

# upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y BIOCENCIAS**

### **Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

presentado por

Jaime Canal Campos

GRADO EN INGENIERÍA *AGROALIMENTARIA* Y DEL MEDIO RURAL

Junio, 2023





Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **DOCUMENTO N° 1: ÍNDICE**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 5 de junio de 2023

**Redactado por:** Jaime Canal Campos



## Índice de documentos

DOCUMENTO N° 1: ÍNDICE.....	3
DOCUMENTO N° 2: MEMORIA.....	7
ANEXO N° 1: ACTA DE CONSTITUCIÓN.....	53
ANEXO N° 2: REORGANIZACIÓN ARBÓREA.....	63
ANEXO N° 3: ESTUDIO DE RENTABILIDAD .....	74
ANEXO N°4: JUSTIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE <i>CYNODON DACTYLON</i> AL ENTORNO.....	82
DOCUMENTO N° 4: PLANOS.....	96
DOCUMENTO N° 5: PLIEGO DE CONDICIONES.....	106
DOCUMENTO N° 6: MEDICIONES .....	135
DOCUMENTO N° 7: PRESUPUESTOS .....	143





Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **DOCUMENTO Nº 2: MEMORIA**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 5 de junio de 2023

**Redactado por:** Jaime Canal Campos





## Índice de contenido

1.	Objeto del proyecto .....	12
2.	Alcance del proyecto.....	12
3.	Agentes.....	13
4.	Emplazamiento.....	13
5.	Antecedentes .....	13
6.	Normas y referencias.....	13
6.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas .....	14
6.2.	Referencias.....	14
6.3.	Programas .....	15
7.	Definiciones, abreviaturas y unidades de medida .....	16
7.1.	Definiciones .....	16
7.2.	Abreviaturas.....	16
7.3.	Unidades de medida.....	17
8.	Requisitos de diseño.....	17
8.1.	Directrices del proyecto .....	17
8.2.	Supuestos en los que se basa el proyectista .....	18
8.3.	Condiciones intrínsecas del proyecto .....	19
9.	Ventajas e inconvenientes de las especies C4.....	19
10.	Análisis de alternativas .....	20
10.1.	Variable 1: especie para realizar la transición .....	20
10.2.	Variable 2: Forma de instaurar el césped.....	22
10.3.	Variable 3: Variedad <i>Cynodon dactylon</i> .....	23
10.4.	Variable 4: partes del campo de golf donde se realizará la transición.....	25
10.5.	Variable 5: Forma de mantener verde el campo en invierno .....	28
11.	Resultados finales.....	30
11.1.	Justificación de la adaptación de <i>Cynodon dactylon</i> al entorno .....	30
11.2.	Ingeniería del proyecto .....	32
11.2.1.	Maquinaria .....	32
11.2.2.	Ingeniería del proceso .....	33
11.3.	Estudio de rentabilidad .....	38
11.4.	Resumen de presupuestos .....	39
12.	Programación para la ejecución y puesta en marcha del proyecto .....	40
12.1.	Justificación fecha de siembra .....	40
12.2.	Programación para la ejecución del proyecto .....	41
13.	Evaluación ambiental .....	43
13.1.	Identificación impactos ambientales.....	43
13.2.	Cuantificación residuos y asignación códigos LER .....	44

13.3. Matriz de Leopold.....	45
13.4. Gestión de los residuos, medidas correctivas .....	47
14. Orden de prioridad entre los documentos básicos.....	47

## Índice de tablas y gráfico

<i>Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de las especies C4.</i> .....	19
<i>Tabla 2. Escala de valoración de los criterios para la elección de la especie para realizar la transición.</i> .....	21
<i>Tabla 3. Valoración de las distintas alternativas para la elección de la especie para realizar la transición.</i> .....	22
<i>Tabla 4. Escala de valoración de los criterios para la elección de la forma de instauración del césped.</i> .....	23
<i>Tabla 5. Valoración de las distintas alternativas para instaurar el césped.</i> .....	23
<i>Tabla 6. Valoración de las distintas alternativas para la elección de la variedad de Cynodon dactylon realiza por Semillas Fitó.</i> .....	25
<i>Tabla 7. Escala de valoración de los criterios para la elección de las partes del campo a realizar la transición.</i> .....	27
<i>Tabla 8. Valoración de las distintas alternativas para la elección de las partes del campo a realizar la transición.</i> .....	27
<i>Tabla 9. Escala de valoración de los criterios para la elección de la forma de mantener el campo verde en invierno.</i> .....	29
<i>Tabla 10. Valoración de las distintas alternativas para la elección de la forma de mantener el campo verde en invierno.</i> .....	30
<i>Tabla 11. Resumen crecimiento de C. dactylon en Zuasti.</i> .....	31
<i>Gráfico 1. Estrés de las variedades C4 por la sombra inducido por el clima (Micah Woods, 2022).</i> .....	31
<i>Gráfico 2. Diagrama de actividades transición.</i> .....	33
<i>Tabla 12. Cálculo del VAN del proyecto para los próximos 20 años.</i> .....	38
<i>Tabla 13. Cálculo de la ratio B/I del proyecto para los próximos 20 años.</i> .....	38
<i>Tabla 14. Resumen presupuestos generales.</i> .....	39
<i>Gráfico 3. Temperatura media del suelo diaria a 200 mm de profundidad desde 2015 hasta 2022.</i> .....	40
<i>Tabla 15. Actividades y duración 2023.</i> .....	41
<i>Tabla 16. Actividades y duración 2024.</i> .....	41
<i>Gráfico 4. Diagrama de Gantt con las labores de 2023.</i> .....	42
<i>Gráfico 5. Diagrama de Gantt con las labores de 2024.</i> .....	42
<i>Gráfico 6. Diagrama de Gantt con la aplicación del pigmento.</i> .....	43
<i>Tabla 17. Código LER y cuantificación de los residuos.</i> .....	45
<i>Tabla 18. Matriz de Leopold sobre los impactos del proyecto .</i> .....	46



## MEMORIA

### 1. Objeto del proyecto

El proyecto consiste en definir y valorar la transición en el Club de Campo del Señorío de Zuasti de césped C3 (especies como *Agrostis stolonifera*, *Poa annua* o *Lolium perenne*) a césped C4 (especies como *Paspalum vaginatum*, *Cynodon dactylon* o *Zoysia japonica*).

La justificación radica en el uso más eficiente del agua por parte de las variedades C4 frente a las C3 (variedades tradicionales del norte de España), reduciendo las necesidades de agua entre un 50% y un 70% dependiendo de la variedad (L.B. McCarty & Grady Miller, 2002).

En la actualidad el incremento de las temperaturas en el norte de España y las escasas precipitaciones supone temporadas largas de sequía, debido a esto las variedades C3 demandan grandes cantidades de agua, cuyo gasto no se puede asumir o no se dispone de ella por restricciones impuestas por la Comunidad Autónoma (por ejemplo, en Cataluña, las zonas verdes solo se pueden regar con aguas de depuradora en épocas de sequía o por goteo). Además, la baja capacidad para proporcionar agua a las variedades C3 merma la calidad de los campos de golf, esto puede traducirse a una reducción de ingresos vía *Green-fee* (pago realizado por parte de los jugadores para poder jugar el campo).

Por consiguiente, la finalidad de efectuar esta transición es conseguir un mayor beneficio económico para el club, gracias a la mejoría del campo y al ahorro de agua, y el beneficio ambiental que supone para la sociedad el realizar un empleo más sostenible del agua

### 2. Alcance del proyecto

En el proyecto se detalla el proceso de transición de césped de especies C3 a C4 en el Club de Campo Señorío de Zuasti, así como los beneficios que supone la realización de esta transición tanto para el medio ambiente como para la economía del Club de Golf.

Para ello, se justificará el cambio de especies de césped y su adaptación al entorno, se definirá la especie y la variedad escogida para la realización de la transición, la maquinaria necesaria y la mano de obra junto la cantidad de materia prima y el presupuesto general. Además, se realizará un estudio de viabilidad para analizar el ahorro económico que supone esta transición para el Club, un estudio de impactos ambientales, la programación del proyecto con el tiempo estimado para la ejecución de cada labor (incluida la solicitud de permisos para una reorganización arbórea) y las condiciones en las que se realizará el proyecto.

El proyecto se compondrá de varios documentos con el objetivo de la comprensión de este en todos los ámbitos: Índice, Memoria, Anexos, Planos, Pliego de condiciones, Mediciones y Presupuesto.

## MEMORIA

### 3. Agentes

A efectos de este trabajo académico se consideran los siguientes agentes:

- Cliente: Club de Campo Señorío de Zuasti.
- Proyectista: Jaime Canal Campos, alumno de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural en la Universidad Pública de Navarra.
- Servicio Forestal y Sinérgico, así como todos los organismos que redactan la normativa a respetar en el proyecto.

### 4. Emplazamiento

El Club de Campo del Señorío de Zuasti se ubica en Zuasti, municipio de Iza, Navarra. La empresa se dedica a la gestión de actividades deportivas (tenis, pádel, natación, golf...) y de áreas verdes (extensos jardines). Destaca por el campo de golf con un área de 44,5 hectáreas, que es la única superficie de interés afectada por el proyecto. Además, el Club posee maquinaria útil para la ejecución del proyecto.

### 5. Antecedentes

El promotor del proyecto es el Club de Campo Señorío de Zuasti a efectos de este trabajo académico. En el campo de golf conviven distintos tipos de especies C3 como *Poa annua*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* o *Agrostis stolonifera*.

La distribución de las precipitaciones, el aumento de las temperaturas en los últimos años y las previsiones de futuros hacen que sea muy complicado mantener sano el césped que utiliza la ruta metabólica C3, debido a su alta demanda de agua cuando ascienden las temperaturas, ya que el Club no puede asumir el coste de la demanda de esta. Como consecuencia el césped C3 en verano está débil y no mantiene el color y la densidad que se desea. En caso de que se contase con agua suficiente y presupuesto para adquirirla frente a otros usos que compiten a su demanda, la preocupación por el uso de agua a nivel nacional e internacional hace conveniente que los campos de golf se adapten a esta circunstancia (RFEG, 2019). Por ello, la transición a especies C4 (*Warm-season*) es primordial y urgente para mantener el buen aspecto del campo y realizar un uso sostenible de los recursos disponibles.

En el Sur de España, estas especies C4 llevan años proliferando adecuadamente con las altas temperaturas que se alcanzan en verano y que cada vez son más frecuentes en el norte de España. Las especies C4 tienen el inconveniente que, cuando descienden las temperaturas, pierden el color verde tornando hacia un tono pardo. Por ello, se estudiará la ventana de crecimiento de estas especies en Zuasti y el intervalo en el que permanece verde.

### 6. Normas y referencias

La redacción del proyecto se fundamenta en una normativa y unas referencias.

## MEMORIA

### 6.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

La normativa empleada para el correcto desarrollo del proyecto es la siguiente:

- Decreto Foral 59/1992, por el que se aprueba el Reglamento de Montes en Desarrollo de la Ley Foral 13/1990, de Protección y Desarrollo de Patrimonio Forestal de Navarra.
- Decreto Foral 135/89, de 8 de junio, por el que se establecen las condiciones técnicas que deberán cumplir las actividades emisoras de ruidos o vibraciones.
- Ley Foral 3/2007, por la que se modifica la Ley Foral 13/1990, de Protección y Desarrollo de Patrimonio Forestal de Navarra.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Real Decreto 486/1997, 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.
- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.
- Ordenanza Municipal número 10 de Sanidad sobre niveles sonoros.
- UNE 157001:2014 Criterios generales para la elaboración de Proyectos.

### 6.2. Referencias

A continuación, se exponen las referencias en las que se basa la Memoria:

- Bunnell, B. (2005). *Quantifying a daily light integral requirement of a «TifEagle» bermudagrass golf green*. AGRIS: International Information System for the Agricultural Science and Technology. <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=US201300985960>
- *Césped profesional y amateur*. - *Fitoagícola*. (s. f.). <https://www.fitoagricola.net/tienda-online/Catalog/listing/semillas-de-cesped-42276/1>
- Gopinath, L., Moss, J. Q., & Wu, Y. (2021). Quantifying Freeze Tolerance of Hybrid Bermudagrasses Adapted for Golf Course Putting Greens. *Hortscience*, 56(4), 478-480. <https://doi.org/10.21273/hortsci15606-20>
- Kauffman, J. F., Sorochan, J. C., & Kopsell, D. A. (2013). Field Sampling Warm-season Putting Greens for Thatch-mat Depth and Organic Matter Content. *Horttechnology*. <https://doi.org/10.21273/horttech.23.3.369>

MEMORIA

- LER – *Listado Europeo de Residuos (oficial)*. (s. f.). Asegre. <https://asegre.com/ler-listado-europeo-de-residuos-oficial/>
- McCarty, L. B., & Miller, G. (2002). *Managing Bermudagrass Turf: Selection, Construction, Cultural Practices, and Pest Management Strategies*. John Wiley & Sons.
- *Meteo Navarra - Gobierno de Navarra*. (s. f.). <http://meteo.navarra.es/>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s. f.). *Registro de productos Fitosanitarios*. <https://servicio.mapa.gob.es/9e6a1010-bc12-41ae-9e56-a765499100df>
- Reasor, E. H., Brosnan, J. T., Trigiano, R. N., Elsner, J. E., Henry, G. M., & Schwartz, B. S. (2016). The genetic and phenotypic variability of interspecific hybrid bermudagrasses (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. × *C. transvaalensis* Burt-Davy) used on golf course putting greens. *Planta*, 244(4), 761-773. <https://doi.org/10.1007/s00425-016-2573-8>
- RFEG, AEdG, AEGG, AECG, & PGAe. (2017). Estudio uso del agua en campos de golf españoles. *Real Federación Española de Golf*. <http://www.rfegolf.es/ArticulosDocumento/Comit%20C3%A9%20Green%20Section/2019/2019%20Estudio%20uso%20del%20agua%20en%20campos%20de%20golf%20espa%C3%B1oles.pdf>
- Semillas Fitó. (2021). Especies de clima cálido (C4). *Catálogo Áreas verdes, césped profesional*. [https://www.semillasfito.es/media/6793/catalog\\_aavv\\_fito-nov22.pdf](https://www.semillasfito.es/media/6793/catalog_aavv_fito-nov22.pdf)
- *Semillas Fitó España*. (s. f.). <https://www.semillasfito.es/es-es/productos/%C3%A1reas-verdes/clima-c%C3%A1lido/bermudagrass-o-grama-fina/gobi/>
- Ward, C. Y., Whirter, E. M., & Thompson, W. (2015). Evaluation of cool-season turf species and planting techniques for overseeding bermudagrass golf greens. En *Proceedings of the Second International Turfgrass Research Conference* (pp. 480-495). <https://doi.org/10.2135/1974.proc2ndintlurfgrass.c73>
- Woods, M. (2020, 28 noviembre). Worldwide agroclimatology data, PAR, shade, and grass. *Asian Turfgrass Center*. <https://www.asianturfgrass.com/post/worldwide-agroclimatology-data/>
- Woods, M. (2021, 5 febrero). A DLI Index. *Asian Turfgrass Center*. <https://www.asianturfgrass.com/post/dli-index/>
- Woods, M. (2022, 3 julio). Low light locations for warm-season grasses. *Asian Turfgrass Center*. <https://www.asianturfgrass.com/post/low-light-locations-for-warm-season-grasses/>

### 6.3. Programas

Para la redacción del proyecto se han utilizado los siguientes programas:

- *GLOBAL DLI APP* (desarrollada por el Asian Turf Center): programa que permite obtener la DLI media de cualquier localidad del mundo.
- *OnlyOffice Editors*: editor de hojas de cálculo, de documentos y de presentaciones. Se ha empleado para la redacción del proyecto (documento) y la realización de los distintos estudios realizados (hoja de cálculo).
- *AutoCAD*: Software de diseño asistido por computadora utilizado para la realización de los planos del proyecto.
- *Sirius*: herramienta que permite buscar información en bases de datos suscritas y en repertorios de acceso abierto de utilidad para la investigación.

## MEMORIA

### 7. Definiciones, abreviaturas y unidades de medida

#### 7.1. Definiciones

A continuación, se definirán conceptos técnicos para la integra comprensión del proyecto.

- Calle: zona objetivo desde el tee de salida segada a 15 mm.
- Hoyo: cada una de las 18 unidades en las que se divide el campo.
- Rough: zona de hierba alta a los laterales de la calle, segada a 35 mm.
- Tee de salida: zona donde se pega el golpe inicial en cada hoyo. Segada a 11 mm.
- Green: zona del campo segada a 3 mm donde se ubica el agujero.
- Antegreen: zona contigua al green segada a 11 mm.
- Thatch: acumulación de tallos, raíces, hojas, vivas y muertas, que se produce entre la parte aérea y el suelo (Zulueta).
- Especie C3: planta que no tiene adaptación fotosintética para reducir la fotorrespiración. (Agriculters).
- Especie C4: planta que sigue una ruta metabólica distinta para tener una eficiencia en el uso del agua mayor que las plantas C3 (Intagri).
- DLI (“daily light integral”, en castellano “luz diaria integral”): se refiere a la cantidad de radiación fotosintéticamente activa (PAR) que se entrega cada día a una planta o alga (Venansol).
- Escarificar: remover la tierra de un campo de cultivo para que se airee (Oxford Languages).
- Recebar: echar arena sobre el césped con el objetivo de incorporarla al suelo.
- Herbicida sistémico: tipo de herbicida que al entrar en contacto con las plantas penetra por el flujo de savia dentro de la planta, llegando hasta las raíces y matándola (Sembralia).
- Rulo: es una máquina compuesta por un brazo y una bandeja vibratoria que compacta el terreno (Lineaprevencion).
- Pigmento: colorante que sirve para teñir el césped descolorido (Servicentre).
- Refaldar: levantar la copa mediante la poda de las ramas bajas para permitir el paso de peatones o por razones de mantenimiento (Ayuntamiento de Cornellá).

#### 7.2. Abreviaturas

A continuación, se aclaran las abreviaturas utilizadas:

- CE: Constitución Española
- UNE: Una Norma Española
- DLI: Day Light Integral (“luz diaria integral” en castellano).
- LER: Lista Europea de Residuos



## MEMORIA

### 7.3. Unidades de medida

Seguidamente, se exponen las unidades de medida utilizadas:

- €: euro
- m<sup>2</sup>: metro cuadrado
- C°: grado centígrado
- ha: hectárea
- mm: milímetro
- l: litro
- kg: kilogramo
- km: kilómetro
- dBA: decibelios ajustados con la ponderación A
- CV: caballo de vapor
- min: minuto
- cm<sup>3</sup>: centímetro cúbico
- m: metro
- %: porcentaje

## 8. Requisitos de diseño

En el siguiente apartado se exponen las bases y requisitos fijados por el promotor y por el proyectista. Por otro lado, también se expondrán los condicionantes impuestos por el terreno, el clima o la situación.

### 8.1. Directrices del proyecto

La Junta Directiva del Club de Campo Señorío de Zuasti expone los siguientes requisitos:

- Adaptarse al presupuesto y no sobrepasarlo:  
250000 €
- Cumplir con el pazo de entrega tratado en 6.1. *Disposiciones legales y normas aplicadas:*

Se realizará este verano la transición de la mitad del campo y en 2024 la parte restante. De esta forma, los socios podrán jugar este verano y el siguiente en la zona donde no se está produciendo la transición.

**MEMORIA**

- Cumplir con la normativa del sector:

Será necesario cumplir con la normativa vigente en cada caso (tala de árboles, uso de fitosanitarios, etc).

- Adaptación satisfactoria del césped y mantenimiento color verde en primer invierno.
- Realizar un uso más eficiente del agua disponible.
- Reducir costes de mantenimiento del campo de golf:

La nueva especie tienen muchos menos requerimientos tanto de agua como de fertilización (L.B. McCarty & Grady Miller, 2002).

- Mejorar la calidad del campo en veranos cálidos.
- Escoger y justificar la especie que mejor se adapte para evitar problemas de proliferación en un futuro:

Las distintas especies a estudiar tienen características que se adaptarán mejor o peor al proyecto y al entorno donde se implantará.

## **8.2 Supuestos en los que se basa el proyectista**

El proyectista supone que se cumplan los siguientes puntos para la correcta realización del proyecto:

- No permitir a los jugadores la práctica del golf en los hoyos donde se esté realizando la transición hasta que se produzca una correcta adaptación, momento indicado por el proyectista.
- Acceso al campo de golf y permiso para realizar las acciones que completen el proceso pertinente.
- No entorpecer la dirección de obra una vez comenzado.
- Dotación por parte del Club de Campo Señorío de Zuasti de la maquinaria:

El Club tiene un amplio parque de maquinaria. En caso de que se necesite alguna máquina no disponible, existe la posibilidad de alquilar, pero siempre ajustándose al presupuesto.

- Para la ejecución del proyecto será necesario disponer de mano de obra:

Las actividades pueden ser efectuadas por un obrero, dos a lo sumo.

- Disponibilidad del taller del Club para el arreglo de las máquinas.

MEMORIA

**8.3 Condiciones intrínsecas del proyecto**

Las condiciones y limitaciones derivadas por la ubicación y el entorno donde se lleva a cabo el proyecto son las siguientes:

- Legislación: es una obligación cumplir con la normativa vigente en el ámbito de uso de productos fitosanitarios, de seguridad laboral, de maquinaria, de tala de árboles...
- Agua: es el factor más limitante y una de las principales razones por la que se realiza el proyecto. La capacidad de aportar agua depende, entre otras cosas, de la disponible en ese momento. Además, existe una limitación en cuanto al sistema de bombeo del Club de Golf que no permite regar con la presión adecuada los 18 hoyos de forma simultánea.
- Clima: es un factor que puede restringir en gran medida ciertas actividades como la siembra (depende de la temperatura, la humedad, el oxígeno y la luz).
- Infraestructura: el Club cuenta con un pequeño taller para solventar los posibles fallos mecánicos de las máquinas.
- Economía: otro gran condicionante se encuentra en el ámbito económico. El presupuesto expuesto por el cliente será el límite.

**9. Ventajas e inconvenientes de las especies C4**

Para el correcto entendimiento del proyecto se debe conocer las características de las especies C4, tanto positivas como negativas (dentro de las especies C4 existen variaciones en el grado de acentuación de las distintas cualidades). Aparecen reflejadas en el siguiente cuadro:

*Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de las especies C4.*

Especies C4	
Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena tolerancia a la salinidad.</li> <li>- Gran tolerancia al tráfico, producido por el pisoteo de los jugadores.</li> <li>- Gran resistencia a la sequía.</li> <li>- Buena resistencia a enfermedades.</li> <li>- Mayor eficiencia en el uso de agua que las especies C3.</li> <li>- Crecen por rizomas y estolones.</li> <li>- Usan aproximadamente 60 % menos de agua que las especies C3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poca tolerancia a la sombra.</li> <li>- Mayor producción de <i>thatch</i> que las especies C3.</li> <li>- Pérdida del color verde con temperaturas por debajo de 10 °C.</li> <li>- Perdida de actividad con temperaturas por debajo de 14 °C (hibernación para protegerse de bajas temperaturas).</li> <li>- Posibilidad de muerte por bajas temperaturas.</li> </ul>

## MEMORIA

### 10. Análisis de alternativas

Para la correcta toma de decisiones se realizará un estudio de las distintas alternativas de las que disponen las variables a estudiar. Para la elección de alternativas se pretende ser objetivo, así se realizará un estudio cuantificando las cualidades de las mismas.

Los responsables del club exigen unos requisitos en los que ya viene implícita la solución como la realización en dos años consecutivos para poder utilizar 9 hoyos cada año. En cambio, existen otros casos en los que será imprescindible realizar un análisis de las posibles alternativas para la toma de decisiones. En este apartado se estudian 5 variables: forma de instaurar el césped, especie, variedad, partes del campo donde se realizará la transición y forma de mantener verde el campo en invierno

#### 10.1. Variable 1: especie para realizar la transición

Las diferentes especies C4 para realizar la transición son:

- *Cynodon dactylon* (*Bermudagrass* o grama común): es una planta de la familia de las poáceas de fina textura, con baja tolerancia a la sombra y una rápida velocidad de establecimiento. Es cespitosa de clima cálido con crecimiento en forma de estolones y rizomas, con máxima resistencia a sequía, calor, salinidad y pisoteo (Semillas Fitó 2022).
- *Paspalum vaginatum*: es una especie herbácea y perenne de la familia de las poáceas con una tolerancia media-alta a la sombra y textura fina. Es cespitosa de clima cálido con crecimiento en forma de estolones y rizomas, con máxima resistencia a la salinidad, al calor, al pisoteo y a la sequía. Destaca por su alta capacidad invasiva. (Semillas Fitó, 2022).
- *Zoysia japonica*: es una especie de hierba perenne y rastrera con un lento crecimiento y de textura gruesa, pero tolera la sombra con éxito. Es cespitosa de clima cálido con crecimiento en forma de potentes estolones y rizomas, con máxima tolerancia al calor, sequía, salinidad y pisoteo. (Semillas Fitó, 2022).

Para la selección de la especie a utilizar se seleccionan los siguientes parámetros a los que se le asignará una ponderación de 0 a 1 y un valor de 1-3 (valor más alto)

- Rapidez de establecimiento: su importancia reside en que los socios del club requieren que el campo esté en buenas condiciones para el juego lo antes posible. Ponderación: 0,9.
- Resistencia al frío: Zuasti es un lugar donde se registran temperaturas bajas y este tipo de especies C4 pueden llegar a sufrir consecuencias como pérdida de densidad. La temperatura mínima en los últimos 5 años registrada en la estación de Arazuri fue de -6,5 °C (MeteoNavarra). Ponderación: 0,9.
- Tolerancia a la sombra: es común la existencia de árboles en los campos de golf. Zuasti no tiene en exceso, pero actualmente tiene zonas concretas muy sombreadas. Debido a

MEMORIA

esto, en el proyecto se plantea una importante reorganización arbórea. Por ello, no tiene gran importancia. Ponderación: 0,3.

- Precio: el proyecto se debe adaptar al presupuesto marcado, dependiendo del tipo de especie la semilla puede tener importantes diferencias en el precio (Fitoagrícola). Ponderación: 0,7.
- Textura de la hoja: La calidad del juego depende en gran medida de este aspecto y, por lo tanto, la satisfacción del jugador también (Semillas Fitó, 2022) Ponderación: 0,8.
- Capacidad invasiva: en caso de que en alguna parte del campo se requiera otro tipo de hierba, se considera negativo la capacidad para invadir zonas donde dominan otras (sobre todo en el green). El valor de 1 se asigna a las especies cuya capacidad invasiva es muy alta y 3 a aquellas cuya capacidad para invadir otras zonas es baja. Ponderación: 0,8.

*Tabla 2. Escala de valoración de los criterios para la elección de la especie para realizar la transición.*

Criterios	Valoración		
	1	2	3
Rapidez de establecimiento	Lenta (más de una ventana de crecimiento).	Media (una ventana de crecimiento).	Rápida (menos de una ventana de crecimiento)
Resistencia al frío	Media. Sufre con temperaturas por debajo de 0 C°.	Alta. Sufre con temperaturas a partir de -7,5 C°.	Muy alta. Sufre con temperaturas a partir de -15 C°.
Tolerancia a la sombra	Baja.	Media.	Alta.
Precio	Más de 10000€/ha.	Entre 5000€/ha y 10000€/ha.	Menos de 5000€/ha.
Textura de la hoja	Gruesa.	Media.	Fina.
Capacidad invasiva	Muy invasiva, prolifera en greenes con facilidad.	Invasiva, puede proliferar en otras zonas.	Poco invasiva, no tiende invadir otras zonas.

MEMORIA

Tabla 3. Valoración de las distintas alternativas para la elección de la especie para realizar la transición.

Especie	Rapidez de establecimiento	Resistencia al frío	Tolerancia a la sombra	Precio	Textura de la hoja	Capacidad invasora	Media ponderada
<i>Cynodon dactylon</i>	3	2	1	3	3	2	1,81
<i>Paspalum vaginatum</i>	2	1	2	1	3	1	1,2
<i>Zoysia japonica</i>	1	1	3	2	2	2	1,22

La media ponderada de la valoración de las alternativas estudiadas muestra la amplia ventaja que tiene en el proyecto *Cynodon dactylon* respecto a las otras dos opciones. Por lo tanto, la especie escogida será esta.

### 10.2. Variable 2: Forma de instaurar el césped

La forma de realizar la transición será determinante y condiciona al resto de variables, existen dos alternativas:

-Semilla: se basa en la aplicación de una dosis de siembra y una semilla determinadas en las condiciones óptimas para su germinación. Es una forma de rápido establecimiento, pero su densidad los primeros meses es baja. Actualmente, se han desarrollado semillas que imitan a la perfección las variedades híbridas (*Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis*), como *Tifway-419* (variedad más empleada en campos de golf en España), ya que al ser un híbrido entre especies su semilla no es viable y solo sería posible mediante reproducción vegetativa, esquejes (Semillas Fitó, 2022).

-Esquejes: se basa en la reproducción vegetativa, es decir, se corta un trozo vivo de la planta (tallo, hojas o brotes) y se instala en el suelo para su posterior desarrollo. Proporciona más densidad, pero tarda más tiempo y es más complicada su instalación, incurriendo en un mayor coste.

Para estudiar las opciones anteriores se estudiarán los siguientes criterios con sus respectivas ponderaciones:

- Economía: su importancia reside en la necesidad de adaptación al límite presupuestario (Semillas Fitó, 2022). Ponderación: 0,9.

- Rapidez de establecimiento: necesidad de regirse a los plazos estimados de ejecución del proyecto. Ponderación:0,9

MEMORIA

- Densidad y calidad: la densidad de población y su calidad no cobran tanta importancia el primer año, ya que año tras año ambas aumentarán en la ventana de crecimiento de la especie. Ponderación: 0,7.

A continuación, se expone la valoración de los distintos criterios (*Tabla 4*) y valoración de las distintas alternativas de acuerdo a los criterios fijados (*Tabla 5*).

*Tabla 4. Escala de valoración de los criterios para la elección de la forma de instauración del césped.*

Criterios	Valoración		
	1	2	3
Rapidez de establecimiento	Lenta (no disponible para el juego el primer año).	Media (disponible para el juego a partir de os 6 meses).	Rápida (disponible para el juego a los pocos meses).
Economía	Sobrepasa el presupuesto, siendo así excluyente.	Abarca cerca del 100% del presupuesto.	Ocupa menos de un 70% del presupuesto.
Densidad y calidad	Baja.	Media.	Alta.

*Tabla 5. Valoración de las distintas alternativas para instaurar el césped.*

Forma de instaurarlo	Rapidez de establecimiento	Economía	Densidad y calidad	Media ponderada
Semilla	3	3	2	2,26
Esqueje	2	2	3	1,6

Como se aprecia, la opción de la siembra es la más valorada según los criterios escogidos por lo que será la alternativa elegida.

### 10.3. Variable 3: Variedad *Cynodon dactylon*

En el mercado se comercia una alta cantidad de variedades de *Bermuda Grass*, en el *catálogo de Áreas verdes* de Semillas Fitó destacan las siguientes:

- Ibiza: variedad de *Bermuda* que destaca por su rotura de la dormancia invernal 3 semanas antes que la media de las variedades y por su resistencia al frío que permite su implantación en zonas donde se alcanzan bajas temperaturas. Muy buen aspecto en verano gracias a su fina textura (Semillas Fitó España). Su precio es alto respecto a la media (47,92 €/kg, Fitoagrícola).

## MEMORIA

- Monaco: variedad de *Bermuda* con buena densidad y tolerancia al desgaste. Posee un color verde muy oscuro con buena resistencia al frío, pero lenta recuperación del color en primavera. Textura fina que conlleva un buen aspecto general. (Semillas Fitó España). Su precio coincide con el de la variedad Ibiza, 47,92 €/kg (Fitoagrícola).

- Gobi: variedad de *Bermuda* con establecimiento rápido, pero lenta recuperación del color primaveral debido a su menor resistencia al frío. Su color es parecido al resto de variedades a comparar, pero su aspecto general decae junto su textura (Semillas Fitó). En cuanto al precio, cuesta 21,46 €/kg (Fitoagrícola).

- Nortshore SLT: variedad de *Bermuda* con un rápido establecimiento, pero lenta recuperación del invierno, como Gobi. Buen color, pero su baja densidad en verano no permite que luzca un aspecto y textura adecuados (Semillas Fitó). El precio es parecido a Gobi, 20,3 €/kg (Fitoagrícola).

Para la elección de la variedad de Bermuda se tienen en cuenta los siguientes aspectos (todos sacados del catálogo de áreas verdes de Fitó):

- Rapidez de establecimiento: incluso dentro de una misma especie varía ampliamente la rapidez con la que se adapta al terreno.
- Aspecto general: el factor visual siempre es un factor primordial para la elección de estas variedades.
- Recuperación color invernal: como se explicará en siguientes apartados, una de las características de las especies C4 son la pérdida de color verde durante el invierno. Por ello, un punto importante es la prontitud con la que se recupera este color.
- Aspecto en verano: en la práctica del golf la temporada alta es en verano, su aspecto en estas fechas será clave para determinar la satisfacción de los jugadores.
- Color: dentro de las distintas variedades, el césped tendrá un color más intenso o menos.
- Textura de la hoja: como se ha citado con anterioridad, es un aspecto clave para la calidad del juego.
- Densidad en verano: la temporada alta pertenece a la época estival, por lo que una buena densidad resistirá más el estrés producido por la gran cantidad de jugadores.
- Resistencia al frío: Zuasti es una zona donde se alcanzan bajas temperaturas y el césped tiene que estar preparado para su supervivencia.
- Precio: como en todas las variables es una gran limitación.

A cada uno de estos parámetros se les ha cuantificado con valores entre 1(peor) y 9 (mejor) y se ha realizado la media aritmética de todos los parámetros (esta valoración la realizó Fitó mediante un ensayo en Cabrera del Mar en 2019, siendo una empresa reconocida y fiable en cuanto al comercio de semillas).

A continuación, se exponen los resultados obtenido del estudio realizado por Fitó.



MEMORIA

Tabla 6. Valoración de las distintas alternativas para la elección de la variedad de *Cynodon dactylon* realiza por Semillas Fitó.

Variedad	Rapidez de establecimiento	Aspecto general	Recuperación color en primavera	Aspecto en verano	Color	Textura hoja	Densidad en verano	Resistencia al frío	Precio	Media
IBIZA	8,2	8	6	8	8	7,5	8	8	4	7,3
MONACO	7,5	7	4	7,5	7	7	7,5	8	4	6,61
GOBI	8	6	3	6,5	7	6	7	6	7	6,27
NORTSHORE SLT	8	6,5	3	6,5	7	6	6	6	7,2	6,24

Con los resultados obtenidos de la valoración anterior la variedad escogida será la *Bermuda Ibiza*. Es una variedad exclusiva de Semillas Fito, procede del programa de mejora de la Universidad de Oklahoma. Destaca por su rapidez de establecimiento, por su aspecto general y la textura de la hoja fina que facilita el juego (Semillas Fitó,2022). Tiene también gran importancia por su gran resistencia al frío y soporta temperaturas más bajas que los -6,5 °C que se han llegado a alcanzar en Zuasti en los últimos años (MeteoNavarra).

#### 10.4. Variable 4: partes del campo de golf donde se realizará la transición

El campo de golf se divide en varias partes (principalmente greens, calles, antegreens y rough), la importancia de elegir las partes donde realizar la transición se fundamenta en que no todas las partes tienen las mismas condiciones de mantenimiento, estas son muy variables dependiendo del tipo de hierba. Se contemplan las siguientes alternativas:

- Transicionar todo el campo.
- Transicionar todo el campo excepto plataformas de tees y greens.
- Transicionar todo el campo excepto greens.

Para escoger las partes del campo donde se realizará la transición se tendrán en cuenta 3 parámetros: la vulnerabilidad frente a heladas, la calidad de rodada en los greens y la utilización de agua en cada parte.

Para empezar, es clave aclarar que la semilla de la variedad Ibiza no está recomendada para greens por lo que habría que utilizar otra para esta superficie como *TifEagle* o *Tahoma 31*, las cuales son bermudas híbridas que solo se pueden reproducir de manera vegetativa ya que no es viable su semilla. A continuación, se analizan los distintos parámetros:

## MEMORIA

- Vulnerabilidad frente a heladas: la diferencia entre las distintas partes del campo es la altura de corte, mientras que un green se puede cortar a 3-4 mm, una calle a 15 mm y los tees de salida a 13mm, son números aproximados que pueden variar dependiendo de la zona. Dicho esto, cuanto más se baje la altura de corte más susceptible es a distintas perturbaciones como la helada. En un estudio (Gopinath, L., Moss, J. Q., & Wu, Y. ,2021) sobre la tolerancia a las heladas de distintos tipos de variedades (*Champion Dwarf*, *TifEagle* y *Tahoma 31*) se determinó la temperatura letal a la que se pierde el 50% de población de cada especie. Se obtuvo un rango de temperaturas desde -5,2 C° hasta -9 C° (dependiendo de la variedad, siendo la que mejor tolera las heladas “Tahoma 31”). La temperatura mínima en los últimos 5 años registrada en la estación de Arazuri fue de -6,5 °C (MeteoNavarra), por lo que es posible que afecte a los greens perdiendo parte de la población instalada en este. Por ello, por precaución habría que proteger los greens por la noche mediante una manta térmica, lo que supone un gran coste en mano de obra y en material. En cambio, el resto de las partes del campo al segarse a una mayor altura no tendrán problemas para tolerar las heladas.
- Utilización de agua en cada parte: por cada hectárea de green existen 20 hectáreas aproximadamente de otro tipo superficie que necesita riego en el Club de Campo Señorío de Zuasti. Es decir, la superficie de riego de los greens es pequeña comparada con el resto del campo, sobre un 5-10%.
- Calidad de rodada en los greens: es un factor difícil de cuantificar, por lo que el proyectista ha realizado una encuesta a 30 profesionales de golf. Se pretende comparar la percepción que tiene jugadores de alto nivel de la rodada de la bola en unos greens de *Bermuda* (especie C4) frente a unos greens dominados por *Agrostis stolonifera* (especie C3), se puntuará del 1 (peor puntuación) al 5 (mejor puntuación) como perciben la calidad. Se calcularon las medias y los resultados fueron los siguientes:
  - *Cynodon dactylon*: 2,2.
  - *Agrostis stolonifera*: 4,5.

Estos resultados reflejan la clara diferencia que existe entre los dos tipos de greens según la percepción de los jugadores, estando *Agrostis stolonifera* muy por encima en cuanto a la calidad de rodada. La diferencia en el rendimiento se debe, principalmente, a la gran acumulación de materia orgánica que produce *Cynodon dactylon* respecto a *Agrostis stolonifera* (Kauffman, J. F., Sorochan, J. C., & Kopsell, D. A. ,2013). Un exceso en materia orgánica dificulta la infiltración de agua y la entrada de oxígeno, produciendo así esta diferencia en la calidad de la superficie.

Con estos datos se podrá realizar una valoración con los criterios escogidos y con la siguiente escala (todos los criterios reciben una ponderación de 1).

MEMORIA

Tabla 7. Escala de valoración de los criterios para la elección de las partes del campo a realizar la transición.

Criterios	Valoración		
	1	2	3
Vulnerabilidad frente a heladas (sobre todo en los greens)	No es resistente contra heladas, llegando a morir el césped sino se hace uso de manta térmica en greens.	Poco resistente frente a heladas, pero nunca produciendo la muerte o pérdida de población.	Resistente frente a heladas.
Calidad de rodada greens	Mala, irregular.	Mejorable, los jugadores no están satisfechos.	Buena, los jugadores se llevan una buena impresión.
Utilización de agua	Greens y tees necesitan la misma cantidad de agua previa a la transición.	Solo los greens necesitan la misma cantidad de agua previa a la transición.	Se reduce el uso de agua en todas las partes del campo.

Tabla 8. Valoración de las distintas alternativas para la elección de las partes del campo a realizar la transición.

Partes del campo donde se realiza la transición	Vulnerabilidad frente a heladas (sobre todo en los greens)	Calidad de rodada greens	Utilización de agua	Media
Todo el campo	1	2	3	2
Todo el campo excepto plataformas de tees y greens.	3	3	1	2,33
Todo el campo excepto greens	3	3	2	2,66

## MEMORIA

Una vez analizados los tres parámetros, se ha decidido seleccionar la opción de realizar la transición en todo el campo excepto en los greens. La vulnerabilidad frente las heladas de las variedades de *Cynodon dactylon* cuando la altura de corte es baja y la calidad de rodada evaluada por 30 golfistas profesionales con amplia experiencia en el juego en ambos tipos de greens, sumado a que no supone un incremento de agua muy grande (los greens son la parte del campo que menos superficie abarcan) han llevado a tomar la decisión.

### 10.5. Variable 5: Forma de mantener verde el campo en invierno

Uno de los principales problemas de los campos de golf sembrados con Bermuda es el color en invierno. Por debajo de 10 °C, el césped hiberna (según el estudio realizado en el *Anejo 3*, el césped carecería de pigmentación verde desde mediados de noviembre hasta principios de abril) para protegerse de las bajas temperaturas, perdiendo actividad y, con ello, pigmentación, luciendo así un color pardo. Por ello, la mayoría de los campos de golf optan por distintas alternativas como la resiembra o el uso de colorantes en las calles, formando así un contraste entre el nuevo verde de las calles y el color pardo del rough. Cabe destacar que esto es una opción, ya que en caso de que algún año el presupuesto del club no sea suficiente se puede prescindir de esta práctica.

En el caso de Zuasti, el campo en invierno está muy concurrido también. Debido a esto, estudiar una solución a esta pérdida de pigmentación es necesario y, posteriormente, ver la influencia que tiene en el uso del campo por parte de los clientes. Se contemplan las siguientes alternativas:

- Resiembra: es la opción más tradicional y común. Consiste en sembrar una especie C3 (normalmente *Lolium perenne*, por su bajo precio y rápido establecimiento) para proporcionarle el color de estas especies a las calles, al subir las temperaturas estas especies no sobreviven y la *Bermuda* empieza a entrar en su ventana de crecimiento, proporcionando así el color. Es la opción que tiene mayor aceptación, pero tiene una serie de inconvenientes como la excesiva competencia que le realizan las especies C3 a la Bermuda (llegando, incluso, a provocar que acabe muriendo, causando que en el momento que se produzca la transición la *Bermuda* tenga poca densidad), las altas necesidades de mantenimiento, dificultad de transición y su alto coste (basándose en el precio comercial de *Lolium perenne*, aproximadamente el coste es de 30000€ sin contar con los costes adicionales de mantenimiento). Además, requiere un gran mantenimiento con motivo de la plena actividad de la especie, mientras que *C. dactylon* al estar inactiva durante el invierno no precisa de este.
- Aplicación de pigmentos (campos como *Aloha Club de Golf*, en Marbella, lo están realizando actualmente de manera satisfactoria): actualmente en el mercado existen colorantes que aportan el color verde que se busca, sin necesidad de cuidados (corte o fertilización) como tiene la resiembra. El pigmento a usar sería *Evergreen* (es el pigmento comercializado por el proveedor del Club), dos aplicaciones en invierno de 40 l/ha. Se diluye 1 litro de *Evergreen* en 10 de agua. La superficie a cubrir será de 10 ha. Por lo tanto, se

MEMORIA

utilizarían 400 litro por aplicación a 15,75 €/l (Servicentre). Las dos aplicaciones tendrían un coste de 12600 €.

Para el estudio de estas opciones, se seguirán los siguientes criterios (todos ellos tendrán una ponderación de 1):

- Mantenimiento requerido: cuanto más mantenimiento requiera la alternativa, más costará alcanzar su plenitud.
- Precio: limitación impuesta por parte del presupuesto marcado.
- Aspecto: factor que determina la satisfacción del cliente.
- Competencia sobre la Bermuda: la importancia de este criterio radica en la posibilidad de que una gran competencia produzca una baja densidad para el verano y no tolere el pisoteo producido por la gran cantidad de jugadores diarios.

Cada criterio recibirá un valor del 1 al 3, a continuación, se expone la escala de valoración, con la misma ponderación para todos, y la posterior valoración de las distintas alternativas:

*Tabla 9. Escala de valoración de los criterios para la elección de la forma de mantener el campo verde en invierno.*

Criterios	Valoración		
	1	2	3
Mantenimiento requerido	Más mantenimiento que en el ciclo de crecimiento. .	Mismo mantenimiento que en el ciclo de crecimiento.	Menos mantenimiento que en el ciclo de crecimiento.
Precio	Más de 15000 €.	Entre 5000 € y 15000 €.	Menos de 5000 €.
Aspecto	Mal aspecto, no realiza una buena función.	Aspecto parecido al ciclo cálido.	Mismo aspecto que en el ciclo cálido o mejor.
Competencia sobre la Bermuda	Ejerce una fuerte competencia, pudiendo incluso matarla.	Ejerce una leve competencia, sin llegar a lastrarla.	No ejerce competencia.

MEMORIA

Tabla 10. Valoración de las distintas alternativas para la elección de la forma de mantener el campo verde en invierno.

Forma de mantener el campo verde	Mantenimiento requerido	Precio	Aspecto	Competencia sobre la Bermuda	Media
Resiembra <i>Lolium perenne</i>	1	1	2	1	1,25
Colorantes	3	2	2	3	2,5

Con los resultados obtenidos, se puede concluir que la opción más viable, para las condiciones a las que está expuesto el campo, es el uso del colorante *Evergreen*.

## 11. Resultados finales

### 11.1. Justificación de la adaptación de *Cynodon dactylon* al entorno

Los principales inconvenientes de la especie escogida para realizar la transición son la necesidad de altas temperaturas (para la correcta recuperación del césped después del invierno) y la poca tolerancia a la sombra y al frío. Ambos requisitos deben cumplirse para la correcta proliferación de la especie. En caso de no satisfacer las necesidades puede tener problemas como una ventana de crecimiento insuficiente (pérdida de densidad invierno tras invierno), un intervalo en el que la hierba mantiene el color verde muy estrecho (no cumpliendo las expectativas de los jugadores) o la muerte de algunas zonas debido a la sombra o el frío.

Por un lado, los requisitos de temperatura de *C. dactylon* son los siguientes (L.B. McCarty & Grady Miller, 2002):

- Mínima temperatura para crecer: 13 C°.
- Temperatura óptima de crecimiento: 24-38 C°.
- Temperatura a partir de la cual se pierde el color pardo: menos de 10 C°.
- Temperatura letal del suelo: 49 C°
- Temperatura letal en invierno: -8 C°

En el *Anexo 3* se demuestra, mediante el estudio de los años 2019, 2020 y 2021, como se alcanzan las temperaturas necesarias en Zuasti y no se llega a temperaturas lo suficientemente bajas como para causar la muerte, siendo la siguiente tabla un resumen del crecimiento:

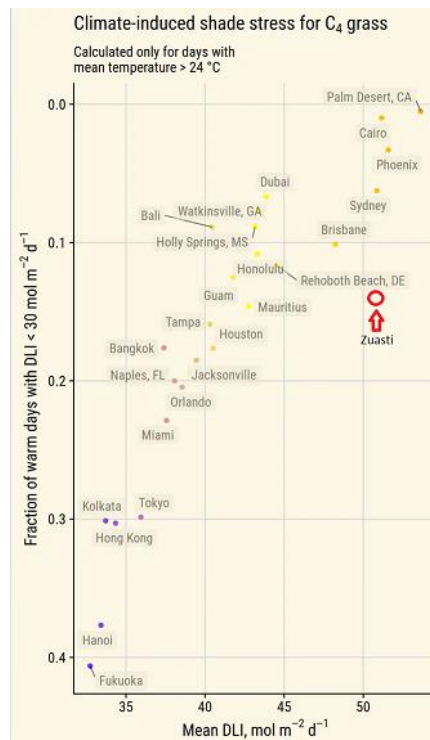
MEMORIA

Tabla 11. Resumen crecimiento de *C. dactylon* en Zuasti.

Año	Intervalo color verde	Ventana de crecimiento	Ventana de crecimiento óptimo	Temperatura mínima (C°)
2022	Principios abril- mediados noviembre	Finales abril- principios noviembre	Mediados mayo- principios octubre	-5,2
2021	Mediados de abril- principios noviembre	Principios mayo- finales octubre	Finales de mayo- finales de septiembre	-5,5
2020	Principios abril- mediados noviembre	Mediados abril- finales de octubre	Principios de mayo- finales de septiembre	-3,7

Por otro lado, para comprobar que la cantidad de radiación recibida es suficiente se ha comparado la DLI (“Daily Light Integral”) de Zuasti con la de otras zonas donde el césped Bermuda lleva proliferando años.

Gráfico 1. Estrés de las variedades C4 por la sombra inducido por el clima (Micah Woods, 2022).



En el gráfico 1 aparecen ciudades donde los campos de golf utilizan césped de especies C4. Se observa que Zuasti estaría entre las localidades estudiadas que menos limitación por luz tiene siendo un punto a favor de la Bermuda, ya que en campos con DLI muy pareja como TPC

## MEMORIA

Scottsdales (Phoenix), Royal Sydney Golf Club (Sydney) o Trump National Golf Club (Dubai) el desarrollo y calidad de Bermuda son muy altos.

En adición, se debe tener en cuenta que no toda esa radiación incide en el césped, ya que en el campo se ubican árboles que producen zonas sombradas. En Zuasti, ciertas zonas están condicionadas por este factor, por lo que se procederá a realizar una reorganización arbórea (*Anexo 2*) para evitar que, en un futuro, *C. dactylon* tenga problemas para proliferar en estas.

Por lo tanto, se concluye que ninguno de los factores limitantes será un problema para la adaptación, en Zuasti, de la especie a implantar.

### 11.2. Ingeniería del proyecto

#### 11.2.1. Maquinaria

La maquinaria a utilizar será la existente en el Club de Zuasti, ahorrando así una gran cantidad de costes añadidos frente si fuese por contrata. Para hacer un buen cálculo del coste, no se considera la amortización, ya que todas las máquinas han sobrepasado su vida útil estimada pero debido al cuidado siguen en perfecto uso, lo que si se tendrá en cuenta son los gastos asociados a su propio uso (combustible y mano de obra). La maquinaria a emplear será la siguiente:

- **Recebadora:** TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER. Será la máquina accionada por toma de fuerza encargada de aplicar el recebo de 0,25 cm en toda la superficie, de sembrar los 2000 kg de semilla de *Cynodon Dactylon var. Ibiza* y de aplicar el abono orgánico. Está formada por una tolva con una cinta en su fondo, dependiendo de la velocidad de la cinta y la inclinación de la salida se puede ajustar el caudal. Su capacidad es de 0,6 m<sup>3</sup> y estará arrastrada por el tractor Antonio Carraro sx8400.
- **Escarificadora.** LIFT- GRASSHOPPER GHL DE AMAZONE. Es una máquina multiusos accionada por toma de fuerza a la que se le puede incorporar las cuchillas de escarificado, su ventaja es la incorporación de un sistema de recogida que simplifica la tarea del escarificado en una sola pasada. Tiene un ancho de trabajo de 1,5 m y la velocidad será de 3 km/h. Es una máquina que requiere de mucha potencia y estará arrastrada por el tractor Antonio Carraro sx8400.
- **Pulverizadora.** HARDI NK. Es una pulverizadora hidráulica empleada para la aplicación del Roundup Ultra Plus y el pigmento *Evergreen* con un depósito de 600 litros, modelo de bomba 1202, ancho de trabajo de 10 metros y cuenta con 20 boquillas. Será arrastrada por el tractor Antonio Carraro sx8400.
- **Tractor Antonio Carraro sx8400.** Es un tractor multiusos con enganche para toma de fuerza y con capacidad para acoplar máquinas accionadas hidráulicamente. Será el encargado de propulsar la recebadora, la escarificadora y la pulverizadora.
- **Tractor con pala.** JOHN DEERE 5400. Es un tractor agrícola fabricado por John Deere que cuenta con 70 CV. Por ello, es muy útil para realizar labores en el campo de golf, en



## MEMORIA

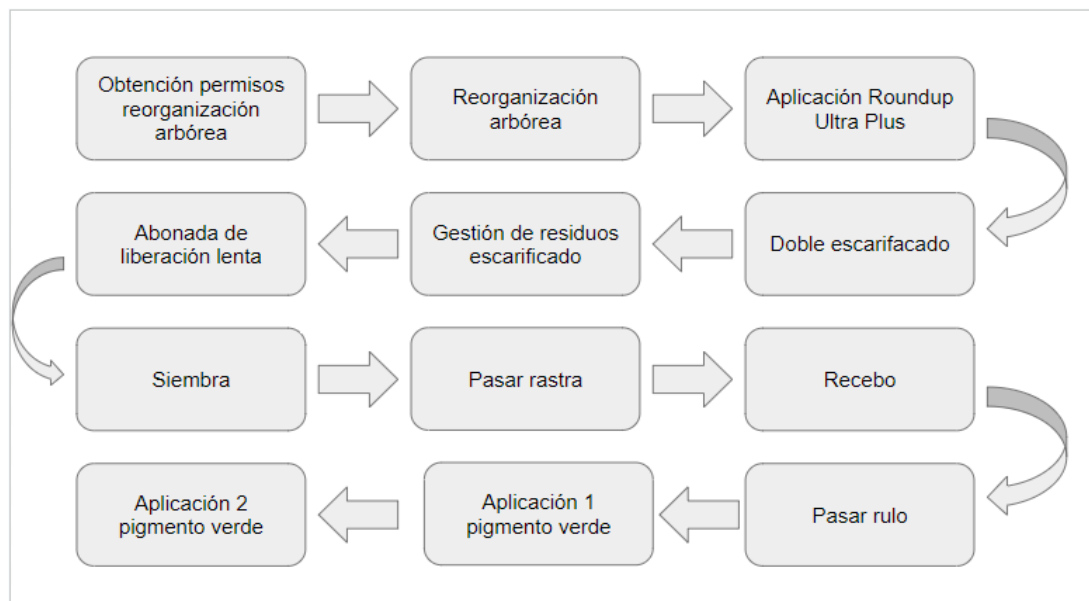
este caso se utilizará para cargar la arena y el abono mediante la adhesión de una pala con la que cuenta el Club.

- Accesorios. El rulo y la rastra son accesorios precisos para la realización de ciertas actividades. Son elementos fabricados por el club.

### 11.2.2. Ingeniería del proceso

En este apartado se explica el proceso a seguir para la correcta realización de la transición. Primero se podrá observar un diagrama de actividades y, posteriormente, se explicará cada actividad con detalle.

Gráfico 2. Diagrama de actividades transición.



#### 1, Reorganización masa arbórea

El gran problema de la Bermuda radica en su baja tolerancia a la sombra. Por ello, se ha estudiado con anterioridad (9.2. *Justificación de la adaptación de Cynodon Dactylon al entorno*) la cantidad de radiación que incide diariamente por metro cuadrado en Zuasti (DLI) y se ha concluido que es suficiente, ya que incide una cantidad de radiación parecida a la que incide en otras ubicaciones donde la Bermuda se ha adaptado bien y prolifera de manera satisfactoria. Dicho esto, los árboles pueden hacer que esta radiación no llegue al césped debido a la sombra que producen, ejerciendo un descenso en el DLI real y pudiendo provocar debilidad para el tipo de césped que se desea sembrar. Concretamente en Zuasti, existen ciertos hoyos donde se produce este fenómeno y se debe realizar una reorganización de los conjuntos de árboles que puedan afectar al rendimiento del nuevo césped. La ejecución de esta tarea será llevada a cabo por una empresa de venta de madera con la que se ha llegado a un acuerdo para que se lleve la madera a cambio de dejar la zona en las mejores condiciones posibles encargándose de la gestión

## MEMORIA

de residuos, es decir, no supondrá un coste. Dicho esto, para la reorganización será necesario cumplir con un procedimiento administrativo y obtener unos permisos para poder llevarla a cabo como se explica en el *Anexo 2*.

### 2. Aplicación Roundup Ultra Plus

Es un herbicida sistémico, es decir, se incorpora en el flujo de savia de las plantas a través de su penetración por las hojas. Destruye hojas, raíces y brotes. La gran seguridad de este herbicida radica en que se desactiva cuando contacta con el suelo y puede ser fácilmente degradado por los microorganismos (Bayer, 2022). Durante las 48 horas posteriores al tratamiento, la entrada a la zona se realizará usando las mismas protecciones que durante la aplicación manual del producto. Roundup tarda entre 3 y 6 horas en penetrar en la hoja. Por lo tanto, no se debe aplicar si se esperan lluvias en las 6 horas siguientes después de la aplicación. A los 10 días, una vez que ha hecho efecto en todas las especies, se puede realizar el escarificado y la posterior recogida de residuos. La materia activa es GLIFOSATO 36% con número de registro:16948.

Tomando como referencia el Registro de productos fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación la dosis será de 3 l/ha en un volumen de caldo de 103 l/ha para pulverizadores hidráulicos. Para ello, se ajustará la presión a 3 bares, se seleccionará en el catálogo de boquillas de HARDI una boquilla tipo verde FLATFAN 015-GREEN de HARDI (gota gruesa para evitar deriva al estar utilizando herbicida sistemático), el caudal resultará en 12,01 l/min (por boquilla 0,6 l/min). Con todo, la capacidad de trabajo será de 7 ha/h, entonces se tardará 2,85 h, pero se tendrá que llenar el depósito 4 veces sumando 20 minutos por depósito, 1 hora más por las vueltas y otros 30 minutos por los desplazamientos. Por lo que para esta tarea se emplearán 5,68 horas.

Por otro lado, su precio es de 18,25 €/l. Se emplearán 60 litros, por lo que la aplicación tendrá un coste de 1095 € solo en el herbicida.

### 3. Doble escarificado

Para remover la parte superficial del suelo se ha elegido el escarificado debido a que no daña mucho la estructura del suelo (actúa en los 2.3 primeros cm del suelo) siendo una gran forma para poder enterrar la semilla aproximadamente a 1 cm mediante un pase posterior de rastra. Además, en Zuasti se dispone de recursos para realizar esta labor sin necesidad de alquiler. Se realizará un doble escarificado para asegurarnos de que la tierra esta suelta de manera superficial. Por otro lado, el escarificado también se encarga de eliminar una parte de la materia orgánica bajo césped, lo que se llama *thatch*, por lo que en superficie quedan los restos de esta parte del suelo y su recogida es fundamental para seguir con el proceso. En caso de que no se realiza esta parte del proceso la materia orgánica se incorporará de nuevo al suelo, produciendo un exceso de esta que producirá una retención de agua excesiva, mayor presión de enfermedades, superficies blandas, menor tasa de difusión del oxígeno etc.

## MEMORIA

La máquina utilizada será la LIFT- GRASSHOPPER GH1 DE AMAZONE, la recogida de residuos la realizará la misma máquina mientras se realiza el escarificado. Con una anchura de trabajo de 1,5 metros (la anchura de trabajo real será de 1,25m por los solapes) y una velocidad de 3 km/h la capacidad de trabajo será de 0,375 ha/h. Por lo tanto, en realizar 20 hectáreas se tardará 53,3 horas más 2 h debido a las vueltas. Como se quiere realizar doble escarificado, el total será de 110,6 horas dedicadas a esta labor.

### 4. Gestión de residuos

La labor de escarificado extrae hacia la superficie la materia orgánica que reside en la capa superficial del suelo. El obrero encargado de realizar la labor anterior descargará en montones los residuos orgánicos. Estos serán recogidos, posteriormente, con una pala y vertidos a un camión. Así, los restos se agruparán en la zona específica que tiene el Club para hacer compost y servir de futura fuente orgánica para el césped.

Por otro lado, se dispone del tractor con la pala, pero el camión se alquilará para el día por el precio de 1200,00 €. Será necesaria la colaboración de dos obreros durante 4 horas, sumando 8 horas en mano de obra.

### 5. Abonada de liberación lenta

Se empleará un abono orgánico complejo NPK (Ca-Mg) 4-3-3 (9-1) obtenido a partir de materias orgánicas con o sin compostaje de origen animal o vegetal. La razón de su aplicación reside en que, en el momento posterior a la germinación, el césped disponga de los nutrientes suficientes para un buen y rápido crecimiento. Se aplicará a razón de 50 g/m<sup>2</sup>, necesitando así 10000 kg con TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplada al tractor.

Por otro lado, el precio por tonelada es de 683,37 €, por lo que el precio total de la materia prima será de 6833,7 €. La densidad del abono es de 0,6 g/cm<sup>3</sup>.

### 6. Siembra

El suelo una vez que la tierra superficial está revuelta, los restos recogidos y el abono aplicado, entonces está listo para la siembra. La dosis será de 10 g/m<sup>2</sup>, lo que son 100 kg/ha, en total se aplicará 2000 kg de la especie *Cynodon dactylon var. Ibiza* (precio: 47,92€/kg; precio total: 95840 €; Fitó).

Para la germinación de la semilla es fundamental la humedad, la temperatura, el oxígeno y las condiciones de luz. Por ello, es imprescindible los riegos para mantener la humedad (se aplicará 4 vueltas de aspersor diarias para mantener la humedad suficiente y no ser un factor limitante en la germinación de la semilla, su precio será irrelevante y se encargará el Club), una temperatura

## MEMORIA

mínima de 18 °C en el terreno para poder germinar, un buen perfil superficial para la correcta circulación del oxígeno y una adecuada profundidad al enterrarlo. La densidad de la semilla es de 0,48 g/cm<sup>3</sup>.

Se aplicará mediante la TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER arrastrada por el tractor Antonio Carraro sx8400. La anchura de trabajo son 12 m y la velocidad 7 km/h (con esto, podemos modificar la velocidad de la cinta y la inclinación para regular la máquina a 10 g/m<sup>2</sup>), la capacidad de trabajo resulta en 8,4 ha/h. En la acción de sembrar se tarda 2,36 horas, pero la tolva se debe rellenar 7 veces (capacidad de la tolva: 288 kg de semilla). Para ello, el proveedor previamente coloca de forma estratégica los sacos de semilla para agilizar el proceso de llenado. Debido a esto, se añaden 3 min más por carga y 1 hora de vueltas, sumando así 3,71 horas.

### 7. Rastra para enterrar semilla

La semilla debe enterrarse entre 0-1 cm, con la rastra de la que dispone el Club se enterrará como mucho medio centímetro. La rastra tiene una anchura de trabajo de 2 metros y se acopla al tractor Antonio Carraro sx8400.

La velocidad adecuada para un correcto pase será de 7 km/h, por lo que la capacidad de trabajo corresponderá a 1,4 ha/h. El tiempo estimado es de 14,28 h más 1 de vueltas. El tiempo total es de 15,28 h.

### 8. Recebo

Se realizará un recebo de 0,25 cm con arena de sílice en todo el campo, lo cual mejorará el drenaje, mejorará la estructura del suelo, ayudará a enterrar la semilla y a controlar el *thatch*. Además, la Bermuda prolifera mejor y más rápido sobre la arena. La densidad aparente de la arena es de 1,55 g/cm<sup>3</sup>. La granulometría solicitada seguirá las especificaciones USGA.

Se aplicará mediante la TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER arrastrada por el tractor Antonio Carraro sx8400. Se necesitarán 775 t de arena (30 €/t), al tener que poner una capa de 0,25 cm la dosis tendrá que ser de 3,8 kg/m<sup>2</sup> (se regulará la velocidad de la cinta y la inclinación de salida). La anchura de trabajo son 12 m y la velocidad 7 km/h, la capacidad de trabajo resulta en 8,4 ha/h.

Por consiguiente, en la acción de recebar se tarda 2,36 horas, pero la tolva se debe rellenar 833 veces (capacidad de la tolva :0,93 t de arena). Para ello, se dispone de un tractor auxiliar que con una pala llena la tolva, el proveedor previamente habría colocado de forma estratégica los montones de arena para agilizar el proceso de llenado. Debido a esto, se añade 1 min más por

## MEMORIA

carga, sumando así 13,88 horas más. El tractor con pala necesita un obrero que lo lleve, entonces de mano de obra se duplica hasta las 32,48 horas.

### 9. Pasar rulo

Una vez están aplicadas todas las materias primas deseadas (abono, semilla y arena) es fundamental uniformizar el terreno para que no se produzcan desniveles una vez germinada la arena y ofrecerle consistencia y firmeza para el correcto desarrollo del juego.

Se utilizará el rulo del Club acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400. Con su anchura de 5 m y la velocidad adecuada para esta labor de 6 km/h, la capacidad de trabajo será de 3 ha/h. El tiempo efectivo de trabajo corresponde a 6,66 h. Es un accesorio que dificulta mucho las vueltas por lo que se añadirá 1,5 horas para un total de 8,17 h.

### 10. Aplicación pigmento verde

Uno de los requisitos del Club será el mantenimiento del color verde durante el invierno. El césped carecerá de pigmentación desde mediados de noviembre hasta principios de abril. Por ello, se realizará una aplicación a principios de noviembre y otra a mediados de enero cubriéndose toda la ventana de pérdida de color. En este caso, solo se aplicará el pigmento a las calles por lo que se tratarán solo 20 hectáreas (las calles del campo suman 10 hectáreas) entre las dos aplicaciones. Al realizar la transición en dos años, primero se tratarán con el pigmento los 9 primeros hoyos el invierno después del cambio y al año siguiente los 9 segundos una vez se haya realizado la transición. Cada aplicación tiene un coste de 6500€. El pigmento a emplear será *Evergreen*.

Para la aplicación del pigmento se utilizará la HARDI NK. La recomendación del fabricante de la dosis a utilizar será de 40 l/ha de producto con un caldo de aplicación de 340 l/ha. Se selecciona en el catálogo de boquillas HARDI una de gota gruesa para poder alcanzar la alta demanda de dosis de caldo, la selecciona es MINIDRIFT 03-BLUE. Se ajustará la HARDI NK a 6 bares y 6 km/h, proporcionando un caudal de 1,7 l/min. En cada aplicación, por depósito (600 l) se empleará 70,6 l de *Evergreen* y se llenará 5,66 veces, es decir 6 (en el último llenado solo 47,05 litros de *Evergreen* para un total de 400 litro de caldo, al ser dos aplicaciones 12 veces se llenará), tardando 20 min por llenado. La capacidad de trabajo será de 6 ha/h, entre las dos aplicaciones suman 20 hectáreas, entonces el tiempo efectivo será de 3,33 horas. Por otro lado, el tiempo total empleado, sumando 2 horas por las vueltas y el tiempo de llenado, será de 9,33 horas.

MEMORIA

**11.3. Estudio de rentabilidad**

La inversión inicial para la realización del proyecto es de 226.234 €, ya que el Club opta por solicitar un préstamo al 5 % de intereses que pagará en 6 años (37.721 €/año).

Por otro lado, el consumo de agua supone un gasto anual para el Club de 67.941 €. Por ello, se busca reducir este gasto mediante la implantación de la especie *Cynodon dactylon*, ya que consume un 60% menos de agua (L.B. McCarty & Grady Miller, 2002) ahorrando 40.764 €.

Para estudiar la viabilidad se ha calculado el VAN y el ratio B/I (beneficio/inversión) de los próximos 20 años.

*Tabla 12. Cálculo del VAN del proyecto para los próximos 20 años.*

Año	VAN
0	0,00 €
1	2.845 €
2	5.505 €
3	7.990 €
4	10.313 €
5	12.484 €
6	14.512 €
7	39.899 €
8	63.625 €
9	85.798 €
10	106.521 €
11	125.889 €
12	143.989 €
13	160.905 €
14	176.714 €
15	191.490 €
16	205.298 €
17	218.204 €
18	230.265 €
19	241.536 €
20	252.071 €

*Tabla 13. Cálculo de la ratio B/I del proyecto para los próximos 20 años.*

Año	B/I
0	0%
1	8%
2	8%
3	8%
4	8%
5	8%
6	8%

MEMORIA

7	22%
8	35%
9	48%
10	59%
11	70%
12	80%
13	89%
14	98%
15	107%
16	114%
17	121%
18	128%
19	134%
20	140%

Los resultados muestran la gran rentabilidad del proyecto con un VAN positivo todos los años, gracias a la división del pago del préstamo en 6 años, y un ratio B/I del 140% en 20 años, teniendo en cuenta que la tasa de actualización se ha fijado en el 7 %.

**11.4. Resumen de presupuestos**

Los presupuestos generales se desarrollan en el documento *Presupuestos*, a continuación, se muestra un resumen:

*Tabla 14. Resumen presupuestos generales.*

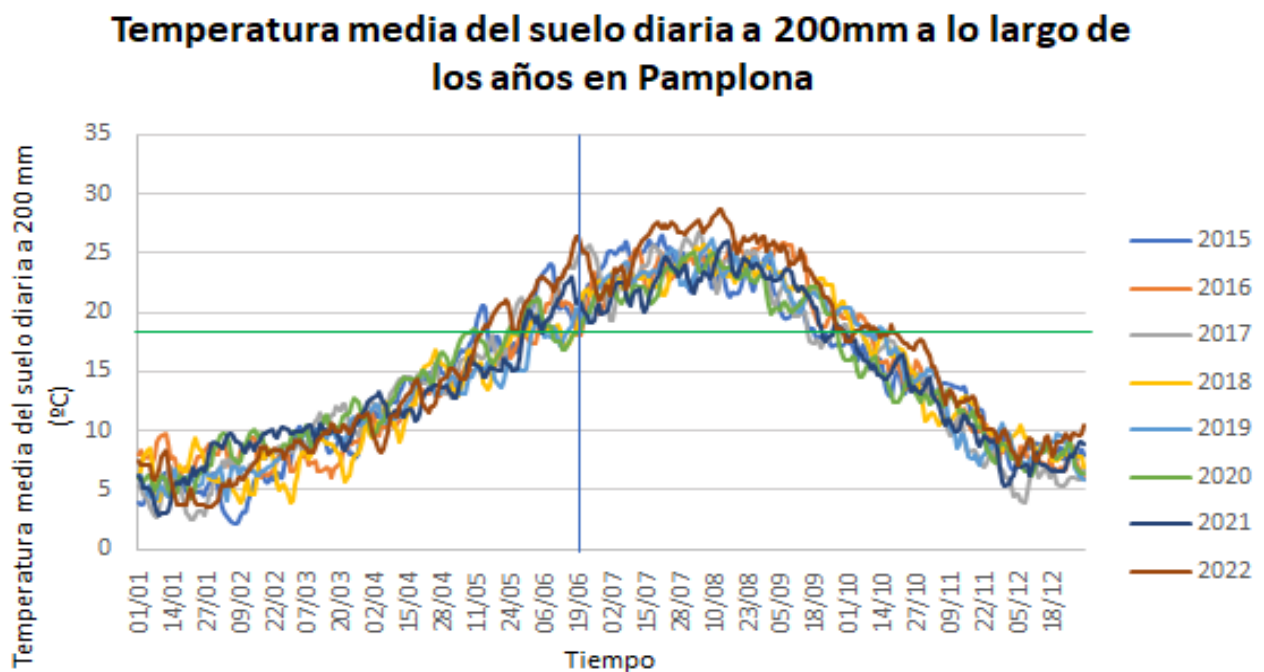
Capítulo	Importe	
Capítulo 1 Labores.	142344,81	
Capítulo 2 Gestión de residuos.	1314,80	
<b>Presupuesto de ejecución material.</b>	<b>143659,61</b>	
13% de gastos generales.	18675,74	
6% de beneficio industrial.	8619,57	
21% IVA.	35900,53	
<b>Presupuesto de ejecución por contrata. (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>206855,45</b>	
<b>Honorarios</b>		
Proyecto	2,00% sobre PEM.	2873,19
Dirección de obra	2,00% sobre PEM.	2873,19
Coor. Seguridad y salud	1,00% sobre PEM.	1436,59
IVA	21% sobre honorarios.	1508,42
<b>Total honorarios.</b>	<b>8691,39</b>	
<b>Total presupuesto general.</b>	<b>215546,84</b>	

## 12. Programación para la ejecución y puesta en marcha del proyecto

### 12.1 Justificación fecha de siembra

La labor más importante y determinante de la transición deseada es la fecha de siembra. Es la acción que más riesgo tiene ya que abarca un 65% del presupuesto de ejecución material. Además, se puede dar la situación que no germine la semilla. Para germinar necesita la humedad, la temperatura, el oxígeno y las condiciones de luz adecuadas. El proyectista puede controlar todas las variables menos la temperatura. La humedad se controla con el riego, la oxigenación con un buen perfil superficial, la falta de luz situándola a una profundidad adecuada, pero la temperatura del suelo depende únicamente del clima (para la correcta germinación de la semilla de *Cynodon dactylon* se estima que la temperatura del suelo debe estar por encima de 18 °C; Fitó, 2022). Por ello, es imprescindible estudiarla y tener las probabilidades a favor. Para ello, se han tomado datos de la temperatura media del suelo a 200 mm en los últimos 8 años (datos tomados de MeteoNavarra de la estación de la ETSIA en la UPNA, ya que la de Arazuri carece de estos datos). Estos datos quedan reflejados en el siguiente gráfico.

Gráfico 3. Temperatura media del suelo diaria a 200 mm de profundidad desde 2015 hasta 2022.



La línea verde del gráfico marca los 18 °C que debe sobrepasar de media con consistencia para una correcta germinación, mientras que la línea vertical azul marca la fecha más tarde en la que se sobrepasa consistentemente los 18 °C en los últimos 8 años. Si se siembra en esta fecha sería realizar esta labor en la fecha más tarde de los últimos años por lo que las probabilidades están muy a favor y sería un escenario en el que probablemente se hayan sobrepasado los grados necesarios. Por lo tanto, la



MEMORIA

fecha de siembra estimada será el 19/06, realizando la programación en función a esta labor. Es importante resaltar que en caso de que se llegase esa fecha sin alcanzar la temperatura requerida, se retrasaría la finalización del proyecto hasta alcanzarla. Dicho esto, es una buena estimación para realizar la programación y es probable que suceda la situación comentada, pero en ningún caso definitiva.

**12.2. Programación para la ejecución del proyecto**

A continuación, se realizará la programación de las labores que conforman el proyecto El proyecto se realizará en dos años, el primero se cambiarán los 9 primeros hoyos y el segundo los 9 siguientes. Por ello, se contemplan ambos, 2023 y 2024, en ambos años las jornadas de trabajo serán de 12 h/días (cambiando de trabajador para respetar las horas diarias máximas de cada uno).

*Tabla 15. Actividades y duración 2023.*

<b>Actividades</b>	<b>Inicio</b>	<b>Duración (días)</b>	<b>Final</b>
Reorganización arbórea	19-may-23	14	01-jun-23
Aplicación Roundup	02-jun-23	0,23	02-jun-23
Doble escarificado	12-jun-23	4,6	16-jun-23
Gestión residuos escarificado	16-jun	0,3	16-jun-23
Aplicación abono	19-jun-23	0,2	19-jun-23
Siembra	19-jun-23	0,15	19-jun-23
Pase de rastra	19-jun-23	0,35	19-jun-23
Recebo	20-jun-23	1,35	21-jun-23
Pase rulo	21-jun-23	0,34	21-jun-23
1ª aplicación pigmento	03-nov-23	0,3	03-nov-23
2ª aplicación pigmento	15-ene-24	0,3	15-ene-24

*Tabla 16. Actividades y duración 2024.*

<b>Actividades</b>	<b>Inicio</b>	<b>Duración (días)</b>	<b>Final</b>
Aplicación Roundup	03-jun-24	0,23	02-jun-24
Doble escarificado	12-jun-24	4,6	18-jun-24
Gestión residuos escarificado	18-jun-24	0,3	18-jun-24
Aplicación abono	19-jun-24	0,2	19-jun-24
Siembra	19-jun-24	0,15	19-jun-24
Pase de rastra	19-jun-24	0,35	19-jun-24
Recebo	20-jun-24	1,35	21-jun-24
Pase rulo	21-jun-24	0,34	21-jun-24
1ª aplicación pigmento	03-nov-24	0,3	03-nov-24
2ª aplicación pigmento	15-ene-25	0,3	15-ene-25

MEMORIA

Para una tener una idea más visual se han realizado los diagramas de Gantt correspondientes, expuestos a continuación.

Gráfico 4. Diagrama de Gantt con las labores de 2023.

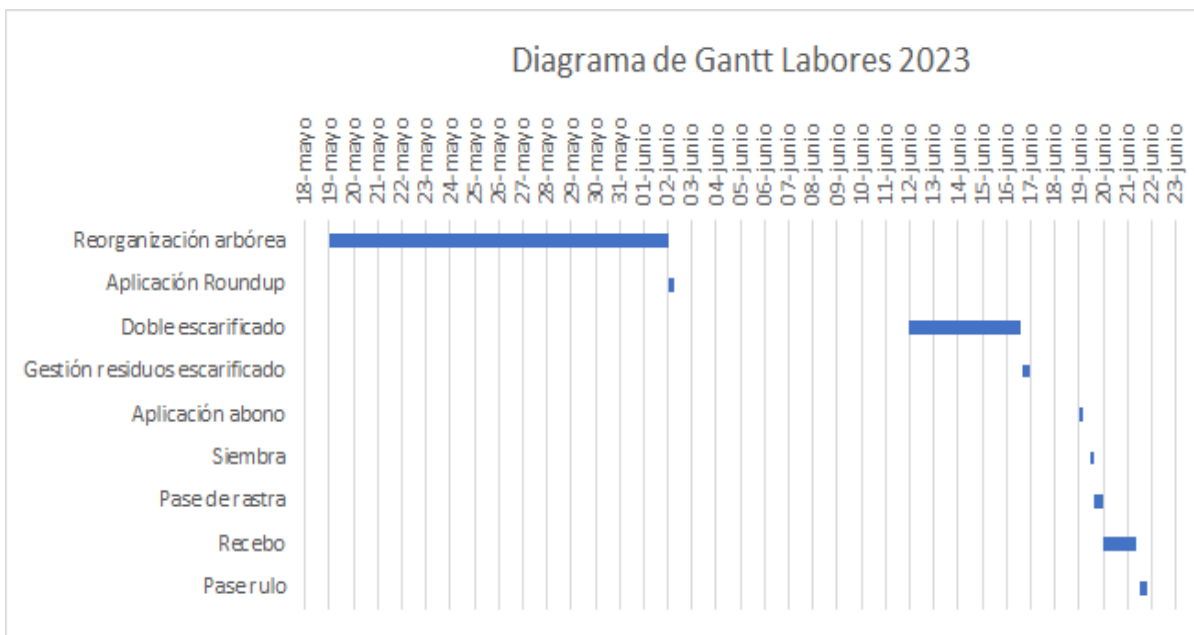
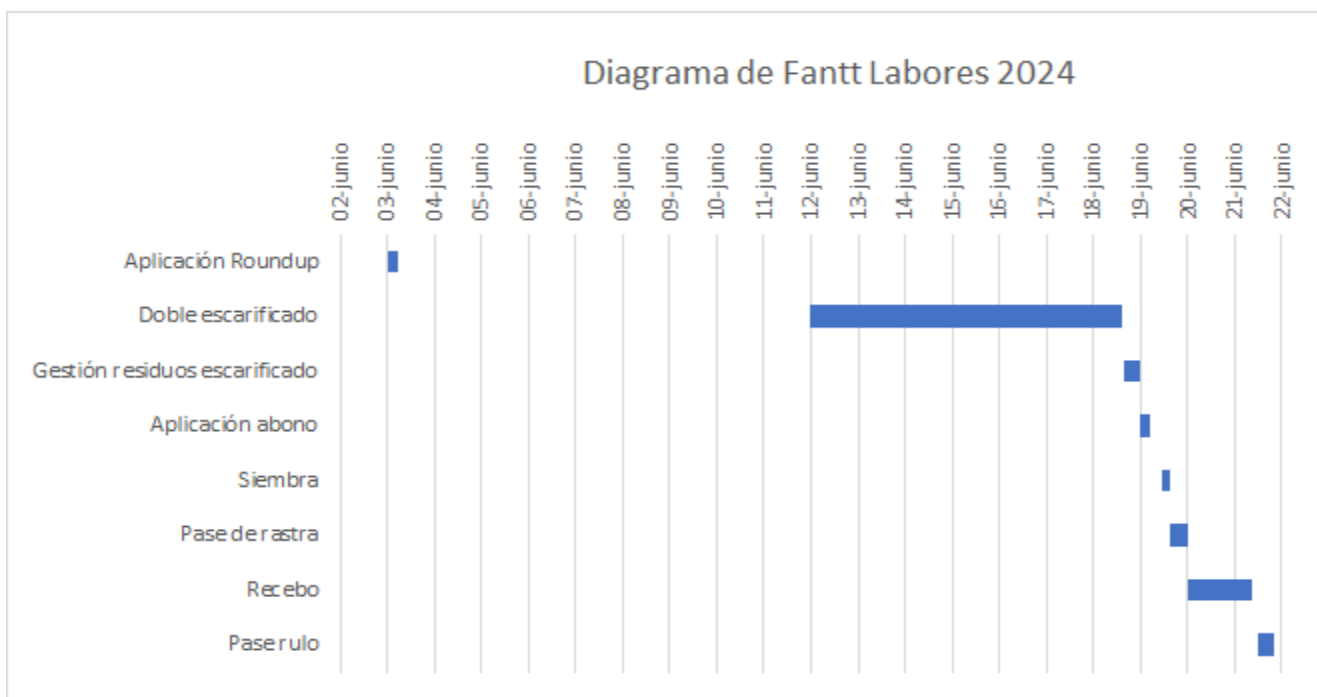


Gráfico 5. Diagrama de Gantt con las labores de 2024.

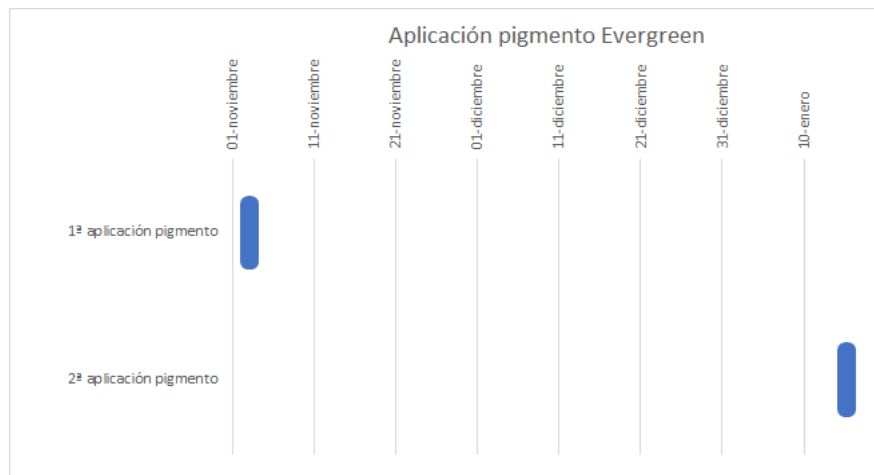


## MEMORIA

La ejecución del proyecto empezará en 2023 el 19 de mayo y terminará el 22 de julio, mientras que en 2024 empezará el 2 de junio y terminará el 22 de julio. Como se ha mencionado en el apartado anterior, *11.1 Justificación fecha de siembra*, las fechas dependerán de la siembra y se podrán modificar, pero lo más probable es que no sea necesario.

Además, se expondrán las fechas de aplicación del pigmento. La primera será 2 semanas antes de que se ponga pardo (se coge como periodo de referencia los 3 últimos años) y la segunda en el ecuador del de los meses en los que la hierba está sin pigmentación. En los años siguientes será el club el responsable de aplicar el pigmento si lo considera necesario.

Gráfico 6. Diagrama de Gantt con la aplicación del pigmento.



### 13. Evaluación ambiental

Se realizará un estudio de impactos ambientales en el que se identificarán, se cuantificaran y se realizan medidas correctivas

#### 13.1. Identificación impactos ambientales

Durante el proceso de transición existen una serie de impactos ambientales que se deben identificar para su correcta gestión y estudiar la posibilidad de introducir medidas correctivas.

En la ejecución del proyecto existirán principalmente 5 tipos de impactos ambientales: residuos sólidos, efluentes líquidos, emisiones gaseosas, ruidos y olores.

Se identifican a continuación:

- Residuos sólidos

Los residuos sólidos provienen, principalmente, de dos labores. La primer es el doble escarificado que se realiza para mejorar y remover la estructura superficial del suelo, así

## MEMORIA

se consigue la correcta recepción de la semilla por parte del terreno, la segunda será la reorganización de la masa arbórea del club.

Por un lado, en la primera labor, el residuo es la materia orgánica que se extrae del suelo a razón de 100 kg/ha lo que van a suponer 4 toneladas que se deben gestionar.

Por otro lado, la reorganización de la masa arbórea (pinos en su gran mayoría) generará madera como residuo. En esta ocasión los metros cúbicos de madera serán más difíciles de cuantificar debido a que las zonas a reorganizar están marcadas, pero la ejecución definitiva se organizará *in situ*.

Al mismo tiempo, se incluye en esta lista los recipientes empleados para el almacenamiento y transporte del abono orgánico (papel), del pigmento verde (plástico) y semilla (plástico).

- Efluentes líquidos

Principalmente, los pocos efluentes líquidos se generarán en la limpieza de las máquinas a utilizar. Para el correcto mantenimiento de las máquinas será necesario una limpieza al acabar cada labor, con una manguera se rocían de agua. Los efluentes líquidos del proyecto serán mínimos por lo que su cuantificación no es relevante.

- Emisiones gaseosas

Las máquinas para la realización de cada labor funcionan con combustible, gasoil B. La quema de este combustible para obtener la energía que ponga en funcionamiento las máquinas emitirá gases a la atmósfera que contribuirán a la contaminación de la misma.

- Ruidos

En este caso, la contaminación acústica estará producida por el funcionamiento de las máquinas. Durante las horas de trabajo diarias se emitirá ruido que no se emitía con anterioridad en el campo de golf, teniendo en cuenta que se encuentra a escasos metros de una zona residencial.

- Olores

Es un factor a tener en cuenta ya que durante los 10 días (entre los dos años) que dura el doble escarificado se emitirán fuertes olores derivados de la extracción de la materia orgánica podrida que residía en el suelo con anterioridad.

### 13.2. Cuantificación residuos y asignación códigos LER

En este apartado se tratará de asignar el código LER (Lista Europea de Residuos) a cada residuo con el objetivo de nombrarlos con una nomenclatura que este normalizada en toda Europa y así

MEMORIA

facilitar su identificación y gestión. Además, se realizará sula cuantificación de cada residuo siempre que sea posible.

*Tabla 17. Código LER y cuantificación de los residuos.*

Residuo	Código LER	Cantidad
Materia orgánica	02 01 03	4 t
Madera	03 03 01	Variable.
Recipientes abono	15 01 01	No cuantificado.
Recipientes semilla	15 01 02	No cuantificado.
Recipientes del pigmento	15 01 02	No cuantificado.
Recipiente herbicida	15 01 02	No cuantificado.

### 13.3. Matriz de Leopold

Para la cuantificación de los impactos ambientales se ha realizado una matriz de Leopold. En esta matriz se estudia que impactos tienen las labores realizadas durante el proceso de ejecución de la transición y su posterior mantenimiento (producción) frente al medio físico, el medio biótico y el aspecto socio económico. A cada actividad se le da una calificación según su impacto en los factores impactantes (B= bajo impacto, M= impacto moderado y A= impacto alto) con el color verde (impacto positivo) o color rojo (impacto negativo).

Posteriormente, se le asigna un valor a cada calificación (B=1, M=2 y A=3; con signo negativo si es roja la letra y signo positivo si es verde). Con esto, se podrá saber que labor es la más impactante y cual la que menos. Además, se podrá concluir si a largo plazo el proyecto es ambientalmente rentable.

MEMORIA

Tabla 18. Matriz de Leopold sobre los impactos del proyecto.

			EJECUCIÓN								FACTORES IMPACTANTES EJECUCIÓN	PRODUCCIÓN				FACTORES IMPACTANTES EJECUCIÓN			
			APLICACIÓN HERBICIDA	REORGANIZACIÓN MASA ARBÓREA	DOBLE ESCARIFICADO	APLICACIÓN ABONO ORGÁNICO	SIEMBRA	PASE DE RASTRA	RECEBO	PASE DE RULO		APLICACIÓN PIGMENTO	GESTIÓN DE RESIDUOS	USO MÁS SOSTENIBLE AGUA	CALIDAD CÉSPED		ELIMINACIÓN MATERIA ORGÁNICA	USO MENOR DE FERTILIZANTES	
MATRIZ DE LEOPOLD	ACCIONES IMPACTANTES		FACTORES IMPACTANTES																
	MEDIO FÍSICO	SUELO	POLUCIÓN	M	M	/	/	/	/	/	/	/	/	M	-2	/	/	B	B
EROSIÓN			M	M	A	/	M	A	A	B	/	/	/	0	/	B	B	/	0
CAPACIDAD AGROLÓGICA			B	A	A	A	/	/	/	/	/	/	/	8	/	/	/	/	0
AGUA		RECURSOS HÍDRICOS	/	A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3	A	/	/	/	3
		CALIDAD DEL AGUA	M	/	/	M	/	/	/	/	B	M	/	-3	/	/	/	/	0
ATMÓSFERA		CALIDAD DEL AIRE	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	-10	/	/	/	/	0
		POLVO	/	A	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-3	/	/	/	/	0
		OLORES	/	/	M	B	/	/	/	/	/	/	/	-3	/	/	M	M	0
		VIBRACIONES	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0
		RUIDOS	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	-11	/	/	B	/	-1
	PAISAJE	A	B	/	/	A	/	/	/	A	/	/	2	A	A	/	/	6	
MEDIO BIÓTICO	FLORA	A	A	/	A	A	/	M	/	/	/	/	2	B	A	/	A	7	
	FAUNA	A	M	/	/	A	/	/	/	/	/	/	-2	B	/	/	/	1	
SOCIO ECONÓMICO	POBLACIÓN	/	/	/	/	/	/	/	/	/	B	/	1	B	B	/	/	2	
	ECONOMÍA	B	/	M	M	A	B	A	B	M	M	/	-17	A	A	B	A	8	
	SECTOR INDUSTRIAL	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	
<b>IMPACTO TOTAL POR ACTIVIDADES IMPACTANTES</b>			<b>-19</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>-1</b>	<b>6</b>	<b>-8</b>	<b>0</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>1</b>	<b>-35</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>-8</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	

En la matriz se observa que la aplicación del herbicida es la labor más impactada de forma negativa, otra labor impactante negativamente es la realización de labores para la eliminación de la mayor cantidad de materia orgánica que genera el césped C4, mientras que el impacto más positivo será el uso sostenible del agua, seguido del aumento de la calidad del césped.

En cuanto a los factores impactantes, el más impactado negativamente será el económico durante la ejecución (el ruido y la calidad del aire también son muy impactados negativamente), mientras que el impacto más beneficioso será el económico durante la producción, teniendo en cuenta también la flora.

En general, la fase de ejecución tiene un valor de -35 unidades, lo cual no se considera alto ya que son acciones puntuales. En cambio, la fase de producción tiene un valor de 25 unidades, puede no parecer mucho, pero esta fase no son acciones puntuales, sino que son acciones que se repiten año tras año durante su totalidad. Dicho esto, 25 será considerado un valor alto y

## MEMORIA

suficiente para dar la aprobación en cuanto a impactos ambientales se refiere, aunque se debe atender a distintas medidas correctivas para intentar mitigar los impactos negativos.

### **13.4. Gestión de los residuos, medidas correctivas**

Una vez realizado el estudio será importante gestionar los residuos y aplicar medidas correctivas.

Para empezar, la gestión de los distintos residuos sólidos será enfocada de distinta manera. Por un lado, se ha contactado con una empresa de venta y transformación de madera y se ha llegado a un acuerdo, ellos se encargarán de realizar las acciones que se les indique y se llevan la madera para su aprovechamiento. Por otro lado, los recipientes de plástico (herbicida, semilla y pigmento verde) y las bolsas de papel del abono serán llevadas al punto limpio más cercano para su adecuado tratamiento. Por último, en relación con la materia orgánica extraída del escarificado se apilará en montones (su ubicación dependerá de las circunstancias) que, posteriormente, se recogerán (con un camión alquilado) y se llevarán a la zona del campo donde se realiza compost, así se podrá aprovechar para utilizarlo como abono orgánico en futuras ocasiones.

En cuanto a la contaminación del herbicida, se utilizará un herbicida sistémico que cuando contacta con el suelo se desactiva en gran medida y es fácilmente descompuesto por los microorganismos del suelo. Además, el momento de la aplicación será clave, ya que si llueve puede producirse un lavado o escorrentía llegando a contaminar acuíferos y ríos. Por ello, no se debe aplicar si se esperan lluvias en las 6 siguientes horas.

La contaminación acústica será otro gran problema en una zona residencial como Zuasti, ya que las máquinas para llegar al campo pasan a escasos metros de las viviendas, provocando malestar entre los vecinos. Para intentar mitigar este problema, se trabajará de 8:00 a 20:00 sin superar los 35 dBA en la vivienda más afectada, respetando así los horarios impuestos en la normativa correspondiente (Ordenanza Municipal número 10 de Sanidad y el Decreto Foral 135/89).

## **14. Orden de prioridad entre los documentos básicos**

En caso de incompatibilidad de los documentos básicos del proyecto, el orden de prioridad entre los documentos básicos a respetar es el siguiente:

- 1. Planos
- 2. Pliego de condiciones
- 3. Presupuesto
- 4. Memoria
- 5. Mediciones
- 6. Anexos







Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **DOCUMENTO N° 3: ANEXOS**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 5 de junio de 2023

**Redactado por:** Jaime Canal Campos



## Índice de contenidos

ANEXO N° 1: ACTA DE CONSTITUCIÓN .....	53
ANEXO N° 2: REORGANIZACIÓN ARBÓREA .....	63
ANEXO N° 3: ESTUDIO DE RENTABILIDAD.....	74
ANEXO N°4: JUSTIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE <i>CYNODON DACTYLON</i> AL ENTORNO .....	82





Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **ANEXO N° 1: ACTA DE CONSTITUCIÓN**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 5 de junio de 2023

**Redactado por:** Jaime Canal Campos



## Índice de contenidos

1.	Información del anteproyecto .....	57
1.1.	Datos .....	57
1.2.	Descripción del proyecto .....	57
1.3.	Propósito y justificación del proyecto .....	57
2.	Requerimientos de alto nivel.....	57
3.	Interesados.....	58
4.	Objetivos medibles del proyecto .....	58
5.	Responsables y equipo de trabajo .....	58
5.1.	Responsables del proyecto y responsabilidades asociadas .....	58
5.2.	Equipo de trabajo .....	58
6.	Recursos materiales del proyecto.....	59
7.	Plazos de tiempo del proyecto .....	59
8.	Presupuesto resumido del proyecto.....	60
9.	Riesgos a alto nivel del proyecto .....	61
10.	Criterios de terminación.....	61

## Índice de tablas

Tabla 1.	Actividades y duración 2023. ....	59
Tabla 2.	Actividades y duración 2024. ....	60
Tabla 3.	Resumen presupuestos generales. ....	60





## 1. Información del anteproyecto

### 1.1. Datos

- Proyecto: Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el campo de golf Señorío de Zuasti, Navarra
- Tipo de proyecto:
- Nombre del cliente: Club de golf Señorío de Zuasti
- Inicio/fin planificado: 20/05/2023 -
- Responsable del proyecto (ejecutante): Jaime Canal Campos
- Responsable del proyecto (cliente): Socios Club de golf Señorío de Zuasti

### 1.2. Descripción del proyecto

El proyecto se basa en la transición en el Club de Campo del Señorío de Zuasti de césped C3 (variedades como *Agrostis stolonifera*, *Poa annua* o *Lolium perenne*) a césped C4 (variedades como *Paspalum vaginatum*, *Cynodon dactylon* o *Zoysia japonica*).

### 1.3. Propósito y justificación del proyecto

En la actualidad, el uso sostenible del agua tiene una importancia enorme, los campos de golf son acusados de malgastar ingentes cantidades de agua, a pesar de que en zonas donde suceden frecuentes sequías se utilizan aguas depuradas. En el norte de España el uso de estas aguas no está normalizado, ya que, históricamente, no es común la falta de agua, pero esta situación se está empezando a revertir, en el norte de España las sequías cada vez son más frecuentes. Dicho esto, la búsqueda de soluciones para realizar un uso más sostenible del agua es primordial.

Las especies de hierba con ruta metabólica C4 usan de forma más eficientemente el agua y pueden llegar a necesitar hasta un 70% menos de agua. Estas especies son las que dominan los campos de golf del sur de España, pero en el norte en la mayoría de los campos aún dominan las especies C3. La transición a especies C4 tiene 3 grandes beneficios: uso más sostenible y más razonable de agua, ahorro económico por parte del Club (menos gasto de agua) y posibilidad de emplear aguas residuales para abastecer el césped debido a su gran tolerancia a la salinidad.

## 2. Requerimientos de alto nivel

Los requerimientos del proyecto serán los siguientes:

- Adaptarse al presupuesto y no sobrepasarlo:

250000 €

- Cumplir con el pazo de entrega:

ANEXO 1: ACTA DE CONSTITUCIÓN

Se realizará este verano la transición de la mitad del campo y en 2024 la parte restante. De esta forma, los socios podrán jugar este verano y el siguiente en la zona donde no se está produciendo la transición.

- Cumplir con la normativa del sector:  
  
Será necesario cumplir con la normativa vigente en cada caso (tala de árboles, uso de fitosanitarios, maquinaria...).
- Adaptación satisfactoria del césped y mantenimiento del color verde en el primer invierno.

### **3. Interesados**

Lista de interesados conocidos a la fecha de la firma del Acta de Constitución:

- Socios del Club de golf Señorío de Zuasti (promotor).
- Jaime Canal Campos (proyectista).
- Consumidores.

### **4. Objetivos medibles del proyecto**

Los objetivos medibles del proyecto responderán a tres dimensiones:

- Tiempo: entrega en el tiempo estimado, el proyectista tendrá la posibilidad de alargarlo 2 meses más si lo considera oportuno.
- Economía: no sobrepasar el presupuesto fijado y ahorro de, al menos, un 50% de agua a lo largo de los años manteniendo la misma calidad o mejor.
- Calidad: satisfacer las expectativas de los socios será el objetivo más difícil, pero más importante.

### **5. Responsables y equipo de trabajo**

#### **5.1. Responsables del proyecto y responsabilidades asociadas**

El director del proyecto y director de obra es Jaime Canal Campos, quien podrá realizar cambios en el mismo, una vez aceptados por la parte contratante. Es el responsable de cualquier situación que se produzca durante la ejecución del proyecto.

El Club de Golf Señorío de Zuasti es responsable de firmar el proyecto y cumplir con los requisitos del proyectista.

#### **5.2. Equipo de trabajo**

ANEXO 1: ACTA DE CONSTITUCIÓN

El equipo de trabajo está formado por el director del proyecto y, posteriormente, por la mano de obra que contrate durante la ejecución de este. En principio, una o dos obreros para la realización de las actividades expuestas.

## 6. Recursos materiales del proyecto

En el documento de Mediciones aparecen reflejados los distintos recursos materiales necesarios para la ejecución del proyecto:

- Tractor.
- Camión para transporte de residuos.
- Rebecadora.
- Rulo.
- Escarificadora.
- Rastra.
- Pulverizadora.
- Pala con posibilidad de adhesión al tractor.

## 7. Plazos de tiempo del proyecto

El proyecto se realizará en dos años que corresponden a las dos partes del campo (una cada año). El primero abarca también la reorganización arbórea que, sí que se realizará en los 18 hoyos durante 14 días, comenzando el proyecto el 19 de mayo de 2023 y terminándolo el 15 de enero de 2025 (muchos meses no se realizará ninguna actividad).

A continuación, tablas más concretas:

Tabla 1. Actividades y duración 2023.

Actividades	Inicio	Duración (días)	Final
Reorganización arbórea	19-may-23	14	01-jun-23
Aplicación Roundup	02-jun-23	0,23	02-jun-23
Doble escarificado	12-jun-23	4,6	16-jun-23
Gestión residuos escarificado	16-jun	0,3	16-jun-23
Aplicación abono	19-jun-23	0,2	19-jun-23
Siembra	19-jun-23	0,15	19-jun-23
Pase de rastra	19-jun-23	0,35	19-jun-23
Recebo	20-jun-23	1,35	21-jun-23
Pase rulo	21-jun-23	0,34	21-jun-23
1ª aplicación pigmento	03-nov-23	0,3	03-nov-23
2ª aplicación pigmento	15-ene-24	0,3	15-ene-24

Tabla 2. Actividades y duración 2024.

Actividades	Inicio	Duración (días)	Final
Aplicación Roundup	03-jun-24	0,23	02-jun-24
Doble escarificado	12-jun-24	6,6	18-jun-24
Gestión residuos escarificado	18-jun-24	0,3	18-jun-24
Aplicación abono	19-jun-24	0,2	19-jun-23
Siembra	19-jun-24	0,15	19-jun-23
Pase de rastra	19-jun-24	0,35	19-jun-23
Recebo	20-jun-24	1,35	21-jun-23
Pase rulo	21-jun-24	0,34	21-jun-23
1ª aplicación pigmento	03-nov-24	0,3	03-nov-24
2ª aplicación pigmento	15-ene-25	0,3	15-ene-25

## 8. Presupuesto resumido del proyecto

A continuación, se muestra un resumen del presupuesto del proyecto.

Tabla 3. Resumen presupuestos generales.

Capítulo	Importe
Capítulo 1 Labores.	142344,81
Capítulo 2 Gestión de residuos.	1314,80
<b>Presupuesto de ejecución material.</b>	<b>143659,61</b>
13% de gastos generales.	18675,74
6% de beneficio industrial.	8619,57
21% IVA.	35900,53
<b>Presupuesto de ejecución por contrata. (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>206855,45</b>
<b>Honorarios</b>	
Proyecto	2,00% sobre PEM. 2873,19
Dirección de obra	2,00% sobre PEM. 2873,19
Coor. Seguridad y salud	1,00% sobre PEM. 1436,59
IVA	21% sobre honorarios. 1508,42
<b>Total honorarios.</b>	<b>8691,39</b>
<b>Total presupuesto general.</b>	<b>215546,84</b>

## 9. Riesgos a alto nivel del proyecto

El proyecto padece de ciertos riesgos que tiene la posibilidad sufrir:

- Retraso en la llegada de material.
- Mal funcionamiento de una máquina, cuya consecuencia es la prolongación del proyecto debido a la espera de recambios y su arreglo.
- Mala calidad del césped los primeros años.
- Retraso de ciertas actividades debido al clima.

La probabilidad de que sucedan estos hechos es baja, pero se debe tener en cuenta.

## 10. Criterios de terminación

El proyecto finaliza cuando se cumplen los requisitos expuestos por el cliente. Existe la posibilidad de negociar en caso de que alguno de los requisitos no se cumpla y llegar a un acuerdo que convenza a ambas partes.





Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **ANEXO Nº 2: REORGANIZACIÓN ARBÓREA**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 5 de junio de 2023

**Redactado por:** Jaime Canal Campos





## **Índice de contenidos**

1. Introducción .....	67
2. Planificación de la reorganización masa arbórea .....	67
3. Proceso administrativo para la obtención de permisos.....	71
4. Ejecución .....	71
5. Bibliografía.....	72

## **Índice de imágenes**

Imagen 1. Hoyo 1 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).....	68
Imagen 2. Hoyo 3 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).....	68
Imagen 3. Hoyo 6 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).....	69
Imagen 4. Hoyo 10 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).....	70
Imagen 5. Hoyo 11 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).....	70
Imagen 6. Hoyo 13 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).....	71



## 1. Introducción

En instalación de las especies cuya ruta metabólica es C4 un factor fundamental es la sombra. El exceso de sombra puede provocar la mala adaptación de la especie al entorno. Como está reflejado en el punto 9.2. *Justificación de la adaptación de Cynodon dactylon al entorno de la Memoria*, Zuasti es una zona que recibe una radiación suficiente durante el año para la correcta proliferación de la Bermuda, el problema puede ser la sombra que producen los árboles y que evita que la radiación llegue al césped.

En este apartado se pretende realizar una reorganización de la masa arbórea (sólo se ejecutará la reorganización sobre árboles del género *Pinus*) de los hoyos cuya sombra suponen una limitación para la adaptación de la especie deseada. La reorganización no consta únicamente de la tala de árboles, sino que se consideran más aspectos como el aclareo o el trasplante. La planificación se realizará el 20 de mayo de 2023. Así, se dispondrá del tiempo necesario para obtener los permisos. En los siguientes apartados se explicará el proceso a seguir.

## 2. Planificación de la reorganización masa arbórea

La planificación se realizará el 20 de mayo en campo, el proyectista estudiará y marcará los árboles a talar, a trasplantar y a aclarar. Será imprescindible encontrar un equilibrio entre la máxima incidencia de la radiación solar, el paisaje y el mantenimiento de la fauna existente (siendo esta la política a seguir). Se debe tener en cuenta que el sol nace por el este y muere por el oeste, por lo que es fácil determinar que árboles son los que producen la sombra, siendo el trasplante (con una mejor orientación) la mejor y la primera opción a seguir, después se estudiará el aclareo y, por último, la tala.

A continuación, se expondrán los hoyos donde se realizará la reorganización arbórea para agilizar y facilitar el trabajo del proyectista en campo (se rodeará de rojo el perímetro de las masas arbóreas donde se tomará una decisión):

### Hoyo 1

Es el hoyo que más sufre en este aspecto. Las largas y numerosas filas de pinos producen mucha sombra. La reorganización será duradera ya que ocupa casi 1 hectárea. Además, la ejecución pertinente tendrá otros beneficio como reducción de la presión de enfermedades debido a una mayor ventilación ( es un hoyo atacado agresivamente por hongos como *Fusarium*).

ANEXO 2: REORGANIZACIÓN ARBÓREA

*Imagen 1. Hoyo 1 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).*



Hoyo 3

En este caso no se considera fundamental la reorganización de árboles ya que recientemente se ha realizado un refaldado, mejorando así las zonas con poca iluminación y la ventilación.

*Imagen 2. Hoyo 3 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).*



ANEXO 2: REORGANIZACIÓN ARBÓREA

Hoyo 6

En general, el hoyo a estudiar tiene buena iluminación, pero existe un segmento de 100 metros con pinos a sus laterales que se deben eliminar en su gran mayoría (dejando un par de manera estratégica) para facilitar la entrada de radiación solar a esa zona de calle. Actualmente es una situación idílica para la proliferación de enfermedades ya que a su derecha tiene un lago que aumenta la humedad del área indicada.

*Imagen 3. Hoyo 6 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).*



Hoyo 10

Es un hoyo corto apartado del resto. A la altura de green se ubican una serie de árboles de los cuales es probable que sea necesario la eliminación en su totalidad, respetando, eso sí, los robles, viéndose beneficiadas las especies con baja tolerancia a la sombra. Además, reducirá las necesidades de mantenimiento en un hoyo habitualmente problemático debido a la baja densidad del césped y la gran presión de enfermedades.

ANEXO 2: REORGANIZACIÓN ARBÓREA

*Imagen 4. Hoyo 10 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).*



Hoyo 11

El siguiente hoyo está compuesto de dos plataformas. La primera plataforma recibe plena iluminación. En cambio, la segunda (se encuentra en un desnivel de unos 15 metros, respecto a la primera) es sombría la mayor parte del día, los árboles ubicados dentro de la línea roja son innecesarios (dificultan de forma desmedida el juego) y su reorganización será indispensable.

*Imagen 5. Hoyo 11 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).*



Hoyo 13

Por último, el hoyo número 13 es, también, especialmente corto con un desnivel considerable. La parte anterior al green, la derecha y la izquierda están rodeados por distintos tipos de árboles

**ANEXO 2: REORGANIZACIÓN ARBÓREA**

(pinos y encinas, principalmente) que niegan la supervivencia de la especie *Cynodon dactylon* en sus cercanías. Por ello, se estudiará en campo su posible reorganización.

*Imagen 6. Hoyo 13 Club de Golf Señorío de Zuasti (Google Earth).*



### **3. Proceso administrativo para la obtención de permisos**

El Club de Campo Señorío de Zuasti es considerado un monte de propiedad particular frente a la administración. A los efectos de lo dispuesto en la normativa vigente sobre regulación de cortas en montes de propiedad particular, se tiene que pedir previa autorización al servicio de montes.

Una vez solicitada la autorización en la que se debe exponer las acciones que se desean realizar, será estudiado por la administración. Una vez estudiado y dado el visto bueno, se ordenará a la propiedad marcar los árboles sobre los que se tomarán acciones (sobre todo de tala) y se enviará a un guarda forestal para la aprobación de la tala. Este será el que decida si se puede realizar o no. Habitualmente, en una propiedad particular, se acepta la tala, pero en caso de que se niegue se enfocará de otra manera dejando siempre los árboles de los que no se ha recibido permiso para talar. Por ello, el proyecto puede demorarse un poco más.

### **4. Ejecución**

Una vez obtenidos los permisos, se ejecutará la reorganización como ha planificado el proyectista con anterioridad. Esta ejecución será llevada a cabo por una empresa de tratamiento y venta de madera con la que se ha llegado a un acuerdo a través del cual efectúan las acciones ordenadas y los residuos (en su gran mayoría, madera) serán gestionados por ellos para la obtención de beneficio con su venta. Por lo tanto, el coste de esta acción es de 0€ y la gestión de los residuos no tendrá coste alguno tampoco.

## 5. Bibliografía

- *Montes y bosques - navarra.es.* (s. f.).  
[http://www.navarra.es/home\\_es/Temas/Medio+Ambiente/Montes/](http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Montes/)







Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **ANEXO N° 3: ESTUDIO DE RENTABILIDAD**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 31 de mayo de 2022

**Redactado por:** Jaime Canal Campos



## **Índice de contenidos**

1.	Situación.....	78
2.	Estudio de rentabilidad del proyecto.....	78
3.	Conclusión .....	80
4.	Bibliografía .....	80

## **Índice de tablas**

Tabla 1.	Cuota anual calculada mediante el método francés.....	78
Tabla 2.	Cálculo del VAN del proyecto para los próximos 20 años. ....	79
Tabla 2.	Cálculo de la ratio B/I del proyecto para los próximos 20 años.....	79



## 1. Situación

EL presupuesto está fijado en 215.547 €. El cliente optaría por solicitar un préstamo para mantener los flujos de tesorería con interés fijo del 5% y una amortización en 6 años. Además, se fija la tasa de actualización en el 7%.

Se calcula la cuota anual mediante el sistema francés con el siguiente resultado:

*Tabla 1. Cuota anual calculada mediante el método francés.*

Período	Pago anual	Intereses	Amortización	Capital vivo	Capital Amortizado
0				215.546,84	
1	37.720,69	3.043,67	34.677,02	180.869,82	34.677,02
2	37.720,69	2.554,00	35.166,69	145.703,13	69.843,71
3	37.720,69	2.057,43	35.663,26	110.039,87	105.506,97
4	37.720,69	1.553,84	36.166,85	73.873,02	141.673,82
5	37.720,69	1.043,14	36.677,55	37.195,46	178.351,38
6	37.720,69	525,23	37.195,46	0,00	215.546,84

El pago total asciende a 226.324 €, incluido el interés del 5% (intereses= 10.777 €)

Por lo tanto, las cuotas anuales quedan distribuidos de la siguiente manera:

- Año 1: 37.721 €
- Año 2: 37.721 €
- Año 3: 37.721 €
- Año 4: 37.721 €
- Año 5: 37.721 €
- Año 6: 37.721 €

Por otro lado, el coste anual medio del agua y energético del sistema de bombeo asciende de 67.941 € (media 5 últimos años). Teniendo en cuenta que la implantación de la nueva especie supondrá un ahorro de al menos un 60% de agua (L.B. McCarty & Grady Miller, 2002) y la parte proporcional de la energía consumida, el ahorro total año supondría 40.764 €. El ahorro de agua de *Cynodon dactylon* podría alcanzar hasta el 70 %, por lo que el 60% es una cifra más conservadora.

## 2 Estudio de rentabilidad del proyecto

Con los datos mostrados en el apartado 1. *Situación* se puede realizar un estudio de rentabilidad del proyecto para los próximos 20 años. Para este, el pago de la inversión anual lo acapara el

ANEXO 3: ESTUDIO DE RENTABILIDAD

pago del préstamo, mientras que los cobros ordinarios pertenecerán a la cantidad de agua ahorrada respecto a la media anual. De este modo, se aísla el factor del cual interesa conocer su rentabilidad del proyecto, ya que el beneficio es el ahorro de agua. El año 0 tiene carencia por lo que no se realiza pago de inversión. El primer pago comenzará el primer año con la puesta en marcha del proyecto.

Los factores que van a determinar la rentabilidad del proyecto son el VAN y la ratio B/I. Cabe destacar que no se contempla el valor de liquidación, en virtud de la sostenibilidad que puede mostrar un campo de golf a lo largo de los años. A continuación, se exponen los resultados del estudio:

*Tabla 2. Cálculo del VAN del proyecto para los próximos 20 años.*

Año	VAN
0	0,00 €
1	2.845 €
2	5.505 €
3	7.990 €
4	10.313 €
5	12.484 €
6	14.512 €
7	39.899 €
8	63.625 €
9	85.798 €
10	106.521 €
11	125.889 €
12	143.989 €
13	160.905 €
14	176.714 €
15	191.490 €
16	205.298 €
17	218.204 €
18	230.265 €
19	241.536 €
20	252.071 €

*Tabla 2. Cálculo de la ratio B/I del proyecto para los próximos 20 años.*

Año	B/I
0	0%
1	8%
2	8%
3	8%
4	8%
5	8%
6	8%
7	22%
8	35%
9	48%

ANEXO 3: ESTUDIO DE RENTABILIDAD

10	59%
11	70%
12	80%
13	89%
14	98%
15	107%
16	114%
17	121%
18	128%
19	134%
20	140%

Los datos obtenidos del estudio económico son muy favorables para su viabilidad. No se pierde dinero en ningún momento por el ahorro del agua y la energía consumida por el bombeo del riego. Por lo tanto, desde el primer año la inversión es rentable como indica el valor actual neto de los próximos 20 años y el coste financiero de la inversión lo amortigua la rentabilidad del proyecto porque el resultado de la ratio beneficio/inversión es de un 140% de retorno sobre la inversión inicial en el año 20.

### 3. Conclusión

A pesar de la inversión inicial y el retorno que este produce son los causantes de la gran rentabilidad que ofrece la transición de un campo con especies de hierba C3 a especies C4. Los indicadores tomados como referencia para determinar la viabilidad del proyecto indican la prosperidad en los próximos años en caso de que el proyecto sea satisfactorio. Con todo, no es un hecho a ignorar que la calidad del campo mejorará, lo que a mayores supone una mayor atracción de clientes que estarían dispuestos a pagar más por jugar en un campo de mayor calidad. Esto supondrá un aumento de ingresos que no se ha contemplado en el estudio debido a su dificultad para cuantificarlo y su gran variabilidad, pero es otro punto a favor porque esos fondos se podrán destinar a otras inversiones.

### 4. Bibliografía

- McCarty, L. B., & Miller, G. (2002). *Managing Bermudagrass Turf: Selection, Construction, Cultural Practices, and Pest Management Strategies*. John Wiley & Sons.







Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **ANEXO N°4: JUSTIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE *CYNODON DACTYLON* AL ENTORNO**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 5 de junio de 2023

**Redactado por:** Jaime Canal Campos



## Índice de contenidos

1.	Introducción .....	86
2.	Factores que influyen en la adaptación .....	86
2.1.	Necesidad de temperatura .....	86
2.2.	Poca tolerancia a la sombra .....	90
2.2.1.	Cantidad de radiación que proporciona el sol .....	91
2.2.2.	Sombra producida por los árboles .....	93
3.	Conclusión .....	93
4.	Bibliografía .....	94

## Índice de tablas y gráficos

Gráfico 1.	Evolución de la temperatura media en Zuasti en 2022. ....	87
Gráfico 2.	Evolución de la temperatura máxima en Zuasti en 2022. ....	87
Gráfico 3.	Evolución de la temperatura media en Zuasti en 2021. ....	88
Gráfico 4.	Evolución de la temperatura máxima en Zuasti en 2021. ....	88
Gráfico 5.	Evolución de la temperatura media en Zuasti en 2020. ....	89
Gráfico 6.	Evolución de la temperatura máxima en Zuasti en 2020. ....	89
Tabla 1.	Resumen del crecimiento de <i>Cynodon dactylon</i> en 2022, 2021 y 2020. ....	90
Gráfico 7.	Estrés de las variedades C4 por la sombra inducido por el clima (Micah Woods, 2022). ....	91
Gráfico 8.	Curva DLI diaria en 2022 de Zuasti, Navarra, España (DLI APP). ....	92
Gráfico 9.	Curva DLI diaria en 2022 de Phoenix, Arizona, Estados Unidos (DLI APP). ....	93



## 1. Introducción

La especie escogida será *Bermuda Grass (Cynodon dactylon)* debido al análisis de alternativas realizado en el documento *Memoria*. Es la especie que mejor adaptación tiene en los campos de golf en el norte de España, como *Infinitem Golf*, que la ha instalado recientemente en su superficie, o el *PGA de Cataluña*, el cual está en proceso de transición.

## 2. Factores que influyen en la adaptación

Las especies de clima cálido (especies C4) tienen las ventajas citadas en la *Memoria* anteriormente citadas como la tolerancia a la sequía, al calor o a la salinidad, pero también sus limitaciones. Principalmente, son la necesidad de temperatura (poca tolerancia al frío, con las nuevas variedades este aspecto cada vez es menos importante, y necesidad de temperaturas altas para alcanzar su crecimiento óptimo) y la poca tolerancia a la sombra, que se acentúa en la especie escogida. Son dos cualidades de la zona donde se instala que tienen que ser cumplidas, si cualquiera de las dos no se satisface entonces la nueva especie no se adaptará como se desea. A continuación, se detallan ambas limitaciones.

### 2.1. Necesidad de temperatura

Las especies C4 deben tener una ventana de crecimiento lo suficientemente grande como para recuperarse del invierno y estar en buenas condiciones para afrontar el tráfico del verano producido por los jugadores. La peculiaridad de estas especies es que por debajo de ciertos grados no desarrollan actividad y el color verde se pierde. Las características de crecimientos de la Bermuda son las siguientes (L.B. McCarty & Grady Miller, 2002):

- Mínima temperatura para crecer: 13 C°.
- Temperatura óptima de crecimiento: 24-38 C°.
- Temperatura a partir de la cual se pierde el color pardo: menos de 10 C°.
- Temperatura letal del suelo: 49 C°
- Temperatura letal en invierno: -8 C°

Se han analizado los tres últimos años para estimar la ventana de crecimiento con la temperatura media de la estación de Arazuri (MeteoNavarra) y la ventana de crecimiento óptimo con las temperaturas máximas diarias. Debido a la cercanía de Arazuri con Zuasti se supone la misma temperatura.

Los resultados de los años 2022, 2021 y 2020 son los siguientes:

Año 2022

Gráfico 1. Evolución de la temperatura media en Zuasti en 2022.

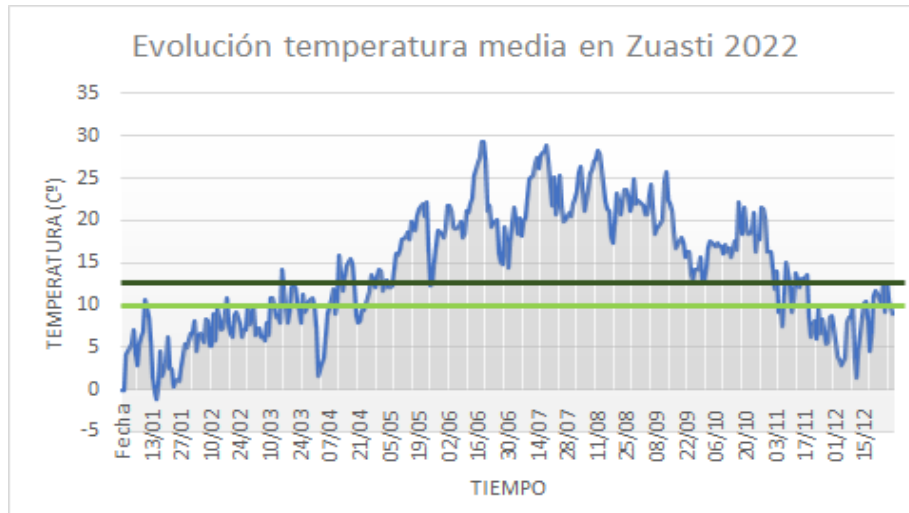
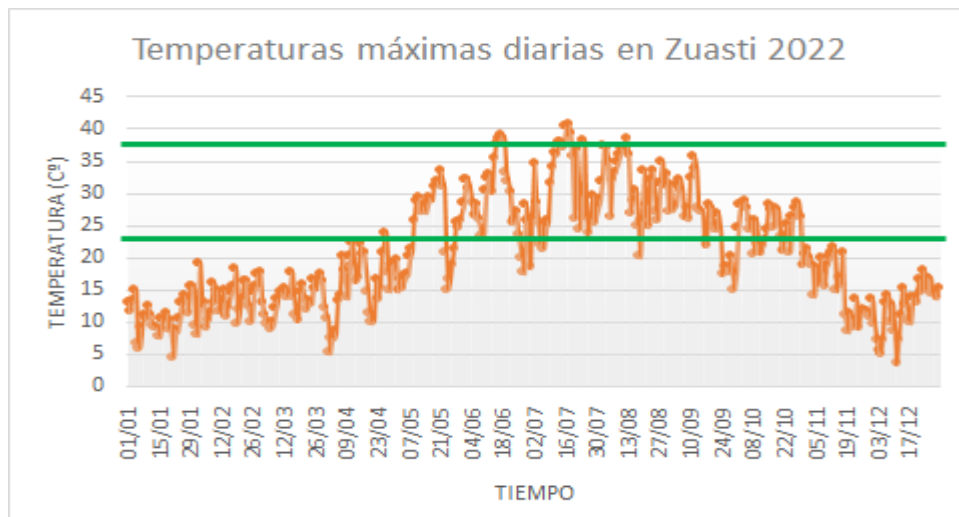


Gráfico 2. Evolución de la temperatura máxima en Zuasti en 2022.



*Nota: La línea verde clara del gráfico de temperatura media indica la temperatura a partir de la cual se pierde color, mientras que la verde oscura muestra la mínima temperatura a partir de la cual se produce crecimiento. En el gráfico de temperaturas máximas las líneas verdes señalan la temperatura óptima de crecimiento.*

En 2022 mantuvo el color verde desde principios de abril hasta mediados de noviembre, y la ventana de crecimiento comenzó a finales de abril y duro hasta principios de noviembre, aproximadamente. Además, dentro de la ventana de crecimiento el crecimiento fue óptimo en

ANEXO 4: JUSTIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE *CYNODON DACTYLON* AL ENTORNO

algunas horas del día desde mediados de mayo hasta principios de octubre (en algunos días concretos no se alcanzó o se sobrepasó el intervalo de temperatura óptimo).

Por otro lado, la temperatura mínima fue de  $-5,2\text{ C}^\circ$  (MeteoNavarra), por lo que no alcanzo los  $-8\text{ C}^\circ$  mencionados como letales.

Año 2021

Gráfico 3. Evolución de la temperatura media en Zuasti en 2021.

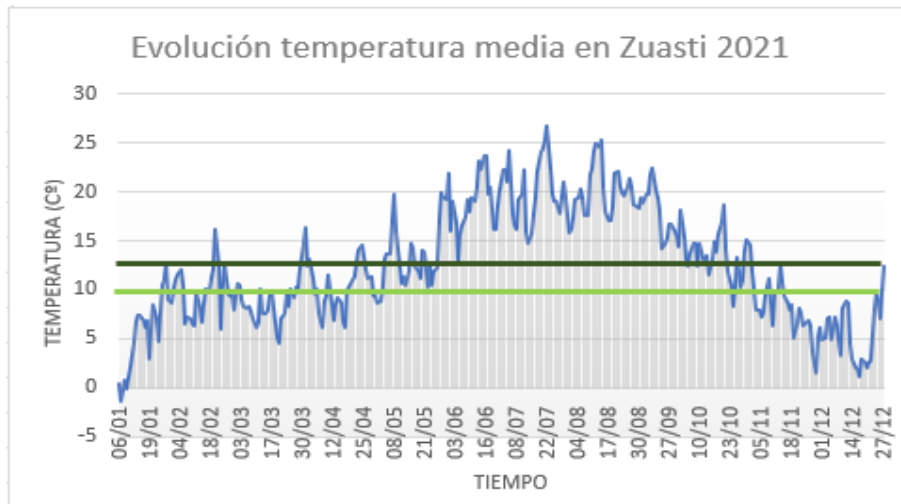
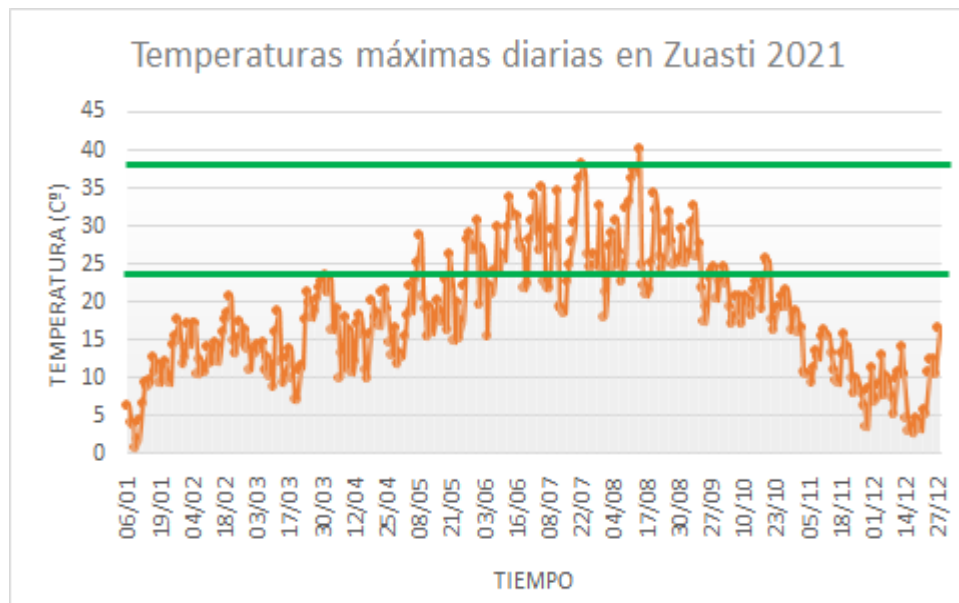


Gráfico 4. Evolución de la temperatura máxima en Zuasti en 2021.



*Nota: La línea verde clara del gráfico de temperatura media indica la temperatura a partir de la cual se pierde color, mientras que la verde oscura muestra la mínima temperatura a partir de la cual se produce crecimiento. En el gráfico de temperaturas máximas las líneas verdes señalan la temperatura óptima de crecimiento.*



ANEXO 4: JUSTIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE *CYNODON DACTYLON* AL ENTORNO

En 2021, se produjeron picos de temperatura media grandes durante los meses de febrero y marzo, pero no fue hasta mediados de abril cuando sobrepasa los 10 C° de media diarios con consistencia tornando el color que se busca en la planta hasta principios de noviembre que regresó a una tonalidad más parda. En cambio, la ventana de crecimiento se sitúa entre principios de mayo finalizando a finales de octubre, siendo desde finales de mayo hasta finales de septiembre donde alcanza horas del día en el que el crecimiento es óptimo.

Por último, la temperatura mínima diaria alcanzada fue de -5,5 C° (MeteoNavarra), lo cual no supone un problema para la especie.

Año 2020

Gráfico 5. Evolución de la temperatura media en Zuasti en 2020.

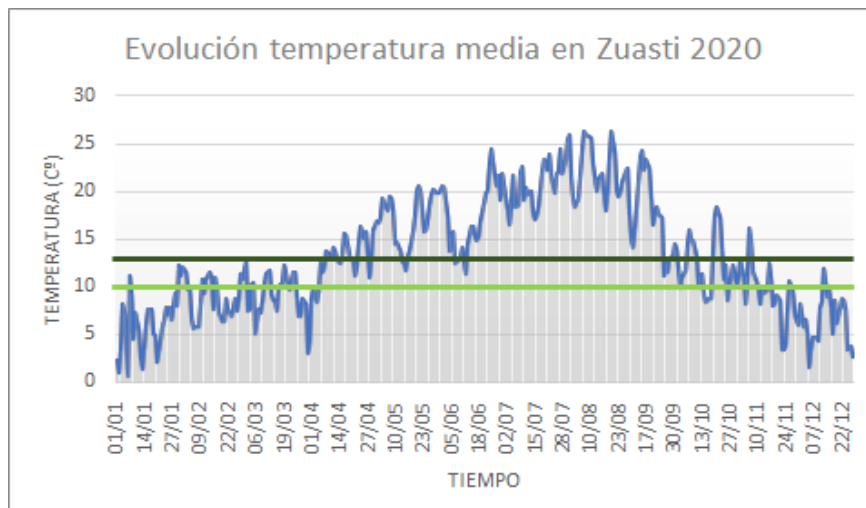
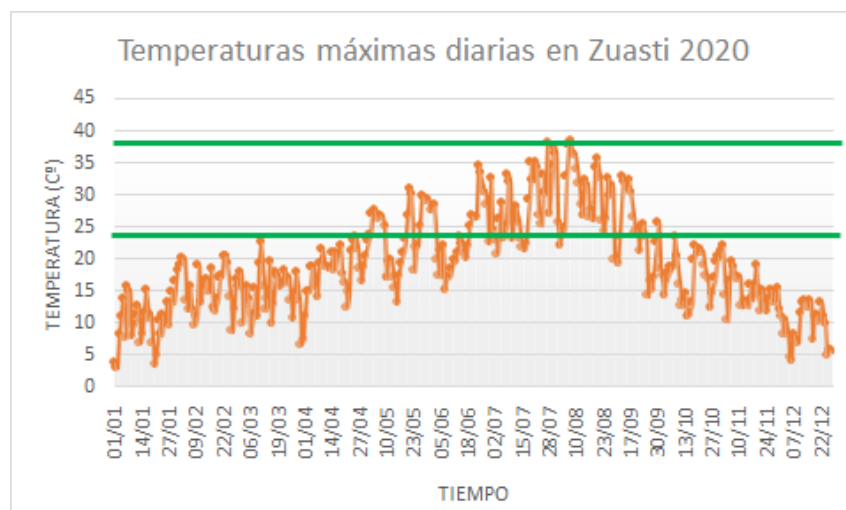


Gráfico 6. Evolución de la temperatura máxima en Zuasti en 2020.



ANEXO 4: JUSTIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE *CYNODON DACTYLON* AL ENTORNO

*Nota: La línea verde clara del gráfico de temperatura media indica la temperatura a partir de la cual se pierde color, mientras que la verde oscura muestra la mínima temperatura a partir de la cual se produce crecimiento. En el gráfico de temperaturas máximas las líneas verdes señalan la temperatura óptima de crecimiento.*

En 2020, a principios de año se sobrepasó los 10 C° de media varias veces, pero sin la consistencia suficiente como para recuperar la tonalidad verde. A partir de principios de abril, comienza esta consistencia y el proceso de recuperación del color hasta que a mediados de noviembre lo pierde. En este año, el periodo de crecimiento empieza muy a la par con el proceso anterior, a mediados de abril se abre la ventana de crecimiento cerrándose con estabilidad a finales de octubre, mientras que el intervalo de días donde existen horas con crecimiento óptimo empieza a principios de mayo y finaliza a finales de septiembre.

En cuanto a la temperatura mínima, fue de -3,7 C° (MeteoNavarra) lo cual no supone ningún problema tampoco en este caso.

*Tabla 1. Resumen del crecimiento de Cynodon dactylon en 2022, 2021 y 2020.*

Año	Intervalo color verde	Ventana de crecimiento	Ventana de crecimiento óptimo	Temperatura mínima (C°)
2022	Principios abril- mediados noviembre	Finales abril- principios noviembre	Mediados mayo- principios octubre	-5,2
2021	Mediados de abril- principios noviembre	Principios mayo- finales octubre	Finales de mayo- finales de septiembre	-5,5
2020	Principios abril- mediados noviembre	Mediados abril- finales de octubre	Principios de mayo- finales septiembre	-3,7

En resumen, en los últimos tres años la venta de crecimiento es suficiente y no se ha alcanzado ninguna temperatura extrema que ponga en peligro la adaptación de esta especie al entorno y su adecuada proliferación.

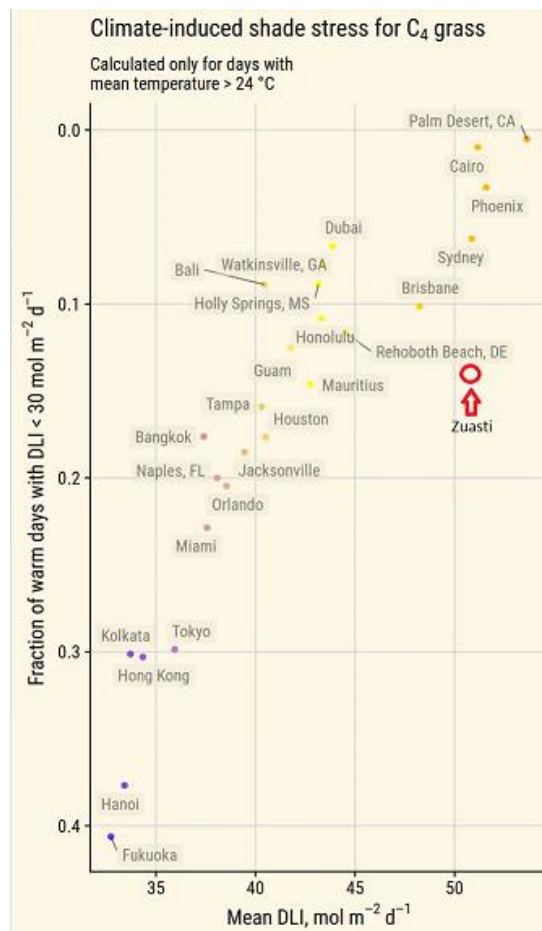
## **2.2. Poca tolerancia a la sombra**

El césped Bermuda es el que mejor textura tiene entre especies C4, pero también es el que menor tolerancia a la sombra tiene. Por ello, es necesario estudiar dos aspectos clave: la cantidad de radiación que proporciona el sol a la zona donde se ubica el campo de golf y la sombra que producen los árboles que evita que esa radiación incida en el césped.

### 2.2.1. Cantidad de radiación que proporciona el sol

Se estudiará la radiación diaria a través del DLI (luz diaria integral) de Zuasti comparado con el de otras zonas donde ya están instaladas las especies C4 para observar su compatibilidad. En la siguiente tabla aparecen ubicaciones donde estas especies están instaladas de manera exitosa, solo se tomarán los días de 24 grados o más de los últimos 3 años, ya que son los días que resultan importantes para realizar la fotosíntesis y desarrollarse de forma óptima.

Gráfico 7. Estrés de las variedades C4 por la sombra inducido por el clima (Micah Woods, 2022).



En el eje de ordenadas se encuentra la fracción de estos días seleccionados con un DLI menor de 30 mol\*m<sup>-2</sup>\*d<sup>-1</sup> y en el de abscisas se estudia la media del DLI (también de los días seleccionados). Para obtener estos datos de Zuasti (en concreto de Arazuri que es donde se encuentra la estación más próxima) se ha utilizado GLOBAL DLI APP (desarrollada por Asian Turf Center). Zuasti tiene una DLI media de 51,6 mol\*m<sup>-2</sup>\*d<sup>-1</sup> en los días con más de 24 C° de media, mientras que la fracción de días cálidos que no alcanzan los 30 mol\*m<sup>-2</sup>\*d<sup>-1</sup> será únicamente de 0,13.

ANEXO 4: JUSTIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE *CYNODON DACTYLON* AL ENTORNO

En el gráfico 7 solo aparecen ciudades donde los campos de golf utilizan césped de especies C4, en la parte superior se ubican las localidades que utilizan *C. dactylon*, en la zona media *P. vaginatum* y en la inferior *Z. japonica*. Se observa como Zuasti estaría entre las localidades estudiadas que menos limitación por luz tiene siendo un punto a favor de la Bermuda, ya que en campos con DLI muy pareja como TPC Scottsdale (Phoenix), Royal Sydney Golf Club (Sydney) o Trump National Golf Club (Dubai) el desarrollo y calidad de Bermuda son muy altos.

Las siguientes gráficas muestran la curva en 2022 de DLI diaria de Zuasti y de Phoenix.

Gráfico 8. Curva DLI diaria en 2022 de Zuasti, Navarra, España (DLI APP).

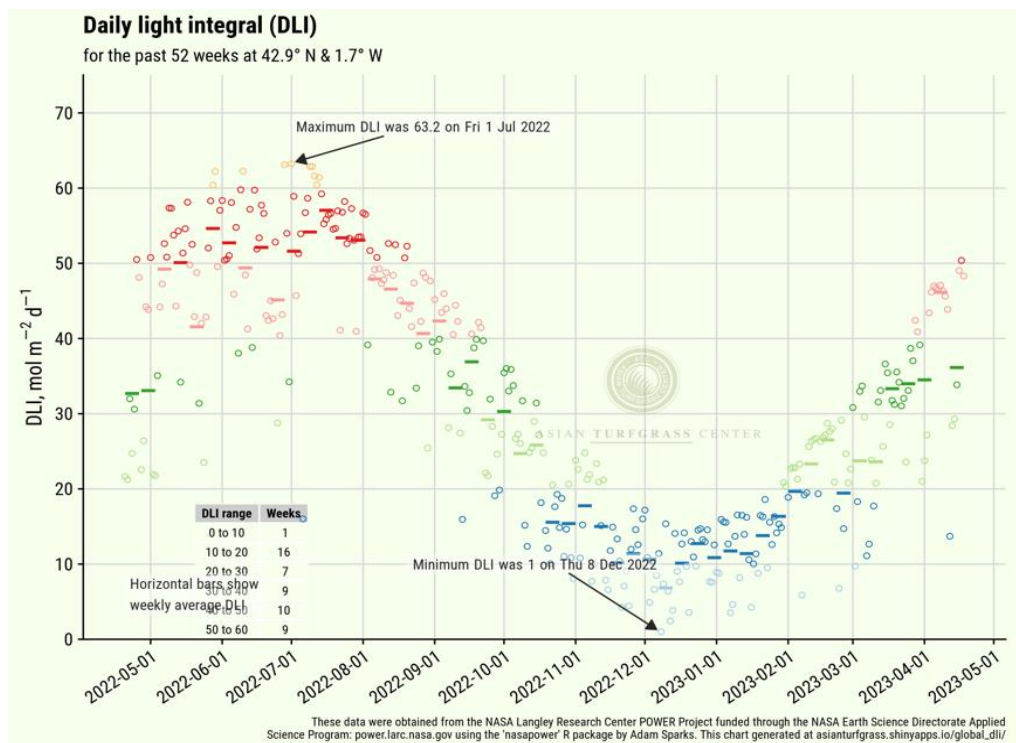
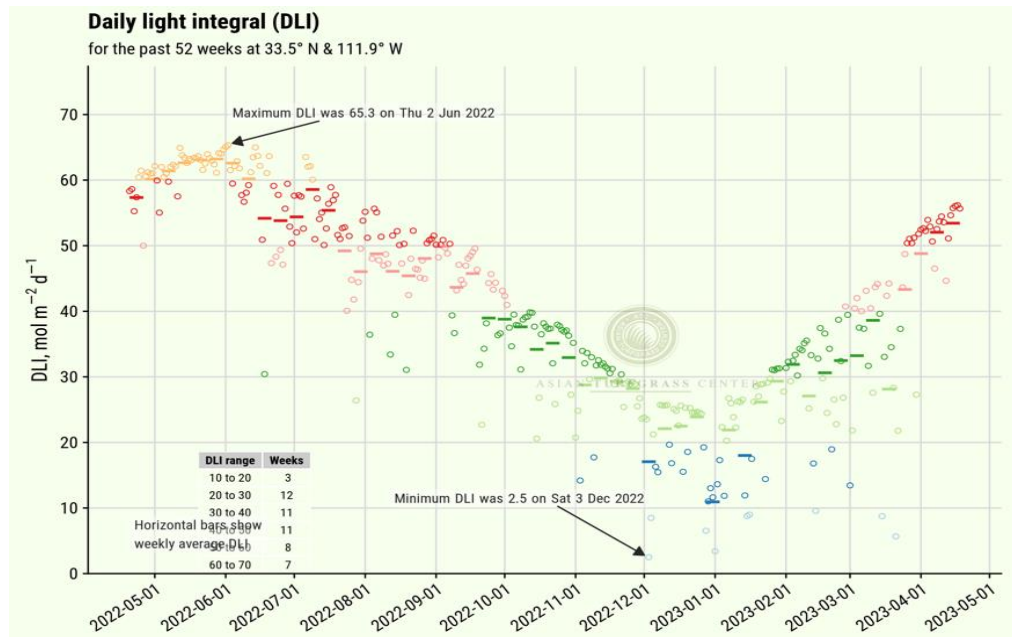


Gráfico 9. Curva DLI diaria en 2022 de Phoenix, Arizona, Estados Unidos (DLI APP).



Con estos datos expuestos, se puede concluir que la cantidad de radiación que proporciona el sol a la zona donde se ubica el campo de golf no es una limitación para el correcto asentamiento del césped Bermuda.

### 2.2.2. Sombra producida por los árboles

La sombra que producen los árboles que evita que esa radiación incida en el césped puede ser un problema. El Club de Golf Señorío de Zuasti tiene ciertos hoyos en los que la sombra no permite que el césped reciba la radiación del sol, actualmente no supone un problema tan grande con especies C3 (son más tolerantes a la sombra), como lo supondría para *Cynodon dactylon*. Por ello, será preciso realizar un estudio sobre una reorganización arbórea en el campo (*Anexo 2. Reorganización arbórea.*)

## 3. Conclusión

Por un lado, la clara tendencia de subida de la temperatura satisface las necesidades de la especie. La ventana de crecimiento y el intervalo en el que la hierba posee una tonalidad verde son suficientes tanto como para recuperarse del invierno, estando en plenas condiciones en primavera-verano, como para cubrir las expectativas de los clientes.

ANEXO 4: JUSTIFICACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE *CYNODON DACTYLON* AL ENTORNO

Por otro lado, la cantidad de radiación emitida por el sol y que llega a la superficie de Zuasti es apta para la adaptación de la especie. Los únicos inconvenientes son las zonas sombreadas por los árboles que no dejan que esta radiación incida en el césped. Para solucionar este problema se realizará una reorganización arbórea (Anexo 2) que incluye labores como la tala, el aclareo o el trasplante de árboles.

Por último, los datos mostrados en el apartado 2 indican la buena adaptación que tiene *C. dactylon* al entorno de Zuasti. Ninguno de los potenciales factores limitantes para esta especie restringe su correcta proliferación.

#### 4. Bibliografía

- McCarty, L. B., & Miller, G. (2002). *Managing Bermudagrass Turf: Selection, Construction, Cultural Practices, and Pest Management Strategies*. John Wiley & Sons.
- *Meteo Navarra - Gobierno de Navarra*. (s. f.). <http://meteo.navarra.es/>
- Woods, M. (2020, 28 noviembre). Worldwide agroclimatology data, PAR, shade, and grass. *Asian Turfgrass Center*. <https://www.asianturfgrass.com/post/worldwide-agroclimatology-data/>
- Woods, M. (2021, 5 febrero). A DLI Index. *Asian Turfgrass Center*. <https://www.asianturfgrass.com/post/dli-index/>
- Woods, M. (2022, 3 julio). Low light locations for warm-season grasses. *Asian Turfgrass Center*. <https://www.asianturfgrass.com/post/low-light-locations-for-warm-season-grasses/>





Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **DOCUMENTO N° 4: PLANOS**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 5 de junio de 2023

**Redactado por:** Jaime Canal Campos





## **Índice de planos**

Plano 1. Localización.

Plano 2. Situación 1.

Plano 3. Situación 2.

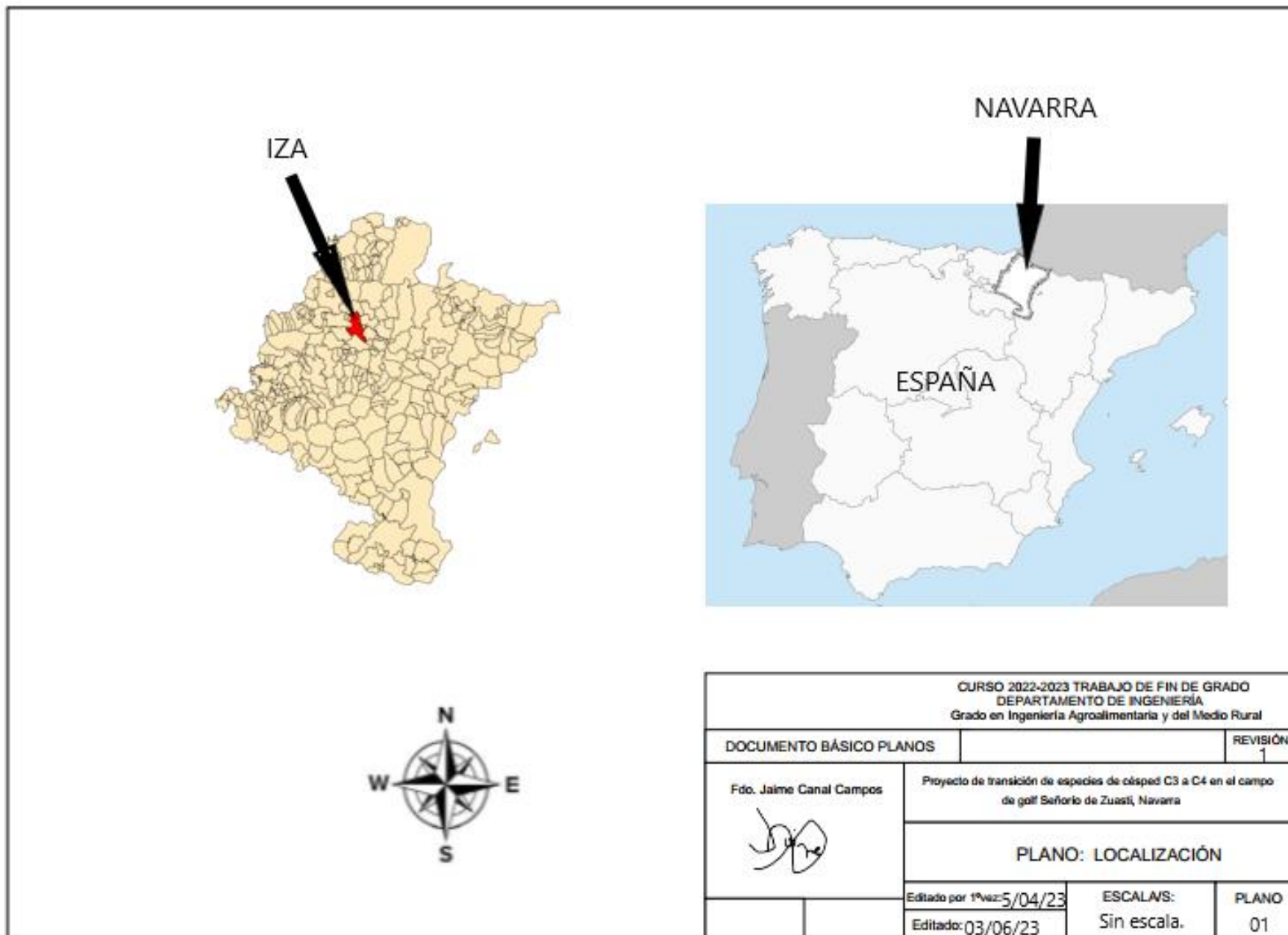
Plano 4. Catastro.

Plano 5. Campo de golf.



Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de Campo Señorío de Zuasti, Navarra

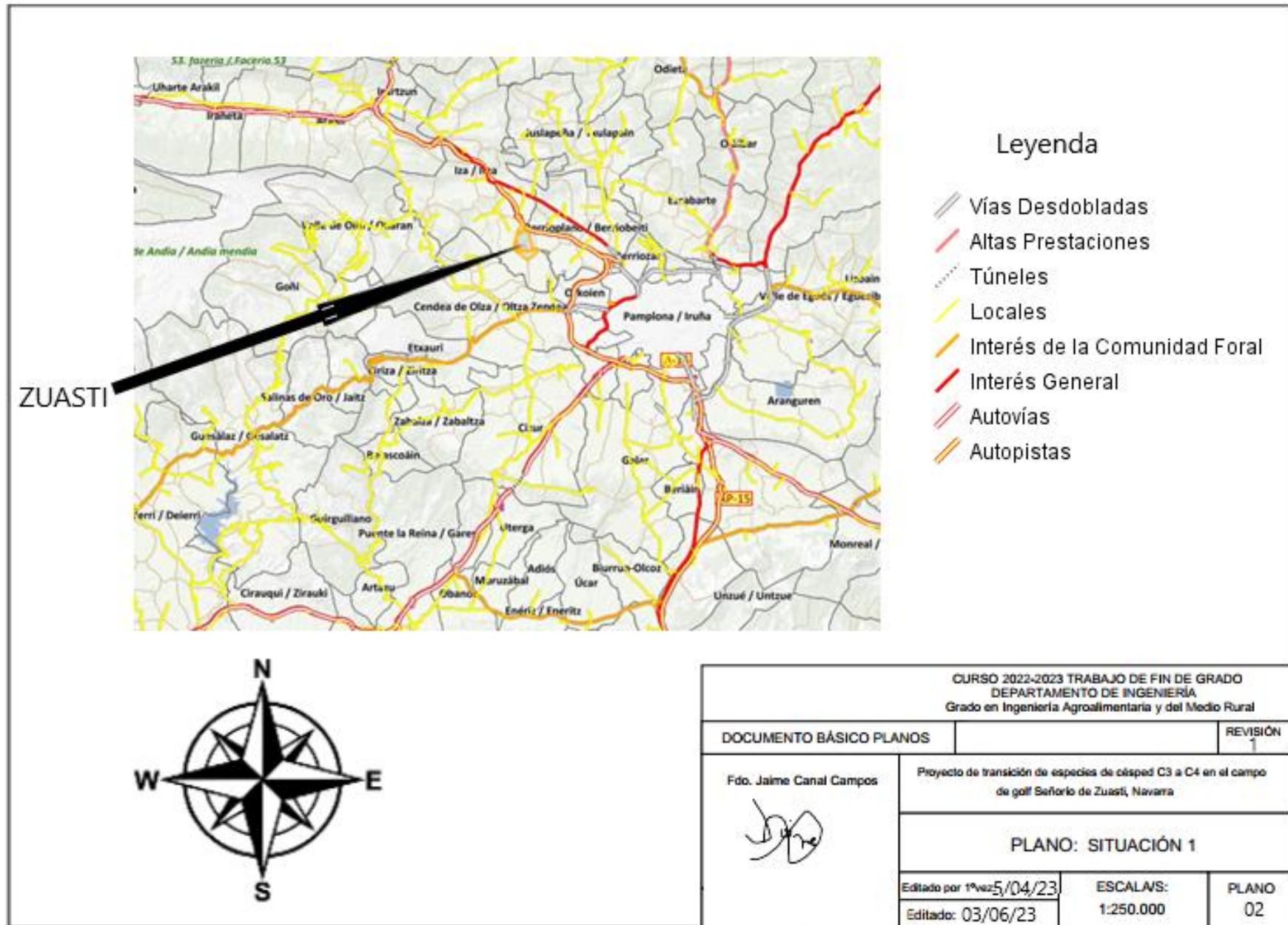
PLANOS



CURSO 2022-2023 TRABAJO DE FIN DE GRADO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural			
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS			REVISIÓN 1
Fdo. Jaime Canal Campos 		Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el campo de golf Señorío de Zuasti, Navarra	
PLANO: LOCALIZACIÓN			
	Editado por 1ª vez: 5/04/23	ESCALAS: Sin escala.	PLANO 01
	Editado: 03/06/23		

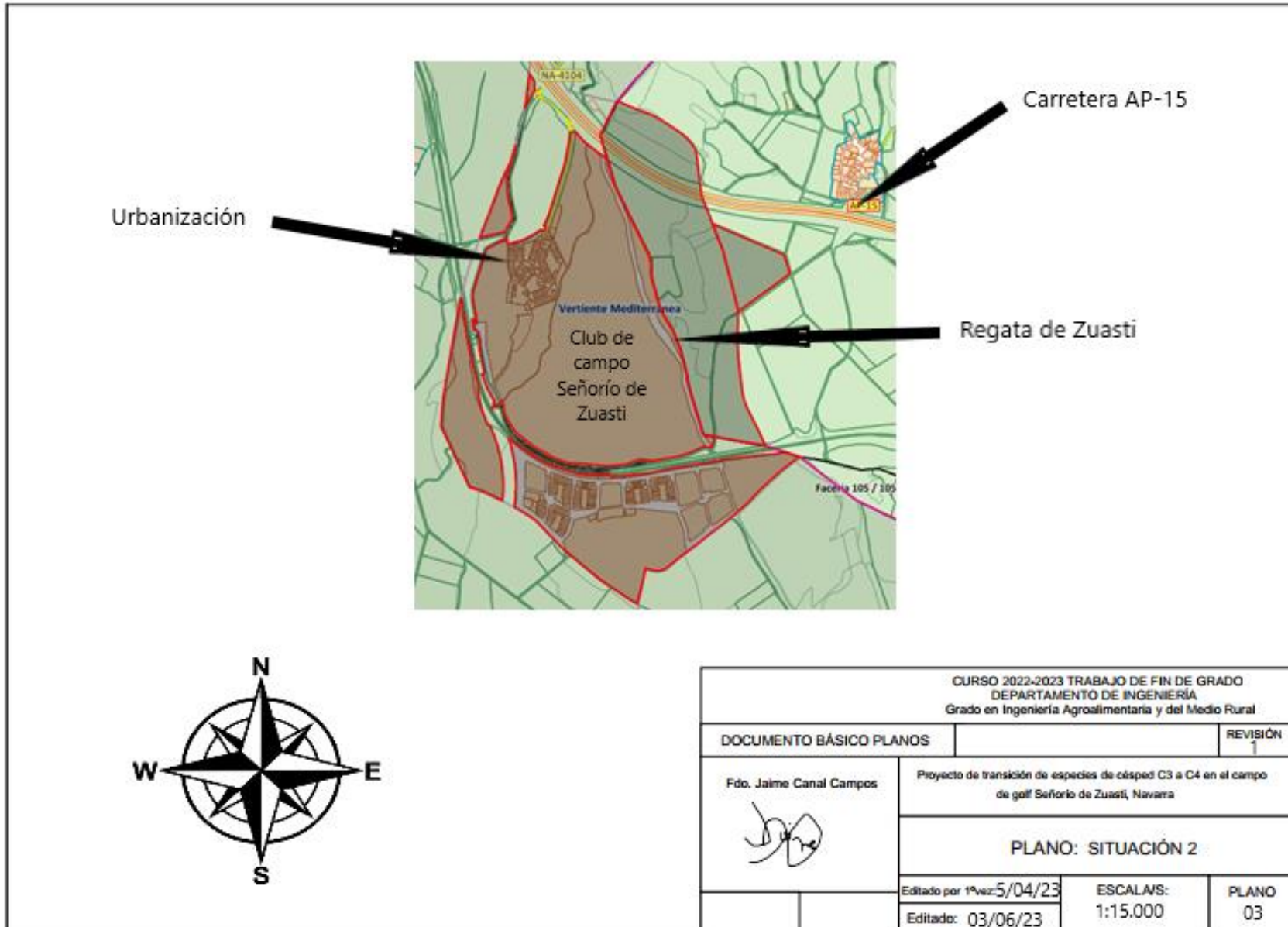
Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de Campo Señorío de Zuasti, Navarra

PLANOS



Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de Campo Señorío de Zuasti, Navarra

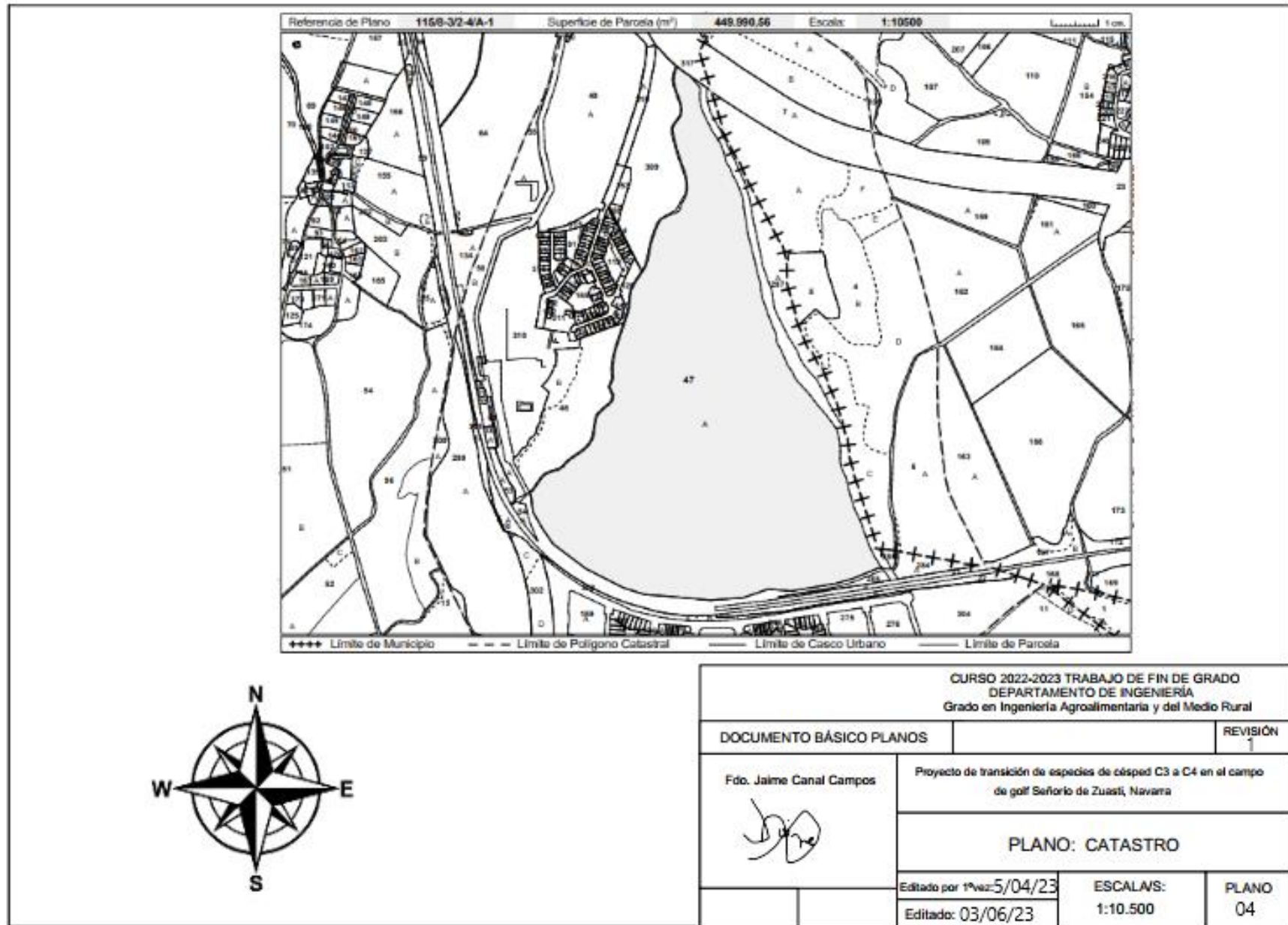
PLANOS



CURSO 2022-2023 TRABAJO DE FIN DE GRADO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural			
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS		REVISIÓN 1	
Fdo. Jaime Canal Campos 	Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el campo de golf Señorío de Zuasti, Navarra		
PLANO: SITUACIÓN 2			
Editado por 1ª vez: 5/04/23	ESCALAS:	PLANO	
Editado: 03/06/23	1:15.000	03	

Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de Campo Señorío de Zuasti, Navarra

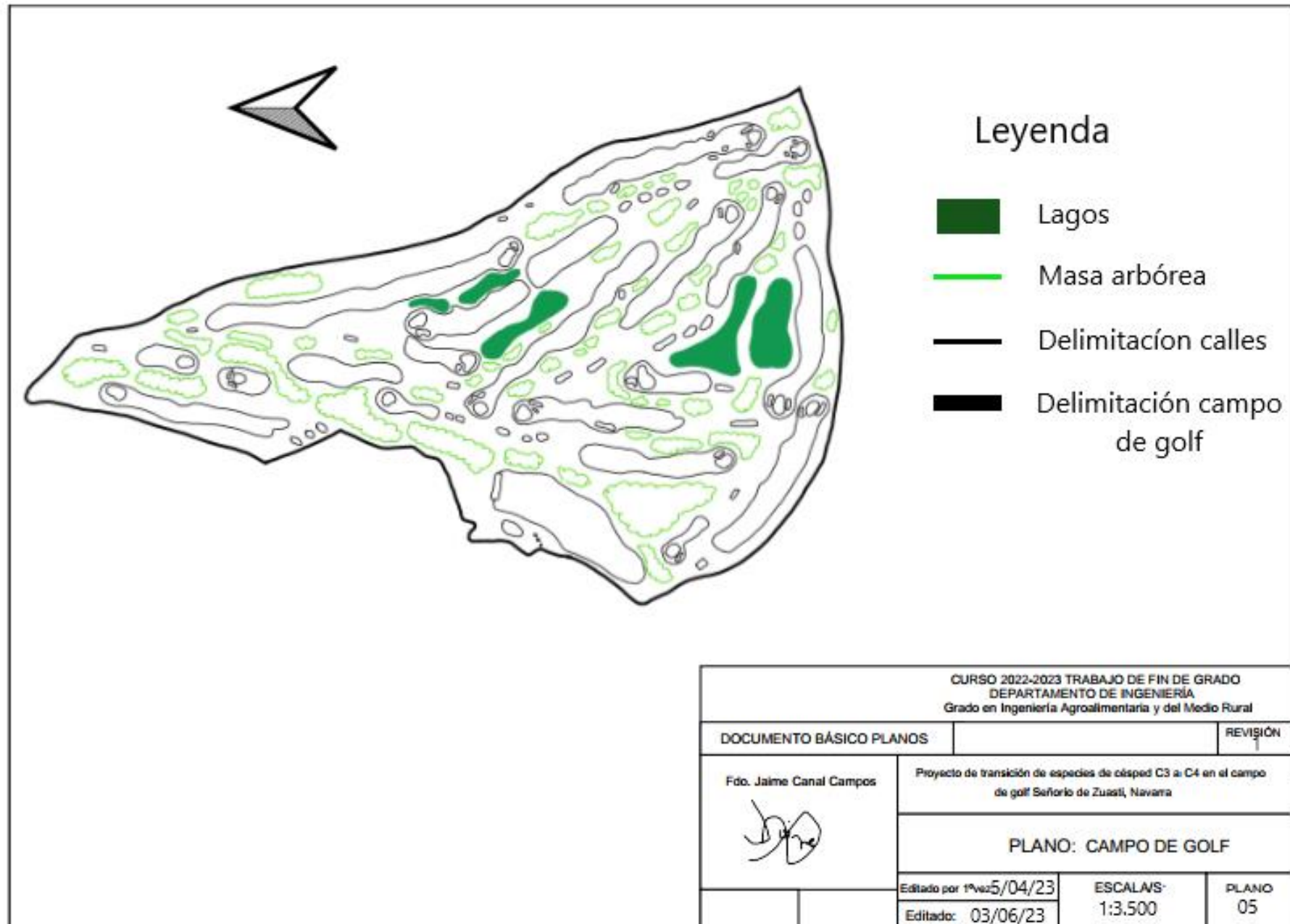
PLANOS



CURSO 2022-2023 TRABAJO DE FIN DE GRADO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural			
DOCUMENTO BÁSICO PLANOS		REVISIÓN 1	
Fdo. Jaime Canal Campos 		Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el campo de golf Señorío de Zuasti, Navarra	
PLANO: CATASTRO			
Editado por 1ª vez: 5/04/23		ESCALAS: 1:10.500	PLANO 04
Editado: 03/06/23			

Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de Campo Señorío de Zuasti, Navarra

PLANOS









Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **DOCUMENTO N° 5: PLIEGO DE CONDICIONES**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 31 de mayo de 2022

**Redactado por:** Jaime Canal Campos



## Índice de contenidos

Pliego de cláusulas administrativas .....	111
Disposiciones generales .....	111
1. Naturaleza y objeto del pliego general .....	111
Disposiciones facultativas.....	111
1. Delimitación general de funciones técnicas .....	111
Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista .....	117
1. Verificación de los documentos del proyecto.....	117
2. Plan de seguridad y salud .....	117
3. Proyecto de control de calidad.....	117
4. Representación del contratista, jefe de obra .....	117
Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación .....	118
1. Daños materiales.....	118
2. Responsabilidad civil.....	118
Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares .....	119
1. Caminos y accesos .....	119
2. Replanteo .....	119
3. Inicio de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos .....	119
4. Orden de los trabajos .....	119
5. Facilidades para otros contratistas .....	120
6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor .....	120
7. Prórroga por causa de fuerza mayor .....	120
8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra .....	120
9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos .....	120
10. Documentación de obras ocultas .....	120
11. Trabajos defectuosos .....	121
12. Materiales y aparatos .....	121
13. Presentación de muestras .....	121
14. Materiales no utilizables .....	121
15. Materiales .....	121
Disposiciones económicas .....	122
16. Principio general.....	122
17. Fianzas .....	122
18. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.....	122
19. Devolución de fianza .....	122
20. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales .....	122
21. Composición de los precios unitarios .....	123
22. Precios de contrata, importe de contrata.....	124

23. Precios contradictorios.....	124
24. Reclamación de aumento de precios.....	125
25. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	125
26. Revisión de los precios contratados.....	125
27. Acopio de materiales .....	125
Administración.....	125
Valoración y abono de los trabajos.....	128
1. Formas de abono de las obras.....	128
2. Relaciones valoradas y certificaciones .....	128
3. Mejoras de obra libremente ejecutadas.....	129
4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada .....	129
5. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados.....	130
6. Pagos.....	130
7. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.....	130
Pliego de condiciones técnicas particulares.....	131
Prescripciones sobre los materiales .....	131
1. Condiciones generales .....	131
2.1. Reorganización masa arbórea.....	132
2.2. Aplicación herbicida.....	132
2.3. Aplicación fertilizante. ....	132
2.4. Semilla.....	133
2.5. Arena de recebo.....	133
2.6. Otras acciones.....	133



## **Pliego de cláusulas administrativas**

### **Disposiciones generales**

#### **1. Naturaleza y objeto del pliego general**

El presente pliego general de condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del proyecto.

Ambos, como parte del proyecto, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al ingeniero y al ingeniero técnico y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

### **Documentación del contrato de obra**

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.

2º El pliego de condiciones particulares.

3º El presente pliego general de condiciones.

4º El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el estudio de seguridad y salud y el proyecto de control de calidad de la edificación. Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de control de calidad, si la obra lo requiriese. Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### **Disposiciones facultativas**

#### **1. Delimitación general de funciones técnicas**

##### **Delimitación general de funciones técnicas**

**PLIEGO DE CONDICIONES**

La Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.
- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de ingeniero.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de ingeniero y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

**El promotor**

Será promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decida, impulse, programe o financie, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título. Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones de este.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- e) Suscribir los seguros previstos en la LOE.
- f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

**El proyectista**

Son obligaciones del proyectista:



PLIEGO DE CONDICIONES

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

**El constructor**

Son obligaciones del constructor:

- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- f) Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del ingeniero técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

PLIEGO DE CONDICIONES

- l) Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- m) Facilitar al ingeniero técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- o) Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- r) Facilitar el acceso a la obra a los laboratorios y entidades de control de calidad contratado y debidamente homologado para el cometido de sus funciones.
- s) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.

**El director de obra**

Corresponde al director de obra:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- c) Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengán exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- f) Coordinar, junto al ingeniero técnico, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del proyecto.
- g) Comprobar, junto al ingeniero técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.
- h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.

PLIEGO DE CONDICIONES

- i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- k) Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- l) Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.
- m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio y será entregada a los usuarios finales del edificio.

**El director de la ejecución de la obra**

Corresponde al ingeniero la dirección de la ejecución de la obra, que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- c) Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Estudio de seguridad y salud para la aplicación del mismo.
- e) Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.
- f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del ingeniero y del constructor.
- g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

PLIEGO DE CONDICIONES

- h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda, dando cuenta al ingeniero.
- i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- l) Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.
- m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

**El coordinador de seguridad y salud**

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

**Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación**

Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus

instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación. Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las comunidades autónomas con competencia en la materia.

### **Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista**

#### **1. Verificación de los documentos del proyecto**

Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

#### **2. Plan de seguridad y salud**

El constructor, a la vista del proyecto de ejecución conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad y salud presentará el plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del ingeniero de la dirección facultativa.

#### **3. Proyecto de control de calidad**

El constructor tendrá a su disposición el proyecto de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas de calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el ingeniero de la dirección facultativa.

#### **4. Representación del contratista, jefe de obra**

El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de esta, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el pliego de condiciones particulares de índole facultativa, el delegado del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al ingeniero para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

## **Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación**

### **1. Daños materiales**

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de estos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante 10 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- b) Durante 3 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del artículo 3 de la LOE. El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de 1 año.

### **2. Responsabilidad civil**

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder. No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción. Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la LOE se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado juntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente. Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica,

PLIEGO DE CONDICIONES

negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar. El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda. Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

**Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares**

**1. Caminos y accesos**

El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El ingeniero podrá exigir su modificación o mejora.

**2. Replanteo**

El constructor iniciará las obras con el replanteo de estas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará cargo del contratista e incluidos en su oferta. El constructor someterá el replanteo a la aprobación del ingeniero y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el ingeniero, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

**3. Inicio de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos**

El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquellos señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato. Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero del comienzo de los trabajos al menos con 3 días de antelación.

**4. Orden de los trabajos**

PLIEGO DE CONDICIONES

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

**5. Facilidades para otros contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

**6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el ingeniero en tanto se formulan o se tramita el proyecto reformado. El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

**7. Prórroga por causa de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminirlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del ingeniero. Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

**8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

**9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el ingeniero al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado anteriormente.

**10. Documentación de obras ocultas**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos



documentos se extenderán por duplicado, entregándose: uno, al ingeniero; otro, al contratista, firmados todos ellos. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

### **11. Trabajos defectuosos**

El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y particulares de índole técnica del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al ingeniero técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta. Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el ingeniero de la obra, quien la resolverá.

### **12. Materiales y aparatos**

El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al ingeniero una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **13. Presentación de muestras**

A petición del ingeniero, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

### **14. Materiales no utilizables**

El constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el ingeniero, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

### **15. Materiales**

PLIEGO DE CONDICIONES

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el ingeniero a instancias del ingeniero dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen. Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata. Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del ingeniero, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

**Disposiciones económicas**

**16. Principio general**

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación, con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas. La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

**17. Fianzas**

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción. El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el pliego de condiciones particulares.

**18. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza**

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastara para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

**19. Devolución de fianza**

La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

**20. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales**

**PLIEGO DE CONDICIONES**

Si la propiedad, con la conformidad del ingeniero director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

**21. Composición de los precios unitarios**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

**a) COSTES DIRECTOS**

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

**b) COSTES INDIRECTOS**

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

**c) GASTOS GENERALES**

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la administración pública este porcentaje se establece entre un 13% y un 17%).

**d) BENEFICIO INDUSTRIAL**

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

**e) PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

**f) PRECIO DE CONTRATA**

PLIEGO DE CONDICIONES

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial. El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

**22. Precios de contrata, importe de contrata**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratase a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el % sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del contratista. El beneficio se estima normalmente en el 6%, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

**23. Precios contradictorios**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el ingeniero y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

#### **24. Reclamación de aumento de precios**

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### **25. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios**

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al pliego general de condiciones técnicas y, en segundo lugar, al pliego de condiciones particulares técnicas.

#### **26. Revisión de los precios contratados**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3% del importe total del presupuesto de contrato. Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3%. No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

#### **27. Acopio de materiales**

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

### **Administración**

Se denominan obras por administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

#### **a) OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA**

PLIEGO DE CONDICIONES

Se denominan obras por administración directa aquellas en las que el propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio ingeniero director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y contratista.

**b) OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA**

Se entiende por obra por administración delegada o indirecta la que convienen un propietario y un constructor para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan. Son, por tanto, características peculiares de las obras por administración delegada o indirecta las siguientes:

Por parte del propietario, la obligación de abonar directamente, o por mediación del constructor, todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del ingeniero director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

Por parte del constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del propietario un % prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

**1. Liquidación de obras por administración**

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las condiciones particulares de índole económica vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el constructor al propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el ingeniero técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

PLIEGO DE CONDICIONES

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un 15%, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales que al constructor originen los trabajos por administración que realiza y el beneficio industrial del mismo.

## **2. Abono al constructor de las cuentas de administración delegada**

Salvo pacto distinto, los abonos al constructor de las cuentas de administración delegada los realizará el propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante. Independientemente, ingeniero técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al constructor, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

## **3. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos**

No obstante, las facultades que en estos trabajos por administración delegada se reserva el propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al propietario, o en su representación al ingeniero director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

## **4. Del constructor en el bajo rendimiento de los obreros**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el constructor al ingeniero director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el ingeniero director.

Si hecha esta notificación al constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del 15% que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## **5. Responsabilidades del constructor**

En los trabajos de obras por administración delegada, el constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y

**PLIEGO DE CONDICIONES**

también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen.

En cambio, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas.

En virtud de lo anteriormente consignado, el constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

**Valoración y abono de los trabajos**

**1. Formas de abono de las obras**

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras, y salvo que en el pliego particular de condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1) Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2) Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3) Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del ingeniero director. Se abonará al contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4) Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determina.

5) Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

**2. Relaciones valoradas y certificaciones**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares que rijan en la obra, formará el contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el ingeniero técnico.

Lo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral



PLIEGO DE CONDICIONES

correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente pliego general de condiciones económicas respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc. Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el ingeniero los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de 10 días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los 10 días siguientes a su recibo, el ingeniero director aceptará o rechazará las reclamaciones del contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el propietario contra la resolución del ingeniero director en la forma referida en los pliegos generales de condiciones facultativas y legales.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el ingeniero director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por cien que para la construcción de la fianza se haya preestablecido. El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del propietario, podrá certificarse hasta el 90% de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del % de contrata.

Las certificaciones se remitirán al propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

### **3. Mejoras de obra libremente ejecutadas**

Cuando el contratista, incluso con autorización del ingeniero director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del ingeniero director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

### **4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada**

Salvo lo preceptuado en el pliego de condiciones particulares de índole económica, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

PLIEGO DE CONDICIONES

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el ingeniero director indicará al contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el pliego de condiciones particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

#### **5. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados**

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por cien del importe total que, en su caso, se especifique en el pliego de condiciones particulares.

#### **6. Pagos**

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el ingeniero director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

#### **7. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía**

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1) Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo; y el ingeniero director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2) Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

PLIEGO DE CONDICIONES

3) Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

**8. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra, salvo lo dispuesto en el pliego particular del presente proyecto. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

**9. Demora de los pagos por parte del propietario**

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5% anual (o el que se defina en el pliego particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran 2 meses a partir del término de dicho plazo de 1 mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante, lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

**Pliego de condiciones técnicas particulares**

**Prescripciones sobre los materiales**

**1. Condiciones generales**

**Calidad de los materiales**

Todos los materiales que emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

**Pruebas y ensayos de materiales**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

## **Materiales no consignados en proyecto**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

## **2. Condiciones generales de ejecución y materiales**

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta para variar esa esmerada ejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

### **2.1. Reorganización masa arbórea**

Se refiere el presente artículo a las condiciones en las que se realizara la tala, el aclareo o el trasplante de los árboles afectados por esta acción. Se seguirá la normativa impuesta por el *Servicio Forestal y Cinegético* de la Comunidad Foral de Navarra y la normativa relacionada con la seguridad en este tipo de situaciones (NPT 1.119).

### **2.2. Aplicación herbicida**

Esta acción se realizará bajo el *Real Decreto 1311/2012*, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios. El herbicida sistémico utilizado formará parte del *Registro Oficial de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. La utilización de productos fitosanitarios puede tener otros efectos no deseables y es imprescindible que estos efectos no sean en ningún modo peligrosos para la salud humana, ni tampoco que lleguen a presentar niveles de riesgo inaceptables para el medio ambiente, incluidas la flora y la fauna silvestres. Los límites de aplicación estarán bien delimitados antes de su aplicación y se respetará los plazos de seguridad que muestra la etiqueta del producto. El producto solicitado es Roundup Ultra Plus. En adición, la aplicación se ceñirá a la normativa de uso de máquinas y de seguridad laboral.

### **2.3. Aplicación fertilizante.**

Se considerará el REGLAMENTO (CE) no 2003/2003 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 13 de octubre de 2003 relativo a los abonos. El uso de abonos no alcanzará la cantidad máxima de contaminantes que deben contener los productos fertilizantes UE, como son: cadmio, arsénico inorgánico, biuret, plomo, níquel, mercurio o cromo hexavalente. Se aplica abono orgánico NPK 4-3-3 a razón de 50 g/m<sup>2</sup>.

PLIEGO DE CONDICIONES

En adición, la aplicación se ceñirá a la normativa de uso de máquinas y de seguridad laboral.

#### **2.4. Semilla**

Se refiere el presente artículo a la calidad de las semillas y sus distintos certificados de aprobación. Tiene cumplir la normativa en tres ámbitos: la referente a la obtención, caracterización y evaluación de las variedades vegetales y al Registro de variedades comerciales; la correspondiente a la producción y comercialización de las semillas y plantas de vivero, y, por último, íntimamente relacionada con la primera, la referente a los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. La semilla a aplicar será *Cynodon dactylon var. Ibiza* a 10 g/m<sup>2</sup>. Por otro lado, la aplicación se ceñirá a la normativa de uso de máquinas y de seguridad laboral.

#### **2.5. Arena de recebo**

El presente artículo se refiere a las especificaciones de la arena a utilizar en el recebo. Se seguirán las especificaciones USGA de arena de sílice para el uso en la construcción de campos de golf. El proveedor debe realizar un análisis de la granulometría para asegurarse de la calidad de la arena. Se extenderá una capa de 25 cm<sup>3</sup> mediante la aplicación de las dosis reflejadas en la Memoria. Además, la aplicación se realizará según la normativa de uso de máquinas y seguridad laboral.

#### **2.6. Otras acciones**

El resto de las labores de preparación del terreno, tales como pase de rulo, pase de rastra, aplicación de pigmento y escarificado, se realizarán según indica la Memoria, siguiendo la normativa de uso de máquinas y seguridad laboral.

#### **Precauciones que adoptar**

Las precauciones que adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.





Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **DOCUMENTO Nº 6: MEDICIONES**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 5 de junio de 2023

**Redactado por:** Jaime Canal Campos





## Índice de contenidos

1. Introducción .....	139
2. Capítulos .....	139
2.1. Capítulo 1: Labores.....	139
2.2. Capítulo 2: Gestión de residuos .....	141

## Índice de tablas

Tabla 1. Descripción pulverizar Roundup Plus.....	139
Tabla 2. Descripción doble escarificado.....	139
Tabla 3. Descripción aplicación abono orgánico.....	139
Tabla 4. Descripción siembra. ....	140
Tabla 5. Descripción pase de rastra. ....	140
Tabla 6. Descripción recebo. ....	140
Tabla 7. Descripción pase de rulo. ....	140
Tabla 8. Descripción aplicación pigmento Evergreen.....	141
Tabla 8. Descripción gestión de residuos. ....	141



MEDICIONES

## 1. Introducción

El documento de mediciones que se definirá y determinará las unidades de obra que conforman el conjunto de la ejecución. Al estar describiendo labores se medirán en hectáreas.

## 2. Capítulos

A continuación, se dividen las distintas unidades de obra en capítulos.

### 2.1. Capítulo 1: Labores

*Tabla 1. Descripción pulverizar Roundup Plus.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1.1</b>	PULVERIZAR ROUNDUP PLUS. Aplicación de herbicida sistémico para eliminar especies C3 cuya materia activa es glifosato 36%. Desarrollado por Bayer. Se emplea el pulverizador Hardi NK acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	ha

Total ha.....20

*Tabla 2. Descripción doble escarificado.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1.2</b>	DOBLE ESCARIFICADO. Escarificado cruzado para remover la parte superficial del suelo y recoger los restos de materia orgánica. Se emplea la LIFT-GRASSHOPPER GH de AMAZONE acoplada al tractor Antonio Carraro sx8400.	ha

Total ha.....40

*Tabla 3. Descripción aplicación abono orgánico.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1.3</b>	APLICACIÓN ABONO ORGÁNICO. Dosis de 50 g/m <sup>2</sup> de abono orgánico aplicada con TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	ha

Total ha.....20

MEDICIONES

Tabla 4. Descripción siembra.

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1.4</b>	<b>SIEMBRA.</b> Labor de siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon var. Ibiza</i> para la instalación de la especie. Aplicación de 10g/m2 aplicada con TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	ha

Total ha.....20

Tabla 5. Descripción pase de rastra.

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1.5</b>	<b>PASE DE RASTRA.</b> Pase de rastra superficial para enterrar lo suficiente las semillas para su correcta germinación. Se realizará con una rastra de 2 m de ancho acoplada al tractor Antonio Carraro sx8400.	ha

Total ha.....20

Tabla 6. Descripción recebo.

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1.6</b>	<b>RECEBO.</b> Aplicación de una capa de 0,25 cm de arena para la mejora del drenaje, de la estructura del suelo. Además, ayudará a enterrar la semilla de manera ligera, a controlar el <i>thatch</i> y la Bermuda prolifera mejor sobre la arena y de manera más rápida. Se empleará TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	ha

Total ha.....20

Tabla 7. Descripción pase de rulo.

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1.7</b>	<b>PASE DE RULO.</b> Función de uniformizar todo el terreno para que no se produzcan desniveles una vez germinada la arena y ofrecerle consistencia y firmeza al terreno para el correcto desarrollo del juego. Se utilizará el rulo del Club acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400	ha

Total ha.....20

MEDICIONES

*Tabla 8. Descripción aplicación pigmento Evergreen.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>1.8</b>	APLICACIÓN PIGMENTO EVERGREEN. Labor de mantenimiento del color verde en época de hibernación del césped mediante la aplicación de un pigmento verde , ecológico y seguro que no daña el césped y resiste luz ultravioleta. Se aplicar mediante Hardi NK acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	ha

Total ha.....20

**2.2. Capítulo 2: Gestión de residuos**

*Tabla 8. Descripción gestión de residuos.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
2.1	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS POR EL ESCARIFICADO.</b> Como consecuencia de la labor de escarificado, se producirán restos de materia orgánica que el obrero tendrá que descargar en montones. Estos restos se recogerán con una pala y se meterán en un camión. Una vez los restos están recogidos, se apilarán en la zona indicada en el campo para esta acción.	Ud

Total Ud.....1





Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Proyecto de transición de especies de césped C3 a C4 en el Club de  
Campo Señorío de Zuasti, Navarra**

### **DOCUMENTO N° 7: PRESUPUESTOS**

**Trabajo de fin de grado (2022-2023)**

**Fecha:** 5 de junio de 2023

**Redactado por:** Jaime Canal Campos





## Índice contenidos

1. Introducción .....	147
2. Cuadro de precios N° 1 .....	147
2.1. Capítulo 1: Labores.....	147
2.2. Capítulo 2: Gestión de residuos .....	148
2. Cuadro de precios N° 2.....	148
2.1 Capítulo 1: Labores.....	149
2.2. Capítulo 2: Gestión de residuos .....	150
3. Presupuestos .....	150
3.1. Capítulo 1: Labores.....	150
3.2. Capítulo 2. Gestión de residuos .....	152
4. Presupuesto general .....	152

## Índice de tablas

Tabla 1. Precio unitario de las labores.....	147
Tabla 2. Precio unitario de la gestión de residuos. ....	148
Tabla 3. Descomposición de las labores.....	149
Tabla 4. Descomposición de la gestión de residuos. ....	150
Tabla 5. Coste total de las labores. ....	150
Tabla 6. Coste total de la gestión de residuos. ....	152
Tabla 7. Presupuesto general del proyecto. ....	152



## 1. Introducción

En este documento se detallará el precio unitario de cada labor, se descompondrá (en mano de obra, combustible y materia prima, si fuese necesario) para una mayor exactitud y aporte de información al promotor, presupuesto final para cada partida según sus unidades y, finalmente, se expondrá un resumen de los presupuestos.

Dicho esto, se debe conocer el coste horario de la mano de obra y del combustible. Para la mano de obra se estima el coste en 10 €/h, mientras que para el combustible en 4,35€/h (para obtener este dato se ha estimado el consumo medio del tractor Antonio Carraro en 3,75 l/h y se ha tenido en cuenta el precio medio en Navarra del gasoil B a día 11/05/2023, 1,16 €/l).

## 2. Cuadro de precios N° 1

En este apartado se muestra el precio unitario de las distintas unidades de obra divididas en dos capítulos.

### 2.1. Capítulo 1: Labores

Tabla 1. Precio unitario de las labores.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO (NÚMERO)	PRECIO (LETRA)
1.1	PULVERIZAR ROUNDUP PLUS. Aplicación de herbicida sistémico, Roundup Ultraplus, para eliminar especies C3 cuya materia activa es glifosato 36%. Desarrollado por Bayer. Se emplea el pulverizador Hardi NK acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	58,82	Cincuenta y ocho con ochenta y dos euros
1.2	DOBLE ESCARIFICADO. Escarificado cruzado para remover la parte superficial del suelo y recoger los restos de materia orgánica. Se emplea la LIFT- GRASSHOPPER GH1 de AMAZONE acoplada al tractor Antonio Carraro sx8400.	39,67	Treinta y nueve con sesenta y siete euros
1.3	APLICACIÓN ABONO ORGÁNICO. Dosis de 50 g/m2 de abono orgánico aplicada con TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	345,10	Trescientos cuarenta y cinco con diez euros
1.4	SIEMBRA. Labor de siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i> var. <i>Ibiza</i> para la instalación de la especie. Aplicación de 10g/m2 aplicada con TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro	4794,66	Cuatro mil setecientos noventa y cuatro con sesenta y seis

PRESUPUESTOS

	sx8400.		euros
<b>1.5</b>	<b>PASE DE RASTRA.</b> Pase de rastra superficial para enterrar lo suficiente las semillas para su correcta germinación. Se realizará con una rastra de 2 m de ancho acoplada al tractor Antonio Carraro sx8400.	10,96	Diez con noventa y seis euros
<b>1.6</b>	<b>RECEBO.</b> Aplicación de una capa de 0,25 cm de arena para la mejora del drenaje, de la estructura del suelo. Además, ayudará a enterrar la semilla de manera ligera, a controlar el <i>thatch</i> y la Bermuda prolifera mejor sobre la arena y de manera más rápida. Se empleará TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	1185,80	Mil ciento ochenta y cinco con ochenta euros
<b>1.7</b>	<b>PASA DE RULO.</b> Función de uniformizar todo el terreno para que no se produzcan desniveles una vez germinada la arena y ofrecerle consistencia y firmeza al terreno para el correcto desarrollo del juego. Se utilizará el rulo del Club acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400	5,86	Cinco con ochenta y seis euros
<b>1.8</b>	<b>APLICACIÓN PIGMENTO EVERGREEN.</b> Labor de mantenimiento del color verde en época de hibernación del césped mediante la aplicación de un pigmento verde, ecológico y seguro que no daña el césped y resiste luz ultravioleta. Se aplicará mediante Hardi NK acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	636,69	Seiscientos treinta y seis con sesenta y nueve euros

**2.2. Capítulo 2: Gestión de residuos**

*Tabla 2. Precio unitario de la gestión de residuos.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Precio (número)</b>	<b>Precio (letra)</b>
2.1	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS POR EL ESCARIFICADO.</b> Como consecuencia de la labor de escarificado, se producirán restos de materia orgánica que el obrero tendrá que descargar en montones. Estos restos se recogerán con una pala y se meterán en un camión. Una vez los restos están recogidos, se apilarán en la zona indicada en el campo para esta acción.	1314,80	Mil trescientos catorce con ochenta euros

**2. Cuadro de precios N° 2**

En este apartado se descomponen las distintas unidades de obra del proyecto.

PRESUPUESTOS

2.1 Capítulo 1: Labores

Tabla 3. Descomposición de las labores.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	DESCOMPOSICIÓN	TOTAL PARTIDA
1.1	PULVERIZAR ROUNDUP PLUS. Aplicación de herbicida sistémico, Roundup Ultraplus, para eliminar especies C3 cuya materia activa es glifosato 36%. Desarrollado por Bayer. Se emplea el pulverizador Hardi NK acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	Materia prima...54,75 Mano de obra...2,84 Combustible...1,23	58,82
1.2	DOBLE ESCARIFICADO. Escarificado cruzado para remover la parte superficial del suelo y recoger los restos de materia orgánica. Se emplea la LIFT- GRASSHOPPER GHL de AMAZONE acoplada al tractor Antonio Carraro sx8400.	Mano de obra...27,65 Combustible...12,02	39,67
1.3	APLICACIÓN ABONO ORGÁNICO. Dosis de 50 g/m2 de abono orgánico aplicada con TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	Materia prima...341,68 Mano de obra...2,38 Combustible...1,04	345,10
1.4	SIEMBRA. Labor de siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon var. Ibiza</i> para la instalación de la especie. Aplicación de 10g/m2 aplicada con TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	Materia prima...4792,00 Mano de obra...1,86 Combustible...0,80	4794,66
1.5	PASE DE RASTRA. Pase de rastra superficial para enterrar lo suficiente las semillas para su correcta germinación. Se realizará con una rastra de 2 m de ancho acoplada al tractor Antonio Carraro sx8400.	Mano de obra...7,64 Combustible...3,32	10,96
1.6	RECEBO. Aplicación de una capa de 0,25 cm de arena para la mejora del drenaje, de la estructura del suelo. Además, ayudará a enterrar la semilla de manera ligera, a controlar el <i>thatch</i> y la Bermuda prolifera mejor sobre la arena y de manera más rápida. Se empleará TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	Materia prima...1162,50 Mano de obra...16,24 Combustible...7,06	1185,8
1.7	PASA DE RULO. Función de uniformizar todo el terreno para que no se produzcan desniveles una vez germinada la arena y ofrecerle consistencia y firmeza al terreno para el correcto desarrollo del juego. Se utilizará el rulo del Club acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400	Mano de obra...4,08 Combustible...1,78	5,86
1.8	APLICACIÓN PIGMENTO EVERGREEN.	Materia	636,69

PRESUPUESTOS

	Labor de mantenimiento del color verde en época de hibernación del césped mediante la aplicación de un pigmento verde , ecológico y seguro que no daña el césped y resiste luz ultravioleta. Se aplicar mediante Hardi NK acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	prima...630,00 Mano de obra...2,03 Combustible...4,66	
--	---	---	--

**2.2. Capítulo 2: Gestión de residuos**

*Tabla 4. Descomposición de la gestión de residuos.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DESCOMPOSICIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
		<b>N</b>	<b>PARTIDA</b>
2.1	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS POR EL ESCARIFICADO.</b> Como consecuencia de la labor de escarificado, se producirán restos de materia orgánica que el obrero tendrá que descargar en montones. Estos restos se recogerán con una pala y se meterán en un camión. Una vez los restos están recogidos, se apilarán en la zona indicada en el campo para esta acción.	Alquiler...1200,00 Mano de obra...80 Combustible...34,8	1314,80

**3. Presupuestos**

A continuación, se muestra el coste total de cada unidad de obra.

**3.1. Capítulo 1: Labores**

*Tabla 5. Coste total de las labores.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO</b>	<b>Nº UNIDADES</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1.1</b>	<b>PULVERIZAR ROUNDUP PLUS.</b> Aplicación de herbicida sistémico, Roundup Ultraplus, para eliminar especies C3 cuya materia activa es glifosato 36%. Desarrollado por Bayer. Se emplea el pulverizador Hardi NK acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	58,82	20,00	1176,50
<b>1.2</b>	<b>DOBLE ESCARIFICADO.</b> Escarificado cruzado para remover la parte superficial del suelo y recoger los restos de materia orgánica. Se emplea la LIFT- GRASSHOPPER GHL de AMAZONE acoplada al tractor Antonio Carraro sx8400.	39,67	40,00	1586,80
<b>1.3</b>	<b>APLICACIÓN ABONO ORGÁNICO.</b>	345,10	20,00	6902,00

PRESUPUESTOS

	Dosis de 50 g/m <sup>2</sup> de abono orgánico aplicada con TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.			
<b>1.4</b>	<b>SIEMBRA.</b> Labor de siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i> var. <i>Ibiza</i> para la instalación de la especie. Aplicación de 10g/m <sup>2</sup> aplicada con TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	4794,66	20,00	95893,23
<b>1.5</b>	<b>PASE DE RASTRA.</b> Pase de rastra superficial para enterrar lo suficiente las semillas para su correcta germinación. Se realizará con una rastra de 2 m de ancho acoplada al tractor Antonio Carraro sx8400.	10,96	20,00	219,20
<b>1.6</b>	<b>RECEBO.</b> Aplicación de una capa de 0,25 cm de arena para la mejora del drenaje, de la estructura del suelo. Además, ayudará a enterrar la semilla de manera ligera, a controlar el <i>thatch</i> y la Bermuda prolifera mejor sobre la arena y de manera más rápida. Se empleará TURFCO SP-1350 BROADCAST TOP DRESSER acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	1185,8	20,00	23716,00
<b>1.7</b>	<b>PASA DE RULO.</b> Función de uniformizar todo el terreno para que no se produzcan desniveles una vez germinada la arena y ofrecerle consistencia y firmeza al terreno para el correcto desarrollo del juego. Se utilizará el rulo del Club acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400	5,86	20,00	117,20
<b>1.8</b>	<b>APLICACIÓN PIGMENTO EVERGREEN.</b> Labor de mantenimiento del color verde en época de hibernación del césped mediante la aplicación de un pigmento verde , ecológico y seguro que no daña el césped y resiste luz ultravioleta. Se aplicará mediante Hardi NK acoplado al tractor Antonio Carraro sx8400.	636,69	20,00	12733,88

PRESUPUESTOS

**3.2. Capítulo 2. Gestión de residuos**

*Tabla 6. Coste total de la gestión de residuos.*

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO</b>	<b>Nº UNIDADES</b>	<b>TOTAL</b>
2.1	<p>GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS POR EL ESCARIFICADO.</p> <p>Como consecuencia de la labor de escarificado, se producirán restos de materia orgánica que el obrero tendrá que descargar en montones. Estos restos se recogerán con una pala y se meterán en un camión. Una vez los restos están recogidos, se apilarán en la zona indicada en el campo para esta acción.</p>	1314,80	1,00	1314,80

**4. Presupuesto general**

A continuación, se expone el presupuesto general del proyecto:

*Tabla 7. Presupuesto general del proyecto.*

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>	
Capítulo 1 Labores.	142344,81	
Capítulo 2 Gestión de residuos.	1314,80	
<b>Presupuesto de ejecución material.</b>	143659,61	
13% de gastos generales.	18675,74	
6% de beneficio industrial.	8619,57	
21% IVA.	35900,53	
<b>Presupuesto de ejecución por contrata. (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>206855,45</b>	
<b>Honorarios</b>		
Proyecto	2,00% sobre PEM.	2873,19
Dirección de obra	2,00% sobre PEM.	2873,19
Coor. Seguridad y salud	1,00% sobre PEM.	1436,59
IVA	21% sobre honorarios.	1508,42
<b>Total honorarios.</b>	8691,39	
<b>Total presupuesto general.</b>	<b>215546,84</b>	



