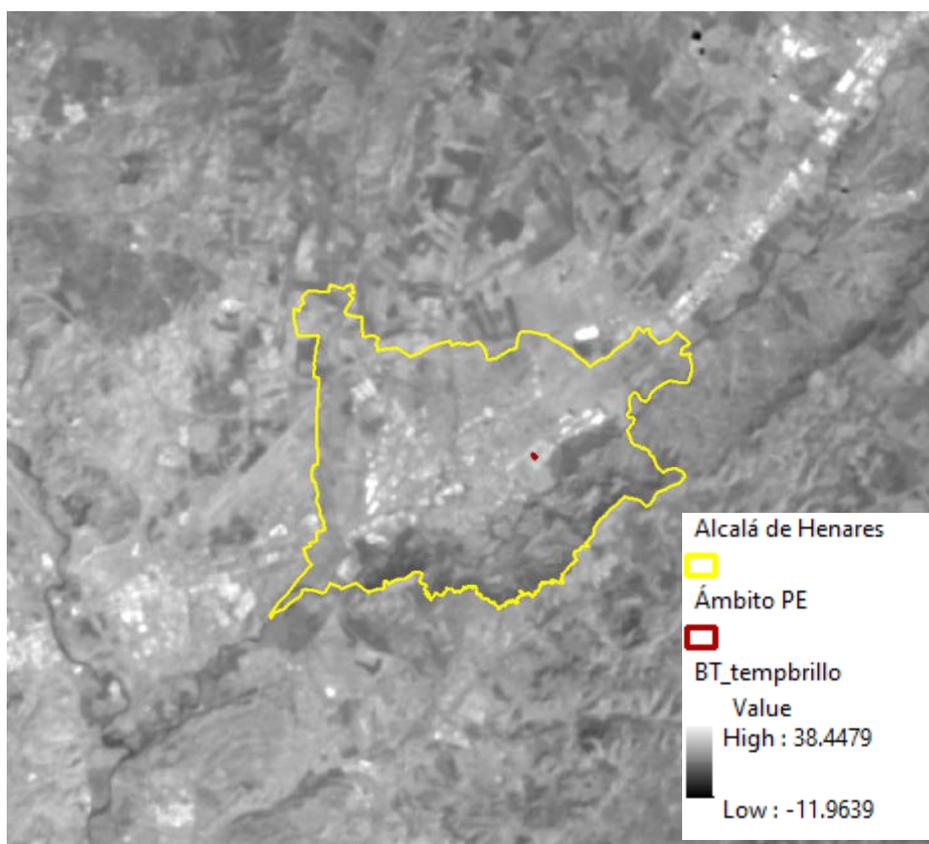


Figura 32. Temperatura de brillo. (Fuente: elaboración propia).

● **NDVI: ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA**

Se trata de un índice de vegetación estandarizado que sigue la siguiente fórmula, empleando la banda roja RED (Banda 4) y la banda de infrarrojo NIR (Banda 5).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} = \text{Float}(\text{"Banda 5"} - \text{"Banda 4"}) / \text{Float}(\text{"Banda 5"} + \text{"Banda 4"})$$

Se obtiene de esta forma la siguiente capa ráster:

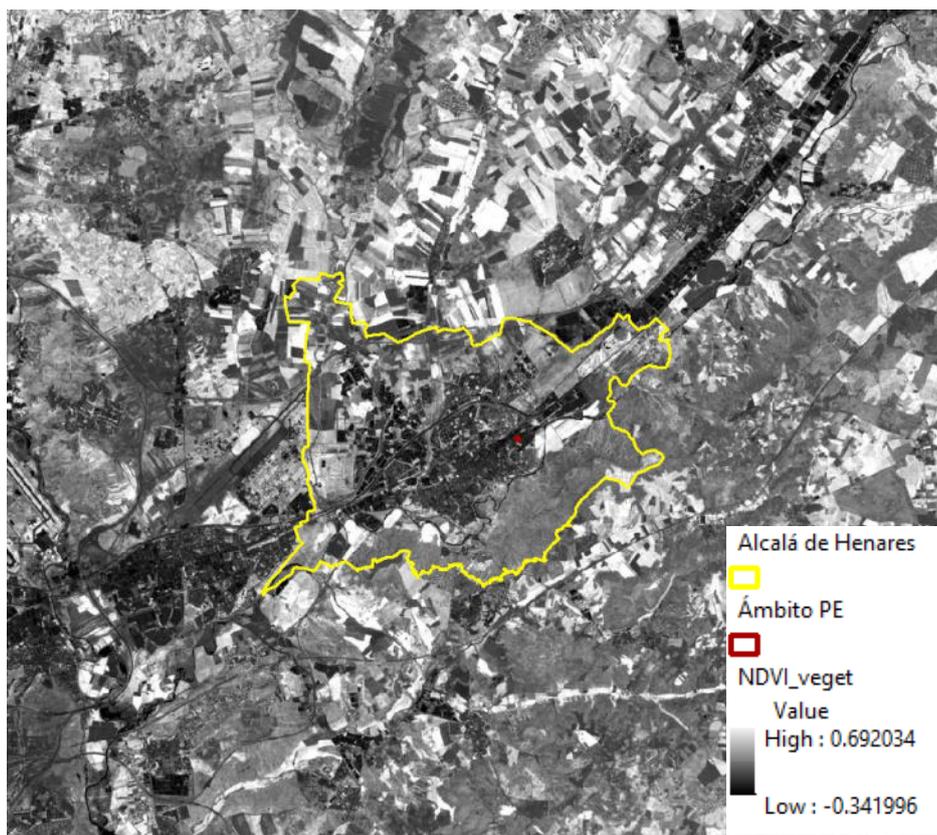


Figura 33. NDVI. (Fuente: elaboración propia).

● EMISIVIDAD DE LA SUPERFICIE TERRESTRE

Para obtener la emisividad de la superficie terrestre es necesario utilizar la siguiente fórmula:

$$E = 0,004 * PV * 0,986$$

Donde PV es la proporción de vegetación y los valores numéricos valores de corrección de la ecuación.

Para calcular PV es necesario utilizar la siguiente formulación:

$$PV = \text{Square} ((NDVI - NDVI \text{ min}) / (NDVI \text{ max} - NDVI \text{ min})) \\ = \text{Square} ((NDVI + 0,341996) / (0,692034 + 0,341996))$$

Dónde NDVI son los valores DN de la imagen NDVI calculada anteriormente; NDVI min es el valor mínimo de DN de la imagen NDVI (se puede observar en la leyenda de la imagen); NDVI max es el valor DN máximo de la imagen NDVI (también se puede observar en la leyenda de la imagen).

Con este nuevo parámetro calculado se procede a calcular la emisividad con su fórmula. Así pues, se obtienen las siguientes dos capas ráster:

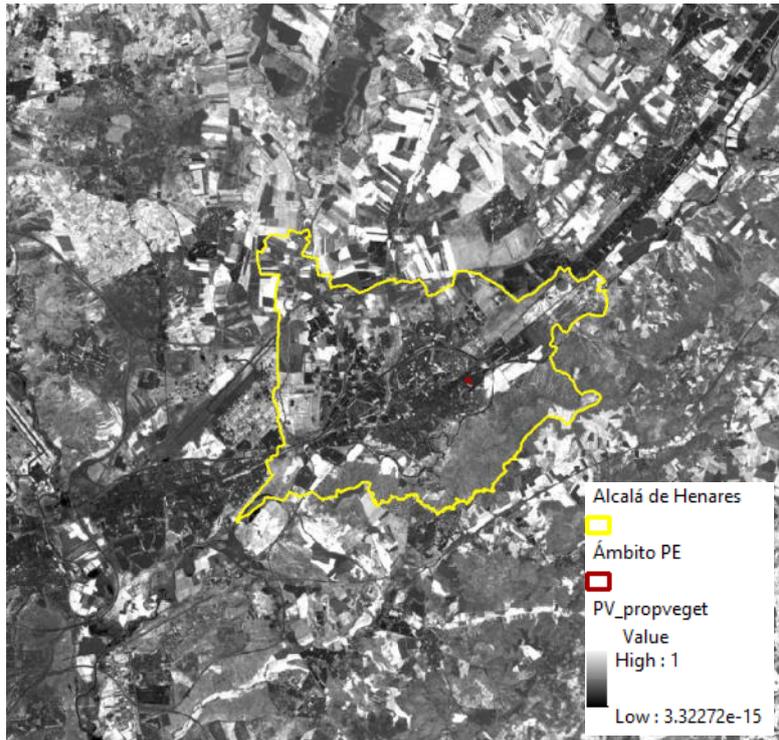


Figura 34. PV. Fuente: elaboración propia.

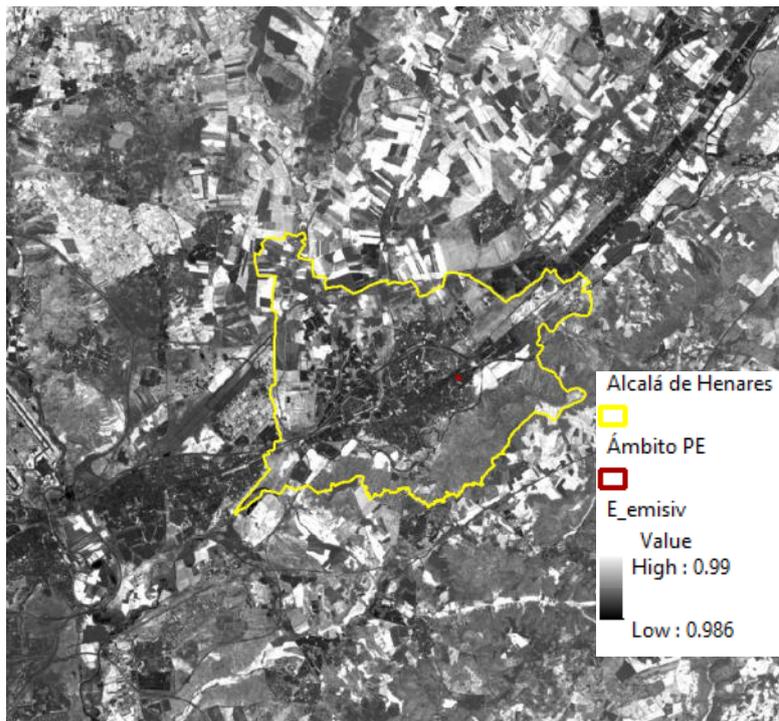


Figura 35. Emisividad. (Fuente: elaboración propia).

● LST: TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE TERRESTRE

La temperatura de la superficie terrestre (LST) es la temperatura radiativa que se calcula utilizando la parte superior de la atmósfera. Para ello se emplea la siguiente fórmula, utilizando los rásters resultantes de los cálculos realizados con la banda 10 por una parte y los de las bandas 4 y 5 por otra:

$$LSI = BT / (1 + (\lambda * BT / c2) * Ln(E))$$



Donde BT es la temperatura de brillo superior de la atmósfera (°C), λ la longitud de onda de la radiación emitida; E la emisividad de la superficie terrestre y c2 es una constante de radiación de Planck. Esta c2 de puede calcular mediante la fórmula simplificada siguiente:

$$c2 = h * \frac{c}{s} = 14.388mk$$

Donde h-es una constante de Planck ($6.626 \cdot 10^{-27}$ Js); s es la constante de Boltzmann ($1,38 \cdot 10^{-34}$ JK) y c es la velocidad de la luz ($2.998 \cdot 10^{23}$ m/s).

Se obtiene la siguiente capa de temperatura de la superficie:

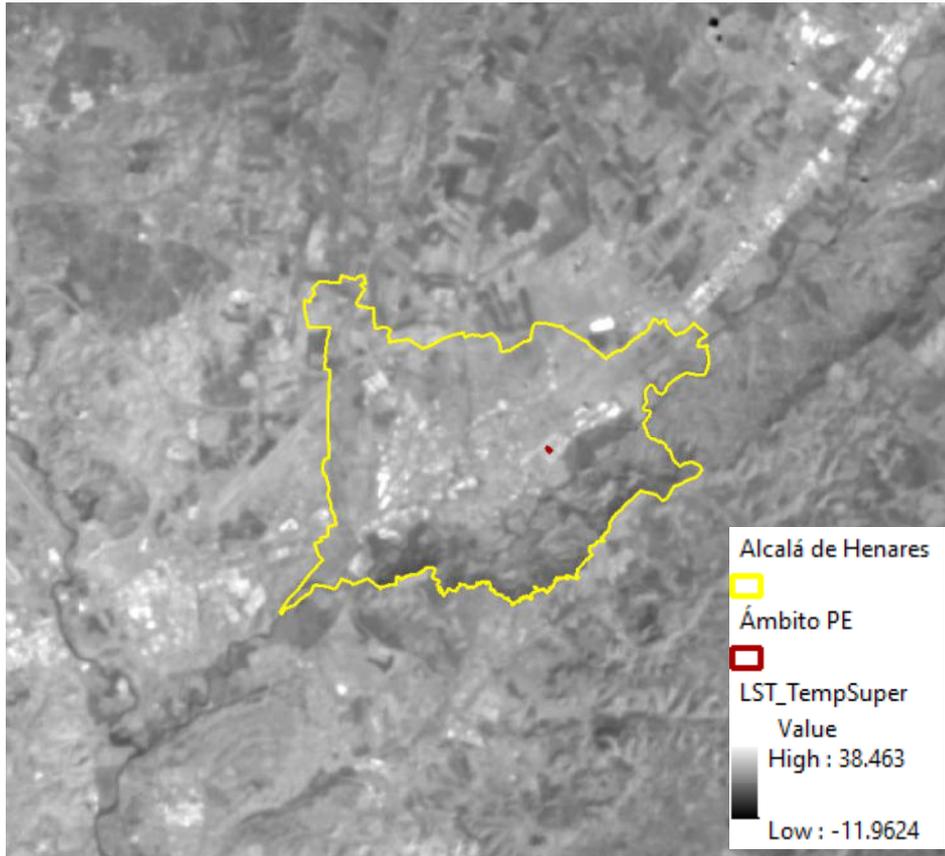


Figura 36. LST. (Fuente: elaboración propia).

● UHI: PERFIL ISLA DE CALOR

La isla de calor urbana (UHI) se refiere al fenómeno en el que las áreas urbanas experimentan mayores temperaturas debidas a las actividades humanas y al entorno construido. Las causas incluyen la superficie terrestre, modificación, vegetación reducida, calor de edificios e infraestructura, circulación de aire alterada, y calor residual. Para calcular esta UHI se emplea la siguiente formulación:

$$UHI = (LST - LST_m) / SD$$

Donde LST es la temperatura superficial terrestre de un píxel o zona urbana específica, LST_m es la temperatura media de toda la escena o de una zona de referencia y SD es la desviación estándar de las temperaturas (LST) de la misma escena. Para conocer la media (mean) y la desviación estándar (Std dev.) simplemente es necesario abrir la información del ráster de LST creado anteriormente y consultar en la pestaña de "source" (fuente).

Layer Properties

Property	Value
Vertical Coordinate Syste...	
<input checked="" type="checkbox"/> Statistics	
<input checked="" type="checkbox"/> LST_TempSuper	
Build Parameters	skipped columns: 1, rows: 1, ignored value(s):
Min	-11.96239280700684
Max	38.46297073364258
Mean	11.43669310129414
Std dev.	5.027608449763684
Classes	0

Figura 37. Propiedades de la capa LST. (Fuente: elaboración propia).

Así pues, se obtiene la UHI, que, representando mediante escalones de temperatura y recortando sobre los límites del municipio, se presenta de la siguiente forma:

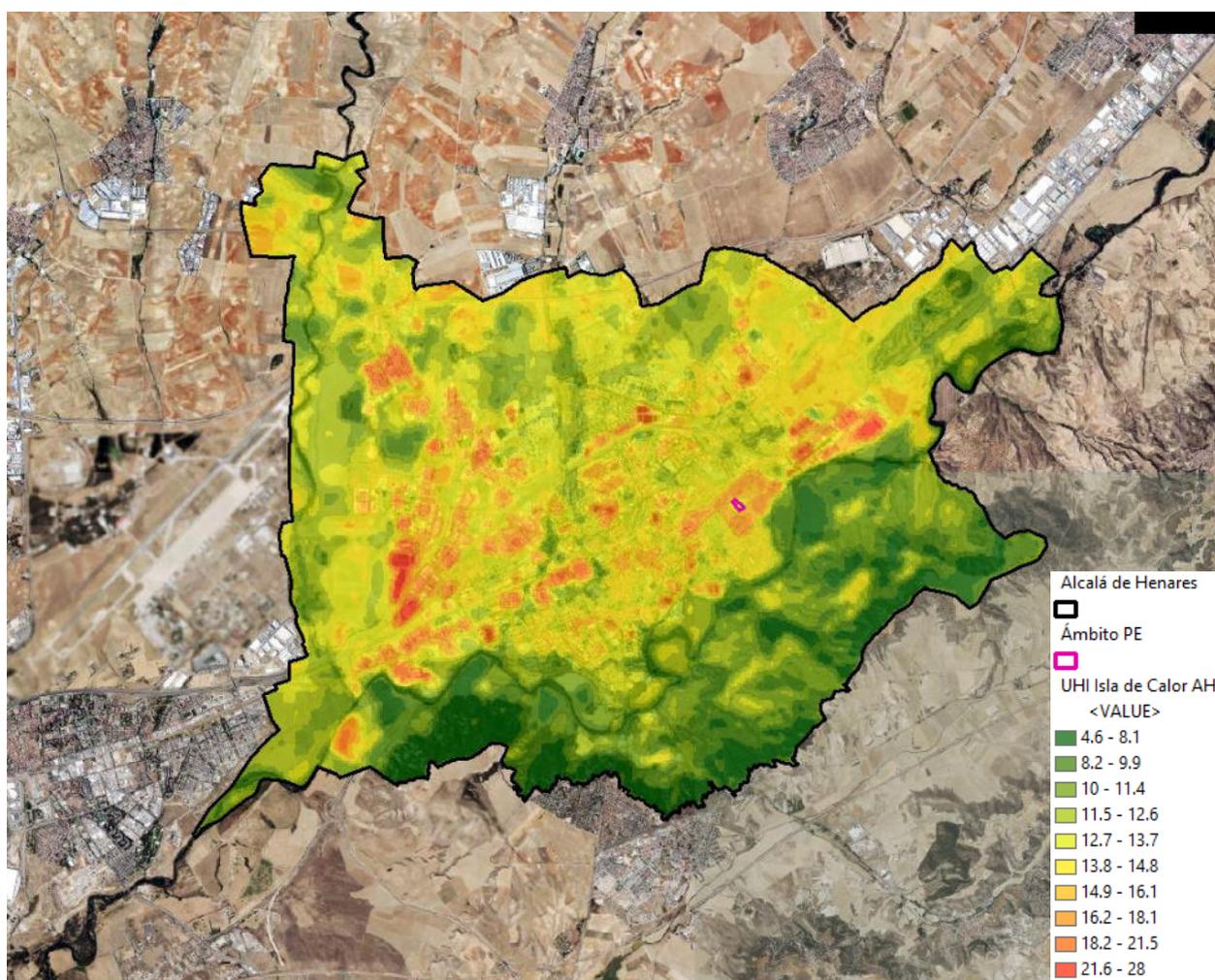


Figura 38. UHI, isla de Calor. (Fuente: elaboración propia).

8.2.2 ISLA DE CALOR DEL ENTORNO DEL ÁMBITO DEL PROYECTO

Con la información obtenida de la isla de calor del municipio, se propone una ampliación sobre la zona del ámbito que sea representativa de la situación. Para ello es necesario tener en cuenta las edificaciones del entorno. Se han eliminado las construcciones del ámbito, ya que la superficie ocupada será mínima.



Figura 39. Detalle de la UHI con las edificaciones. (Fuente: elaboración propia).

El objetivo es asignar a los polígonos de las edificaciones la temperatura del UHI. Para ello, se generan puntos centroides de cada uno y se les asigna la temperatura del UHI mediante una extracción de valores.



Figura 40. Detalle de la UHI con centroides. (Fuente: elaboración propia).

Los valores de los puntos se pasan a los polígonos copiando los valores en la tabla, para obtener así las temperaturas de los mismos.



Figura 41. Temperaturas extraídas a las edificaciones. Arriba: sobre ortofoto. Abajo: sin ortofoto. (Fuente: elaboración propia).

Así se puede observar que la zona del polígono industrial y la continuación de los usos terciarios hacia el suroeste -continuando la Vía Complutense- reflejan mayor calor que las zonas principalmente residenciales. Se espera que la actividad refleje el calor de forma elevada ya que la mayoría del suelo será cubierto con pavimento vial, lo que responde a la situación general de su entorno. El desarrollo de este ámbito dentro de una zona de mayor temperatura se considera más apropiado que dentro de una zona principalmente residencial, donde el impacto que generaría sobre su alrededor sería más remarcable.

Finalmente, con fines meramente representativos, se obtiene la representación 3D de las edificaciones sobre el mapa de calor en el entorno de ámbito del PE de la estación de autobuses.

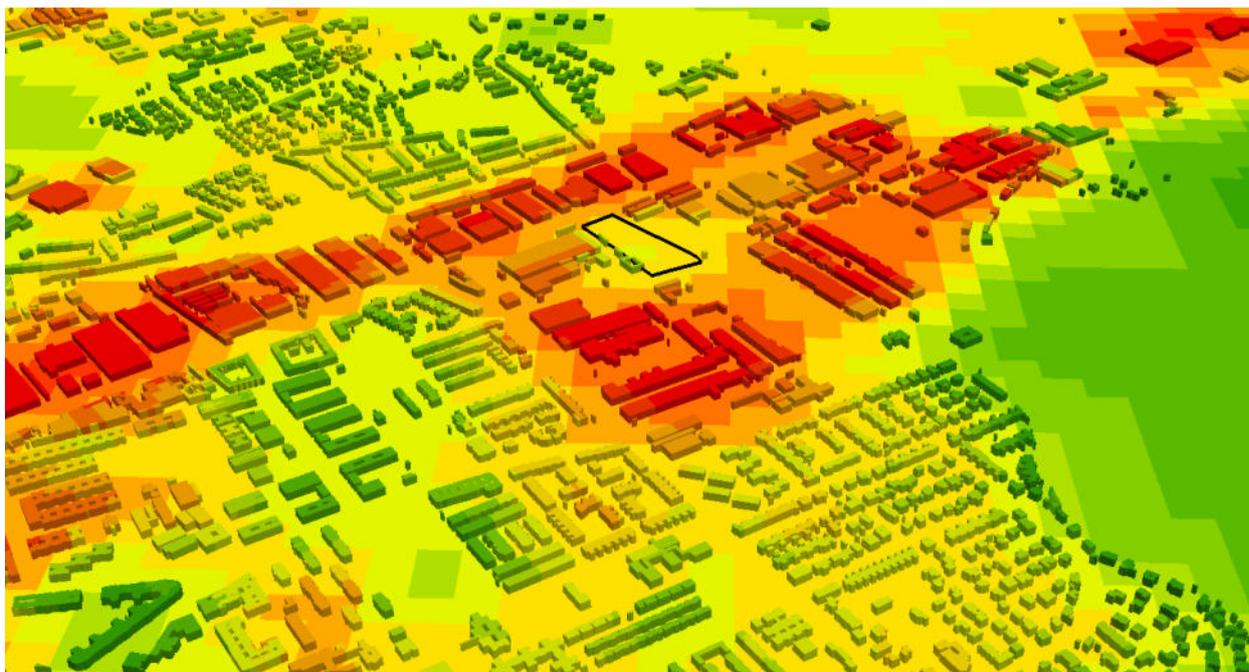


Figura 42. Temperatura edificaciones representado en ArcScene. (Fuente: elaboración propia).

8.3. ENERGÍAS RENOVABLES

En base a lo analizado en los cálculos para la isla de calor urbana, se puede apreciar que alrededor del ámbito se concentran temperaturas más elevadas en comparación al resto del municipio. En respuesta a esta situación, se propone la integración de sistemas de generación fotovoltaica en la cubierta del edificio, aprovechando su superficie disponible para la producción de energía eléctrica destinada al autoconsumo. Esta medida reduce las emisiones de los gases de efecto invernadero, reduce los costos operativos y mejora la autonomía energética de la estación ante posibles interrupciones derivadas de eventos climáticos extremos o condiciones excepcionales, como apagones.



9. CONCLUSIONES

La integración efectiva del cambio climático en la planificación, diseño y gestión de infraestructuras es fundamental para garantizar un desarrollo sostenible y resiliente. En este contexto, se han considerado diversos riesgos asociados, tales como el uso del suelo, la gestión del agua, el ruido y la contaminación acústica, los residuos y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Para cada uno de estos factores se han propuesto medidas específicas orientadas a fomentar una adaptación más progresiva.

La evaluación de la adecuación de dichas medidas se ha llevado a cabo mediante un esquema metodológico estructurado en tres fases: evaluación de vulnerabilidad, evaluación de riesgos y definición de medidas de adaptación. Este enfoque permite identificar de manera precisa el impacto potencial del proyecto sobre el cambio climático y aplicar las estrategias más eficaces para la reducción de emisiones de GEI.

Adicionalmente, se ha llevado a cabo un análisis detallado de las principalmente variables que inciden en la formación del fenómeno de isla de calor urbana (ICU), considerando factores como las condiciones meteorológicas, los patrones de temperatura, los usos del suelo, la configuración topográfica y la información sociodemográfica del área de estudio. Con el uso del programa "ArcGis" se ha realizado la representación gráfica de la isla de calor urbana tanto para el municipio de Alcalá de Henares como para el ámbito. Para el ámbito ha sido necesario tener en cuenta las edificaciones del entorno, por ende, se han eliminado las construcciones del ámbito, ya que la superficie ocupada será mínima.

Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:55:56
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701442133705325315 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS AL PLAN ESPECIAL DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES EN EL POLÍGONO 13A DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES

ESTUDIO DE GENERACIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DOMÉSTICOS

MAYO 2025

CLIENTE:



Pl. de Cervantes, 12,
28801 Alcalá de Henares, Madrid
Tif. 918 883 300

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

GRUPO DAYHE
DEVELOPMENT & INVESTMENT



C/ En Sanç, nº 3 - puerta 1.

46001 València

Telf. 96 368 55 53.

www.grupodayhe.es

Coordinación del proyecto:
Alejandro Navarro Maeztu.

Arquitecto
Col. nº 5.614



EQUIPO TÉCNICO REDACTOR

Ha intervenido en la redacción del presente Estudio de Generación y Gestión de Residuos Domésticos de los estudios complementarios al Plan Especial de la Estación de Autobuses en el Polígono 13A del PGOU de Alcalá de Henares, el siguiente equipo técnico:

DIRECCIÓN

- Coordinador:Álvaro Yécora Bujanda
- Titulación: Ldo. CCAA Col. N° 1.150. Ing. Téc. Forestal Col. 6.815, Ing. Industrial
- DirecciónC/ En Sanz, n.º 3, pta. 1. 46001 Valencia.
- Promotor del Plan:Ayuntamiento de Alcalá de Henares.

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR

- Alejandro Navarro Maeztu Arquitecto. Colegiado n ° 5.614
- José Luis Gallego Suárez.... Ingeniero Geodésico, Cartográfico y Topográfico. Ingeniero Técnico en Topografía. Programa I.E.S.E.
- José Fco. Bedmar del Peral..... Ingeniero de obras públicas.
- María Belén Orts Forte..... *Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos.*
- Daniel Alemany Simó.....Ingeniero Industrial.
- Claudia Sofía Apráez Salazar Arquitecta.
- Cristina Muñoz González Arquitecta.
- Iván Gómez Molina Arquitecto.
- Adrián Langa Sánchez Ingeniero Técnico Forestal. Máster en Tecnologías de la información geográfica para la ordenación del territorio: sistemas de información geográfica y teledetección.
- Iolanda Maronda Tarrasa.....Graduada en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- José Arturo Rosa Reyes Ing. Civil. Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- Joely Zagastizabal Montes Ing. Civil, Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- Carlos Mondéjar CastañedaIngeniero Industrial.
- José Luís Negro ViñesIngeniero Agrónomo
- Isabel García Ciscar..... *Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos*



ESTUDIO DE GENERACIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DOMÉSTICOS

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
2.	NORMATIVA VIGENTE	2
2.1.	AMBITO EUROPEO	2
2.2.	ÁMBITO ESTATAL	2
2.3.	ÁMBITO AUTONÓMICO.....	3
2.4.	ÁMBITO MUNICIPAL.....	3
3.	LOCALIZACIÓN Y ÁMBITO DE ESTUDIO	4
4.	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.....	6
5.	GESTIÓN DE RESIDUOS PRE-OPERACIONAL	8
5.1.	GESTIÓN AUTONÓMICA.....	8
5.2.	GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPAL	10
5.2.1	SISTEMA MUNICIPAL DE RECOGIDA	10
5.2.2	INFRAESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO Y TRANSFERENCIA	11
5.2.3	PUNTOS LIMPIOS Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	12
6.	CARACTERIZACIÓN PROSPECTIVA DE RESIDUOS	13
6.1.	GENERACIÓN DE RESIDUOS URBANOS	13
6.1.1	METODOLOGÍA	13
6.1.2	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS EN EL ÁMBITO	14
6.2.	GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	15
6.2.1	METODOLOGÍA	15
6.2.2	ESTIMACIÓN.....	15
7.	GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA SITUACIÓN POST-OPERACIONAL.....	17
7.1.	GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS	17
7.2.	IMPLANTACIÓN DE PUNTOS LIMPIOS	17
7.3.	GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN	17
8.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS.....	18
9.	CONCLUSIÓN.....	19



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La redacción del presente Estudio de Generación y Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento de la Ley 1/2024, de 17 de abril, de Economía Circular de la Comunidad de Madrid, la cual establece la obligación de incorporar un estudio de estas características en todo instrumento de planeamiento urbanístico sometido a evaluación ambiental estratégica. Este estudio, además, debe ajustarse y ser compatible con la normativa y los planes europeos, estatales, autonómicos y locales aplicables al ámbito del proyecto.

En este contexto, se analiza el impacto derivado de la ejecución del Plan Especial de la Estación de Autobuses del municipio de Alcalá de Henares, y se plantean las medidas necesarias para asegurar que no se incurra en ningún incumplimiento normativo en materia de residuos.

La Comunidad de Madrid considera como recursos domésticos aquellos residuos, peligrosos o no, generados en domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios; así como ciertos residuos industriales no peligrosos cuya naturaleza o composición sea asimilable a los anteriores. También se incluyen los residuos derivados de la limpieza de vías públicas, zonas verdes y áreas recreativas, animales de compañía muertos, residuos voluminosos como muebles y enseres, y vehículos abandonados. Por tanto, todos estos residuos quedan comprendidos dentro del alcance del presente estudio, en caso de que se generen en el ámbito del proyecto.

El objetivo del presente estudio es identificar, caracterizar y cuantificar los distintos tipos de residuos que puedan generarse durante la ejecución del Plan Especial, así como establecer las estrategias y medidas necesarias para su correcta gestión, minimización y valorización, garantizando el cumplimiento de la legislación vigente y fomentando una planificación urbana alineada con los principios de la economía circular.

El alcance del estudio abarca todas las fases del desarrollo del Plan Especial, desde la ejecución de las obras hasta la puesta en funcionamiento del nuevo equipamiento, incluyendo la previsión de residuos asociados tanto a las actividades constructivas como a la futura actividad del ámbito. Asimismo, se analizan los tipos de residuos que potencialmente pueden generarse, su clasificación conforme a la normativa vigente, y las necesidades de infraestructuras y servicios para su gestión, valorización y control, considerando tanto el ámbito espacial del proyecto como su entorno inmediato.



2. NORMATIVA VIGENTE

2.1. AMBITO EUROPEO

- Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos.
- Decisión 2000/532/CE por la que se establece una lista de residuos.
- Decisión 2003/33/CE, de 19 de diciembre, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos.
- Directiva 2006/12/CE, de 5 de abril de 2006 que deroga la Directiva 75/442/CE, de 15 de julio de 1975 (modificada por la Directiva 91/156/CE de 18 de marzo).
- Directiva 2008/98/CE (Directiva Marco de Residuos).
- Directiva 2018/852 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los Envases y Residuos de Envases.
- Directiva 2006/66/CE relativa a las pilas y acumuladores y sus residuos y Directiva 2013/56/CE por la que se modifica la anterior por lo que respecta a la puesta en el mercado de pilas y acumuladores portátiles que contengan cadmio, destinados a utilizarse en herramientas eléctricas inalámbricas, y de pilas botón con un bajo contenido de mercurio.

2.2. ÁMBITO ESTATAL

- Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (deroga la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados).
- Ley 11/2012 de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- Ley 5/2013 por la que se modifican la Ley 16/2002 y la Ley 22/2011.
- Ley 11/1997, de Envases y Residuos de Envases, que transpone la Directiva 94/62/CE.
- Real Decreto 782/1998 por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997.
- Real Decreto 252/2006, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997 y por el que se modifica el Reglamento para su ejecución.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 815/2013 por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002 de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (deroga el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero).



- Orden TED/834/2023, de 18 de julio, por la que se establecen los requisitos mínimos de tratamiento previo al depósito de residuos municipales en vertedero.
- Real Decreto 1619/2005 sobre gestión de neumáticos fuera de uso.
- Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 106/2008 sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 943/2010 por el que se modifica el Real Decreto 106/2008 sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 710/2015 por el que se modifica el Real Decreto 106/2008 sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos
- Real Decreto 219/2013 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 110/2015 sobre RAEE.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Real Decreto 367/2010 de modificación de diversos reglamentos del área de medioambiente para su adaptación a la Ley 17/2009 sobre el libre acceso a las actividades de servicio y su ejercicio, y a la Ley 25/2009 de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

2.3. ÁMBITO AUTONÓMICO

- Ley 1/2024, de 17 de abril, de Economía Circular de la Comunidad de Madrid.
- Estrategia de Energía, Clima y Aire de la Comunidad de Madrid (2023 – 2030)
- Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024)
- Orden 2726/2009, de 16 de julio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.

2.4. ÁMBITO MUNICIPAL

- OM para Fomentar y Garantizar la Convivencia Ciudadana en el espacio público de Alcalá de Henares
- OM Limpieza Viaria y Gestión de Residuos de Alcalá de Henares



3. LOCALIZACIÓN Y ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito del Plan Especial (PE) se encuentra situado dentro del Parque Municipal de Servicios, correspondiendo casi en su totalidad a la parcela 1030110VK7802N0001WD y parcialmente sobre la 1030111VK7802N0001AD, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 1. Ámbito del PE sobre las parcelas catastrales.

La parcela objeto del estudio se encuentra integrada dentro del Parque Municipal de Servicios, un área destinada principalmente a actividades logísticas, de mantenimiento urbano y servicios públicos, lo que condiciona en parte la tipología y características de los residuos que se pueden generar en el entorno. Dicha ubicación le confiere un carácter estratégico dentro del entramado urbano-industrial, tanto por su accesibilidad desde vías principales como por su funcionalidad dentro de la red de infraestructuras municipales.

Asimismo, esta parcela está incluida en la Unidad de Ejecución UE-19 del citado polígono, lo que implica que su desarrollo urbanístico y las actuaciones asociadas deberán cumplir con las determinaciones técnicas y normativas específicas recogidas para dicha unidad en el PGOU. Esto incluye los criterios para la gestión ambiental de las actividades, la gestión eficiente de los recursos, y en particular, la adecuada planificación, separación, almacenamiento y posterior retirada de los residuos generados durante las fases de implantación, explotación y mantenimiento de la actividad desarrollada en la parcela.

La definición precisa del ámbito permite dimensionar adecuadamente las previsiones de generación de residuos, su caracterización, y las medidas necesarias para su correcta gestión, conforme a lo establecido en la normativa estatal, autonómica y municipal vigente en materia de residuos.



Figura 2. Vista del acceso principal de la parcela desde Vía Complutense.

4. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

El ámbito de Plan Especial de la Estación de Autobuses se encuentra en una de las parcelas pertenecientes al Parque Municipal de Servicios de Alcalá de Henares, situado en el polígono 13-A del Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU-91) del municipio.

A la aprobación del PGOU se define el área UE-19 como ámbito del margen derecho del Polígono 13ª. Es en esta área donde se encuentra el ámbito de actuación del Plan Especial.

Inicialmente, el área queda clasificada como suelo urbano, remitiendo a la elaboración de un Plan Especial de Reforma Interna (PERI) para el desarrollo y mejora del polígono. En 1997 se aprueba el PERI de la UE-19 del PGOU, que pretende redefinir los viarios principales para impulsar el polígono. Sin embargo, la atomización de la estructura de la propiedad del polígono no hizo posible la implementación del citado PERI más allá de reformas puntuales localizadas.

En 2004 se aprobó la primera modificación puntual (MP) del PERI del área UE19 del PGOU, por la que se modificó la Ordenanza de una de las parcelas del polígono, pasando de Minipolígono a Industria Exenta.

En 2011 se aprobó la segunda modificación del PERI, que amplía los usos que se permiten en la ordenanza de Minipolígono.

Finalmente, en 2018 se aprobó la tercera MP del PERI, que afectó a las parcelas del Parque Municipal de Servicios. Esta modificación puntual redactó una nueva ordenanza de “Usos Productivos” para las citadas parcelas, con el objetivo de ampliar los usos permitidos, de forma que las parcelas adquieran carácter terciario para impulsar la regeneración del ámbito. Esta ordenanza permite los usos primarios de Industria, Comercial, Oficinas, Hotelero; además de los complementarios Sociocultural, Docente, Deportivo, Sanitario y Automóvil.

Tras las citadas modificaciones, el planeamiento vigente en la actualidad es el siguiente:

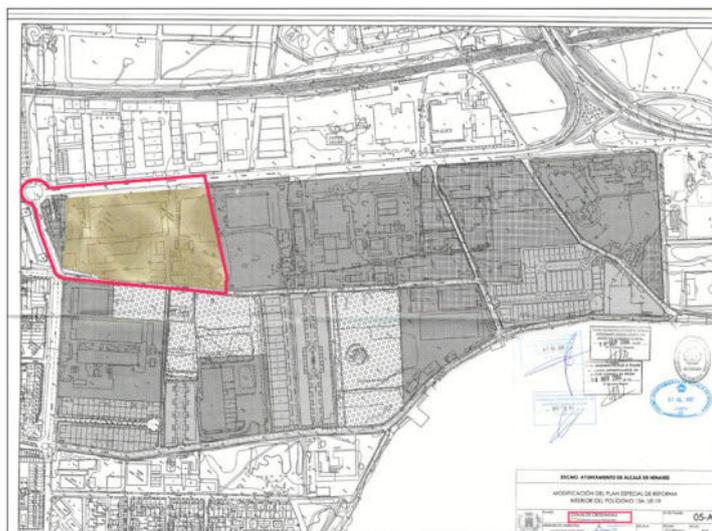


Figura 3. Planeamiento vigente. Fuente: Ayuntamiento de Alcalá de Henares.

La zona sombreada en amarillo se corresponde con la ordenanza de usos productivos.

Por otro lado, en 2023 el Ayuntamiento de Alcalá de Henares, junto con el Consorcio Regional de Transportes de Madrid, establecen la necesidad de crear una nueva estación de autobuses interurbanos que centralice y regule todo el transporte de esta naturaleza, ya que el municipio no cuenta con una infraestructura de este tipo. Así, se plantean cuatro alternativas para su ubicación:

- Alternativa 0: No actuación. Mantenimiento del funcionamiento actual del servicio de autobuses interurbanos.
- Alternativa 1: Estación de FFCC de La Garena.
- Alternativa 2: Estación Central de FFCC.
- **Alternativa 3: Parcela municipal del Parque de Servicios en Vía Complutense nº 132.**
- Alternativa 4: Parcela colindante con el Hospital Príncipe de Asturias.

La alternativa finalmente seleccionada es la alternativa 3, la que corresponde al Plan Especial y al ámbito del presente estudio. Dada la calificación actual del terreno, es necesario regular la implantación de esta infraestructura. Por ello, queda justificada la realización del Plan Especial para adecuar la ordenación pormenorizada a una que contemple una red general de infraestructuras.



Figura 4. Ámbito. Parcela catastral 1030110VK7802N0001WD. Elaboración propia.



5. GESTIÓN DE RESIDUOS PRE-OPERACIONAL

5.1. GESTIÓN AUTONÓMICA

La Comunidad de Madrid articula la planificación de la gestión de los residuos generados en su territorio a través de la *Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid 2017-2024*, la cual continúa vigente en el momento de redacción del presente estudio, al no haberse aprobado aún una nueva estrategia que la sustituya.

Este documento estratégico constituye el principal instrumento de planificación regional en materia de residuos, alineado con las directrices y objetivos establecidos por la normativa europea (Directiva 2008/98/CE y sus modificaciones posteriores), así como con la legislación estatal aplicable, principalmente la Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

La Estrategia establece las medidas necesarias para asegurar una gestión integral, sostenible y jerarquizada de los residuos, conforme a los principios de prevención, preparación para la reutilización, reciclado, valorización energética y eliminación segura. Se estructura en torno a diversos programas y planes específicos orientados a los distintos flujos de residuos generados en la región. Entre ellos se incluyen los siguientes:

- Programa de Prevención de Residuos (2017-2024)
- Plan de Gestión de Residuos Domésticos y Comerciales (2017-2024)
- Plan de Gestión de Residuos Industriales (2017-2024)
- Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (2017-2024)
- Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (2017-2024)
- Plan de Gestión de Residuos de Pilas y Acumuladores (2017-2024)
- Plan de Gestión de Vehículos al Final de su Vida Útil (2017-2024)
- Plan de Gestión de Neumáticos Fuera de Uso (2017-2024)
- Plan de Gestión de Residuos de PCB (2017-2024)
- Plan de Gestión de Lodos de Depuración de Aguas Residuales (2017-2024)
- Plan de Gestión de Suelos Contaminados (2017-2024)

Cada uno de estos planes define objetivos cuantificables, medidas de actuación, y criterios de seguimiento y evaluación, promoviendo la responsabilidad compartida entre productores, gestores, administraciones públicas y ciudadanía.

En el ámbito de los residuos urbanos, la Comunidad de Madrid emplea un modelo basado en la recogida selectiva mediante contenedores diferenciados para las principales fracciones reciclables: papel y cartón (contenedor azul), vidrio (contenedor verde), envases ligeros (contenedor amarillo) y la fracción resto u orgánica (contenedor gris o marrón, según el municipio). Estos contenedores están estratégicamente ubicados en la vía pública, con un radio de cobertura de entre 200 y 250 metros respecto al punto de generación, garantizando así su accesibilidad.



Complementariamente, la mayoría de los municipios cuentan con Puntos Limpios, instalaciones fijas o móviles donde los ciudadanos pueden depositar residuos domésticos especiales previamente clasificados, tales como pilas, aceites usados, aparatos eléctricos, pequeños electrodomésticos, envases de productos químicos, pinturas, entre otros.

En cuanto a las competencias en la gestión de residuos, la responsabilidad de la recogida recae en los propios ayuntamientos, que organizan y gestionan los sistemas de recogida selectiva y convencional en sus respectivos términos municipales. Una vez recogidos, los residuos son transferidos a plantas de tratamiento o estaciones intermedias de transferencia, dependiendo del caso. La fase de tratamiento y disposición final de los residuos es gestionada por las correspondientes Mancomunidades de residuos, estructuras supramunicipales creadas para coordinar y optimizar la gestión a escala regional.

En el caso de Alcalá de Henares, la gestión de la fracción resto y otras fracciones no reciclables es competencia de la Mancomunidad del Este, entidad supramunicipal que agrupa a más de 30 municipios del corredor del Henares y del este de la Comunidad de Madrid. Esta mancomunidad dispone de infraestructuras propias que dan servicio a toda la zona y están diseñada para cumplir con los objetivos de recuperación, reciclaje y reducción de vertido establecidos por la legislación vigente.

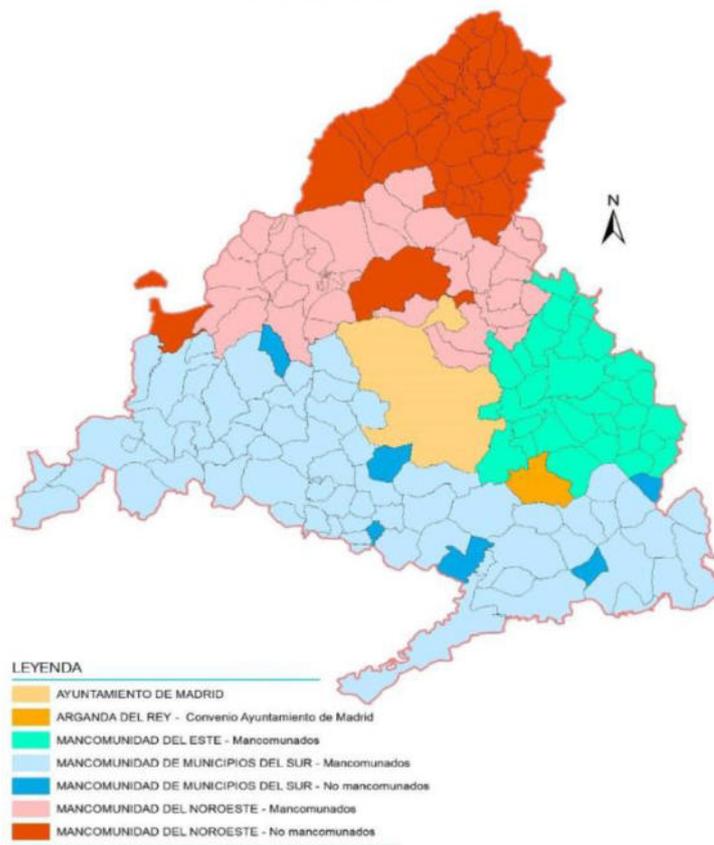


Figura 5. Agrupación por Mancomunidades. Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Este sistema de gobernanza multinivel permite una gestión adaptada al contexto local, al tiempo que garantiza el cumplimiento de los objetivos medioambientales marcados por las políticas europeas y nacionales en materia de residuos.

5.2. GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPAL

La gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) en el municipio de Alcalá de Henares se ajusta a la normativa vigente en materia de residuos, tanto a nivel estatal como autonómico, en particular a lo dispuesto en la *Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*, y a la *Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024)*, en vigor en el momento de elaboración del presente estudio.

Esta estrategia autonómica establece los principios y objetivos generales para una gestión eficiente y sostenible de los residuos en el territorio regional, alineándose con las directrices europeas y estatales en materia de economía circular, prevención, valorización y reducción de la disposición final.

5.2.1 SISTEMA MUNICIPAL DE RECOGIDA

El ámbito objeto de actuación, al encontrarse dentro del término municipal de Alcalá de Henares, cuenta con un sistema de recogida diferenciada y selectiva de residuos urbanos gestionado por la Empresa Municipal de la Limpieza y Gestión de Residuos de Alcalá de Henares. Esta entidad municipal es la encargada de coordinar y ejecutar los servicios de recogida de residuos en la ciudad.

Actualmente, el sistema implantado en el municipio se basa en el modelo de islas ecológicas de aportación, en las que se agrupan varios tipos de contenedores destinados a diferentes fracciones. El ciudadano debe trasladarse a estos puntos para depositar correctamente los residuos generados en el ámbito doméstico. Las fracciones habitualmente recogidas en estas islas incluyen:

- **Contenedor gris o verde oscuro:** destinado a la fracción resto.
- **Iglú verde:** para el depósito de vidrio.
- **Contenedor amarillo:** para envases ligeros (plásticos, metálicos y bricks).
- **Contenedor azul:** destinado a papel y cartón.
- **Contenedor marrón** (en proceso de implantación): para residuos orgánicos biodegradables.

En aquellas zonas donde las islas ecológicas aún no han sido plenamente implantadas, se utilizan contenedores unificados de color gris, con distintivos visuales (pegatinas y bocas coloreadas) que indican la fracción a la que corresponde cada unidad. Esta diferenciación facilita la correcta separación en origen por parte del ciudadano, fomentando el cumplimiento de los objetivos de reciclaje y valorización.

Además, el Ayuntamiento está llevando a cabo la implantación progresiva del quinto contenedor (marrón) para la recogida específica de la fracción orgánica, en cumplimiento de la normativa que establece su obligatoriedad antes de 2024 en municipios de más de 5.000 habitantes. No obstante, en la actualidad, dicha recogida aún no se ha generalizado en la totalidad del término municipal.



5.2.2 INFRAESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO Y TRANSFERENCIA

Una vez realizada la recogida, los residuos son transportados a las instalaciones de tratamiento gestionadas por la Mancomunidad del Este, de la cual Alcalá de Henares es miembro fundador. El tratamiento principal se lleva a cabo en el Complejo Medioambiental de La Campiña, ubicado en el municipio de Loeches, donde se realizan procesos de separación, clasificación y valorización de residuos, así como el depósito controlado de los rechazos no valorizables en el vertedero sellado del propio complejo.



Figura 6. Complejo medioambiental La Campiña. Fuente: Mancomunidad del Este.

Además, el municipio dispone de una Estación de Transferencia, destinada específicamente a la recepción y traslado de envases ligeros. Estas instalaciones permiten optimizar la logística del sistema de gestión, facilitando la recolección y posterior envío a las plantas correspondientes para su tratamiento o reciclaje.

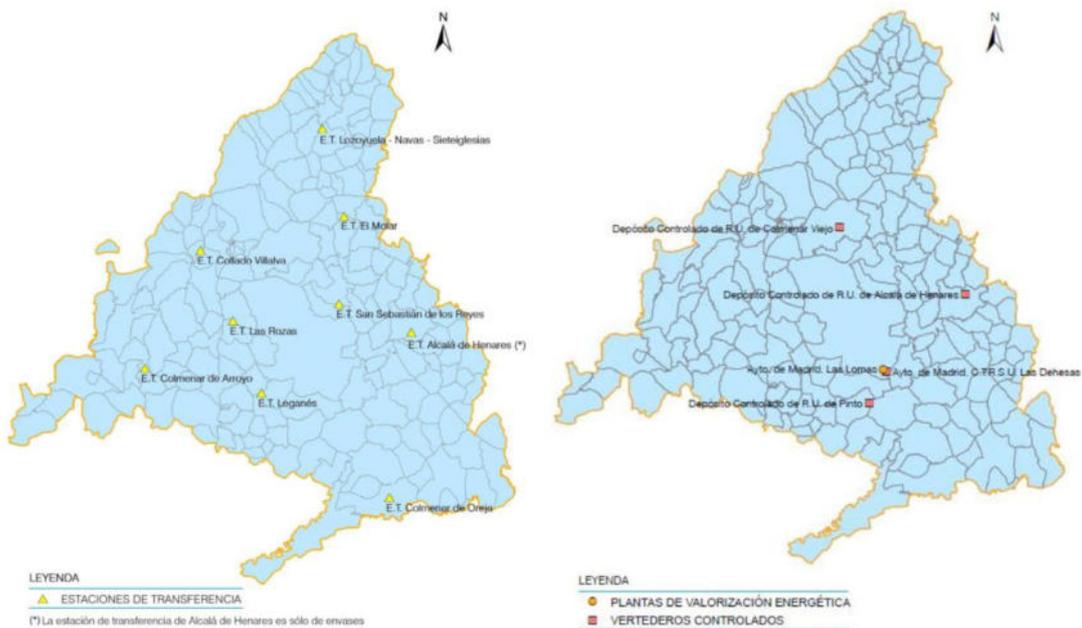


Figura 7. Estaciones de transferencia (drcha). Planta de valorización energética (izq). Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

5.2.3 PUNTOS LIMPIOS Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

El sistema municipal de gestión de residuos se complementa con la existencia de infraestructuras específicas destinadas a la recogida selectiva de residuos especiales de origen doméstico.

PUNTO LIMPIO

Situado en el Camino de la Esgaravita s/n, en las inmediaciones del ámbito de actuación, permite la entrega de los siguientes residuos:

- Residuos reciclables: vidrio, papel, cartón, metales, plásticos, tetrabricks.
- Residuos peligrosos domésticos:
 - Aceites vegetales usados (máx. 10 l/entrega).
 - Aceite de motor o cárter (máx. 10 l).
 - Pilas (máx. 5 kg).
 - Baterías de automóvil (máx. 2 unidades).
 - Radiografías (máx. 3 unidades).
 - Aerosoles (máx. 5 unidades).
 - Tubos fluorescentes (máx. 5 kg).
- Voluminosos: muebles, electrodomésticos, colchones, somieres, puertas, etc. (máx. 50 kg o una pieza mayor por entrega).
- Residuos de la construcción: escombros y materiales inertes (máx. 100 kg/día).
- Residuos vegetales: restos de jardinería (máx. 100 l/día).



Figura 8. Localización del Punto Limpio fijo y ámbito del Plan. Elaboración propia.

PUNTO LIMPIO MÓVIL

El municipio dispone también de un Punto Limpio Móvil, operativo de lunes a viernes, que se desplaza por distintas ubicaciones del término municipal para facilitar la entrega selectiva de residuos domésticos especiales a aquellos ciudadanos que no disponen de fácil acceso al punto limpio fijo.



6. CARACTERIZACIÓN PROSPECTIVA DE RESIDUOS

Antes de proceder a la estimación de la generación de residuos en fase post-operacional del Plan Especial, es fundamental delimitar el alcance del presente estudio, centrado exclusivamente en residuos de carácter doméstico. En consecuencia, quedan excluidos de la estimación los residuos específicos no domésticos, como neumáticos, aceites de motor usados u otros generados por actividades empresariales externas. La gestión de estos residuos es responsabilidad directa de las empresas que los generen, no de la Estación de Autobuses.

6.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS URBANOS

6.1.1 METODOLOGÍA

La metodología comúnmente empleada para la estimación de residuos domésticos parte del número de viviendas en el área analizada, aplicando un coeficiente medio de producción de residuos por habitante (kg/persona/año). Para determinar la población equivalente, se considera una media de tres residentes por vivienda.

Sin embargo, dado que el Plan Especial no contempla la construcción de viviendas ni alteraciones demográficas, se opta por una aproximación basada en la superficie construida de uso dotacional. Para estos casos, se adopta una ratio estándar de **una vivienda equivalente por cada 60 m² construidos**, lo que permite una estimación indirecta del volumen de residuos generados.

Además, para obtener una estimación detallada de los tipos de residuos producidos, se aplican los porcentajes de composición definidos por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2021), que reflejan la caracterización media de residuos domésticos en la Comunidad de Madrid:

COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS (%)	
MATERIALES	PORCENTAJE (%)
Envases ligeros	10.08
Materia orgánica	18.80
Papeles	14.85
Restos de poda y jardín	13.61
Vidrio	5.78
Restos de obras menores	3.33
Residuos electrónicos (RAEE)	1.1
Textiles	7.82
Complejos: Celulosa	5.69
Multimaterial	2.61
Resto agrupado	16.31

Figura 9. Composición de los residuos domésticos. Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Actualmente, la Mancomunidad del Este tiene capacidad para tratar 270.000 toneladas de residuos al año para dar servicio a aproximadamente 800.000 ciudadanos, lo que, en el caso más desfavorable (utilizar la máxima capacidad), es 337,5 kg/persona/año. La Mancomunidad del Este, según el Estudio de



Generación y Composición de Residuos de la Comunidad de Madrid (2017) producía 356,22 kg/persona/año residuos domésticos.

Por tanto, **337,5 kg/persona/año** es una estimación de producción razonable según los objetivos de reducción de residuos de la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024), teniendo en cuenta que es el caso más desfavorable.

6.1.2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS EN EL ÁMBITO

La superficie útil del proyecto (baños, sala de espera, etc.) es de **315 m²**. Para tener en cuenta puntos de generación complementarios (papeleras, áreas exteriores, etc.), se aplica un coeficiente de mayoración del 1,15, obteniendo así la superficie ajustada para la estimación:

$$\frac{\text{Superficie mayorada}}{60 \text{ m}^2 \text{ equivalentes}} = \text{N}^\circ \text{ viviendas equivalentes}$$

$$\frac{315 \text{ m}^2 \text{ proyecto} \times 1,15}{60 \text{ m}^2 \text{ equivalentes}} = 6 \text{ viviendas equivalentes}$$

A partir de aquí, el cálculo estimado de residuos es::

$$\frac{\text{Viviendas} \times \text{Residentes} \times \text{Residuos por persona año}}{1000} = \text{Toneladas/año}$$

$$\frac{6 \times 3 \times 337,5}{1000} = 6,075 \text{ tn/año}$$

O lo que es lo mismo:

$$0,016 \text{ tn/día}$$

Aplicando los porcentajes de composición anteriormente citados, la generación de residuos, clasificada por tipo, queda de la siguiente forma:

COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS		
MATERIALES	PORCENTAJE (%)	CANTIDAD (kg)
Envases ligeros	10,08	612,36
Materia orgánica	18,80	1142,10
Papeles	14,85	902,14
Restos de poda y jardín	13,61	826,81
Vidrio	5,78	351,14
Restos de obras menores	3,33	202,30
Residuos electrónicos (RAEE)	1,1	66,83
Textiles	7,82	475,07
Complejos: Celulosa	5,69	345,67
Multimaterial	2,61	158,56
Resto agrupado	16,31	990,83

Figura 10. Composición de los residuos estimados. Elaboración propia.

Por último, si se considera que se clasifica la totalidad de los residuos en su correspondiente contenedor separativo:



COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS (%)		
MATERIALES	PORCENTAJE (%)	CANTIDAD (kg)
Envases	10,08	612,36
Materia orgánica	18,80	1142,10
Papel/cartón	14,85	902,14
Vidrio	5,78	351,14
Resto	50,47	3066,05

Figura 11. Composición de los residuos estimados, por contenedor. Elaboración propia.

6.2. GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

6.2.1 METODOLOGÍA

Para estimar la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD), se deben diferenciar dos tipos de residuos según la clasificación establecida en la Orden 2726/2009:

- **RCD de nivel I:** Son los excedentes de excavación y los movimientos de tierras generados durante las obras, cuando están constituidos por tierras y materiales pétreos no contaminados. Estos residuos se codifican con el código LER 170504 y no incluyen mezclas con otros tipos de residuos. Este tipo de residuos no genera preocupación en el contexto del proyecto, por lo que, en este caso, se considerarán nulos en cuanto a su generación
- **RCD de nivel II:** Corresponde a los residuos generados principalmente en actividades de construcción, demolición, reparación domiciliaria e implantación de servicios. Estos residuos no están incluidos en la categoría de RCD de nivel I y abarcan una amplia variedad de materiales, como escombros, maderas, metales, plásticos, entre otros.

Dado que, en el momento de la caracterización de los residuos, no se dispone de datos específicos que permitan confirmar la presencia de RCD de nivel I en el ámbito del proyecto, se asumirá que no existen. Por lo tanto, la estimación se centrará exclusivamente en los **RCD de nivel II**, para los cuales se adopta la metodología proporcionada por la **Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024)**, que establece una hipótesis de generación de **1.000 kg de RCD de nivel II por habitante al año**.

6.2.2 ESTIMACIÓN

Siguiendo la metodología utilizada en la estimación de residuos urbanos, se aplica un coeficiente de 1 vivienda equivalente por cada 60 m² de superficie construida. En este caso, se obtiene una población equivalente de **18 personas** (correspondientes a 6 viviendas equivalentes). Por tanto, la estimación de RCD de nivel II es la siguiente:

$$6 \text{ viviendas eq.} \times 3 \text{ residentes} = 18 \text{ personas}$$

$$18 \text{ personas} \times 1.000 \text{ kg/hab/año} = 18.000 \text{ kg/año} = 18 \text{ tn/año}$$



La composición de estos residuos será predominantemente escombros cerámicos y hormigones, aunque podría incluir otros materiales propios de actividades de construcción y demolición.

Es importante destacar que esta estimación se basa en un modelo de cálculo con datos aproximados, correspondientes a un escenario futuro más desfavorable. Por tanto, los valores presentados son indicativos y pueden variar dependiendo de las condiciones reales durante la ejecución del proyecto.



7. GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA SITUACIÓN POST-OPERACIONAL

A partir de las estimaciones de generación de residuos realizadas en el anterior apartado, se evalúa ahora su impacto en la situación de gestión de los residuos actual, así como los recursos e infraestructuras que se utilizarán para la gestión de los nuevos residuos producidos.

7.1. GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS

En cuanto a la generación de residuos urbanos o domésticos, el volumen que se ha estimado es de aproximadamente 6 toneladas al año, lo que equivale a unos 17 kg/día. Se considera que este nivel de generación no tiene un impacto significativo.

En la situación post-operacional se mantendrá el actual sistema de gestión de residuos del municipio. En los suelos a urbanizar se implantará el sistema de “recogida selectiva” con contenedores específicos. Estos contenedores, al igual que en el sistema actual, se dispondrán en “islas ecológicas” existiendo al menos:

- Un contenedor amarillo por cada 300 habitantes.
- Un iglú verde por cada 500 habitantes.
- Un contenedor azul por cada 500 habitantes.
- Un contenedor verde, para basura orgánica, por cada 100-150 habitantes.

Como parte integrante del término municipal de Alcalá de Henares, es este quien se hace cargo de la recogida, transporte y eliminación de los residuos urbanos de la zona de estudio. Como se ha indicado, la recogida es llevada a cabo por la Empresa Municipal de Limpieza y Gestión y tratamiento a través de la Mancomunidad de Municipios del Este.

7.2. IMPLANTACIÓN DE PUNTOS LIMPIOS

Conforme al análisis realizado, en el municipio de Alcalá de Henares existen en la actualidad dos puntos limpios, uno fijo y otro móvil. Serán estos los que den servicio a la zona de estudio.

7.3. GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

en lo que a residuos de construcción y demolición se refiere, se cumplirá con lo dispuesto en el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

En la medida de lo posible, todos los RCD de nivel I serán reutilizados en obras de construcción, o en el acondicionamiento, relleno o restauración de espacios degradados, con las garantías necesarias, en estas últimas actuaciones, para que con su empleo se logre una mejora ambiental efectiva.

Los RCD de nivel II se enviarán al complejo de La Campiña en Loeches, donde se procederá a su clasificación, separando los diferentes flujos de residuos para su correcta gestión ambiental, destinando a vertedero los residuos no valorizables, enviando a gestores autorizados los residuos peligrosos, y separando y acondicionando los residuos susceptibles de valorización.



8. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Con el objetivo de minimizar la generación de residuos en el ámbito del Plan Especial y garantizar su adecuada gestión conforme a la normativa vigente, se plantean las siguientes medidas preventivas y correctoras, que se implementarán en la medida de lo posible durante la ejecución y explotación de la Estación de Autobuses:

- Instalación de contenedores separativos adecuados para cubrir el volumen estimado de residuos generados, si fuera necesario, integrándolos en la red municipal de recogida.
- Dotación de papeleras y contenedores de fracción separada en el interior de las instalaciones, a fin de facilitar a usuarios y personal la correcta segregación de los residuos.
- Establecimiento de un protocolo de vaciado regular de los contenedores interiores, con traslado de su contenido a los puntos de recogida municipal correspondientes.
- Formación específica para los trabajadores en materia de separación y gestión de residuos, con el fin de fomentar buenas prácticas ambientales en el ámbito laboral.
- Instalación de una fuente de agua potable de acceso público, con el fin de reducir el consumo de envases de un solo uso y fomentar su reutilización.
- Garantía del adecuado mantenimiento de las infraestructuras e instalaciones destinadas a la gestión de residuos y recursos.
- Realización de tareas de limpieza periódica en todas las dependencias de la estación, con especial atención a la recogida de residuos depositados fuera de los recipientes habilitados.
- Instalación de contenedores específicos para residuos de tipo especial, como pilas y aceites domésticos usados, que serán trasladados posteriormente al punto limpio municipal.
- Siempre que sea posible, se llevará a cabo la separación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) de la fracción resto, promoviendo su correcta gestión y valorización.



9. CONCLUSIÓN

El estudio de gestión y generación de residuos urbanos en el ámbito del Plan Especial de la Estación de Autobuses de Alcalá de Henares ha permitido obtener una estimación detallada de los residuos que se generarán en el proyecto, así como de los métodos más adecuados para su gestión, conforme a las normativas y estrategias vigentes. A lo largo del análisis, se ha tenido en cuenta la Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024), lo que garantiza que las acciones planteadas están alineadas con los objetivos de reducción y reciclaje de residuos establecidos por la comunidad.

Es fundamental destacar que la correcta gestión de los residuos no solo contribuye a la preservación del medio ambiente, sino que también cumple un papel fundamental en la sostenibilidad del proyecto. El sistema de recogida selectiva y el tratamiento de los residuos en instalaciones autorizadas aseguran que el impacto de la Estación de Autobuses en el entorno sea mínimo, alineándose con los principios de economía circular y sostenibilidad que guían la política ambiental regional.

En conclusión, este estudio proporciona las bases necesarias para implementar una gestión adecuada y eficiente de los residuos generados por el proyecto, garantizando su alineación con las normativas ambientales y contribuyendo a los objetivos de reducción y reciclaje establecidos en la Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid.

Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:56:02
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701443073306702412 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS AL PLAN ESPECIAL DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES EN EL POLÍGONO 13A DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES

INVENTARIO DE ARBOLADO

MAYO 2025

CLIENTE:



Pl. de Cervantes, 12,
28801 Alcalá de Henares, Madrid
Tif. 918 883 300

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR:

GRUPO DAYHE
DEVELOPMENT & INVESTMENT



C/ En Sanç, nº 3 - puerta 1.

46001 València

Telf. 96 368 55 53.

www.grupodayhe.es

Coordinación del proyecto:
Alejandro Navarro Maeztu.

Arquitecto
Col. nº 5.614



EQUIPO TÉCNICO REDACTOR

Ha intervenido en la redacción del presente **INVENTARIO DE ARBOLADO** de los estudios complementarios al Plan Especial de la Estación de Autobuses en el Polígono 13A del PGOU de Alcalá de Henares, el siguiente equipo técnico:

DIRECCIÓN

- Coordinador:Álvaro Yécora Bujanda
- Titulación: Ldo. CCAA Col. N° 1.150. Ing. Téc. Forestal Col. 6.815, Ing. Industrial
- DirecciónC/ En Sanz, n.º 3, pta. 1. 46001 Valencia.
- Promotor del Plan:Ayuntamiento de Alcalá de Henares.

EQUIPO TÉCNICO REDACTOR

- Alejandro Navarro Maeztu Arquitecto. Colegiado n ° 5.614
- José Luis Gallego Suárez.... Ingeniero Geodésico, Cartográfico y Topográfico. Ingeniero Técnico en Topografía. Programa I.E.S.E.
- José Fco. Bedmar del Peral..... Ingeniero de obras públicas.
- María Belén Orts Forte..... *Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos.*
- Daniel Alemany Simó.....Ingeniero Industrial.
- Claudia Sofía Apráez Salazar Arquitecta.
- Cristina Muñoz González Arquitecta.
- Iván Gómez Molina Arquitecto.
- Adrián Langa Sánchez Ingeniero Técnico Forestal. Máster en Tecnologías de la información geográfica para la ordenación del territorio: sistemas de información geográfica y teledetección.
- Iolanda Maronda Tarrasa.....Graduada en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- José Arturo Rosa Reyes Ing. Civil. Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- Joely Zagastizabal Montes Ing. Civil, Máster en Hidráulica y Medio Ambiente
- Carlos Mondéjar CastañedaIngeniero Industrial.
- José Luís Negro ViñesIngeniero Agrónomo
- Isabel García Ciscar..... *Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos*



NOMBRE DEL DOCUMENTO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	LOCALIZACIÓN	4
3.	ENTORNO Y ANTECEDENTES.....	5
4.	METODOLOGÍA.....	6
5.	INVENTARIO DE ARBOLADO	7
5.1.	FICHAS INDIVIDUALES	7
6.	RESUMEN DE LAS PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN.....	68
6.1.	PLAN INICIAL DE CHOQUE.....	68
6.2.	PLAN DE REGENERACIÓN.....	68
6.3.	ESPECIES RECOMENDADAS.....	69
7.	CONCLUSIONES	70

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como finalidad principal llevar a cabo una evaluación detallada del riesgo asociado a un grupo concreto de árboles localizados dentro de una parcela situada en el término municipal de Alcalá de Henares. Esta evaluación se enmarca dentro de las buenas prácticas en gestión del arbolado urbano, reconociendo la importancia que estos elementos vegetales tienen tanto desde el punto de vista ambiental como desde el prisma estético, social y de seguridad ciudadana.

A través de este documento, se busca proporcionar una herramienta técnica que contribuya de forma efectiva a la toma de decisiones en materia de planificación, conservación y gestión del arbolado urbano. El enfoque adoptado combina criterios de aplicación práctica, sencillez metodológica, y un compromiso firme con el rigor profesional y la ética técnica. Estos principios aseguran que las recomendaciones propuestas no sólo respondan a criterios científicos, sino también a criterios de viabilidad y sostenibilidad en su implementación.

Las conclusiones extraídas de la evaluación deben interpretarse siempre en el contexto del análisis de riesgo, y están orientadas a establecer prioridades de intervención en el corto y medio plazo, ya sea mediante actuaciones de mantenimiento, reestructuración del arbolado, o en casos necesarios, sustitución de ejemplares.

Para llevar a cabo la evaluación, se ha recurrido a la metodología VTA (Visual Tree Assessment), desarrollada por Claus Mattheck en 1994. Esta técnica de diagnóstico visual se basa en los principios de la biomecánica arbórea, asumiendo que los árboles tienden a desarrollar estructuras que optimizan la distribución de las cargas mecánicas de forma eficiente y con el menor coste energético posible. Se han aplicado las fases primera y segunda del método, adaptando su aplicación a las características específicas del entorno urbano estudiado y a los objetivos propios de este informe.

Complementariamente, se ha utilizado una ficha técnica de evaluación de riesgo para sistematizar la recogida de datos de cada ejemplar analizado. Asimismo, se ha tomado como referencia el modelo de evaluación propuesto por la International Society of Arboriculture (ISA), cuyas pautas han sido ajustadas a las condiciones locales y a los fines del presente estudio.



Figura 1. Localización del ámbito de estudio

2. LOCALIZACIÓN

El presente análisis se ha centrado en un total de catorce ejemplares arbóreos ubicados en una parcela situada en el número 136 de la Vía Complutense, dentro del término municipal de Alcalá de Henares (Madrid).

La población objeto de estudio está compuesta por doce ejemplares de **Olmo de Siberia** (*Ulmus pumila*) y dos ejemplares de **Álamo temblón** (*Populus tremula*). Estos árboles se encuentran alineados y distribuidos a lo largo de la parcela mencionada, en un entorno urbano consolidado, sometido a las condiciones propias del tráfico rodado, compactación del suelo y limitaciones de espacio radicular.

La ubicación precisa de la parcela ha permitido realizar una evaluación contextualizada, considerando no solo las características individuales de cada ejemplar, sino también su relación con el entorno construido, las infraestructuras circundantes y los factores de presión urbana que influyen directamente en su desarrollo estructural y fitosanitario.



Figura 2. Localización del ámbito de estudio



3. ENTORNO Y ANTECEDENTES

El entorno en el que se desarrolla este estudio es urbano, con una superficie en parte pavimentada, aunque muestra signos evidentes de deterioro y se corresponde con una antigua área de tránsito rodado. Este tipo de escenario resulta especialmente desfavorable para el desarrollo arbóreo, debido a la compactación del suelo, su degradación y posible contaminación, condiciones que dificultan seriamente el establecimiento de un sistema radicular sano y estructuralmente estable.

En la presente evaluación se han considerado todos los elementos que influyen en el riesgo asociado al arbolado: el estado morfológico y fitosanitario de los ejemplares, su respuesta biomecánica, la presencia de posibles objetivos en caso de caída (diana), así como su valor estético y ornamental, entre otros factores. Cuando la recomendación final es la eliminación del ejemplar, esta se sustenta en criterios técnicos que consideran esta medida como la más razonable y segura frente al estado observado del árbol.

En cuanto a los antecedentes específicos de este caso, se ha detectado una elección inadecuada tanto en la selección de las especies —al tratarse de variedades de crecimiento rápido, con mayor propensión a fracturas y desprendimientos— como en el sistema de poda empleado durante las labores de mantenimiento, lo cual ha contribuido negativamente al desarrollo y estabilidad de los ejemplares.

Alcalá de Henares se caracteriza por un clima mediterráneo con influencia continental. Esto implica veranos muy calurosos y secos, e inviernos fríos y húmedos. La temperatura media anual ronda los 14 °C, registrándose extremos térmicos con máximas que superan los 40 °C y mínimas que pueden bajar de los -10 °C, como se evidenció en los meses de febrero y marzo del año 2005. Las precipitaciones anuales medias se sitúan en torno a los 420 mm, concentrándose principalmente en primavera y otoño.

Desde el punto de vista geográfico, el municipio se encuentra a una altitud media de 654 metros sobre el nivel del mar. El relieve de la zona se divide fundamentalmente en dos áreas: hacia el norte se extiende la Campiña del Henares, una llanura situada en torno a los 630 metros de altitud, mientras que al sur se alza la Alcarria, donde se alcanzan cotas superiores a los 900 metros en localidades cercanas.

A la vista de las condiciones climáticas, del tipo de suelo y del contexto urbano, resulta fundamental optar por especies que se adapten de forma natural a este entorno, minimizando la necesidad de podas agresivas que debiliten la estructura de los árboles y aumenten el riesgo asociado a su mantenimiento.

4. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este estudio se ha utilizado la metodología V.T.A. (Visual Tree Assessment), un sistema de diagnóstico visual ideado por Claus Mattheck. Este método se apoya en los fundamentos de la biomecánica arbórea, partiendo del principio de que los árboles buscan de forma natural una distribución equilibrada de las cargas estructurales, mediante un crecimiento que favorece la estabilidad con un uso mínimo de recursos energéticos.

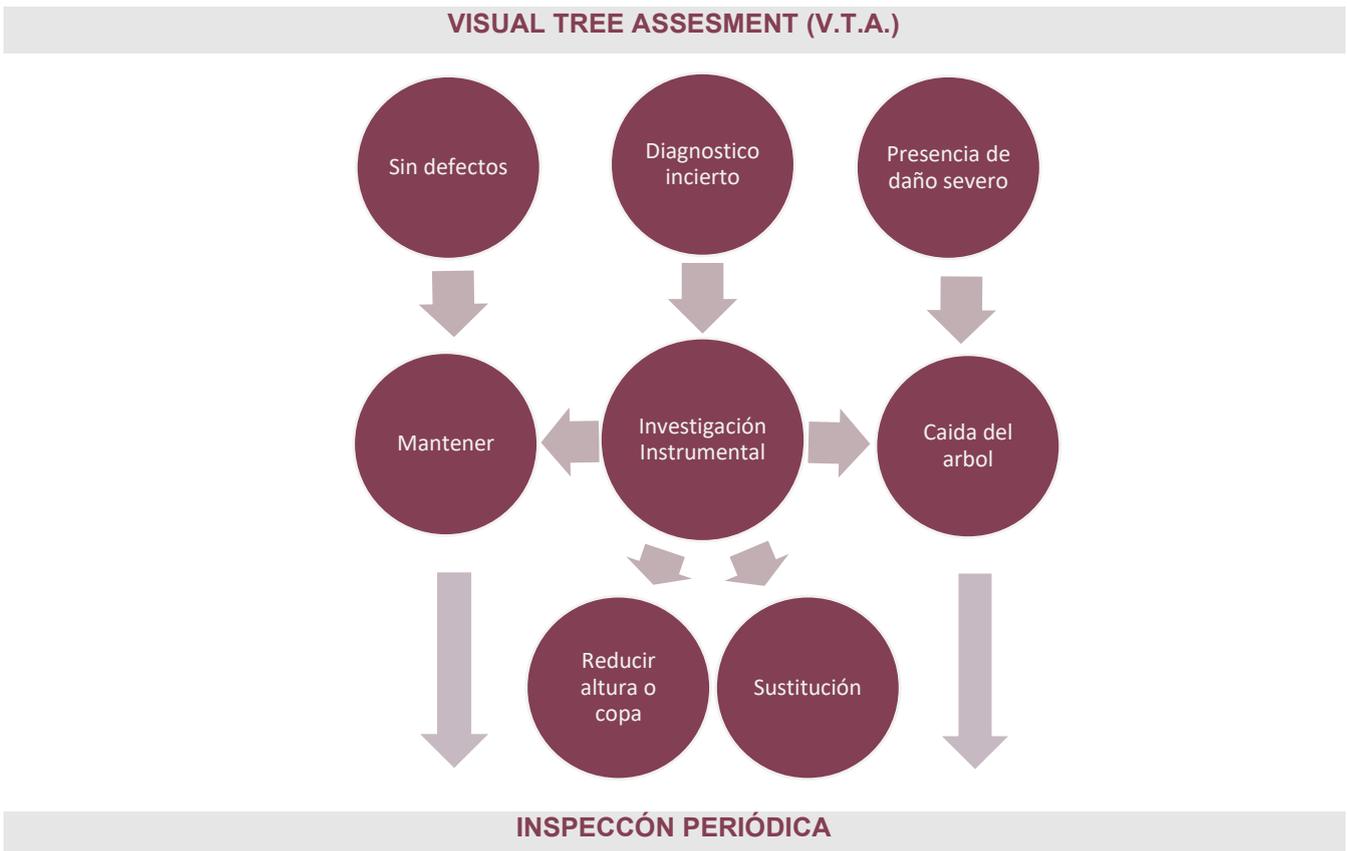


Figura 1. Esquema fases V.T.A.

El procedimiento contempla varias fases, siendo las dos primeras las aplicadas en este informe. En primer lugar, se realiza una observación general del árbol para identificar anomalías externas (grietas, deformaciones, inclinaciones, etc.). En caso de detectar indicios de riesgo, se lleva a cabo una evaluación más detallada de la zona afectada. Esta metodología permite realizar un diagnóstico fiable, no invasivo y adaptado a contextos urbanos, facilitando la toma de decisiones en cuanto a intervenciones o medidas preventivas.

La información obtenida durante el análisis de los ejemplares fue registrada a través de una ficha técnica diseñada específicamente para la evaluación del riesgo en arbolado urbano. Paralelamente, se tomó como base el modelo de análisis de riesgos propuesto por la International Society of Arboriculture (I.S.A.), el cual fue modificado para adaptarse a las particularidades del entorno evaluado y a los objetivos del presente documento.

A partir del tratamiento y revisión de los datos recopilados, se han definido una serie de intervenciones orientadas a mitigar los riesgos detectados. Asimismo, se proponen recomendaciones relativas a la selección de especies más apropiadas para futuras plantaciones, priorizando su adaptación al medio y su menor necesidad de mantenimiento. El informe finaliza con una conclusión que resume los principales resultados del estudio y plantea estrategias para una gestión más segura y eficaz del arbolado analizado.

5. INVENTARIO DE ARBOLADO

5.1. FICHAS INDIVIDUALES

ARB-1. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	°ARB-1	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	64,5 cm	
Altura (m)	15 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470712 ; Y: 4482723	
Edad relativa	Maduro	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	No	Si
Diana 2			
Descripción	Vehículos		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Si	Si
Diana 3			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	Si	Si

Explicación de la anterior tabla:

Zona de diana:

Debajo de copa (caída de ramas).

Dentro del alcance de caída del árbol (1 vez la altura),

Dentro del alcance de caída del árbol (1.5 veces la altura del ejemplar).

Ratio ocupación: ratio de ocupación de la zona de diana, rellena con códigos numéricos según lo siguiente:

1. Raro.
2. Ocasional.
3. Frecuente.
4. Constante.

Posibilidad eliminarla: Se indica si es posible mover o eliminar la diana.

Posibilidad impedir acceso: Se indicará si es posible restringir el acceso a la zona de diana.

A.3. FACTORES DEL LUGAR/ ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado
% Pavimentado	80	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	No
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila</i>.: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis crhysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Modeer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las vivien- das, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

Explicación de contextos de la anterior tabla:

Vigor: Vitalidad aparente del ejemplar (Bajo, Normal, Alto).



Follaje:

- Si / No: Si existe o No (caduco o muerto)
- Normal (%): Cantidad de follaje normal expresada en tanto por ciento.
- Clorótico (%): Cantidad de follaje clorótico expresada en tanto por ciento.
- Necrótico (%): Cantidad de follaje necrótico expresada en tanto por ciento.
- Plagas: Se indica si se observa la presencia de plagas o enfermedades.
- Daños abióticos: Se marcará si se observa la presencia de daños no biológicos.
- Perfil de problemas de la especie: Descripción de posibles daños o sintomatologías de la especie (Ailantos, chopos, sauces, ...). Hábitos de crecimiento (corteza incluida), susceptibles a pudriciones (mala capacidad de compartimentar), propenso a fallos radiculares.

A.5. FACTORES DE CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Grande
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

Explicación de contextos de la anterior tabla:

- Exposición del viento: PROTEGIDO, PARCIAL, TOTAL, EFECTO EMBUDO.
- Tamaño relativo copa: Tamaño relativo de la copa en comparación al diámetro del tronco: PE- QUEÑO, MEDIANO O GRANDE.
- Densidad copa: Densidad de la copa respecto a la permeabilidad al viento: ESCASA, NORMAL O DENSA.
- Ramas interiores: Densidad de las ramificaciones interiores: POCAS, NORMAL O MUCHAS.
- Trepadoras (Si/No): Se indicará si se observa la presencia de trepadoras.
- Cambios recientes con respecto a la exposición al viento: Si se conocen, si ha habido cambios recientes respecto a la acción de los vientos sobre el árbol.

B. ANALISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	Si	Ratio copa viva (%)	80
Ramas/Brotos muertos			
%	20	Diámetro máximo	30



Ramas colgando			
Número	0	Diámetro máximo	0
Historial de poda	Formación	Fisuras	Si
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Si	Inserciones débiles	Si
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa de ramas	No
Ramas similares	Si	Descortezamientos	No
Chancros	No	Protrusiones	No
Daños albura	No	Hongos	No
Pudrición en duramen	No	Madera de reacción	Si
Problemas principales	Exceso de carga en uno de sus brazos descompensando la copa del árbol y posibilidad a rotura inminente por peso.		
Carga sobre defecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Inminente

Explicación de contextos de la anterior tabla:

Copa descompensada:

- Si/No: Se indicará si la copa se encuentra descompensada.
- Ratio copa viva (%): Ratio de copa viva % altura de copa/altura del árbol

Ramas/Brotes muertos:

- %: Tanto por ciento de ramas o brotes muertos.
- Diámetro máximo: Diámetro máximo, expresado en centímetros, de las ramas o brotes muertos.

Ramas colgado:

- Número: Cantidad de ramas que se encuentran colgado/rotas.
- Diámetro máximo: Diámetro máximo, expresado en centímetros, de las ramas colgando.
- Historial de poda: Tipo de poda realizada al ejemplar con anterioridad: formación, aclareos limpiezas, reducciones, refaldados, terciado, colas de león, cabeza de gato, trasmochado, cortes imprecisos...
- Fisuras: Si existen fisura longitudinales o trasversales.
- Daños por rayos: Si las ramas han sufrido algún tipo de daño por rayos.
- Codominancias: Si existe codominancias en las ramas (tipo V, U).
- Corteza incluida: Si existe o no corteza incluida en sus ramificaciones.
- Inserciones débiles: Si la inserción de las ramas es débil.
- Cavidades (% circunferencia): Si existen cavidades en las ramas, tanto por ciento de la cavidad respecto a la circunferencia de la rama.



- Rotura previa de ramas: Se indicará si ha habido, y se conocen, roturas previas de ramas.
- Ramas similares: Si existen ramas presentes en similares circunstancias.
- Descortezamientos: Si existen descortezamientos o zonas de cambium muerto.
- Chancros: Si se observan chancros.
- Protrusiones: Si existen protrusiones.
- Daños albura: Daños en la albura y/o pudriciones, mecánicos o fúngicos, que debiliten la rama o ramas muertas.
- Hongos: Si hay presentes cuerpos fructíferos (hongos).
- Pudrición en duramen: Si existe pudrición en el duramen de las ramas.
- Madera de reacción: Si se observa la presencia de madera de reacción.
- Problemas principales: Breve descripción de los principales problemas que afectan a la copa/ramas y que afectan a la probabilidad de fallo estructural.
- Carga sobre defecto: Carga sobre el punto débil de la estructura (defecto), graduándose este nivel de carga según lo siguiente: ninguna, escasa, moderada o significativa.
- Probabilidad de fallo: Probabilidad de fallo de la estructura, teniendo la problemática presente y la carga sobre defecto: improbable, posible, probable o inminente

B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	No	Corteza incluida	No
Fisuras	No	Daños albura	No
Chancros	No	Protrusiones	No
Exudados	No	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	0
Inclinación	Si	Estrecheces	No
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Tronco ligeramente inclinado con posibilidad de caída.		
Carga sobre defecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Improbable

Explicación de contextos de la anterior tabla:

- Corteza muerta/caída: Si existen descortezamientos y madera vista.



- Textura/color anormal en corteza: Si se observa una textura o color anormal en la corteza.
- Tallos codominantes: Si existen ejes codominantes.
- Corteza incluida: Si existe o no corteza incluida en el tronco.
- Fisuras: Si existen fisura longitudinales o trasversales
- Daños albura: Daños en la albura y/o pudriciones, mecánicos o fúngicos, que debiliten el tronco
- Chancros: Si se observan chancros.
- Protrusiones: Si existen protrusiones.
- Exudados: Si se observa la presencia de exudaciones/rezumados en el tronco
- Daños por rayos: Si el tronco ha sufrido algún tipo de daño por rayos.
- Pudrición duramen: Si existe pudrición en el duramen del tronco.
- Hongos: Si hay presentes cuerpos fructíferos (hongos).

Cavidades:

- % circunferencia: Si existen, tanto por ciento de las cavidades respecto a la circunferencia del tronco.
- Profundidad: Profundidad de las cavidades, graduadas según lo siguiente: Somera, Profunda o Completa.
- Inclinación: Tanto por ciento de inclinación respecto a la vertical.
- Estrecheces: Se señalará si se observan estrecheces en el tronco.
- Madera de reacción: Si se observa la presencia de madera de reacción en el tronco.
- Problemas principales: Breve descripción de los principales problemas que afectan al tronco y que afectan a la probabilidad de fallo estructural.
- Carga sobre defecto: Carga sobre el punto débil de la estructura (defecto), graduándose este nivel de carga según lo siguiente: Ninguna, Escasa, Moderada o Significativa.
- Probabilidad de fallo: Probabilidad de fallo de la estructura, teniendo la problemática pre- sente y la carga sobre defecto: Improbable, Posible, Probable o Inminente.

B.3 RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	No	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	Sí
Cavidades (% circunf.)		Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	1,5 metros
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si



Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Uno de los principales problemas que presenta este ejemplar es la prolongación de una de las raíces principales por encima del pavimento, pudiendo causar inestabilidad y roturas de este.		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Improbable

- Cuello enterrado: Si tiene el cuello enterrado o no.
- Anillado: Si se observa una textura o color anormal en la raíz.
- Muerto: Si existen raíces muertas.
- Pudrición: Si existe o no pudriciones en la raíz.
- Hongos: Si existen fisura longitudinales o transversales
- Exudaciones: Daños en la albura y/o pudriciones, que debiliten la raíz.
- Cavidades (% circunf.): Si se observan chancros.
- Fisuras: Si existen protrusiones.

Cortes:

- Si/No: Si se observa la presencia de exudaciones/rezumados en la raíz.
- Distancia desde el tronco: Distancia en metros desde la raíz vista hasta el tronco.
- Elevación de la raíz: Si existe elevación por encima del terreno.
- Debilidad del suelo: Si se ve alteración en el suelo de la raíz.
- Madera de reacción: Si se observa la presencia de madera de reacción en la raíz.
- Problemas principales: Breve descripción de los principales problemas que afectan a la raíz y que afectan a la probabilidad de fallo estructural.

C. CONCLUSIONES

La principal problemática de este ejemplar, se halla claramente localizada en su copa. En concreto en sus ramas/brazos principales. La descompensación de su esta hace que el riesgo por rotura de algunos de sus brazos sea elevado.

Por su DIANA significativa, (peatones, mobiliario y vehículos), y dado que la eliminación o reducción del riesgo, pasaría por una poda severa de dos de sus brazos (la cual no aseguraría estabilidad del ejemplar y sólo sería una medida temporal), la propuesta de actuación que nos parece más racional, es la de TALA y sustitución del ejemplar.

D. FOTOGRAFÍAS

En estas dos imágenes se puede observar el riesgo que tienen dos de sus principales brazos, uno con riesgo de caída encima en el parking de vehículos y tránsito de peatones y el otro encima del mobiliario.



Problemas principales: Breve descripción de los principales problemas que afectan al tronco y que afectan a la probabilidad de fallo estructural.

- Carga sobre defecto: Carga sobre el punto débil de la estructura (defecto), graduándose este nivel de carga según lo siguiente: Ninguna, Escasa, Moderada o Significativa.
- Probabilidad de fallo: Probabilidad de fallo de la estructura, teniendo la problemática presente y la carga sobre defecto: Improbable, Posible, Probable o Inminente.



ARB-2. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-2	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	44,7 cm	
Altura (m)	11,85 m	
CoordenadaS UTM 30 T	X: 470725 ; Y:4482704	
Edad relativa	Maduro	

A.2 VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	No	Si
Diana 2			
Descripción	Vehículos		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Si	Si
Diana 3			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	Si	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR/ ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado



% Pavimentado	80	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	No
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila</i>: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis chrysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Modeer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Grande
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1 COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	Si	Ratio copa viva (%)	65
Ramas/Brotos muertos			
%	30	Diámetro máximo	30
Ramas colgando			
Número	0	Diámetro máximo	0
Historial de poda	Limpiezas	Fisuras	Si



Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Si	Inserciones débiles	Si
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa de ramas	Si
Ramas similares	Si	Descortezamientos	Si
Chancros	No	Protrusiones	No
Daños albura	No	Hongos	No

B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	Sí	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	No	Corteza incluida	No
Fisuras	Si	Daños albura	No
Chancros	No	Protrusiones	No
Exudados	No	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	Profunda
Inclinación	Si	Estrecheces	No
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Tronco ligeramente inclinado con posibilidad de caída.		
Carga sobre defecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Probable

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	No	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	Sí
Cavidades (% circunf.)	No	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	0,5 metros
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		

Problemas principales	Prolongación de las raíces principales por encima del pavimento, pudiendo causar inestabilidad y caída del mismo.		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Probable

C. CONCLUSIONES

La principal problemática de este ejemplar, se halla claramente localizada en su copa. El ápice de este ejemplar sufrió en el pasado una rotura, descompensando así la parte aérea del árbol y sometién-dole a grandes tensiones en el tronco. La descompensación de esta hace que el riesgo por rotura y/o caída sea elevado.

Por su DIANA significativa, (peatones, mobiliario y vehículos), y dado que la eliminación o reducción del riesgo es leve, la propuesta de actuación que nos parece más racional, es la de TALA y sustitución del ejemplar.

D. FOTOGRAFÍAS

En estas imágenes se puede observar la rotura antigua del ápice, y como respuesta la compensación natural del árbol al lado contrario de la rotura, generando así una gran tensión en el fuste del mismo. Además, el agua penetra al interior del mismo, generando pudriciones en el interior de este.



ARB-3. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-3	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	51,3 cm	
Altura (m)	12,7 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470729 ; Y: 4482696	
Edad relativa	Maduro	

A.2 VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	No	Si
Diana 2			
Descripción	Vehículos		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Si	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado
% Pavimentado	80	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	Si
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila</i>: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis chrysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Modeer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Grande
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANALISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	Si	Ratio copa viva (%)	55
Ramas/Brotes muertos			
%	30	Diámetro máximo	35
Ramas colgando			
Número	0	Diámetro máximo	0
Historial de poda	Limpiezas	Fisuras	Si
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Si	Inserciones débiles	Si
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa de ramas	Si



Ramas similares	Si	Descortezamientos	Si
Chancros	No	Protrusiones	No
Daños albura	No	Hongos	No

B.2. TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	No	Corteza incluida	Sí
Fisuras	Si	Daños albura	No
Chancros	No	Protrusiones	No
Exudados	Sí	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	Profunda
Inclinación	Si	Estrecheces	No
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Tronco inclinado con posibilidad de caída.		
Carga sobre defecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Probable

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	No	Anillado	Si
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunf.)	No	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	0
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Prolongación de las raíces principales por encima del pavimento, pudiendo causar inestabilidad y caída del mismo.		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Improbable

C. CONCLUSIONES

La principal problemática de este ejemplar, se halla claramente localizada en su fuste (tronco). Sus antiguas podas de crecimiento han provocado que la carga de ramas de este, hallan inclinado el árbol hacia la zona de parking y tránsito de peatones.

La descompensación de este hace que el riesgo por rotura y/o caída sea elevado.

Por su DIANA significativa, (peatones y vehículos), y dado que la eliminación o reducción del riesgo es leve, la propuesta de actuación que nos parece más racional, es la de TALA y sustitución del ejemplar.

D. FOTOGRAFÍAS



Estas imágenes ponen de manifiesto, la inclinación que tiene dicho ejemplar debido a las erróneas podas que se le realizaron antiguamente por la cercanía al mobiliario. Debido a la inclinación en la que se encuentra, pone en peligro tanto a los peatones como a los vehículos que puedan estacionar en sus inmediaciones.

Por ello, la recomendación más oportuna sería la tala del mismo y su sustitución por otro ejemplar.

ARB-4. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-4	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	90,7 cm	
Altura (m)	17,2 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470757 ; Y: 4482656	
Edad relativa	Maduro	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	No	Si
Diana 2			
Descripción	Vehículos		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Si	Si
Diana 3			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	No	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
-----------------	-----------	------------	-------

Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado
% Pavimentado	35	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	Si
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila</i>: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis chrysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Modeer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viandas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Grande
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	Si	Ratio copa viva (%)	70
Ramas/Brotes muertos			
%	30	Diámetro máximo	65
Ramas colgando			



Número	0	Diámetro máximo	0
Historial de poda	Cortes imprecisos	Fisuras	Si
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Si	Inserciones débiles	Si
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	Si
Ramas similares	Si	Descortezamientos	Si
Chancros	Si	Protrusiones	No
Daños albura	No	Hongos	No

B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	No	Corteza incluida	Sí
Fisuras	No	Daños albura	Sí
Chancros	No	Protrusiones	No
Exudados	Sí	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	Somera
Inclinación	No	Estrecheces	No
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Gran carga de ramas con posibilidad de resquebrajar el tronco y copa descompensada.		
Carga sobre defecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Probable

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	No	Anillado	Si
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunf.)	No	Fisuras	No
Cortes			



Si/No	No	Distancia desde el tronco	0,5 m
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Prolongación de las raíces principales por encima del pavimento, pudiendo causar inestabilidad y caída del mismo.		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Improbable

C. CONCLUSIONES

La principal problemática de este ejemplar, se halla claramente localizada en su copa. Sus antiguas podas produjeron cortes imprecisos, generando estos un “sumidero” de agua dentro del tronco del mismo. Además, la copa se aprecia un tanto descompensada, teniendo sus brazos principales mucha carga de ramas, las cuales pueden caer con unas condiciones climatológicas adversas.

Por su DIANA significativa, (peatones, vehículos y mobiliario), y dado que la eliminación o reducción del riesgo es leve, la propuesta de actuación que nos parece más racional, es la de TALA y sustitución del ejemplar

D. FOTOGRAFÍAS





ARB-5. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-5	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	15,3 cm	
Altura (m)	7,35 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470783 ; Y: 4482673	
Edad relativa	Joven	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	Si	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado
% Pavimentado	85	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0



Plagas	No	Daños abióticos	No
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila</i>.: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis crhysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Mo-deer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Mediana
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Normal
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	No	Ratio copa viva (%)	100
Ramas/Brotes muertos			
%	0	Diámetro máximo	0
Ramas colgando			
Número	0	Diámetro máximo	0
Historial de poda	Sin podas	Fisuras	No
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Sí	Inserciones débiles	No
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	No
Ramas similares	Si	Descortezamientos	No
Chancros	No	Protrusiones	No
Daños albura	No	Hongos	No



B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Sí
Fisuras	No	Daños albura	Sí
Chancros	No	Protrusiones	Sí
Exudados	No	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	0
Inclinación	No	Estrecheces	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Este ejemplar tiene su crecimiento debajo de un infraestructura, estando soldados varios de sus brazos en la base de este.		
Carga sobre defecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Probable

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	Sí	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunferencia.)	No	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	0 m
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Prolongación de las raíces principales por debajo del mobiliario pudiendo causar inestabilidad y caída del mismo.		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Improbable

C. CONCLUSIONES

La principal problemática de este ejemplar, se halla claramente localizada en la base del tronco. Este ejemplar nace debajo de una infraestructura, la cual en un corto período de tiempo se va a derrumbar para nueva construcción.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su vigor y supervivencia.

D. FOTOGRAFÍAS



En estas imágenes, podemos observar dónde y de qué manera se encuentra este ejemplar. Brazos soldados buscando la luz y raíz debajo del mobiliario.



ARB-6. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-6	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	15,8 cm	
Altura (m)	5,3 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470781 ; Y: 4482676	
Edad relativa	Joven	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	Si	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado
% Pavimentado	85	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%



Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	No
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila.</i>: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis crhysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Mo-deer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Mediana
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Normal
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	No	Ratio copa viva (%)	100
Ramas/Brotes muertos			
%	0	Diámetro máximo	0
Ramas colgando			
Número	0	Diámetro máximo	0
Historial de poda	Sin podas	Fisuras	No
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Sí	Inserciones débiles	No
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	No
Ramas similares	Si	Descortezamientos	No
Chancros	No	Protrusiones	No
Daños albura	No	Hongos	No



B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Sí
Fisuras	No	Daños albura	Sí
Chancros	No	Protrusiones	Sí
Exudados	No	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	0
Inclinación	Si	Estrecheces	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Este ejemplar tiene su crecimiento debajo de un infraestructura, obligándolo a crecer inclinado para la obtención de luz y de su supervivencia.		
Carga sobre defecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Probable

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	No	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunferencia.)	No	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	1,5 m
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Prolongación de las raíces principales por debajo del mobiliario pudiendo causar inestabilidad y caída del mismo.		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Improbable

C. CONCLUSIONES

El principal problema de este ejemplar al igual que la del ARB-5, se encuentra localizado en la base del tronco y la raíz. Este ejemplar nace debajo de una infraestructura, la cual en un corto período de tiempo se va a derrumbar para nueva construcción.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su vigor y supervivencia

D. FOTOGRAFÍAS



En las imágenes anteriores, se observa cómo este pie nace debajo de la cimentación del edificio, provocando así inestabilidad e inclinación del mismo.

ARB-7. POPULUS TREMULA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-7	
Especie	<i>Populus tremula</i>	
Diámetro del fuste (cm)	24,6 cm	
Altura (m)	13,3 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470767 ; Y: 4482710	
Edad relativa	Maduro	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Sí	Si
Diana 2			
Descripción	Vehículos		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
12	2	Si	Si
Diana 3			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	No	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado

% Pavimentado	75	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	Si
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Populus tremula</i>:</p> <p><u>Defoliadores</u>: <i>Cerura ibérica</i>, <i>Galerucella lineola</i>, <i>Leucoma salicis</i>, <i>Melasma populi</i>.</p> <p><u>Perforadores</u>: <i>Crypthorhynchus lapathi</i>, <i>Melanophila picta</i>, <i>Paranthrene tabaniformis</i>, <i>Saperda populnea</i>, <i>Sesia apiformis</i></p> <p><u>Perforadores de yemas</u>: <i>Gypsonoma aceriana</i></p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Mediano
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	No	Ratio copa viva (%)	80
Ramas/Brotos muertos			
%	0	Diámetro máximo	0
Ramas colgando			
Número	7-10	Diámetro máximo	5/20 cm
Historial de poda	Cortes imprecisos	Fisuras	Si



Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Si	Inserciones débiles	Si
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	Si
Ramas similares	Si	Descortezamientos	Si
Chancros	No	Protrusiones	Si
Daños albura	Si	Hongos	No

B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Sí
Fisuras	Sí	Daños albura	Sí
Chancros	Sí	Protrusiones	Sí
Exudados	No	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	Sí	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	Somera
Inclinación	No	Estrecheces	No
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Tronco soldado a la estructura metálica del edificio.		
Carga sobre defecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Probable

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	Si	Anillado	Si
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunf.)	0	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	0,5 m
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		



Problemas principales	Prolongación de las raíces principales por encima del pavimento, pudiendo causar inestabilidad y caída del mismo.		
Carga sobre efecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Probable

C. CONCLUSIONES

La principal problemática de este ejemplar, se encuentra claramente localizada en su fuste (tronco). La competencia a la que ha estado sometido con los ejemplares que se encuentran a su alrededor, el rápido crecimiento y la falta de estabilidad, ha provocado que su fuste se encuentre soldado con la estructura metálica del edificio en el que se encuentra.

Sus antiguas podas produjeron cortes imprecisos, generando estos un “sumidero” de agua dentro del tronco del mismo y pudiendo así provocar pudriciones dentro del mismo.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su vigor y supervivencia

D. FOTOGRAFÍAS

En estas imágenes se puede observar cómo el tronco de este *Populus tremula* se ha soldado en la estructura metálica del edificio. También se aprecia una antigua herida ya cicatrizada, debido a una mala poda. Estas incisiones pueden producir la entrada al árbol de hongos, pudriciones por agua.





ARB-8. POPULUS TREMULA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-8	
Especie	<i>Populus tremula</i>	
Diámetro del fuste (cm)	20,3 cm	
Altura (m)	13,3 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470770 ; Y: 4482709	
Edad relativa	Maduro	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Sí	Si
Diana 2			
Descripción	Vehículos		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
12	2	Si	Si
Diana 3			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	No	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado
% Pavimentado	75	Dirección viento dominante	Oeste



Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.
----------------	--

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	Sí
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Populus tremula</i>:</p> <p>Defoliadores: <i>Cerura ibérica</i>, <i>Galerucella lineola</i>, <i>Leucoma salicis</i>, <i>Melasma populi</i>.</p> <p>Perforadores: <i>Crypthorhynchus lapathi</i>, <i>Melanophila picta</i>, <i>Paranthrene tabaniformis</i>, <i>Saperda populnea</i>, <i>Sesia apiformis</i></p> <p>Perforadores de yemas: <i>Gypsonoma aceriana</i></p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Mediano
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	Sí	Ratio copa viva (%)	70
Ramas/Brotos muertos			
%	30	Diámetro máximo	15 cm
Ramas colgando			
Número	7-15	Diámetro máximo	5/15cm
Historial de poda	Cortes imprecisos	Fisuras	Sí
Daños por rayos	No	Codominancias	Sí



Corteza incluida	Sí	Inserciones débiles	Sí
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	Sí
Ramas similares	Sí	Descortezamientos	No
Chancros	No	Protrusiones	Sí
Daños albura	Sí	Hongos	No

B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Sí
Fisuras	Sí	Daños albura	Sí
Chancros	Sí	Protrusiones	Sí
Exudados	Sí	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	Somera
Inclinación	Sí	Estrecheces	Sí
Madera de reacción	Sí		
Problemas principales	Fuste creciendo entre una estructura metálica		
Carga sobre defecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Inminente

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	Si	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunf.)	0	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	0
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Al estar en pavimento, a la hora de alterar este, posible fallos o daños a la raíz		

Carga sobre efecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Probable
--------------------	----------	-----------------------	----------

C. CONCLUSIONES

La principal problemática de este ejemplar, se encuentra localizada en su fuste (tronco). La competencia por la luz a la que ha estado sometido con los ejemplares que se encuentran a su alrededor, ha producido que su crecimiento se produzca entre una estructura metálica. Esto a su vez, produce que tenga grandes inclinaciones del fuste con giros drásticos, lo que supone una inestabilidad del mismo.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su supervivencia

D. FOTOGRAFÍAS

En las siguientes fotografías podemos observar los cambios de dirección de crecimiento que tiene este pie. Además de por falta de luz, este crecimiento se encuentra alterado por encontrarse entre una estructura metálica, llegando a soldarse por algunos tramos con la misma.



ARB-9. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-9	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	23,7 cm	
Altura (m)	14,2 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470770 ; Y: 4482705	
Edad relativa	Maduro	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Sí	Si
Diana 2			
Descripción	Vehículos		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
12	2	Si	Si
Diana 3			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	No	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado
% Pavimentado	85	Dirección viento dominante	Oeste



Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.
----------------	--

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	No
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila</i>: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis crhysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Modeer, Los escoltidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Mediana
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	No	Ratio copa viva (%)	95
Ramas/Brotos muertos			
%	5	Diámetro máximo	3-10 cm
Ramas colgando			
Número	5-15	Diámetro máximo	5 cm



Historial de poda	Sin podas	Fisuras	No
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Sí	Inserciones débiles	No
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	Sí
Ramas similares	Si	Descortezamientos	No
Chancros	No	Protrusiones	Sí
Daños albura	No	Hongos	No

B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Sí
Fisuras	No	Daños albura	Sí
Chancros	No	Protrusiones	Sí
Exudados	No	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	0
Inclinación	Si	Estrecheces	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Este ejemplar tiene su crecimiento debajo de un infraestructura, obligándolo a crecer inclinado para la obtención de luz y de su supervivencia.		
Carga sobre defecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Inminente

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	No	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunferencia.)	No	Fisuras	No
Cortes			

Si/No	No	Distancia desde el tronco	0 m
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Prolongación de las raíces principales por debajo del mobiliario pudiendo causar inestabilidad y caída del mismo.		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Improbable

C. CONCLUSIONES

El principal problema de este ejemplar al igual que el ARB-7 Y ARB-8, es el lugar dónde se ha producido su crecimiento. Estos se encuentran dentro de un mobiliario y entre una estructura metálica, soldando su fuste sobre esta.

A la hora de realizar una obra o mejora de construcción estos ejemplares se verán gravemente afectados, tanto en la raíz o base del árbol como en su tronco y copa.

Además, el margen de plantación es negativo, ya que los tres ejemplares se encuentran metidos en 2 metros cuadrados, luchando así por la luz y teniendo escaso sistema radicular.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su supervivencia.

D. FOTOGRAFÍAS



En estas fotografías podemos observar el estado en el que se encuentran tanto el ARB-7, ARB-8 y ARB-9. El escaso margen de plantación junto con la estructura metálica entre la que se sitúan hacen que estos luchan por la luz y a su vez algunos tramos de su fuste queden soldados con la estructura.

En el momento en el que se retire dicha estructura o se altere el pavimento donde se encuentran, la supervivencia de estos será mínima.



ARB-10. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-10	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	53,7 cm	
Altura (m)	12,7 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470871 ; Y: 4482650	
Edad relativa	Maduro	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Sí	Si
Diana 2			
Descripción	Vehículos		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Si	Si
Diana 3			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	No	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Poco profundo
% Pavimentado	0	Dirección viento dominante	Oeste



Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.
----------------	--

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	Sí
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila.</i>: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis crhysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Mo-deer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Total	Tamaño relativo copa	Grande
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	Si	Ratio copa viva (%)	80
Ramas/Brotos muertos			
%	7%	Diámetro máximo	3-35 cm
Ramas colgando			
Número	5-20	Diámetro máximo	10 cm



Historial de poda	Trasmochado	Fisuras	Si
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Sí	Inserciones débiles	Sí
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	Sí
Ramas similares	Si	Descortezamientos	No
Chancros	No	Protrusiones	Sí
Daños albura	No	Hongos	No

B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	Sí	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Sí
Fisuras	Sí	Daños albura	Sí
Chancros	Sí	Protrusiones	Sí
Exudados	Sí	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	15	Profundidad	0-10 cm
Inclinación	Si	Estrecheces	Si
Madera de reacción	Si		

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	No	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunferencia.)	No	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	0,5 – 8 m
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		

Problemas principales	Este ejemplar se encuentra en una superficie elevada con respecto al total de la parcela en la que se encuentra. Esto supone estabilidad del ejemplar, a que sus raíces están en el exterior.		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Probable

C. CONCLUSIONES

Este ejemplar se encuentra situado debajo de una línea eléctrica. Esto ha provocado a su vez, que sólo le hayan trasmochado una parte de su parte aérea, provocando una descompensación del mismo.

Esto influye negativamente en su supervivencia, ya que tiene una probabilidad mu alta de rotura y caída del mismo. Así mismo, una de las partes con más peso (gran cantidad de ramas) se encuentra inclinada hacia una vía pública, pudiendo generar daños a peatones, vehículos, ...

En lo que respecta a su parte radicular, al encontrarse en una superficie elevada con respecto al resto de la parcela, sus raíces están en el interior provocando inestabilidad del ejemplar. De la base del mismo, crecen numerosos brazos principales, habiendo obtenido un diámetro medio de este ejemplar.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su supervivencia

D. FOTOGRAFÍAS

En estas fotografías podemos observar la problemática de la línea eléctrica. Estos, trasmochan los árboles que hay debajo y en las inmediaciones de esta, provocando así una descompensación total de la copa e incrementando el riesgo de caída por rotura. Además, hay un elevado volumen de raíces superficiales.



Registro Salida: - - CSV:15701442143403413254 - https://sede.ayto-alcaldelahenares.es/validacion

ARB-11. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-11	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	57,1 cm	
Altura (m)	10,2 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470835 ; Y: 4482676	
Edad relativa	Maduro	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Sí	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Poco profundo
% Pavimentado	0	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0



Plagas	No	Daños abióticos	Sí
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila.</i>: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis crhysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Mo-deer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Total	Tamaño relativo copa	Grande
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	No	Ratio copa viva (%)	99
Ramas/Brotes muertos			
%	3%	Diámetro máximo	3 – 7 cm
Ramas colgando			
Número	5-20	Diámetro máximo	10 cm
Historial de poda	Limpieza	Fisuras	No
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Sí	Inserciones débiles	No
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	Sí
Ramas similares	Si	Descortezamientos	No
Chancros	No	Protrusiones	No
Daños albura	No	Hongos	No



B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Si
Fisuras	No	Daños albura	No
Chancros	Sí	Protrusiones	No
Exudados	No	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	0
Inclinación	Si	Estrecheces	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Gran cantidad de ramas aumentan el riesgo por roturas		
Carga sobre defecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Improbable

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	Si	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunferencia.)	No	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	0
Elevación de la raíz	Mo	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	No		
Problemas principales	Este ejemplar se encuentra en una superficie antiguamente pavimentada y con poco suelo		
Carga sobre efecto	Ninguna	Probabilidad de fallo	Improbable

C. CONCLUSIONES

Este ejemplar se encuentra en buen estado, pero con mucha carga en su parte aérea. Esto es debido a la poca o nulas podas a las que ha sido sometido. Esto influye claramente en su supervivencia, ya que en caso de fenómenos climáticos adversos tiene alta probabilidad de rotura.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de PODA DE ACLAREO, para el mantenimiento del mismo.

Esta media debe ser a corto plazo, ya que si se produce la rotura de alguno de sus brazos la medida adoptada debería ser la TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su supervivencia

D. FOTOGRAFÍAS

Este ejemplar se encuentra en buen estado, pero tiene mucha carga en su parte aérea, pudiendo ser peligroso para su supervivencia.





ARB-12. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-12	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	58,3 cm	
Altura (m)	12,6 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470734 ; Y: 4482787	
Edad relativa	Maduro	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Peatones		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	No	Si
Diana 2			
Descripción	Vehículos		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	3	Si	Si
Diana 3			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	No	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado



% Pavimentado	95%	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	80%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0
Plagas	No	Daños abióticos	Sí
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila</i>: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis chrysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Modeer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Total	Tamaño relativo copa	Grande
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	Si	Ratio copa viva (%)	70%
Ramas/Brotes muertos			
%	15%	Diámetro máximo	1-40 cm
Ramas colgando			
Número	5-35	Diámetro máximo	15 cm



Historial de poda	Trasmochado	Fisuras	Si
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Sí	Inserciones débiles	Sí
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	Sí
Ramas similares	Si	Descortezamientos	Sí
Chancros	Sí	Protrusiones	Sí
Daños albura	Sí	Hongos	No

B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Sí
Fisuras	Sí	Daños albura	Sí
Chancros	Sí	Protrusiones	Sí
Exudados	Sí	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	10	Profundidad	0-10 cm
Inclinación	Si	Estrecheces	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Este ejemplar crece debajo de una línea eléctrica, provocando así desequilibrio estructural del mismo por el trasmochado que le realizan en una de sus mitades.		
Carga sobre defecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Inminente

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	No	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunferencia.)	No	Fisuras	No
Cortes			



Si/No	No	Distancia desde el tronco	0
Elevación de la raíz	Si	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Si		
Problemas principales	Este ejemplar se encuentra en una superficie pavimentada.		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Inminente

C. CONCLUSIONES

Este ejemplar al igual que el ARB-10, se encuentra situado debajo de una línea eléctrica, lo que ha provocado que sólo le hayan trasmochado una parte de su parte aérea (la más cercana a esta), provocando una descompensación del mismo.

La probabilidad de supervivencia es muy baja, ya que antes o después sufrirá rotura por la inestabilidad de la copa, poniendo así en peligro a los peatones, mobiliario y vehículos.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su supervivencia

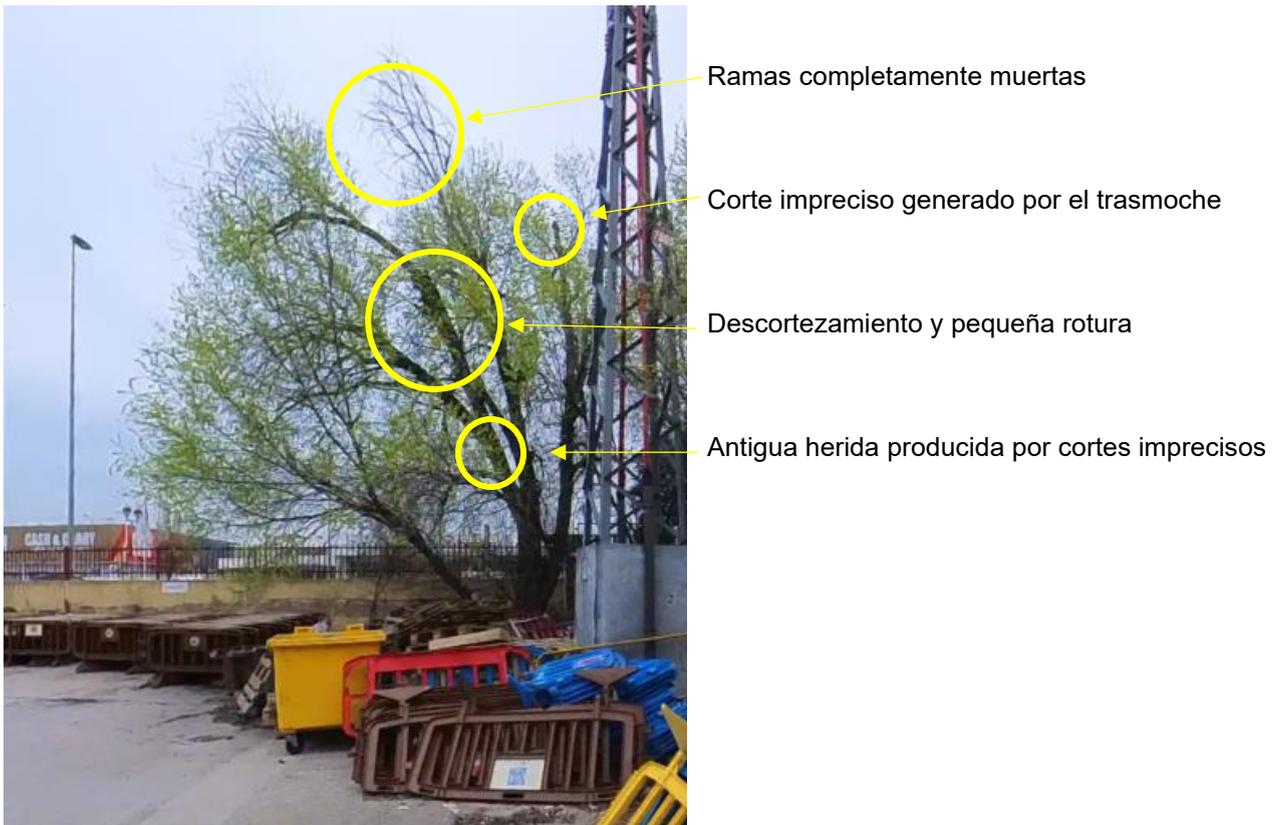
D. FOTOGRAFÍAS



Así se encuentra este ejemplar en la actualidad. Está junto con una torre de una línea eléctrica lo que compromete su supervivencia debido a los trasmoches IMPRESCISOS que le han realizado.

Su inclinación hacia una vía pública (debido a la descompensación de la copa) hace que la mejor y ÚNICA opción que tiene dicho ejemplar sea la TALA y sustitución por otro ejemplar.

A continuación, se muestran algunos de los daños que contiene:



ARB-13. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-13	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	15,0 cm	
Altura (m)	7,5 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470769 ; Y: 4482756	
Edad relativa	Joven	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	Si	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado
% Pavimentado	90	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0



Plagas	No	Daños abióticos	Sí
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila</i>.: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis crhysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Mo-deer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Mediana
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	No	Ratio copa viva (%)	100
Ramas/Brotos muertos			
%	0	Diámetro máximo	0
Ramas colgando			
Número	1 - 10	Diámetro máximo	1 – 12 cm
Historial de poda	Trasmoche	Fisuras	No
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Sí	Inserciones débiles	No
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	Sí
Ramas similares	Si	Descortezamientos	No
Chancros	No	Protrusiones	No
Daños albura	No	Hongos	No



B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Sí
Fisuras	No	Daños albura	Sí
Chancros	No	Protrusiones	Sí
Exudados	Sí	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	0
Inclinación	No	Estrecheces	Si
Madera de reacción	No		
Problemas principales	Este ejemplar tiene su crecimiento debajo de una línea eléctrica, por lo que cuando adquiere una determinada altura lo trasmochan y su supervivencia se ve afectada.		
Carga sobre defecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Probable

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	Si	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunferencia.)	No	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	0
Elevación de la raíz	No	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	No		
Problemas principales	Prolongación de las raíces principales por debajo del pavimento, lo que al realizar obras de mejora sobre este se pueden ver dañadas sus raíces		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Improbable

C. CONCLUSIONES

El principal problema de este ejemplar al igual que la del ARB-12, que se encuentra debajo de una línea eléctrica. Cada vez que este adquiere un cierto porte, será trasmochado sin criterio.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su vigor y supervivencia

D. FOTOGRAFÍAS



Trasmoche producido, desde el cual se observan los brotes nuevos y que serán cortados de nuevo.



Línea eléctrica encima del ejemplar.



ARB-14. ULMUS PUMILA

A. RECOGIDA TOMA DE DATOS (INFORMACIÓN)

A.1. DATOS DEL EJEMPLAR

Propietario/ Entidad	Ayuntamiento de Alcalá de Henares	
Fecha	24/02/2025	
Dirección/Localización	Camino de los Santos, 132, Alcalá de Henares	
Inspector/es	TRAGSATEC	
Código	ARB-14	
Especie	<i>Ulmus pumila</i>	
Diámetro del fuste (cm)	17,6 cm	
Altura (m)	7,8 m	
Coordenadas UTM 30 T	X: 470782 ; Y: 4482745	
Edad relativa	Joven	

A.2. VALORACIÓN DE LA DIANA

Diana 1			
Descripción	Mobiliario		
Zona diana	Ratio ocupación	Posibilidad eliminarla	Posibilidad impedir acceso
123	4	Si	Si

A.3. FACTORES DEL LUGAR / ENTORNO

Historia caídas	Sin datos	Topografía	Llano
Cambios	Suelo alterado	Condiciones de suelo	Pavimentado
% Pavimentado	90	Dirección viento dominante	Oeste
Clima habitual	Mediterráneo continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos.		

A.4. ESTADO DEL ÁRBOL Y CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

Vigor	Normal		
Follaje			
Si/No	No (caduco)	Normal (%)	99%
Clorótico (100%)	0	Necrótico (%)	0



Plagas	No	Daños abióticos	Sí
Perfil de problemas de las especies	<p>Patógenos naturales de la Península Ibérica que afectan al <i>Ulmus pumila.</i>: <i>Xanthogaleruca luteola</i> Müll (Galeruca del olmo), <i>Euproctis crhysorrhoea</i> L. (Oruga del zurrón), <i>Nymphalis polychloros</i> L. (La olmera), <i>Gossyparia spuria</i> Mo-deer, Los escolítidos (Barrenillos del olmo) <i>Scolytus spp.</i>) y La enfermedad de la Grafiosis.</p> <p>La forma de las copas y el hecho de que a menudo se ramifiquen, hace que sean susceptibles de roturas por viento, nieve o hielo. El rápido crecimiento de esta especie proporciona alturas superiores a las de las viviendas, provocando la deposición de residuos como ramas o sámaras, que pueden provocar daños sobre tejados u obstrucción de canalones.</p>		

A.5. FACTORES DE LA CARGA

Exposición al viento	Parcial	Tamaño relativo copa	Pequeño
Densidad copa	Normal	Ramas interiores	Muchas
Trepadoras (Si/No)	No	Cambios recientes con respecto a la exposición del viento	No

B. ANÁLISIS VISUAL (V.T.A.)

B.1. COPAS Y RAMAS

Copa descompensada			
Si/No	Sí	Ratio copa viva (%)	100
Ramas/Brotos muertos			
%	0	Diámetro máximo	0
Ramas colgando			
Número	1 - 25	Diámetro máximo	1 – 12 cm
Historial de poda	Trasmoche	Fisuras	No
Daños por rayos	No	Codominancias	Si
Corteza incluida	Sí	Inserciones débiles	Sí
Cavidades (% circunf.)	0	Rotura previa ramas	Sí
Ramas similares	Si	Descortezamientos	No
Chancros	No	Protrusiones	Sí
Daños albura	No	Hongos	No



B.2 TRONCO

Corteza muerta/caída	No	Textura/color anormal en cc	No
Tallos codominantes	Sí	Corteza incluida	Sí
Fisuras	No	Daños albura	Sí
Chancros	No	Protrusiones	Sí
Exudados	Sí	Daños por rayos	No
Pudrición duramen	No	Hongos	No
Cavidades			
% circunferencia	0	Profundidad	0
Inclinación	No	Estrecheces	Si
Madera de reacción	No		
Problemas principales	Este ejemplar tiene su crecimiento debajo de una línea eléctrica, por lo que cuando adquiere una determinada altura lo trasmochan y su supervivencia se ve afectada.		
Carga sobre defecto	Moderada	Probabilidad de fallo	Probable

B.3. RAÍCES Y CUELLO

Cuello enterrado	Si	Anillado	No
Muerto	No	Pudrición	No
Hongos	No	Exudaciones	No
Cavidades (% circunf.)	No	Fisuras	No
Cortes			
Si/No	No	Distancia desde el tronco	0,5 – 1 m
Elevación de la raíz	Sí	Debilidad de suelo	Si
Madera de reacción	Sí		
Problemas principales	Prolongación de las raíces por encima del pavimento, lo que al realizar obras de mejora sobre este se pueden ver dañadas		
Carga sobre efecto	Significativa	Probabilidad de fallo	Probable

C. CONCLUSIONES

El principal problema de este ejemplar al igual que el ARB-13, se centra su parte aérea (copa) ya que crece debajo de una línea eléctrica. Siempre que la altura de copa adquiera unas determinadas dimensiones será trasmochado (sin criterio) produciendo daños severos en el ejemplar.

La propuesta de actuación que nos parece más racional es la de TALA y sustitución del ejemplar por otro de características similares, con las condiciones de plantación que sean necesarias para asegurar así su vigor y supervivencia

D. FOTOGRAFÍAS



En esta imagen podemos ver que como consecuencia de la proximidad a una pared de 2 metros de altura aproximadamente, este ejemplar ha producido gran cantidad de ramas para capturar luz y poder crecer.

Cuando sus ramas principales tengan una altura considerable, volverán a ser trasmochadas sin criterio, acabando de "ahogar" el ejemplar.



6. RESUMEN DE LAS PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

6.1. PLAN INICIAL DE CHOQUE

Todos los ejemplares de esta parcela presentaban alguno o varios problemas siendo diagnosticados en los informes individualizados del riesgo y cada uno de ellos presenta su propuesta de actuación más adecuada para minimizar el riesgo.

De los 14 árboles presentes en la parcela y según la ficha individualizada de cada uno de ellos, se han propuesto las siguientes medidas:

- Tala de 13 árboles.
- Reducción de copa (podas de aclareo) a 1 árbol (ARB-11).

Los principales objetivos propuestos son:

- Reducción del riesgo de los peatones, de los vehículos y del mobiliario.
- Eliminación de los ejemplares de mayor riesgo y que tienen menos posibilidad de sobrevivir.
- Reducciones de copa y acortamiento de ramas (ARB-11).
- Definición de estructuras de futuro en el arbolado.

6.2. PLAN DE REGENERACIÓN

Tras el plan inicial de choque, se considera necesario la renovación a corto y medio plazo de la mayoría del arbolado defectuoso, entre los que se encuentran la mayoría árboles cuya copa ha sido reducida, descompensada y con riesgo de producir daños a los peatones, vehículos o mobiliario.

El Plan de regeneración es la base para definir todas las actuaciones que deben llevarse a cabo con vistas sobre una determinada unidad de gestión con vistas a largo plazo, y que se acometa a una remodelación de la situación actual.

Partiendo de la premisa de hacer viable el arbolado del recinto, se pueden plantear distintas alternativas:

- Cambio de especies presentes (*Ulmus pumila*) por especies más resistentes a estos tipos de terrenos como por ejemplo *Prunus dulcis* (almendro), *Olea europea* (olivo), etc... en definitiva, especies con un sistema radicular más fuerte y de crecimiento lento.
- Debajo de la línea eléctrica, sustituir los ejemplares por especies arbustivas que no presenten gran porte, para así evitar el trasmochado de la misma.
- Un marco de plantación adecuado para la nueva zona de aparcamiento, es decir, un ejemplar por cada dos plazas de aparcamiento, para así evitar que compitan por la luz y ralentizar así su crecimiento.

A modo de conclusión, incorporar numerosos y diversos ejemplares que se adapten mejor a este recinto y a las condiciones climáticas de la zona.



6.3. ESPECIES RECOMENDADAS

Especies arbóreas:

- ***Prunus dulcis* (Almendro)**

Árbol caducifolio conocido por sus flores rosadas y frutos comestibles (almendras).

- ***Olea europaea* (Olivo)**

Árbol perennifolio de hojas plateadas y frutos en forma de drupa (aceitunas), cultivado principalmente por su aceite.

- ***Cercis siliquastrum* (Árbol del amor)**

Árbol caducifolio que destaca por su floración primaveral de color rosa intenso, directamente sobre el tronco y ramas.

- ***Ginkgo biloba* (Ginkgo)**

Árbol caducifolio único por sus hojas en forma de abanico y su resistencia a condiciones adversas. Es considerado un fósil viviente.

- ***Celtis australis* (Almez)**

Árbol caducifolio de crecimiento rápido, con hojas lanceoladas y pequeños frutos comestibles.

Especies arbustivas:

- ***Viburnum tinus* (Durillo)**

Arbusto perennifolio con flores blancas o rosadas en invierno y frutos azul metálico.

- ***Phoradendron***

Arbusto perennifolio conocido por sus brotes rojizos y flores blancas en primavera.

- ***Buxus sempervirens* (boj)**

Arbusto perennifolio de crecimiento lento, utilizado comúnmente en setos y topiarios.

- ***Ligustrum vulgare* (Aligustre)**

Arbusto caducifolio o semiperennifolio, utilizado frecuentemente en setos, con flores blancas y bayas negras.

- ***Arbutus unedo* (Madroño)**

Arbusto o pequeño árbol perennifolio con frutos rojos comestibles y flores blancas en otoño.



7. CONCLUSIONES

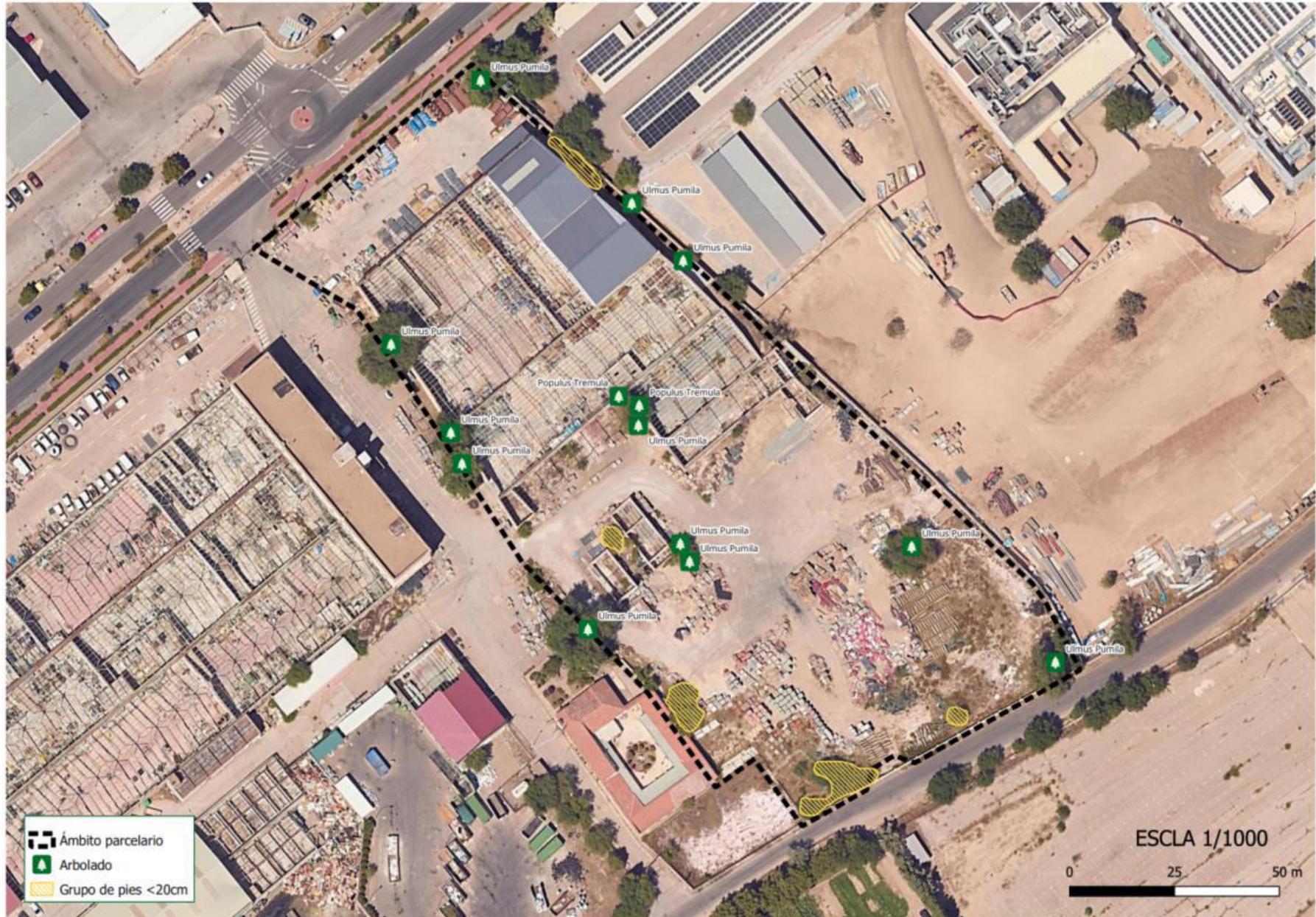
La parcela o recinto objeto de estudio, cuenta con 14 árboles (con diámetros iguales o mayor a 15 centímetros de diámetro), de los cuales 13 árboles se les ha propuesto la tala y 1 árbol (ARB-11) podas de aclareo.

Estos, deberían ser sustituidos por árboles de hoja caduca en la medida de lo posible y que tengan crecimiento lento, para así fortalecer su sistema radicular y evitar la caída (punto 6.3. especies recomendadas).

Junto al muro o debajo de la línea eléctrica, se debería plantar especies arbustivas, de manera que evitemos que su porte pueda generar daños a la misma y así evitar posibles trasmoches.

Por último, de las 131 plazas de aparcamiento que se van a establecer en el nuevo proyecto "Intercambiador de Alcalá de Henares", se debería plantar un árbol (de los mencionados en el punto 6.3. especies recomendadas) cada dos plazas de aparcamiento, estableciendo así un correcto marco de plantación evitando que compitan directamente por la luz y ralentizando así su crecimiento.

ANEXO I. PLANO GENERAL DEL ARBOLADO





ANEXO II. TABLA RESUMEN ARBOLADO

CÓDIGO	Especie	Coordenada X	Coordenada Y	Diámetro (cm)	Altura (m)
ARB-1	<i>Ulmus pumila</i>	470712	4482723	64,5	15,00
ARB-2	<i>Ulmus pumila</i>	470725	4482704	44,7	11,85
ARB-3	<i>Ulmus pumila</i>	470729	4482696	51,3	12,70
ARB-4	<i>Ulmus pumila</i>	470757	4482656	90,7	17,20
ARB-5	<i>Ulmus pumila</i>	470783	4482673	15,3	7,35
ARB-6	<i>Ulmus pumila</i>	470781	4482676	15,8	5,30
ARB-7	<i>Populus tremula</i>	470767	4482710	24,6	13,30
ARB-8	<i>Populus tremula</i>	470770	4482709	20,3	13,30
ARB-9	<i>Ulmus pumila</i>	470770	4482705	23,7	13,30
ARB-10	<i>Ulmus pumila</i>	470871	4482650	53,7	12,70
ARB-11	<i>Ulmus pumila</i>	470835	4482676	57,1	10,20
ARB-12	<i>Ulmus pumila</i>	470734	4482787	58,3	12,60
ARB-13	<i>Ulmus pumila</i>	470769	4482756	15,0	7,50
ARB-14	<i>Ulmus pumila</i>	470782	4482745	17,6	7,80

Documento firmado electrónicamente por JAIME
ALONSO CERRATO
21 de mayo de 2025, 9:57:53
Autenticidad verificable mediante Código Seguro
de Verificación
15701442143403413254 en [https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion](https://sede.ayto-
alcaladehenares.es/validacion)
AYUNTAMIENTO DE ALCALA DE HENARES