

## CASO PILOTO

### EXLOTACIÓN GANADERA EN BÁRCENA DE CARRIEDO (T.M. VILLACARRIEDO, CANTABRIA)



Agosto, 2022

## ÍNDICE

<b>1. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL</b> .....	<b>5</b>
2.1. EDIFICACIONES .....	6
2.2. GANADO .....	7
<b>3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN</b> .....	<b>8</b>
3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN .....	10
3.2. INSTALACIONES QUE SE VERÍAN AFECTADAS POR LAS INUNDACIONES .....	14
3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA DEL AGUA.....	14
<b>4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES</b> .....	<b>15</b>
4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES .....	15
4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS .....	15
4.3. PLAN DE EMERGENCIA.....	15
<b>5. CARACTERIZACIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA EXPLOTACIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN</b> .....	<b>16</b>
6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN .....	17
6.2. OTRAS MEDIDAS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b>7. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTE DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>17</b>
7.1. ANÁLISIS DE DAÑOS POR ALTURA DE AGUA EN SITUACIÓN DE PARTIDA .....	18
7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS .....	19
7.3. ALTERNATIVA ÚNICA.- PROTECCIÓN TOTAL DE LAS EDIFICACIONES .....	19
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	<b>20</b>
<b>9. ANEXOS</b> .....	<b>22</b>
9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS.....	22

#### RELACIÓN DE ABREVIATURAS

CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CHC	Confederación Hidrográfica del Cantábrico
DGA	Dirección General del Agua
DPH	Dominio Público Hidráulico
Guía	Guía de Adaptación al Riesgo de Inundación en Explotaciones Agrícolas y Ganadera
SAT	Sociedad Agraria de Transformación
SNCZI	Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables
Ti	Periodos de retorno de 500, 100 y 10 años
ZFP	Zona de Flujo Preferente

## 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 Ganadería SAT Abascal Diego, situada en la margen derecha del río Pisueña a su paso por Bárcena de Carriedo (municipio de Villacarriedo).

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 Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC). La explotación se encuentra en la margen derecha del río Pisueña, a su paso por Bárcena de Carriedo, en la zona inundada para T10 y en zona de policía. Asimismo, parte de la explotación se encuentra en Zona de Flujo Preferente (ZFP). Las instalaciones de la explotación no han sufrido inundaciones relevantes en los últimos 40 años, si bien los terrenos dedicados al pasto de ganado y a la producción de forrajes se inundan varias veces al año.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL

**Nombre:** Ganadería SAT Abascal Diego.

**Ubicación:** Margen derecha del río Pisueña a su paso por Bárcena de Carriedo, en el municipio de Villacarriedo.

**Actividad:** Ganado vacuno y equino.

### Referencias catastrales:

- Polígono 5 Parcela 180 MERECILLA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005001800000GI
- Polígono 5 Parcela 181 MERECILLA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005001810000GJ
- Polígono 5 Parcela 183 VALIJA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005001830000GS
- Polígono 5 Parcela 184 MERECILLA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005001840000GZ
- Polígono 5 Parcela 185 BARCENA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005001850000GU
- Polígono 5 Parcela 186 MERECILLA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005001860000GH
- Polígono 5 Parcela 234 EL CAGIGAL. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002340000GO
- BO BARCENA 22(A) Polígono 5 Parcela 235 LA PESQUERA. 39649 VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002350000GK
- Polígono 5 Parcela 239 LA PESQUERA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002390000GI
- Polígono 5 Parcela 240 PRADO CHICO. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002400000GD
- Polígono 5 Parcela 241 LA PESQUERA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002410000GX
- Polígono 5 Parcela 242 PRADO DEL CURA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002420000GI
- Polígono 5 Parcela 243 LA PESQUERA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002430000GJ
- Polígono 5 Parcela 244 LA NAVE. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002440000GE
- Polígono 5 Parcela 245 LA NAVE. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002450000GS
- Polígono 5 Parcela 246 PRADO DEL CURA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002460000GZ
- Polígono 5 Parcela 248 LA PARCELA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002480000GH
- Polígono 5 Parcela 251 BACARRAL. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005002510000GH
- Polígono 5 Parcela 487 LA PESQUERA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005004870000GF
- Polígono 5 Parcela 488 LA PESQUERA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005004880000GM
- Polígono 5 Parcela 490 LA PESQUERA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005004900000GF
- Polígono 5 Parcela 491 LA PESQUERA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005004910000GM
- Polígono 5 Parcela 492 LA PESQUERA. VILLACARRIEDO (CANTABRIA) 39098A005004920000GO

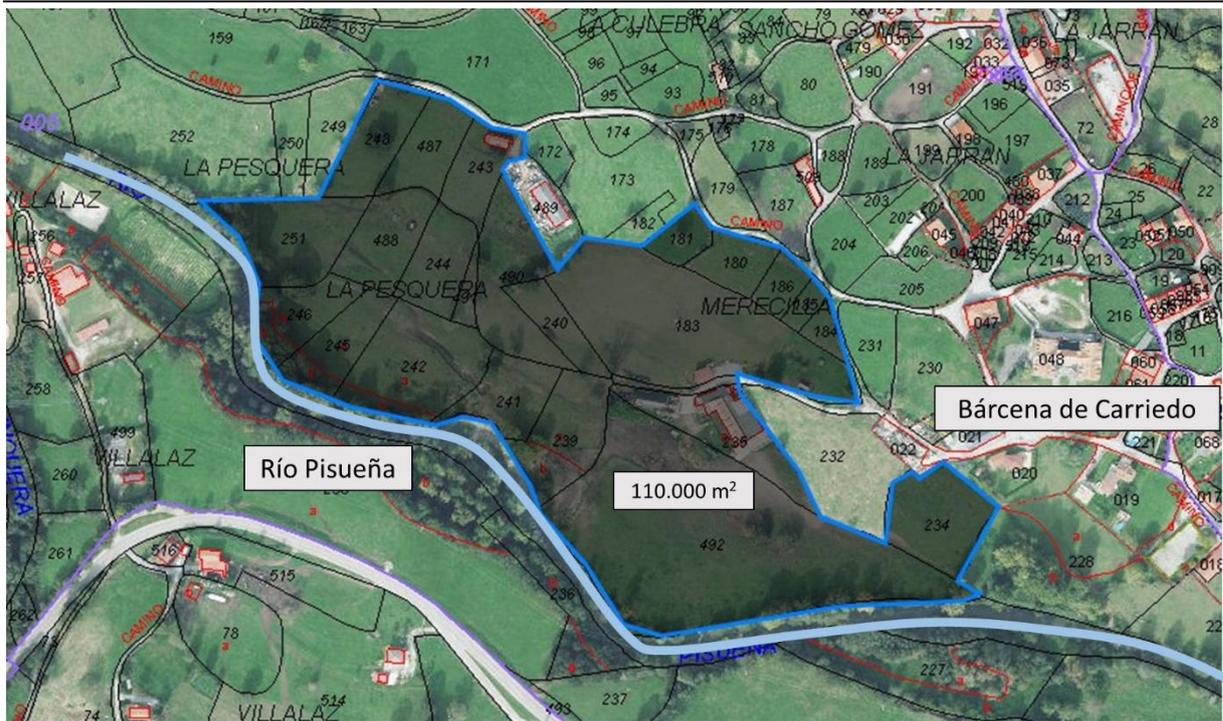


Figura 1. Ubicación de la explotación. Superficie total: 11 ha.

Los terrenos de la explotación ocupan un total de 11 ha, y se encuentran en la margen derecha del río Pisueña, lindando con el propio cauce del río, y en su llanura de inundación.

## 2.1. EDIFICACIONES

La instalación cuenta con una edificación principal y 4 naves auxiliares (Figura 2). La edificación principal tiene 2 puertas de entrada y no tiene garaje ni ventanas. La fachada es de bloques de cemento.

En cuanto a su valoración, la póliza de seguro facilitada por el titular muestra una tasación para todas las edificaciones de 350.000 €, y su contenido (maquinaria y mobiliario) por valor de 100.000 €.

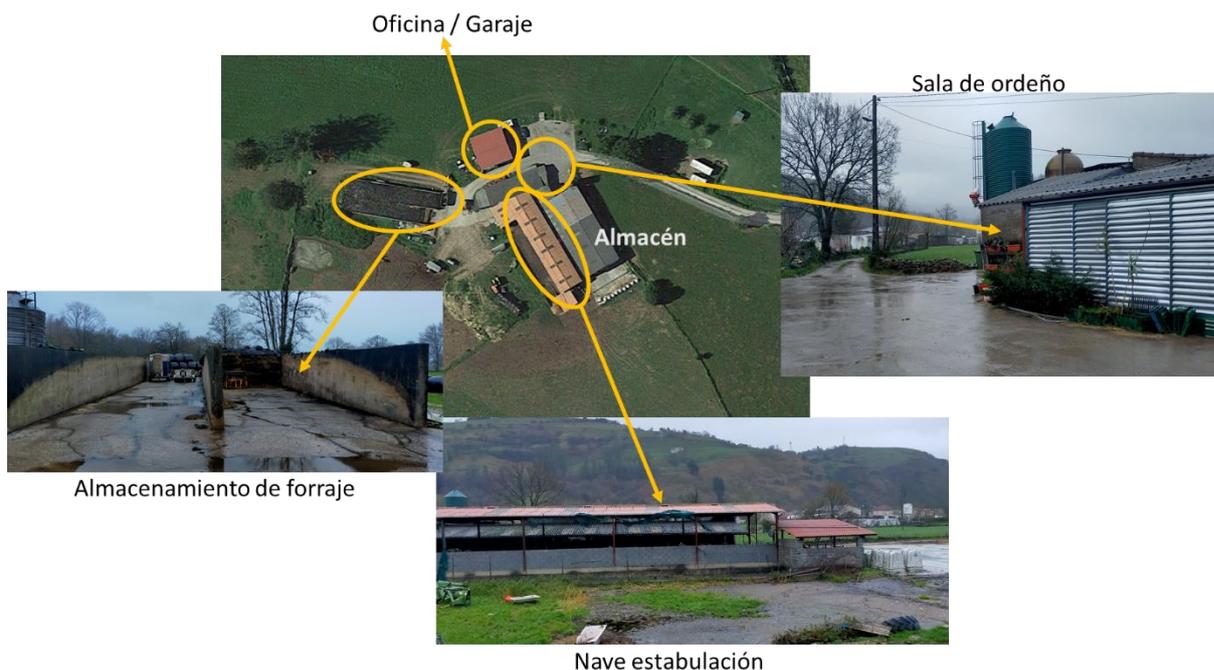


Figura 2. Edificaciones de la instalación.

## 2.2. GANADO

La principal actividad desarrollada en la explotación es la cría de vacas y caballos. La explotación cuenta con 230 vacas y 50 caballos sin estabular (extensivo).

La explotación dispone de una nave de estabulación en la que se albergan 120 vacas. El resto del ganado se encuentra sin estabular o semiestabulado.

Según la información facilitada por el propietario, el precio medio de cada cabeza de ganado vacuno es de 1.500 €, y el del equino de 1.400 €. En base a esto, el valor de todo el ganado sería de unos 345.000 € (vacuno) y de 70.000 € en equino (total 415.000 €).

Las inundaciones que se producen habitualmente en la explotación afectan únicamente a los prados dedicados al pasto y a la producción de forraje, sin generar daños al ganado dado que los calados alcanzados no suelen ser elevados y en todo caso el ganado puede desplazarse a terrenos más lejanos al río con facilidad. Los propietarios no recuerdan inundaciones que afecten a las naves de estabulación, almacén o sala de ordeño, salvo la inundación del año 1983.



Figura 3. Vista de los terrenos dedicados al pasto de ganado inundados, el día 10/01/2022.

### 3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

La Figura 4 muestra los calados en la explotación y su entorno, estimados en el SNCZI para períodos de retorno de 10, 100 y 500 años. Se identifican asimismo 4 puntos de referencia para cuantificar los calados en cada edificación de la explotación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Los terrenos dedicados a pasto y obtención de forraje se inundan prácticamente en su totalidad para la avenida de 10 años de período de retorno, con calados de entre 10 y 50 centímetros. Para 500 años de período de retorno los calados en dichos terrenos aumentan del orden de 20-30 centímetros, sin que se llegue a superar 1 metro de calado en ningún caso. El hecho de que los terrenos se inundan para T10 concuerda con las observaciones de los propietarios, según las cuales los terrenos se inundan parcialmente varias veces al año. De hecho, el día en el que se realizó la visita (10/01/2022), los terrenos de la explotación se encontraban parcialmente anegados debido al desbordamiento del cauce principal enfrente a la explotación, sin que el caudal del río fuese extraordinario (Figura 5). En el siguiente apartado analizaremos las causas de la inundación.

En lo que se refiere a las edificaciones de la explotación, los mapas de calados del SNCZI indican que apenas se inundan para el período de retorno de 10 años, únicamente en la zona del aparcamiento de coches al aire libre se producirían calados del orden de los 2 cm. Estos valores no son significativos dada la precisión de los datos y cálculos con los que están elaborados estos mapas, por lo que puede considerarse que las edificaciones no se inundan para T10. Esto concuerda con las apreciaciones de los propietarios, que no recuerdan que se haya producido la inundación de las edificaciones en los últimos 40 años. Para 100 y 500 años de período de retorno sí que se inundarían parcialmente algunas edificaciones, con calados en general entre los 10 y 40 cm (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

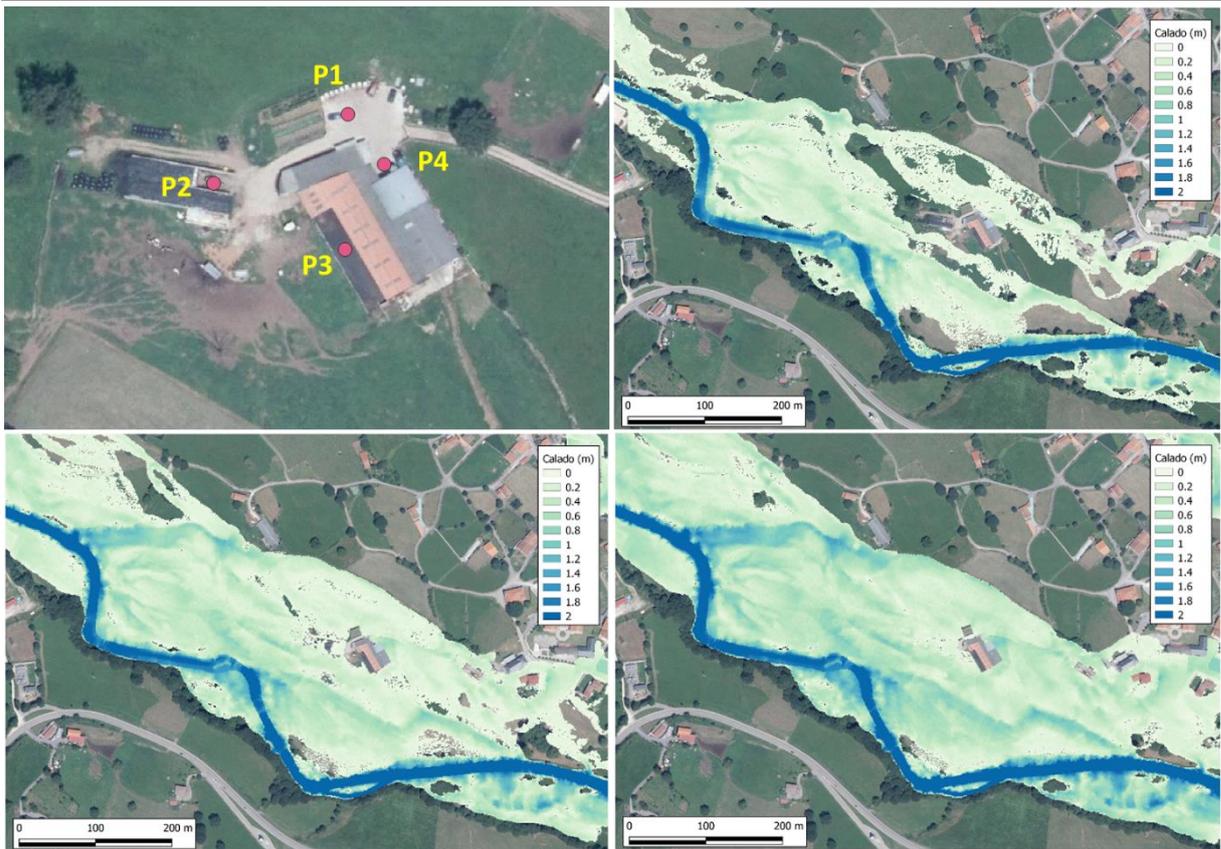


Figura 4. Puntos de referencia en las edificaciones de la explotación (arriba-izquierda), y calados para períodos de retorno de 10 (arriba-derecha), 100 (abajo-izquierda) y 500 (abajo-derecha) años.

Tabla 1. Cota del terreno y calados para T10, 100 y 500 años, en los puntos de referencia identificados en la Figura 4				
Puntos de referencia	P1	P2	P3	P4
Z terreno (m)	165,2	165,0	164,5	165,6
h(m) - T10	0,02	0,00	0,00	0,00
h(m) - T100	0,12	0,04	0,00	0,30
h(m) - T500	0,21	0,15	0,00	0,42



Figura 5. Terrenos de la explotación anegados el día 10/01/2022, por desbordamiento del cauce principal en frente a la explotación.

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

A continuación analizamos las causas de la inundación de los terrenos de la explotación. Este análisis se ha realizado en base a: 1) los mapas de calados del SNCZI, 2) las observaciones de los propietarios durante las inundaciones que se han producido en los últimos años, 3) actuaciones que se han realizado en el río a lo largo del tiempo y evolución del cauce según ortofotos históricas.

Las inundaciones que se producen en la explotación tienen como única causa el incremento de nivel en el río Pisuëña, y su desbordamiento hacia la llanura aluvial en la cual se encuentran los terrenos. En la Figura 6 se identifican los puntos de desbordamiento a partir de los mapas de calados para T10 y T100. La primera sección de desbordamiento se encuentra aproximadamente 1,3 km aguas arriba de la explotación, y genera una zona de escorrentía paralela al cauce principal que llega hasta la propia explotación (y es precisamente este flujo el que genera unos calados mínimos en las edificaciones para T10). La segunda y tercera sección de desbordamiento se sitúan aproximadamente al comienzo de los terrenos de la propia explotación.

Resulta notable que para T100, en el tramo de cauce situado aguas arriba de la explotación únicamente se produzcan desbordamientos en secciones muy puntuales, cuando lo normal es que, en un río aluvial en condiciones naturales, para estos períodos de retorno se produzca un desbordamiento generalizado en todo el cauce hacia la llanura de inundación.

Este comportamiento es probablemente debido a la construcción en los años 90 de un caballón en la margen derecha del río, el cual evita su desbordamiento. Este caballón no tiene continuidad en el

tramo de río situado frente a la explotación. Esta información es proporcionada por los propietarios de la explotación y vecinos ya que, debido a su escasa altura, resulta difícil identificarlo en el MDT y ortofotos. La Figura 7 muestra dos ortofotos históricas de este tramo (1957 y 2002) en donde se aprecia claramente el cambio de morfología debida al confinamiento del cauce principal.

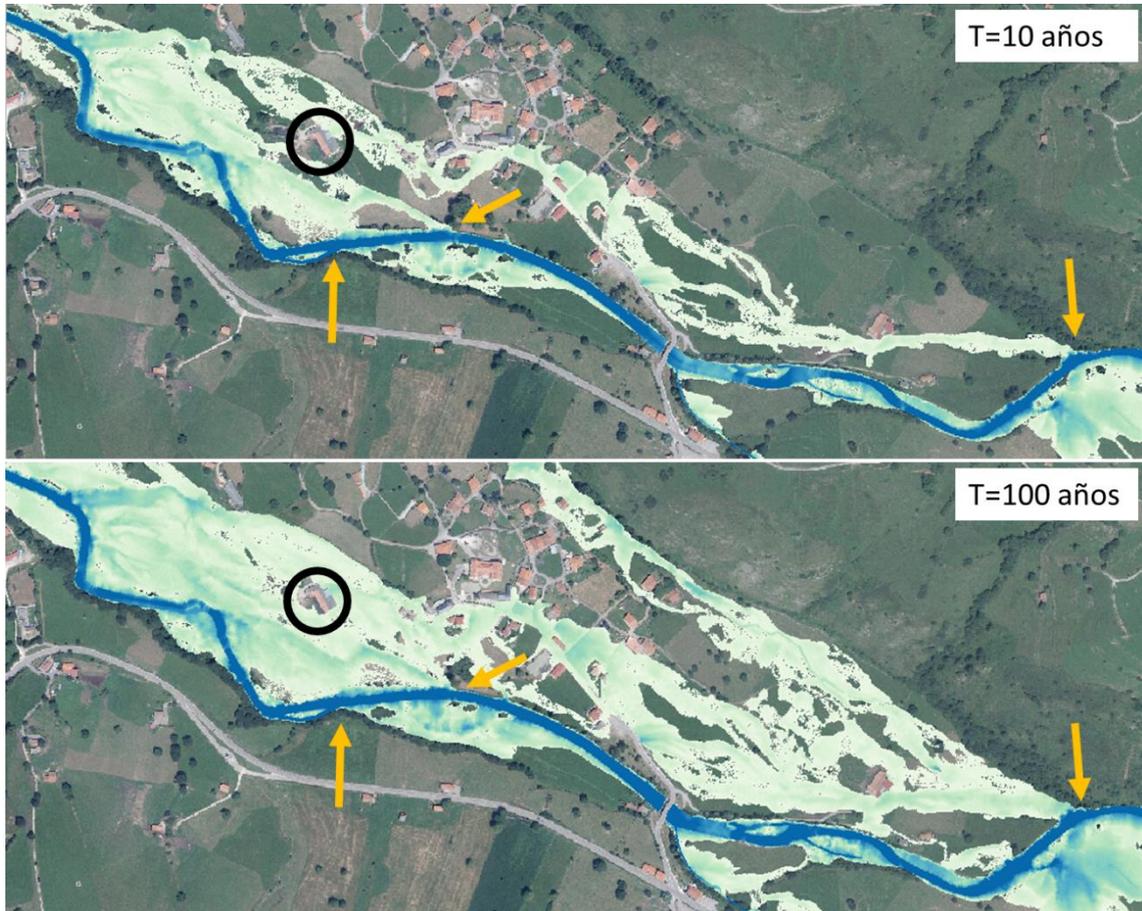


Figura 6. Mapas de calados para períodos de retorno de 10 y 100 años. Las flechas naranjas identifican las secciones de desbordamiento del cauce principal. El círculo negro identifica la ubicación de las edificaciones de la explotación.



Figura 7. Ortofotos históricas (1957, 2022) del río Pisueña a su paso por Bárcena de Carriedo, en las que se aprecia la evolución morfológica del cauce debido a la construcción de caballones de encauzamiento.

Continuando con el análisis de las causas de inundación de los terrenos, según los propietarios, hace unos años (en torno a 2017) en situación de avenida el río comenzó a generar una incisión en su margen izquierda justo aguas arriba del puente que da acceso a Bárcena de Carriedo, situado unos 500 metros aguas arriba de la explotación. El material erosionado en dichos eventos (en general gravas) se acumuló en el cauce principal al nivel de los terrenos de la explotación, lo cual pudo comprobarse visualmente durante la visita a la explotación. La acumulación de dicho material, unido a la ausencia de caballón en dicho tramo, propició un aumento de la frecuencia de desbordamiento del río hacia los terrenos de la explotación. Actualmente dicho desbordamiento se produce varias veces al año, inundando parcialmente los terrenos. Recientemente (en 2020), se construyó un muro de escollera aguas arriba del puente, en la margen izquierda del cauce, con el fin de evitar que se siga produciendo la incisión del cauce comentada (Figura 8).

*Debido a esta dinámica relativamente reciente, por la cual se produce el anegamiento parcial de los terrenos terrenos varias veces al año, durante las inundaciones se genera un flujo preferente a través de los terrenos de la explotación, el cual pudo observarse durante la visita del 10/01/2022 (*

*Figura 9). Esta corriente produce una incisión en el terreno de más de 1 metro de profundidad, que evoluciona hacia aguas arriba con cada inundación (debido al fenómeno de erosión regresiva). Dicha incisión se aprecia claramente en la foto de la derecha de la*

Figura 9 (en condiciones secas), así como en la Figura 10 (en condiciones de inundación).



Figura 8. Ortofotos del tramo de cauce justo aguas arriba del puente que da acceso a Bárcena de Carriedo. En la foto actual se aprecia el muro de escollera construido en 2020 para proteger la erosión de la margen izquierda.

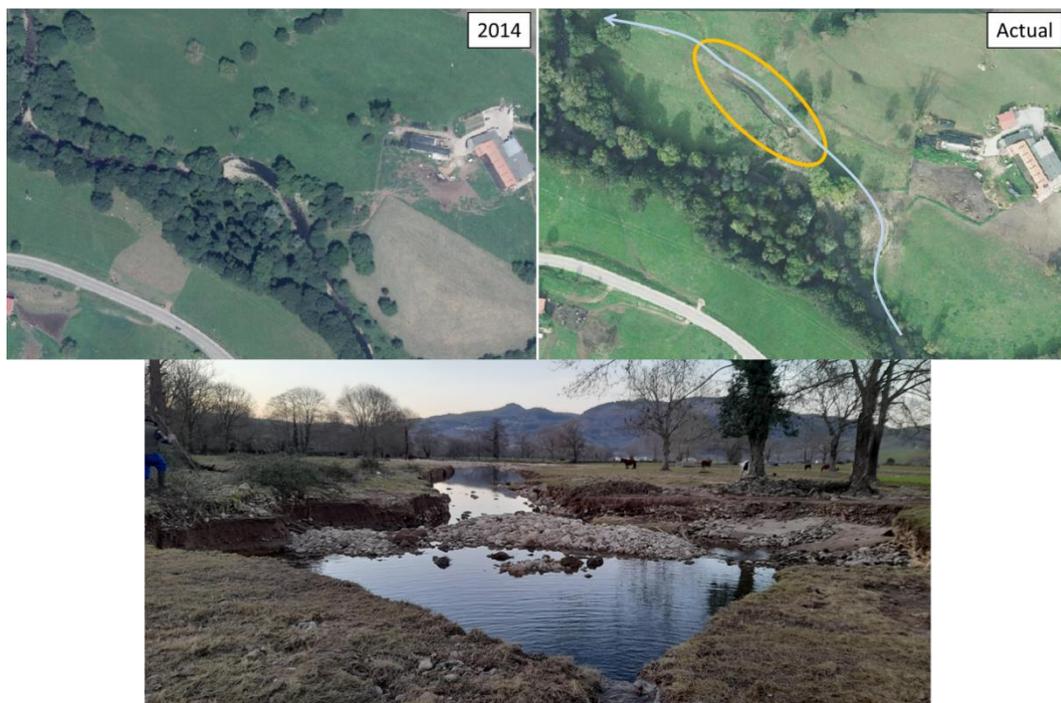


Figura 9. Ortofotos de 2014 y actual del cauce al nivel de la explotación (arriba). En la ortofoto actual (arriba derecha) se identifica la línea de flujo principal a través de los terrenos de la explotación que se produce al desbordar el río (en la actualidad varias veces al año). Se identifica asimismo (en naranja) el nuevo cauce que se está formando a través de los terrenos de la explotación, cuyo comienzo se muestra en la foto inferior.



Figura 10. Foto tomada el 10/01/2022, donde se aprecia el comienzo del nuevo cauce que se está formando a través de los terrenos de la explotación. La pequeña cascada se produce debido a que la erosión regresiva ha generado un desnivel local de entre 1 y 2 metros, que evoluciona progresivamente hacia aguas arriba.

### 3.2. INSTALACIONES QUE SE VERÍAN AFECTADAS POR LAS INUNDACIONES

La afección principal que generan las inundaciones es el anegamiento de los terrenos dedicados a pastos y producción de forraje. Actualmente estos terrenos se inundan varias veces al año. La inundación no genera un riesgo relevante ni para los propietarios ni para las edificaciones ni para el ganado, ya que éste puede desplazarse fácilmente por sí mismo a zonas no inundadas o con calados muy bajos. Sin embargo, la frecuente inundación de los terrenos sí que imposibilita su utilización para la producción de forraje. Esto concuerda con el mapa de calados del SNCZI para un período de retorno de 10 años (Figura 4 y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), según el cual se inundan los terrenos de la explotación pero no las edificaciones.

Para un período de retorno de 100 años el agua llegaría a las edificaciones, con calados máximos de hasta 30 cm, dependiendo de la edificación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Esto es coherente con la información proporcionada por los propietarios, según la cual la última inundación que alcanzó las edificaciones se produjo en el año 1983, en la que se alcanzaron calados del orden de 30 cm en las instalaciones.

Para el período de 500 años, según el SNCZI el nivel de agua alcanzado sería 10 cm superior que para T 100 años, con calados máximos en las instalaciones del orden de 40 cm.

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

El agua entra en los terrenos debido al desbordamiento del cauce principal. Las secciones por las que comienza a desbordar el cauce se indican en la Figura 6. Como se ha comentado en el apartado 3.1, las secciones por las que se produce el desbordamiento del cauce están muy condicionadas por la evolución del cauce en los últimos años y la existencia de una mota que no tiene continuidad en el tramo de río adyacente a los terrenos de la explotación.

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

### 4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES

La única medida que adoptan los propietarios cada vez que se inundan los terrenos de la explotación es el desplazamiento del ganado a terrenos cercanos. Esta forma de operar ha sido exitosa en los últimos años en los que los terrenos se anegan frecuentemente. Cuando pasa la avenida los animales pueden volver a pastar en los terrenos.

En lo que respecta a las edificaciones, al no haberse inundado desde el año 1983, los propietarios no han tomado ninguna medida de protección.

### 4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS

Los propietarios disponen de una póliza de seguros que cubre las naves y edificaciones de la explotación por un valor de 350.000 €, y su contenido (maquinaria, mobiliario y forrajes) por un valor de 106.000 €. Los vehículos en reposo y el ganado no están asegurados.

Los daños por inundación, tanto del continente como del contenido, están cubiertos al 100% hasta el valor asegurado, con una franquicia de únicamente 150 €.

### 4.3. PLAN DE EMERGENCIA

Los propietarios no han elaborado un plan de emergencia dado que en el riesgo de daños es bajo y en los últimos años no se ha producido ninguna pérdida de ganado ni de bienes por inundaciones, salvo las pérdidas por producción de forraje.

## 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. El propietario es consciente de su nivel de riesgo y conoce algunas de las fuentes de información oficiales sobre predicciones meteorológicas e hidrológicas. También sabe analizar la cartografía de zonas inundables.

El bloque 2 alude a la identificación de posibles daños por inundación. El propietario conoce las causas de las inundaciones que sufre y los mecanismos por los que el agua entra en sus instalaciones, así como los activos que se ven afectados. No dispone 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. Hasta el momento no se han desarrollado medidas de autoprotección.

El bloque 4 valora las coberturas de los seguros contratados. Los propietarios disponen de un seguro que cubre las naves y edificaciones. El ganado y los vehículos en reposo no están asegurados. Se considera, no obstante, que las coberturas actuales contratadas son acordes al riesgo de inundación. Toda esta información se guarda en lugar seguro y a salvo de los efectos de inundaciones.

El bloque 5 evalúa los procedimientos de actuación frente de emergencias. Aunque no disponen de un plan específico de actuación frente a una inundación de gran magnitud (T100 o 500), sí que saben cómo actuar en caso de inundaciones frecuentes (T10).

En base a estos cinco bloques se elabora el gráfico resumen que representa la resiliencia de la explotación. A partir de este gráfico y de las conversaciones mantenidas durante la visita a la explotación, se puede concluir que los propietarios tienen razonablemente bien identificadas las causas que pueden generar la inundación de la explotación, así como su peligrosidad y los posibles daños que se podrían generar. No se está aplicando actualmente ninguna medida específica de protección frente a inundación ya que desde 1983 el agua no ha alcanzado las edificaciones. La inundación de los terrenos dedicados a pasto y a producción de forraje no puede ser evitada con medidas de autoprotección.

En los siguientes apartados se incidirá en posibles soluciones complementarias o medidas de autoprotección.

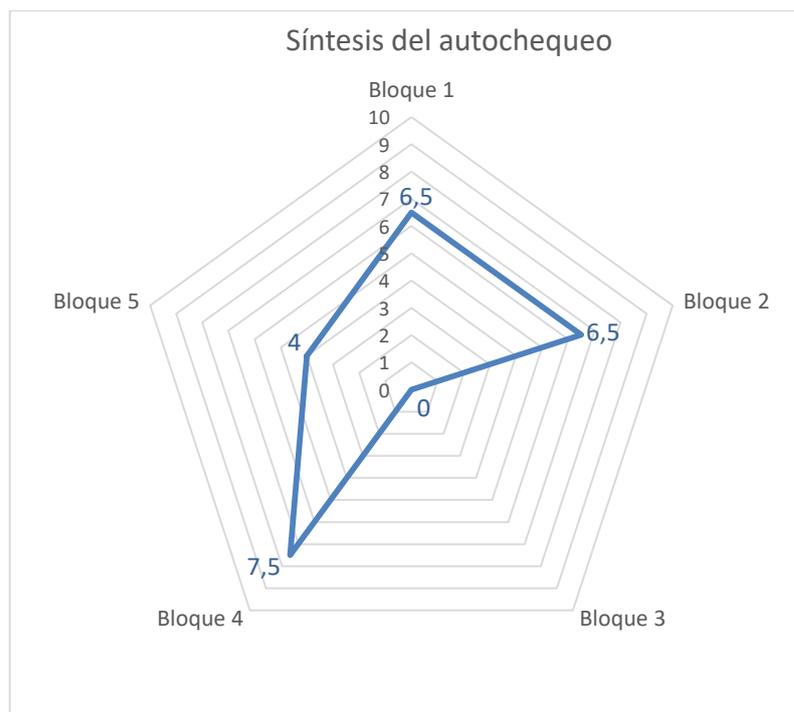


Figura 11. Gráfico de la resiliencia de la explotación

## 6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

## 6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN

Para avenidas asociadas a la T100 y 500, los elementos en riesgo son la oficina/garaje, la sala de ordeño, el almacén y los terrenos de pasto y producción de forraje. Las pérdidas en la zona de almacenamiento del forraje se consideran despreciables, ya que las alturas de agua que se alcanzan son bajas (del orden de 4 y 15 cm, respectivamente).

Las medidas que se proponen a continuación tienen como objetivo evitar la entrada de agua en las instalaciones vulnerables:

1. **Barreras móviles anti-inundación tipo *floodgate*** para proteger las puertas de entrada a los edificios.
2. **Barreras modulares anti-inundación de aluminio** para proteger los portones de entrada a los edificios y naves auxiliares
3. **Válvula antirretorno** en los sumideros de la sala de ordeño.
4. **Sellado de los elementos de ventilación.**



Figura 12. Elementos de ventilación situados en la pared de la sala de ordeño.

## 7. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTE DE ALTERNATIVAS

En base a las circunstancias de la explotación y al grado de autoprotección que se podría 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 coste-beneficio 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 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, 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 daños son la oficina/garaje, la sala de ordeño y el almacén.

Se consideran como unidades fundamentales:

- Limpieza/restauración de espacio interior de la edificación principal oficina/garaje (limpieza, reparación, pintura): 200 €/m<sup>2</sup>.

De acuerdo con la metodología de la Guía del CEDEX se puede establecer una tabla de costes asociada a una inundación, incluyendo estas partidas. Se consideran los escenarios de periodo de retorno de 10, 100 y 500 años. 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:

Periodo Retorno	Nivel de agua característico (m)
T10	0,50
T100	0,70
T500	0,80

En base a estos periodos de retorno se estimarán los porcentajes de afección para cada bien de la explotación.

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.

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T10 - T100	1.067
T100 - T500	161
Más de T500	43
<b>Daño medio anual</b>	<b>1.271</b>
<b>Pérdida 30 años</b>	<b>38.127</b>

## 7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

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

- 1) Instalar barreras temporales anti-inundación tipo *Floodgate* para proteger las puertas de entrada a las edificaciones de la instalación.
- 2) Instalar barreras modulares anti-inundación para proteger los portones de entrada a las edificaciones de la instalación.
- 3) Instalar una válvula antirretorno en los sumideros de la sala de ordeño.
- 4) Sellado de los elementos de ventilación de la sala de ordeño.

Y con el daño medio anual y acumulado en 30 años (1.271 y 38.127 €, respectivamente), se plantea una única alternativa.

### Alternativa única.- Protección total de las edificaciones

Incluye todas las medidas de autoprotección indicadas. De esta manera, se propone la colocación de barreras anti-inundación en los puntos de acceso a todas las edificaciones y, a mayores, en la sala de ordeño, se propone el sellado de los elementos de ventilación y la instalación de una válvula antirretorno en los sumideros.

## 7.3. ALTERNATIVA ÚNICA.- PROTECCIÓN TOTAL DE LAS EDIFICACIONES

Se contempla como única alternativa la protección total de las instalaciones frente a inundaciones. Las medidas que se incluyen son las siguientes:

- **Instalación de barreras temporales desmontables tipo *FloodGate* en las puertas de acceso.** La inversión asciende a 3.250 euros, siendo necesaria su colocación en 5 puntos de acceso: 2 en la oficina/garaje, 1 en la sala de ordeño y 2 en el almacén.
- **Instalación de barreras modulares anti-inundación de aluminio en los portones de acceso.** La inversión asciende a 13.200 euros, siendo necesaria su colocación en 3 puntos de acceso: 1 en la sala de ordeño y 2 en el almacén.
- **Instalación de una válvula antirretorno en los sumideros** de la sala de ordeño. La inversión asciende a 550 euros.
- **Protección temporal de las rejillas de aireación** que se encuentran en la sala de ordeño. La inversión asciende a 300 euros (6 ud x 50 €/ud).

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T10 - T100	450
T100 - T500	40
Más de T500	10
<b>Daño medio anual</b>	<b>500</b>
<b>Pérdida 30 años</b>	<b>15.000</b>

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

Tabla 5. Relación Beneficio/Coste. Alternativa 1

Explotación Villacarriedo	Periodo de Retorno		
	T = 10	T = 100	T = 500
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
<b>COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1</b>			
Compuertas temporales desmontables tipo <i>FloodGate</i> (3.250 €)	17.300		
Compuertas temporales modulares de aluminio (13.200 €)			
Instalación válvula antirretorno (550 €)			
Protección temporal de rejillas de aireación (300 €)			
<b>DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1</b>			
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	5.000	5.000	5.000
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	15.000		
Daño anual medio (€)	500		
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	61		
Relación Beneficio/Coste	1,34		

## 8. CONCLUSIONES

**Identificación del riesgo:** La explotación ganadera cuenta con 230 vacas y 50 caballos sin estabular y se encuentra en la margen derecha del río Pisueña, a su paso por Bárcena de Carriedo. La inundación se produce debido al incremento del nivel del río y su desbordamiento hacia la llanura aluvial en la cual se encuentran los terrenos de la explotación.

Eventos frecuentes de inundación (T10) afectan a los prados de pasto y producción de forraje. Para las crecidas asociadas con la T100 y T500 se verían afectadas, además de los terrenos, las instalaciones de la explotación: sala de ordeño, la oficina/garaje, el almacén y la zona de almacenamiento del forraje, sin producirse pérdidas importantes en este último.

**Grado de resiliencia actual frente a las inundaciones:** De un modo sintético, los propietarios tienen razonablemente bien identificadas las causas que pueden generar la inundación de la explotación, así como su peligrosidad y los posibles daños que se podrían generar. Dado que desde 1983 el agua no ha alcanzado las edificaciones y no se han producido pérdidas de ganado ni de bienes debido a las inundaciones, no se han analizado ni implementado medidas de protección que podrían evitar algunos daños en el caso de inundaciones poco frecuentes (T100 y 500). Las inundaciones frecuentes que afectan a los terrenos dedicados a pasto y a producción de forraje no pueden evitarse con medidas de autoprotección. No hay elaborado un plan de emergencia. El seguro contratado, cubre las naves y edificaciones de la explotación, pero no los vehículos en reposo y el ganado.

**Medidas ya adoptadas:** La única medida prevista en caso de inundación es desplazar al ganado a terrenos cercanos.

**Medidas de autoprotección propuestas:** se proponen cinco: 1) instalar barreras móviles anti-inundación tipo *floodgate*, 2) instalar barreras modulares anti-inundación, 3) instalar una válvula antirretorno en los sumideros de la sala de ordeño y 5) sellar los elementos de ventilación existentes.

---

**Alternativas consideradas para reducir el riesgo:** Se ha propuesto y valorado únicamente una única alternativa: Protección total de las edificaciones, que considera todas las medidas de autoprotección posibles. Esta alternativa requiere una inversión de 17.300 € y tiene una relación beneficio/coste de 1,34 puntos, reduciendo el riesgo un 61%.

## 9. ANEXOS

### 9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS

**Tabla 6. Tabla de daños. Situación actual**

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo retorno								
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T100			T500		
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
<b>General</b>													
Terrenos de pasto y obtención de forraje	ud	1	5.000	5.000	0,5	100	5.000	0,70	100	5.000	0,80	100	5.000
<b>Edificaciones</b>													
Oficina / Garaje	m2	140	200	28.000	0	0	0	0,12	15	4.200	0,21	20	5.600
Almacén	ud	1	15.000	15.000	0	0	0	0,30	30	4.500	0,42	40	6.000
Sala de ordeño	ud	1	5.000	5.000	0	0	0	0,30	100	5.000	0,42	100	5.000
<b>Total</b>							<b>5.000</b>			<b>18.700</b>			<b>21.600</b>

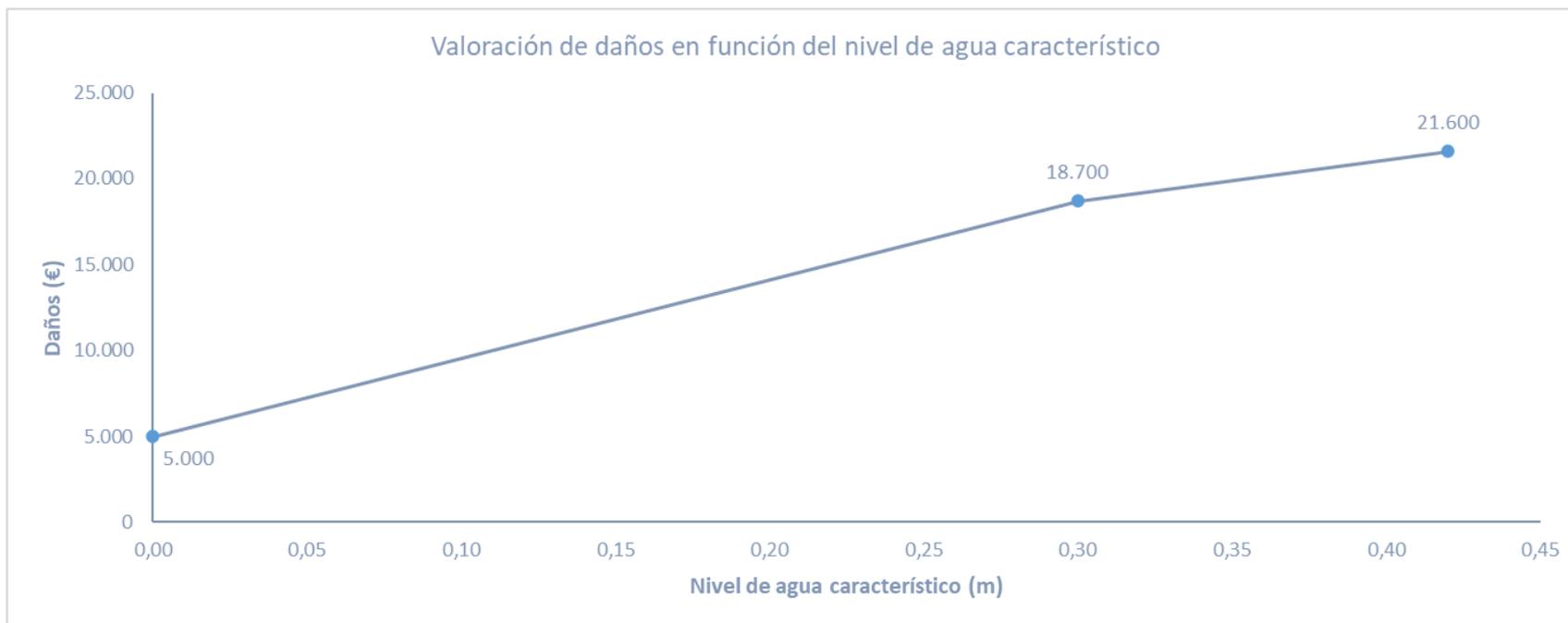


Gráfico 1. Curva de daños. Situación actual

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 7. Tabla de daños. Alternativa única.- Protección total de las edificaciones

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo retorno								
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T100			T500		
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
<b>General</b>													
Terrenos de pasto y obtención de forraje	ud	1	5.000	5.000	0,5	100	5.000	0,70	100	5.000	0,80	100	5.000
<b>Edificaciones</b>													
Oficina / Garaje	m2	140	200	28.000	0	0	0	0,12	0	0	0,21	0	0
Almacén	ud	1	15.000	15.000	0	0	0	0,30	0	0	0,42	0	0
Sala de ordeño	ud	1	5.000	5.000	0	0	0	0,30	0	0	0,42	0	0
<b>Total</b>							<b>5.000</b>			<b>5.000</b>			<b>5.000</b>

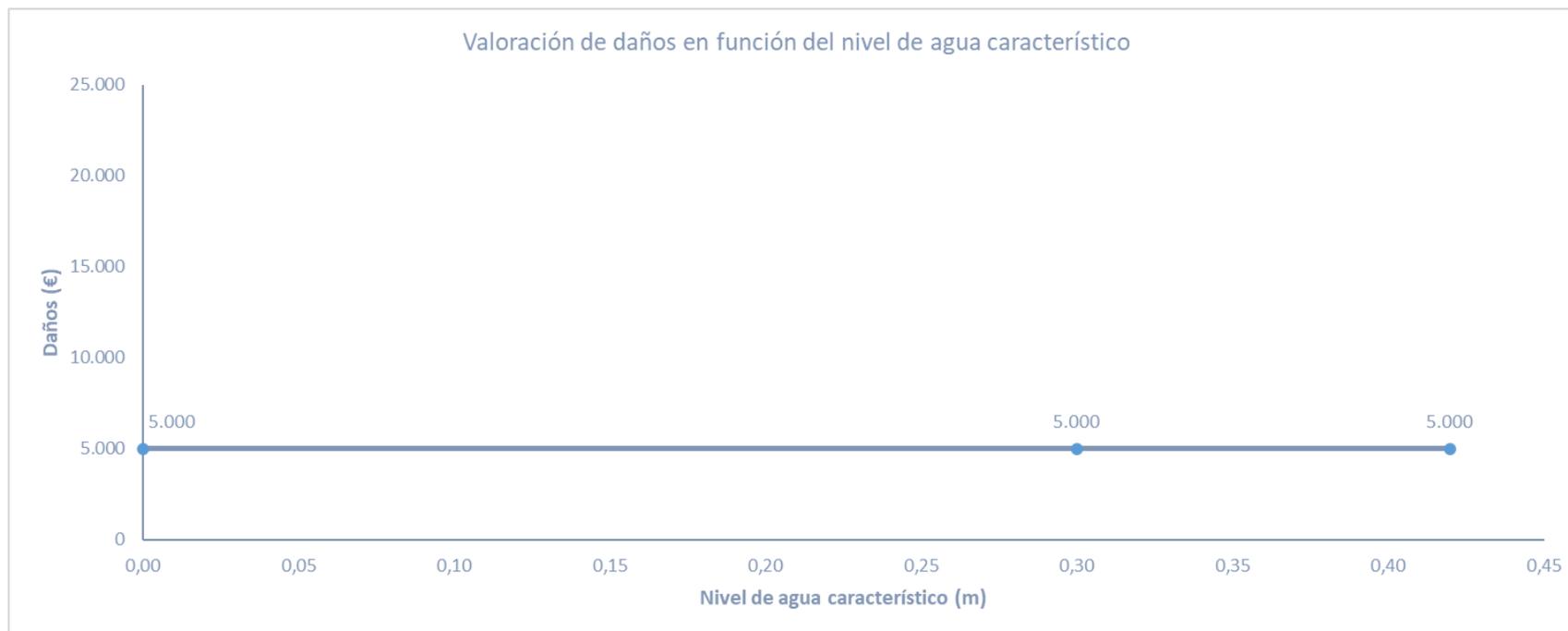


Gráfico 2. Curva de daños. Alternativa única.- Protección total de las edificaciones

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