

1.11. ANEXO 2. ESTUDIO HIDROLÓGICO HIDRÁULICO

**ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA
ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS
CORRECTORAS DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1
FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU DE
MALAGA.**



FECHA: FEBRERO 2024

EXPEDIENTE: 257

**PETICIONARIO:
PROMOTORA EDUCACIÓN SUPERIOR
ANDALUCÍA SAU**

La composición del equipo redactor, consta de los siguientes profesionales:

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN:

- **Antonio Juárez Ramos**
 - Licenciado en Geología. Colegiado nº 584.
 - Máster en Ingeniería Geológica aplicado a la obra civil.

- **José Enrique Navarro García**
 - Licenciado en Ciencias Ambientales.
 - Especialista en Sistemas de Información Geográfica.
 - Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, especialidad en Seguridad e Higiene Industrial, Ergonomía y Psicología.
 - Master en sistemas de gestión de la calidad y medio ambiente. Nuevas tecnologías.

En Málaga, febrero de 2024



Fdo.: José Enrique Navarro García

Licenciado en Ciencias Ambientales



Fdo.: Antonio Juárez Ramos

Licenciado en Geología

INDICE

1	ANTECEDENTES	4
2	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO	10
2.1.	DE LA PROPUESTA CAUTELAR DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO PARA EL PRESENTE INFORME	16
3.	LOCALIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO	18
3.1.	ALCANCE E IDENTIFICACIÓN DE LOS ARROYOS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	19
3.2.	GENERALIDADES DE DISEÑO DEL PRESENTE ESTUDIO	20
4.	LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE	21
5.	DOCUMENTACION UTILIZADA	22
5.1.	CARTOGRAFÍA.....	22
6.	ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	23
6.1.	OBJETIVO DE LA SIMULACIÓN HIDROLÓGICA.....	23
7.	CÁLCULO DE CAUDALES	24
8.	ESTUDIO HIDRÁULICO	25
8.1.	OBJETO DE ESTUDIO	26
8.2.	LEGISLACIÓN DE AGUAS.....	27
8.3.	MODELO MATEMÁTICO DE CÁLCULO.....	31
9.	RESULTADO CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS CON RESPECTO DEL PROYECTO Y MEDIDA CORRECTORA.....	38
9.1.	PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTORAS.....	38
9.2.	DE LOS RESULTADOS EN EL ACTUAL RÉGIMEN NATURAL TR 10 AÑOS.	39
9.3.	DE LOS RESULTADOS EN EL ACTUAL RÉGIMEN NATURAL TR 100 AÑOS.	40
9.4.	DE LOS RESULTADOS EN EL ACTUAL RÉGIMEN NATURAL TR 100 AÑOS. ZONA DE FLUJO PREFERENTE.	41
9.5.	DE LOS RESULTADOS EN EL ACTUAL RÉGIMEN NATURAL TR 500 AÑOS. ZONAS INUNDABLES	42
10.	PROPUESTA Y CONCLUSIÓN A LA ORDENACIÓN.....	44
10.1.	MEDIDAS CORRECTORAS PROYECTADAS Y SIMULADAS FRENTE A INUNDABILIDAD.....	45

ANEXOS:

ANEXO I INFORME TOPOGRÁFICO

ANEXO PLANOS:

- 1 PLANO DE SITUACIÓN SOBRE MAPA NACIONAL 1:25.000**
- 2 PLANO DE SITUACIÓN SOBRE ORTOFOTO**
- 3 PROPUESTA CAUTELAR DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO (TR = 10 AÑOS)**
- 4 PROPUESTA CAUTELAR DE ZONA DE FLUJO PREFERENTE (TR = 100 AÑOS)**
- 5 ZONAS ACTUALMENTE INUNDABLES. TR 100 AÑOS.**
- 6 ZONAS ACTUALMENTE INUNDABLES. TR 500 AÑOS.**
- 7 CALADOS TR100**
- 8 CALADOS TR500**
- 9 VELOCIDADES TR100**
- 10 PERFILES DE CALADOS TR100**
- 11 PERFILES DE CALADOS TR500**

1 ANTECEDENTES

Emitido informe del órgano competente de la Junta de Andalucía: Servicio de Dominio Público Hidráulico y Calidad del Agua.

Con expediente de referencia:

MA-73943

Sobre los siguientes aspectos:

- Dominio Público Hidráulico.
- Prevención de riesgos por avenidas e inundaciones.
- Disponibilidad de recursos hídricos.
- Infraestructuras del ciclo integral del agua.
- Financiación de estudios e infraestructuras.

Donde informan en materia de aguas sobre el Documento Técnico denominado **ESTUDIO DE DETALLE PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA.**

Del cual, en relación con el presente estudio, se recoge los siguientes de los puntos de DPH y Prevención de Avenidas e Inundaciones:

A) Análisis de la zona de actuación

Las parcelas, donde está prevista la actuación, se localizan próximas a la desembocadura del río Guadalhorce en su margen izquierda.

Inicialmente indicar que el río Guadalhorce en el tramo objeto de estudio próximo a las parcelas, se encuentra deslindado en los términos contemplados en los artículos 241 y del "Reglamento del Dominio Público Hidráulico" mediante Resolución de fecha 25 de septiembre de 1996 publicada en el Boletín Oficial de la provincia de Málaga el 26 de septiembre de 1996, expediente MA-946-1.

En adición, la zona de estudio se encuentra estudiada por esta Administración, el río Guadalhorce cuenta con Área de Riesgo Potencial de Inundación ES060_ARPS_0048 aprobada, así como con delimitación Cartográfica del DPH y Zonas de Flujo Preferente e Inundación relacionadas con la misma; por lo que serán éstas las delimitaciones a considerar en la situación actual del cauce.

En consecuencia, estos terrenos son inundables por el río Guadalhorce, acorde a la información de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación.



Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural.
Delegación Territorial en Málaga



Figura 2: Inundación fluvial para el periodo de retorno de 10 años.
Fuente: Visor del Servicio Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.



Figura 3: Inundación fluvial para el periodo de retorno de 100 años.
Fuente: Visor del Servicio Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

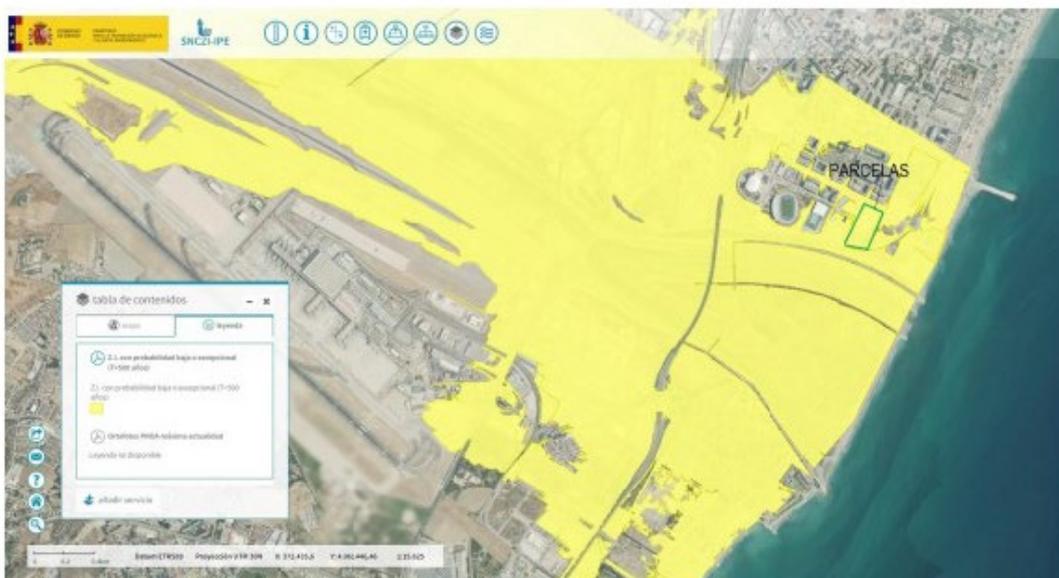
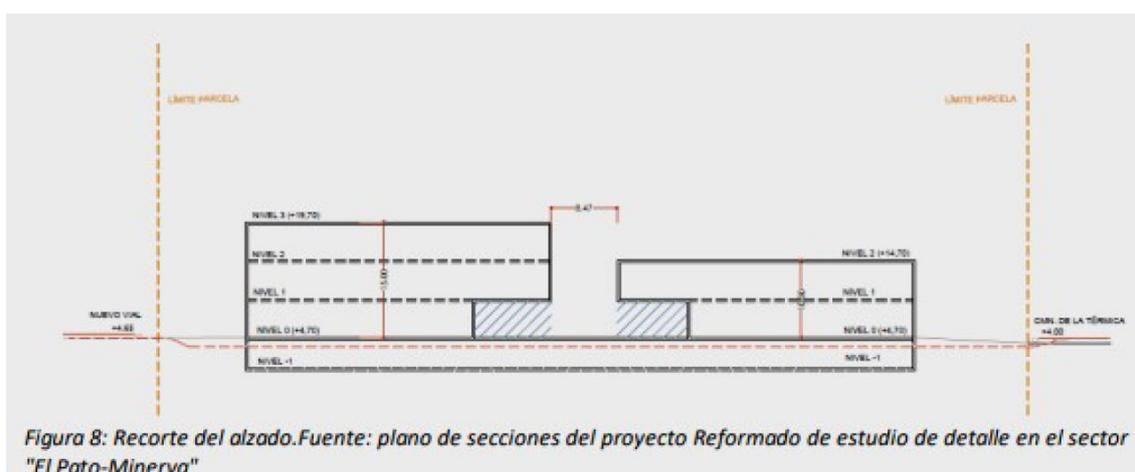


Figura 4: Inundación fluvial para el periodo de retorno de 500 años.
Fuente: Visor del Servicio Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.



Figura 5: Zona de Flujo Preferente. Fuente: Visor de Inundabilidad de la Junta de Andalucía.

Los calados en la parcela objeto de la actuación oscilan entre 0 y 1.88 m para T=100 años, y entre 0 y 2.20 m para T=500 años. La documentación del Estudio de Detalle realiza la siguiente indicación: Se determina la rasante de la planta baja a la cota +4,70 m, nivel que se encuentra por encima de la cota de inundación fluvial del Río Guadalhorce definido en los mapas de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación. El diseño de la actuación en las parcelas para el centro de Universitario, contempla un nivel -1 a cota indeterminada.



Así mismo, en relación a la inundabilidad correspondiente al periodo de retorno de 500 años, la parcela estaría afectada por la inundabilidad en un calado que sería como máximo de 2,0 m. en el borde sur de la misma, considerada esta altura respecto a la topografía actual de la parcela, que se encuentra por debajo de la rasante de las calles que la bordean. En el viario que circunda la parcela, el calado correspondiente al periodo de retorno de 500 años, no supera los 50 cm por lo que elevando mínimamente la implantación de los edificios en el interior de la parcela respecto a la cota del viario que la rodea, se elimina el riesgo de inundabilidad sobre los mismos.

Deberá aportarse Estudio Hidrológico-Hidráulico que analice el resultado de las medidas de defensa que incorpora el Estudio de Detalle en afección a la parcela de la Zona de Flujo Preferente contemplada en la actualidad.

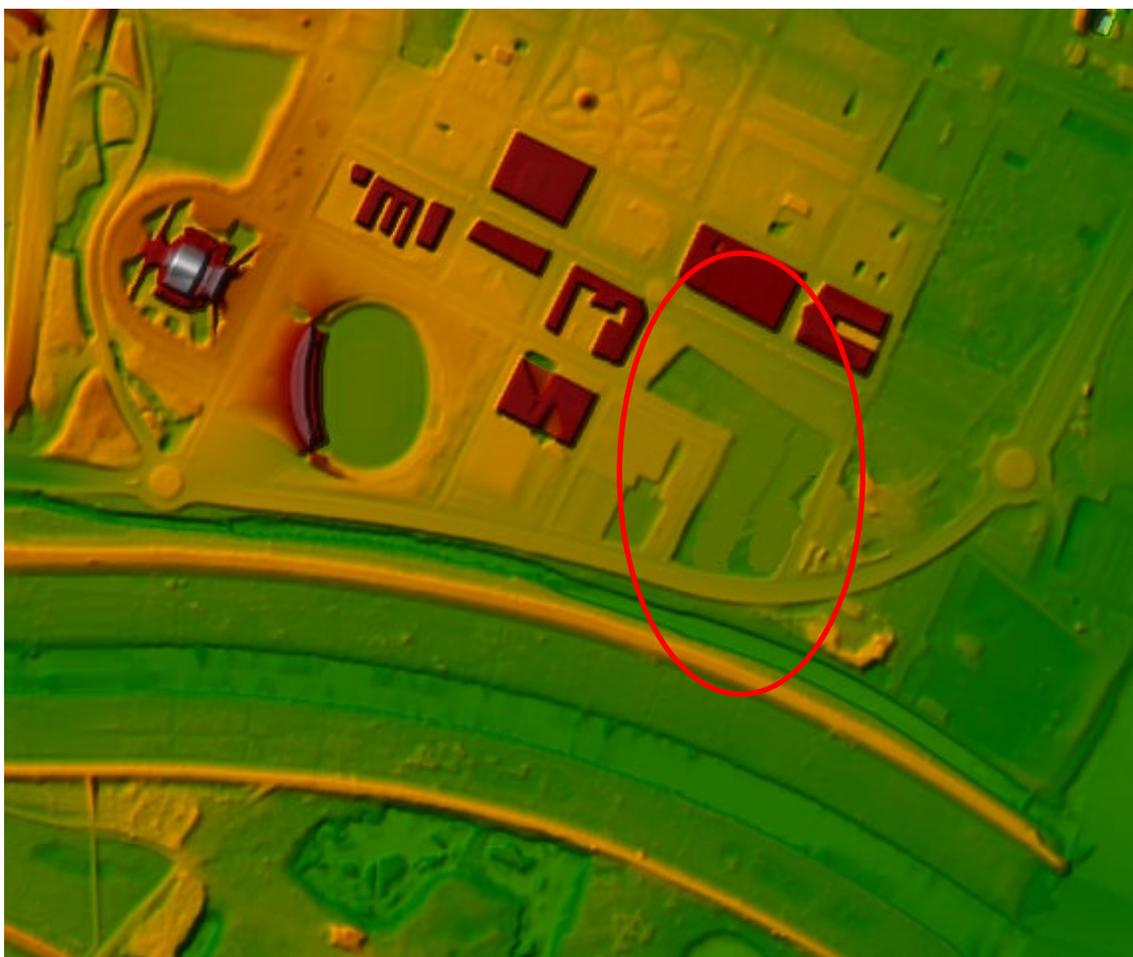
Además, en su caso, tal y como recoge el informe, en caso de seguir afectos por la inundabilidad de los tiempos de retorno de 500 años, o inferior, se deberá incoar carga registral de los terrenos, como terrenos inundables.

2 INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO

Se redacta el presente estudio hidrológico-hidráulico con el objetivo de comprobar, la medida correctora del estudio de detalle, sobre topografía actual.

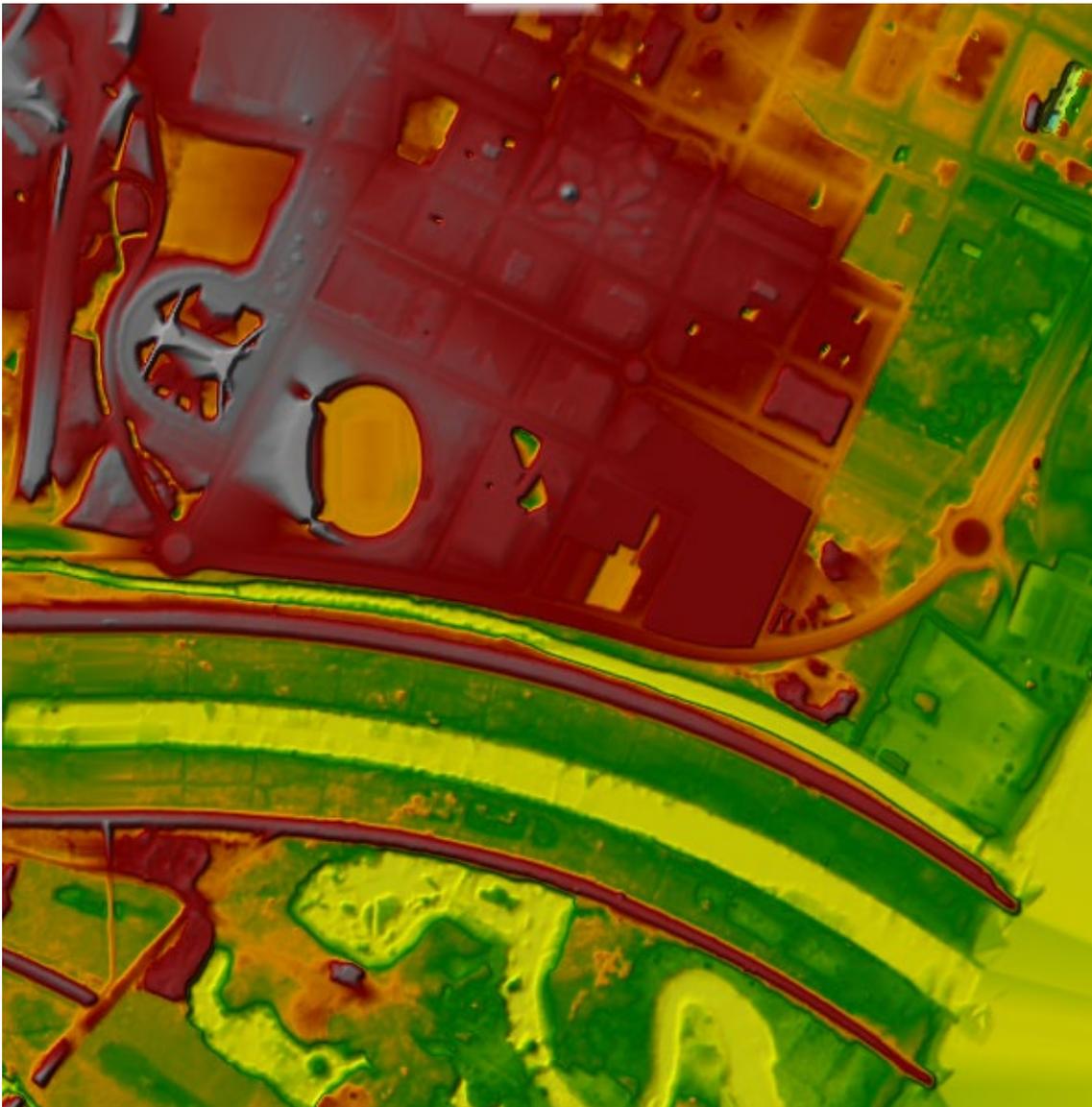
Para ello se ha realizado dos acciones sobre modelo digital del terreno procedente de los puntos LIDARs (publicados), y toma de datos topográficos realizando los siguientes ejercicios:

Levantamiento del MDT ACTUAL:



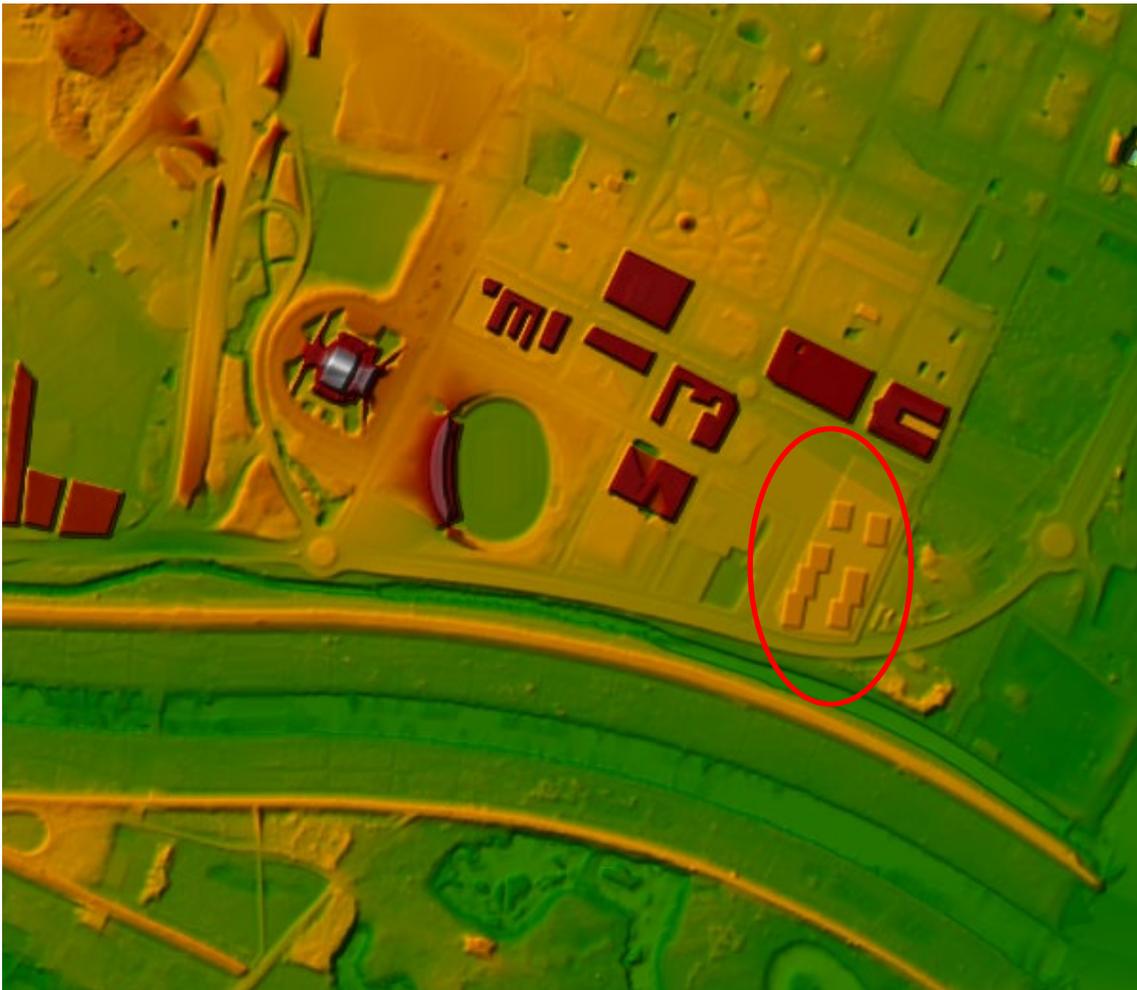
MDT intermedio

La parcela se ha marcado a rasante con respecto de las cercanas, para alineación con la superficie de referencia.



Resultado final MDT del modelado.

Y sobre este se han implementado la planta baja de los edificios, hasta la cota de +4.70 m.s.n.m nivel de la planta más baja en cota absoluta.



El trabajo se estructura en las siguientes fases:

- A.- Recopilación de datos previos necesarios para la elaboración del estudio
- B.- Estudio hidrológico
- C.- Estudio hidráulico

Cada fase se compone de los siguientes trabajos:

1. Análisis de antecedentes y recopilación de datos.
 - Reconocimiento técnico in situ de la zona para un mejor análisis e interpretación de los resultados.
 - Análisis topográfico general de la cuenca de aportación.
 - Cartografía detallada de la cuenca de aportación en formato digital, con la que poder realizar el modelo del terreno y el plano de pendientes.
 - Estudio de la geología y edafología general de la cuenca.
 - Planos de usos del suelo y vegetación natural.
 - Reportaje fotográfico.

2. Estudio hidrológico

- Determinación de la precipitación de cálculo correspondiente para diferentes períodos de retorno, en función de las prescripciones técnicas de La Consejería de Medio Ambiente (CMA), utilizadas para el cálculo del caudal de la cuenca. En cuyo caso se ha optado de las diferentes técnicas propuestas la obtención de las lluvias máximas mediante el uso del programa MAXPLUWIN de la publicación del Ministerio de Fomento “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” y su confrontación de las estaciones de aforo, además de las correlaciones estadísticas dadas en la misma publicación y aplicación informática.
- Determinación del umbral de escorrentía y del coeficiente de escorrentía.
- Cálculo de los distintos caudales de avenida para los periodos de retorno, siguiendo las prescripciones técnicas dadas y en concreto dentro de las diferentes opciones, se ha utilizado el método racional modificado por Témez, según la instrucción de carreteras modificada en 2016.

3. Estudio hidráulico

- Obtención de las secciones del modelo digital del terreno e inserción de datos obtenidos en campo.
- Cálculo hidráulico en régimen permanente no uniforme, para la obtención de la altura de la lámina de agua para los distintos periodos de retorno (10, 100 y 500 años). Mediante la aplicación informática HECRAS. Y HECGEORAS en modelo 1d, 2d y 1d+2d

- Delimitación cartográfica como propuesta cautelar de dominio público hidráulico periodo de retorno de 10 años. Y una servidumbre de paso adicional de 5m definida en planta a partir de la lámina resultante.
- Delimitación cartográfica de zona de riesgo de inundación para el periodo de retorno de 500 años.
- Delimitación cartográfica de otras láminas pertenecientes a 100 y 500 años.

A lo largo de la memoria, se realiza un desarrollo de cada uno de los apartados anteriores.

2.1. DE LA PROPUESTA CAUTELAR DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO PARA EL PRESENTE INFORME

Para la máxima crecida ordinaria, se pueden considerar dos tiempos de retorno para la propuesta cautelar de DPH. En el presente informe se ha considerado para la estimación de las máximas crecidas ordinarias el Tiempo de Retorno de 10 años. En todo caso es de aplicación el reglamento de donde según el artículo 4.2:

DE LOS CAUCES, RIBERAS Y MARGENES

Artículo 4

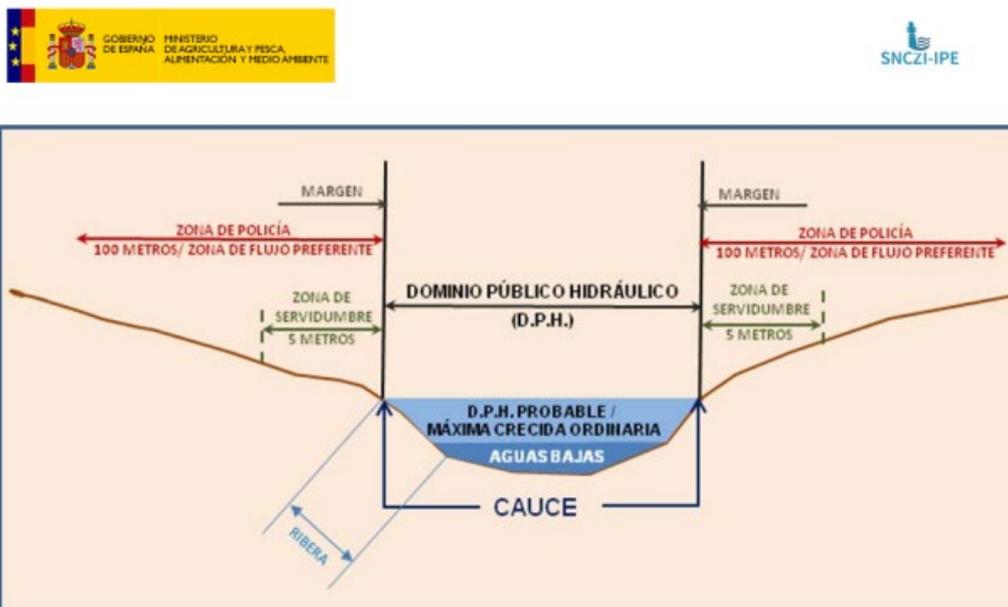
1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.

2. En los tramos de cauce donde exista información hidrológica suficiente, se considerará caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales instantáneos anuales en su régimen natural, calculada a partir de las series de datos existentes y seleccionando un período que incluirá el máximo número de años posible y será superior a diez años consecutivos. Dicho periodo será representativo del comportamiento hidráulico de la corriente y en su definición se tendrá en cuenta las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles.

En los tramos de cauce en los que no haya información hidrológica suficiente para aplicar el párrafo anterior, el caudal de la máxima crecida ordinaria se establecerá a partir de métodos hidrológicos e hidráulicos alternativos, y, en especial, a partir de la simulación hidrológica e hidráulica de la determinación del álveo o cauce natural y teniendo en

cuenta el comportamiento hidráulico de la corriente, las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles.

Se recoge a continuación esquema de definiciones de las distintas zonificaciones respecto de las definiciones legales ya comentadas.



El tiempo de retorno considerado como máximas crecidas ordinarias es el de 10 años, por mantener un margen de seguridad suficiente para la estimación cautelar de DPH, en lugar de usar otros tiempos de retorno menores recomendados por otros organismos, entre los que, en realidad, son los únicos que tienen capacidad de delimitación. En la presente solo se hacen propuestas cautelares para en todo caso evitar afecciones a este dominio público y su servidumbre. He ahí la razón de la estimación con suficiente margen de seguridad y evitar así cualquier posible afección.

3. LOCALIZACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio se ubica en la desembocadura del Guadalhorce, en el sector nominado como El Pato, ubicado según las siguientes imágenes y en detalle en el anexo planos.



EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71



ÁMBITO DE LA PARCELA



3.1. ALCANCE E IDENTIFICACIÓN DE LOS ARROYOS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

El alcance del presente estudio hidrológico hidráulico es referido a la zona de la desembocadura del Río Guadalhorce.



3.2. GENERALIDADES DE DISEÑO DEL PRESENTE ESTUDIO

Para el estudio de caudales se ha utilizado el método racional modificado aplicando la instrucción de carreteras, de los que se ha extraído hojas de cálculo de caudal en los anexos del presente informe.

Para la modelización hidráulica ha sido utilizado el programa informático HecRas y HecgeoRas, GEOHECRAS, así como programas de información geográfica para su post-procesado y representación.

Para el análisis de los diferentes arroyos ha sido levantado un plano topográfico 3D procedente del manejo de tecnología LIDAR, con fuente de información del instituto cartográfico nacional disponible de máxima actualidad, **fecha en 2021**. En visita al entorno se corrobora que no se han producido modificaciones topográficas desde la fecha de levantamiento de la cartografía utilizada para el modelo.

Se ha recogido planos resultantes del levantamiento en los planos anexos del presente estudio, donde se recoge el detalle actual sobre planimetría normalizada la situación topográfica del entorno de estudio.

4. LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE

Para el presente estudio, se ha inventariado todos los arroyos, para los cuales se ha tenido en cuenta las obras de drenaje existentes en el recorrido de su cauce dentro de la zona de estudio.

Estas obras de drenaje han sido consideradas en, y, encajadas dentro del MDT. con las dimensiones tomadas en campo. Puente y otros se han encado con los puntos LIDARs y MDT final.

5. DOCUMENTACION UTILIZADA

Para la realización del presente estudio hidrológico-hidráulico se ha utilizado la siguiente documentación:

5.1. CARTOGRAFÍA

Para el estudio de la cuenca y cálculo de caudales:

- Mapa Topográfico 1:10.000 en formato vectorial, realizado por el Instituto de Cartografía.
- Planimetría procedente de los puntos LIDARs de la zona recopilada del INSTITUTO CARTOGRÁFICO NACIONAL. Verificada su validez en campo y ortofoto al no producirse cambios topográficos en el entorno.
- Mapa de usos del suelo SIOSE. Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, integrado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) cuyo objetivo es generar una base de datos de Ocupación del Suelo para toda España a escala de referencia 1:25.000.
- Mapa Geológico en formato digital a escala 1:50.000 (HOJA MAGNA 1053-1067).
- Mapa lito - edafológico a escala 1:400.000.

6. ESTUDIO HIDROLÓGICO

6.1. OBJETIVO DE LA SIMULACIÓN HIDROLÓGICA

El principal objetivo de la presente simulación hidrológica es obtener los diferentes caudales de avenidas, según diferentes períodos de retorno, para los cauces identificados y su ámbito concreto.

Los periodos de retorno considerados en el presente estudio para el cálculo de caudales son:

PERIODOS DE RETORNO DEL ESTUDIO

10, 100 y 500 años

Como zona de flujo preferente, ha sido calculada mediante aplicación de la Vía de Intenso desagüe y zona de inundación peligrosa a partir de la lámina de 100 años, y comparada con el resultado inicial publicado en la REDIAM.

7. CÁLCULO DE CAUDALES

Han sido implementados para el presente estudio los publicados existentes;

8. ESTUDIO HIDRÁULICO

JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico



ESTUDIO HIDRÁULICO PARA LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES Y PARA LA ORDENACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GUADALHORCE

EXP. I-02.803.472/0411/22/19/2007/GOU

Punto	Elemento	Área (km ²)	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q500	Q1000
Guadalteba	PGTB6	471	210	308	463	602	761	1221	1976
Turón	PTUR8	269	235	422	619	800	850	1379	1657
Grande	PGRA10	335	388	569	803	1006	1242	1864	2327
Campanilla	PCAM7	290	197	287	420	544	916	942	1087
Bajo Guadalhorce	PBGH23	858	1104	1512	2048	2498	3974	4947	5949

7.6.5. Comparación de los resultados obtenidos por los distintos métodos

A la vista de los valores obtenidos, puede concluirse que modelo hidrometeorológico HEC-HMS confeccionado arroja, en general, valores superiores al resto de métodos, lo que unido a su mayor fiabilidad a la hora de caracterizar los fenómenos de transformación lluvia-escorrentía y traslación y rutado de hidrogramas que acontecen en las cuencas de estudio, aconseja su adopción para la caracterización del régimen de caudales de avenida a emplear en la simulación hidráulica conducente a la obtención de la delimitación de zonas inundables.

8. ESTUDIO HIDRÁULICO

El objetivo fundamental de un estudio de prevención de inundaciones y ordenación hidráulica como el aquí presentado es la obtención razonada de la delimitación de zonas inundables asociada a cada tramo fluvial, de forma que se cuente con una herramienta objetiva para la identificación de riesgos, la priorización de los mismos y la clasificación del territorio en función de su vulnerabilidad ante crecidas extraordinarias. Esta información debe ser el punto de partida para la definición de las obras de defensa necesarias para mitigar los daños potenciales existentes en los distintos núcleos urbanos y para la asignación de los usos compatibles con las zonas afectadas por la inundación.

El estudio hidráulico desarrollado se recoge en detalle en el Anejo nº8 del presente trabajo.

8.1. Ámbito de estudio

Hidrologicamente, la zona objeto de estudio comprende la cuenca fluvial del río Guadalhorce, ubicada en la provincia de Málaga. Comprende en total una superficie de 3247,5 km², destacando sobre el resto, además del propio río Guadalhorce, los ríos Grande, Turón, Guadalteba y Campanillas.

Dadas las elevadas dimensiones de esta área, que cuenta con una red hidrográfica principal (la

JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico



Punto	Elemento	Área (km ²)	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q500	Q1000
Guadalteba	PGTB6	471	210	308	463	602	761	1221	1976
Turón	PTUR8	269	235	422	619	800	850	1379	1657
Grande	PGRA10	335	388	569	803	1006	1242	1864	2327
Campanilla	PCAM7	290	197	287	420	544	916	942	1087
Bajo Guadalhorce	PBGH23	858	1104	1512	2048	2498	3974	4947	5949

Aplicando los caudales del Bajo Guadalhorce. En los tiempos de retorno de referencia.

8.1. OBJETO DE ESTUDIO

El objeto del estudio es analizar las condiciones hidráulicas de flujo de los principales cauces que atraviesan el sector. Se realiza para los caudales correspondientes a los periodos de retorno de 10, 100 y **500** años, y el objeto es la definición de las diferentes áreas que se recoge en la legislación de agua en lo referente a:

- Dominio Público
- Zonas de servidumbre
- Tiempo de retorno de 100 años
- Zona de flujo preferente
- Zonas inundables de 500 años

En el presente estudio hidrológico hidráulico se realiza propuesta cautelar de cada una de ellas, siendo competencia del organismo de aguas la definición final de cada una de ellas.

8.2. LEGISLACIÓN DE AGUAS

Dominio Público Hidráulico (DPH)

El artículo 2 del Texto Refundido de la Ley de Aguas y el mismo artículo del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, hacen la enumeración de los bienes que constituyen el Dominio Público Hidráulico con las salvedades expresamente establecidas en la Ley, no se admiten pues otras excepciones que las que la propia Ley de Aguas determine, por lo que quedan derogadas cuantas disposiciones contenidas en otras Leyes sean contrarias a la clasificación del artículo 2 con sus salvedades. Así, los referidos cuerpos legales determinan que el **Dominio Público Hidráulico está constituido por los siguientes bienes:**

1. Las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables con independencia del tiempo de renovación.
2. Los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas.
3. Los lechos de los lagos y lagunas y de los embalses superficiales en cauce público.
4. Los acuíferos, a los efectos de los actos de disposición o de la afección de los recursos hidráulicos.
5. Las aguas procedentes de la desalación de agua del mar una vez que fuera de la planta de producción, se incorporen a cualquiera de los elementos señalados en los apartados anteriores.

Las riberas, las márgenes, zona de servidumbre y zona de policía

Según Artículo Único, apartado Tres del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el artículo 6 del RDPH queda redactado del siguiente modo:

«1. Se entiende por riberas, las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces.»

Las márgenes son aquellos terrenos que lindan con los cauces sujetas, en toda su extensión longitudinal:

- a) A una zona de servidumbre de 5 metros de anchura para uso público.*
- b) A una zona de policía de 100 metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.»*

Estos terrenos, que **con carácter general son de titularidad privada**, están sujetos a limitaciones y afecciones que condicionan su uso normal por parte de sus titulares. El art. 7 Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) dispone que los propietarios de estas zonas de servidumbre puedan plantar y sembrar especies no arbóreas, siempre que no impidan las servidumbres de paso antes mencionadas. Para la plantación de especies arbóreas requerirán la autorización del organismo de cuenca. Queda prohibida la edificación de esta zona, salvo que sea autorizada por el organismo de cuenca, autorización que se otorgará sólo en casos muy justificados.

La zona afectada por la servidumbre de uso público podrá ser modificada por causas justificadas, que habrán de fundamentarse en razones topográficas, hidrográficas o en las exigencias de las características de la concesión del aprovechamiento hidráulico; y siempre que se justifique que esta modificación viene exigida por el uso público.

En esta zona también el uso del suelo que puedan hacer sus titulares se encuentra condicionado o limitado. En concreto, la legislación en materia de Aguas prohíbe las siguientes actividades:

- a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.
- b) Las extracciones de áridos.
- c) Las construcciones de todo tipo, definitivas o provisionales.
- d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del dominio público hidráulico.

La Zona de Policía podrá ser modificada a instancia de la Administración (estatal, autonómica o local) cuando las condiciones topográficas o hidrográficas lo hagan necesario.

La competencia para acordar la modificación corresponderá al Organismo de cuenca, debiendo instruir al efecto el oportuno expediente.

La ejecución de cualquier obra o trabajo que se realice en esta zona de policía requiere la autorización administrativa previa del Organismo de Cuenca, además de cualquier otra que deba ser otorgada por otras administraciones competentes (art. 9 del RDPH). Esta autorización previa no será necesaria cuando las obras de construcción ya hubieren sido contempladas en el instrumento de planeamiento urbanístico o en los planes de obras de la Administración, y éstos hayan sido informados por el organismo de cuenca (art. 78.1 RDPH).

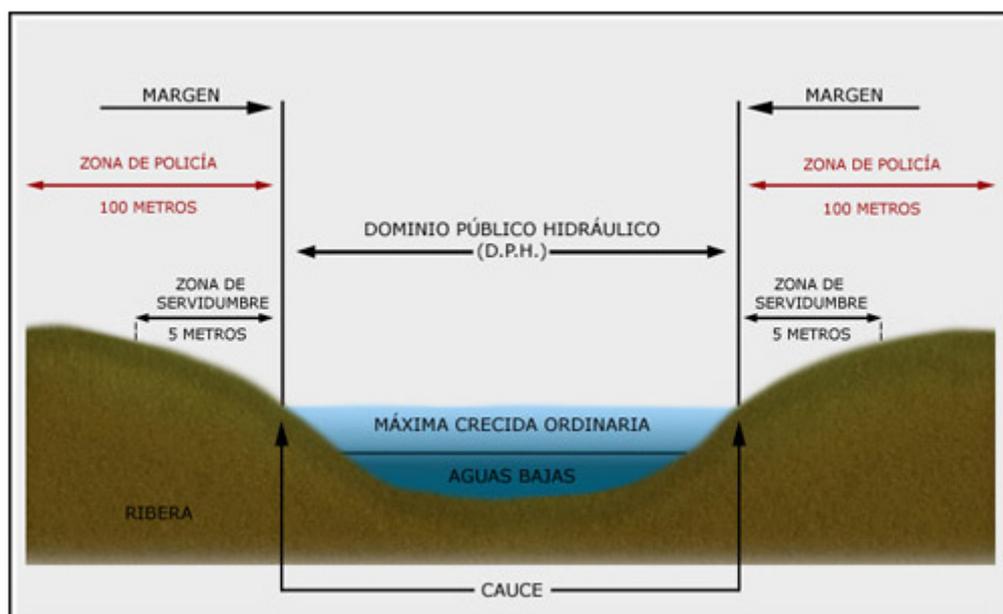
Zonas inundables

Según Artículo Único, apartado Seis del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el artículo 14 del RDPH queda redactado del siguiente modo:

*“1. Se consideran **zonas inundables** las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo **período estadístico de retorno sea de quinientos años**, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como a serie de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas...”*

La calificación como zonas inundables no alterará la calificación jurídica y la titularidad dominical que dichos terrenos tuviesen».

El Dominio Público Hidráulico y sus zonas de servidumbre y protección. Aplicación de la regulación en materia de aguas e inundaciones



El DPH y zonas de servidumbre y protección

8.3. MODELO MATEMÁTICO DE CÁLCULO

Datos hidráulicos

La simulación matemática del flujo requiere de un trabajo intenso preliminar que determine de la forma más real posible las condiciones geométricas del cauce, las condiciones de contorno y afinen al máximo las variables hidráulicas que determinan la cota absoluta de la lámina de agua.

Geometría

Cálculo con HEC-RAS y su Homólogo HECGEORAS Y GEOHECRAS

El cálculo hidráulico de la cuenca se ha realizado mediante el software GeoHEcras, consistente en:

- Trazado de secciones de control, puentes y alcantarillados.
- Generar la geometría del cauce y afluentes (si los hubiera).
- Introducción de variables hidráulicas (coeficiente de rugosidad de Manning, coeficientes de contracción y expansión, etc.)
- Generar la geometría de puentes y alcantarillados.
- Introducción de datos de caudal y condiciones límites.
- Cálculo de la lámina de agua en cada sección de control, junto a otras variables como velocidad de flujo o área de inundación.

Para realizar el modelado hidráulico resultó necesario crear un esquema hidráulico del cauce y afluentes, así como de aquellas infraestructuras que actúen sobre él,

canalizándolo o alterando su normal funcionamiento. Este esquema está constituido por secciones transversales y apoyándonos en la cartografía existente para la zona de estudio, mediante un sistema SIG o CAD.

Seguidamente en HEC-RAS se ha calculado la altura de la lámina del agua para cada sección de control, junto con otras variables tales como la velocidad de flujo, sección mojada, etc.

Antes de iniciar esta parte, fue necesario disponer de la siguiente información georreferenciada:

- Trazado del cauce y afluentes si los hubiere. Estos han sido levantados topográficamente y de forma específica mediante vuelo dron.
- Secciones transversales de control en el presente estudio no han sido necesarias se ha creado una malla 2d para cálculo 2d con paso de malla de 0.5 metros.
- Geometrías de puentes y entubamientos, y secciones de control de éstos. Estas secciones representan la existencia de una infraestructura que modifica la normal trayectoria del flujo. Datos como la geometría de las infraestructuras, diámetros de tubos, altura de plataformas deberán obtenerse en el campo, resultando este uno de los aspectos más complejos e importantes del proceso.
- Datos de caudal para la cuenca (para los distintos puntos de caudal considerados), calculados en el estudio hidrológico.
- Modelo digital del terreno a partir de la cartografía proporcionada de los datos de vuelo del dron levantado específicamente para el presente trabajo.

Todo el proceso se ha realizado en la aplicación informática GEOHECRAS 2D. Ha sido analizado los flujos unidimensionalmente y bidimensionalmente recogiendo los resultados que se adaptan a la realidad del entorno.

Del análisis se extraen las láminas resultantes del estudio 2d.

Del análisis bidimensional se extraen los datos cartográficos, velocidades y datos concluyentes de afecciones.

Los datos son los aceptados en este estudio del análisis bidimensional, al tratarse de una zona en desembocadura y con llanura de inundación, condiciones que hacen recomendable esta metodología.

GeoHEC-RAS es una interfaz gráfica e interactiva de visualización de datos en 2D/3D compatible con AutoCAD, MicroStation y ESRI ArcGIS para modelos HEC-RAS del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU.



Se han procesado la información por sistemas de información geográfica ARcGIS en su versión 10.5, compatible con HecRas.



Coeficiente de Manning:

Mapas de rugosidad o coeficiente de Manning para la cuenca. Este valor dependerá del uso del suelo, la existencia de vegetación, la localización transversal en el cauce, etc.

En nuestro caso, se ha elegido la metodología descrita en la publicación del Ministerio de Medio Ambiente denominada “Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables”. En su anexo V “Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000” se relaciona el coeficiente con los usos del suelo delimitados en Corine Land Cover.

Relacionando las tablas con el mapa de usos se ha elaborado mapa del número de Manning. Recogido en el anexo planos, que deriva de la recogida de las fuentes de usos de suelo disponible, actualizada y ajustada a la situación actual del entorno y aplicando la tabla de referencia recomendada por el Ministerio..

Dado que en los usos del suelo no se detallan los cauces estudiados con la suficiente profundidad, se ha introducido manualmente, tras realizar la visita de campo y mediante estudio de la ortofoto, los valores indicados en la siguiente tabla:

Descripción de la corriente	Mínimo	Normal	Máximo
A Cauces naturales			
A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida < 30 m)			
A.1.1 Cursos en planicies			
- Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0,025	0,030	0,033
- Rectos con algunas piedras y pastos	0,030	0,035	0,040
- Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0,033	0,040	0,045
- Meandros con algunas piedras y pastos	0,035	0,045	0,050
- Meandros con muchas piedras	0,045	0,050	0,060
- Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0,050	0,070	0,080
- Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0,075	0,100	0,150
A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
- Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0,030	0,040	0,050
- Cauce de cantos rodados, con grandes rocas	0,040	0,050	0,070
A.2 Cursos en planicies inundadas			
A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos			
- Pasto corto	0,025	0,030	0,035
- Pasto alto	0,030	0,035	0,050
A.2.2 Zonas cultivadas			
- Sin cultivo	0,020	0,030	0,030
- Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0,025	0,035	0,045
- Cultivos sembrados a voleo en fase de madurez fisiológica	0,030	0,040	0,050
A.2.3 Zonas arbustivas			
- Escasos arbustos y pasto abundante	0,035	0,050	0,070
- Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0,035	0,050	0,060
- Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0,040	0,060	0,080
- Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0,045	0,070	0,110
- Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0,070	0,100	0,160
A.2.4 Zonas arbóreas			
- Sauces densos, temporada invernal	0,110	0,150	0,200
- Terreno claro con ramas sin brotes	0,030	0,040	0,050
- Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0,050	0,060	0,080
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0,080	0,100	0,120
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las ramas	0,100	0,120	0,160
A.3 Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30 m)			
En este caso, los valores del coeficiente <i>n</i> son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor,			
- Sección regular sin rocas ni arbustos	0,025		0,060
- Sección irregular y rugosa	0,035		0,100

El coeficiente de Manning ha sido incorporado en el mallado para el estudio del análisis bidimensional de HECRAS dicho Manning seleccionado dado la uniformidad del uso del suelo, agrícola, cerealista con algunas piedras se asume **un régimen normal de 0.035 para todo el mallado.**

Condiciones de contorno:

Las condiciones de contorno utilizadas en la modelización son aguas arriba el Flow Hydrograph (utilizado como el hidrograma procedente del modelado hidrológico) y aguas abajo el calado normal introduciendo el valor de la pendiente en el punto de salida.

Unsteady Flow Data

River Reach Data

Boundary Conditions Initial Flow & Stage Conditions

Select interior location

River name:

Reach name:

Interior river station:

River	Reach	River Station	Boundary Condition	Boundary Details
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Storage Area, 2D Flow Area & Connection Data

SA/2D Flow Areas SA/2D BC Lines SA/2D Connections Initial Stage Elevations

Boundary Condition Line ID	Boundary Condition	Boundary Details
1 AGUAS ABAJO	Normal Depth	Slope = 0.02 <input type="button" value="Measure"/>
2 AGUAS ARRIBA	Flow Hydrograph	<input type="button" value="Define..."/> <i>Defined</i>
3		
4		
5		
6		

Imagen del uso de las condiciones de contorno para el análisis bidimensional en GEOHECRAS.

Régimen de cálculo:

Se ha utilizado el régimen subcrítico, a causa de encontrarse en una zona de cabecera sin cambios de pendiente.

Coefficientes de expansión y contracción (usadas por defecto del propio programa por recomendación del programador):

Para el coeficiente de expansión se ha escogido 0.3 y para contracción 0.1.

El coeficiente de Manning utilizado para los tramos de estudio, por sus condiciones naturales actuales, es de 0.035 justificado por el tipo de uso en atención a la tabla de recomendación de la guía técnica del Ministerio para la determinación de las zonas inundables de origen fluvial. Entre otros por la vegetación existente en el mismo cauce. Este es el Manning de referencia, incluyéndose en su caso análisis de los usos del suelo asociados y que se recoge en los planos adjuntos.

- Datos de caudal para la cuenca (para los distintos puntos de caudal considerados), calculados en el estudio hidrológico.
- Modelo digital del terreno a partir de la cartografía levantada al efecto con tecnología LIDAR
- Para el estudio en modelo HEC-RAS se han tenido en cuenta los siguientes:

Para los Manning aplicados se ha incluido este único valor dentro del mallado.

Elección del régimen de cálculo y la definición de las condiciones de contorno de la simulación:

Definiciones:

Por las características del ámbito de estudio: pendientes muy suaves se utiliza el régimen subcrítico y como condiciones de contorno, aguas abajo la pendiente media.

9. RESULTADO CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS CON RESPECTO DEL PROYECTO Y MEDIDA CORRECTORA.

Con las variables analizadas hasta el momento, se ha modelado y recogido los resultados en el anexo planos del presente estudio. Y en los siguientes puntos en su caso se comentan diferentes aspectos. Con las medidas correctora integrada en el modelo digital, se obtienen los siguientes resultados que se comentan:

9.1. PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTORAS

- Nivelación topográfica de la parcela con las rasantes de los viales existentes.
- Elevación de la solera de planta baja de todas las edificaciones a la cota +4.70 m.



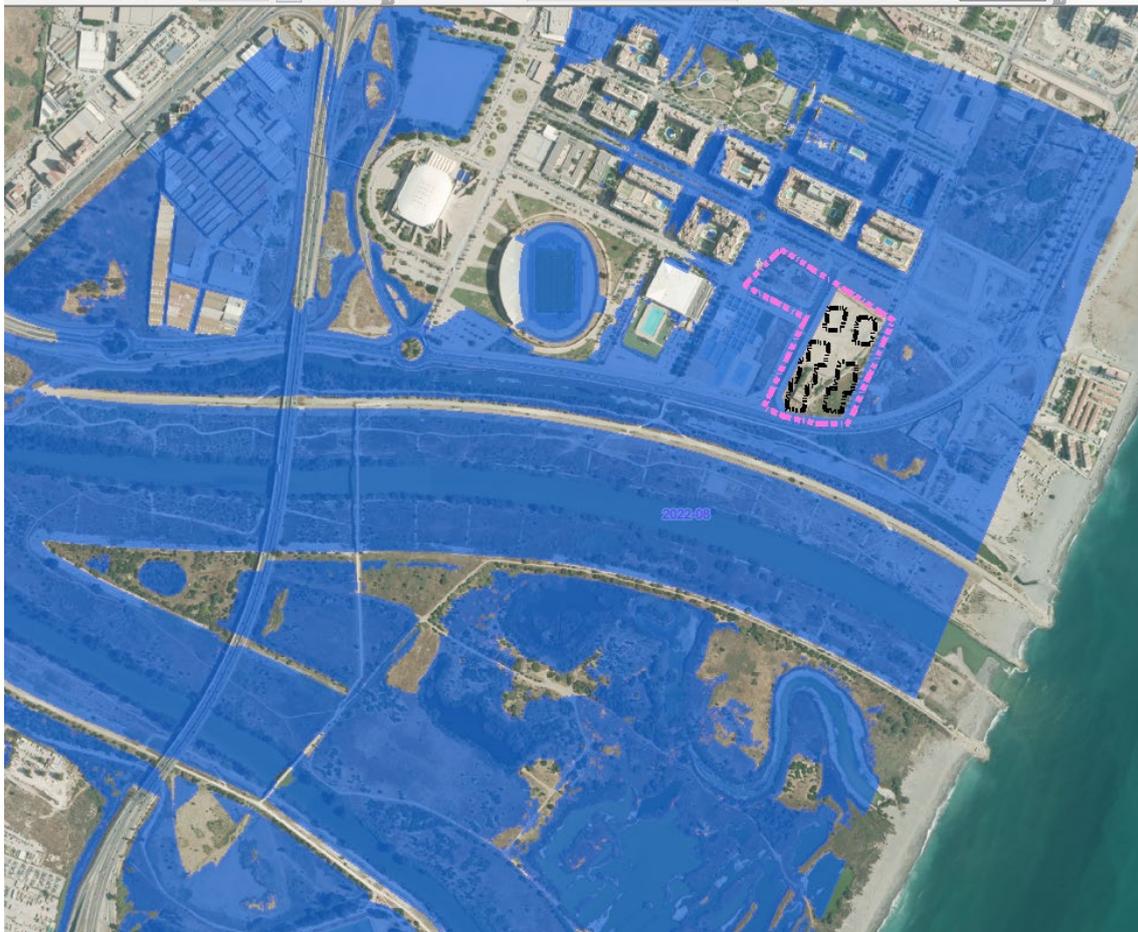
Plano nivel 0 Estudio de detalle, Cota PB +4.70 m.

9.2. DE LOS RESULTADOS EN EL ACTUAL RÉGIMEN NATURAL TR 10 AÑOS.



No se da afección, y existe suficiente separación para que no se diera ni sobre su servidumbre. Es el cauce propiamente dicho y las marismas inundables periódicamente. No se da afección en la situación actual, con o sin medida correctora. Por ello no se daría afección al Dominio Público Hidráulico, ni su Servidumbre en todo caso.

9.3. DE LOS RESULTADOS EN EL ACTUAL RÉGIMEN NATURAL TR 100 AÑOS.



No se daría afección a la parcela, ni edificios con aplicación de las medidas correctoras, al alinear la rasante a los viales del entorno y cota de rasante, ocurre lo mismo que en el entorno cercano al dotarlo de la misma cota.

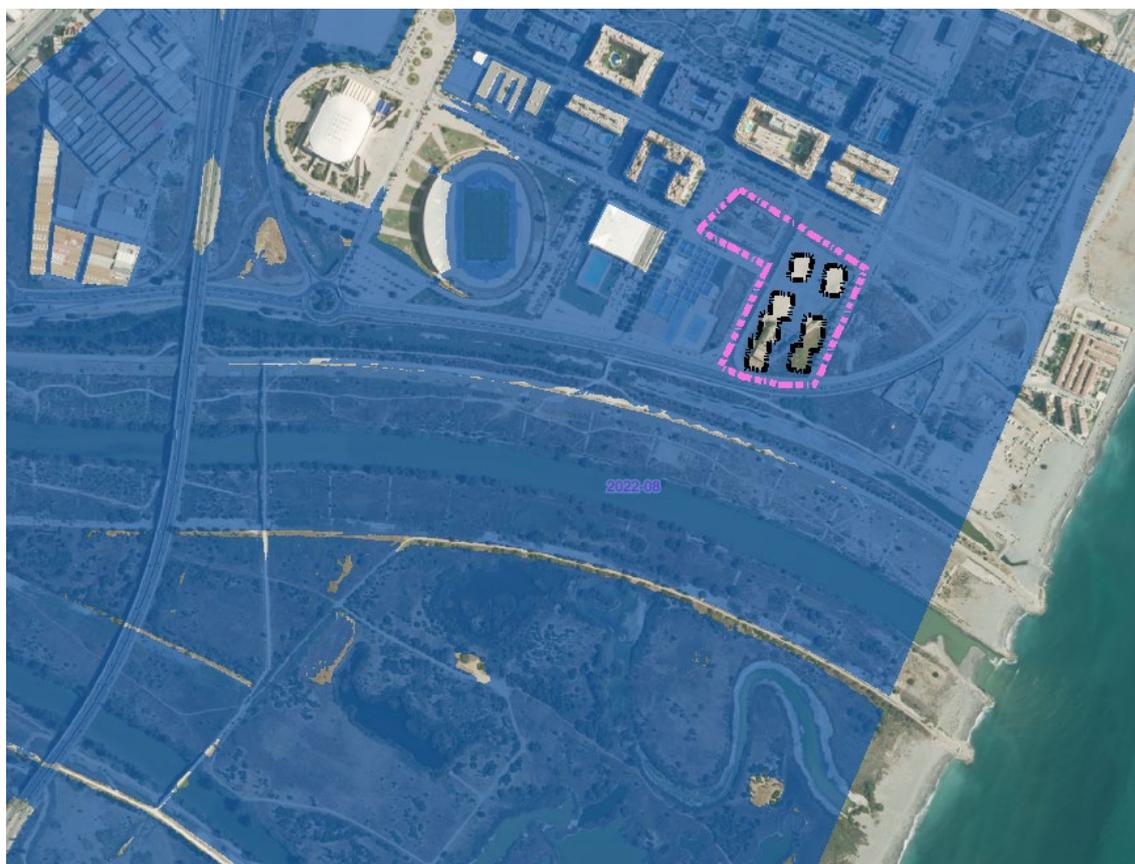
9.4. DE LOS RESULTADOS EN EL ACTUAL RÉGIMEN NATURAL TR 100 AÑOS. ZONA DE FLUJO PREFERENTE.

Ya de partida al no afectar la lámina de 100 años, automáticamente la ZFP estaría sin afección, y se comprueba en este sentido:



Sin afección con la implementación de la medida correctora.

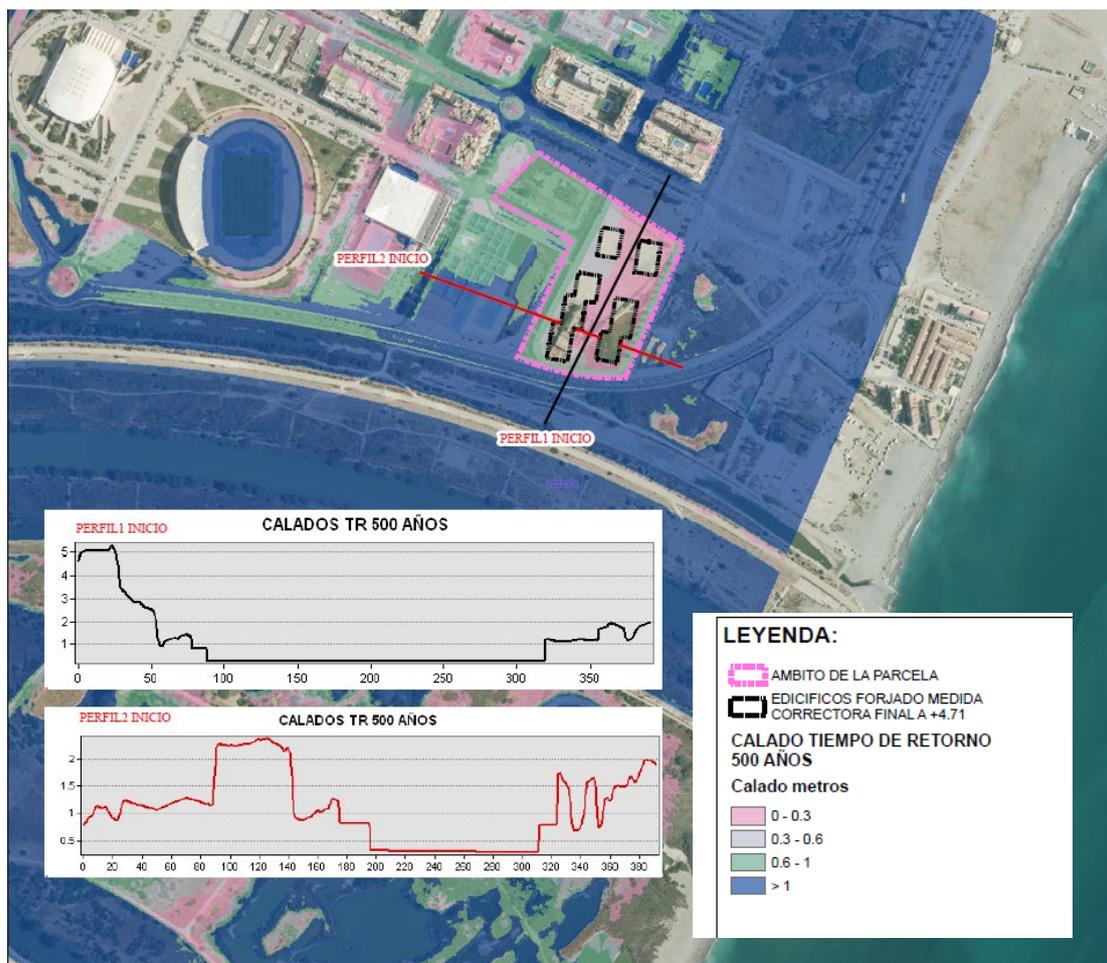
9.5. DE LOS RESULTADOS EN EL ACTUAL RÉGIMEN NATURAL TR 500 AÑOS. ZONAS INUNDABLES



Inundabilidad T500 años

En esta situación, si bien las edificaciones no se verían afectadas, si lo haría la parcela que se encontraría a la rasante del ámbito. No se vería afectado los edificios levantados en su primera planta a cota +4.71 si bien toda planta por debajo de esta quedaría afectada por la inundabilidad, los calados para el T500 en la parcela oscilan entre 0-0.30 m., como medidas correctoras adicionales preventivas a la planteadas inicialmente, se proponen las siguientes:

- Entrada a garajes y a la planta semisótano elevadas por encima de la cota de calado de 0.30 m., mediante rampas de subidas y bajada a sótano. (+4.50 m.).
- Elementos de carpintería (ventana, ventilación, etc..) de la planta semisótano por encima cota de calado de 0.30 m. (+4.50 m.) y estancia.
- Disposición de bombas de drenaje en la planta inferiores a la planta baja.



Calados T500 años

10. PROPUESTA Y CONCLUSIÓN A LA ORDENACIÓN

Se ha levantado sobre plano en planta las diferentes afecciones sobre el sector y recogido en el anexo de planos las diferentes afecciones, según propuesta de delimitación cautelar, en la que, en su caso, a la hora del desarrollo del proyecto se deberán tener en cuenta e implementar y desarrollar las medidas correctoras recogidas en el punto 10.1 del presente informe, las consideraciones y limitaciones expuestas en el RDPH vigente son las siguientes:

LIMITACIONES PARA USO DE ZONAS INUNDABLES. CONSIDERACIONES.

Zona afectada por avenida de 10 años de periodo de retorno (máximas crecidas ordinarias)	No se permitirá edificación o instalación alguna, temporal o permanente. Excepcionalmente, y por razones justificadas de interés público, se podrán autorizar instalaciones temporales. En cualquier caso, se prohibirán usos que conlleven un riesgo potencial de pérdida de vidas humanas	
Zona afectada por avenida de 100 años de periodo de retorno	No se permitirá la instalación de industria pesada, contaminante según la legislación vigente o con riesgo inherente de accidentes graves.	Se prohibirán instalaciones destinadas a servicios públicos esenciales o que conlleven un alto nivel de riesgo en situación de avenida
Zona afectada por avenida de 500 años de periodo de retorno	No se permitirá las industrias contaminantes según la legislación vigente o con riesgo inherente de accidentes graves.	

10.1. MEDIDAS CORRECTORAS PROYECTADAS Y SIMULADAS FRENTE A INUNDABILIDAD.

Las medidas correctoras propuestas y simuladas en el presente documento son:

Genéricas:

- Nivelación topográfica de la parcela con las rasantes de los viales existentes.
- Elevación de la solera de planta baja de todas las edificaciones a la cota +4.70 m. (0.50 m. sobre la cota de rasante de parcela.)

Específicas preventivas

- Entrada a garajes y planta semisótano elevadas por encima de la cota de calado de 0.30 m., mediante rampas de subidas y bajada a sótano. (+4.50 m.).
- Elementos de carpintería (ventana, ventilación, etc..) de la planta semisótano por encima cota de calado de 0.30 m. (+4.50 m.) y estanca.
- Disposición de bombas de drenaje en la planta inferiores a la planta baja.

BIBLIOGRAFÍA

- Leonardo S. Nanía – Manuel Gómez Valentín: Ingeniería Hidrológica. Ed. Lozano Impresores S.L.L. 2006
- Aguiló Alonso, M., et. al.: Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría General del Medio Ambiente. Madrid. 2000
- Ayala-Carcedo, F. J.: La ordenación del territorio en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas. Bases para un procedimiento técnico-administrativo de evaluación de riesgo para la población. Boletín de la AGE, nº 30.pp 37-49. 2000.
- Ayala-Carcedo, F. J., Olcina Cantos, J. (coord.): Riesgos naturales. Ed. Ariel Ciencia. Barcelona. 2002.
- Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'inuncat Agencia Catalana de l'Aigua. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya. 2002
- Elorza, J. J., et. al.: Mapa Geológico de España 1:50.000 (Hojas 1041, 1054 y 1055). Instituto Geológico y Minero. Madrid. 1981.
- Etxebería Ramírez, P., Brazaola Rojo, A., Edeso Fito, J. M.: Cartografía de peligro de inundación mediante Sistemas de Información Geográfica y modelos hidrológicos e hidráulicos. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander. 2002.
- Etxebería Ramírez, P., Edeso Fito, J. M., Brazaola Rojo, A.: Propuesta metodológica para crear mapas de peligros naturales en Guipúzcoa utilizando SIG. Geofocus, nº5, pp. 250-267. 2005.
- Fernández Navarro, D.: Informe sobre las competencias administrativas concurrentes ante el fenómeno de las inundaciones y avenidas. Dirección General de Urbanismo. Junta de Andalucía. 2004.
- Ferrer Polo, F.J. Recomendaciones para el Cálculo Hidrometeorológico de Avenidas". Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX). 2000.

- HEC-RAS. River analysis system. US Army Corps of Engineers. Hydrologic engineering center. Washington (EEUU). 2002.
- HEC-GeoRAS. GIS tools for support of HEC-RAS using ArcGis. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering center. Washington (EEUU). 2005.
- Horcajada Herrera, T., Simancas Cruz, M., Dorta Antequera, P.: La constatación y validación de los mapas de riesgo de avenidas en pequeñas cuencas hidrográficas mediante Sistemas de Información Geográfica. Propuesta metodológica y aplicación a la Ordenación del Territorio. Boletín de la A.G.E., nº 30, pp. 135-154. 2000.
- IGME.: Atlas hidrogeológico de la Provincia de Málaga. Diputación de Málaga. 1988.
- Instrucción de Carreteras. Drenaje superficial. Norma 5.2-I.C., Dirección General de Carreteras. MOPU. 1990.
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento. 2001
- Martínez Marín, E.: Hidráulica fluvial. Principios y práctica. Ed. Bellisco. Madrid, 2001.
- Morad, M., Triviño Pérez, A.: Sistemas de Información Geográfica y modelizaciones hidrológicas: una aproximación a las ventajas y dificultades de su aplicación. Boletín de la A.G.E., nº31, pp. 23-46. 2001.
- Pita López, M. F.: Riesgos catastróficos y ordenación del territorio en Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía. Sevilla. 1999.
- Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local. Guia Tècnica. Agencia Catalana de l'Aigua. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya. 2003

- Serrano Lozano, F., Guerra Merchán, A.: Geología regional. El territorio de la provincia de Málaga en el ámbito de la cordillera Bética. Departamento de Ecología y Geología. Universidad de Málaga. 2004.
- TEMEX, J.R. Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales. Dirección General de Carreteras. MOPU. 1987
- Triviño Pérez, A., Ortiz Rojas, S.: Metodología para la modelización distribuida de la escorrentía superficial y la delimitación de zonas inundables en ramblas y ríos-ramblas
- Mediterráneos. Investigaciones geográficas, nº35, pp. 67-83. Instituto universitario de geografía. Universidad de Alicante. 2004.
- “Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Málaga”, J.J. Durán Valsero, coordinador general.- Madrid: Instituto Geológico y Minero de España; Diputación de Málaga, 2007.

ANEXOS:

ANEXO I INFORME TOPOGRÁFICO

ANEXO PLANOS:

- 12 PLANO DE SITUACIÓN SOBRE MAPA NACIONAL 1:25.000**
- 13 PLANO DE SITUACIÓN SOBRE ORTOFOTO**
- 14 PROPUESTA CAUTELAR DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO (TR = 10 AÑOS)**
- 15 PROPUESTA CAUTELAR DE ZONA DE FLUJO PREFERENTE (TR = 100 AÑOS)**
- 16 ZONAS ACTUALMENTE INUNDABLES. TR 100 AÑOS.**
- 17 ZONAS ACTUALMENTE INUNDABLES. TR 500 AÑOS.**
- 18 CALADOS TR100**
- 19 CALADOS TR500**
- 20 VELOCIDADES TR100**
- 21 PERFILES DE CALADOS TR100**
- 22 PERFILES DE CALADOS TR500**

ANEXO I INFORME TOPOGRÁFICO

TOPOGRAFICO BASE FINCA "EL PATO"

(MALAGA)

1. INFORMACION PREVIA

1.1.ANTECEDENTES

1.2.AMBITO DE TRABAJO

1.3.OBJETIVO

1.4.METODOLOGIA

1.5.INSTRUMENTACION UTILIZADA

2. CALCULOS

2.1.SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO. GEOREFERENCIACION

2.2.CALCULOS EN GABINETE

3. RESULTADOS OBTENIDOS

1.- INFORMACION PREVIA

1.1.- ANTECEDENTES

APOGEO 21, Servicios integrados de consultoría ambiental, estudios técnicos y desarrollo urbanístico, encarga a REDIO S.L. Red de Innovación y Obras S.L. la realización de varios trabajos topográficos a fin de servir de base para el análisis y cálculos hidrológico en un determinado ámbito.

1.2.- AMBITO DEL TRABAJO

La zona objeto de estudio está localizada en las parcelas E-3 y E-8 del Plan Parcial de Ordenación del sector SUP-LO.2 “El Pato”, aprobado definitivamente el 23 de febrero de 2000. Físicamente se encuentra enmarcada al norte por la Avenida Imperio Argentina, al este por la calle Camino de la Térmica, al sur por la Avenida Manuel Alvar y al oeste por un vial de reciente ejecución.



1.3.- OBJETIVO

El objetivo de este encargo es obtener un modelo digital de terreno actualizado y basado en datos lidar del PNOA (CNIG-IGN), conforme a la realidad física existente a fin de servir de base y dato de partida para los correspondientes cálculos de inundabilidad en el ámbito objeto de estudio.

1.4.- METODOLOGIA

El trabajo a realizar estará distribuido en varias etapas:

- a) Estudio y análisis, a partir de las ortofotografías disponibles, de los cambios y modificaciones del terreno, con especial atención al propio sector SUP-LO.2 "El Pato".
- b) Revisión del levantamiento topográfico aportado al Reformado Estudio de Detalle en el Sector "Pato-Minerva".
- c) Diferenciación de las zonas que han sufrido un cambio substancial desde la fecha de realización del vuelo lidar (03/10/2019 según versión 191003 del "Anexo A Especificaciones Técnicas para la realización de un vuelo lidar que permita la obtención de información altimétrica" del Ministerio de Fomento para el Plan Nacional de Ortofografía.
- d) Comprobación de la integridad y calidad de los datos lidar descargados del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) mediante la comprobación de la clasificación de puntos según la ASPRS con el cotejo de información lidar RGB e IRC o intensidad del mismo lidar sobre diferentes materiales.
- e) Actualización de datos altimétricos lidar en las parcelas objeto de estudio, en concreto, los viales de nueva ejecución y la topografía modificada resultante conforme al estudio de detalle aportado.
- f) Obtención del modelo digital del terreno (MDT).

1.5.- INSTRUMENTACION UTILIZADA

Para la comprobación del levantamiento topográfico aportado al "Modificado del Estudio de Detalle Pato-Minerva" se ha empleado instrumentación GPS Leica LCS15 3.5G Field Controller (Nº Serie 2536008) equipado con GS15 Smart Antenna Performance (Nº Serie 1507758) mediante "Cinemático en Tiempo Real" (RTK) enlazadas a Red Geodésica Nacional mediante ERGNSS IGN con solución de red VRS3M.

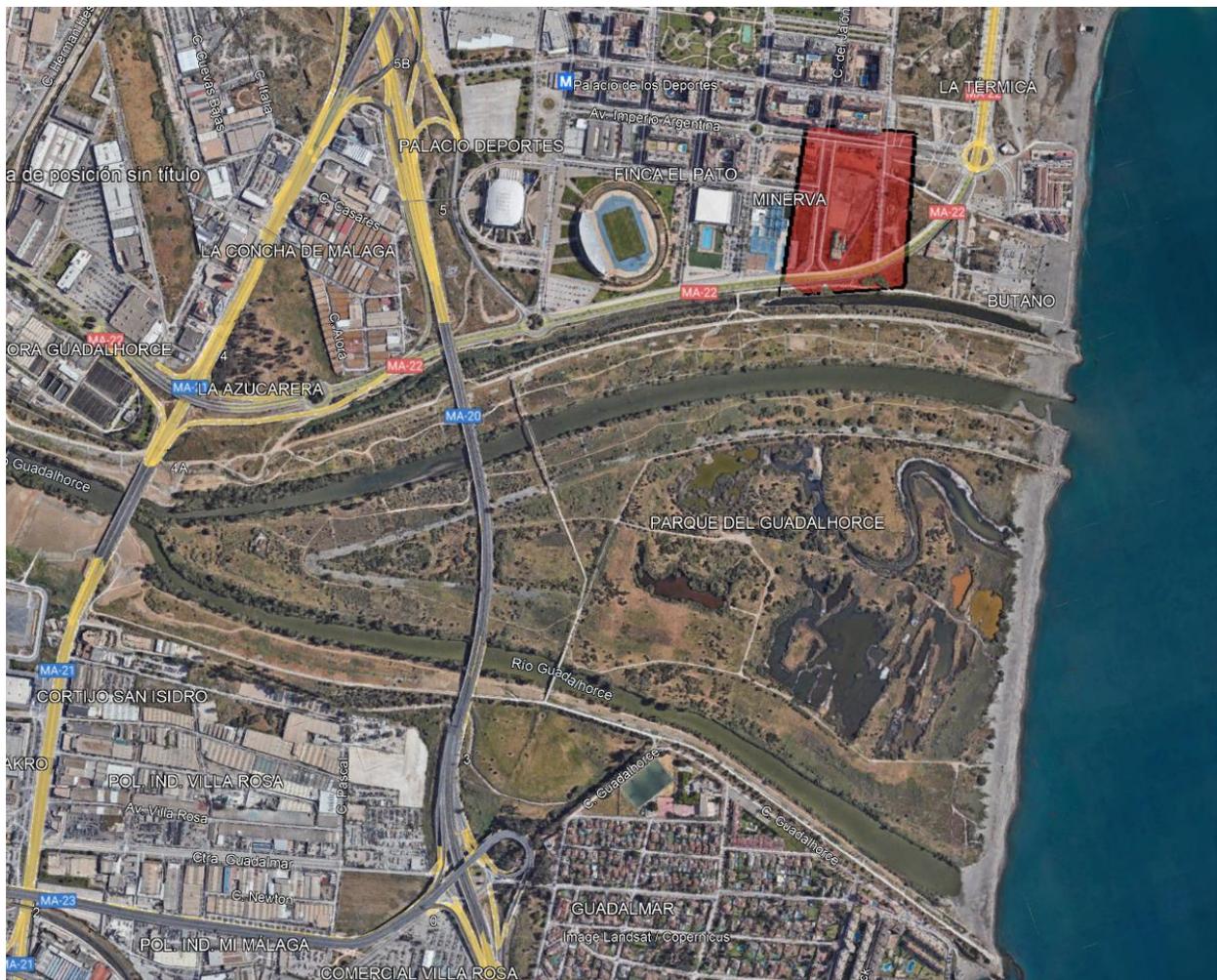
2.- CALCULOS

2.1.- SISTEMAS DE COORDENADAS UTILIZADO. GEORREFERENCIACION

El trabajo ha sido realizado en el sistema de referencia geodésico nacional de España con Datum oficial y vigente ETRS89 y sistema de proyección en coordenadas UTM Huso 30.

2.2.- CALCULOS EN GABINETE

Una vez comprobado el levantamiento topográfico aportado se procede al chequeo y edición de la clasificación de la nube de puntos lidar para las hojas "PNOA_2020_AND_368-4060_ORT-CLA-RGB", "PNOA_2020_AND_368-4062_ORT-CLA-RGB", "PNOA_2020_AND_370-4060_ORT-CLA-RGB" y "PNOA_2020_AND_370-4062_ORT-CLA-RGB", ya que se requiere por parte de APOGEA 21 de una ámbito mayor a las parcelas objeto de estudio, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

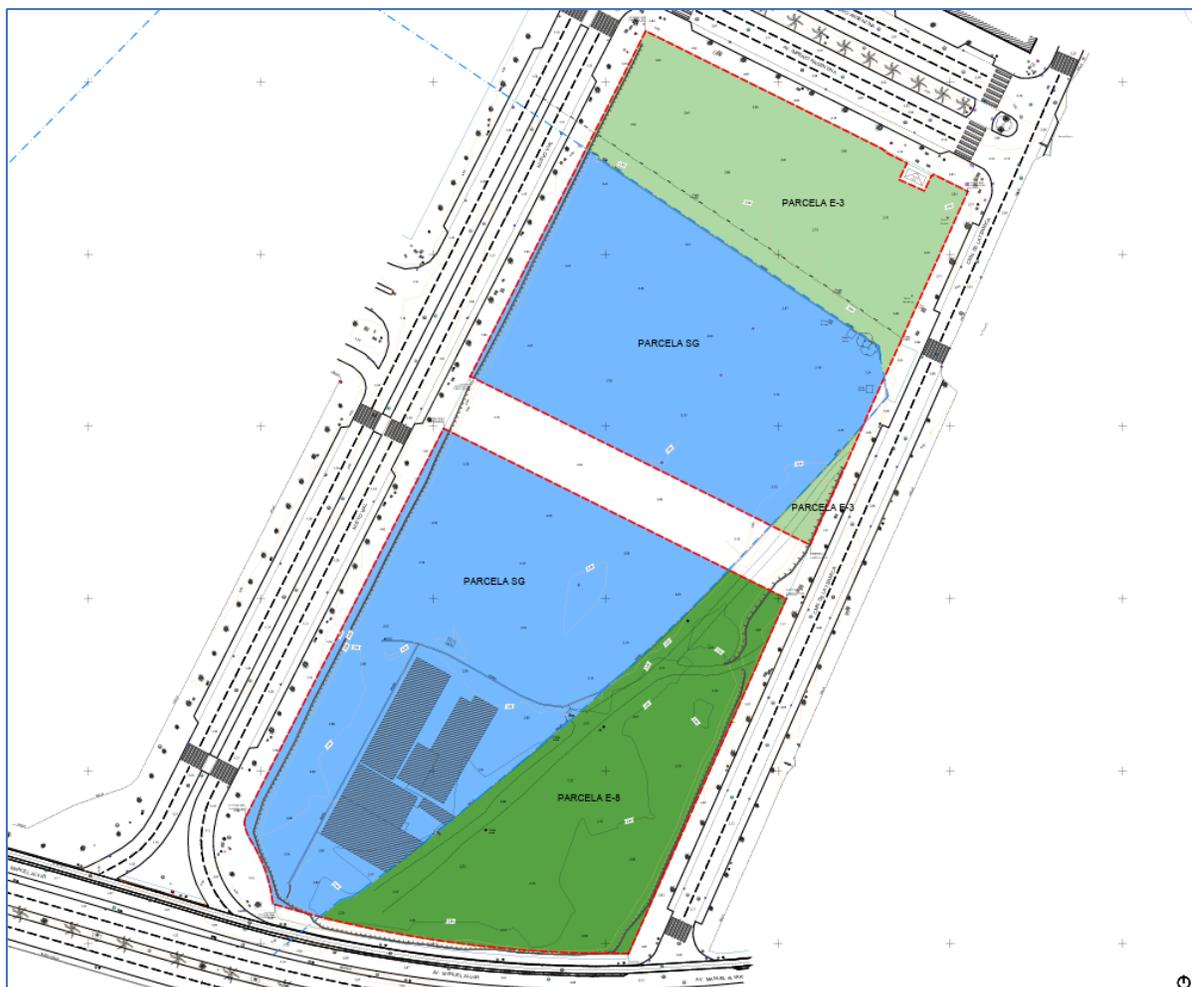


Para estos cálculos se ha utilizado el software topográfico Aplitop MDT V7.5 (Nº Licencia 1623) y software libre QGIS y LASTOOLS, obteniendo un modelo digital del terreno con paso de malla de 50 cm y 20 cm para el cálculo de inundabilidad.

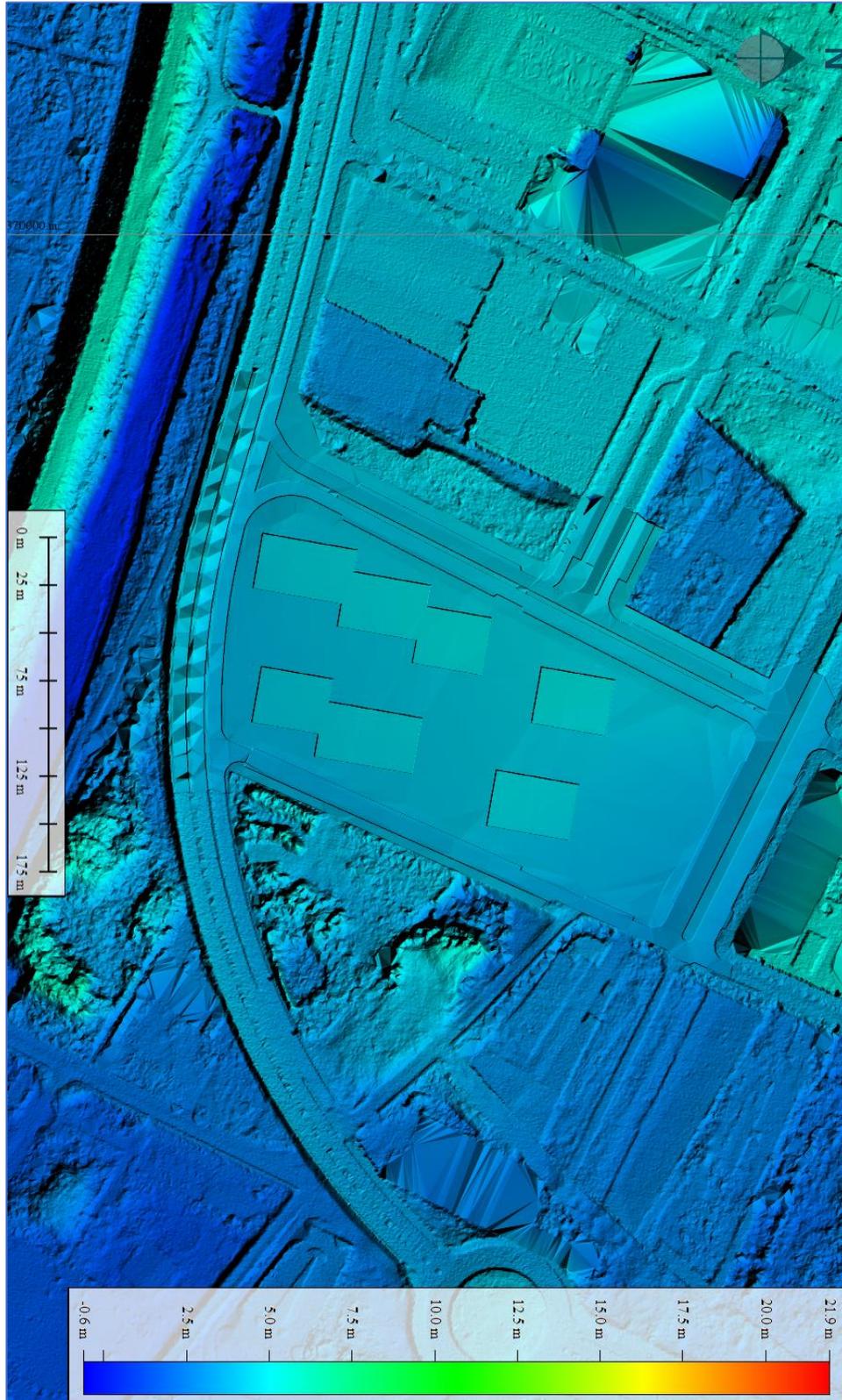
3.- RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos se aportan a APOGEA 21 en formato digital raster con extensión GEOTIFF y con diversos pasos de malla para su posterior procesamiento. Por tanto, se adjunta a continuación captura de pantalla de dichos resultados:

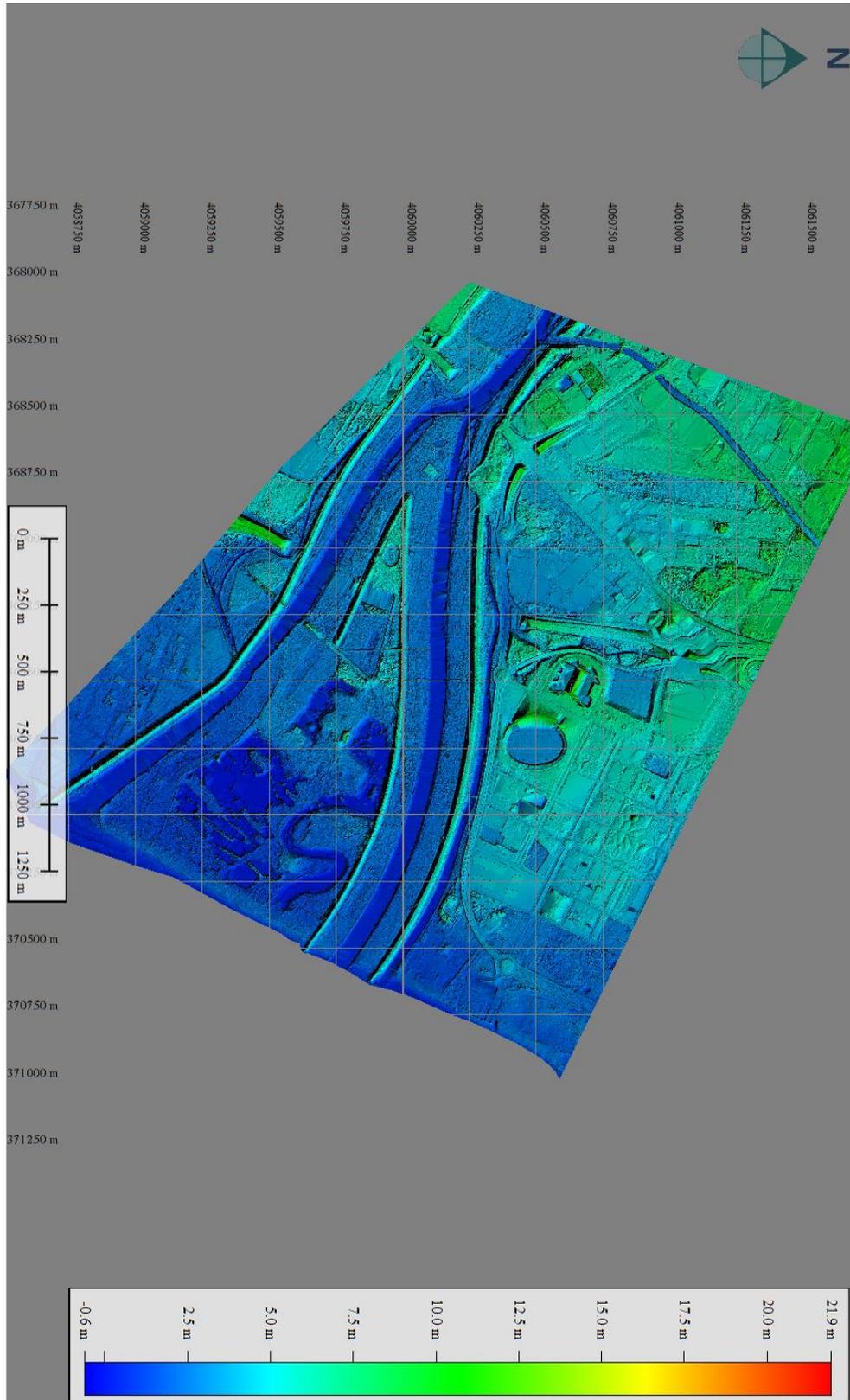
- a) Levantamiento topográfico aportado realizado por técnicas GPS



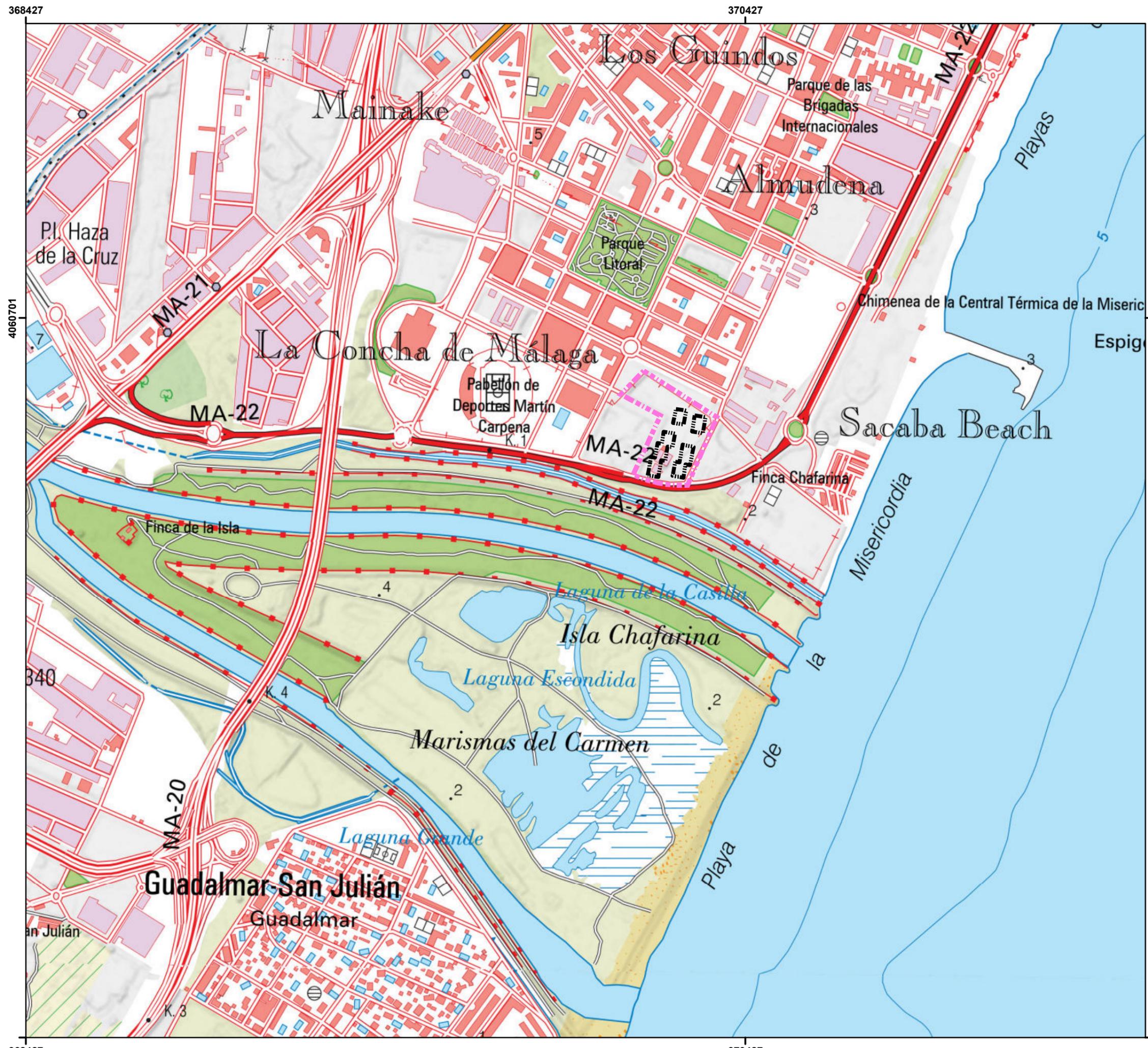
b) MDT Lidar con actualización del ámbito del Reformado Estudio de Detalle



c) MDT Lídár actualizado para el ámbito solicitado por APOGEO 21



PLANOS



LEYENDA:

- AMBITO DE LA PARCELA
- EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71

TITULO:

LOCALIZACION

0 90 180 360 540 Meters

N

REALIZADO POR: 	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:10,000
--------------------	-----------------------------	----------------------------

PROYECTO:

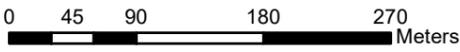
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA



LEYENDA:

-  AMBITO DE LA PARCELA
-  EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71

TITULO:
ORTOFOTO

 <p>0 45 90 180 270 Meters</p>	 <p>N</p>
---	--

REALIZADO POR:  APOGEO	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:5,000
---	-----------------------------	---------------------------

PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA



LEYENDA:

-  AMBITO DE LA PARCELA
-  EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71
-  TR 10 AÑOS

TITULO: AVENIDAS PARA EL TIEMPO
DE RETORNO 10 AÑOS
AFECIONES A DPH Y SERVIDUMBRES



REALIZADO POR:  APOGEO	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:5,000
---	-----------------------------	---------------------------

PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORA DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA



LEYENDA:

-  AMBITO DE LA PARCELA
-  EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71
-  ZEP ZONA DE FLUJO PREFERENTE

TITULO: AVENIDAS PARA EL TIEMPO DE RETORNO 100 AÑOS AFECIONES A ZONA DE FLUJO PREFERENTE



REALIZADO POR:  APOGEO	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:5,000
---	-----------------------------	---------------------------

PROYECTO: ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORA DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA



LEYENDA:

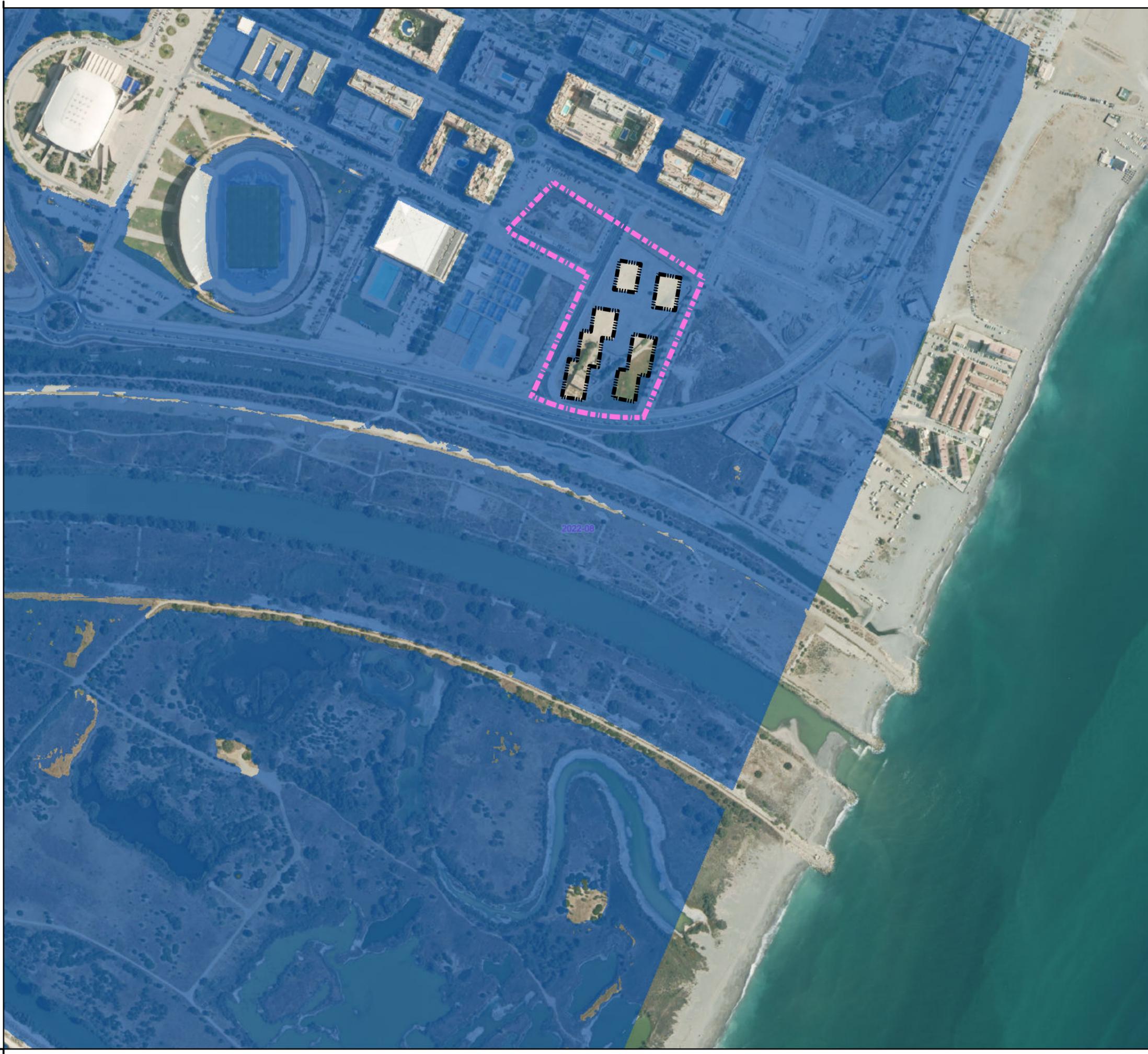
-  AMBITO DE LA PARCELA
-  EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71
-  TIEMPO DE RETORNO DE 100 AÑOS

TITULO: **AVENIDAS PARA EL TIEMPO DE RETORNO 100 AÑOS**



REALIZADO POR:  APOGEO	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:5,000
---	-----------------------------	---------------------------

PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA



LEYENDA:

-  AMBITO DE LA PARCELA
-  EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71
-  TIEMPO DE RETORNO DE 500 AÑOS

TITULO: **AVENIDAS PARA EL TIEMPO DE RETORNO 500 AÑOS**



REALIZADO POR:  APOGEO	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:5,000
---	-----------------------------	---------------------------

PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA



LEYENDA:

-  AMBITO DE LA PARCELA
-  EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71

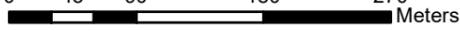
CALADO TIEMPO DE RETORNO 100 AÑOS

Calado metros

-  0 - 0.3
-  0.3 - 0.6
-  0.6 - 1
-  > 1

TITULO:
CALADOS TR 100 AÑOS

0 45 90 180 270 Meters



N



REALIZADO POR:  APOGEO	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:5,000
---	-----------------------------	---------------------------

PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA



LEYENDA:

-  AMBITO DE LA PARCELA
-  EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71

CALADO TIEMPO DE RETORNO 500 AÑOS

Calado metros

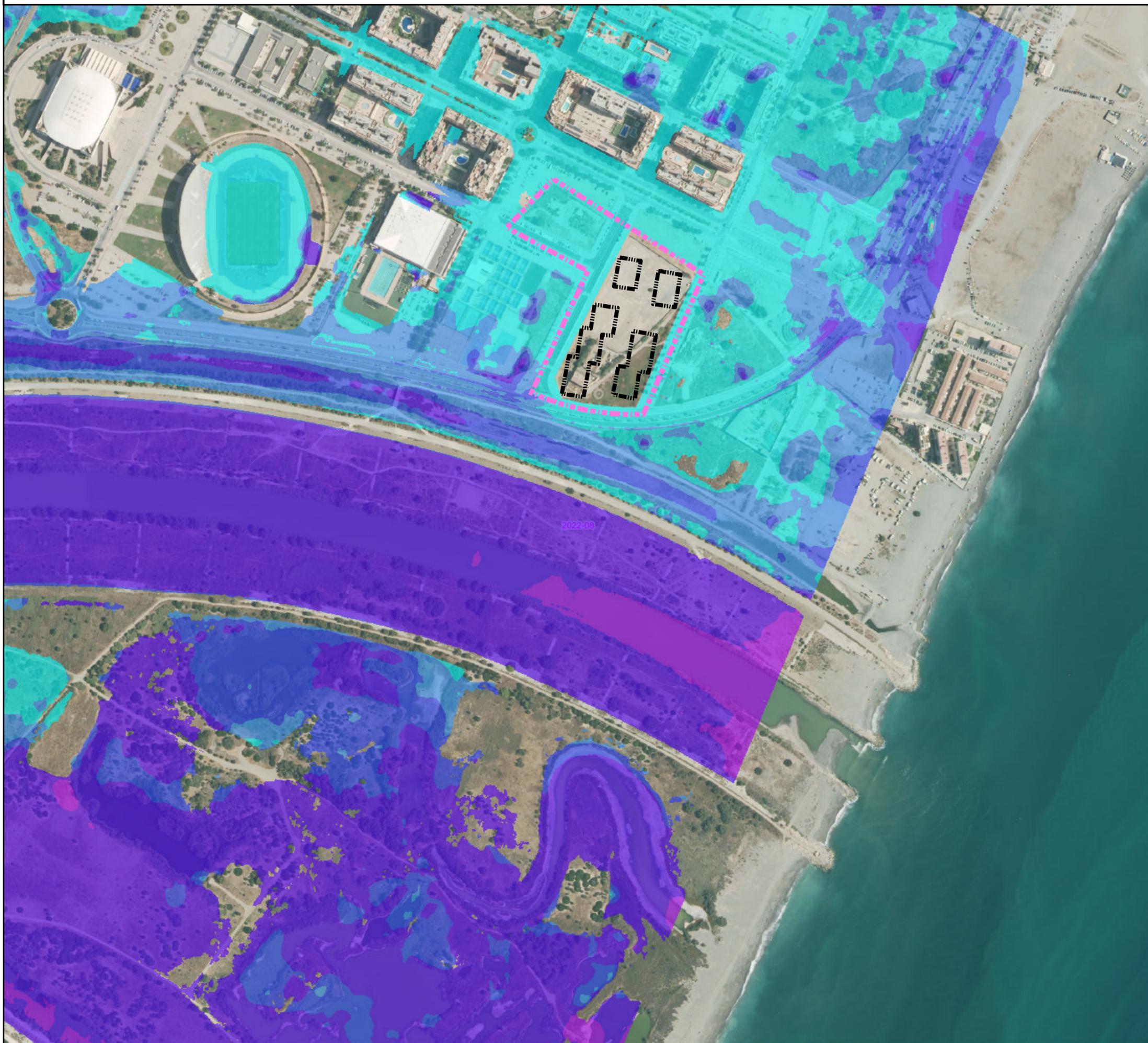
-  0 - 0.3
-  0.3 - 0.6
-  0.6 - 1
-  > 1

TITULO:
CALADOS TR 500 AÑOS

0 45 90 180 270 Meters 

REALIZADO POR:  APOGEO	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:5,000
---	-----------------------------	---------------------------

PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA



LEYENDA:

-  AMBITO DE LA PARCELA
-  EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71

VELOCIDADES TR 100 AÑOS

m/s

-  < 0.3
-  0.3 - 0.6
-  0.6 - 1
-  1 - 3
-  3 - 6
-  > 6

TITULO: VELOCIDADES TR 100 AÑOS

0 45 90 180 270 Meters

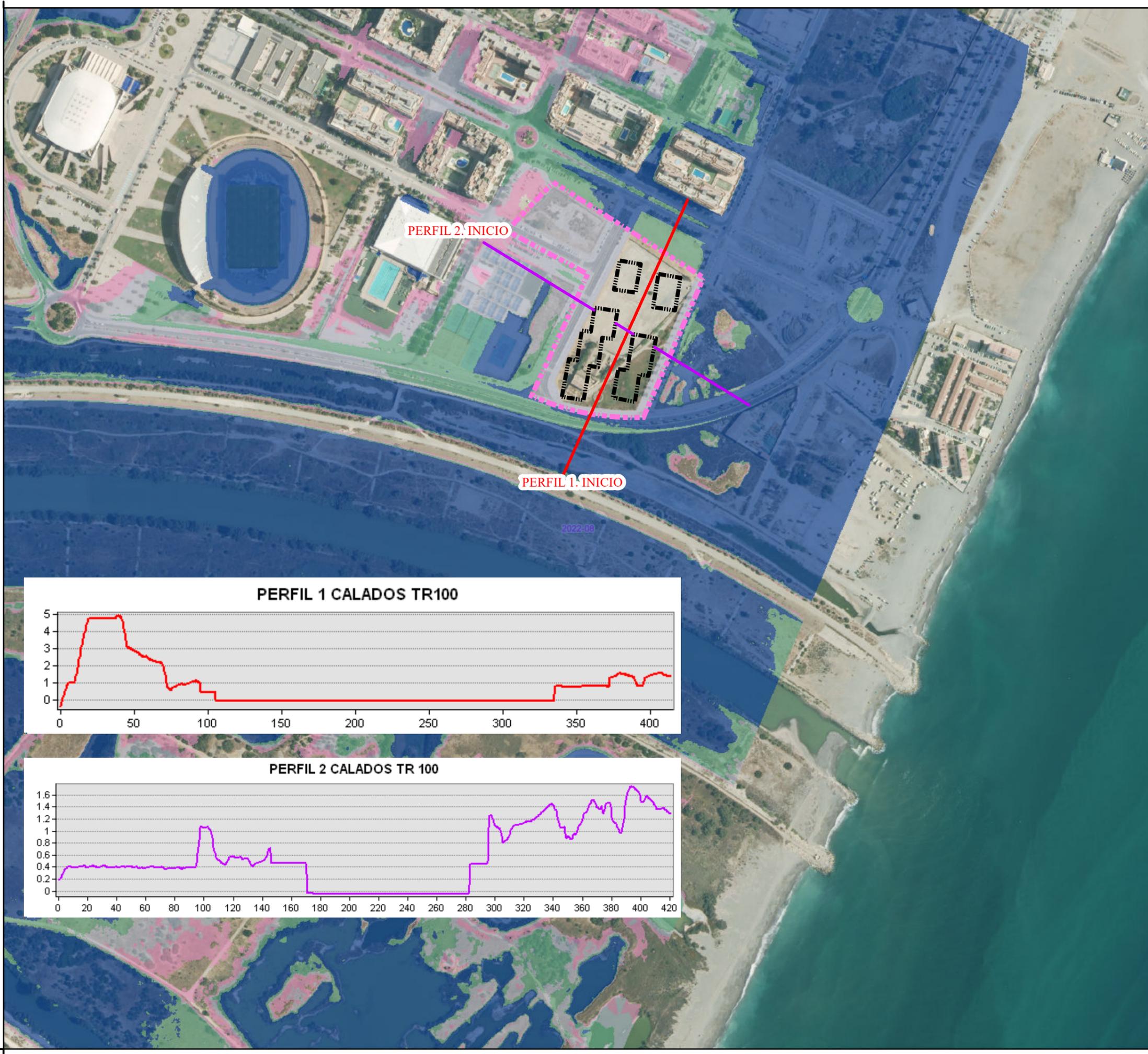


N



REALIZADO POR:  APOGEO	FECHA: ENERO 2024	ESCALA: 1:5,000
---	-----------------------------	---------------------------

PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORAS DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA



LEYENDA:

- AMBITO DE LA PARCELA
- EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71

CALADO TIEMPO DE RETORNO 100 AÑOS

Calado metros

- 0 - 0.3
- 0.3 - 0.6
- 0.6 - 1
- > 1

TITULO:
VELOCIDADES TR 100 AÑOS

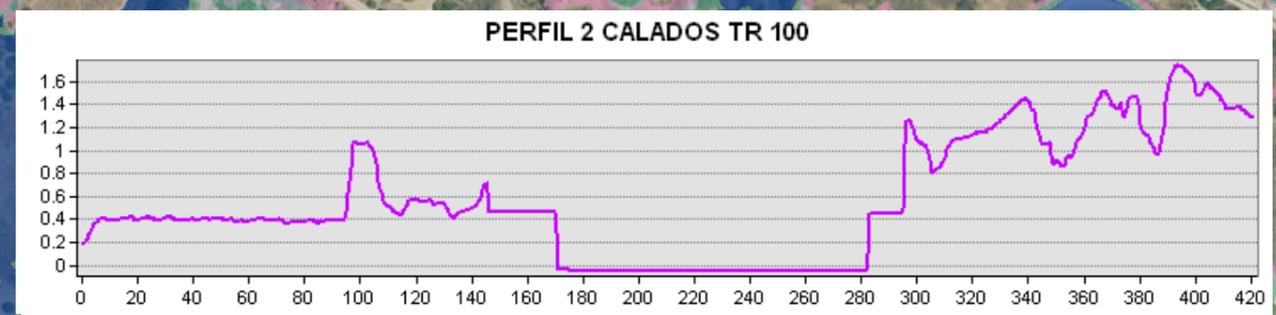
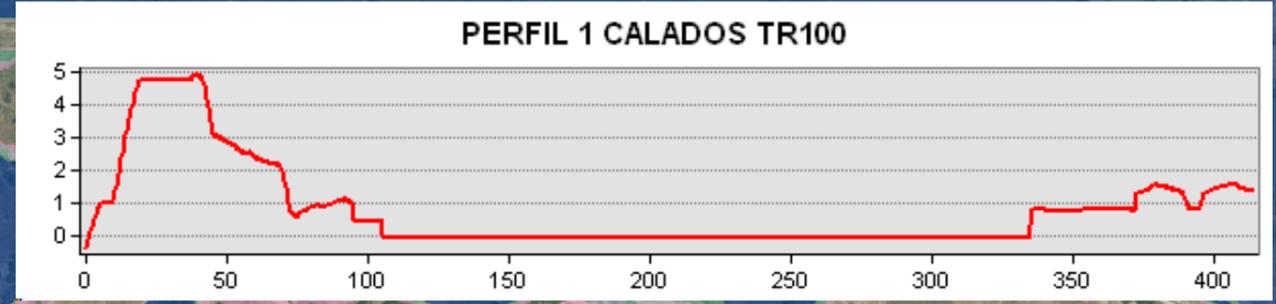
0 45 90 180 270 Meters

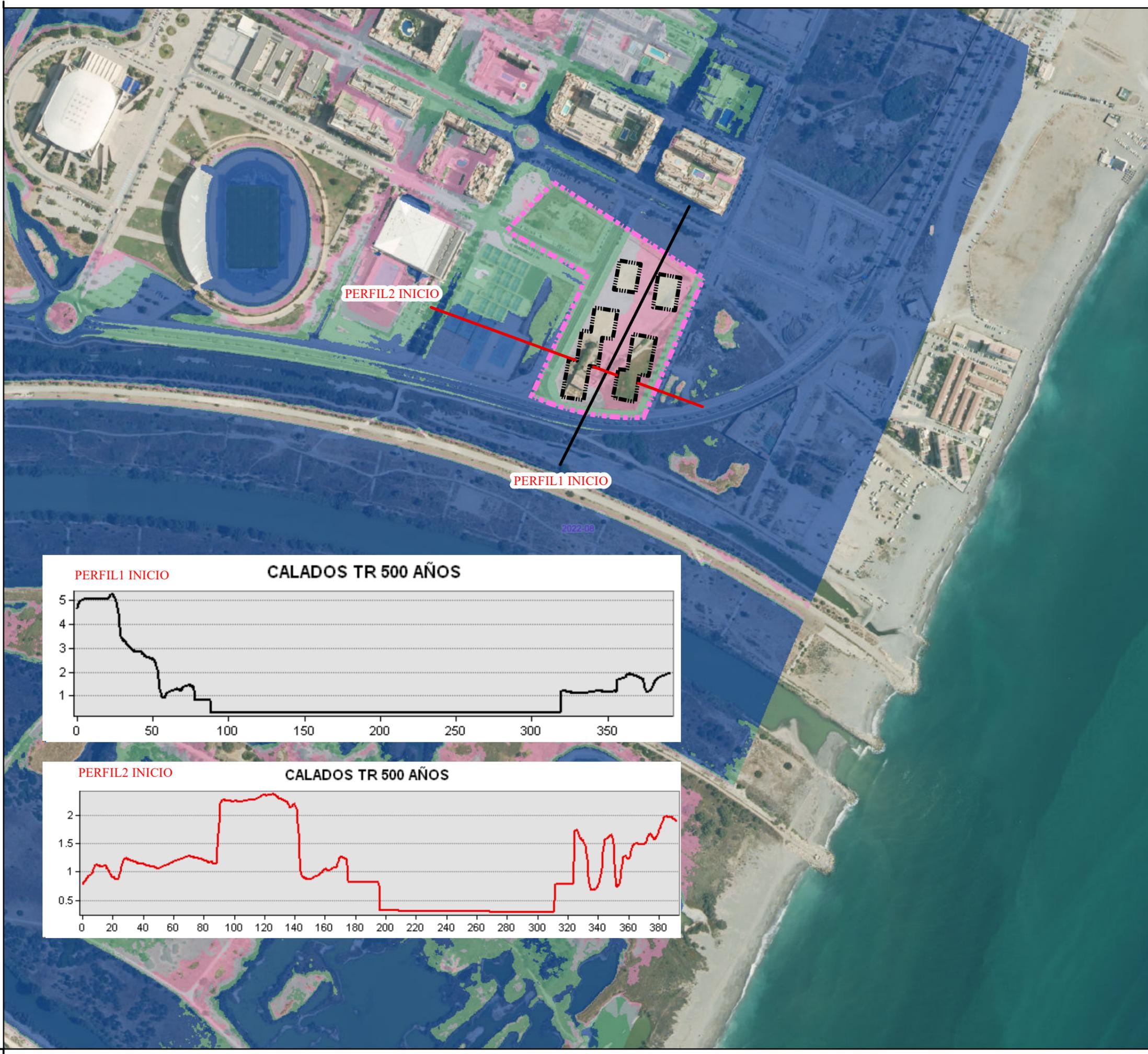
REALIZADO POR: APOGEO

FECHA: **ENERO 2024**

ESCALA: **1:5,000**

PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORA DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA





LEYENDA:

- AMBITO DE LA PARCELA
- EDIFICIOS FORJADO MEDIDA CORRECTORA FINAL A +4.71

CALADO TIEMPO DE RETORNO 500 AÑOS

Calado metros

- 0 - 0.3
- 0.3 - 0.6
- 0.6 - 1
- > 1

TITULO:
CALADOS TR 500 AÑOS

0 45 90 180 270 Meters

REALIZADO POR: APOGEO

FECHA: **ENERO 2024**

ESCALA: **1:5,000**

PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO PARA ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y MEDIDAS CORRECTORA DE LA PARCELA E3 E8 PAM-LO 1 FINCA EL PATO Y SG EQUIPAMIENTO PGOU MALAGA

