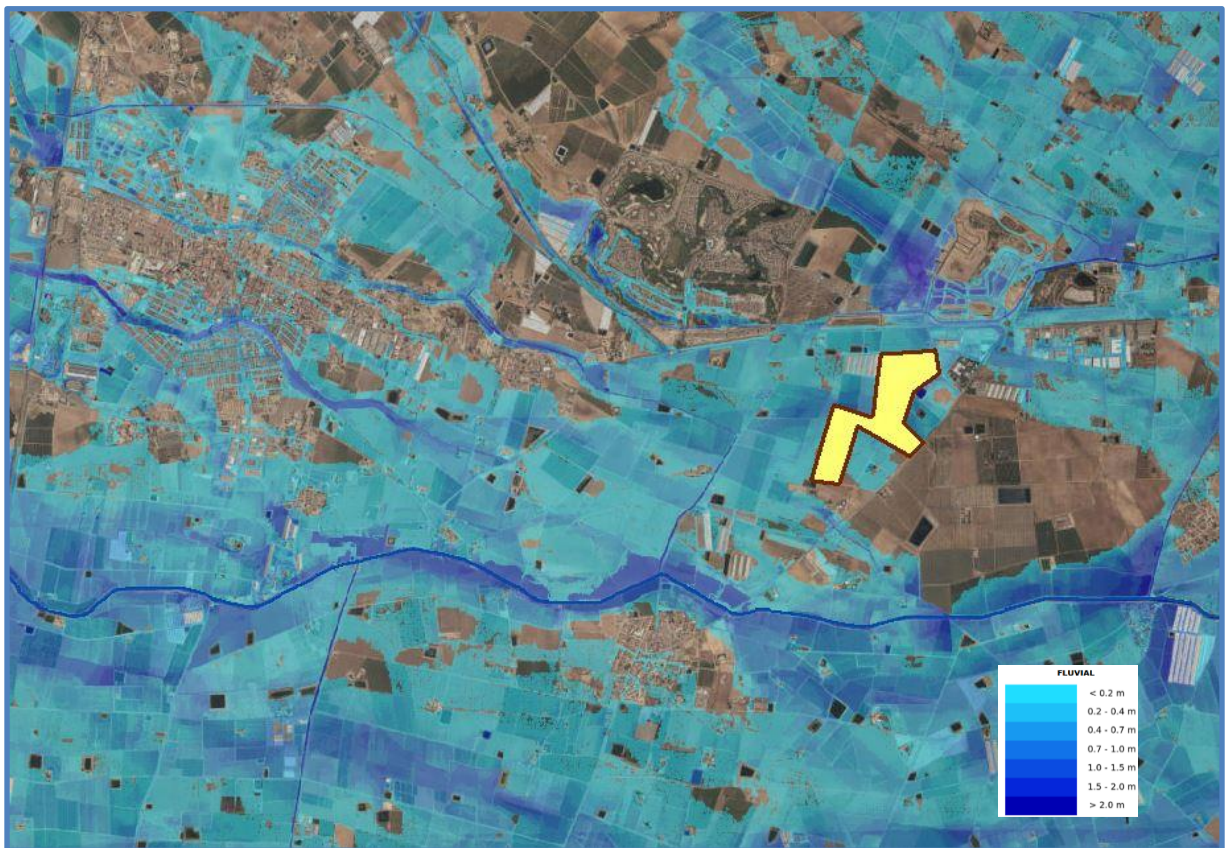


CASO PILOTO

EXPLORACIÓN AGRÍCOLA EN EL T.M. TORRE-PACHECO (MURCIA)



Enero, 2022

ÍNDICE

	Página
1. JUSTIFICACIÓN	4
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EXPLOTACIÓN Y DEL ENTORNO	5
2.1. UBICACIÓN	5
2.2. DATOS DE LA EXPLOTACIÓN	6
2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN	8
3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN	15
3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN	15
3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES, ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE SE VERÍAN AFECTADOS POR LAS INUNDACIONES	20
3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA	21
4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES	23
4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES	23
4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS EN VIGOR	26
4.3. PLAN DE EMERGENCIA	26
5. CARACTERIZACIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA EXPLOTACIÓN FRENTE A LOS EFECTOS DE LAS INUNDACIONES	26
6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	28
6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN	28
6.2. OTRAS MEDIDAS	29
7. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE ALTERNATIVAS	33
7.1. ANÁLISIS DE DAÑOS POR ALTURA DE AGUA EN SITUACIÓN DE PARTIDA	33
7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS	34
7.3. ALTERNATIVA 1. PROTECCIÓN DE LA EXPLOTACIÓN FRENTE A LAS AVENIDAS DE T10	35
7.4. ALTERNATIVA 2. PROTECCIÓN DE LA EXPLOTACIÓN FRENTE A LAS AVENIDAS DE T100	36
7.5. ALTERNATIVA 3. PROTECCIÓN DE LA EXPLOTACIÓN FRENTE A LAS AVENIDAS DE T500	37
7.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS	38
8. CONCLUSIONES	38
ANEXO. VALORACIÓN DE LOS DAÑOS POTENCIALES	40

RELACIÓN DE ABREVIATURAS

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
ARPSI	Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación
ATS	Acueducto Tajo-Segura
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CHS	Confederación Hidrográfica del Segura
DANA	Depresión Aislada en Niveles Altos
DGA	Dirección General del Agua
DPH	Dominio Público Hidráulico
GUÍA	Guía de adaptación al riesgo de inundación: explotaciones agrícolas y ganaderas. Ministerio para la Transición Ecológica, 2019
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. Gobierno de España
SAIH Segura	Sistema Automático de Información Hidrológica. Cuenca del Segura
SNCZI	Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables
UPCT	Universidad Politécnica de Cartagena

1. JUSTIFICACIÓN

Las inundaciones son la catástrofe natural que más daños produce anualmente en el mundo, también en España. En el ámbito de la UE, la Directiva 2007/60/CE sobre la evaluación y gestión de las inundaciones (Directiva de Inundaciones) es el instrumento para gestionar este riesgo y reducir los impactos negativos que produce sobre la salud, la actividad económica, el patrimonio y el medio ambiente. Las inundaciones son también fenómenos naturales que, en gran parte de las ocasiones, no pueden evitarse y, por ello, es necesario gestionar su riesgo asociado mediante la adopción de diferentes tipos de medidas, entre ellas, medidas de autoprotección.

A este respecto, la DGA ha elaborado una colección de guías para la adaptación al riesgo de inundación de distintos sectores y usos; entre ellos, el sector agrícola y ganadero. Estas guías están disponibles en la web <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/planes-gestion-riesgos-inundacion/Adaptacion-al-riesgo-de-inundacion.aspx> y ya se han aplicado a varios ejemplos piloto.

Para impulsar la implantación de esas guías, la DGA ha puesto en marcha varios contratos en los que se seleccionarán varias explotaciones agropecuarias en el conjunto del país. A cada una de ellas se le realizará un diagnóstico del riesgo de inundación que presentan y se le propondrán diferentes medidas para mejorar su resiliencia. Una de las explotaciones seleccionadas ha sido una instalación agraria dedicada a cítricos ubicada en Hoya Morena, Torre Pacheco (Murcia).

En este informe se presenta un diagnóstico del riesgo de inundación de esa explotación agraria. Para ello, se lleva a cabo la evaluación del riesgo, la estimación de los posibles daños por inundación, una caracterización de la resiliencia, una propuesta de medidas de adaptación y una valoración de su eficacia mediante un análisis beneficio/coste.

La explotación fue propuesta por la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena y su ubicación fue analizada por la Comisaría de Aguas de la CHS. Se encuentra situada en una ARPSI y se ve afectada por las tres inundaciones de referencia (T10, T100 y T500), pero no se localiza ni en zona de dominio público hidráulico ni en zona de flujo preferente.

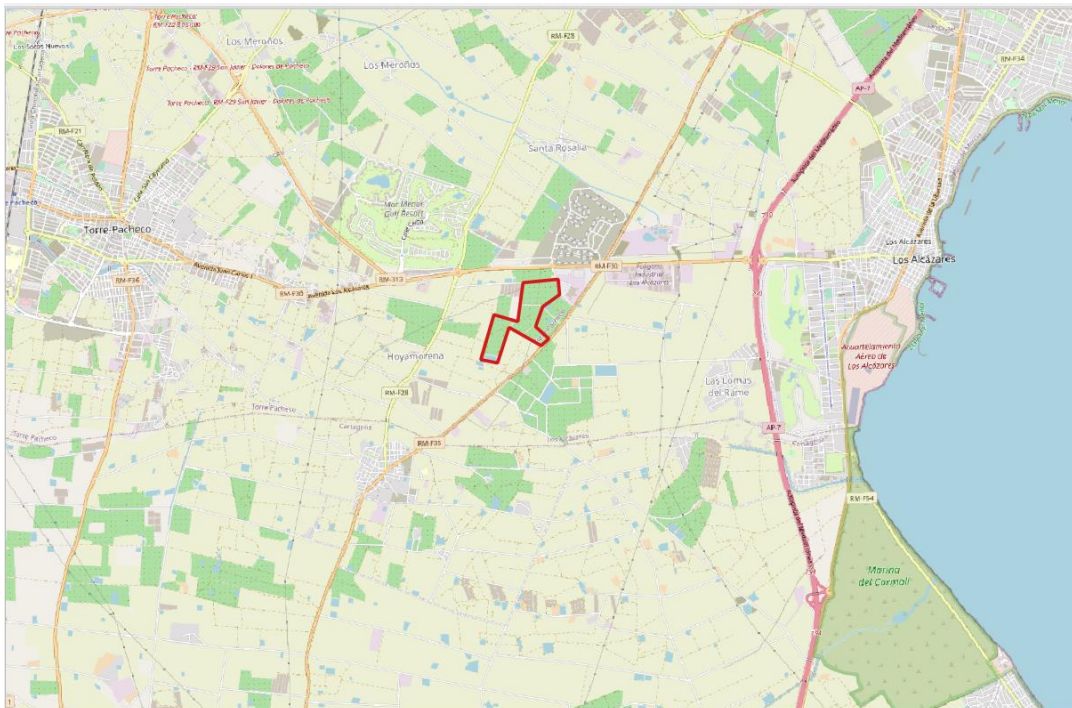
Por otra parte, el Real Decreto 1158/2020, de 22 de diciembre, aprobó la concesión directa de subvenciones para el desarrollo de planes piloto de fomento de la adaptación del riesgo de inundación en los TT.MM. de Los Alcázares, San Javier, Torre Pacheco, Cartagena y San Pedro del Pinatar, todos ellos situados en el Campo de Cartagena. Las medidas que se incluyan en este informe podrían ser susceptibles de ser financiadas por esa línea de subvenciones.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EXPLOTACIÓN Y DEL ENTORNO

2.1. UBICACIÓN

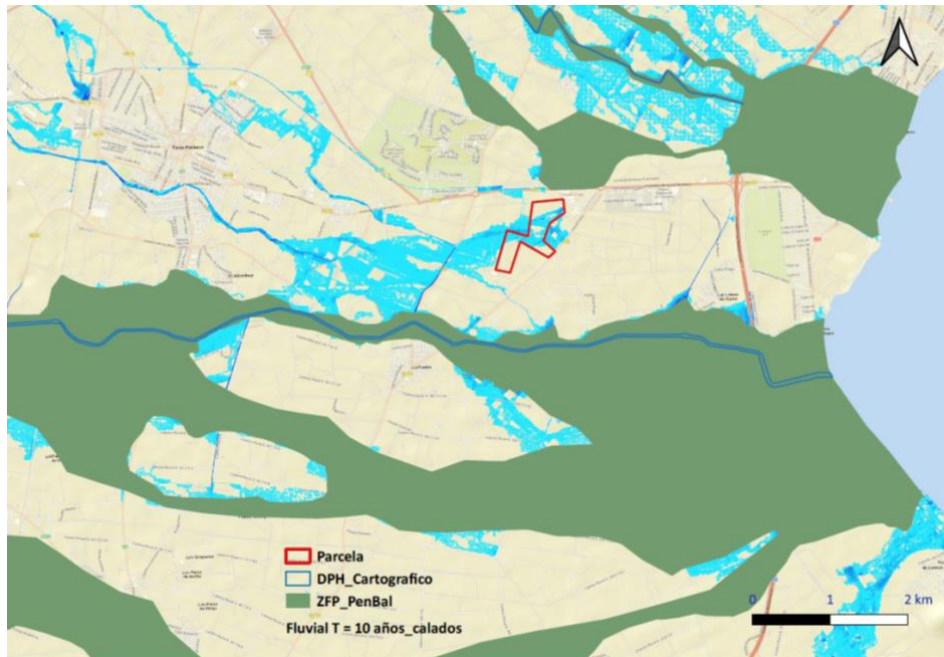
La explotación agraria se localiza en el término municipal de Torre Pacheco, provincia de Murcia, en el paraje Hoya Morena. Concretamente, dentro del triángulo definido por las carreteras RM-F30, RM-F35 y RM-F28 a su paso por los núcleos de población de Los Alcázares, Torre Pacheco y La Puebla.

En el mapa siguiente se puede observar su localización junto a las infraestructuras de comunicación y núcleos de población más relevantes de la zona.



Mapa 1. Localización de la finca

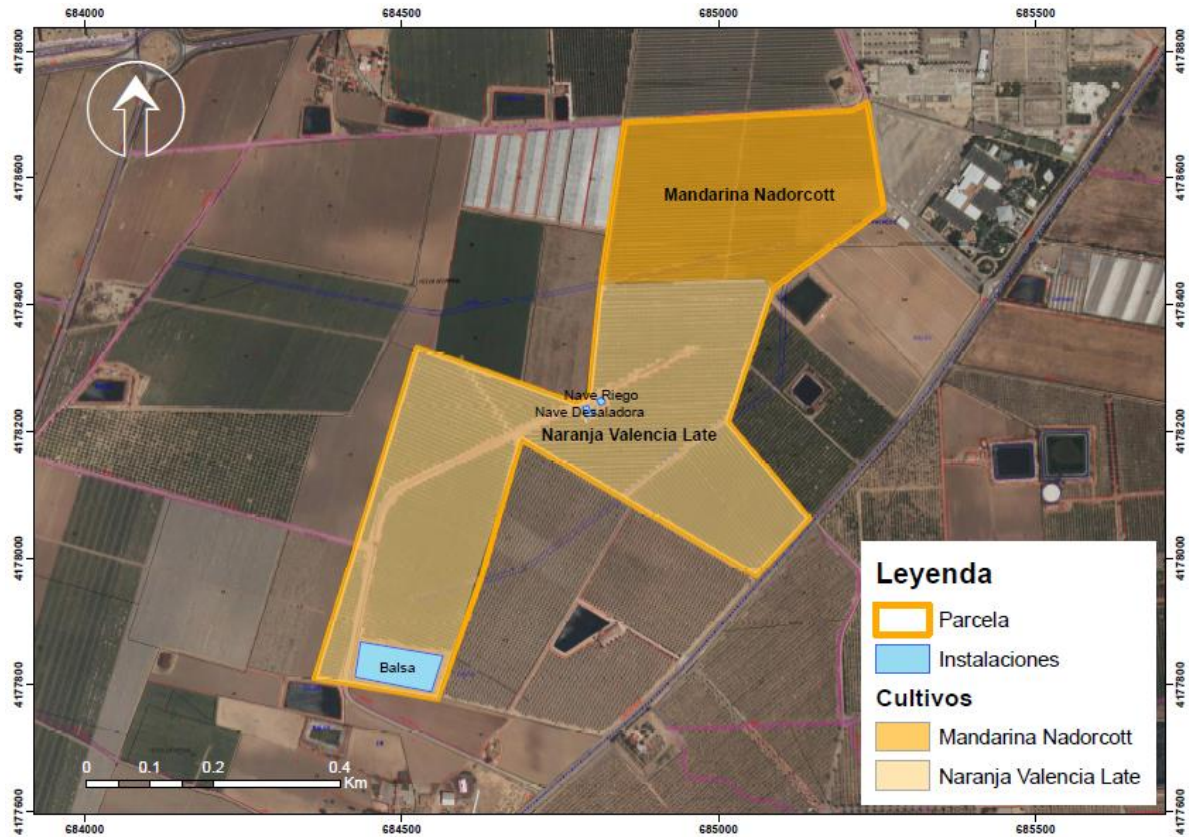
La explotación se sitúa en la zona de influencia de la rambla de Albuñón y se ve afectada por el desbordamiento de la rambla de Torre Pacheco. Según el SNCZI, se ve afectada por el desbordamiento de las crecidas de la T10, T100 y T500.



Mapa 2. Zona de flujo preferente y DPH de la rambla del Albuji3n. En azul claro, zona inundable T10

2.2. DATOS DE LA EXPLOTACI3N

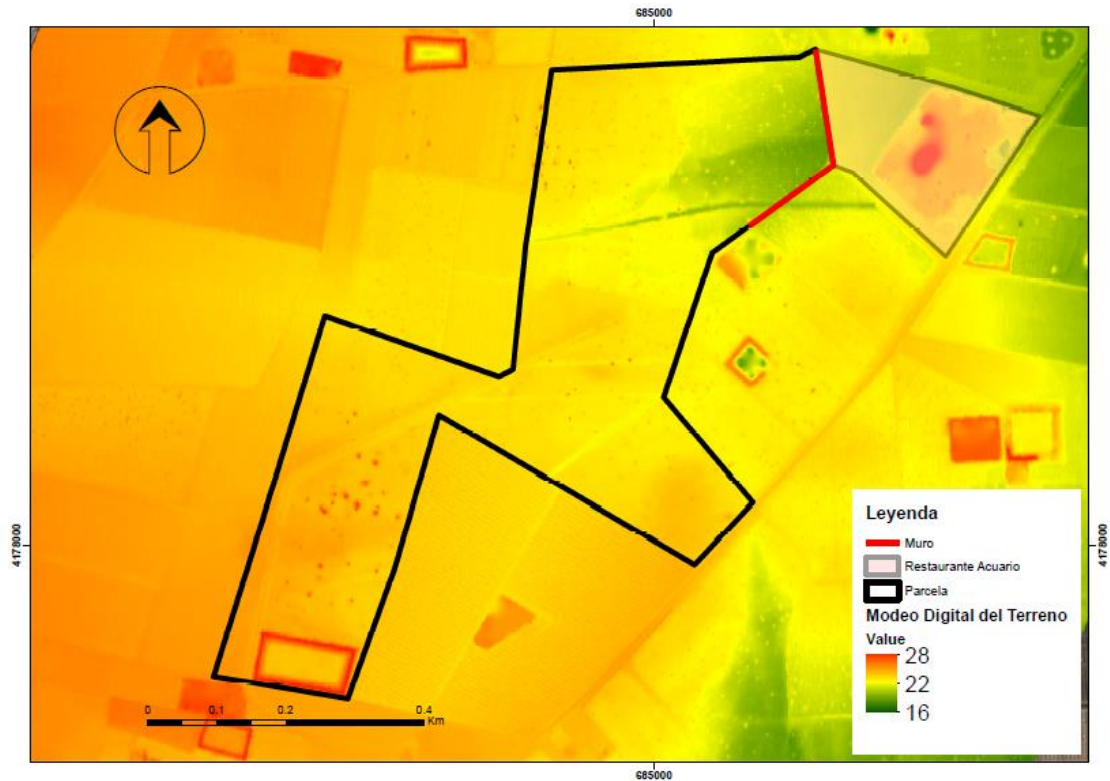
- **Titular:** Suelos el Molino S.L.
- **Explotaci3n agr3cola** de frutales c3tricos de 36,13 ha (22,27 ha de naranjos y 13,86 ha de mandarinos) con riego por goteo.
- **T3rmino municipal:** Torre Pacheco.
- **Comarca:** Campo de Cartagena.
- **Provincia:** Murcia.



Mapa 3. Ubicación de la explotación agraria

La explotación consta con dos especies diferentes de cítricos; mandarinas de la variedad “Nadorcott” (13,86 ha) y naranjas variedad “Valencia Late” (22,27 ha). La época de maduración de los mandarinos se sitúa a mediados de enero. La de la naranja es más tardía, iniciándose la recolección en marzo.

Topográficamente se sitúa en un entorno llano de reducidas pendientes. La zona más elevada alcanza los 23 msnm, donde se sitúa la balsa de riego. En el interior de la parcela, la parte más deprimida es la zona noreste, en el que se alcanzan cotas de 19,5 msnm. La linde noreste se materializa con un muro de unos 3 metros de altura que provoca la acumulación del agua durante los eventos de inundación. En el mapa siguiente se pueden observar las cotas de la parcela a través del modelo digital del terreno del PNOA con paso de malla de 2 m.



Mapa 4. Topografía de la explotación agraria

2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA EXPLOTACIÓN

2.3.1. Arbolado

El cultivo de mandarina cuenta con un total de 5.037 árboles con un marco de plantación de 6 x 4,5 m. La variedad empleada es Nadorcott, variedad que posee royalty regulado por la Compañía de Variedades Vegetales Protegidas A.I.E. (CVVP).

Los mandarinos se encuentran bajo invernadero de malla de polietileno natural monofilamento 6 x 6, sobre postes galvanizados en caliente. Se encuentran protegidos por una malla antipolinización que se coloca a principios del mes de marzo hasta finales del mes de mayo.

El cultivo de naranja cuenta con un total de 5.667 árboles con un marco de plantación de 7 x 5 m. La naranja cuenta con contravientos en el perímetro de su superficie, compuestos por postes de cortavientos de 5 m de altura, malla de simple torsión galvanizada de 2 m y malla monofilamento 6 x 6 m, de 5 m.

Tanto los mandarinos como las naranjas se riegan a través de un riego localizado por goteo muy tecnificado.



Foto 1. Zona mandarinos con la malla



Foto 2. Marco de plantación de los naranjos

2.3.2. Balsa de riego

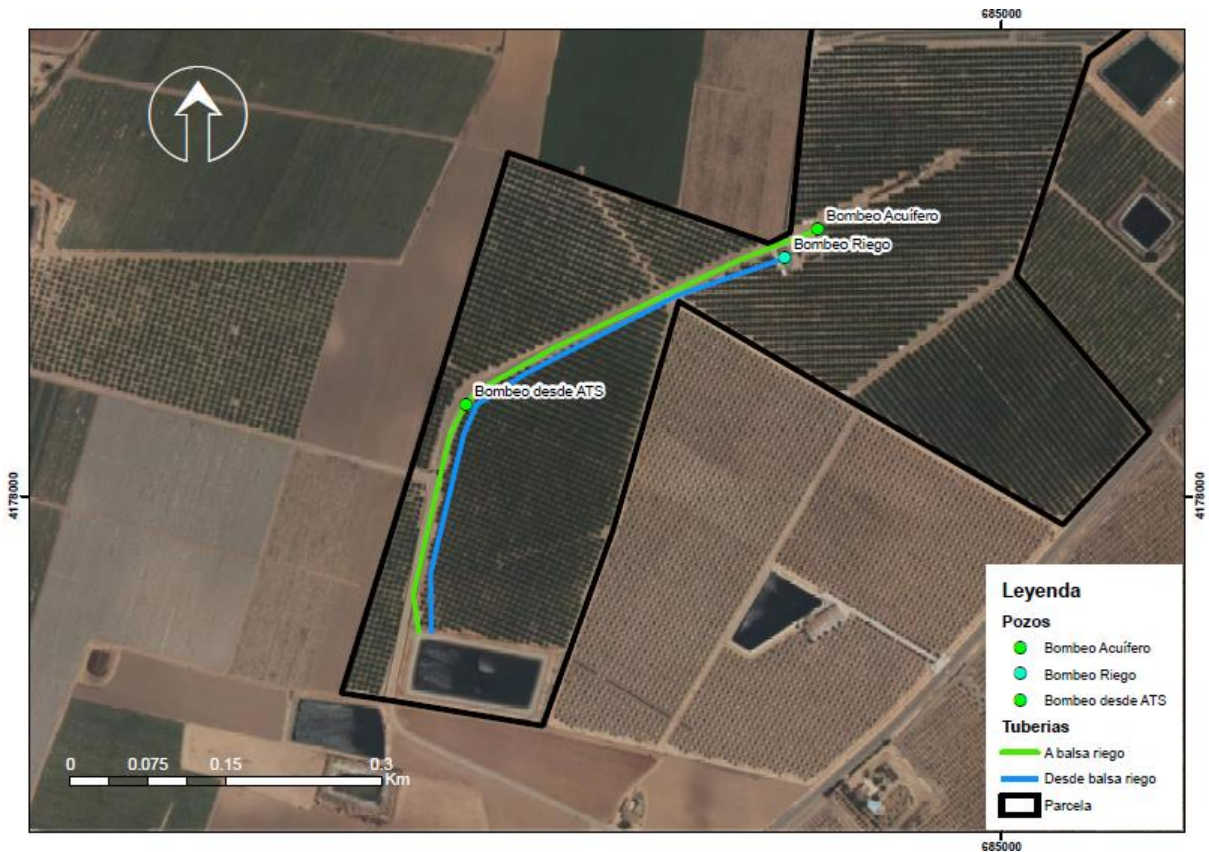
Su capacidad es de 30.000 m³, tiene planta rectangular de 60 x 130 m, altura de unos 8 m y está configurada por cuatro diques en tierras sobreelevados del terreno, con sus taludes y fondo dotados de una capa impermeable.



Foto 3. Balsa de riego

2.3.3. Red de alimentación del riego

La balsa de regulación del riego se alimenta de dos conducciones de Ø250 mm procedentes del ATS y de dos pozos de bombeo del acuífero del Campo de Cartagena. El primer pozo se sitúa junto a la desaladora y el segundo, junto al camino de acceso, muy próximo a la toma del ATS. El día de la visita, el nivel freático estaba a unos 3,5 m de profundidad. Del fondo de la balsa sale una conducción por gravedad de Ø300 mm hasta el pozo desde donde se bombea a los elementos de fertilización.



Mapa 5. Red de alimentación de riego



Foto 4. Bombeo desde el ATS



Foto 5. Pozo nº 1

2.3.4. Red de riego de las parcelas

Del fondo de la balsa sale una conducción por gravedad de Ø300 mm hasta el pozo desde donde se bombea a la red de riego. El agua bombeada pasa por los filtros y los elementos de fertilización y se distribuye a través de una red primaria compuesta por 2 conducciones de Ø100 mm de PVC que bordean las explotaciones arbóreas y de la que parten 2 líneas por goteo para cada fila. Tanto las líneas de goteo como los entronques a las conducciones principales se ven afectados en caso de inundación.



Foto 6. Distribución del riego por goteo



Foto 7. Pozo de bombeo a la red de riego

2.3.5. Red de drenaje

Las aguas de lluvia circulan por dos canales en tierras interiores a la explotación, trazados por los puntos más bajos del terreno. En cada uno de ellos se han construido arquetas de bombeo con destino a la balsa de riego para aprovechar las aguas de escorrentía para el regadío y achicar las aguas que se acumulan en la parcela durante las inundaciones. La capacidad de este bombeo es de unos 60 m³/h.

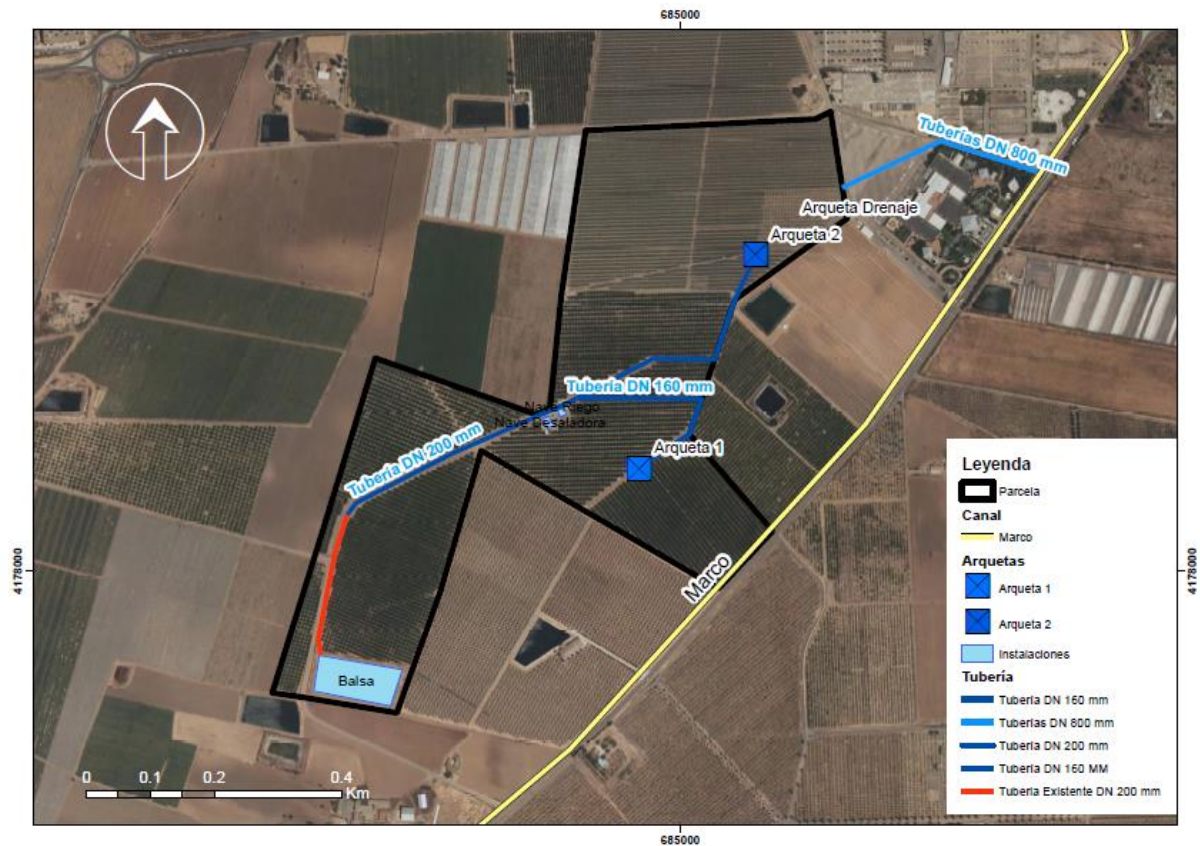


Foto 8. Arqueta Bombeo 1



Foto 9. Arqueta Bombeo 2

En el extremo noreste de la explotación las cotas del terreno son las más bajas (19,5 msnm) por lo que se concentra el flujo del agua. Esta linde separa la explotación agrícola de la parcela contigua por un muro de hormigón de unos 3 m de altura. Para drenar el agua que se acumula durante episodios de inundación existen dos tuberías de Ø 800 mm que atraviesan enterradas la parcela vecina (restaurante Acuario). Estas tuberías conectan con un marco de drenaje exterior, de trazado subterráneo y paralelo a la carretera RM-F35, que conduce el agua al drenaje D-7 de la red general del Campo de Cartagena.



Mapa 6. Drenaje de la parcela

En la zona de mandarinos, el terreno está dotado de un sistema de drenaje configurado por unas conducciones enterradas y ranuradas que recogen tanto los excedentes del riego como los de las lluvias. Las fotos siguientes ilustran esta infraestructura:



Foto 10. Red de drenaje de los cultivos



Foto 11. Arqueta de bombeo de los excedentes riego

2.3.6. Instalaciones cubiertas

En el centro de la explotación, inmersas en la zona de naranjos, se sitúan dos edificaciones cubiertas (una desaladora y una nave de riego). En esta última se emplazan el bombeo, filtros, fertilización y

demás elementos necesarios para el riego. En la foto siguiente se puede observar el conjunto de ambas instalaciones.



Foto 12. Panorámica de las instalaciones cubiertas: desaladora y nave de riego

2.3.6.1. Desaladora

La desaladora fue construida en 1996 pero desde 2017, por orden judicial, fue precintada por el SEPRONA y se encuentra fuera de servicio. Como consecuencia de ello, la bomba principal fue requisada por la CHS y algunas de sus tuberías cortadas para garantizar el cumplimiento de la orden. En la actualidad se utiliza como almacén de material de repuestos y maquinaria.



Foto 13. Desaladora. Acceso principal



Foto 14. Desaladora. Fachada Este y pozo de bombeo

2.3.6.2. Nave de riego

La nave es un edificio con muros de bloques de hormigón y cubierta a dos aguas sostenida por cerchas metálicas. Sus dimensiones en planta son de 15 x 10,5 m. En su lado oriental se anexa una zona cubierta, abierta lateralmente, soportada por una estructura metálica junto a la que se disponen dos

depósitos de agua sobreelevados. En la zona occidental existe un porche de 100 m², bajo el que se sitúa maquinaria, aperos y una caseta portátil dedicada a la oficina de la explotación.

En el área sur se sitúan también techados, los depósitos de fertilización, un depósito de cañas, depósitos de gasoil de material plástico y un par de atomizadores.



Foto 15. Nave de riego y transformador



Foto 16. Área lateral este. Depósitos de agua



Foto 17. Depósitos de fertilizantes



Foto 18. Atomizadores en la parte trasera

En el interior de esta nave se localizan los elementos esenciales para el riego por goteo, tales como los productos fitosanitarios, tanques de abonado, programador de riego, electroválvulas, sistema de filtrado, tanque de gasoil y todos los cuadros eléctricos necesarios para el funcionamiento. Todo este material fue afectado en la última inundación. Las fotos siguientes ilustran estos elementos:



Foto 19. Nave de riego: área suroriental



Foto 20. Marca en la pared del nivel del agua

2.3.7. Centro de transformación

En la esquina suroriental de la nave de riego se localiza el transformador de intemperie situado sobre un poste metálico, a cota del terreno 22,15 m. El cuadro eléctrico se sitúa a niveles más bajos, tal y como se reflejan en las fotos siguientes:

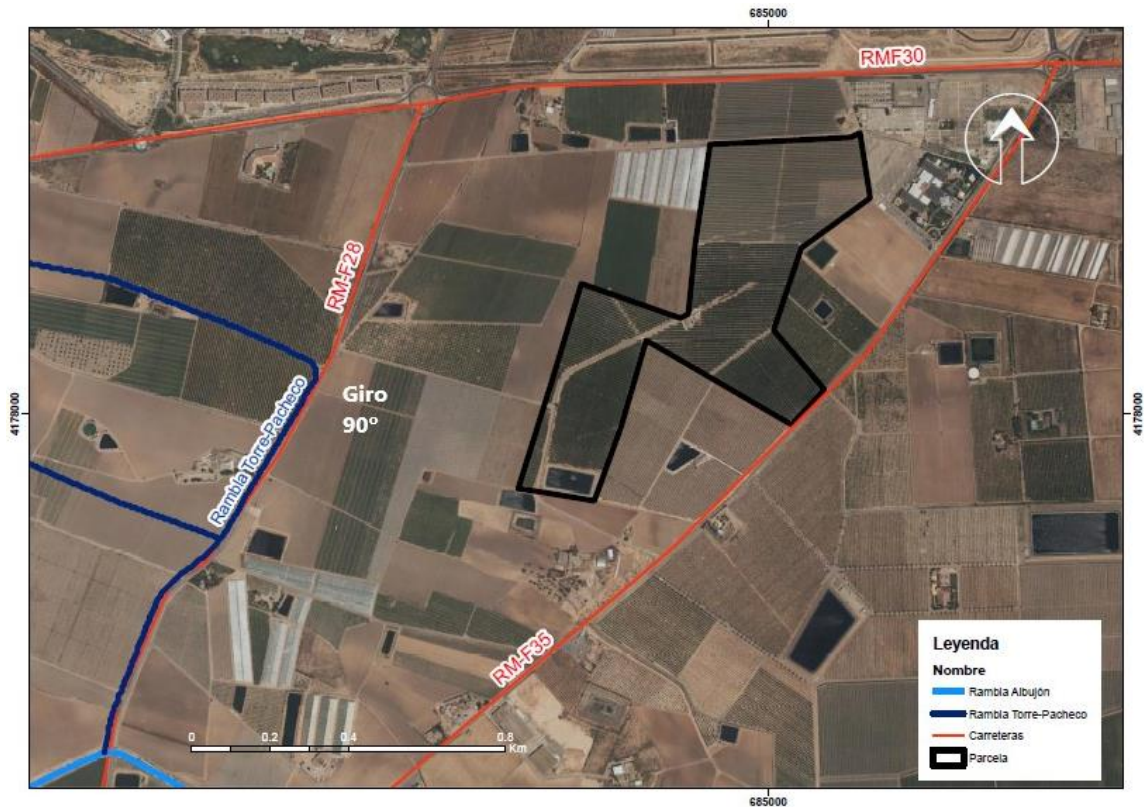


3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN

El riesgo principal de inundación lo constituye el desbordamiento de la rambla del Albuñón y de la rambla de Torre Pacheco. La gota fría de finales del verano o inicio de la primavera produce elevadas precipitaciones que dan lugar a importantes escorrentías con altas velocidades del flujo, que desbordan los cauces y generan inundaciones rápidas en el territorio.

La rambla de Torre Pacheco recoge la escorrentía de toda la ciudad de Torre Pacheco realizando a la altura de la explotación un giro de 90° en su trazado que provoca el desbordamiento de su cauce. La rambla continúa con una pendiente escasa, incluso con inclinaciones contrarias al flujo, generando elevaciones de la lámina de agua. Este hecho se ve agudizado por la insuficiente sección hidráulica de los pasos inferiores a la carretera RM-F28.



Mapa 7. Esquema desbordamiento de la rambla Torre Pacheco

En las siguientes fotos se puede observar el trazado de la rambla junto a la carretera y la escasa pendiente que genera el estancamiento del agua.

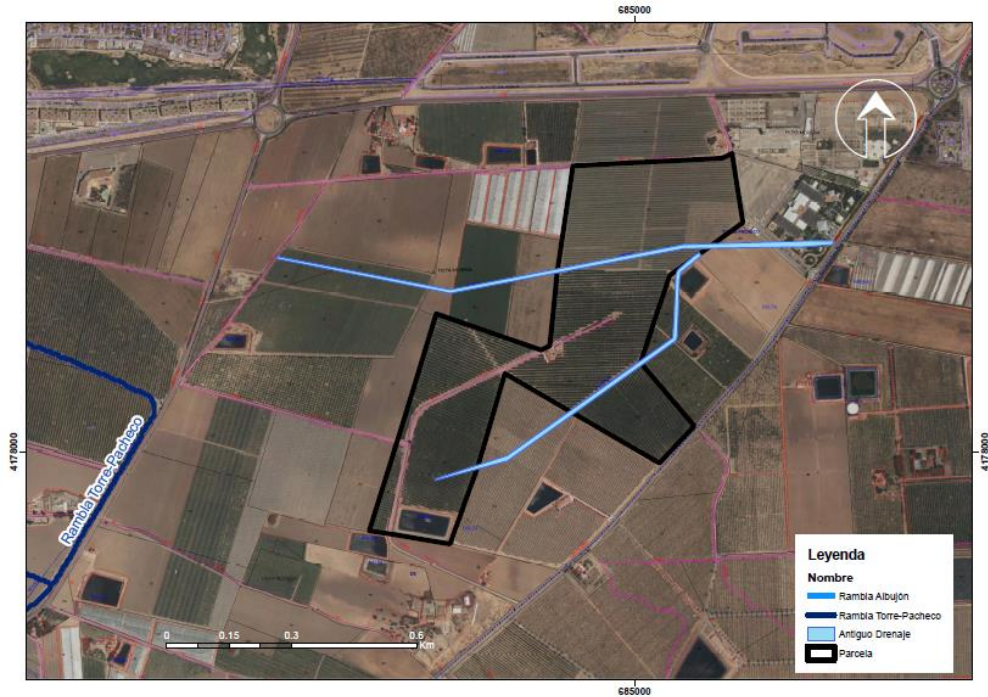


Foto 24. Giro de 90º en la rambla de Torre Pacheco



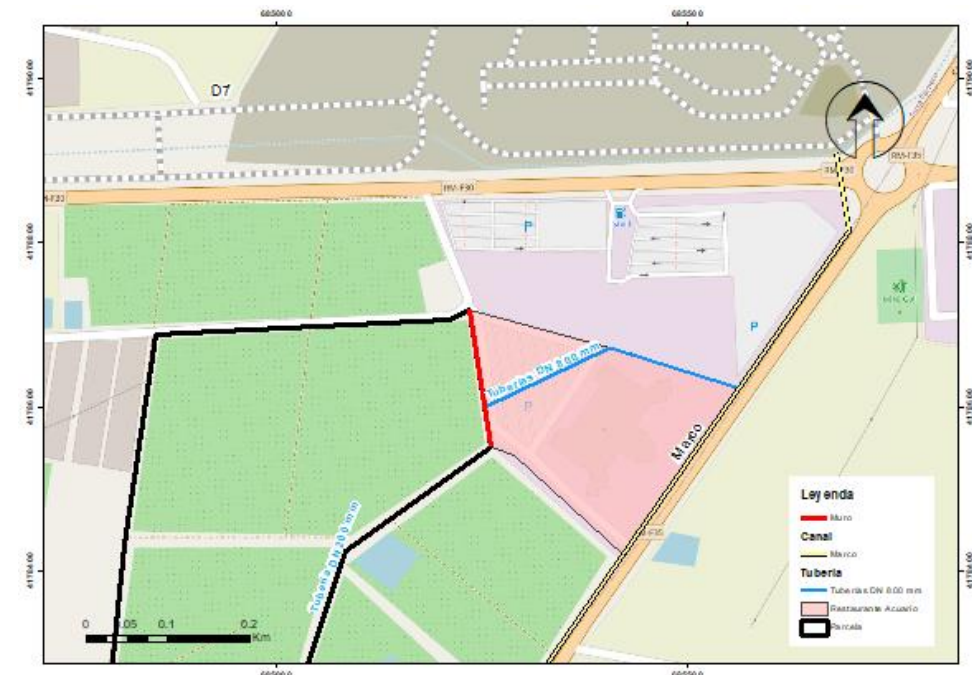
Foto 25. Sección del paso inferior a RM-F28

Según indicaciones del titular y la parcelación del catastro, anteriormente existía un canal abierto que cruzaba las parcelas contiguas y la propia explotación y que permitía el drenaje de los caudales de avenida. En el mapa siguiente se puede observar el antiguo trazado de la red de drenaje según datos del catastro.



Mapa 8. Antiguo drenaje. Canal abierto según catastro y desagüe modificado

En el límite noreste de la explotación, como consecuencia del muro de hormigón de 3 m de altura que la separa del restaurante “Acuario”, se produce una acumulación de las aguas de escorrentía. En esa zona existe un drenaje formado por dos tuberías de 800 mm que conectan por debajo del aparcamiento del restaurante con el sistema de drenaje exterior. La capacidad de desagüe no es suficiente para evacuar los caudales asociados a los periodos de retorno T100 y T500.

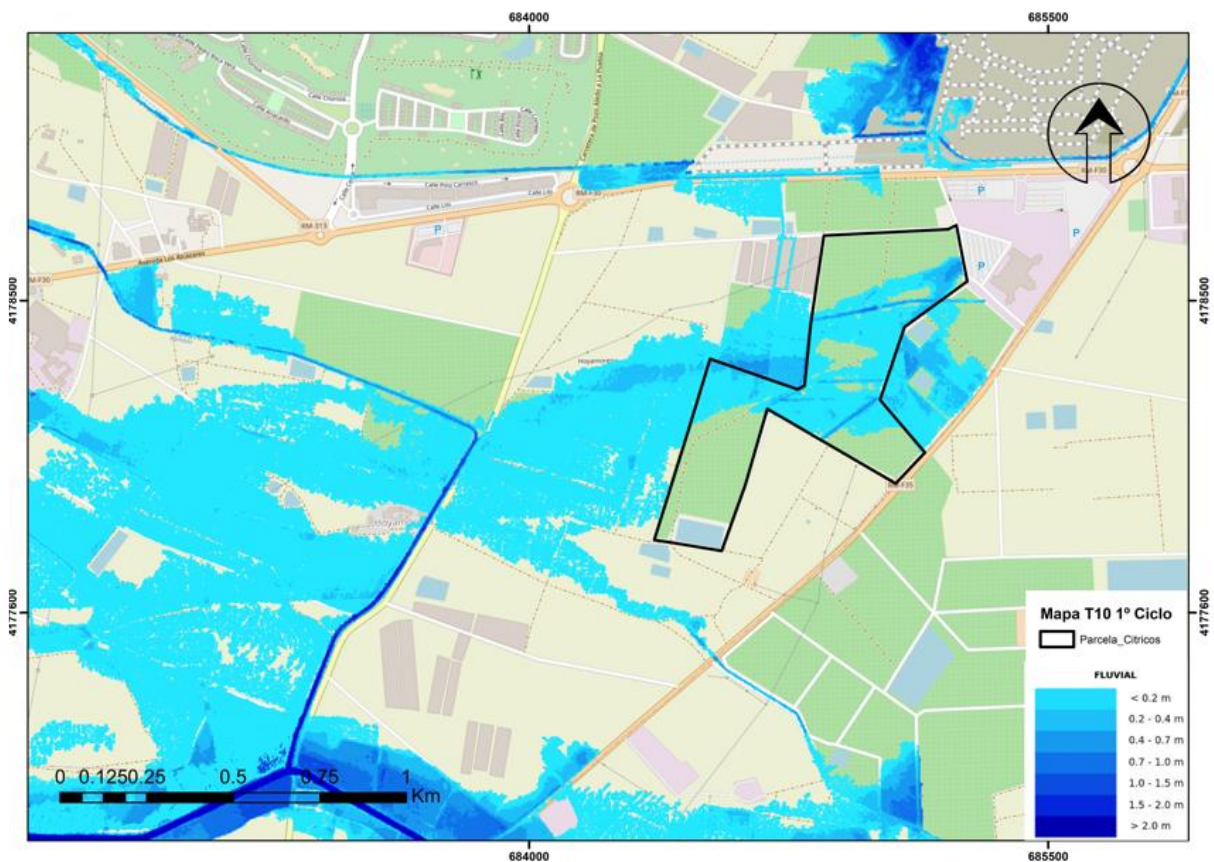


Mapa 9. Muro perimetral en la linde con la parcela contigua

Como agravantes en lo descrito hay que incluir que el nivel freático de la zona se encuentre cercano a la superficie y que los suelos son de baja permeabilidad. Esto limita más aún la capacidad de drenaje del conjunto y aumenta el riesgo de asfixia radicular de los árboles.

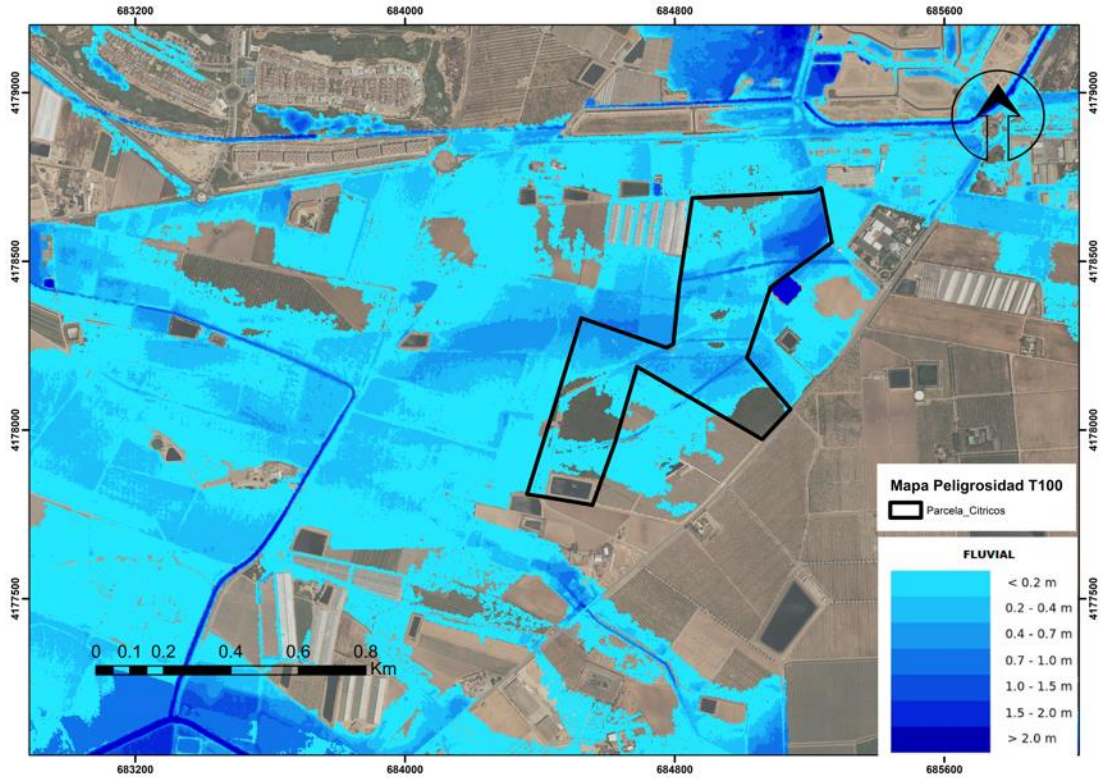
En opinión del titular, los eventos de inundación han ido aumentando en afección y ocurrencia en las últimas décadas, pasando de ser excepcionales a ocurrir prácticamente con una frecuencia anual.

Según el SNCZI, la explotación se encuentra en zona inundable para T10, T100 y T500. Para el periodo de retorno de mayor probabilidad (T10), la inundación afecta casi al 40% de la superficie ocupando las naves y parte del cultivo. El sistema de drenaje actual sería capaz de desaguar completamente la inundación, esperando una altura máxima de 0,40 m.

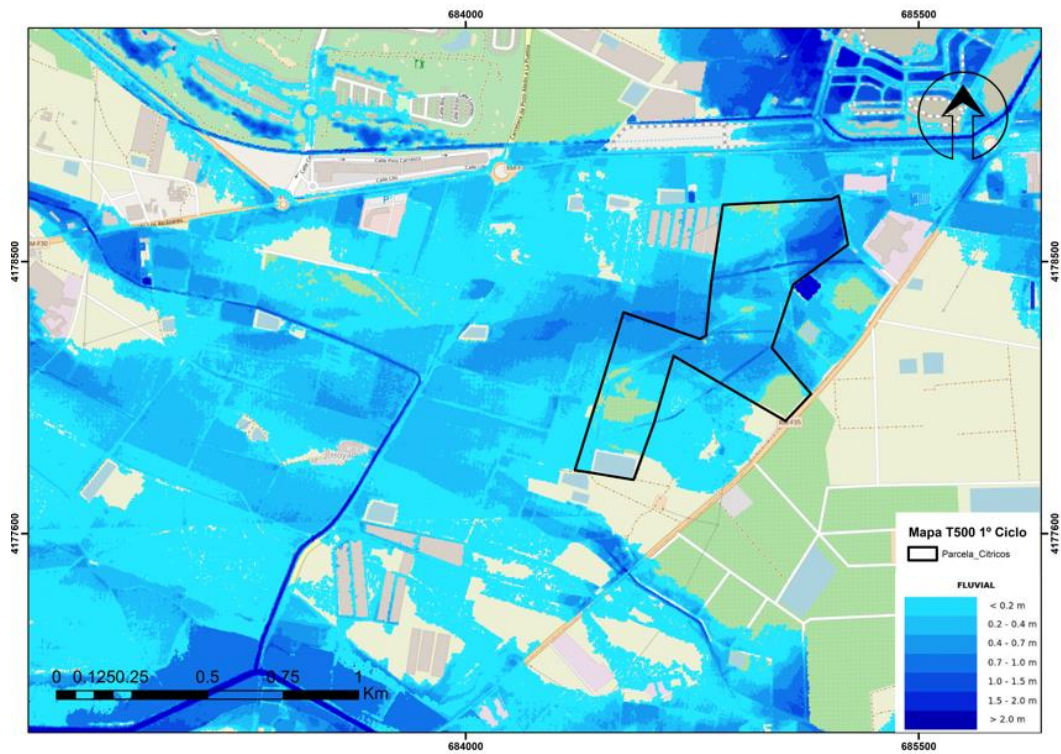


Mapa 10. Mapa peligrosidad por inundación T10 1ºCiclo

Para eventos de precipitación extremos (T100 y T500), la afección prácticamente es total, con calados de 1,40 y 1,60 m en el muro que linda con el restaurante Acuario. La inundación permanece mucho tiempo y ni el sistema de drenaje consigue desaguar el volumen de agua acumulado ni los bombes instalados impulsan un caudal suficiente para evitar la asfixia radicular de los cítricos.



Mapa 11. Mapa peligrosidad por inundación T100 1º Ciclo



Mapa 12. Mapa peligrosidad por inundación T500 1º Ciclo

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES, ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE SE VERÍAN AFECTADOS POR LAS INUNDACIONES

Los elementos fundamentales que podrían verse afectados por las inundaciones son los siguientes:

- **Pérdida de los cultivos.** El principal activo de la explotación es el conjunto de 36,13 ha de cítricos. En función de la intensidad de las inundaciones se puede perder una parte de la cosecha o la totalidad de la misma. La principal causa de pérdidas en las cosechas es el encharcamiento y la consiguiente limitación en el correcto funcionamiento de los procesos químicos de adsorción de nutrientes. En la tabla siguiente se muestran los diferentes grados de afección en el arbolado cítrico por inundación.

Nivel de daño	Definición del daño
Leve	Árboles con hasta un 20% de hojas afectadas
Moderado	Árboles con más del 20% de hojas afectadas
Grave	Daños en la mayor parte de las ramas del año. Afectadas ramas de dos o más años (menores 7 cm de diámetro)
Muy Grave	Daños en ramas mayores a 7 cm y troncos

En la inundación de 2019 todos los árboles se encontraban en el momento de crecimiento y maduración de las frutas. Se prolongó durante una semana con calados de hasta 2 m y provocó la caída de la totalidad de los frutos que permanecieron en contacto con el agua. Las cosechas de los años 2019 y 2020 se perdieron completamente y durante la visita se observó que los árboles siguen afectados y, según informa el propietario, menos del 50% de los cítricos darán frutos en 2021.

- **Red de riego y red de drenaje.** A la intemperie y a lo largo de la parcela se encuentran las conducciones primarias de riego y la distribución de riego por goteo. Para todos los periodos de retorno estudiados se producirían daños de diferente magnitud en las líneas de goteo y en las válvulas y entronques de cada línea.
- **Edificaciones y elementos necesarios para el riego.**

En el edificio de la **desaladora**, al encontrarse fuera de servicio desde el año 2017, los daños más significativos se podrían producir en la estructura del edificio. Actualmente se dispone de barreras temporales desmontables de aluminio de 0,85 m de altura. El interior del edificio no se vería afectado por los calados de ninguna de los tres periodos de retorno considerados (T10, T100, T500).

En la **nave de riego** se emplazan el pozo de bombeo para riego, los productos fitosanitarios, los abonos, las electroválvulas eléctricas y mecánicas, el sistema de filtrado, el tanque de gasoil y los cuadros eléctricos. Actualmente se dispone de barreras temporales desmontables de aluminio para los portones, pero no para las puertas secundarias. El interior de la nave está protegido frente a alturas de agua inferiores a 0,85 m en la entrada principal pero no en las puertas secundarias. Por lo tanto, el interior de la nave está solo parcialmente protegido. Las alturas esperables en las naves según el SNCZI son inferiores a 1 m para T10, T100 y T500.

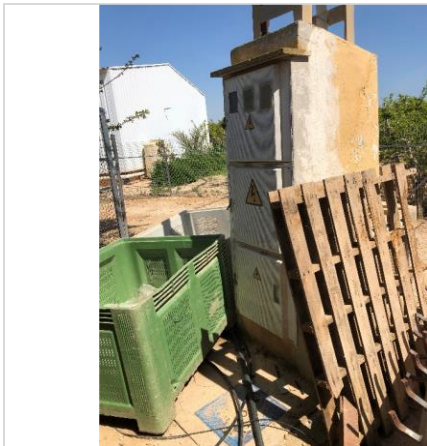


Foto 26. Cuadros eléctricos del transformador



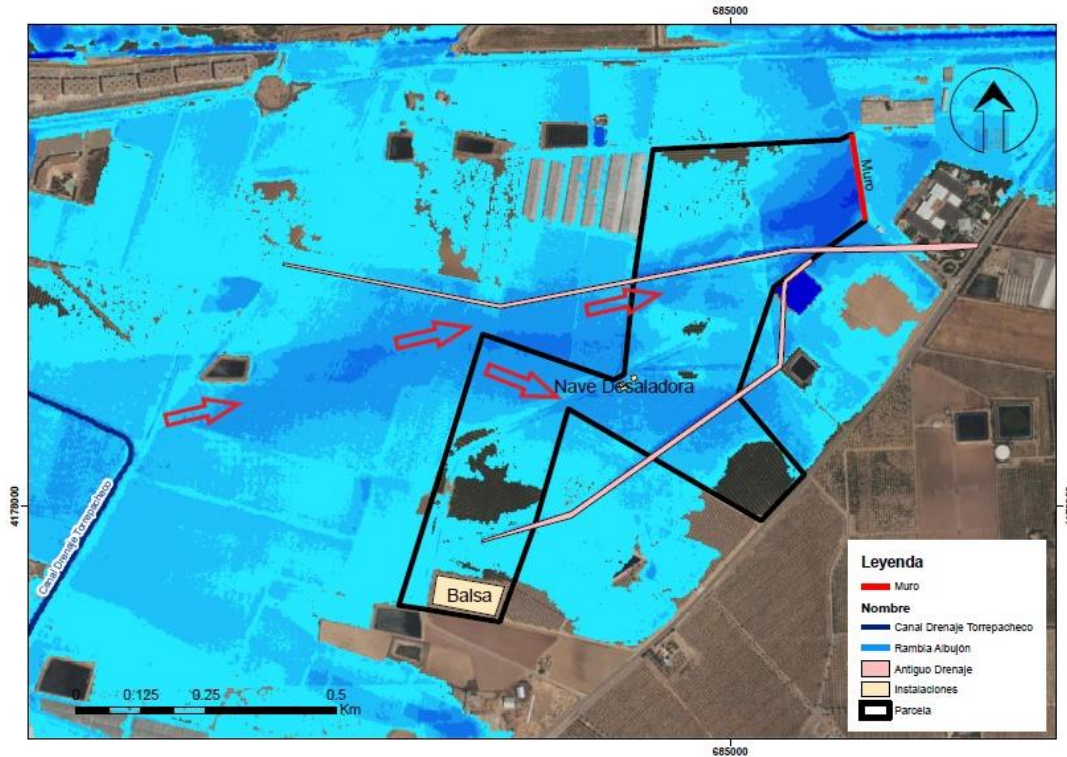
Foto 27. Cuadros eléctricos dentro de la nave de riego

La parte sur de la **nave principal** se encuentra techada y alberga los depósitos de fertilización y los depósitos de gasoil que se encuentran elevados. Los atomizadores se sitúan a la intemperie y podrían llegar a sufrir daños en los eventos más extremos. También, en la esquina suroriental de la nave, exterior a las parcelas, se localiza a ras de suelo el cuadro eléctrico de un transformador que, en caso de inundación para periodos de retorno T100 y T500, quedaría totalmente inservible.

Los cítricos están protegidos mediante **cortavientos y mallas antiparasitarias** a los que, para los periodos de retorno T100 y T500, la fuerza del agua podría provocar daños, siendo necesaria su reposición. También podrían verse afectados los caminos interiores de zorra para periodos de retorno T100 y T500.

3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA

El flujo de entrada se concentra en la zona por la que antiguamente discurría un canal de drenaje de las parcelas. El agua avanza afectando a las naves y al arbolado cercano y cuando alcanza el muro situado en la zona más deprimida -noreste de la explotación- se produce una sobreelevación del nivel provocando los mayores daños. La balsa de riego no sufre daños al encontrarse en el punto más alto.



Mapa 13. Puntos de entrada del agua a la parcela

Tras la DANA de 2019, el titular adquirió compuertas de sellado anti-inundación para evitar los daños en el interior de las naves. Sin embargo, la nave de riego consta de tres puertas adicionales que no tienen medidas de adaptación implementadas por los que podría entrar el agua en caso de inundación.

Según datos del SNCZI, la altura máxima de inundación para T500 en las naves es de 0,7 metros, por lo que se descartan las ventanas como puntos de entrada.



Foto 26. Posibles puntos de entrada del agua a la nave de riego (Puerta muros norte)



Foto 27. Posibles puntos de entrada del agua a la nave de riego. Puertas

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES

4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES

En los últimos 50 años se han producido más de 5 episodios de inundación por el desbordamiento de la rambla de Torre Pacheco. En el último, asociado con la DANA de 2019, se alcanzaron calados superiores a los 2 m en la zona de menor cota de la parcela y se prolongó la inundación durante una semana. El resto de los episodios de inundación fueron de menor envergadura (asimilables a periodos de retorno igual o menores a la T10) y ocasionaron daños de menor cuantía.

Tras la inundación de 2019, el titular de la explotación implementó una serie de medidas y sistemas de protección para disminuir los daños en futuras inundaciones. Al no haberse producido ninguna inundación con posterioridad a esa fecha no se ha podido contrastar la eficacia de estas medidas implementadas. Éstas fueron las siguientes:

1. **Instalación de barreras temporales anti-inundación en las dos naves.** Se adquirieron compuertas desmontables de 3 x 0,85 m. Esta medida debería impedir la entrada del agua por los portones principales incluso para inundaciones poco frecuentes (T500). Según los calados del SNCZI, la altura máxima de inundación para T500 en las naves sería de 0,7 m. Para las puertas secundarias de la nave de riego no se adquirieron compuertas de esta tipología.



Foto 28. Compuertas de sellado anti-inundación para los portones de la nave de riego



Foto 29. Compuerta anti-inundación desaladora

2. **Sobreelevación de la cota de los dos depósitos de agua y de los depósitos de fertilizantes** mediante plataformas de 1,5 m de altura. Esta sobreelevación debería proteger frente a todos los escenarios de inundación al situarse por encima de la altura máxima esperable para la T500.

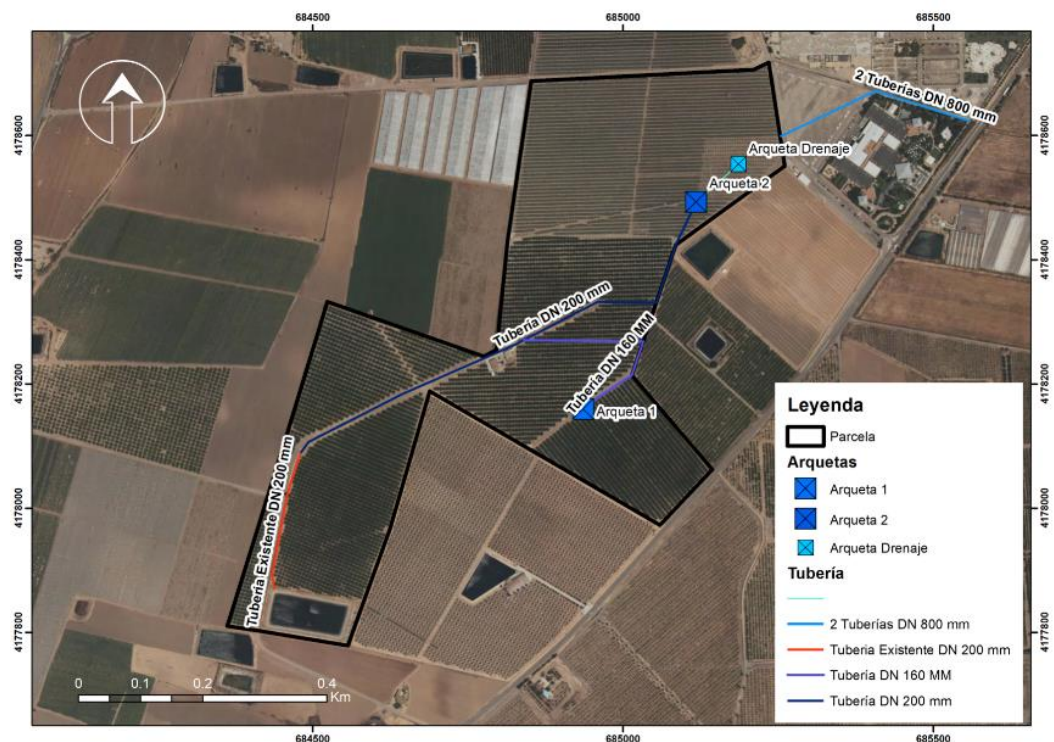


Foto 30. Depósitos de agua sobreelevados



Foto 31. Depósitos de fertilizantes sobre-elevados

- Bombas de achique.** Se han instalado dos bombas de achique de agua de pluviales en las zonas donde se producen los mayores calados. Para ello, se han construido dos arquetas de hormigón armado con rampas de decantación en las que se han instalado bombas sumergibles para aguas pluviales con acometida eléctrica e instalación de una tubería de elevación hasta la balsa de riego. En el mapa siguiente se puede observar su localización espacial.

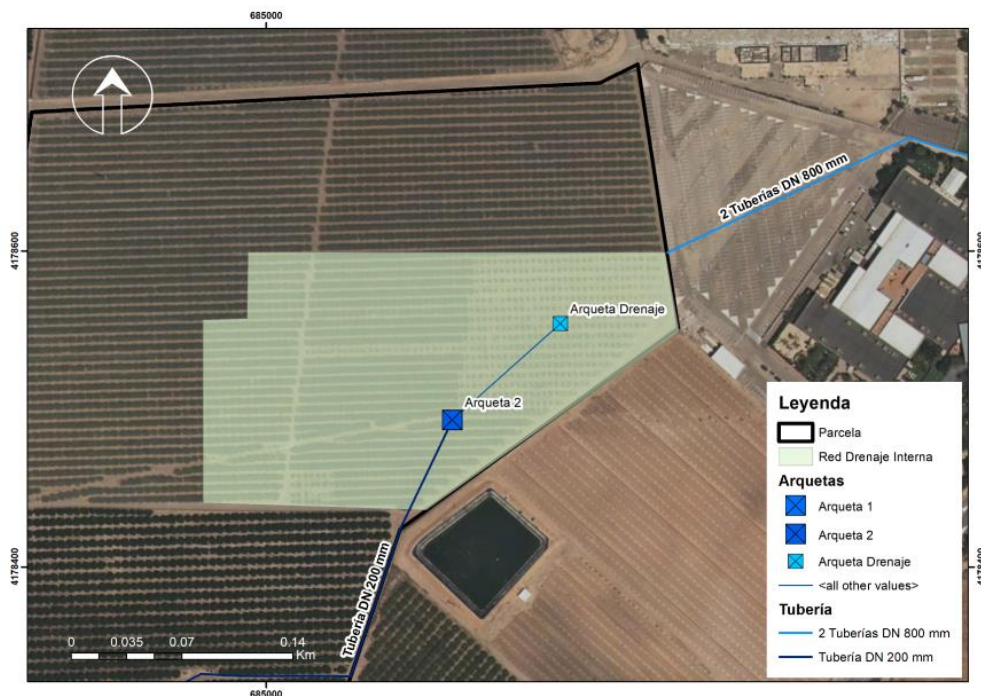


Mapa 14. Sistema de drenaje adoptado tras la inundación de 2019

El caudal de impulsión de las bombas permite reducir el tiempo de encharcamiento para eventos de baja intensidad, pero no es suficiente para evitar inundaciones de gran calado.

- Mejora del drenaje** en una superficie aproximada de 3,5 ha mediante la instalación de una red de drenaje y arqueta de recogida en la zona con mayor riesgo de inundación de la finca. Está formada

por tuberías de drenaje de PE doble capa de \varnothing 250 mm para las tuberías principales y \varnothing 200-160 mm, para ramales. Para su instalación se han realizado zanjas de 0,6 x 1,5 m en las calles del arbolado.



Mapa 15. Área de drenaje interno

El drenaje interno se ha ejecutado en la zona con mayor afección de la explotación y, al igual que la medida anterior, sólo se espera que sea eficaz frente a inundaciones de bajo periodo de retorno.

5. **Modificación de las pendientes de caminos perimetrales de acceso a la finca.** Se les ha dotado de pendiente hacia la dirección del flujo con captaciones de aguas pluviales. La medida facilita el flujo dentro de la explotación aumentando la eficacia de las bombas de achique y drenaje interno.



Foto 32. Sistema de drenaje superficial en canal (bombeo)



Foto 33. Sistema de drenaje enterrado y colocado en zanjas drenantes de grava

6. **Reforzamiento de los caminos internos de la finca.** A unos 1.700 m de caminos interiores se les ha dotado de una nueva estructura del firme constituida por una capa de base de suelo seleccionado de 40 cm de espesor, sobre la que se colocó una capa de zahorra artificial compactada de 15 cm. La naturaleza de estos áridos -procedentes de residuos de hormigón- proporciona una adecuada resistencia frente a las aguas.

4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS EN VIGOR

El titular dispone de seguros agrarios que cubren parcialmente las eventuales pérdidas por inundación. Concretamente, se tiene contratado el módulo 2 de Agroseguro que cubre la producción de la finca con una franquicia del 20%. La póliza sólo cubre 19,71 ha de Naranja Valencia Late (aprox. el 54% de la producción anual). Los mandarinos, a pesar de ser el cultivo que más afectado se ve por las inundaciones, no se encuentran asegurados.

También se dispone de un seguro con cobertura de daños eléctricos en equipos de riego y elementos accesorios. Recientemente la cobertura se ha ampliado a los cortavientos y mallas antiparasitarias.

4.3. PLAN DE EMERGENCIA

La explotación cuenta, desde el mes de agosto de 2020, con un *Protocolo de Actuación en caso de inundación*. El titular se apoya en los diferentes sistemas de previsión y alerta hidrológica (SAIH Segura) y meteorológica (AEMET) así como en Protección Civil.

Asimismo, el titular informa que el personal de la explotación está preparado para actuar de acuerdo a los protocolos establecidos.

5. CARACTERIZACIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA EXPLOTACIÓN FRENTE A LOS EFECTOS DE LAS INUNDACIONES

La resiliencia de la explotación se ha evaluado a partir del formulario de auto chequeo rellenado por la empresa y contrastado *in situ* mediante un diálogo con el propietario.

La resiliencia se evalúa en cinco apartados:

- El bloque 1 evalúa el grado de identificación del riesgo de inundación. El propietario conoce su nivel de riesgo y sabe cómo acceder a las fuentes de información oficiales sobre predicciones meteorológicas e hidrológicas y también a la cartografía de zonas inundables.
- El bloque 2 alude al diagnóstico de los posibles daños producidos por las inundaciones. El propietario conoce las causas de las avenidas, los mecanismos por los que el agua entra en sus tierras, así como los activos que se ven afectados. Dispone de un inventario detallado de los bienes que hay en su explotación y el efecto que podría tener una inundación sobre estos elementos.
- El bloque 3 analiza las medidas de prevención, protección y preparación. Tras la inundación de 2019 se han implementado medidas de adaptación a la inundación. Concretamente, dos bombeos de achi-

que hasta la balsa de riego, mejora en la instalación de drenaje interno, adquisición de barreras temporales para los portones de las naves, sobreelevación de depósitos y modificación de las pendientes de caminos perimetrales de acceso a la finca.

- El bloque 4 valora el conocimiento y el uso de las pólizas de seguros que cubren los activos de la explotación agrícola. La explotación cuenta con un seguro, concretamente de Agroseguro, pero la cobertura no alcanza toda la superficie de la explotación. Se dispone de la información del seguro de las naranjas y de los equipos eléctricos.
- El bloque 5 evalúa la actuación en caso de emergencia. La explotación cuenta con un *Protocolo de Actuación en caso de inundación* en el que se definen las actuaciones que se deben acometer en caso de avenida, tanto antes como después de las inundaciones, para minimizar los daños de la explotación. En el plan no se desarrolla un protocolo de protección de las personas presentes en la explotación.

En base a estos cinco bloques se ha elaborado el gráfico resumen que representa la resiliencia de la explotación. De un modo sintético, el nivel de concienciación y preparación del titular de esta explotación es alto.

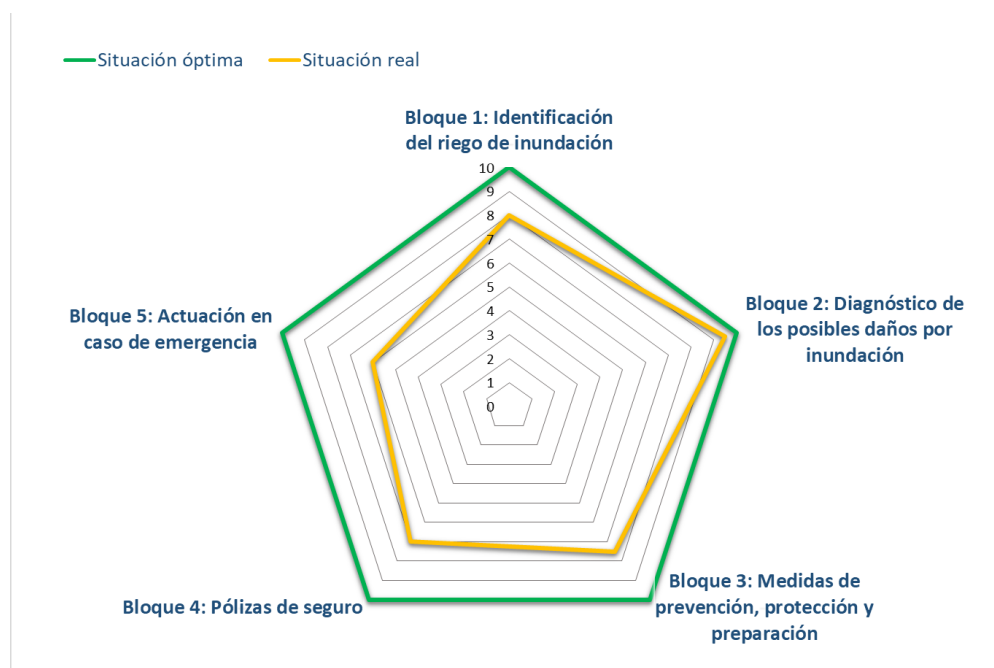


Gráfico 1. Caracterización de la resiliencia de la explotación frente a las inundaciones

La resiliencia de la explotación agrícola ante las inundaciones ya ha experimentado un primer impulso por cuenta del titular tras haber implementado un conjunto de medidas de adaptación similares a las que se proponen en la *Guía*. Al no haberse producido ninguna inundación posterior a la adopción de estas medidas no se ha podido contrastar la eficacia de éstas.

6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

El titular es consciente del riesgo de inundación que tiene la explotación. De hecho, antes de este diagnóstico, el propietario ya realizó un análisis de los activos prioritarios a preservar y de las medidas de autoprotección más adecuadas. Para T100 y T500 las inundaciones afectan prácticamente a la totalidad de la superficie. Para la T10, hasta el 40%. Las inundaciones afectan al conjunto del arbolado - con diferentes alturas de agua-, que es el activo más valioso de la explotación junto con los elementos ubicados en el interior de la nave de riego. Por este motivo, las medidas implementadas por el titular se orientaron, por un lado, a reducir el tiempo de permanencia de la inundación y, en consecuencia, evitar la asfixia radicular de la plantación y, por otro, a evitar la entrada de agua en la nave de riego y en la desaladora. También se mejoró la resistencia de una parte de los caminos interiores mediante la mejora de la estructura del firme.

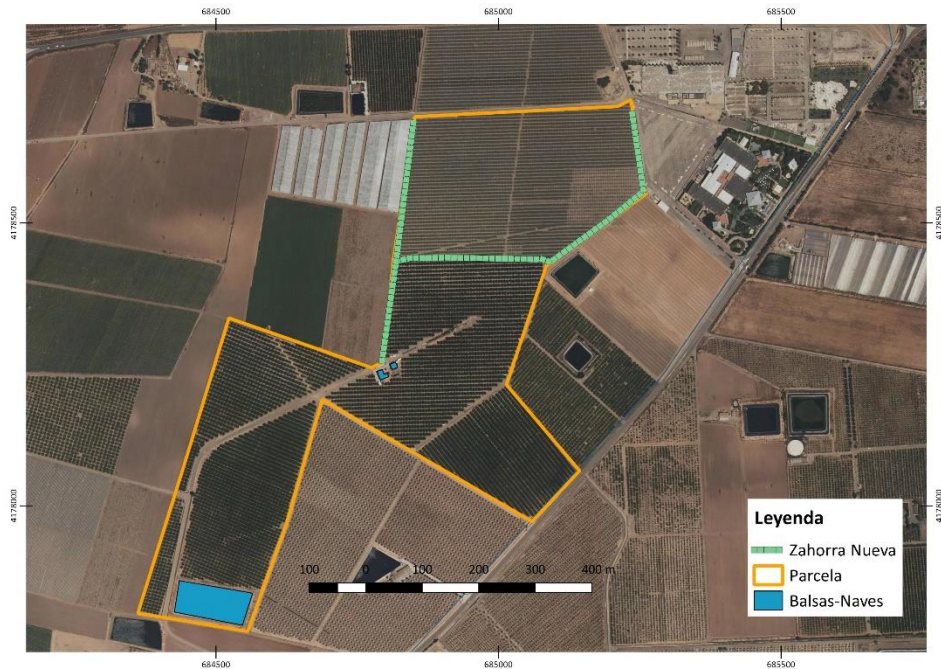
No obstante, aún quedan algunos bienes susceptibles de ser afectados por próximos episodios. Asimismo, existe un margen de mejora de la cobertura del seguro agrario para incluir la producción de mandarinos que, incluso encontrándose en la zona de mayor afección, no se encuentra asegurada aún.

En cuanto a la solución adoptada para aumentar la capacidad de drenaje de la explotación, sólo se focalizó en el trazado de los cursos de escorrentía a su paso por el interior de la parcela.

6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN

Las medidas de autoprotección adicionales que se proponen van dirigidas a proteger algunos elementos que aún permanecen en riesgo y a mejorar la cobertura del seguro agrario. Son las siguientes:

- 1) Elevación del cuadro eléctrico del transformador.** Se propone su elevación desde el nivel del suelo. La elevación iría acompañada de una escalera y plataforma de tramex para permitir el acceso en la nueva cota.
- 2) Instalación de compuertas desmontables** en las puertas secundarias de la nave de riego.
- 3) Mejora de los caminos interiores de la explotación** mediante el reafirmado con capas de material granular resistente a las inundaciones. En el mapa siguiente se puede observar la distribución espacial de los tramos de caminos interiores sobre los que no se actuó después de la inundación de 2019 y que se propone reacondicionar:



Mapa 16. Caminos interiores no protegidos

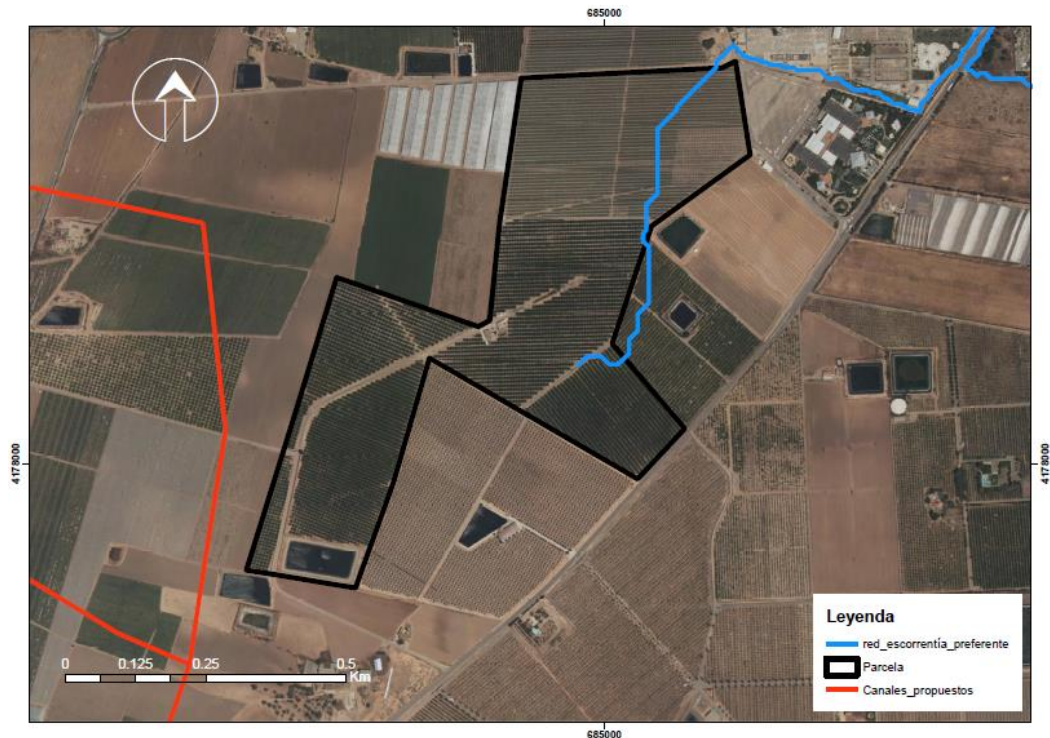
- 4) **Mejorar la cobertura de los seguros.** Análisis de la ampliación de la cobertura a la totalidad de la explotación, incluyendo los mandarineros.
- 5) **Revisar el Plan de Emergencia.** Dado que alguna maquinaria (entre ella, la cisterna con los atomizadores) se aparca en zonas inundables convendría incluir en los procedimientos de respuesta a las inundaciones, el traslado del parque móvil de la explotación a las zonas más elevadas de la explotación y donde los calados son mínimos.

6.2. OTRAS MEDIDAS

Existen otras medidas que podrían disminuir la vulnerabilidad de esta explotación agrícola pero que no dependen únicamente de la decisión del titular. De forma más directa o indirecta, todas ellas se focalizan en mejorar el drenaje tanto de la explotación como de la zona.

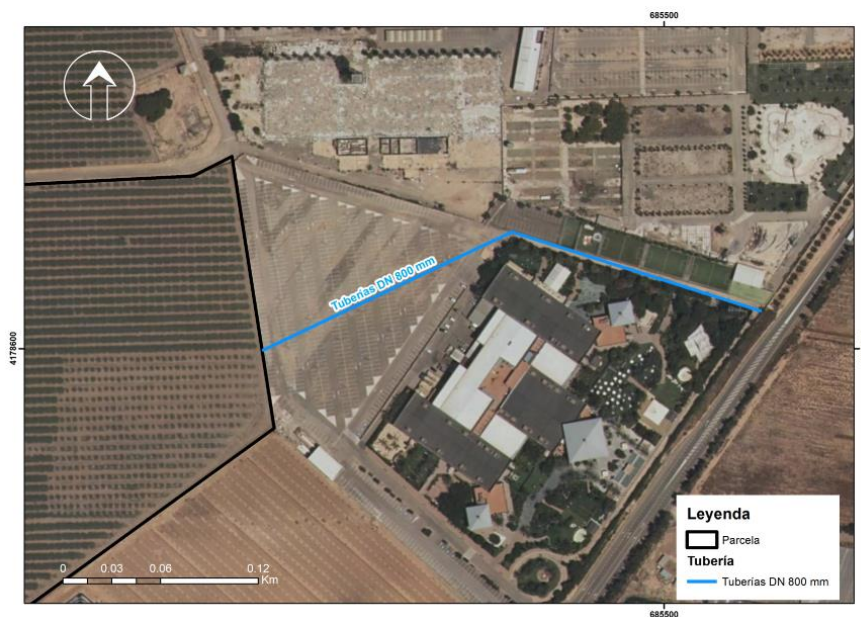
Después de las inundaciones ocurridas en 2019, la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena suscribió un convenio con la Universidad Politécnica de Cartagena para la caracterización hidráulica de su red de drenaje y hacerla más resiliente a la erosión hídrica y a la retención de sedimentos.

Como resultados del estudio figura una propuesta de red de drenaje, que debe ser validada con los propietarios de las parcelas anexas y que debe ser completada con estudios de ingeniería de detalle. Tal y como se puede observar en el mapa adjunto, la red de escorrentía preferente propuesta en el estudio para el entorno de la Finca Hoya Morena coincide sensiblemente con los drenajes realizados por el titular, salvo en la parte final de la finca:



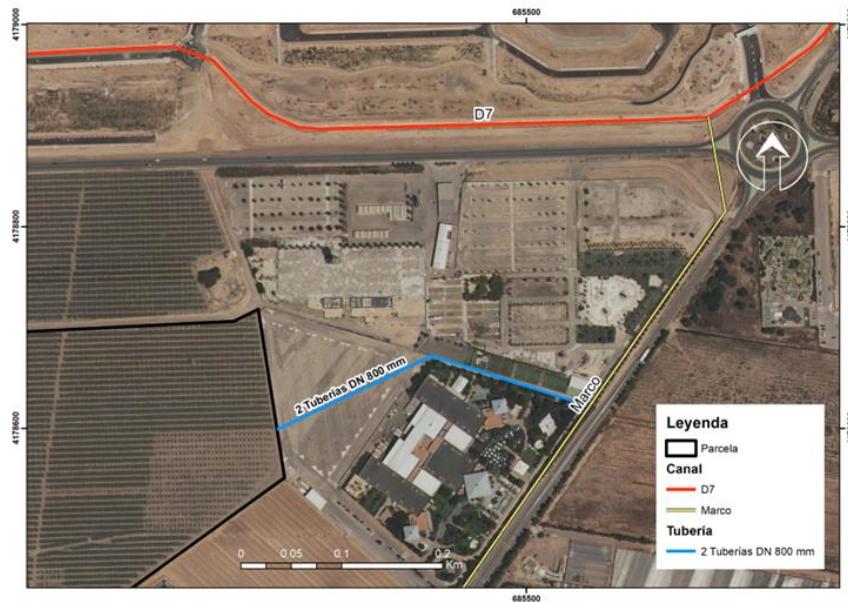
Mapa 17. Red de escorrentía preferente propuesta por la UPCT en el entorno de la finca Hoya Morena

Actualmente la explotación agrícola no tiene la capacidad suficiente para evacuar en un tiempo suficiente que no afecte a los cultivos, las avenidas para periodos de retorno de T100 y T500. Para mejorar esa capacidad podrían construirse dos nuevos tubos de \varnothing 800 mm junto a los dos existentes que conecten con el marco exterior hacia el D-7. El trazado de estos dos nuevos tubos excedería los límites de la explotación y afectaría a otras parcelas vecinas.



Mapa 18. Aumento de sección de drenaje de la explotación mediante instalación \varnothing 800 mm

Complementariamente a la construcción esos dos nuevos tubos de \varnothing 800 mm cabría plantearse mejorar también el drenaje del marco de 2 x 1,2 m en el que desaguan. Este marco desemboca en el canal de drenaje de riegos D-7 y su gestión corresponde a la CHS. Este canal es trapecial y tiene una gran sección y pendiente y fue recuperado y mejorado tras la inundación de 2019 por la CHS.



Mapa 19. Situación actual del drenaje de la parcela

Para valorar la idoneidad de estas otras medidas se ha efectuado una inspección visual en las infraestructuras afectadas concluyéndose lo siguiente:

- La embocadura de las dos tuberías de \varnothing 800 mm de salida de la finca y cuyo trazado atraviesa el aparcamiento del restaurante “Acuario” (en color azul en el mapa anterior) no está obstruída y se conserva seca. El tramo inicial observado se mantiene libre de obstáculos.
- Estas tuberías entroncan con el marco enterrado (color amarillo en el mapa anterior) que va drenando las parcelas situadas en su ámbito de actuación. Se ha podido observar un tramo descubierto, aguas arriba de su confluencia con el drenaje D-7. En este tramo, el marco presenta un determinado nivel de agua (ver la Foto 34 y la Foto 35) motivado por la presencia de una reja metálica que se encuentra parcialmente obstruída por sólidos flotantes.
- Este marco desemboca en el canal de drenaje D-7. Tal y como se observa en la Foto 36 este canal tiene una elevada capacidad de desagüe y se mantiene totalmente seco.



Foto 34. Marco que une el drenaje de la parcela y el Canal de drenaje D7. Vista hacia aguas arriba



Foto 35. Marco que une el drenaje de la parcela y el Canal de drenaje D7. Vista hacia aguas abajo



Foto 36. Canal de Drenaje D7. Vista hacia aguas arriba



Foto 37. Obstrucción a la salida del marco al D-7

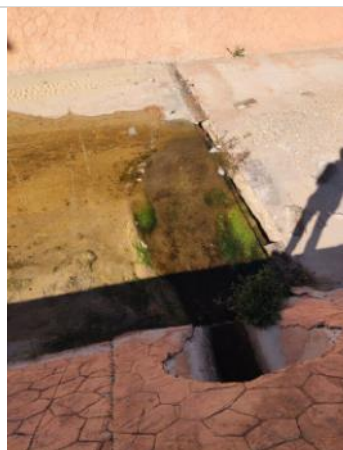


Foto 38. Vertido del marco al D-7

En cualquier caso, estas medidas -al no ser de autoprotección- exceden el alcance de este diagnóstico y, en caso de implementarse, corresponderá su valoración y puesta en marcha al Organismo de cuenca.

7. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE ALTERNATIVAS

En base a las circunstancias de la explotación y al grado de autoprotección que se puede alcanzar, a continuación, se determina cuáles de las medidas de autoprotección propuestas en el apartado 6.1 son más adecuadas y cómo se podrían agrupar para conseguir diferentes niveles de disminución de riesgo de inundación.

Las medidas de autoprotección pueden agruparse de diferente forma. A cada uno de esos agrupamientos se le considerará una alternativa diferente. Todas las alternativas planteadas serán objeto de un análisis de beneficio/coste para evaluar su rentabilidad y eficacia.

El resto de las medidas, las relacionadas en el apartado 6.2, no son objeto de este análisis porque no son de autoprotección y, por tanto, no dependen únicamente de la decisión del propietario para su implantación.

Para evaluar la eficacia de las alternativas propuestas se deben contraponer los daños esperados en la actualidad con los que cabría esperar una vez que las alternativas hayan sido implementadas.

La estimación del daño se cuantifica mediante el producto de “riesgo x recurrencia” donde se integran los daños frecuentes (los asociados a inundaciones con periodos de retorno de 10 años) con los más infrecuentes (los provocados por inundaciones con periodos de retorno de 100 y 500 años). Esto es importante porque, aunque las inundaciones sean un fenómeno de carácter imprevisible, se basan en la probabilidad. Por ello, en un periodo largo de tiempo es altamente probable que se produzcan inundaciones con la frecuencia e intensidad calculadas.

7.1. ANÁLISIS DE DAÑOS POR ALTURA DE AGUA EN SITUACIÓN DE PARTIDA

De acuerdo con la metodología propuesta en la *Guía*, para realizar el estudio de alternativas se deben primero fijar los costes estimados de las inundaciones en un horizonte temporal que se fija en 30 años, en la situación actual, sin considerar ninguna de las medidas de autoprotección propuestas.

Los activos que se consideran susceptibles de seguir sufriendo daños son el conjunto del arbolado, las dos naves, los invernaderos y cortavientos, la maquinaria y los caminos. La asfixia radicular del arbolado representa el coste más importante. La valoración de daños sólo se realizará para estos bienes.

Los precios unitarios considerados han sido extraídos de la valoración económica de los daños que aparecen en los informes periciales realizados tras la inundación de 2019.

De acuerdo con la metodología de la Guía del CEDEX se puede establecer una tabla de costes asociada a una inundación, la reparación y restitución de esos activos. Se consideran los escenarios de periodo de retorno de 10, 100 y 500 años. En base a estos periodos de retorno se estimarán los porcentajes de afección para cada bien de la explotación agraria.

A cada uno de estos escenarios se les asocia un calado o nivel de agua característico medido en el punto más castigado por las inundaciones según los mapas del SNCZI:

Tabla 2. Nivel de agua de la explotación según el periodo de retorno

Periodo retorno (años)	Nivel de agua (m)
10	0,4
100	1,4
500	1,6

Combinando estos escenarios con su probabilidad de ocurrencia, mediante la fórmula de cálculo de daño incremental recogida en la Guía, se puede calcular el daño medio anual y el daño acumulado en 30 años. Los daños totales que se producen para la avenida de 5 años se consideran nulos.

Tabla 3. Daño anual y acumulado en 30 años. Situación actual

Periodo de retorno	Altura de agua (m)	Daño Incremental (€)
T5-T10	0,4	418
T10-T100	1,4	8.203
T100-T500	1,6	1.924
Daño medio anual		10.545
Pérdida 30 años		316.338

7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

A partir de las medidas de autoprotección propuestas en el apartado 6.1:

- 1) Elevación del cuadro eléctrico del transformador y colocación de unas escaleras de tramex.
- 2) Instalación de compuertas desmontables en las entradas secundarias de la nave de riego.
- 3) Mejora de los caminos interiores de la explotación mediante el reafirmado con capas de material granular resistente a las inundaciones.
- 4) Revisar el Plan de Emergencia. Se considera procedente incluir esta medida en todas las alternativas a valorar. Esta medida no requiere de ninguna inversión.
- 5) Mejorar la cobertura de los seguros. Análisis de la ampliación de la cobertura a la totalidad de la explotación, incluyendo los mandarinos.

Dado que la ampliación de la cobertura de seguros es una medida que requiere información detallada de la cobertura actual y de los posibles incrementos asociados a una nueva póliza, que son datos protegidos por el titular, no es posible incluirla en ninguna alternativa. Por este motivo, se plantean estas tres diferentes alternativas:

Alternativa 1. Protección de la explotación frente a las avenidas de T10

Esta alternativa consiste en la elevación del cuadro eléctrico, la instalación de compuertas temporales desmontables para impedir el paso del agua a la nave de riego y la mejora del firme de 180 m de los caminos situados a menor cota de la explotación.

Alternativa 2. Protección de la explotación frente a las avenidas de T100

Esta alternativa es igual a la anterior pero la longitud de los caminos a mejorar asciende a 545 m.

Alternativa 3. Protección de la explotación frente a las avenidas de T500

Esta alternativa es igual a la anterior pero la longitud de los caminos a mejorar es de 1.090 m.

7.3. ALTERNATIVA 1. PROTECCIÓN DE LA EXPLOTACIÓN FRENTE A LAS AVENIDAS DE T10

Incluye la elevación del cuadro eléctrico, la instalación de compuertas temporales desmontables para impedir el paso del agua a la nave de riego y la mejora del firme en 180 m de los caminos situados a menor cota de la explotación. La inversión asciende a 10.090 € que se distribuye de la siguiente forma:

- 3 barreras temporales desmontables tipo *floodgate* para evitar la entrada de agua a través de las puertas secundarias de la nave de riego: 0,80 x 0,90 m (ancho x alto) (3.099 €).
- Elevación del cuadro eléctrico del transformador (3.000 €).
- Mejora del firme de 180 m de camino interior de 3 m de anchura (3.991 €).

Para la T10 se considera que con estas medidas se evitará la entrada de agua en la nave de riego, se protegerá el cuadro eléctrico del transformador y se mejorará un tramo de los caminos interiores.

Periodo de retorno	Altura de agua (m)	Daño Incremental (€)
T10	0,40	68
T100	1,40	6.403
T500	1,60	1.608
Daño medio anual		8.079
Pérdida 30 años		242.358

La tabla siguiente recoge la relación beneficio/coste de esta alternativa 1:

Explotación finca Hoya Morena	Periodo de retorno		
	T=10	T=100	T=500
Altura de agua	0,40	1,40	1,60
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1			
2 barreras temporales tipo Floodgate (3.099 €)	10.090		
1 elevación del transformador (3.000 €)			
Remodelación de caminos interiores (3.990 €)			
DAÑOS ALTERNATIVA 1			
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	1.360	140.927	261.000
Daño residual incremental (€)	68	6.403	1.608
Daño anual medio (€)	8.097		
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	242.358		
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	23%		

Tabla 5. Relación Beneficio/Coste de la Alternativa 1

Explotación finca Hoya Morena	Periodo de retorno		
	T=10	T=100	T=500
Ratio Beneficio/coste	7,33		

7.4. ALTERNATIVA 2. PROTECCIÓN DE LA EXPLOTACIÓN FRENTE A LAS AVENIDAS DE T100

Al igual que la alternativa 1 incluye la elevación del cuadro eléctrico, la instalación de compuertas temporales desmontables para impedir el paso del agua a la nave de riego y la mejora del firme en 545 m de los caminos interiores situados a menor cota de la explotación. La inversión asciende a 18.071 € que se distribuye de la siguiente forma:

- 3 barreras temporales desmontables tipo *floodgate* para evitar la entrada de agua a través de las puertas secundarias de la nave de riego: 0,80 x 0,90 m (ancho x alto) (3.099 €).
- Elevación del cuadro eléctrico del transformador (3.000 €).
- Mejora del firme de 545 m de camino interior de 3 m de anchura (11.972 €).

Para la T100 se considera que con estas medidas se evitará la entrada de agua en la nave de riego, se protegerá el cuadro eléctrico del transformador y se mejorará un mayor tramo de los caminos interiores.

Tabla 6. Daño Incremental. Alternativa 2

Periodo de retorno	Altura de agua (m)	Daño Incremental (€)
T10	0,40	68
T100	1,40	5.458
T500	1,60	1.524
Daño medio anual		7.050
Pérdida 30 años		211.488

La tabla siguiente recoge la relación beneficio/coste de esta alternativa 2:

Tabla 7. Relación Beneficio/Coste de la Alternativa 2

Explotación finca Hoya Morena	Periodo de retorno		
	T=10	T=100	T=500
Altura de agua	0,40	1,40	1,60
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1			
3 barreras temporales tipo Floodgate (3.099 €)	18.071		
1 elevación del transformador (3.000 €)			
Remodelación de caminos interiores (11.972 €)			
DAÑOS ALTERNATIVA 1			
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	1.360	119.927	261.000
Daño residual incremental (€)	68	5.458	1.524
Daño anual medio (€)	7.050		

Tabla 7. Relación Beneficio/Coste de la Alternativa 2

Explotación finca Hoya Morena	Periodo de retorno		
	T=10	T=100	T=500
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	211.488		
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	33%		
Ratio Beneficio/coste	5,80		

7.5. ALTERNATIVA 3. PROTECCIÓN DE LA EXPLOTACIÓN FRENTE A LAS AVENIDAS DE T500

También como en las dos alternativas anteriores se plantea la elevación del cuadro eléctrico, la instalación de compuertas temporales desmontables para impedir el paso del agua a la nave de riego y la mejora del firme en 1.090 m de los caminos interiores. La inversión asciende a 30.044 € que se distribuye de la siguiente forma:

- 3 barreras temporales desmontables tipo *floodgate* para evitar la entrada de agua a través de las puertas secundarias de la nave de riego: 0,80 x 0,90 m (ancho x alto) (3.099 €).
- Elevación del cuadro eléctrico del transformador (3.000 €).
- Mejora del firme de 1.090 m de camino interior de 3 m de anchura (23.945 €).

Para la T500 se considera que con estas medidas se evitará la entrada de agua en la nave de riego, se protegerá el cuadro eléctrico del transformador y se mejorarán los caminos interiores.

Periodo de retorno	Altura de agua (m)	Daño Incremental (€)
T10	0,40	68
T100	1,40	5.458
T500	1,60	1.356
Daño medio anual		6.882
Pérdida 30 años		206.448

La tabla siguiente recoge la relación beneficio/coste de esta alternativa 3:

Tabla 9. Relación Beneficio/Coste de la Alternativa 3

Explotación finca Hoya Morena	Periodo de retorno		
	T=10	T=100	T=500
Altura de agua	0,40	1,40	1,60
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1			
3 barreras temporales tipo Floodgate (3.099 €)	30.044		
1 elevación del transformador (3.000 €)			
Remodelación de caminos interiores (23.945 €)			
DAÑOS ALTERNATIVA 1			
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	1.360	119.927	219.000
Daño residual incremental (€)	68	5.458	1.356
Daño anual medio (€)	6.882		

Tabla 9. Relación Beneficio/Coste de la Alternativa 3

Explotación finca Hoya Morena	Periodo de retorno		
	T=10	T=100	T=500
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	206.448		
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	35%		
Ratio Beneficio/coste	3,66		

7.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

La elección de la alternativa más adecuada vendrá de comparar el esfuerzo inversor, la relación de beneficio/coste y el porcentaje de reducción del daño conseguido en cada una de ellas. La tabla siguiente recoge esta comparación con los indicadores más significativos:

Tabla 10. Estudio beneficio/coste. Resultados comparativos

Escenario	Coste (€)	Reducción daño (%)	Ratio beneficio/coste
Alternativa 1	10.090	23,39	7,33
Alternativa 2	18.071	33,14	5,80
Alternativa 3	30.044	34,74	3,66

8. CONCLUSIONES

- **Identificación del riesgo.** La causa principal de inundación la constituye el desbordamiento de la rambla del Albuñón y de la rambla de Torre Pacheco. Esta rambla realiza un giro de 90º en su trazado, que provoca su desbordamiento a la altura de la parcela. La rambla continúa con una pendiente escasa, incluso con inclinaciones contrarias al flujo, generando elevaciones de la lámina de agua. Este hecho, se ve agudizado por la insuficiente sección hidráulica de los pasos inferiores a la carretera RM-F28.
- **Grado de resiliencia actual frente a las inundaciones.** El propietario conoce las causas de las avenidas, los mecanismos por los que el agua entra en sus tierras, así como los activos que se ven afectados. Los elementos más vulnerables de la explotación son el arbolado, la nave de riego, la desaladora, los invernaderos y cortavientos y la maquinaria y los caminos de acceso a la finca e interiores.
- **Medidas ya adoptadas.** Tras las inundaciones de 2019, el propietario adquirió barreras anti-inundación para las puertas principales de las dos naves, sobre elevó los depósitos de agua y de fertilizantes, instaló dos bombas de achique de aguas pluviales y mejoró el drenaje de las 3,5 ha de la explotación que sufren más afección por las inundaciones.
- **Medidas de autoprotección propuestas.** Se han propuesto diferentes medidas dirigidas a disminuir las pérdidas económicas por los daños en los cultivos y a evitar la entrada de agua en las naves y los cuadros eléctricos. Se propone la adquisición de más barreras temporales anti-inundación y la elevación del cuadro eléctrico del transformador, también completar el plan de emergencia para contemplar la protección de la maquinaria móvil aparcada en zonas inundables y la mejora y refuerzo de los caminos interiores de zorra que se ven afectados por las inundaciones.

- **Otras medidas.** Existen otras medidas que podrían disminuir la vulnerabilidad de la explotación agraria pero que no dependen únicamente de la decisión del titular. Algunas de ellas vendrán derivadas del estudio que está elaborando la UPCT sobre la mejora del sistema de drenaje del conjunto del Campo de Cartagena. Otra medida podría ser el aumento de la capacidad de drenaje de la explotación, duplicando la red de evacuación actual hasta el D-7. En cualquier caso, estas medidas –al no ser de auto-protección- exceden el alcance de este diagnóstico y, en caso de implementarse, corresponderá su valoración y puesta en marcha al Organismo de cuenca (CHS).
- **Alternativas consideradas para reducir el riesgo.** Se han propuesto tres alternativas para la mejorar la resiliencia de la explotación frente a las avenidas de T10, T100 y T500. Todas incluyen la elevación del transformador y la correcta defensa de la nave de riego mediante la colocación de barreras temporales anti-inundación en las entradas no protegidas. También la revisión del plan de emergencia para proteger la maquinaria móvil aparcada en zonas inundables y el refuerzo de diferentes longitudes de caminos de zahorra interiores mejorando la estructura del firme.
- **Comparación de las alternativas propuestas.** La alternativa 1 requiere una inversión de 10.090 €, reduce un 23,39% los daños provocados por inundaciones debidas al río y tiene una relación beneficio/coste de 7,33 puntos. Por su parte, la alternativa 2 requiere una inversión algo mayor (18.071 €) pero tendría un porcentaje mejor de reducción del riesgo (33,14%) y tiene una ratio de beneficio/coste de 5,8 puntos. La alternativa 3 requiere de una inversión de 30.044 € y tiene una relación beneficio/coste de 3,66 puntos. Además, se reducen los daños por las crecidas en un 34,74 %
- **Otras consideraciones.** Las medidas propuestas en este diagnóstico son compatibles con las incluidas en el alcance del *Real Decreto 1158/2020, de 22 de diciembre, por el que se regula la concesión directa de subvenciones para el desarrollo de planes piloto de fomento de la adaptación del riesgo de inundación de las edificaciones, equipamientos e instalaciones o explotaciones existentes en los términos municipales de Los Alcázares, San Javier, Torre-Pacheco, Cartagena y San Pedro del Pinatar (Murcia)*. En consecuencia, la implementación de las medidas podría ser subvencionada por el Estado.

Enero, 2022

ANEXO. VALORACIÓN DE LOS DAÑOS POTENCIALES

Tabla 11. Valoración de daños. Situación actual

Elementos de la Explotación	Medición		Valor de la explotación		Nivel de agua (m)								
					T10 = 0,4			T100 = 1,4			T500 = 1,6		
	Unidad	Valor	(€/unidad)	Total (€)	Calado (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Calado (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Calado (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
General													
Terreno	ha	36	12.500	451.625		0	0		0	0		0	0
Interior Edificaciones													
Desaladora	ud	1	1	5.000	0,1	0	0	0,3	0	0	0,46	0	0
Nave riego	ud	1	1	15.000	0,2	0	0	0,5	50	7.500	0,8	80	12.000
Oficina Móvil	ud	1	1	5.000	0,04	0	0	0,2	0	0	0,4	0	0
Exterior Edificaciones													
Balsa Riego	ud	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Red Riego Local Tubería	m	4.200	5	21.000	0,25	0	0	0,6	15	3.150	0,8	60	12.600
Red Riego Local Goteo	m	100.000	0,22	22.000	0,25	0	0	0,6	15	3.300	0,8	60	13.200
Depósitos Agua	ud	0	0	0	0,27	0	0	0,4	0	0	0,7	0	0
Depósitos Fertilizantes	ud	0	0	0	0,2	0	0	0,5	0	0	0,75	0	0
Depósitos Fitosanitarios	ud	0	0	0	0,2	0	0	0,5	0	0	0,75	0	0
Invernaderos y Cortavientos	100 m	3.650	2.300	83.950	0,25	0	0	0,6	15	12.593	0,8	50	41.975
Transformador	ud	1	15.000	15.000	0,1	0	0	0,24	100	15.000	0,5	100	15.000
Retirada Lodos	m ²	10.000	1	6.800	0,25	20	1.360	0,6	60	4.080	0,8	100	6.800
Camino asfaltado	m	600	0	0	0,25	0	0	0,6	0	0	0,8	0	0
Camino de zahorra	m	3.500	20	70.000	0,25	10	7.000	0,6	30	21.000	0,8	60	42.000
Maquinaria													
Tractor John Deere	ud	1	45.000	45.000	0,1	0	0	0,25	15	6.750	0,5	20	9.000
Atomizador Eolo gte10	ud	2	25.000	25.000	0,1	0	0	0,25	15	3.750	0,5	20	5.000

Tabla 11. Valoración de daños. Situación actual

Elementos de la Explotación	Medición		Valor de la explotación		Nivel de agua (m)								
					T10 = 0,4			T100 = 1,4			T500 = 1,6		
	Unidad	Valor	(€/unidad)	Total (€)	Calado (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Calado (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Calado (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
Cultivos													
Mandarinas	kg	621 000	0,66	409.860	0,4	0	0	1,4	10	40.986	1,6	12	49.183
Naranjas	kg	942.000	0,25	235.500	0,4	0	0	1,4	10	23.550	1,6	20	47.100
Mandarinas 2º Año	kg	621.000	0,66	409.860	0,4	0	0	1,4	5	20.493	1,6	6	24.592
Naranjas 2º Año	kg	942.000	0,25	235.500	0,4	0	0	1,4	5	11.775	1,6	10	23.550
Total				1.604.470			8.360			173.927			307.000

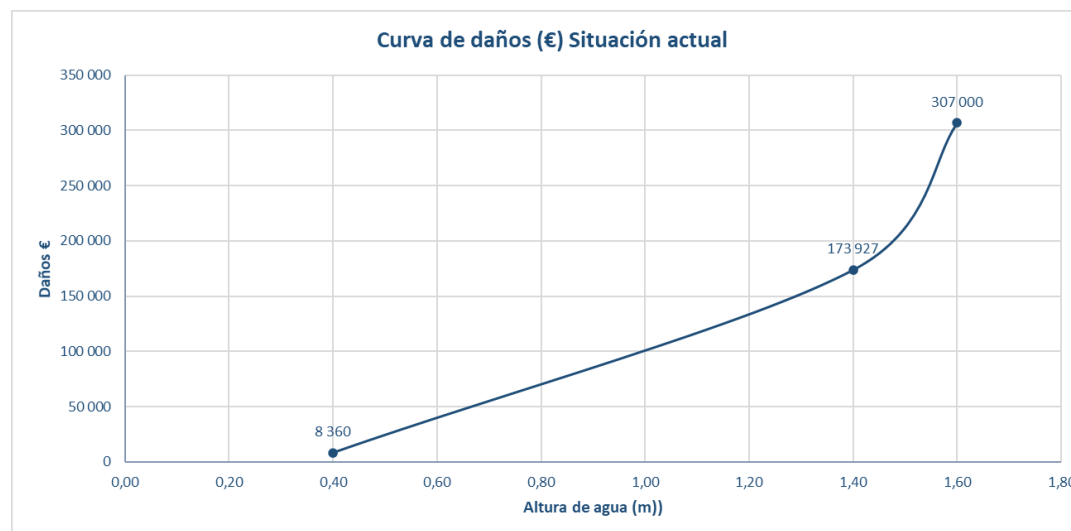


Gráfico 2. Curva de daños de la explotación agraria. Situación actual

Tabla 12. Valoración de daños. Alternativa 1

Elementos de la Explotación	Medición		Valor de la explotación		Nivel de agua (m)								
					T10 = 0,40			T100 = 1,40			T500 = 1,60		
	Unidad (ud)	Valor	Precio unitario (€/ud)	Precio Total (€)	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas
General													
Terreno Parcela Agrícola	ha	36	12.500	451.625	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interior Edificaciones													
Desaladora	ud	1	1	5.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Nave riego	ud	1	1	15.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Oficina Móvil	ud	1	1	5.000	0,04	0	0	0,20	0	0	0,40	0	0
Exterior Edificaciones													
Balsa Riego	ud	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Red Riego Local Tubería	m	4.200	5	21.000	0,25	0	0	0,60	15	3.150	0,80	60	12.600
Red Riego Local Goteo	m L	100.000	0,22	22.000	0,25	0	0	0,60	15	3.300	0,80	60	13.200
Depósitos Agua	ud	0	0	0	0,27	0	0	0,40	0	0	0,70	0	0
Depósitos Fertilizantes	ud	0	0	0	0,20	0	0	0,50	0	0	0,75	0	0
Depósitos Fitosanitarios	ud	0	0	0	0,20	0	0	0,50	0	0	0,75	0	0
Invernaderos y Cortavientos	100m	3.650	2.300	83.950	0,25	0	0	0,60	15	12.593	0,80	50	41.975
Transformador	ud	1	15.000	15.000	0,10	0	0	0,24	0	0	0,50	0	0
Retirada Lodos	m ²	10.000	1	6.800	0,25	20	1.360	0,60	60	4.080	0,80	100	6.800
Camino asfaltado	m	600	0	0	0,25	0	0	0,60	0	0	0,80	0	0
Camino de zahorra	m	3.500	20	70.000	0,25	0	0	0,60	30	21.000	0,80	60	42.000
Maquinaria													
Tractor John Deere	ud	1	45.000	45.000	0,10	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Atomizador Eolo gte10	ud	2	25.000	25.000	0,10	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0

Tabla 12. Valoración de daños. Alternativa 1

Elementos de la Explotación	Medición		Valor de la explotación		Nivel de agua (m)								
					T10 = 0,40			T100 = 1,40			T500 = 1,60		
	Unidad (ud)	Valor	Precio unitario (€/ud)	Precio Total (€)	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas
Cultivos													
Mandarinas	kg	621.000	0,66	409.860	0,40	0	0	1,40	10	40.986	1,60	12	49.183
Naranjas	kg	942.000	0,25	235.500	0,40	0	0	1,40	10	23.550	1,60	20	47.100
Mandarinas 2º Año	kg	621.000	0,66	409.860	0,40	0	0	1,40	5	20.493	1,60	6	24.592
Naranjas 2º Año	kg	942.000	0,25	235.500	0,40	0	0	1,40	5	11.775	1,60	10	23.550
Total				1.604.470			1.360			140.927			261.000

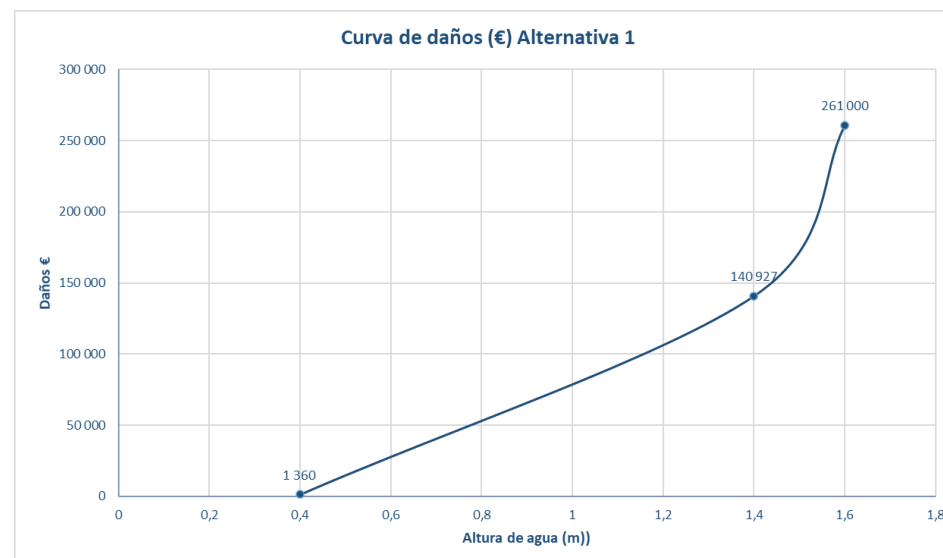


Gráfico 3. Curva de daños. Alternativa 1

Tabla 13. Valoración de daños. Alternativa 2

Elementos de la Explotación	Medición		Valor de la explotación		Nivel de agua (m)								
					T10 = 0,40			T100 = 1,40			T500 = 1,60		
	Unidad (ud)	Valor	Precio unitario (€/ud)	Precio Total (€)	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas
General													
Terreno Parcela Agrícola	ha	36	12.500	451.625	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interior Edificaciones													
Desaladora	ud	1	1	5.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Nave riego	ud	1	1	15.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Oficina Móvil	ud	1	1	5.000	0,04	0	0	0,20	0	0	0,40	0	0
Exterior Edificaciones													
Balsa Riego	ud	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Red Riego Local Tubería	m	4.200	5	21.000	0,25	0	0	0,60	15	3.150	0,80	60	12.600
Red Riego Local Goteo	ml	100.000	0,22	22.000	0,25	0	0	0,60	15	3.300	0,80	60	13.200
Depósitos Agua	ud	0	0	0	0,27	0	0	0,40	0	0	0,70	0	0
Depósitos Fertilizantes	ud	0	0	0	0,20	0	0	0,50	0	0	0,75	0	0
Depósitos Fitosanitarios	ud	0	0	0	0,20	0	0	0,50	0	0	0,75	0	0
Invernaderos y Cortavientos	100 m	3.650	2.300	83.950	0,25	0	0	0,60	15	12.593	0,80	50	41.975
Transformador	ud	1	15.000	15.000	0,10	0	0	0,24	0	0	0,50	0	0
Retirada Lodos	m ²	10.000	1	6.800	0,25	20	1.360	0,60	60	4.080	0,80	100	6.800
Camino asfaltado	m	600	0	0	0,25	0	0	0,60	0	0	0,80	0	0
Camino de zorra	m	3.500	20	70.000	0,25	0	0	0,60	0	0	0,80	60	42.000
Maquinaria													
Tractor John Deere	ud	1	45.000	45.000	0,10	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Atomizador Eolo gte10	ud	2	25.000	25.000	0,10	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0

Tabla 13. Valoración de daños. Alternativa 2

Elementos de la Explotación	Medición		Valor de la explotación		Nivel de agua (m)								
					T10 = 0,40			T100 = 1,40			T500 = 1,60		
	Unidad (ud)	Valor	Precio unitario (€/ud)	Precio Total (€)	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas
Cultivos													
Mandarinas	kg	621.000	0,66	409.860	0,40	0	0	1,40	10	40.986	1,60	12	49.183
Naranjas	kg	942.000	0,25	235.500	0,40	0	0	1,40	10	23.550	1,60	20	47.100
Mandarinas 2º Año	kg	621.000	0,66	409.860	0,40	0	0	1,40	5	20.493	1,60	6	24.592
Naranjas 2º Año	kg	942.000	0,25	235.500	0,40	0	0	1,40	5	11.775	1,60	10	23.550
Total				1.604.470			1.360			119.927			261.000

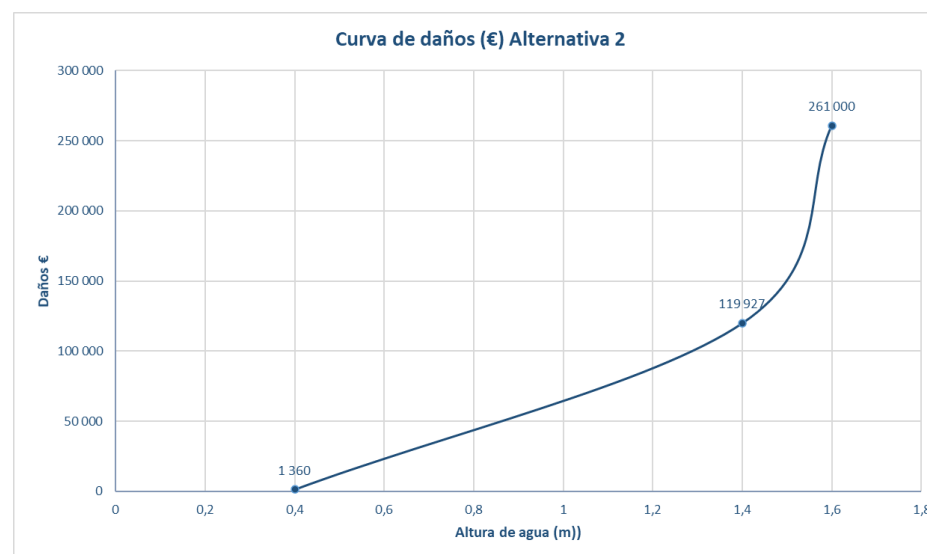


Gráfico 4. Curva de daños. Alternativa 2

Tabla 14. Valoración de daños. Alternativa 3

Elementos de la Explotación	Medición		Valor de la explotación		Nivel de agua (m)								
					T10 = 0,40			T100 = 1,40			T500 = 1,60		
	Unidad (ud)	Valor	Precio unitario (€/ud)	Precio Total (€)	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas
General													
Terreno Parcela Agrícola	ha	36	12.500	451.625	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interior Edificaciones													
Desaladora	ud	1	1	5.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Nave riego	ud	1	1	15.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Oficina Móvil	ud	1	1	5.000	0,04	0	0	0,20	0	0	0,40	0	0
Exterior Edificaciones													
Balsa Riego	ud	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Red Riego Local Tubería	m	4.200	5	21.000	0,25	0	0	0,60	15	3.150	0,80	60	12.600
Red Riego Local Goteo	m L	100.000	0,22	22.000	0,25	0	0	0,60	15	3.300	0,80	60	13.200
Depósitos Agua	ud	0	0	0	0,27	0	0	0,40	0	0	0,70	0	0
Depósitos Fertilizantes	ud	0	0	0	0,20	0	0	0,50	0	0	0,75	0	0
Depósitos Fitosanitarios	ud	0	0	0	0,20	0	0	0,50	0	0	0,75	0	0
Invernaderos y Cortavientos	100m	3.650	2.300	83.950	0,25	0	0	0,60	15	12.593	0,80	50	41.975
Transformador	ud	1	15.000	15.000	0,10	0	0	0,24	0	0	0,50	0	0
Retirada Lodos	m ²	10.000	1	6.800	0,25	20	1.360	0,60	60	4.080	0,80	100	6.800
Camino asfaltado	m	600	0	0	0,25	0	0	0,60	0	0	0,80	0	0
Camino de zorra	m	3.500	20	70.000	0,25	0	0	0,60	0	0	0,80	0	0
Maquinaria													
Tractor John Deere	ud	1	45.000	45.000	0,10	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0
Atomizador Eolo gte10	ud	2	25.000	25.000	0,10	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0

Tabla 14. Valoración de daños. Alternativa 3

Elementos de la Explotación	Medición		Valor de la explotación		Nivel de agua (m)								
					T10 = 0,40			T100 = 1,40			T500 = 1,60		
	Unidad (ud)	Valor	Precio unitario (€/ud)	Precio Total (€)	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas	Calado (m)	Afección	Pérdidas
Cultivos													
Mandarinas	kg	621.000	0,66	409.860	0,40	0	0	1,40	10	40.986	1,60	12	49.183
Naranjas	kg	942.000	0,25	235.500	0,40	0	0	1,40	10	23.550	1,60	20	47.100
Mandarinas 2º Año	kg	621.000	0,66	409.860	0,40	0	0	1,40	5	20.493	1,60	6	24.592
Naranjas 2º Año	kg	942.000	0,25	235.500	0,40	0	0	1,40	5	11.775	1,60	10	23.550
Total				1.604.470			1.360			119.927			219.000

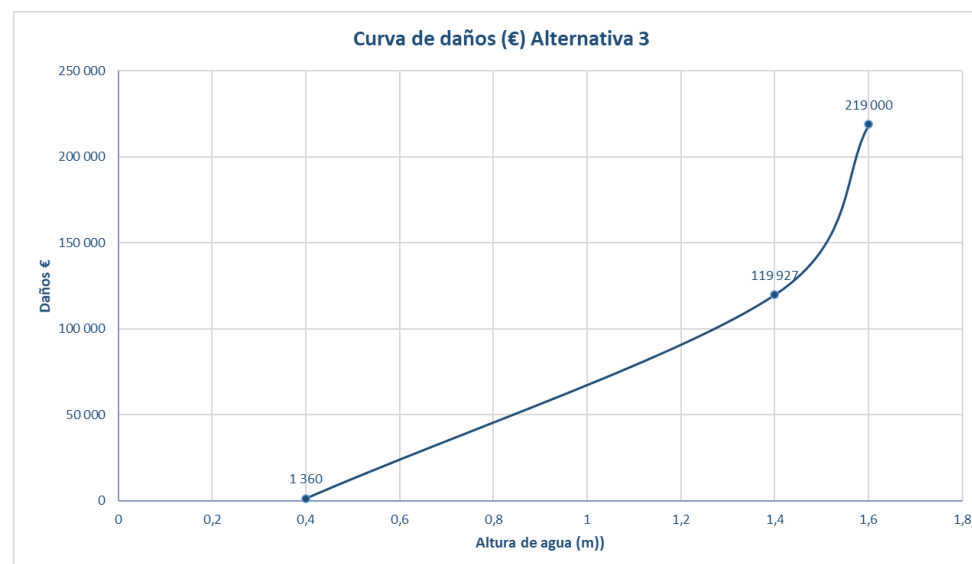


Gráfico 5. Curva de daños. Alternativa 3