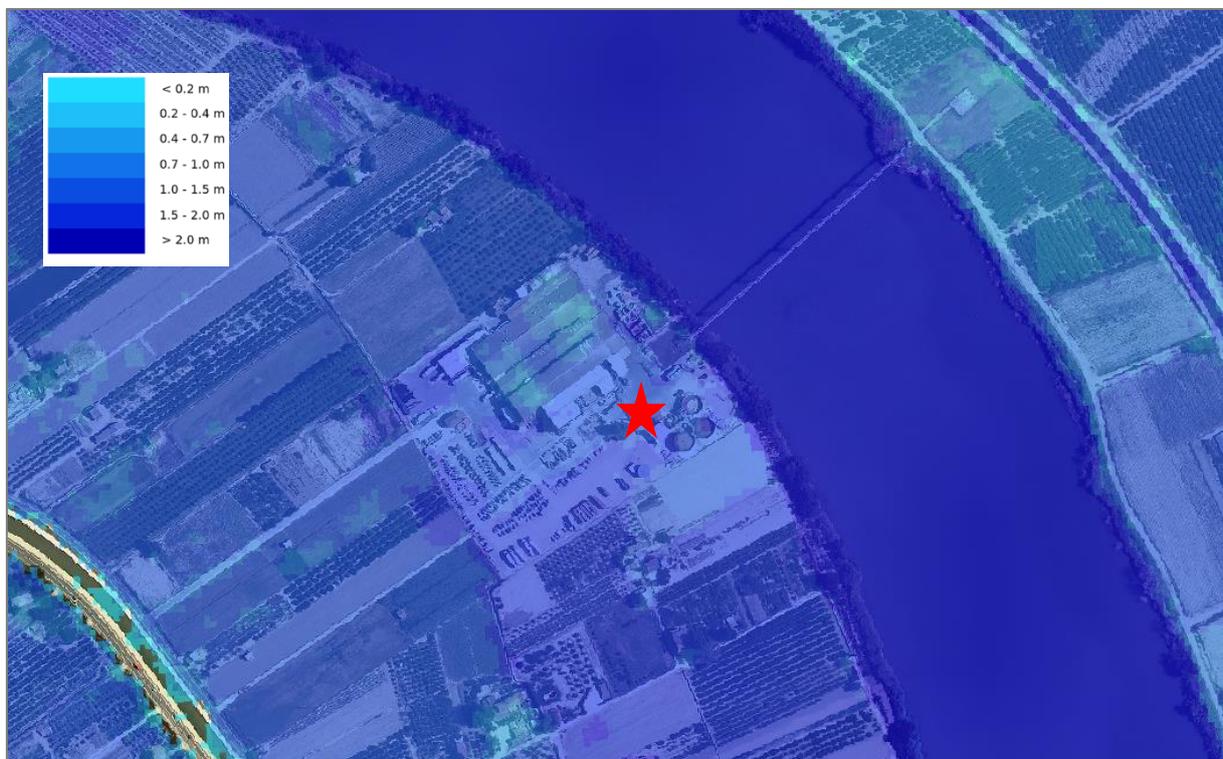


## CASO PILOTO

### INDUSTRIA ALIMENTARIA EN EL T.M. DE AMPOSTA (TARRAGONA)



Diciembre, 2021

## ÍNDICE

<b>1. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL</b> .....	<b>4</b>
2.1. PROCESO PRODUCTIVO .....	6
2.2. EDIFICACIONES E INSTALACIONES .....	6
<b>3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN</b> .....	<b>7</b>
3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN .....	10
3.2. INSTALACIONES Y ELEMENTOS QUE SE VERÍAN AFECTADOS POR LAS INUNDACIONES .....	10
3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA DEL AGUA.....	12
<b>4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES</b> .....	<b>13</b>
4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES .....	13
4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS .....	13
4.3. PLANES DE EMERGENCIA .....	13
<b>5. CARACTERIZACIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA EXPLOTACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN</b> .....	<b>15</b>
6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN .....	15
<b>7. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTE DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>16</b>
7.1. ANÁLISIS DE DAÑOS POR ALTURA DE AGUA EN SITUACIÓN DE PARTIDA .....	16
7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS .....	17
7.3. ALTERNATIVA 1.- PROTECCIÓN TOTAL DE LA INSTALACIÓN PARA INUNDACIONES FRECUENTES (T50).....	18
7.4. ALTERNATIVA 2.- PROTECCIÓN TOTAL DE LA INSTALACIÓN PARA INUNDACIONES FRECUENTES, OCASIONALES Y EXCEPCIONALES (T50, T100 Y T500) .....	19
7.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS .....	20
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	<b>20</b>
<b>9. ANEXOS</b> .....	<b>22</b>
9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS.....	222

#### RELACIÓN DE ABREVIATURAS

ACA	Agencia Catalana del Agua
CHE	Confederación Hidrográfica del Ebro
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
DGA	Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Guía	Guía de Adaptación al Riesgo de Inundación en Explotaciones Agrícolas y Ganadera
PADESA	Pavos y Derivados, S.A.
SAIH	Sistemas Automáticos de Información Hidrológica
SNCZI	Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables
Ti	Periodos de retorno de 500, 100, 50 y 10 años

## 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 han sido las instalaciones que Pavos y Derivados, S.A. (en adelante, PADESA) tiene en la localidad tarraconense de Amposta.

En este informe se presenta el diagnóstico del riesgo de inundación realizado en esas instalaciones. Se lleva a cabo una evaluación del riesgo, una estimación de daños posibles por inundación, una caracterización de la resiliencia, una propuesta de medidas de adaptación y un análisis de su eficacia, mediante un análisis beneficio-coste.

La elección de la explotación como caso piloto ha sido realizada por la Agencia Catalana del Agua (ACA) y se justifica por su localización en zona de flujo preferente del río Ebro y englobada dentro de la lámina de inundación de T10 y T50. Pese a encontrarse dentro del área T10, no ha sufrido inundaciones de importancia desde su construcción. La dinámica del río Ebro es compleja debido a la gran cantidad de embalses que inciden en el funcionamiento de esta zona baja, por lo que la determinación de estos valores estadísticos no es sencilla.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL

**Nombre:** Pavos y derivados, S.A. (PADESA).

**Ubicación:** Carretera TV-3443 km 3,8 - 43870, Amposta, Tarragona.

**Actividad:** Despique y procesado de aves de corral.

**Referencias catastrales:**

- Polígono 2 Parcela 152 CARROBA. AMPOSTA (TARRAGONA) 43014A00200152
- Polígono 2 Parcela 216 CARROBA. AMPOSTA (TARRAGONA) 43014A00200216



Figura 1. Parcelas Catastrales

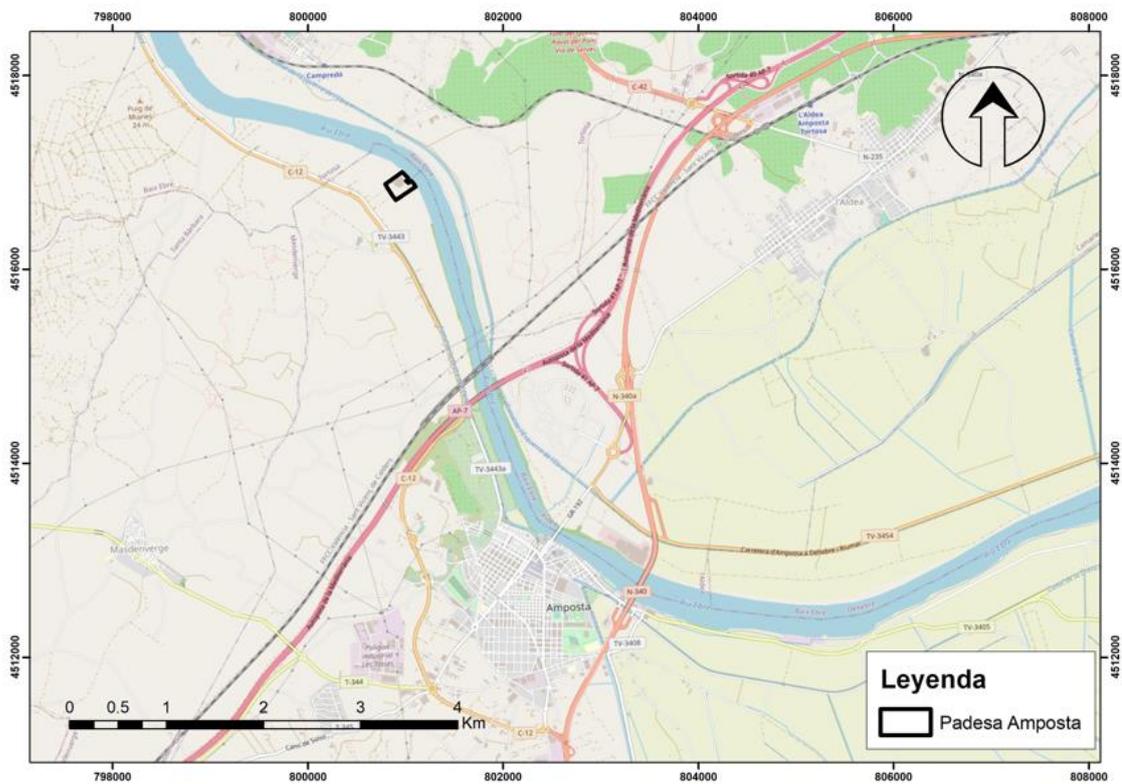


Figura 2. Localización de la finca

## 2.1. PROCESO PRODUCTIVO

La explotación se dedica al despiece y procesado avícola. La propia naturaleza de la actividad hace que el proceso productivo tenga una gran complejidad operativa. A esto hay que añadirle la enorme capacidad de procesado y conservación. Estos condicionantes requieren numerosas zonas, instalaciones, maquinaria y mano de obra implicadas en la operativa.

El flujo de actividades sigue la siguiente línea de proceso:

1. Zonas de recepción y espera: se incluye un área de recepción de los animales que llegan en camiones, una zona de espera y descarga, una zona de estabulación para su procesado y un sistema de almacenamiento de la gallinaza. En la zona de recepción hay una garita de acceso y una báscula de pesaje.
2. Zona de preparación: los animales, tras ser sacrificados, pasan a la zona de procesado mediante su colgado. Una vez en las naves son preparados para su procesado, la sangre es conservada y los residuos orgánicos son preparados para otros usos.
3. Zona de evisceración: la siguiente fase es la evisceración y gestión de la tripería. Tras esta fase, los animales ya pueden ser despiezados.
4. Zona de despiece y envasado: se procede al despieceado, según el tipo de producto, y a su envasado.
5. Zona de almacenaje de materia: las cajas con el producto preparado son almacenadas en frío a la espera de su transporte. En algunos casos se congela, para lo que se dispone de túneles de congelación.
6. Expedición: el producto se paletiza y se prepara para su expedición, desde el muelle de carga de camiones.

## 2.2. EDIFICACIONES E INSTALACIONES

Las instalaciones principales, dedicadas al despiece y procesado, cuentan con varias naves y cobertizos contiguos. Además, se encuentran otras edificaciones auxiliares:

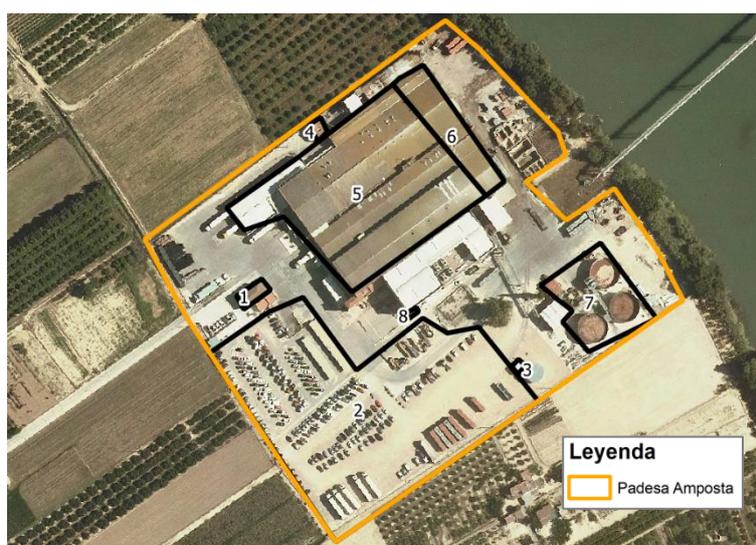


Figura 3. Distribución de las edificaciones

Tipo de edificación	Número de referencia
Recepción y control de acceso	1
Aparcamiento	2
Caseta bombeo	3
Caseta transformadores	4
Centro de despiece y procesado	5
Cobertizo de espera para recepción de aves	6
Depuradora	7
Caseta cuadros eléctricos	8

En la parcela se ubican algunas infraestructuras auxiliares como una depuradora de aguas residuales industriales y una instalación de bombeo de agua. Es importante destacar que la depuradora, recientemente construida, está sobreelevada respecto de la cota del terreno, por lo que no se espera que sufra inundaciones.

### 3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

De acuerdo con el criterio de la CHE, se ha analizado el riesgo de inundación en la zona considerando la serie de caudales del SAIH en la estación de Tortosa (muy cercana a la zona). La serie disponible cubre desde 1997 hasta 2018 (22 años) y se han ajustado a una función de distribución Gumbel.

Los caudales extrapolados a partir del ajuste Gumbel, proporcionados por la CHE, se muestran en la Tabla 2.

T (años)	CHE (Gumbel) m <sup>3</sup> /s
10	2317
50	3261
100	3660
500	4581

A partir de los caudales anteriores se ha realizado una modelización hidráulica del río Ebro en la zona para calcular nuevos mapas de zonas inundables. Con esta modelización (realizada con el software *IBER*) se obtienen los siguientes mapas de inundación:

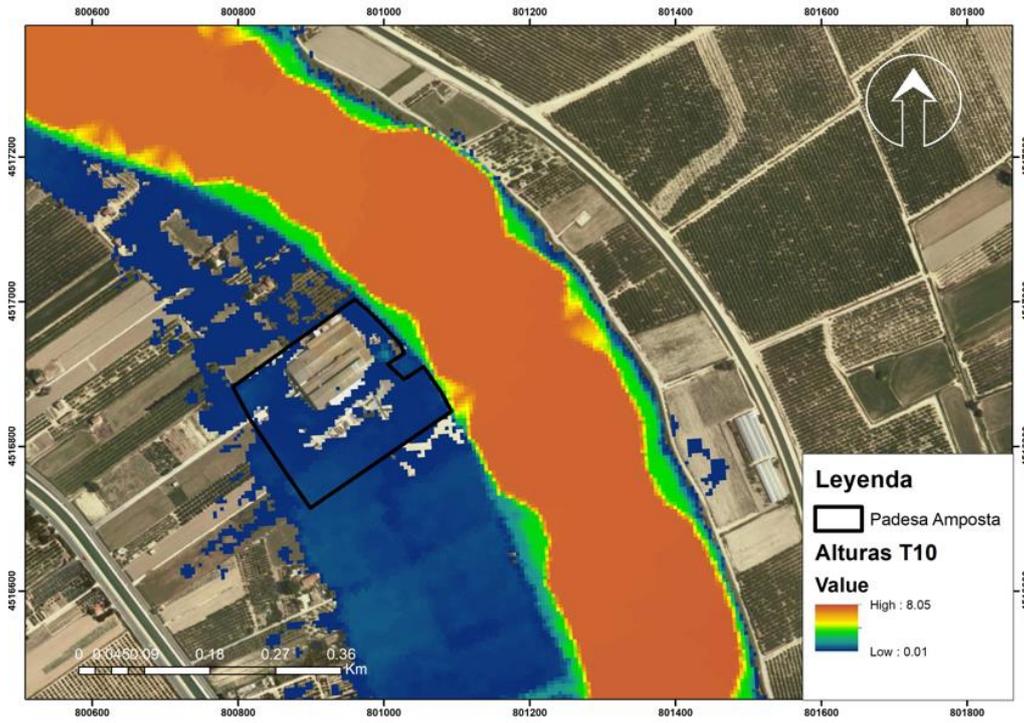


Figura 4. Alturas lámina de agua para T10

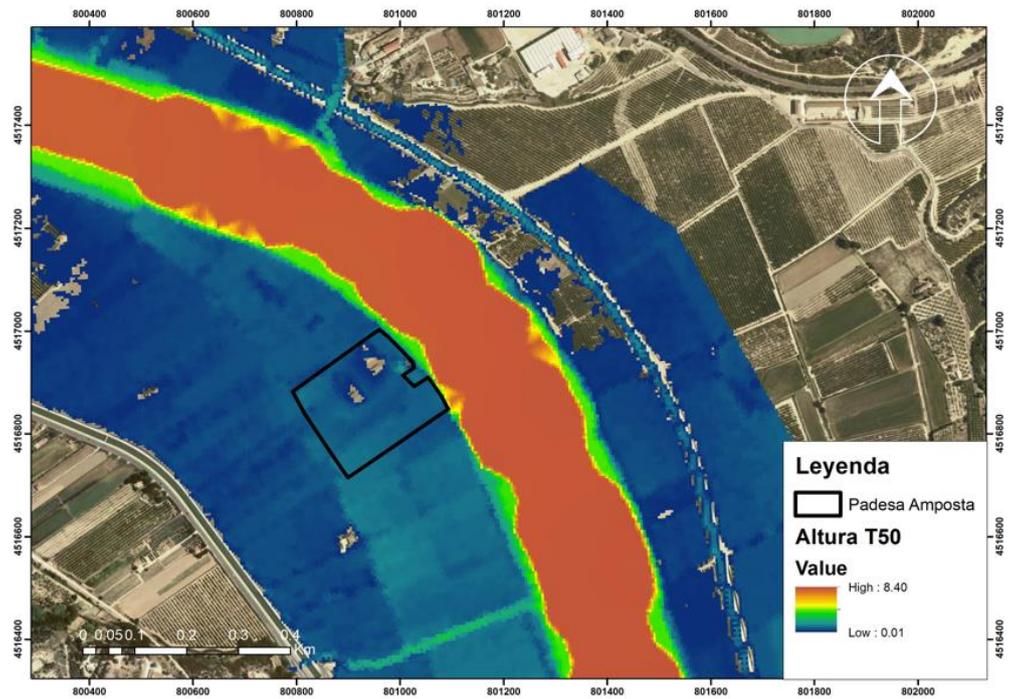


Figura 5. Alturas lámina de agua para T50

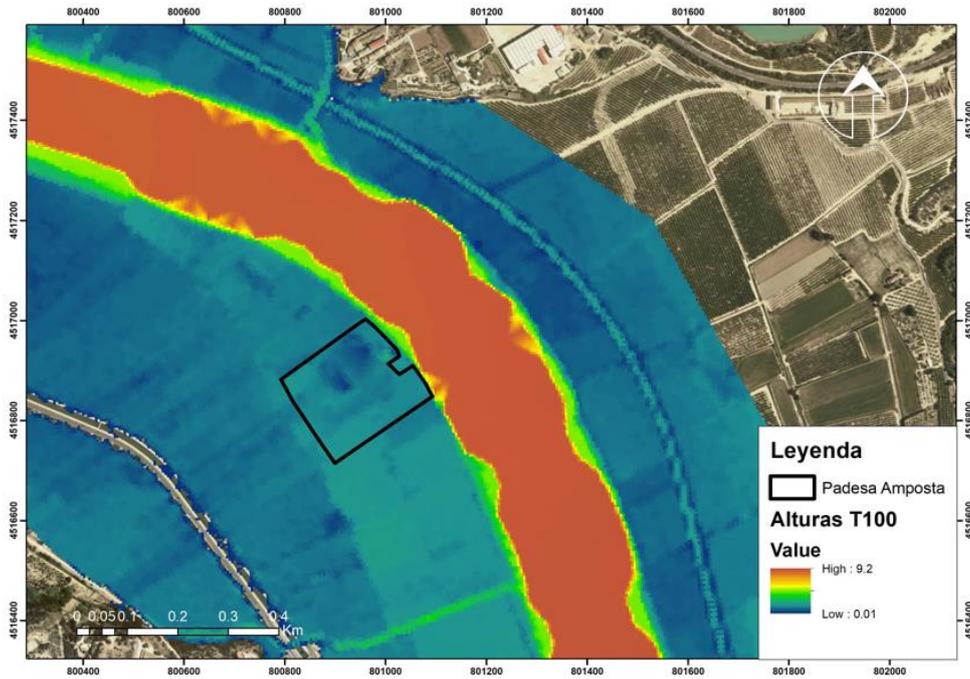


Figura 6. Alturas lámina de agua para T100

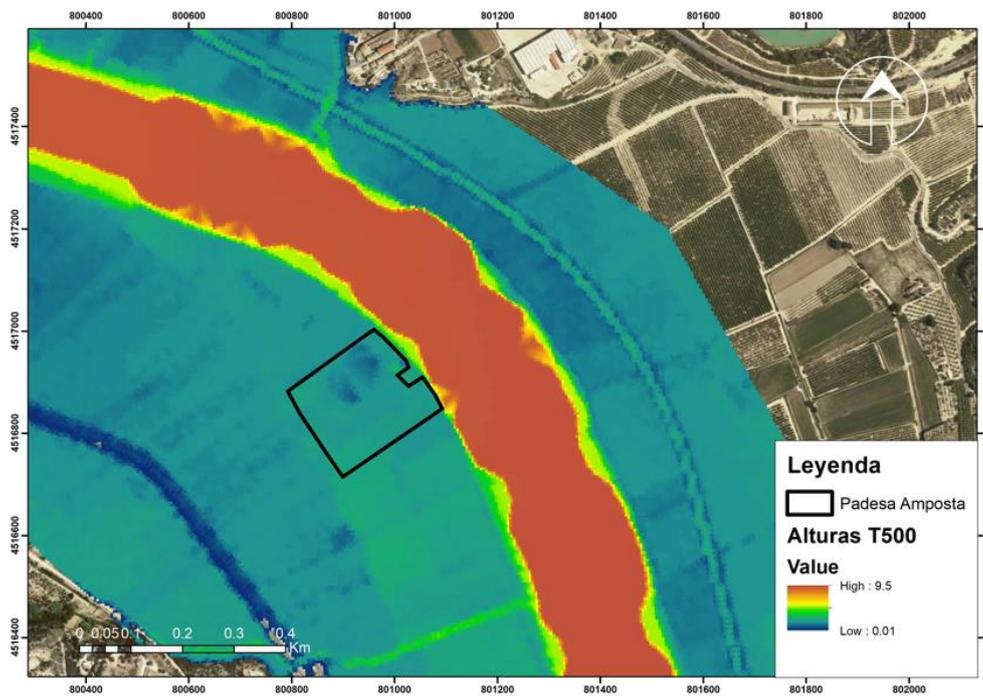


Figura 7. Alturas lámina de agua para T500

Es importante destacar que los calados, incluso para T100, están en torno a 1 metro de profundidad. La edificación principal está sobreelevada respecto del terreno 1,1 metro como promedio. Como resultado, la mayoría de activos críticos no se verían afectados por las inundaciones más frecuentes (T10), que genera niveles poco relevantes. Como se observa en los mapas anteriores, la inundación aísla completamente la instalación, quedando todos los elementos auxiliares en riesgo a partir de T50.

### 3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN

Las instalaciones de PADESA en Amposta no han sufrido nunca afecciones importantes por inundaciones desde su establecimiento en el año 1974. Sólo en una ocasión se inundó la explanada del aparcamiento exterior, con una altura de unos pocos centímetros y sin afecciones.

Aquella inundación se produjo por la escorrentía desde un torrente cercano tras un episodio de precipitaciones torrenciales y no por desbordamiento del río Ebro. Este mecanismo de inundación no es el prioritario ni es el que se considera en los mapas recogidos en el SNCZI. La zona de generación de escorrentía en el torrente y la instalación están separados por el canal de la margen derecha del Ebro, que tiene una gran capacidad de evacuación de agua y que protege en cierta manera la instalación frente a ese tipo de riesgos.

En este informe se analizará el riesgo generado por el río Ebro, pues constituye la fuente fundamental del riesgo al elevar los niveles de la crecida de un modo global y sostenido.

### 3.2. INSTALACIONES Y ELEMENTOS QUE SE VERÍAN AFECTADOS POR LAS INUNDACIONES

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

- **Caseta de recepción y control de acceso:** Situada a la entrada de la parcela, una pequeña construcción sin elevación sirve para el control de las entradas y salidas de todo vehículo. En caso de inundación para periodos de retorno 10, 100 y 500 (con calados de hasta 0,1, 1,4 y 1,9 metros, respectivamente), los elementos que podrían verse afectados son mayoritariamente materiales de oficina.



Foto 1. Caseta de recepción y control de acceso

- **Caseta de bombeo:** El bombeo necesario para el correcto funcionamiento de la depuradora se encuentra protegido por un edificio de ladrillos de pequeñas dimensiones sin elevar. Pudiendo sufrir daños para T100 y T500, escenarios en los que el agua alcanza en la zona niveles de hasta 1,55 y 2,1 metros, respectivamente.



Foto 2. Caseta bombeo depuradora

- **Caseta de transformadores:** La caseta esta elevada sobre el terreno aproximadamente 1 metro en su fachada principal, pero existen entradas a menor altura en otros lados del edificio. Para elevadas alturas de agua, el transformador podría sufrir daños, estando en riesgo para periodos de retorno de T100 y T500, en donde se alcanzan alturas de agua cercanas a 1,4 y 2 metros, respectivamente.



Foto 3. Caseta Transformador

- **Nave principal:** Está formada por dos partes claramente diferenciadas, el centro de despiece y procesado y el cobertizo de espera para recepción de aves. El cobertizo de espera es un espacio abierto por la fachada más cercana al río Ebro, donde son colocadas las aves a espera de que empiece el proceso industrial. Esta zona cuenta con una elevación de 1,1 metro y con diversas entradas al centro de despiece. Por otro lado, el centro de despiece, que es la parte principal de la nave, consta de varios accesos preparados para la carga y descarga de camiones. Todos ellos elevados. Por lo tanto, las afecciones a la nave principal se producirían con periodos de retorno T100 y T500 (donde le agua alcanza los 1,5 y 2 metros de altura, respectivamente).
- **Caseta de cuadros eléctricos:** En un lateral de la nave principal se localizan unos cuadros eléctricos elevados 50 centímetros y, que podrían ser objeto de daños para periodos de retorno de T100 (con alturas de agua de 1,3 metros) y T500 (con calados cercanos a los 2 metros).



Foto 4. Cuadro Eléctrico

Se considera que los sistemas de alerta temprana existentes permiten a los administradores de la explotación gestionar adecuadamente la movilización de toda maquinaria y vehículos que se encuentren en el exterior de la nave, así como el material situado en el cobertizo de espera.

### 3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA DEL AGUA

La nave principal tiene una gran cantidad de puntos de acceso (indicados en la figura siguiente), pero todos ellos a un nivel por encima de 1,1 metros sobre la solera de la explotación, con lo que la edificación principal quedaría anegada para inundaciones poco frecuentes (T100 y T500).

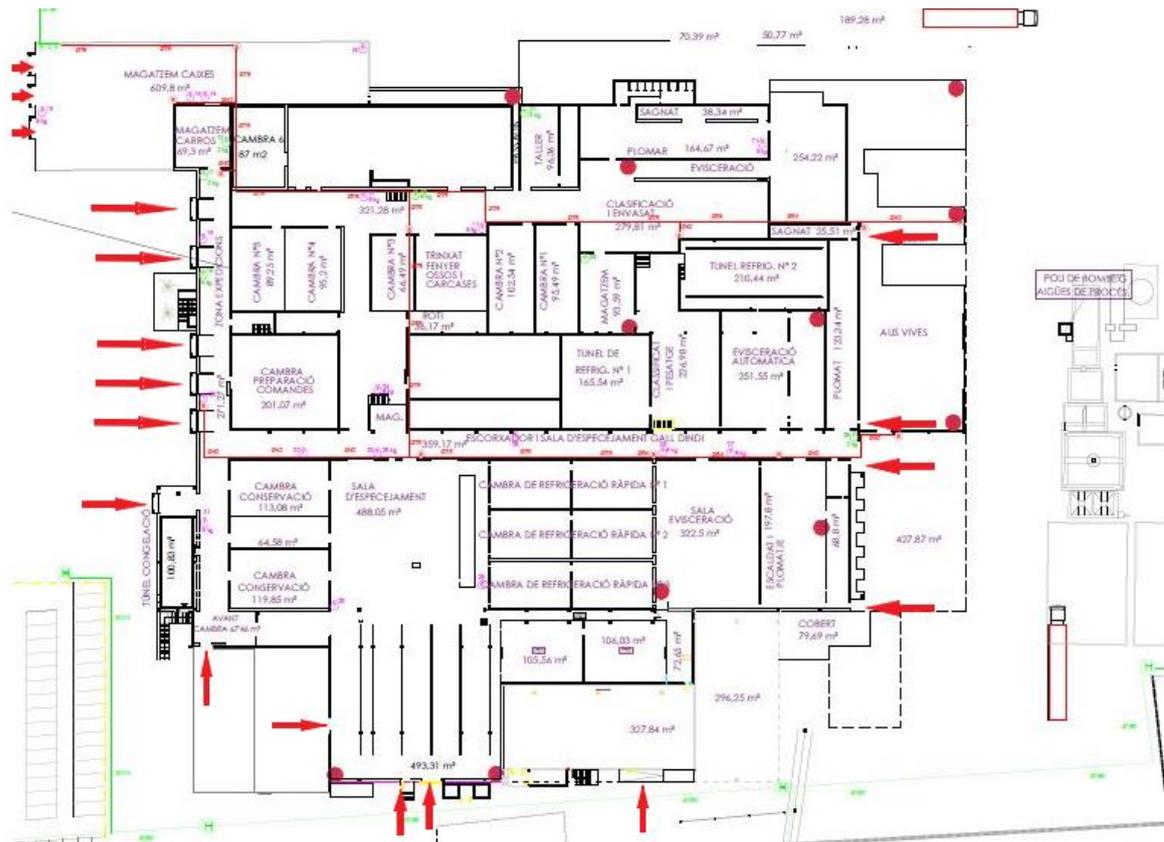


Figura 8. Posibles entradas del agua a la nave principal

## 4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES

### 4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES

No se han adoptado medidas en episodios anteriores ya que la única inundación se produjo por la escorrentía de lluvias torrenciales y no produjo afecciones. Nunca ha habido avisos de inundaciones por desbordamiento del río Ebro.

Sin embargo, en el diseño de las instalaciones si se tomaron medidas, como la sobrelevación de las instalaciones y de los accesos a la nave.

### 4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS

La explotación tiene contratadas pólizas de seguros con coberturas para inundaciones.

### 4.3. PLANES DE EMERGENCIA

Los planes de emergencia redactados para la explotación son los relacionados con la prevención de riesgos laborales. Entre los escenarios de emergencia contemplados no se han analizado las medidas a tomar en caso de inundación. Por lo tanto, existen mecanismos para avisar de manera rápida y sencilla al personal en caso de evacuación pero no se dispone de un protocolo de actuación propio para elevaciones del nivel del río Ebro.

## 5. CARACTERIZACIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA EXPLOTACIÓN

La resiliencia de la explotación se ha evaluado a partir del formulario de autochequeo contenido en la Guía ([https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/guia-adaptacion-al-riesgo-inundacion-explotaciones-agricolas-ganaderas\\_tcm30-503727.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/guia-adaptacion-al-riesgo-inundacion-explotaciones-agricolas-ganaderas_tcm30-503727.pdf)), rellenado por la empresa y contrastado in situ por la UTE Everis - UdC.

La resiliencia se evalúa en cinco bloques o apartados:

El bloque 1 evalúa el grado de identificación del riesgo de inundación. Los propietarios conocen su nivel de riesgo pero no saben cómo acceder a las fuentes de información oficiales sobre predicciones meteorológicas e hidrológicas ni a la cartografía de zonas inundables.

El bloque 2 alude a la identificación de posibles daños por inundación. Los propietarios conocen las causas de las inundaciones que sufren con poca frecuencia y los mecanismos por los que el agua entra en sus instalaciones pero no tienen identificados el equipamiento que podría ser afectado por las inundaciones. No disponen de un inventario detallado de los bienes expuestos.

El bloque 3 analiza las medidas que se podrían aplicar y las que ya se están aplicando para paliar el efecto de las inundaciones. En el diseño de la planta se contempló el riesgo de inundación, elevando la mayoría de las entradas e instalaciones. Desde el inicio de la actividad no se han sufrido afecciones provocadas por inundaciones, por lo que no se han añadido nuevas medidas.

El bloque 4 valora las coberturas de los seguros contratados. La explotación cuenta con un seguro. Se dispone de la información pero no está a buen recaudo.

El bloque 5 evalúa los procedimientos de actuación frente de emergencias. Actualmente, existe un plan de emergencia desarrollado para la prevención de riesgos laborales pero no contempla las emergencias derivadas de inundaciones. En consecuencia, no existe ninguna sistemática de actuación y respuesta ante inundaciones.

En base a estos cinco bloques se elabora el gráfico resumen que representa la resiliencia de la explotación. De un modo sintético, el nivel de concienciación y preparación de los titulares de esta explotación es medio aunque tienen una idea clara del tipo de medidas que podrían implementar. Estas medidas, no obstante, no han sido desarrolladas actualmente, puesto que hasta la fecha no se han sufrido episodios de inundación.

No existe un plan de emergencias específico para la inundación que proteja a la explotación y sus trabajadores. Por lo tanto, los bloques 1 y 5 son en los que presenta una puntuación baja.

En los siguientes apartados se incidirá en estas soluciones, o medidas de autoprotección.

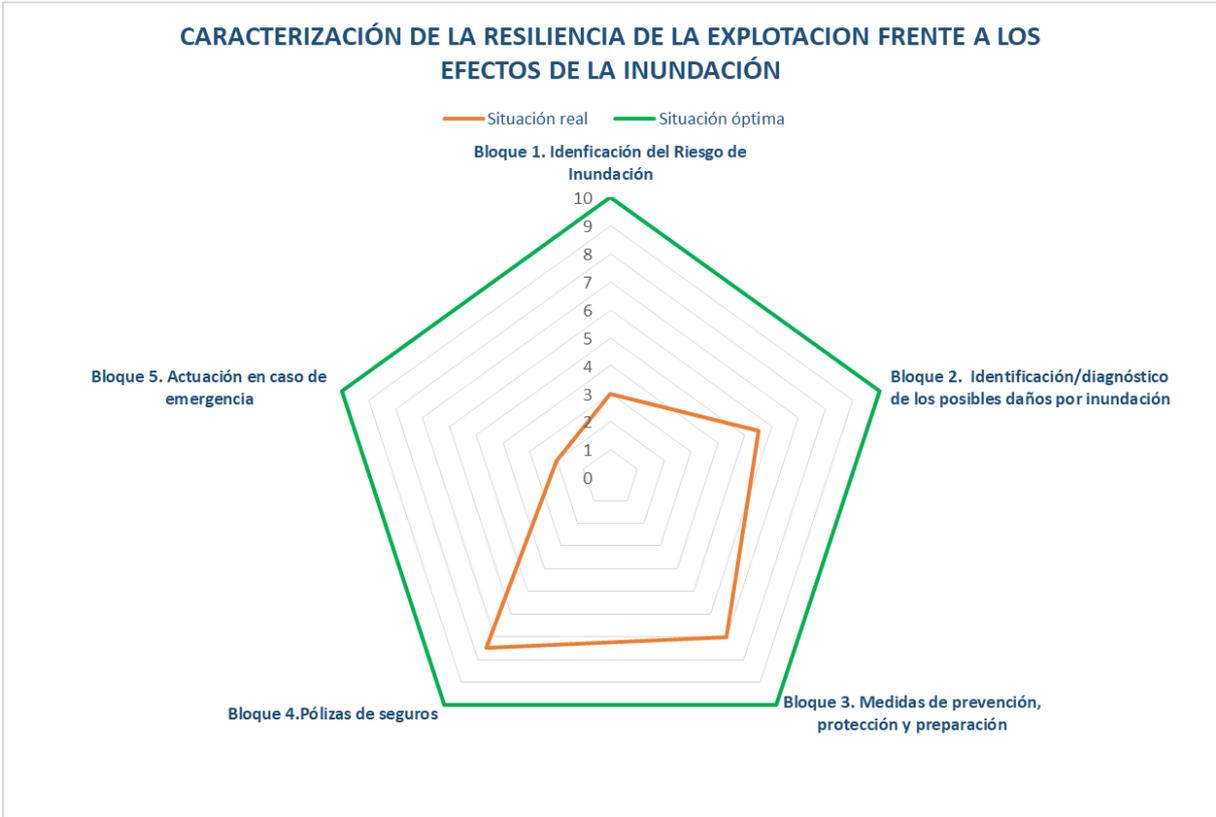


Figura 9. Gráfico de la resiliencia de la explotación

## 6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

De acuerdo al diagnóstico de identificación del riesgo de inundación identificado en el apartado 3, se puede mejorar la resiliencia de la instalación con medidas de autoprotección orientadas a evitar la entrada del agua en la nave principal y a que el agua alcance el transformador, los cuadros eléctricos y la estación de bombeo de la depuradora.

### 6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN

En el diseño de la nave industrial se tuvo en cuenta el efecto que las inundaciones a causa del río Ebro podrían producir en las edificaciones. En consecuencia, la mayoría de los activos más importantes están elevados sobre el terreno a diferentes alturas. No obstante, existen accesos de la nave principal y otras instalaciones que se encuentran a ras de suelo y son susceptibles de sufrir daños por inundaciones.

La vulnerabilidad de la explotación es elevada para avenidas con periodos de retorno de T100 y T500. Los calados de estas avenidas producirían daños en los cuadros eléctricos, el transformador y otros accesos a la nave sin suficiente sobreelevación.

Las medidas que se proponen a continuación persiguen evitar la entrada de agua en el interior de las edificaciones existentes en la explotación:

1. **Barreras temporales anti-inundación** en las ventanas del edificio de recepción, en los accesos elevados de la nave, así como accesos elevados a la caseta del transformador y de los cuadros eléctricos.
2. **Barreras anti-inundación integral, tipo puerta**, en los accesos a nivel del terreno de la nave y edificio de recepción. En la puerta de acceso a la estación bombeo de la depuradora, así como en los accesos a la caseta del transformador.
3. **Construcción de un muro perimetral** que proteja toda la explotación.
4. **Mejora de la respuesta frente a inundaciones**. Debería contemplarse en el plan de autoprotección los procedimientos de actuación y la formación y organización del personal para responder ante emergencias derivadas de inundaciones por las crecidas del río Ebro.

## 7. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTE DE ALTERNATIVAS

En base a las circunstancias de la instalación y al grado de autoprotección que se podría alcanzar, a continuación se determina cuales 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.

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

La estimación del daño se cuantifica mediante el producto de “riesgo x frecuencia” 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, en primer lugar se estiman los costes asociados con las inundaciones en un horizonte temporal de 30 años, en la situación actual, sin considerar ninguna de las medidas de autoprotección propuestas.

Los activos que se consideran susceptibles de sufrir daño son el transformador, los cuadros eléctricos, el interior del centro de despiece y procesado y la estación de bombeo de la depuradora.

De acuerdo con la metodología de la Guía del CEDEX se puede establecer una tabla de costes asociada a una inundación. Se consideran los escenarios de periodo de retorno de 10, 50, 100 y 500 años. En base a estos periodos de retorno se estimarán los porcentajes de afección para cada bien de la explotación ganadera.

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 fruto de la modelización realizada con el software *IBER*:

Periodo Retorno	Nivel de agua característico (m)
T10	0,65
T50	1,25
T100	1,95
T500	2,5

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.

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T5 - T10	250
T10 - T50	3.400
T50 - T100	6.101
T100 - T500	12.268
Más de T500	3.854
<b>Daño medio anual</b>	<b>25.873</b>
<b>Pérdida 30 años</b>	<b>776.178</b>

## 7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

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

- 1) Instalación de barreras temporales anti-inundación en accesos elevados y ventanas.
- 2) Instalación de barreras anti-inundación integral, tipo puerta, en accesos a ras de suelo.
- 3) Construcción de un muro perimetral que proteja toda la explotación.
- 4) Mejora de la respuesta frente a inundaciones.

Y con el daño medio anual y acumulado en 30 años para la instalación (25.873 y 776.178 €, respectivamente), se plantean 2 alternativas con diferente grado de protección.

### Alternativa 1.- Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes (T50)

Incluye las medidas de autoprotección 1, 2 y 4. Se propone la instalación de barreras anti-inundación en las puertas y ventanas de las instalaciones, tanto en aquellos accesos que se encuentran ras del suelo como en aquellos elevados respecto a este.

### Alternativa 2.- Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes, ocasionales y excepcionales (T50, T100 y T500)

Incluye las medidas de autoprotección 3 y 4. En esta alternativa se propone proteger la instalación hasta T500 mediante la construcción de un muro que rodee todo el perímetro de la explotación y que impida pasar el agua en caso de producirse una inundación derivada de una avenida de hasta T500.

### 7.3. ALTERNATIVA 1.- PROTECCIÓN TOTAL DE LA INSTALACIÓN PARA INUNDACIONES FRECUENTES (T50)

En esta alternativa se contempla la protección total de la explotación para inundaciones de elevada frecuencia (T10 y T50). Para evitar la entrada de agua en caso de inundación se propone la habilitación de los accesos vulnerables a la entrada de agua para la colocación de barreras temporales. Incluye las siguientes medidas:

- **Instalación de sistemas de barreras anti-inundación integrales tipo puerta** en los accesos a ras de suelo de la instalación. En algunos casos será necesario proteger hasta los 2 metros de altura. Se contempla la habilitación de 7 accesos. La inversión asciende a 42.000 euros y contempla la habilitación de 7 accesos: 1 en la caseta de bombeo de la depuradora, 1 en la caseta de transformadores, 2 en la nave principal y 3 en la caseta de recepción y control de accesos.
- **Colocación de compuertas tipo modulares** en aquellos accesos que ya cuentan con una sobrelevación respecto al terreno. La inversión asciende a 100.000 euros, siendo necesaria su colocación en un total de 25 puntos: 16 en la nave principal, 5 en la caseta de transformadores y 4 en la caseta de cuadros eléctricos.
- **Colocación de barreras temporales anti-inundación tipo FloodGate en las ventanas del edificio de recepción y control de acceso**, debido a que no están a una altura suficiente para evitar la inundación. Es necesaria la colocación de estos mecanismos en 4 ventanas. La inversión asciende a 4.800 euros.
- **Mejora de la respuesta frente a inundaciones.** Incluye la revisión y aprobación del plan de autoprotección para incluir la sistemática, organización y simulacros de emergencias provocadas por inundaciones y también la formación del personal involucrado en esta respuesta. La inversión asciende a 5.000 euros.

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T10 - T50	0
T50 - T100	79
T100 - T500	233
Más de T500	85
<b>Daño medio anual</b>	<b>397</b>
<b>Pérdida 30 años</b>	<b>11.916</b>

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

Explotación PADESA	Periodo de Retorno			
	T = 10	T = 50	T = 100	T = 500
Probabilidad anual	0,1	0,02	0,01	0,002
<b>COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1</b>				

Tabla 6. Relación Beneficio/Coste. Alternativa 1

Explotación PADESA	Periodo de Retorno			
	T = 10	T = 50	T = 100	T = 500
Barreras temporales tipo modulares (100.000 €)	151.800			
Barreras tipo <i>FloodGate</i> (4.800 €)				
Barreras anti-inundación integral tipo puerta (42.000 €)				
Mejora de la respuesta frente a inundaciones (5.000)				
<b>DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1</b>				
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	0	0	15.800	42.500
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	11.916			
Daño anual medio (€)	397			
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	98,46			
Relación Beneficio/Coste	5,03			

#### 7.4. ALTERNATIVA 2.- PROTECCIÓN TOTAL DE LA INSTALACIÓN PARA INUNDACIONES FRECUENTES, OCASIONALES Y EXCEPCIONALES (T50, T100 Y T500)

En esta alternativa se contempla la protección total de la explotación para inundaciones de probabilidad baja o excepcional (T500). Para evitar la entrada de agua en caso de inundación se propone la construcción de un muro perimetral de dimensiones acordes con los niveles de agua de este periodo de retorno. Esta alternativa incluye las siguientes medidas:

- **Construcción muro de hormigón perimetral** hasta una altura de 2 metros, con dos puertas cancela de entrada y salida de camiones. La inversión asciende a 438.683 €.
- **Instalación compuertas temporales desmontables tipo *FloodGate* en verjas de acceso.** La inversión asciende a 13.000 €.
- **Mejora de la respuesta frente a inundaciones.** Incluye la revisión y aprobación del plan de autoprotección para incluir la sistemática, organización y simulacros de emergencias provocadas por inundaciones y también la formación del personal involucrado en esta respuesta. La inversión asciende a 5.000 euros.

Tabla 7. Daño anual medio y acumulado en 30 años. Alternativa 2	
Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T10 - T50	0
T50 - T100	0
T100 - T500	0
Más de T500	0
<b>Daño medio anual</b>	<b>0</b>
<b>Pérdida 30 años</b>	<b>0</b>

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

Tabla 8. Relación Beneficio/Coste. Alternativa 2

Explotación PADESA	Periodo de Retorno			
	T = 10	T = 50	T = 100	T = 500
Probabilidad anual	0,1	0,02	0,01	0,002
<b>COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2</b>				
Construcción muro con verjas de entrada y salida de camiones (438.683 €)	456.683			
Compuerta temporal desmontable tipo <i>FloodGate</i> en verja (13.000 €)				
Mejora de la respuesta frente a inundaciones (5.000)				
<b>DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2</b>				
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	0	0	0	0
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	0			
Daño anual medio (€)	0			
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	100			
Relación Beneficio/Coste	1,70			

## 7.5. 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 9. Estudio Beneficio/Coste. Resultados comparativos			
Escenario	Coste de la alternativa (€)	Reducción daño (%)	Relación beneficio/coste
Alternativa 1	151.800	98,46	5,03
Alternativa 2	456.683	100	1,70

## 8. CONCLUSIONES

**Identificación del riesgo:** Las instalaciones de PADESA en Amposta no han sufrido nunca afecciones importantes por inundaciones desde su establecimiento en el año 1974. Sólo en una ocasión se inundó la explanada del aparcamiento exterior, con un calado de unos pocos centímetros y sin afecciones. Aquella inundación se produjo por la escorrentía desde un torrente cercano tras un episodio de precipitaciones torrenciales y no por desbordamiento del río Ebro. Este mecanismo de inundación no es el prioritario ni es el que se considera en los mapas recogidos en el SNCZI. La zona de generación de escorrentía en el torrente y la instalación están separados por el canal de la margen derecha del Ebro, que tiene una gran capacidad de evacuación de agua y que protege en cierta manera la instalación frente a ese tipo de riesgos. Según los mapas de peligrosidad para los periodos de retornos T10, T100, T500 la máxima altura esperable de agua en la zona más baja de la explotación es de 0,30, 1,55 y 2,1 metros, respectivamente. Encontrándose la explotación en un nivel alto de riesgo para los periodos de retorno más extremos. Hasta el momento las instalaciones no se han visto sometidas a ningún evento de este tipo

**Grado de resiliencia actual frente a las inundaciones:** el nivel de concienciación y preparación de los titulares de esta explotación es medio aunque tienen una idea clara del tipo de medidas que podrían implementar. Estas medidas, no obstante, no han sido desarrolladas actualmente, puesto que hasta la

fecha no se han sufrido episodios de inundación. No existe un plan de emergencias específico para la inundación que proteja a la explotación y sus trabajadores

**Medidas ya adoptadas:** No se han adoptado medidas en episodios anteriores ya que la única inundación se produjo por la escorrentía de lluvias torrenciales y no produjo afecciones. Nunca ha habido avisos de inundaciones por desbordamiento del río Ebro. Sin embargo, en el diseño de las instalaciones se tomaron medidas como la sobrelevación de las edificaciones y de los accesos a la nave.

**Medidas de autoprotección propuestas:** para mejorar la resiliencia de la instalación a las inundaciones se han propuesto diferentes medidas de autoprotección. En concreto: a) instalación de barreras temporales anti-inundación en accesos elevados y ventanas, 2) instalación de barreras anti-inundación integral, tipo puerta, en accesos a ras de suelo, 3) construcción de un muro perimetral que proteja toda la explotación y 4) mejorar la respuesta frente a inundaciones.

**Alternativas consideradas para reducir el riesgo:** se han propuesto y valorado dos alternativas de medidas de autoprotección: 1) Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes (T50) y 2) Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes, ocasionales y excepcionales (T50, T100 y T500).

**Comparación de las alternativas propuestas:** la alternativa 1 requiere una inversión de 151.800 €, reduce los daños en un 98,46%, prácticamente la totalidad de los mismos y tiene una relación beneficio/coste de 5,03 puntos. Por su parte, la alternativa 2 exigiría de una inversión mayor (456.683 €) y reduciría el 100% de los daños provocados por las inundaciones; su ratio de beneficio/coste de 1,70 puntos.

## 9. ANEXOS

### 9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS

Tabla 10. Tabla de daños. Situación actual

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo de retorno											
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T50			T100			T500		
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
<b>Edificaciones</b>																
Caseta de recepción y control de acceso	ud	1	60.000	60.00	0,10	5	3.000	0,75	15	9.000	1,40	30	18.000	2,00	50	30.000
Nave Principal	ud	1	1.500.000	1.500.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	5	75.000	2,00	10	150.000
Caseta bombeo	ud	1	40.000	40.000	0,20	5	2.000	0,85	10	4.000	1,55	30	12.000	2,10	50	20.000
Caseta transformadores	ud	1	100.000	100.000	0,04	0	0	0,60	10	10.000	1,35	60	60.000	1,90	100	100.000
Caseta cuadros eléctricos	ud	1	20.000	20.000	0,07	0	0	0,60	5	1.000	1,30	30	6.000	1,90	50	10.000
<b>Interior Edificaciones</b>																
Instalación eléctrica Nave Principal	ud	1	50.000	50.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	50	25.000	2,00	70	35.000
Transformador	ud	1	60.000	60.000	0,04	0	0	0,60	0	0	1,35	100	60.000	1,90	100	60.000
Instalación gas	ud	1	30.000	30.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	50	15.000	2,00	70	21.000
Instalación saneamiento	ud	1	15.000	15.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	50	7.500	2,00	70	10.500
Instalación Telefonía-Datos	ud	1	3.000	3.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	40	1.200	2,00	60	1.800

Tabla 10. Tabla de daños. Situación actual

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo de retorno											
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T50			T100			T500		
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
Fontanería	ud	1	10.000	10.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	20	2.000	2,00	40	4.000
Calderería	ud	1	15.000	15.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	40	6.000	2,00	60	9.000
Depuración	ud	1	180.000	180.000	0,25	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Bombeo depuración	ud	1	80.000	80.000	0,20	0	0	0,85	70	56.000	1,55	100	80.000	2,10	100	80.000
Cámaras de frío	ud	2	60.000	120.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	40	48.000	2,00	65	78.000
Salas de despiece	ud	2	750.000	1.500.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	40	600.000	2,00	65	975.000
<b>Maquinaria interior nave</b>																
Toros mecánicos	ud	8	30.000	240.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	30	72.000	2,00	100	240.000
Otra maquinaria	ud	1	60.000	60.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	50	30.000	2,00	100	60.000
<b>Bienes almacenados</b>																
Productos químico-sanitarios	ud	1	10.000	10.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	25	2.500	2,00	100	10.000
Producto congelado	ud	1	50.000	50.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	40	20.000	2,00	65	32.500
<b>Total</b>							<b>5.000</b>			<b>80.000</b>			<b>1.140.200</b>			<b>1.926.800</b>

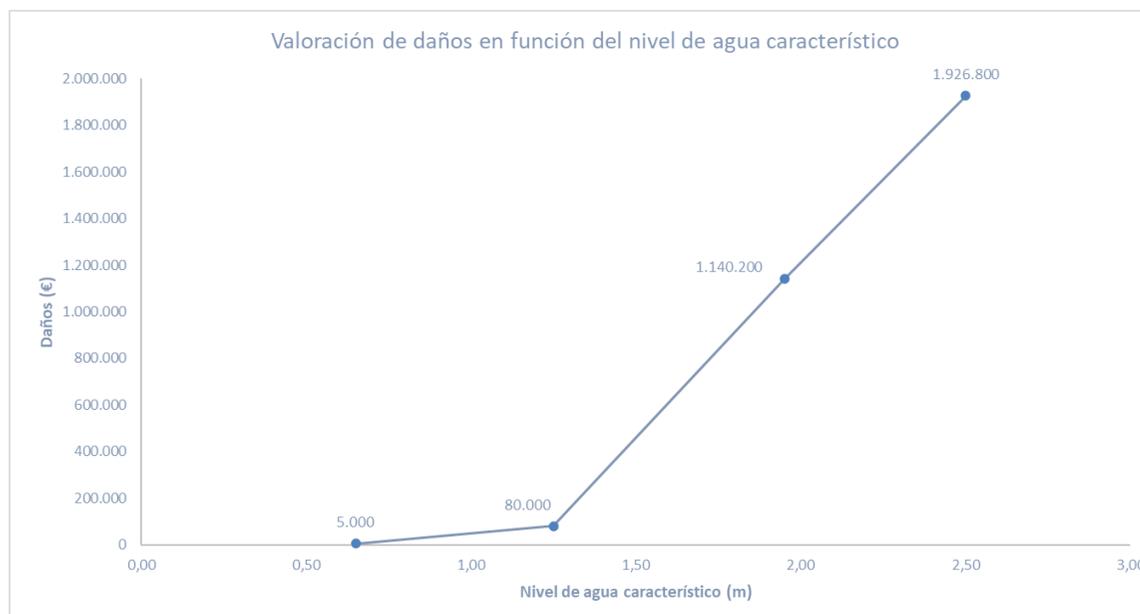


Gráfico 1. Curva de daños de la explotación. Situación actual

Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación

Tabla 11. Tabla de daños. Alternativa 1.- Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes (T50)

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo de retorno												
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T50			T100			T500			
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	
<b>Edificaciones</b>																	
Caseta de recepción y control de acceso	ud	1	60.000	60.000	0,10	0	0	0,75	0	0	1,40	2	1.200	2,00	5	3.000	
Nave Principal	ud	1	1.500.000	1.500.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	1	7.500	2,00	2	22.500	
Caseta bombeo	ud	1	40.000	40.000	0,20	0	0	0,85	0	0	1,55	0	0	2,10	5	2.000	
Caseta transformadores	ud	1	100.000	100.000	0,04	0	0	0,60	0	0	1,35	2	2.000	1,90	5	5.000	
Caseta cuadros eléctricos	ud	1	20.000	20.000	0,07	0	0	0,60	0	0	1,30	2	400	1,90	5	1.000	
<b>Interior Edificaciones</b>																	
Instalación eléctrica Nave Principal	ud	1	50.000	50.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	5	2.500	
Transformador	ud	1	60.000	60.000	0,04	0	0	0,60	0	0	1,35	5	3.000	1,90	5	3.000	
Instalación gas	ud	1	30.000	30.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0	
Instalación saneamiento	ud	1	15.000	15.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	10	1.500	2,00	20	3.000	
Instalación Telefonía-Datos	ud	1	3.000	3.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0	
Fontanería	ud	1	10.000	10.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	2	200	2,00	5	500	
Calderería	ud	1	15.000	15.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0	
Depuración	ud	1	180.000	180.000	0,25	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0	

Tabla 11. Tabla de daños. Alternativa 1.- Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes (T50)

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo de retorno											
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T50			T100			T500		
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
Bombeo depuración	ud	1	80.000	80.000	0,20	0	0	0,85	0	0	1,55	0	0	2,10	0	0
Cámaras de frío	ud	2	60.000	120.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Salas de despiece	ud	2	750.000	1.500.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
<b>Maquinaria interior nave</b>																
Toros mecánicos	ud	8	30.000	240.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Otra maquinaria	ud	1	60.000	60.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
<b>Bienes almacenados</b>																
Productos químico-sanitarios	ud	1	10.000	10.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Producto congelado	ud	1	50.000	50.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
<b>Total</b>							<b>0</b>			<b>0</b>			<b>15.800</b>			<b>42.500</b>

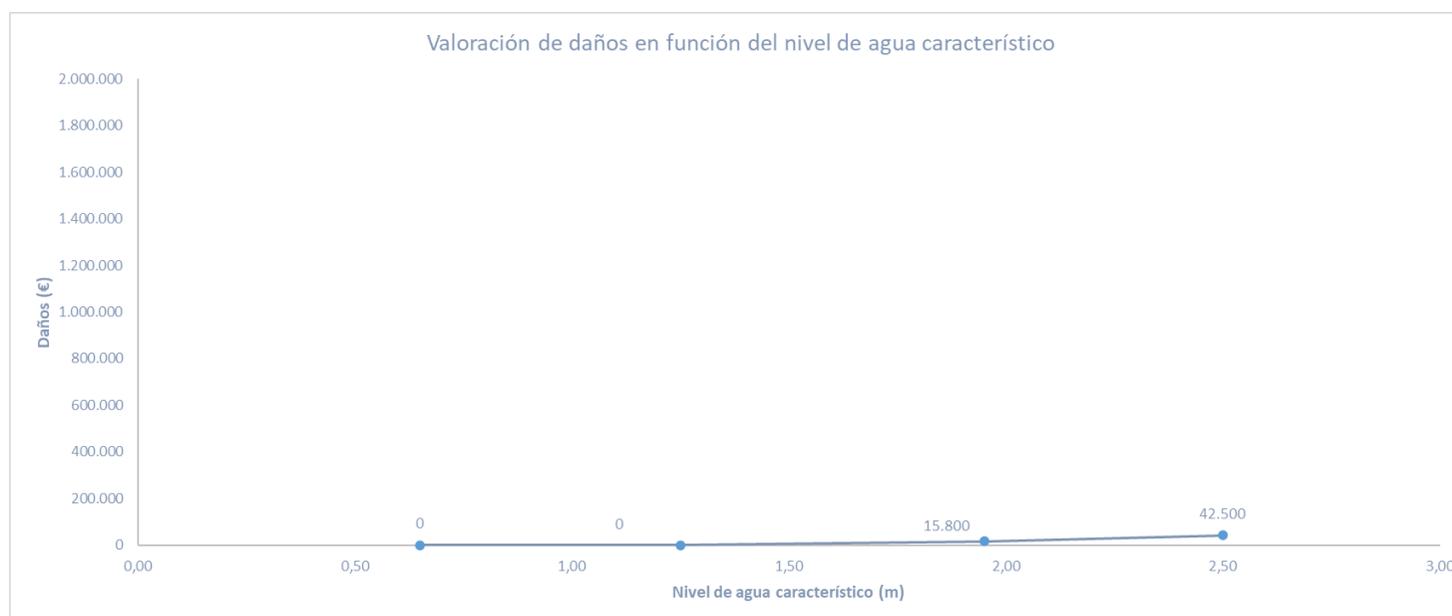


Gráfico 2. Curva de daños de la explotación. Alternativa 1.- Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes (T50)

Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación

Tabla 12. Tabla de daños. Alternativa 2.- Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes, ocasionales y excepcionales (T50, T100 y T500)

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo de retorno											
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T50			T100			T500		
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
<b>Edificaciones</b>																
Caseta de recepción y control de acceso	ud	1	60.000	60.000	0,10	0	0	0,75	0	0	1,40	0	0	2,00	0	0
Nave Principal	ud	1	1.500.000	1.500.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Caseta bombeo	ud	1	40.000	40.000	0,20	0	0	0,85	0	0	1,55	0	0	2,10	0	0
Caseta transformadores	ud	1	100.000	100.000	0,04	0	0	0,60	0	0	1,35	0	0	1,90	0	0
Caseta cuadros eléctricos	ud	1	20.000	20.000	0,07	0	0	0,60	0	0	1,30	0	0	1,90	0	0
<b>Interior Edificaciones</b>																
Instalación eléctrica Nave Principal	ud	1	50.000	50.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Transformador	ud	1	60.000	60.000	0,04	0	0	0,60	0	0	1,35	0	0	1,90	0	0
Instalación gas	ud	1	30.000	30.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Instalación saneamiento	ud	1	15.000	15.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Instalación Telefonía-Datos	ud	1	3.000	3.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Fontanería	ud	1	10.000	10.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Calderería	ud	1	15.000	15.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Depuración	ud	1	180.000	180.000	0,25	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0

Tabla 12. Tabla de daños. Alternativa 2.- Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes, ocasionales y excepcionales (T50, T100 y T500)

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo de retorno											
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T50			T100			T500		
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
Bombeo depuración	ud	1	80.000	80.000	0,20	0	0	0,85	0	0	1,55	0	0	2,10	0	0
Cámaras de frío	ud	2	60.000	120.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Salas de despiece	ud	2	750.000	1.500.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
<b>Maquinaria interior nave</b>																
Toros mecánicos	ud	8	30.000	240.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Otra maquinaria	ud	1	60.000	60.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
<b>Bienes almacenados</b>																
Productos químico-sanitarios	ud	1	10.000	10.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
Producto congelado	ud	1	50.000	50.000	0,30	0	0	0,80	0	0	1,50	0	0	2,00	0	0
<b>Total</b>							<b>0</b>			<b>0</b>			<b>0</b>			<b>0</b>

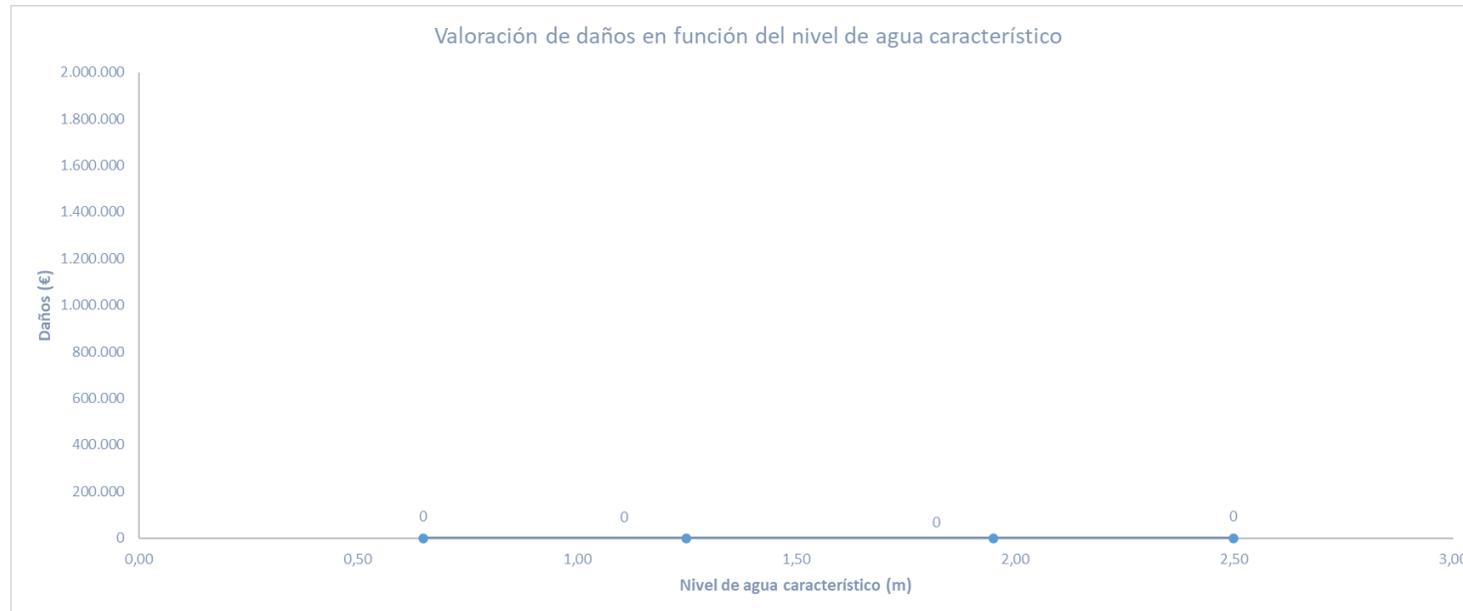


Gráfico 3. Curva de daños de la explotación. Alternativa 2.- Protección total de la instalación para inundaciones frecuentes, ocasionales y excepcionales (T50, T100 y T500)

Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación