



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

**ANTEPROYECTO DE DISEÑO DE UN
CAMPO DE PRÁCTICAS DE GOLF EN EL
MUNICIPIO DE ADEJE**

EUGENIO VONK MARTÍN

San Cristóbal de La Laguna, marzo de 2022

**AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE
GRADO POR SUS DIRECTORES
CURSO 2021/2022**

DIRECTOR – COORDINADOR: **Dra. María Candelaria Vera Batista**

DIRECTOR: **Francisco Ignacio Castro García**

como director/es del alumno/a **Eugenio Vonk Martín** en el TFG titulado:

Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje.

Nº de Ref.: 14

doy/damos mi/nuestra autorización para la presentación y defensa de dicho TFG, a la vez que confirmo/confirmamos que el alumno ha cumplido con los objetivos generales y particulares que lleva consigo la elaboración del mismo y las normas del Reglamento de Trabajo Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería.

La Laguna, a 18 de marzo de 2022



Fdo. Dra. María Candelaria Vera Batista Fdo. Francisco Ignacio Castro García

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 4275471 Código de verificación: xW8kaudy

Firmado por: María Candelaria Vera Batista
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 17/03/2022 20:54:48

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis directores, con su guía y su ayuda han permitido que este Trabajo de Fin de Grado concluyese de forma exitosa y, sobre todo, que haya supuesto un proceso de superación, tanto académica como personal.

Agradecer también a los profesores Domingo Saenz, Axel Ritter y Carlos Carbonell, que gracias a su ayuda en los momentos precisos, me ha permitido superar grandes dificultades. También al greenkeeper Arsenio Martínez, por su trato y ayuda para enseñarme de primera mano las características y condicionantes que presenta un campo de golf.

A mis compañeros, Ana, Enrique y Jose, que he conocido y me han acompañado desde el inicio de este viaje y que concluye con la entrega de este trabajo.

Por último y más importante, a mi familia, que sin ellos esto no hubiera sido posible. Apoyo incondicional desde el primer día, fe ciega y capacidad de sacrificio abrumadora, todo ello hasta conseguir que alcanzara mis metas.

De nuevo, a todos ellos, gracias.

RESUMEN

TÍTULO: Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

AUTORES: Vonk Martín, E., Vera Batista, M.C., Castro García, F.I.

PALABRAS CLAVE: Césped natural, césped deportivo, variedades de Bermuda, especies vegetales, instalación deportiva.

RESUMEN

El presente anteproyecto nace de una propuesta de un promotor privado, que tras recibir la aprobación para proceder a la construcción de un campo de golf de 18 hoyos, ha solicitado el diseño de un campo de prácticas como instalación complementaria.

El terreno donde se pretende llevar a cabo el diseño se encuentra en el sector de Hoya Grande, dentro del barrio de Tijoco Bajo en el municipio de Adeje en Tenerife. Cuenta con una superficie de 40.506,51 m², que en el pasado fue empleado como terreno agrícola, caracterizado por su distribución en terrazas construidas con muros de piedra seca.

Este anteproyecto se basa específicamente en acondicionar el terreno para conseguir un entorno adecuado para la práctica del golf. Para ello, se deberá, en primer lugar, retirar todos los muros de piedra y establecer una superficie uniforme. También se deben llevar a cabo los movimientos de tierra necesarios para conseguir una superficie plana donde se puedan instalar las diferentes áreas de juego y servicios.

Con la forma del terreno ya definida, se preparará el suelo para la plantación, donde se emplearán para las áreas encespedadas las variedades TifEagle y Tahoma 31 de la especie *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis*. También se realizará la plantación de las especies ornamentales que mejor se adapten al diseño. Se concluye con la instalación del sistema de riego por aspersión y localizado, el sistema de drenaje, construcción de las áreas de juego, plantación de las especies anteriormente mencionadas y otras actuaciones necesarias, resultando en un presupuesto de ejecución material estimado de 409.984,45 €.

ABSTRACT

TITLE: Preliminary project of design of a golf's driving range in the municipality of Adeje

AUTHORS: Vonk Martín, E., Vera Batista, M.C., Castro García, F.I.

KEY WORDS: Natural grass, turfgrass, Bermuda varieties, plant species, sport facility.

ABSTRACT

This preliminary project is the result of a proposal from a private promoter, who after receiving approval to proceed with the construction of an 18-hole golf course, has requested the design of a driving range as a complementary facility.

The land where the design is going to be carried out is located in the Hoya Grande sector, within the Tijoco Bajo neighbourhood, in the municipality of Adeje in Tenerife. It has an area of 40,506.51 m², which in the past was used as cultivable land, characterized by its distribution in terraces built with dry stone walls.

This preliminary project is specifically based on conditioning the land to achieve a suitable environment for playing golf. To do this, you must first remove all the stone walls and get an uniform surface. The necessary earthworks must also be carried out to achieve a flat surface where the different play and services areas can be installed.

With the shape of the terrain already defined, the soil will be prepared for planting, where the TifEagle and Tahoma 31 varieties of the *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis* species will be used for the grassy areas. The planting of the ornamental species that best adapt to the design will also be carried out. It concludes with the installation of the sprinkler and localized irrigation system, the drainage system, construction of the play areas, planting of the previously mentioned species and other necessary actions, resulting in an estimated material execution budget of 409,984.45 €.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.- ANTECEDENTES	1
2.- OBJETIVOS	1
3.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	2
3.1.- Descripción histórica.....	2
3.2.- Descripción de la parcela	2
4.- NORMATIVA.....	4
5.- CONDICIONANTES A TENER EN CUENTA.....	5
5.1.- Climatología.....	5
5.2.- Suelo	7
5.3.- Agua de riego	7
6.- JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE LA OBRA	8
7.- ALTERNATIVAS Y DISEÑO	9
7.1.- Estudio de alternativas	9
7.1.1.- Distribución del diseño	9
7.1.2.- Áreas de juego presentes	9
7.1.3.- Materiales empleados	9
7.1.4.- Cespitosa a implantar	10
7.1.5.- Vegetación ornamental a emplear	10
7.2.- Evaluación de alternativas.....	10
7.3.- Descripción del diseño adoptado.....	13
8.- TOPOGRAFÍA.....	18
9.- INGENIERÍA DE OBRAS.....	19
9.1.- Retirada de muros	19

9.2.- Limpieza y desbroce.....	19
9.3.- Movimientos de tierra	19
9.4.- Apertura de zanjas para riego y drenaje.....	20
9.5.- Instalación del sistema de riego por aspersion.....	21
9.6.- Instalación del sistema de drenaje	24
9.7.- Apertura de hoyos y plantación	24
9.8.- Instalación de riego localizado.....	25
9.9.- Construcción de las zonas de juego.....	27
9.10.- Pavimentación	28
9.11.- Estructura prefabricada	28
9.12.- Vallado perimetral y accesos.....	29
9.13.- Instalación eléctrica	29
10.- EQUIPAMIENTO EMPLEADO.....	31
11.- LABORES DE MANTENIMIENTO	31
11.1.- Ensayos.....	31
11.2.- Mantenimiento del césped.....	32
11.3.- Mantenimiento de ornamentales	33
11.4.- Mantenimiento de las instalaciones.....	34
12.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	34
13.- RESUMEN DE PRESUPUESTOS.....	35
14.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO	38

ÍNDICE DE ANEJOS

ANEJO N°1: INFORMACIÓN URBANÍSTICA Y NORMATIVA APLICABLE	41
ANEJO N°2: INFORMACIÓN GRÁFICA	57
ANEJO N°3: CLIMATOLOGÍA.....	61
ANEJO N°4: ANÁLISIS Y PREPARACIÓN DEL SUELO	78
ANEJO N°5: ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO	93
ANEJO N°6: TOPOGRAFÍA DE LA PARCELA	104
ANEJO N°7: MOVIMIENTOS DE TIERRA	112
ANEJO N°8: ESPECIES VEGETALES EMPLEADAS.....	131
ANEJO N°9: CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ...	148
ANEJO N°10: NECESIDADES HÍDRICAS.....	166
ANEJO N°11: DISEÑO AGRONÓMICO.....	181
ANEJO N°12: DISEÑO HIDRÁULICO	201
ANEJO N°13: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE.....	249
ANEJO N°14: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	259
ANEJO N°15: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	271
ANEJO N°16: MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO	281
ANEJO N°17: PLAN DE MANTENIMIENTO	292
ANEJO N°18: ENSAYOS	309

ÍNDICE DE PLANOS

Plano Nº1: Emplazamiento de la parcela del anteproyecto.....	318
Plano Nº2: Estado actual de la parcela	319
Plano Nº3: Topografía de la parcela previo a los movimientos de tierra	320
Plano Nº4: Movimientos de tierra	321
Plano Nº5: Topografía de la parcela tras los movimientos de tierra.....	322
Plano Nº6: Distribución de la vegetación en hidrozonas	323
Plano Nº7: Esquema del sistema hidráulico.....	324
Plano Nº8: Sistema de aspersión en funcionamiento.....	325
Plano Nº9: Diseño del sistema de drenaje	326
Plano Nº10: Construcción en instalación eléctrica	327
Plano Nº11: Esquema unifilar.....	328
Plano Nº12: Resultado final – Entrada	329
Plano Nº13: Resultado final – Chipping green	330
Plano Nº14: Resultado final – Putting green	331
Plano Nº15: Resultado final – Tee de prácticas	332
Plano Nº16: Resultado final – Conjunto áreas de juego.....	333
Plano Nº17: Resultado final – Campo de prácticas completo	334

DOCUMENTO N°1

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.- ANTECEDENTES	1
2.- OBJETIVOS	1
3.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	2
3.1.- Descripción histórica.....	2
3.2.- Descripción de la parcela	2
4.- NORMATIVA.....	4
5.- CONDICIONANTES A TENER EN CUENTA.....	5
5.1.- Climatología.....	5
5.2.- Suelo	7
5.3.- Agua de riego	7
6.- JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE LA OBRA	8
7.- ALTERNATIVAS Y DISEÑO	9
7.1.- Estudio de alternativas	9
7.1.1.- Distribución del diseño	9
7.1.2.- Áreas de juego presentes	9
7.1.3.- Materiales empleados	9
7.1.4.- Cespitosa a implantar	10
7.1.5.- Vegetación ornamental a emplear	10
7.2.- Evaluación de alternativas.....	10
7.3.- Descripción del diseño adoptado.....	13
8.- TOPOGRAFÍA.....	18
9.- INGENIERÍA DE OBRAS.....	19
9.1.- Retirada de muros	19
9.2.- Limpieza y desbroce.....	19
9.3.- Movimientos de tierra	19

9.4.- Apertura de zanjas para riego y drenaje.....	20
9.5.- Instalación del sistema de riego por aspersión.....	21
9.6.- Instalación del sistema de drenaje	24
9.7.- Apertura de hoyos y plantación	24
9.8.- Instalación de riego localizado.....	25
9.9.- Construcción de las zonas de juego.....	27
9.10.- Pavimentación	28
9.11.- Estructura prefabricada	28
9.12.- Vallado perimetral y accesos.....	29
9.13.- Instalación eléctrica	29
10.- EQUIPAMIENTO EMPLEADO.....	31
11.- LABORES DE MANTENIMIENTO	31
11.1.- Ensayos.....	31
11.2.- Mantenimiento del césped.....	32
11.3.- Mantenimiento de ornamentales	33
11.4.- Mantenimiento de las instalaciones.....	34
12.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	34
13.- RESUMEN DE PRESUPUESTOS.....	35
14.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO	38

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.- ANTECEDENTES

Este anteproyecto es fruto de la petición de un promotor privado que va a realizar la construcción de un campo de golf de 18 hoyos en el municipio de Adeje, concretamente, en las inmediaciones del barrio de Tijoco Bajo, en el sector de Hoya Grande (véase *Plano N°1: Emplazamiento de la parcela del anteproyecto*).

Se ha solicitado el diseño de un campo de prácticas de golf, el cual es un complemento indispensable para un campo de golf. Para llevarlo a cabo, el promotor comprará parte de la finca que se encuentra junto al futuro emplazamiento del campo de golf, concretamente la parte superior de la finca registrada en el catastro como parcela catastral n°20, polígono n°10 y referencia catastral 38001A009000200000LI.

Aprovechando la solicitud del diseño, este anteproyecto también formará parte de la entrega para la asignatura *Trabajo Final de Grado* en el Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural, cursada durante los años 2021 y 2022.

2.- OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es presentar toda la información técnica necesaria para crear un entorno accesible para la práctica de golf al aire libre.

Se busca transformar el espacio adquirido en un lugar agradable y amplio, requerido para poder brindar al jugador de golf y sus acompañantes las instalaciones ideales.

Este anteproyecto también tiene por objetivo emplear los conocimientos adquiridos durante el estudio del *Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural* para realizar un diseño viable y sostenible, sin perder de vista las necesidades fundamentales que se pretenden suplir en un campo de prácticas de golf.

3.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1.- DESCRIPCIÓN HISTÓRICA

La parcela donde se establecerá el futuro campo de prácticas fue una explotación agrícola y formaba parte de los terrenos de una de las empresas dedicada a la agricultura más grandes de Canarias.

Esta empresa era Fayffes, propiedad del magnate Edward Wathen Fyffe, quien hizo de la agricultura canaria una autentica fortuna. En concreto, esta parcela estaba destinada al cultivo del tomate y había estado en explotación durante mucho tiempo hasta que, según los vecinos de la zona, en la década de los 70 finalizó su explotación.

Desde ese momento no se han vuelto a explotar esos terrenos, tan sólo los que se encuentran en cotas más bajas, que se han dedicado a la explotación del plátano. Esto pudo ser consecuencia de la aprobación del proyecto de construcción del tramo de la autopista, conocida como anillo insular de Tenerife, que en el año 2015 finalizó la obra, dando como resultado una división de la parte superior de esta parcela.

En la actualidad, los terrenos que quedaron divididos por la carretera serán adquiridos por el promotor. La división que se encuentra en la cota mayor junto al barrio de Tijoco Bajo tendrá un uso destinado a la construcción de viviendas y la división que se encuentra por debajo, parte de ese terreno será el destinado a la construcción del campo de prácticas.

3.2.- DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

La parcela elegida cuenta con 92.607 m², pero no supone la totalidad de la extensión que el promotor privado desea adquirir. La parte que será adquirida cuenta con 42.627,15 m², de los cuales 40.506,51 m² serán empleados para el desarrollo del diseño. El terreno empleado queda limitado físicamente por un camino en la parte inferior y por una tajea en la parte superior (véase *Plano Nº2: Estado actual de la parcela*).

El centro de la parcela se encuentra concretamente en las siguientes coordenadas:

Coordenadas UTM:

X: 326.179,70

LATITUD: 28° 08' 54.29" N

Y: 3.114.910,18

LONGITUD: 16° 46' 12,48" O

Para acceder a la parcela, actualmente es necesario emplear caminos que se usan para acceder a las fincas de plátanos, como es la vía de comunicación de dominio público "Camino Lomo del Clérigo", que conecta las fincas con el barrio de Tijoco Bajo pasando por un túnel bajo la autopista. Otro acceso sería desde la parte inferior por la carretera TF-47 de Armeñime a Puerto de Santiago, donde, junto a la cooperativa de CUPALMA, se encuentra una servidumbre que sirve de acceso.

Sin embargo, estos accesos no serán los que se empleen en el futuro. Se pretenden establecer dos accesos más directos para poder llegar al campo de golf y por consiguiente, al campo de prácticas. Estos accesos serán desde la parte superior, pasando sobre la autopista por un puente que actualmente se encuentra en desuso y otro acceso sería desde la parte inferior por la TF-47.

Ambos caminos serían más directos que los que existen actualmente, permitiendo la entrada al aparcamiento del campo de golf. Posteriormente, para conectar el aparcamiento con el campo de prácticas será necesario pasar por la *casa club*, ya que el acceso quedará restringido a vehículos autorizados o a los *buggies*.

Como se mencionó anteriormente, esta parcela tuvo un uso agrícola en el pasado, como se puede comprobar por la distribución en terrazas que presenta. Las terrazas tienen una separación escasa entre muros, lo cual indica la acusada pendiente del terreno, concretamente del 12 al 13% en la mayor parte de su extensión. Sin embargo, hay zonas donde la pendiente es más irregular, como la parte central de la parcela, que parece haber sufrido pérdidas por escorrentías.

Los muros empleados para definir las terrazas son muros de piedra seca, contruidos al inicio de la explotación mediante la colocación de piedra basáltica y sin el uso de ningún fijador como hormigón. En la actualidad, esos muros han perdido su estructura, la erosión sumada al paso del tiempo, han provocado la

caída de multitud de muros, además, las piedras de menor tamaño han quedado extendidas por la superficie del terreno.

En cuanto a la vegetación presente en la parcela, se encontraron algunos ejemplares que pertenecen al paisaje típico del cardonal-tabaibal, como es el caso de la *Euphorbia balsamifera* o tabaiba dulce, la *Euphorbia lamarckii* o tabaiba amarga, la *Plocama pendula* o balo y algunos ejemplares de *Opuntia maxima* Mill o penca. Importante destacar que ninguna especie está protegida por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, por lo que no aparecen en el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

El conjunto de las especies y el estado del terreno forman un paisaje árido muy característico del sur de Tenerife, sin embargo, con la realización de este anteproyecto, el paisaje pasará a ser más atractivo con el color verde del césped, destacando en el entorno que lo rodea y revitalizando una zona que acusa un largo tiempo de abandono.

4.- NORMATIVA

La consulta de la normativa aplicable en función de la ubicación de la parcela determina que se encuentra definida como *Área de Protección Económica 3* dentro de las *Áreas de regulación homogénea* establecidas en el Plan Insular de Ordenación de Tenerife.

Esta categoría implica la identificación del suelo como *suelo rústico*, destinando su actividad al aprovechamiento agrícola, pero con la capacidad compatibilizar su desarrollo con instalaciones destinadas al turismo, ya sea alojativo o complementario, con el fin del aprovechamiento del suelo.

Para definir mejor su uso, se consultó la normativa del municipio mediante la *Aprobación Definitiva de Plan General de Ordenación del municipio de Adeje* y otras fuentes como la *Base de Datos de Planeamiento* y la *Infraestructura de datos espaciales de Canarias*.

Considerando que para la construcción del proyecto aprobado para el campo de golf la categoría del suelo figura como *SUSO, Suelo Urbanizable Sectorizado Ordenado*, en aras de llevar a cabo el diseño para atender la demanda del promotor, se considerará que la parcela de este anteproyecto recibe la misma clasificación del suelo.

Asimismo, se consultó la *Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad* y la *Ley 4/2017 del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias* para conocer la situación ambiental de la parcela, comprobando que las restricciones aplicables no supondrán una limitación para este anteproyecto.

Por último, a modo de contextualización, se consultó la normativa presente para la construcción de campos de golf, tal como la presente en la normativa española, la Asociación de Golf Norteamericana (*United States Golf Association, USGA*) y la especificada por *The R&A* que a nivel europeo estandariza tanto reglas de golf como las condiciones de los circuitos profesionales.

En el *Anejo N°1: Información urbanística y normativa aplicable* se profundiza en la aplicación y estudio de la normativa, al igual que se realiza una descripción más detallada de la parcela.

5.- CONDICIONANTES A TENER EN CUENTA

Además de los condicionante legales, es necesario tener en cuenta otros aspectos que determinarán las características de la construcción del campo de prácticas.

5.1.- CLIMATOLOGÍA

Una de las partes más importantes de este proyecto es el cálculo de las necesidades de riego para así poder determinar la cantidad de agua que se va a emplear. Por lo tanto, se tratarán de obtener datos climatológicos que hayan sido registrados bajo unas condiciones similares o extrapolables a las de la parcela del proyecto y con, por lo menos, 10 años de antigüedad.

Los datos meteorológicos necesarios se obtuvieron de la estación meteorológica “Hoya Grande” propiedad de AgroCabildo. La estación está situada al aire libre y recoge un rango histórico de 11 años.

La temperatura media mensual más elevada es de 23,22°C durante el mes de agosto y la mínima es de 16,67°C durante el mes de enero. La estación recoge datos absolutos de temperatura máximas y mínimas, siendo de 29,48°C y 11,50°C respectivamente. En cuanto a la humedad relativa media, los valores presentes abarcan desde 67,38% hasta 77,70%.

En cuanto a la pluviometría, la precipitación media anual obtenida es de 121,97 mm, siendo el mes de diciembre el más lluvioso con 35,79 mm y el mes más seco, con 0,03 mm durante julio. La precipitación efectiva anual se considera de 64,54 mm.

Los vientos recogidos en la zona alcanzan velocidades de 2,7 km h⁻¹ y provienen predominantemente de la dirección oeste-suroeste.

En el *Anejo N°3: Climatología* se podrán encontrar los datos con mayor profundidad de detalle. Con los datos recogidos, se recurrirá al método de Penman-Monteith recogido la publicación N°56 de Estudio FAO: Riego y Drenaje, *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, para determinar la evapotranspiración de referencia, tal y como se refleja en el *Anejo N°8: Cálculo de la evapotranspiración de referencia*.

Los resultados obtenidos se contrastaron empleando el software *PMETp-w* desarrollado por el Dr. Axel Ritter Rodríguez.

Tabla N°1: Resultados de evapotranspiración obtenidos

MES	DIAS	ET _o (Ec. 6)	MENSUAL	ET _o (SW)	MENSUAL
ENE	31	1,62	50,13	1,67	51,86
FEB	28	2,21	61,86	2,23	62,41
MAR	31	2,98	92,26	2,99	92,85
ABR	30	3,55	106,46	3,58	107,50
MAY	31	3,97	123,05	4,01	124,28
JUN	30	4,07	122,14	4,13	123,99
JUL	31	4,42	137,13	4,48	138,89
AGO	31	4,20	130,19	4,23	131,10
SEP	30	3,35	100,52	3,40	102,08
OCT	31	2,59	80,43	2,65	82,25
NOV	30	1,85	55,55	1,90	57,03
DIC	31	1,52	47,06	1,56	48,46

Donde:

ET_o (Ec. 6)	evapotranspiración por FAO Penman-Monteith [mm día^{-1}]
ET_o (SW)	evapotranspiración por software <i>PMETp-w</i> [mm día^{-1}]
Mensual	evapotranspiración total del mes [mm mes^{-1}]

5.2.- SUELO

Para conocer las características del suelo de la parcela, se tomó una muestra y se envió para su análisis a *Laboratorio de Diagnóstico Agrícola I+D Canarias Explosivos*.

El análisis determinó que se trataba de una muestra con textura franca, un pH ligeramente por encima del rango óptimo, considerándolo como un pH neutro ligeramente alcalino. En cuanto a la C.E. del extracto saturado, dio como resultado $2,12 \text{ mS cm}^{-1}$, lo que implica que se trata de un suelo ligeramente salino.

Por otra parte, los valores de materia orgánica y de fósforo se encuentran por debajo de los esperados. Para la corrección de materia orgánica se aplicará un total de $193.873,81 \text{ kg}$ de estiércol de cabra. Este aporte proporciona una bajada de pH equivalente a $0,1$, resultando en un pH de $7,8$, que se reduce a $7,5$ mediante el aporte de $1.967,47 \text{ kg}$ de S adicional. Asimismo, con el aporte del estiércol, el contenido de fósforo se elevará hasta niveles deseados.

Los cálculos de las enmiendas realizadas se muestran en el *Anejo N°4: Análisis y preparación del suelo* para su consulta.

5.3.- AGUA DE RIEGO

Para el riego se empleará agua regenerada abastecida por Balsas de Tenerife, BALTEN.

La muestra de agua empleada procede de otro campo de golf abastecido por la misma empresa y su análisis determina que la salinidad del agua es moderadamente elevada con una CE de $1,53 \text{ mS cm}^{-1}$, al igual que una ligeramente elevada concentración de cloro y sodio, $0,293 \text{ g L}^{-1}$ y $0,217 \text{ g L}^{-1}$ respectivamente.

En definitiva, el agua no presenta riesgo de obstrucción elevado, aunque por el nivel de pH de 7,46 que se trabaja existe un riesgo medio, pero al suponer un tratamiento tan costoso, se mantendrá el uso del agua sin recibir tratamiento previo a su aplicación, salvo su filtrado previo a su conducción a la red de riego.

Es importante realizar un seguimiento de su evolución mediante análisis para conservar rangos aceptables de posibles parámetros perjudiciales.

El análisis realizado se encuentra en el *Anejo N°5: Análisis de agua*.

Para el control de la bacteria *Legionella pneumophila* se plantea realizar muestreos periódicos para detectar la presencia de estos microorganismos y en caso de encontrar algún brote, el tratamiento recomendado es aplicar hipoclorito sódico para la desinfección del agua.

6.- JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE LA OBRA

Tras la aprobación del proyecto de construcción de un campo de golf de 18 hoyos en el municipio de Adeje, hace necesario el planteamiento de un campo de prácticas como elemento complementario de las instalaciones.

Para los jugadores, es un elemento muy importante el disponer de un lugar donde se puedan entrenar y calentar para la ronda de golf. Además, sirve de aliciente para que más jugadores se acerquen a practicar, promoviendo la práctica del golf en el municipio de Adeje y dinamizando la economía del barrio de Tijoco Bajo.

Pero para ello, es necesario realizar una transformación del estado actual de la parcela al no cumplir con las condiciones necesarias para su uso. Es requerido eliminar los muros, uniformar el suelo y crear zonas sin pendiente, instalar un sistema de riego y de drenaje y, por supuesto, acondicionar la superficie para la plantación de césped. Todo ello se integrará en el diseño de este anteproyecto.

7.- ALTERNATIVAS Y DISEÑO

7.1.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para establecer el diseño definitivo por el que se ha optado en este anteproyecto, es necesario plantear y estudiar todas las alternativas disponibles.

7.1.1.- Distribución del diseño

Valorando la superficie de la parcela disponible, se pueden construir el conjunto de áreas de juego en dos puntos:

- a) En el extremo más elevado de la parcela
- b) En el extremo más bajo de la parcela

7.1.2.- Áreas de juego presentes

Instalación:

- a) Exclusivamente *tee de prácticas*
- b) *Tee de prácticas* y *putting green*
- c) *Tee de prácticas*, *putting green* y *chipping green* con *bunker*

7.1.3.- Materiales empleados

- a) Cerramiento:
 - Descubierta (sin cerramiento)
 - Muro alto de hormigón
 - Vallado de malla empotrado en dados de hormigón
 - Mixta: medio altura con muro de hormigón y se completa con valla

- b) Pavimento en los caminos entre las áreas de juego:
 - Piedra natural
 - Asfalto
 - Hormigón impreso
 - Áridos
 - Hormigón de limpieza y cobertura de resina

7.1.4.- Cespitosa a implantar

- Agrostis stolonifera* (Agrostis)
- Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis* (Bermuda)
- Paspalum vaginatum* (Paspalum)

7.1.5.- Vegetación ornamental a emplear

- Especies autóctonas o endémicas
- Especies introducidas
- Mezcla de especies autóctonas e introducidas

7.2.- EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

A continuación se pasa a evaluar cada una de las alternativas anteriormente introducidas y elegir la que mejor se adapte a las necesidades del campo de prácticas.

- En cuanto a la distribución del diseño, la opción más adecuada se considera que debe ser la construcción de las áreas de juego en la parte inferior de la parcela. El factor limitante a la hora del diseño es el espacio disponible para que los jugadores puedan practicar desde el tee de prácticas. El jugador amateur promedio puede alcanzar una distancia de 230 a 250 m, sin embargo, el jugador profesional medio puede alcanzar 276 m (302 yardas) y los que alcanzan mayor distancia con el *drive* hasta 297,1 m (325 yardas) como se aprecia en la *Figura N°1*.

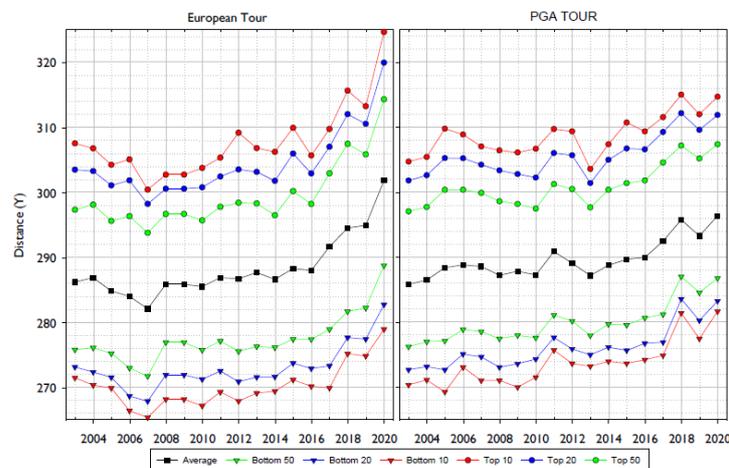


Figura N°1: Distancia media en yardas de grupos de jugadores profesionales de los circuitos más importantes de golf. Fuente: USGA

Si se construyese el *tee* en la parte superior, por la trayectoria de la bola y la pendiente del terreno, estas distancias aumentarían, sobrepasando holgadamente el campo de prácticas, lo que supone un riesgo que no se debe correr.

Situar las instalaciones en la parte más baja no sólo proporciona el espacio suficiente para la práctica del juego largo (al tener la bola un vuelo ligeramente más corto), sino que también permite una mejor visibilidad del lugar de caída de la bola. Además, la parte inferior se encuentra más cerca del aparcamiento y la *casa club*.

- Una vez definida la zona principal donde se va a realizar diseño, se distribuyen un diseño completo con el conjunto de las diferentes áreas de juego. Aprovechando que la superficie obtenida por el terraplenado (como se desarrolla en el *Anejo N°7: Movimientos de tierra*) es lo suficientemente grande, se implementan cada una de las diferentes áreas de juego para así crear un entorno de prácticas completo.
- Para garantizar la seguridad en el interior de la instalación, se realizará un cerramiento compuesto por un vallado de malla empotrado en dados de hormigón. Esto aporta una mayor sensación de amplitud y abarata costes respecto al uso de muros de hormigón para el cerramiento.

Se descarta la opción de no realizar cerramiento, ya que se debe garantizar la seguridad en el interior de las instalaciones y el confort y sensación de intimidad de los jugadores.

- En lo que respecta al pavimento entre las áreas de juego, se empleará la combinación de una capa inicial de hormigón de limpieza que aporte estabilidad y una cobertura de resina acrílica. Lo que se pretende es generar un pavimento agradable y seguro al paso (véase *Anejo N°15: Elementos constructivos*), tanto para los jugadores como para los vehículos. Otros materiales contemplados para el pavimento fueron el uso de piedra natural, asfalto u hormigón impreso, pero se considera que desgastan en mayor medida el

calzado de los jugadores. El uso de áridos se descartó al poder extenderse fuera del pavimento con el paso del tiempo con el inconveniente de llegar a zonas donde trabajen las cortacéspedes y dañar las cuchillas.

Adicionalmente, se instalarán traviesas de madera para acceder al *putting green* desde el pavimento.

- La elección del césped es probablemente la más importante en el diseño de una instalación de golf. Entre las posibles alternativas destaca el *Agrostis* por su calidad, ya que presenta una textura de hoja fina, elevada densidad y uniformidad, además de un color verde intenso característico. Sin embargo, es una especie considerada de invierno, ya que resiste las bajas temperaturas y sufre en climas cálidos. Prefiere suelos ácidos y no tolera bien la salinidad, además de requerir más tiempo de recuperación tras una intensidad de uso y de pisoteo elevada.

Por ese motivo, se optará por especies de clima cálido que se adaptan mejor a la climatología presente. Entre estas especies destacan el *Paspalum*, que presenta menor calidad que el *Agrostis*, pero mayor resistencia, y por otro lado la *Bermuda*, con una calidad similar al *Paspalum* y una resistencia algo mayor.

Por ello, será la *Bermuda* la elegida para el diseño, concretamente el híbrido *Cynodon dactylon x C. transvaalensis* (véase *Anejo N°8: Especies empleadas*), ya que cualitativamente tiene unas características muy similares a las del *Agrostis*. Los cultivares elegidos se acercan a unas condiciones óptimas para el juego, con mayor resistencia a las altas temperaturas y a las condiciones de salinidad elevada, por lo que se consiguen grandes rendimientos a pesar del uso de agua depurada.

Además, el *Agrostis* es más propenso a padecer enfermedades por su escasa resistencia, mientras que la *Bermuda* ofrece mayor resistencia e incluso tolera mejor el excesivo tráfico y daño por pisoteo gracias a su rápida recuperación. El *Paspalum* presenta alta resistencia, pero requiere más tiempo

de recuperación, lo que supone un inconveniente para el uso intensivo del campo de prácticas.

Para mejorar aún más su adaptación, se eligieron dos variedades:

- *Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *Cynodon transvaalensis* Burtt Davy var. TifEagle

Esta variedad será usada en los greens y antegreens. Es una variedad enana con una tasa de crecimiento baja, por lo que se adapta muy bien a siegas de 3 mm típica de los greens, además de demostrar gran resistencia al pisoteo al completar una jornada de juego y mantener las mismas condiciones que las obtenidas tras la siega de la mañana.

- *Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *Cynodon transvaalensis* Burtt Davy var. Tahoma 31

Esta variedad será la empleada en el tee y en la calle. Es una nueva variedad recién incorporada al mercado que ha demostrado gran resistencia a las condiciones de alta temperatura, elevada salinidad y estrés hídricos, con tasas de recuperación muy rápidas tras largos periodos sin recibir agua.

- Las especies ornamentales empleadas se basan en una combinación entre ejemplares endémicos y ejemplares foráneos. El objetivo es aprovechar las propiedades de cada uno de estos grupos, de tal forma que los endemismos presenten mayor resistencia a las condiciones climáticas y las especies foráneas aporten un marco de calidad gracias a su colorida floración de gran valor ornamental.

7.3.- DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO ADOPTADO

Para realizar una descripción adecuada del diseño empleado para la construcción del campo de prácticas, es necesario plantear la situación desde la llegada al complejo, donde los jugadores dejarán su vehículo en el aparcamiento principal. Tras ello, se dirigirán a la casa club y la atravesarán para dirigirse a la instalación planteada en este anteproyecto.

Previo al acceso al campo de prácticas, se puede apreciar la plantación de una pared vegetal empleando la especie *Acacia cyclops* que se prolonga por el perímetro de las áreas de juego. Esta pared vegetal provee de intimidad a los jugadores y protege contra los vientos dominantes.

El acceso al interior se realizará por la esquina noroeste de la parte inferior de la parcela, por una entrada enmarcada por un ejemplar de *Cercis siliquastrum* a cada lado. Para completar la altura más baja se plantea un seto bajo formado por ejemplares de *Oenothera lindheimeri* que desde el interior destaca con su color rosado y genera la sensación de conducir hacia la salida (véase *Plano Nº12: Resultado final – Entrada*).

La combinación de las tres últimas especies se ha escogido de tal forma que la Acacia permanecerá durante todo el año como fondo verde al no perder su hoja, el Árbol del amor tiene la función de enmarcar el acceso, ya sea durante su floración o con la caída de sus hojas. Por otra parte, la Gaura aporta con sus flores un color rosado que se prolonga durante casi todo el año, que además combina con el Árbol del amor.

Una vez en el interior, lo primero con lo que se encuentra el jugador es una zona ajardinada con forma ovalada que cumple la función de rotonda. Este pequeño jardín está compuesto por una mezcla de especies suculentas como *Aloe vera*, *Asteriscus sericeus*, *Echinocactus grusonii*, *Euphorbia balsamífera* y *Euphorbia canariensis* (véase *Anejo Nº8: Especies vegetales empleadas*). Como representantes del ecosistema Cardonal – Tabaibal destacan los ejemplares de Tabaiba dulce y Cardón y estos se combinan con los colores amarillentos del Aloe y la Jorta con su floración y de las espinas del Asiento de suegra. Todo ello ambientado con una cobertura del suelo empleando piedra de picón y, como complemento, se colocan unas vasijas como representación del yacimiento arqueológico presente en la parcela del campo de golf.

Además, para combinar con la temática de vegetación canaria, se coloca un ejemplar de *Phoenix canariensis* por detrás y ligeramente más al norte de la zona ajardinada.

Al noreste de la entrada principal se encuentra la zona de approach donde se ubica el *chipping green* (véase *Plano Nº13: Resultado final – Chipping green*).

Antes de acceder a la zona de juego se puede encontrar un aparcamiento que permite al jugador dejar su buggy para poder entrenar. Tras los aparcamientos se ha plantado un ejemplar de *Spathodea campanulata* y justo debajo dos bancos para ofrecer descanso al jugador. El empleo del Tulipero se debe a que bajo las condiciones climáticas de la parcela presenta un follaje perenne, por lo que podrá aportar sombra a los bancos durante todo el año, especialmente durante el verano.

La pared vegetal se prolonga hasta cubrir por completo el *chipping green*, pero adicionalmente se planta otra porción de pared vegetal entre el *tee de prácticas* y esta zona, con el fin, primero, que los jugadores que se encuentren practicando en el *chipping green* no acaben entrando por descuido en la calle de prácticas y, segundo, aportar mayor sensación de seguridad por los golpes que se realizan desde el *tee de prácticas*. Por ello, también se colocan estacas unidas por cuerdas que evitan la circulación.

Toda la zona del *chipping green* estará rodeada de césped Bermuda híbrida var. Tahoma 31 (véase *Anejo N°8: Especies vegetales empleadas*) a una altura de corte de 12 mm. También se incluye un bunker de arena de sílice para que el jugador pueda replicar las condiciones de haber caído en un obstáculo de arena en el campo de golf. El antegreen y el green son de la variedad TifEagle a una altura de corte de 5 y 3 mm respectivamente con varios objetivos, compuesto cada uno por un hoyo y una bandera.

Justo detrás de la rotonda se presenta una zona pavimentada con piedra natural donde se instalará el área de servicios. Esta área se pretende establecer mediante la construcción de dos estructuras prefabricadas, donde una de ellas se reserva para una futura instalación y la otra queda dividida en dos por un tabique para reservar una parte para los clientes y otra para el operario (véase *Plano N°10: Construcción e instalación eléctrica*).

La parte destinada a los clientes, cuyo acceso se encuentra en el lateral suroeste mediante una puerta de garaje, tendrá la capacidad de abastecer a los jugadores con bolas, bebidas y snacks. La parte destinada al operario encargado de recoger las bolas en el campo de prácticas se accede desde la calle de prácticas y debe disponer de espacio suficiente para el Gator con el recogebolas instalado, lavadora y elevador de bolas.

Tras superar la rotonda y el área de servicios, se puede encontrar una división del pavimento cuyo lateral oeste dispone de aparcamientos donde el jugador puede dejar su buggy si se dirige al *tee de prácticas* o al *putting green* (véase *Plano Nº16: Resultado final – Conjunto de las áreas de juego*).

En la esquina sur de la parcela se ha optado por situar el *putting green*. Aprovechando la esquina generada por la forma de la parcela, se creyó conveniente situar el green en este punto al estar completamente aislado del exterior por el muro vegetal, lo que confiere a este espacio mayor privacidad y amortiguación de ruido que cualquier otro (véase *Plano Nº14: Resultado final – Putting green*).

La intención del diseño es la de formar una isla mediante el empleo de traviesas de madera que permitan mantener la altura del green ligeramente por encima de la superficie del terreno y completar la diferencia de nivel con restos de poda triturada formando un *mulch*. El *putting green* consta de antegreen con una altura de corte de 5 mm y el green con 3 mm de altura de corte y se distribuirán uniformemente un total de 8 a 9 banderines.

Para poder acceder, se instalarán 4 caminos desde puntos estratégicos y estarán formados por traviesas de madera con una separación escasa entre ellas. Al igual que en el *chipping green*, se distribuyen en los alrededores 3 puntos compuestos por Tuliperos y bancos para el descanso del jugador o acompañante.

Como complemento, entre el *tee de prácticas* y el *putting green* se colocarán dos ajardinamientos con un diseño en isla adaptándose al contorno del pavimento y al espacio disponible. Para evitar el acceso a través de estas zonas, se forma un seto bajo conformado por *Lavandula canariensis* que aporta una agradable fragancia en la zona posterior a los bancos. En el interior, se decide emplear 3 ejemplares de *Duranta repens* por varios motivos. En primer lugar, el empleo de un grupo de 3 se utiliza para crear sensación de unión. En segundo lugar, el color violáceo de las inflorescencias combina con el morado de la Lavanda. Por último, cuando se produce la fructificación tras la caída de las flores, se produce una transición y el color amarillo-anaranjado de los frutos dirige la combinación hacia las flores del Tulipero.

La última área de juego es el *tee de prácticas*, que debe ser tratado como elemento central y principal atractivo del campo de prácticas.

Además de los aparcamientos mencionados anteriormente, también se habilitan plazas para aparcar en el lateral sureste de la zona inferior, precedido por una pequeña rotonda protagonizada por un ejemplar aislado de Flamboyán que cumple la función de punto focal, ya sea durante su espectacular floración o tras la caída de su hoja.

Para determinar la posición donde se ubicarían cada una de las áreas anteriormente mencionadas, se tomó como eje de referencia el *tee de prácticas*, ya que debía cumplir que presente una capacidad de recorrido de 280 m para los jugadores, una superficie rectangular para que no se coloquen jugadores por delante de otros y el desgaste del terreno sea homogéneo y por último y más importante, que hubiese capacidad suficiente para un número de puestos determinado (véase *Plano Nº15: Resultado final – Tee de prácticas*).

Para definir el número de puestos que se deberían establecer se contempla un diseño para abarcar 20 puestos de prácticas para jugadores y 2 para profesores. Además debe ser lo suficientemente ancho para permitir la rotación de la zona de juego hasta en dos ocasiones tal y como se menciona en el *Anejo Nº15: Elementos constructivos*.

Esta zona se destina a un entrenamiento más intenso por lo que es necesario un mayor volumen de bancos. Se colocarán bancos a lo largo de todo el *tee* y también 2 adicionales al otro lado del pavimento por si un acompañante prefiere retirarse del bullicio.

De forma adicional y para destacar como elemento innovador entre los campos de prácticas del sur de Tenerife, se realizará la construcción de un *bunker* en el extremo sureste del *tee*. Este *bunker* permite la práctica del juego largo desde el obstáculo de arena. Hasta esta altura se prolonga la pared vegetal.

La calle de prácticas es un elemento pasivo, ya que el jugador nunca entrará en esta zona para practicar, siempre se limitará a golpear la bola hacia objetivos que se encuentren en la calle (véase *Plano Nº17: Resultado final – Campo de prácticas completo*).

En esta superficie se pueden colocar multitud de objetivos, como simulaciones de greens y señales de distancia que permiten al jugador practicar su puntería. La orientación de la parcela es la idónea para un campo de prácticas de golf, ya que cuando llega la tarde (momento de mayor afluencia), los jugadores quedan con el Sol en la espalda al golpear. Asimismo, la inclinación del terreno se convierte en un factor favorable al facilitar la visibilidad del lugar exacto de caída de la bola, aspecto fundamental para la práctica del golfista.

En toda la zona perimetral de la *calle de prácticas* se realiza una plantación sucesiva de ejemplares de *Washingtonia robusta* con la intención de imbuir al jugador con una sensación de linealidad y profundidad, para que así los golpes se dirijan al centro de la calle y no a los bordes. En el extremo superior situado al norte de la parcela se plantan más de un ejemplar en proximidad para que también sirva de objetivo al jugador.

Para finalizar con el diseño se distribuirán papeleras a lo largo de las diferentes áreas de juego, especialmente en los accesos y otra en la zona de abastecimiento de bolas. Siempre se tratará de evitar que una papeleras se encuentre cerca de un punto de descanso.

8.- TOPOGRAFÍA

Tras la obtención de las curvas de nivel con una separación de 1 m, se determinó que el punto con la cota más baja de la parcela se encuentra a 237 m.s.n.m. y el más alto a 283 m.s.n.m. Esto supone una diferencia de cota de 46 m, pero esta diferencia no se produce de forma homogénea a lo largo de toda la parcela (véase *Plano Nº3: Topografía de la parcela previa a los movimientos de tierra*).

Tras evaluar diferentes tramos, como se puede encontrar en el *Anejo Nº6: Topografía de la parcela*, se establece que la superficie cuenta con una pendiente entre el 12 y el 13% sin tener en consideración las terrazas.

Con estas medidas se desarrollan las primeras actividades que se deben realizar, como son la retirada de los muros y próximo desmonte y terraplenado para conseguir definir el terreno acorde al diseño establecido.

9.- INGENIERÍA DE OBRAS

En este apartado se describirá todo el proceso que se debe llevar a cabo para completar la construcción del campo de prácticas.

9.1.- RETIRADA DE MUROS

Los muros de piedra seca han sido parcialmente desmantelados e invadidos por la vegetación. Su estado semiderruido se deba a la falta de consistencia en su mantenimiento durante un largo periodo de tiempo y a la erosión del agua durante las escorrentías (véase *Plano N°:2 Estado actual de la parcela*). Por ello, deben ser retirados.

Se estimó un volumen para los 74 muros presentes de 3.419,60 m³, pero debido al 40% de esponjamiento se estima un total de 4.787,44 m³. También se debe sumar la retirada de la tajea, que equivalen a 282,95 m³ adicionales.

Para la retirada se deberá combinar el uso de la retroexcavadora con una participación de trabajo manual para evitar una retirada excesiva de tierra útil.

No será necesario trasladar los residuos al vertedero, ya que se conservarán en otra zona de la parcela anexa destinada a la construcción del campo de 18 hoyos por su utilidad para la construcción de otros muros o elementos de decoración.

9.2.- LIMPIEZA Y DESBROCE

Se realizará un desbroce completo de la superficie, abarcando los 40.506,51 m² y a una profundidad de 0,25 m por presentar especies arbustivas.

Los residuos extraídos deberán ser trasladados al P.I.R.S.

9.3.- MOVIMIENTOS DE TIERRA

Para realizar los movimientos de tierra se establece como cota de terraplenado 243 m.s.n.m. al ser la cota mínima en la que se puede realizar el diseño

de las áreas de juego y que no supere la altura en la que se va a establecer la carretera de acceso que se encuentra por debajo de esta zona.

Mediante el método de mallas reticulares se obtuvo que el volumen del desmonte será de 796,28 m³ y para realizar un suavizado de la pendiente se deberán extraer 1.415,49 m³, ambas medidas incluyendo 20% de esponjamiento.

Para realizar el terraplenado de una superficie de 5.268,58 m² se estima la necesidad de incorporar 13.513,24 m³ logrando la adecuada estabilidad mediante la compactación por capas de 0,3 m al 95% del Proctor Modificado.

Toda la información necesaria puede ser consultada en el *Anejo N°7: Movimientos de tierra* y visualizada en el *Plano N°4: Movimientos de tierra*.

Es interesante señalar que el material empleado para el terraplenado proviene de los residuos generados de la obra del campo de golf, motivo por el cual no se ha realizado una compensación entre el desmonte y el terraplenado. De esta forma se evita el traslado al vertedero optando por la decisión más sostenible.

9.4.- APERTURA DE ZANJAS PARA RIEGO Y DRENAJE

Para la preparación de las zanjas de riego se marcará el terreno mediante el uso de pintura y se emplea una retroexcavadora para realizar la apertura de las zanjas.

Se trabajarán con anchos de zanjas variables en función de la cuchara disponible, pero nunca menor de 0,4 m de ancho, ya que se debe permitir al operario trabajar con cierta comodidad. La profundidad de trabajo será de 0,6 m, de tal forma que se pueda colocar una capa de arena, colocar los cables que se conectarán a los aspersores, según las directrices del *Apartado 2.1.1 de la ITC-BT-07*, y volver a cubrirlos con una capa de arena, para después verter y compactar manualmente parte de la tierra extraída para la zanja y alcanzar los 0,4 – 0,3 m en los que se colocará la tubería, de nuevo cubierta por una capa de arena.

La altura a la que se instalan las tuberías queda definida por la altura que pueden alcanzar las articulaciones de los aspersores. Finalizado el proceso de instalación, se vuelve a cubrir con los restos del terreno previamente extraídos y se compacta hasta dejar la superficie homogénea.

Para llevar este proceso a cabo, se requiere la extracción de un volumen de 588,07 m³.

Para el drenaje se realizará la apertura manual de zanjas de 0,45 m de profundidad y 0,15 m de ancho. Estas zanjas se extenderán por las zonas de juego requeridas y con una separación de 5 m entre ellas, a su vez convergiendo en el punto central y dirigiéndose hacia el punto exterior más cercano. Por ello, será necesaria de la extracción de 49,72 m³ del terreno.

Durante el proceso no se generan residuos, ya que tras la instalación se volverá a rellenar la zanja con el propio material extraído.

En el *Anejo N°7: Movimientos de tierra* y en el *Anejo N°15: Elementos constructivos* se pueden encontrar especificidades relacionadas con el desarrollo.

9.5.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

La instalación del campo de prácticas es una parte complementaria del sistema de riego general del campo de golf. Para el funcionamiento del riego por aspersión en el campo de prácticas, se deriva un punto de abastecimiento a la esquina norte de la parcela, donde se sitúa la cabecera del diseño, que cuenta con una válvula de compuerta y un manómetro para conocer la presión a la entrada (véase *Plano N°7: Esquema del sistema hidráulico*).

El diseño, a partir del cabezal de riego, se distribuye en tuberías secundarias y laterales. Las tuberías secundarias son aquellas que recorren el margen norte de la parcela y discurren con una pendiente del 13% por hasta alcanzar la zona terraplenada donde se encuentran las áreas de juego. A su vez, las secundarias abastecen a los laterales, que se encuentran con una separación de 20 m entre ellos y se instalan con un ángulo próximo a los 120° para conseguir una pendiente del 5% desde el inicio hasta el final del lateral.

Esta distribución de los laterales permite cubrir la superficie requerida, mientras que a su vez, se trata de equiparar la ganancia de presión por la inclinación de la tubería con la pérdida de carga. Asimismo, este diseño permite una distribución triangular de los aspersores y optimización del consumo de agua mediante la combinación de aspersores con radio de trabajo de círculo completo y aspersores sectoriales para zonas específicas.

Una vez alcanzada la zona llana, los laterales se distribuyen de forma paralela a las áreas de juego y los aspersores se disponen de forma cuadrada y con una separación de 15 m para maximizar la homogeneidad de aplicación mediante el uso de aspersores sectoriales.

Los aspersores empleados serán los modelos *FLEX 800 Serie 34* y *Serie 35* de la marca TORO con una trayectoria de la boquilla de 25°. Los aspersores de la *Serie 34* trabajan en círculo completo con radio de 20,7 m y estarán ubicados en la *calle de prácticas*. Los aspersores sectoriales de la *Serie 35* con radio de trabajo de 20,7 m se sitúan en los laterales de la calle, mientras que los de 16,2 m de radio se colocan alrededor de las áreas de juego, exceptuando el *chipping green*. La conexión a los laterales se realiza mediante una articulación conocida como de “2 ejes” y con una rosca elegida de 1 ½”.

Los criterios establecidos para el correcto diseño de la instalación fueron el no superar una velocidad máxima de flujo de 2 m s^{-1} y permanecer por debajo de 10,5 bar que es la presión máxima de trabajo de los aspersores. Otro criterio muy importante, en este caso relacionado con el funcionamiento, es que en cada turno sólo riegue un aspersor por lateral, para que así el caudal que circule tanto por el lateral como por la secundaria sea el menor posible y, en consecuencia, el diámetro empleado también lo sea. Esto se puede plantear gracias a que los aspersores trabajan de forma independiente

Con este planteamiento, se determina que se necesita en la cabecera de la instalación una presión mínima de 4,65 bar para el correcto funcionamiento de todos los aspersores y que en ningún momento se supere una presión a la entrada de 7,45 bar. De esta forma se evita que en los puntos donde las presiones son mayores se supere la presión máxima admisible de 10,5 bar, ya que en el recorrido se alcanza una ganancia de presión de 3,05 bar.

Las tuberías empleadas serán de PEAD y de PN de 1MPa. Desde la cabezera de la instalación, la tubería secundaria tendrá un diámetro inicial de Ø140 mm en una longitud de 100 m y a medida que esta va descargando su caudal en los distintos laterales irá disminuyendo a Ø125 mm (longitud de 60 m), Ø110 mm (longitud de 60 m), Ø90 mm (longitud de 40 m), Ø75 mm (longitud de 20 m), y finalmente a Ø63 mm (longitud final de 133 m).

En cuanto a los laterales, se empleará Ø50 mm para los dos primeros (longitud de 240 m) y los siguientes se reducen a Ø40 mm (longitud de 1.548 m) hasta llegar a la zona terraplenada, donde se emplean Ø32 mm (longitud de 269 m). En la parte superior se encuentran los laterales más desfavorables al no recibir la ganancia de presión por la inclinación de la secundaria y en la parte inferior, los aspersores empleados son los que menor caudal emiten y permiten reducir el diámetro manteniendo el criterio de velocidad.

La unión entre secundarias de distinto diámetro y entre secundarias y laterales se realizará mediante el empleo de piezas especiales que se fijan mediante soldadura por electrofusión.

Tabla N^o2: Resumen de los resultados obtenidos para el diseño del riego por aspersión

RESUMEN					
SECUNDARIA			LATERAL		
TRAMO	Ø _{COMERCIAL} (mm)(1MPa)	ΔH _{acumulado} (mca)	ASPERSOR	Ø _{COMERCIAL} (mm)(1MPa)	ΔH (mca)
1	140	0	L 1.1	50	-1,50
2	140	2,30	L 2.1	50	-1,50
3	140	4,61	L 3.7	40	-4,84
4	140	6,91	L 4.8	40	-7,85
5	140	9,21	L 5.8	40	-7,85
6	140	11,51	L 6.8	40	-7,80
7	125	13,62	L 7.8	40	-7,70
8	125	15,82	L 8.8	40	-7,55
9	125	18,10	L 9.8	40	-6,40
10	110	20,14	L 10.8	40	-6,30
11	110	22,32	L 11.8	40	-6,20
12	110	24,60	L 12.8	40	-7,80
13	90	26,48	L 13.6	40	-4,15
14	90	28,62	L 14.4	40	-3,42
15	75	30,49	L 15.2	40	-3,42
16	63	26,92	L 16.A.4	32	-6,54
17	63	26,47	L 17.A.4	32	-6,54
18	63	26,41	L 18.4	32	-6,30
19	63	26,34	L 19.4	32	-6,30

Se aporta el *Plano N°8: Sistema de aspersión en funcionamiento* para reflejar la correcta distribución del diseño del sistema de riego por aspersión.

9.6.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE

Para establecer el sistema de drenaje, se rellenarán las zanjas destinadas para los drenes previamente realizadas con grava, cumpliendo con las características de presentar menos del 10% de partículas mayores a 12 mm, al menos 65% de las partículas entre 6 y 9 mm y menos del 10% de partículas menores a 2 mm.

Cuando la altura de relleno esté próxima a alcanzar la superficie, se colocarán los drenes de PVC perforado de Ø110 mm con las aperturas dirigidas hacia abajo. La profundidad final de los drenes será de 0,35 a 0,45 m.

Para su unión con el colector general del campo de golf, los drenes convergirán en colectores de PVC de Ø110 mm, unidos mediante piezas especiales gracias al empleo del lubricante especial especificado por el fabricante.

Para los drenes. desde las zonas de juego hasta el colector general del campo de golf se deberán emplear 500,78 m de PVC perforado de Ø110 mm y para los colectores 235,77 m de PVC de Ø110 mm. Toda la instalación deberá mantener una inclinación del 1% para garantizar la evacuación del excedente de agua.

Los cálculos realizados para establecer los diámetros y la separación entre drenes se pueden encontrar en el *Anejo N°13: Diseño del sistema de drenaje* y el plano para conocer su ubicación es el *Plano N°9: Diseño del sistema de drenaje*.

9.7.- APERTURA DE HOYOS Y PLANTACIÓN

En los espacios destinados a la plantación de las especies ornamentales, se deberá preparar el terreno de tal forma que se realice una apertura de hoyos para las especies que se plantarán de forma individual y una zanja para aquellas que se planten formando un seto.

Las dimensiones de los hoyos y las zanjas que se deben realizar en función del tamaño de la planta serán las siguientes:

Tabla N°3: Dimensiones de apertura y hoyos

	DIMENSIONES (cm)
Palmeras y árboles grandes	120 x 120 x 120 - 150 x 150 x 150
Árboles jóvenes	60 x 60 x 60
Arbustos y plantas similares	40 x 40 x 40
Zanja para pared vegetal	40 x 40
Zanja para seto bajo	20 x 20

Tras la apertura de hoyos, se procederá a la plantación comenzando preferiblemente por las especies de mayor porte y continuar hasta plantar en último lugar las especies más pequeñas. Para la plantación de la pared vegetal, se establece una separación de 1,5 m, lo que supone un solapamiento del 50% cuando la Acacia esté completamente desarrollada y en el caso de la Gaura y la Lavanda, el solapamiento será del 30%.

Una vez definido el punto exacto para su plantación, se retira la maceta, bolsa o contenedor en el que se ha transportado a la planta para colocarla en su ubicación dejando el cuello de la planta a ras de suelo y rellenando inmediatamente el resto del hoyo o la zanja con tierra vegetal.

Sería conveniente aplicar el primer riego lo antes posible y si fuese necesario se entutorarán, podarán, atarán, recortarán, etc.

9.8.- INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO

Para suministrar las necesidades hídricas a las especies ornamentales, se realizará la instalación de un sistema de riego localizado partiendo desde la esquina inferior noroeste junto a la entrada. A este punto llegará el suministro desde el campo de golf de 18 hoyos y se dividirá en 8 unidades operacionales, cada una controlada por una válvula de acción directa adecuada para los bajos caudales de transporte.

En este diseño se pueden encontrar dos tipos de tuberías, las denominadas como secundarias, que serán aquellas que sólo se emplean para la conducción y los laterales, que serán aquellas tuberías que cuentan con goteros insertados sobre línea.

Los emisores empleados serán autocompensantes, lo que implica un mismo aporte de caudal, en este caso de 4 L h^{-1} , si se mantiene dentro de un intervalo de presiones de autocompensación de 1 a 4 bar. También contarán con sistema antidrenante para evitar la descarga de la tubería después de cada riego.

Para adaptar el sistema de riego localizado a la distribución elegida para el diseño de la instalación, fue necesario dividir las especies ornamentales en función de su localización. Un inconveniente es la mezcla de especies con distinto desarrollo, como es el caso de árboles de porte alto con arbustos bajos, pero en cualquier caso, siempre se tratará de satisfacer las necesidades más desfavorables, siendo principalmente alcanzar la mayor profundidad radicular.

Los diámetros de las tuberías se establecieron siguiendo tres criterios. El primero y más importante fue garantizar que la profundidad del bulbo húmedo alcanzara la mayor profundidad radicular de las especies empleadas, para así evitar un desarrollo radicular demasiado superficial. El segundo criterio consiste en que la diferencia de presión hasta el emisor más desfavorable de la unidad operacional no supere los 10 mca, de esta forma, la presión a la entrada estará comprendida entre 1 y 2 bar. Por último, se establece una limitación de velocidad máxima de circulación del agua en el interior de la tubería a 2 m s^{-1} .

Cumpliendo con estos criterios, se desarrolla un diseño de riego localizado empleando en su totalidad tuberías de $\text{Ø}16 \text{ mm}$ y PN 0,25 MPa, tal y como se refleja en la *Tabla N°3*.

Tabla N°4: Resumen de los resultados del riego localizado

HIDROZONA	SUPERFICIE (m ²)	U.O.	LONGITUD (m)	Nº emisores	Caudal (L h ⁻¹)	Ø COMERCIAL (mm)(0,25MPa)
2	602,86	1	85	53	212	16
		5	62,5	82	328	
		7	61,3	80	320	
		8	206,3	72	288	
3	37,27	2	52,35	24	96	
4	115,22	4	34	37	148	
5	103,7	3	29,2	22	88	
6	178,02	6	167,85	94	376	

Con los resultados anteriores se determina que a la entrada del cabezal deben llegar como mínimo 1,5 bar de presión para mantener el correcto funcionamiento de la instalación hasta el emisor más desfavorable. En cuanto a la presión máxima admisible a la entrada no se debe superar los 4 bar, ya que se saldría del intervalo de autocompensación. El riego se controla mediante un programador conectado a cada válvula solenoide de acción directa.

Se puede encontrar el desarrollo del proceso en los apartados específicos del riego localizado del *Anejo N°11: Diseño agronómico* y del *Anejo N°12: Diseño hidráulico*.

9.9.- CONSTRUCCIÓN DE LAS ZONAS DE JUEGO

La construcción de las zonas de juego seguirá las indicaciones proporcionadas por la USGA, excluyendo el bunker que sigue otro modelo de construcción pero por obtener mejores resultados.

Para los greens, que suponen una superficie de 605,42 m² para el *putting green* (*Plano N°14: Resultado final - Putting green*) y 128,92 m² para el *chipping green* (*Plano N°13: Resultado final - Chipping green*), se empleará un perfil compuesto por una capa de enraizamiento de 0,30 m compuesta por un 80% de arena de sílice, 19% de arena de picón y 1% de materia orgánica. Por debajo, se aporta una capa de sellado de 0,05 m compuesta por al menos el 90% de grava fina y por último, justo por encima de la sub-base y las zanjas de drenaje, una capa de grava de 0,10 m.

Para los 1.191,9 m² que comprenden el tee, el método de construcción será el mismo que en los greens salvando el empleo de arena del Sáhara en lugar del uso de arena de sílice.

Para los bunkers se seguirá el método *Better Billy Bunker*, que consiste en aplicar un polímero para la fijación de la capa de grava donde se encuentran los drenes en lugar del tradicional uso del geotextil.

Especificaciones más detalladas se muestran en el *Anejo N°15: Elementos constructivos*.

9.10.- PAVIMENTACIÓN

El pavimento se realizará mediante la adición de una capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20 sobre una superficie de 693,76 m², sobre la que posteriormente se extenderá una capa de resina acrílica pigmentada con microáridos incorporados a razón de 0,4 kg m⁻².

El resultado de la instalación viene reflejado en el *Plano N°16: Resultado final – Conjunto de las áreas de juego*, especificado como pavimento de circulación.

9.11.- ESTRUCTURA PREFABRICADA

Frente a la entrada y junto al tee de prácticas, se instalará un espacio para la posible colocación de una estructura prefabricada. Consistirá en una zona exterior de tránsito de los jugadores y operarios de piedra natural de 2 m de ancho y un área total de 81,89 m² y un espacio interior de 73 m² habilitados para la colocación de dos estructuras de 7 x 5 m.

La elección del modelo constructivo, materiales, usos y contenidos quedan pospuestos para próxima revisión tras la aprobación de este anteproyecto. Asimismo, en el *Anejo N°15: Elementos constructivos* se proporciona un esbozo del planteamiento inicial del uso de este espacio.

9.12.- VALLADO PERIMETRAL Y ACCESOS

Para garantizar la seguridad del recinto, se instalará un vallado perimetral completos siendo solamente accesible por 3 puntos.

Para el vallado prolongado por los 915 m de perímetro de la parcela, se empleará un vallado de malla de simple torsión, de 8 cm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 2 m de altura, empotrados en dados de hormigón.

Los accesos se establecerán para la entrada a las zonas de juego, a través de una puerta de cancela metálica de chapa de acero galvanizado, acabado lacado, de hoja corredera, dimensiones 400x200 cm, que permite el acceso de vehículos. Además de dos accesos más para el satélite de riego y la arqueta principal del riego por aspersión.

9.13.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

A pesar de no estar definido el uso de la estructura prefabricada, se va a establecer un uso modelo de la situación más probable. Para satisfacer los requerimientos energéticos de los elementos presentes se diseñará una instalación eléctrica compuesta por cinco circuitos y otra parte que quedará prevista para una futura instalación.

Para alimentar los circuitos de potencia, exceptuando el circuito 5, se emplean bases de enchufe sobrepuestas de tipo schuko de 16 A, las cuales serán alimentadas por conductores unipolares de 2,5 mm² y aislamiento termoestable, dispuestos bajo tubo en montaje superficial de 16 mm de diámetro exterior y anclados mediante los accesorios adecuados.

En cuanto a la iluminación (C2) se dispondrán de lámparas led de 30 W alimentadas por un circuito instalado mediante el mismo método empleado para los circuitos de potencia pero optando por conductores de 1,5mm². Asimismo cada punto de luz será accionado por un interruptor unipolar.

En cuanto al circuito C5, será alimentado mediante un cable multipolar de $2,5\text{mm}^2$ con aislamiento termoestable, el cual discurrirá sobrepuesto bajo tubo de 16 mm desde el cuadro de protecciones hasta el suelo. A partir de este punto se conducirá de manera directamente soterrada, sin protección contra daños, sobre y cubiertos por lecho de arena a una profundidad de 0,5 m.

En cuanto a la alimentación de los aspersores, se ha optado por conductores unipolares directamente enterrados de $1,5\text{mm}^2$ sobre lecho de arena, a una profundidad de 0,6 m. Atendiendo al método de conexión, se dispondrá de un cable de comunicación que discurrirá desde el satélite hasta cada uno de los aspersores, además de un “común” que será universal para cada 2 laterales.

Los cables que alimentan los aspersores se conducirán por la misma zanja realizada para las tuberías de aspersión, como se describió en el anterior *Apartado 9.4.- Apertura de zanjas para riego y drenaje*. Será necesario emplear un total de cable con sección $1,5\text{ mm}^2$ de 3.800 m para completar la conexión “común” entre aspersores y 20.500 m para conectar cada aspersor al satélite.

En cuanto a las protecciones, para proteger a los circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos, se dispondrá de interruptores magnetotérmicos de 10 A en todos los circuitos, excepto en el C1 que tendrá un calibre de 16 A. Por otro lado, para proteger a los usuarios contra contactos directos e indirectos se dispondrá de un interruptor diferencial con una sensibilidad de 30 mA y un calibre de 40 A, en este cuadro se dispondrá de dos interruptores de estas características, uno para los circuitos C1 a C5 y otro reservado para la futura instalación eléctrica del local colindante sin uso aún definido.

Finalmente, como protección adicional se instalará un interruptor general automático de 32 A. Esta información se reúne en el esquema unifilar presente en el *Plano N°11: Esquema unifilar*.

Dicho conjunto de dispositivos generales de mando y protección estarán albergados en una caja sobrepuesta para un mínimo de 13 módulos. En cuanto a los conductores de protección, en todos los circuitos se opta por una sección de $2,5\text{mm}^2$.

Por lo tanto, para la obtención de la longitud de fase, neutro y tierra que se debe adquirir se deberá aprobar en primer lugar la propuesta de este

anteproyecto, pero de forma orientativa se estima la necesidad de emplear 30 m de conductor de 1,5 mm² de sección para la fase y el neutro de la iluminación, 65 m de conductor de 2,5 mm² de sección para la fase y el neutro de la potencia y otros 65m de 2,5 mm² de sección para los conductores de protección.

10.- EQUIPAMIENTO EMPLEADO

Dentro de un campo de prácticas son indispensables los siguientes elementos.

- Máquina de bolas, destinada al abastecimiento de bolas para los jugadores de forma que puedan practicar en el área de juego largo.
- Lavadora de bolas, como recurso después de que se produzca la recogida de bolas tras su uso y poder meterlas en la máquina de bolas.
- Recogebolas, accesorio del GATOR destinado a recoger las bolas de la calle de prácticas una vez han sido golpeadas por el jugador.
- Cuerdas, se emplean para delimitar la zona de juego del área de juego largo. Se colocarán dos en línea con una separación aproximada de 2 m.
- Banderas, situadas en los greens que sirven para señalar donde se encuentra el hoyo.
- El resto de elementos destinados al aporte de confort del jugador son los bancos, máquinas de café y multinsnaks y papeleras para mantener el entorno limpio.

11.- LABORES DE MANTENIMIENTO

11.1.- Ensayos

Durante el terraplenado de la obra se deberá realizar el ensayo de compactación según el Proctor Modificado para determinar la relación entre la densidad seca y la humedad de compactación del material empleado.

Otros ensayos relacionados con el control de calidad del césped son los siguientes:

- UNE-EN 12233:2013, *Superficies para áreas deportivas. Determinación de la altura de la hierba del césped natural.*
- UNE-EN 12234:2014, *Superficies para áreas deportivas. Determinación del comportamiento a la rodadura de la pelota.*
- UNE-EN 12616:2013, *Superficies para áreas deportivas. Determinación de la infiltración de agua.*
- UNE-EN 15301-1:2007, *Superficies deportivas. Determinación de la resistencia rotacional.*
- Ensayo de resistencia del suelo al impacto.

Todos estos ensayos se profundizan en el *Anejo N°18: Ensayos.*

11.2.- MANTENIMIENTO DEL CÉSPED

Una vez realizada la plantación mediante la cobertura completa de la superficie del terreno empleando esquejes. Se realizarán riegos frecuentes durante la primera etapa de enraizamiento y se irán reduciendo progresivamente con el paso del tiempo. Las siegas no deben ser muy bajas para no estresar a la planta y una vez comience a enraizar, se le aplicará un recebo para posteriormente rular la superficie y así favorecer el desarrollo radicular en profundidad.

Cuando se trabaja con una superficie de césped ya desarrollada, se requieren realizar diferentes alturas de corte para las siegas en función de la zona tratada:

- Green: de 3 a 3,2 mm
- Antegreen: 5 mm
- Tee y objetivos en la calle de prácticas: 8 mm
- Calle: 12 mm

También es fundamental realizar el perfilado de los bunkers cada mañana.

En función del estado del césped y el espesor de la capa de acolchado, se deberán realizar labores de pichando y verticut, programando de forma general

dos labores al año, una en primavera y otra en otoño. Tras estas labores se debe recebar la superficie para que no pierda su estructura.

Los greens también se deben rular en función de la velocidad de rueda de la bola, al menos una vez por semana.

En cuanto la fertilización del campo, es muy importante realizar un seguimiento de los análisis de suelo y agua de forma periódica para equilibrar las dosis aportadas, pero de forma general se establece un aporte dependiendo de la época:

- Primavera: fertilizante mineral NPK 20-5-20 en proporción de 20 g m⁻².
- Verano: fertilizante NPK 5-5-30 y en una proporción igual de 20 g m⁻².
- Otoño: fertilizante NPK 10-5-30 y en una proporción igual de 20 g m⁻².

Además, labores de mantenimiento propias de un campo de golf son el cambio semanal de los hoyos, la rotación del tee de prácticas cada dos semanas y rellenar los bunkers si la intensidad de práctica es muy elevada.

11.3.- MANTENIMIENTO DE ORNAMENTALES

Como se han elegido especies con bajo nivel de mantenimiento, las labores principales serán podas de formación al inicio de la plantación y posteriormente podas para mantener el aspecto deseado.

Además, para mantener el control de plagas se realizarán lavados empleando la pulverización de jabón potásico de forma mensual.

La fertilización empleada para los árboles será de un aporte de abono orgánico a una dosis de 6 kg/unidad y año y un abono mineral NPK 15-15-15 a una dosis de 500 g/unidad y año. Para los arbustos, se deberá aplicar estiércol como abono orgánico a una dosis de 4 kg/m² y aplicación de abono mineral tipo NPK 15-15-15 a una dosis de 500 g/m².

El abono orgánico se recomienda realizarlo en otoño y el abono mineral en primavera u otoño.

11.4.- MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La labor de mantenimiento más importante que se debe llevar a cabo es el control de los aspersores y su correcto funcionamiento. Realizar pruebas y comprobar que no se produce una caída de presión inesperada provocada por una fuga.

Mensualmente se debe comprobar el correcto funcionamiento de las válvulas, tanto de riego localizado como de aspersión y revisar de forma frecuente la lectura de los manómetros.

Por último, mientras se realizan otras labores, revisar que el estado del pavimento es el correcto.

Para estas y las labores de mantenimiento previamente mencionadas, se aporta el *Anejo Nº17: Plan de mantenimiento*, que profundiza en cada una de ellas.

12.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental pretende reflejar el impacto que conlleva la ejecución del proyecto. Para saber si es necesario realizar el estudio de impacto se consultó:

- Ley 21/2013, 9 de diciembre, de evaluación ambiental, por la que se evalúa desde la Jefatura de Estado bajo qué condiciones se debe hacer un Estudio o Proyecto Ambiental Estratégico. Esta ley deroga la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico.
- Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales es la que concreta los detalles de actuación en materia ambiental en la Comunidad Autónoma de Canarias. Será la ley consultada para verificar bajo qué proceso se debe acoger este proyecto.

Desde el punto de vista operacional, el campo de prácticas de golf está íntegramente relacionado a la construcción del campo del golf. Por ese motivo, se empleará el mismo principio recogido en el Estudio Ambiental Estratégico

realizado para la aprobación del proyecto del campo de golf, en el cual se define como una actividad no intrusiva.

El hecho de realizar un cambio en el entorno puede derivar en un impacto visual significativo, sin embargo, este cambio se produce en un entorno que en el pasado estuvo dedicado a la agricultura y en la actualidad se encuentra abandonado.

Siguiendo lo definido por la Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales, no será necesario realizar la evaluación ambiental estratégica como consecuencia de no encontrarnos en el espacio de la Red Natura 2000 ni en un entorno protegido por los principios de ordenación territorial.

13.- RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Con toda la información recogida en la Memoria y los Anejos y representada en los Planos, se procederá a desglosar de forma sucinta el desglose del presupuesto material que conllevaría realizar el diseño de un campo de prácticas de golf planteado en este anteproyecto.

Los precios establecidos derivan de la consulta de herramientas como el *Generador de precios de CYPE* o la consulta a comerciales y profesionales del sector.

LIMPIEZA DEL TERRENO (88.035,16 €)

- **Retirada de muros** (5.070,39 m³ a 6 €/m³)15.123,45 €
- **Desbroce** (40.506,51 m² a 1,80 €/m²)72.911,71 €

MOVIMIENTOS DE TIERRA (71.443,75 €)

- **Desmante** (2.211,77 m³ a 3,96 €/ m³)8.758,61 €
- **Terraplenado** (13.513,24 m³ a 3,33 €/ m³)44.999,09 €
- **Suavizado de pendiente** (35800 m² a 0,23 €/m²)8.234 €
- **Apertura de zanjas** (637,79 m³ a 14,82 €/m³)9.452,05 €

SISTEMA DE DRENAJE (4.807,69 €)

- Drenes PVC Ø110mm perforada (500,78 m a 6,19€/m)3.099,83 €
- Colectores PVC Ø110mm (235,77 m a 5,39€/m)1.270,80 €
- Conjunto piezas especiales437,06 €

SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN (44.140,40 €)

- Tubería PEAD 1MPa Ø140mm (100 m a 16,62 €/m)1.662 €
- Tubería PEAD 1MPa Ø125mm (60 m a 13,23 €/m)793,80 €
- Tubería PEAD 1MPa Ø110mm (60 m a 10,37 €/m)622,20 €
- Tubería PEAD 1MPa Ø90mm (40 m a 7,27 €/m)290,80 €
- Tubería PEAD 1MPa Ø75mm (20 m a 5,06 €/m)101,20 €
- Tubería PEAD 1MPa Ø63mm (133 m a 3,59 €/m)477,47 €
- Tubería PEAD 1MPa Ø50mm (240 m a 2,28 €/m)547,20 €
- Tubería PEAD 1MPa Ø40mm (1.548 m a 1,77 €/m)2.739,96 €
- Tubería PEAD 1MPa Ø32mm (269 m a 1,47 €/m)395,43 €
- Articulación 1 ½" BSP a 1 ½" ACME (127 ud a 17,78 €/ud) ..2.258,06 €
- Aspersor TORO FLEX800 Serie 34 (76 ud a 142,48 €/ud) ...11.132,48 €
- Aspersor TORO FLEX800 Serie 35 (51 ud a 166,92 €/ud)8.512,92 €
- Satélite Smart TORO 64 estaciones (2 ud a 5.297,06 €/ud) .10.594,12 €
- Conjunto piezas especiales4.012,76 €

SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO (798,06 €)

- Tubería PEBD 0,25MPa Ø16mm (698,5 m a 0,58 €/m)405,13 €
- Emisor autocompensante 4 L/h (464 ud a 0,15 €/ud)69,60 €
- Válvula solenoide acción directa (8 ud a 18,89 €/ud)151,12 €
- Programador RainBird (2 ud a 49,83 €/ud)99,66 €
- Conjunto piezas especiales72,55 €

PLANTACIÓN (142.451,65 €)

- Preparación del terreno para plantación (35.802,97 m² a 0,89 €/m²)
.....31.864,64 €
- Arena del Sáhara (3.248,83 m³ a 19,9 €/m³)64.651,71 €
- Arena de sílice (176,24 m³ a 62,64 €/m³)11.039,70 €
- Apertura de hoyo y plantación (250 ud a 7,37 €/ud)1.474 €
- Bushel de Bermuda TifEagle (223 ud a 4,20 €/ud)936,60 €

- **Bushel de Bermuda Tahoma 31** (5.425 ud a 4,20 €/ud)22.785 €
- **Conjunto de especies ornamentales** (250 ud).....2.500 €
- **Estiércol de cabra** (193,88 t)6.000 €
- **Azufre** (1.967,47 kg)1.200 €

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (26.431,04 €)

- **Vallado perimetral** (915 m a 12,94 €/m)11.840,10 €
- **Puerta simple** (2 ud a 176,56 €/ud)353,12 €
- **Puerta grande** (1 ud a 2.536,73 €/ud)2.536,73 €
- **Hormigón de limpieza** (69,37 m³ a 75,50 €/m³)5237,43 €
- **Resina para pavimento** (282,11 kg a 5,23 €/kg)1.475,43 €
- **Piedra natural** (155,30 m² a 32,12 €/m²)4.988,23 €

RED ELÉCTRICA (27.048,86 €)

- **Conductor 1,5 mm² “común”** (3.800 m a 1,10 €/m)4.180 €
- **Conductor 1,5 mm² “comunicación”** (20.500 m a 1,10 €/m)22.550 €
- **Conductor 2,5 mm²** (170 m a 1,40 €/m)238 €
- **Cuadro de protecciones** (1 ud a 18,62 €/ud)18,62 €
- **Enchufes tipo schuko 16A** (5 ud a 7,62€/ud)38,10 €
- **Lámparas LED 30W** (2 ud a 6,75 €/ud)13,50 €
- **Interruptor unipolar** (2 ud a 5,32 €/ud)10,64 €

MOBILIARIO (4.804,84 €)

- **Banco** (17 ud a 198,76 €/ud)3.378,92 €
- **Papelera** (8 ud a 178,24 €/ud)1.425,92 €

Ciertos elementos como el equipamiento elegido o la estructura prefabricada no se tendrán en cuenta dentro del presupuesto debido a la variabilidad de precios en función del fabricante. Quedará pendiente esta elección para la redacción del proyecto. Asimismo, del equipamiento y el mobiliario sólo se incluye el precio unitario sin contar su instalación.

Teniendo esto en cuenta, se determina un presupuesto de ejecución material de la obra estimado de **CUATROCIENTOS NUEVE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS (409.984,45 €)**.

14.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO

El anteproyecto consta de los siguientes documentos:

- Documento 1: Memoria y Anejos
- Documento 2: Planos

En La Laguna, marzo de 2022.

Firmado:



Eugenio Vonk Martín

DOCUMENTO N°1

ANEJOS

ÍNDICE DE ANEJOS

ANEJO N°1: INFORMACIÓN URBANÍSTICA Y NORMATIVA APLICABLE	41
ANEJO N°2: INFORMACIÓN GRÁFICA	57
ANEJO N°3: CLIMATOLOGÍA.....	61
ANEJO N°4: ANÁLISIS Y PREPARACIÓN DEL SUELO	78
ANEJO N°5: ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO	93
ANEJO N°6: TOPOGRAFÍA DE LA PARCELA	104
ANEJO N°7: MOVIMIENTOS DE TIERRA	112
ANEJO N°8: ESPECIES VEGETALES EMPLEADAS.....	131
ANEJO N°9: CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ...	148
ANEJO N°10: NECESIDADES HÍDRICAS.....	166
ANEJO N°11: DISEÑO AGRONÓMICO.....	181
ANEJO N°12: DISEÑO HIDRÁULICO.....	201
ANEJO N°13: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE.....	249
ANEJO N°14: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	259
ANEJO N°15: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	271
ANEJO N°16: MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO.....	281
ANEJO N°17: PLAN DE MANTENIMIENTO	292
ANEJO N°18: ENSAYOS	309

ANEJO N°1

INFORMACIÓN URBANÍSTICA Y

NORMATIVA APLICABLE

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	43
2.- INFORMACIÓN URBANÍSTICA.....	43
2.1.- Situación de la parcela	43
2.2.- Normativa aplicable	44
2.2.1.- Normativa insular	44
2.2.2.- Normativa municipal.....	46
2.2.3.- Ficha catastral.....	49
3.- NORMATIVA AMBIENTAL.....	49
3.1.- Espacios protegidos	49
3.2.- Áreas prioritarias de las especies amenazadas de la avifauna	51
3.3.- Mapa de especies protegidas.....	53
3.3.1.- Especies protegidas.....	54
4.- NORMATIVA PARA CAMPOS DE GOLF.....	55

1.- INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene por objetivo enmarcar la situación en la que se encuentra la parcela donde se realizará el anteproyecto, además se describirá su situación frente a la legislación territorial, desde el punto de vista municipal e insular. Asimismo, se describirá su interacción con el entorno natural y se tratará de justificar si el desarrollo puede acogerse a la normativa ambiental desarrollada para esta zona del territorio.

Del mismo modo, se hará mención de la normativa específica aplicada a campos de golf por la que se rige una instalación deportiva como la que se plantea desarrollar.

2.- INFORMACIÓN URBANÍSTICA

En este apartado se incorpora toda la información relativa al lugar donde se encuentra la parcela y la normativa por la que se ve afectada dentro del municipio por el *Plan General de Ordenación de Adeje (P.G.O.)* y por el *Planeamiento Insular de Ordenación de Tenerife (P.I.O.T.)*

2.1.- SITUACIÓN DE LA PARCELA

La localización corresponde a la parcela con número de catastro nº 38001A009000200000LI. Presenta una superficie total según catastro de 92.607 m², de los cuales 42.627,15 m² serán adquiridos por el promotor y 40.506,51 m² estarán destinados a la construcción del campo de prácticas de golf. Se localiza en el término municipal de Adeje, en la zona conocida como “sector Hoya Grande”, por debajo del barrio de Tijoco Bajo.

Para acceder a esta zona, actualmente es necesario emplear caminos que se usan para acceder a los cultivos de plátanos, como es la vía de comunicación de dominio público “Camino Lomo del Clérigo”, que conecta las fincas con el barrio de Tijoco Bajo pasando por un túnel bajo la autopista. Otro acceso sería

desde la parte inferior por la carretera TF-47 de Armeñime a Puerto de Santiago, donde, junto a la cooperativa de CUPALMA se encuentra una servidumbre que sirve de acceso. En un futuro, ambos caminos serán modificados para mejorar los accesos de los clientes una vez finalizada la obra del campo de golf.

Las coordenadas a un punto central de la parcela son las siguientes:

Coordenadas UTM:

X: 326.179,70

LATITUD: 28° 08' 54.29" N

Y: 3.114.910,18

LONGITUD: 16° 46' 12,48" O

2.2.- NORMATIVA APLICABLE

2.2.1.- Normativa insular

El suelo de Canarias se rige bajo las *Directrices de Ordenación General de Canarias* para, posteriormente, desarrollar una normativa que se adapte al territorio y necesidades de la isla de Tenerife mediante el *Plan Insular de Ordenación de Tenerife*.

El P.I.O.T. formula el *Modelo Insular de Ordenación Territorial* donde se establecen las limitaciones en cuanto al uso del suelo para controlar su transformación y garantizar su correcta conservación.

Estas limitaciones forman divisiones de la totalidad de la isla por lo que se generan diferentes *ámbitos territoriales*. Estos ámbitos resultantes se agrupan en categorías de suelo de igual régimen básico normativo, que se denominan como *Áreas de Regulación Homogénea*.

En el P.I.O.T. se puede encontrar el plano donde se establecen las diferentes áreas, como se puede apreciar en la *Figura Nº1.1*.

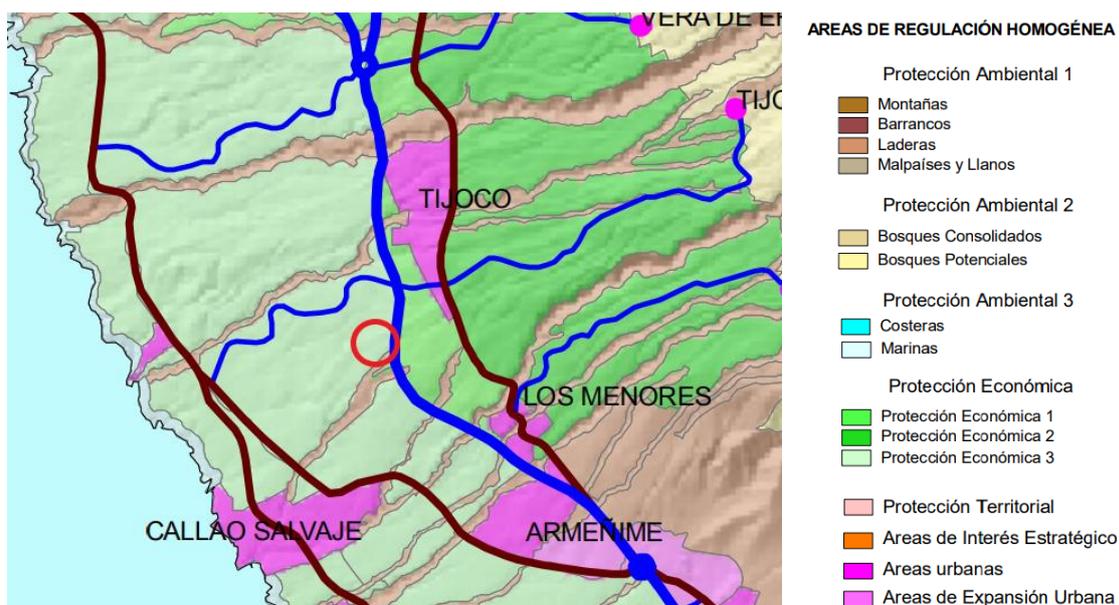


Figura Nº1.1 – Áreas de regulación Homogénea.

Fuente: Plano de PIOT – Modelo de Ordenación Territorial. Elaboración propia

Se observa que la parcela, señalada con un círculo rojo, se encuentra en la denominada como *Área de Protección Económica 3*. Dentro del P.I.O.T. se puede encontrar como las áreas de protección económica tiene por objetivo proteger el desarrollo del sector primario en este tipo de suelo por su potencial económico. Sin embargo, las áreas de la tercera categoría, como es el caso, tienen la capacidad de compatibilizar el desarrollo de suelos de vocación agrícola con instalaciones destinadas al turismo, ya sea alojativo o complementario, con el fin del aprovechamiento del suelo.

Para conocer los usos y restricciones que se aplican sobre este tipo de suelo se consultó la *Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias*.

Cabe resaltar que dentro de esta ley, concretamente en el *Título II – Utilización del suelo rústico; Capítulo I – Régimen general; Artículo 60 – Usos, actividades y construcciones ordinarios específicos* se puede encontrar el punto 3 que literalmente aparece “3. *Igualmente, en cualquier categoría de suelo rústico en tanto sea compatible con sus valores, se permitirá con carácter ordinario el uso deportivo al aire libre, en su caso, con instalaciones fácilmente desmontables, permanentes o temporales, de escasa entidad, necesarias para el adecuado desarrollo de la actividad, salvo prohibición expresa del planeamiento*

aplica". Con este planteamiento se podría afirmar que se puede plantear con las autoridades competentes el desarrollo del anteproyecto.

Dentro de esta ley, las *Áreas de Protección Económica* se diferencian en varias categorías, pero en este caso sólo es de interés la clasificación como suelo rústico de protección económica (SRPE), que se aplica a los terrenos que sean potencialmente idóneos para su aprovechamiento.

Se pueden encontrar diferentes subcategorías dependiendo de su uso potencial, además de forma excepcional, la ordenación puede otorgar un aprovechamiento que no sea uso complementario. Por este motivo, se consultará la normativa municipal para ampliar la información disponible.

2.2.2.- Normativa municipal

Para conocer la normativa aplicable se consultó la *Aprobación Definitiva de Plan General de Ordenación del municipio de Adeje*, cuyo contenido aparece publicado en el *BOP 173/2008*, publicado el martes 2 de septiembre de 2008, *Normativa urbanística del P.G.O. Adeje, Adaptación Básica al TRLOTG*.

Previo a la consulta de la normativa, se realiza una búsqueda en la página web del Gobierno de Canarias, *Base de Datos de Planeamiento* y en la *Infraestructura de datos espaciales de Canarias, IDECanarias*, para obtener información gráfica de la clasificación que recibe el terreno con el que se está trabajando. Muestra de ello son las *Figuras Nº1.2 y Nº1.3* que se presentan a continuación.

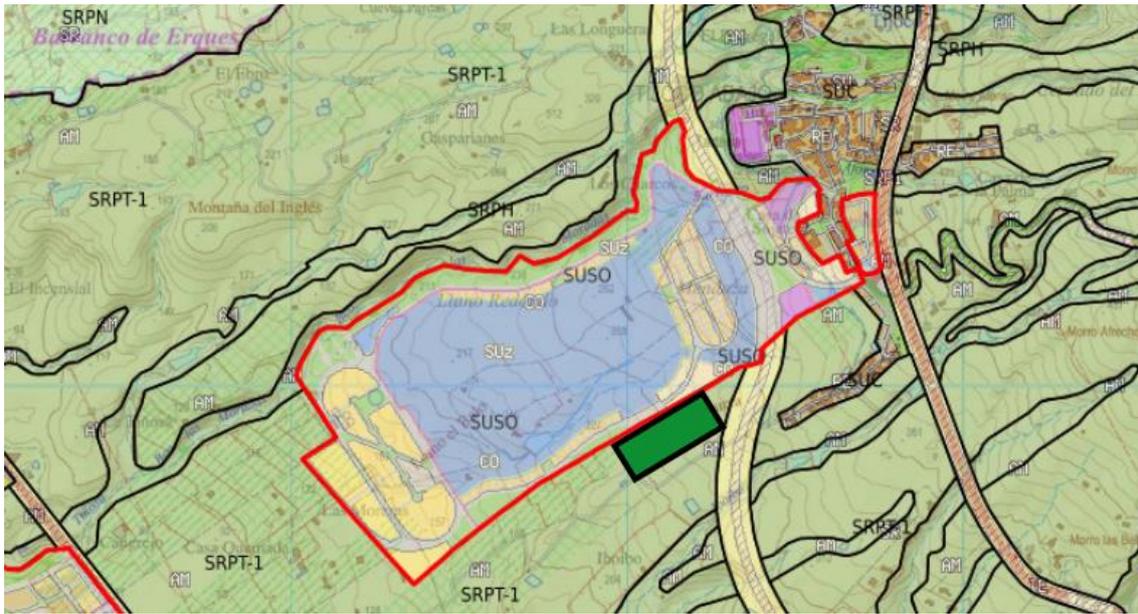


Figura Nº1.2: Categoría del suelo para proyecto aprobado del campo de golf de 18 hoyos e ilustración de la parcela del anteproyecto del campo de prácticas.

Fuente: Bases de Datos de Planeamiento. Elaboración propia

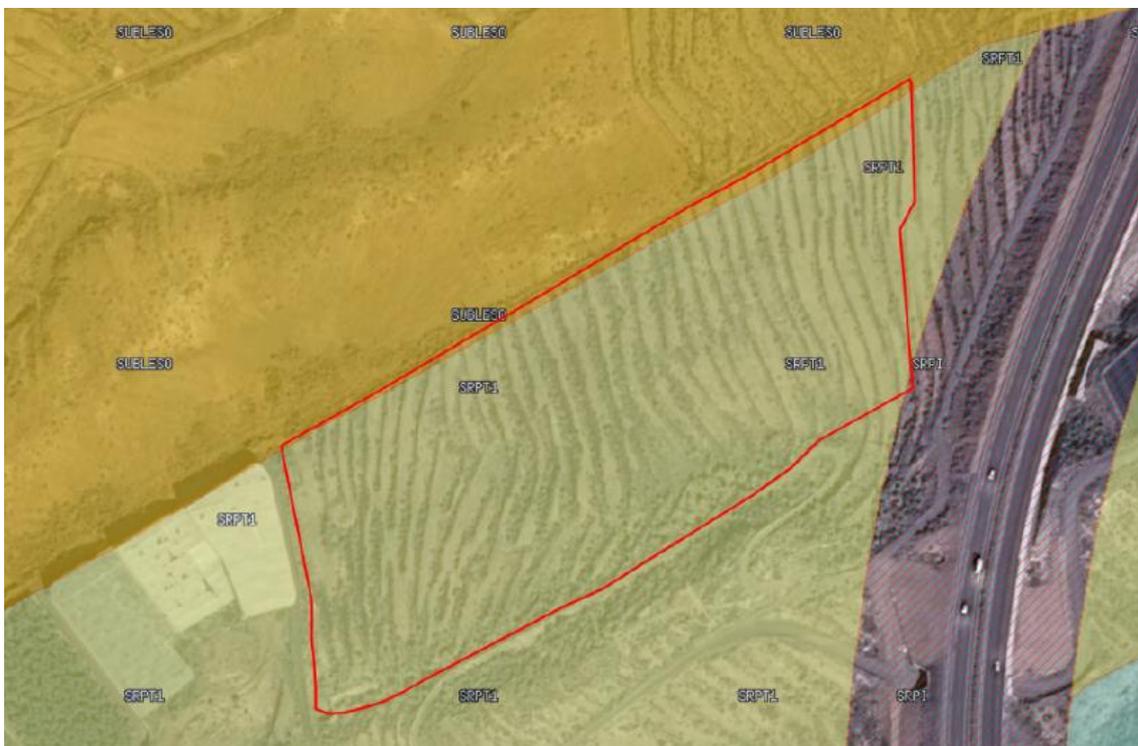


Figura Nº1.3 – Categoría del terreno concreto destinado al anteproyecto del campo de prácticas. Fuente: Visor GRAFCAN. Elaboración propia

Como se puede apreciar, la zona que quedaría destinada al campo de prácticas figura como *SRPT 1*, que representan las siglas de *Suelo Rústico de Protección Territorial*, concretamente la *Subcategoría 1*.

Tras consultar la normativa urbanística del municipio, este tipo de suelo se define como “*Suelo rústico de protección territorial, para la preservación del modelo territorial, sus peculiaridades esenciales y específicas y el valor del medio rural no ocupado, así como la salvaguarda del ecosistema insular y su capacidad de sustentación de desarrollo urbanístico*”.

Además, como se mencionó anteriormente, recibe dos subcategorías, de las cuales sólo estudiará la primera. En el *Artículo 4.4.6. Régimen específico del Suelo rustico de protección territorial* se establecen que los usos compatibles para la subcategoría de *Protección Territorial 1* son “*los usos ligados a las actividades propias de la conservación de los suelos; los usos industriales tanto de producción como de almacenamiento y siempre que estén vinculados directamente a las actividades agrarias. Se admiten los usos ganaderos*”.

Del mismo modo, se puede observar cómo la superficie en la que ya ha sido aprobada la construcción del campo de golf de 18 hoyos figura como *SUSO, Suelo Urbanizable Sectorizado Ordenado*.

Por este motivo se considera que el proseguir bajo estas condiciones no sería procedente, ya que el uso definido no lo permite. Sin embargo, hay diversos factores para continuar con el desarrollo del anteproyecto.

En primer lugar, se trata de un trabajo de carácter académico, por lo que el aprendizaje durante todo el proceso es el objetivo final. En segundo lugar, es posible que durante el transcurso de aprobación, ya se esté tramitando la recalificación del terreno de interés. Por último, de ser imposible su recalificación, el procurador podría trasladar el diseño para incluirlo dentro de las futuras instalaciones ya aprobadas.

2.2.3.- Ficha catastral



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 38001A009000200000LI

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
Polígono 9 Parcela 20
HOYA GRANDE. ADEJE [S. C. TENERIFE]

Clase: RÚSTICO
Uso principal: Agrario
Superficie construida: 267 m²
Año construcción: 1986

Construcción

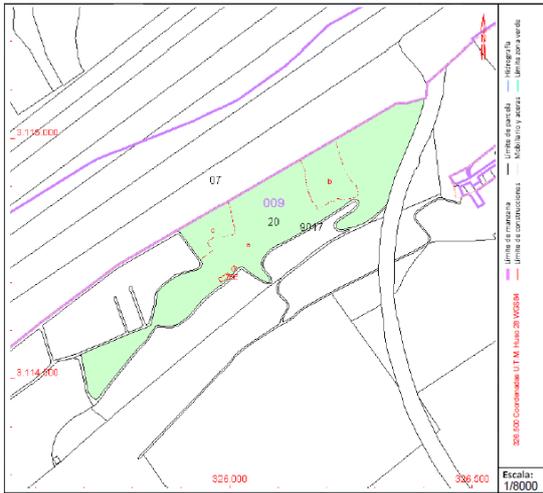
Destino	Escala / Planta / Puerta	Superficie m ²
AGRARIO	1/00/01	75
AGRARIO	1/00/02	192

Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
a	C- Labor o Labradío secoano	00	77.959
b	CR Labor o labradío regadío	00	9.929
c	PT Plátanos regadío	01	6.750

PARCELA

Superficie gráfica: 92.607 m²
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo: Parcela construida sin división horizontal



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Figura Nº1.4: Información catastral de la parcela.
 Fuente: Ministerio de Hacienda y Función Pública.

3.- NORMATIVA AMBIENTAL

3.1.- ESPACIOS PROTEGIDOS

Para poder definir los espacios naturales que se pudiesen encontrar cerca de la parcela, se consultó la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*, donde se establecen los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales. Del mismo modo, se revisó la normativa presente en el *Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias*, que posteriormente quedó derogado por la *Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias*, actualmente en vigor.

Eugenio Vonk Martín

49

El desarrollo de este anteproyecto no tendrá ningún efecto negativo sobre los espacios protegidos presentes dentro de la *Red Canaria de Espacios Protegidos* ni de los espacios protegidos de la *Red Natura 2000*, tanto las *Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)*, como las *Zonas Especiales de Conservación (ZEC)*.

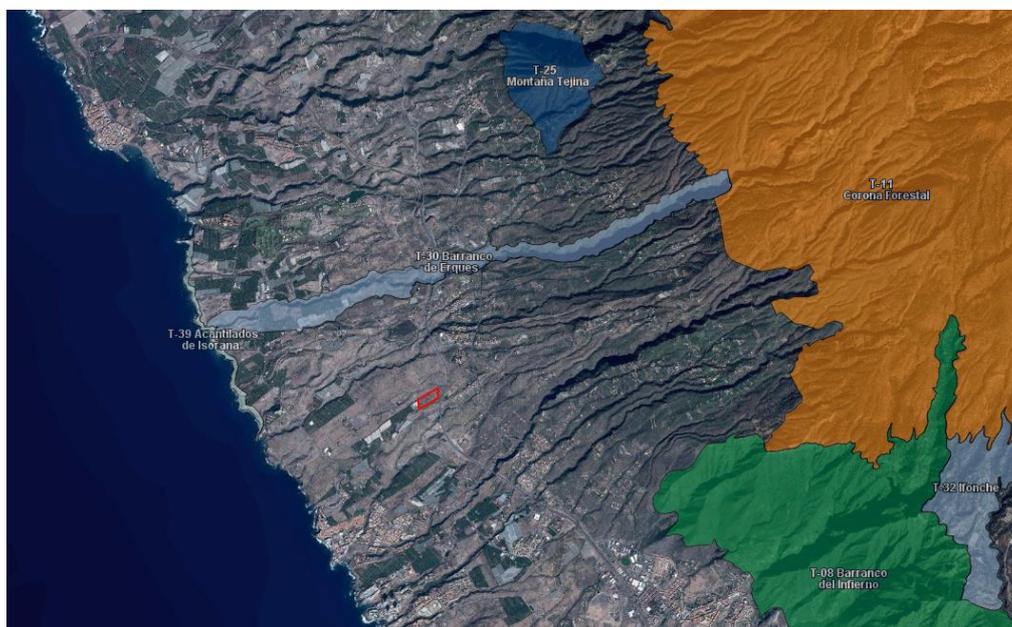


Figura Nº1.5: Red Canaria de Espacios Protegidos.

Fuente: Visor GRAFCAN. Elaboración propia

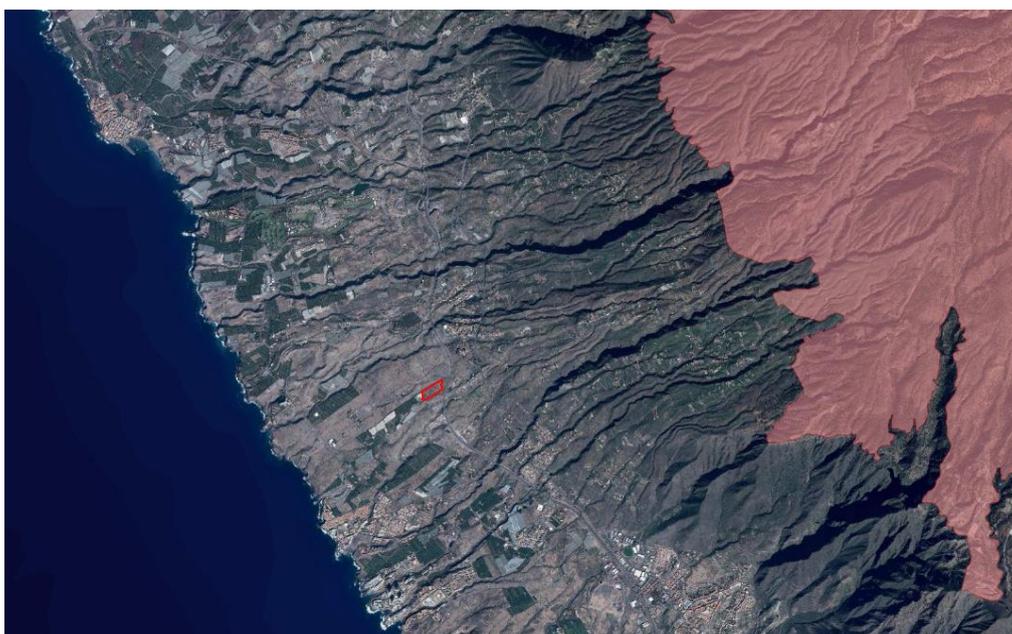


Figura Nº1.6: Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

Fuente: Visor GRAFCAN. Elaboración propia



Figura Nº1.7: Zonas Especiales de Conservación (ZEC).

Fuente: Visor GRAFCAN. Elaboración propia

Tras la consulta de la información gráfica, se observa que el único aspecto que puede resultar de interés para su estudio es la distancia de 1,5 km que se para el Paisaje Protegido del Barranco de Erques con el punto más cercano de la parcela.

Sin embargo, hay que destacar que el espacio que los separa presenta una orografía es muy accidentada, por lo que no presenta ningún problema. Asimismo, se puede apreciar en las figuras como el desarrollo del anteproyecto no supondrá un impacto negativo a ninguno de los espacios protegidos.

3.2.- ÁREAS PRIORITARIAS DE LAS ESPECIES AMENAZADAS DE LA AVIFAUNA

El anteproyecto se sitúa en lo que se denominan “Áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies amenazadas de la avifauna”. Esta área queda definida en la *ORDEN de 15 de mayo de 2015, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, de alimentación, de dispersión y de concentración de las especies de la avifauna amenazada*

en la Comunidad Autónoma de Canarias, a los efectos de aplicación del Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

Según la definición que figura en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión son aquellas áreas con presencia regular de alguna de las especies incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, o en los Catálogos Autonómicos, en un período de tres años consecutivos.

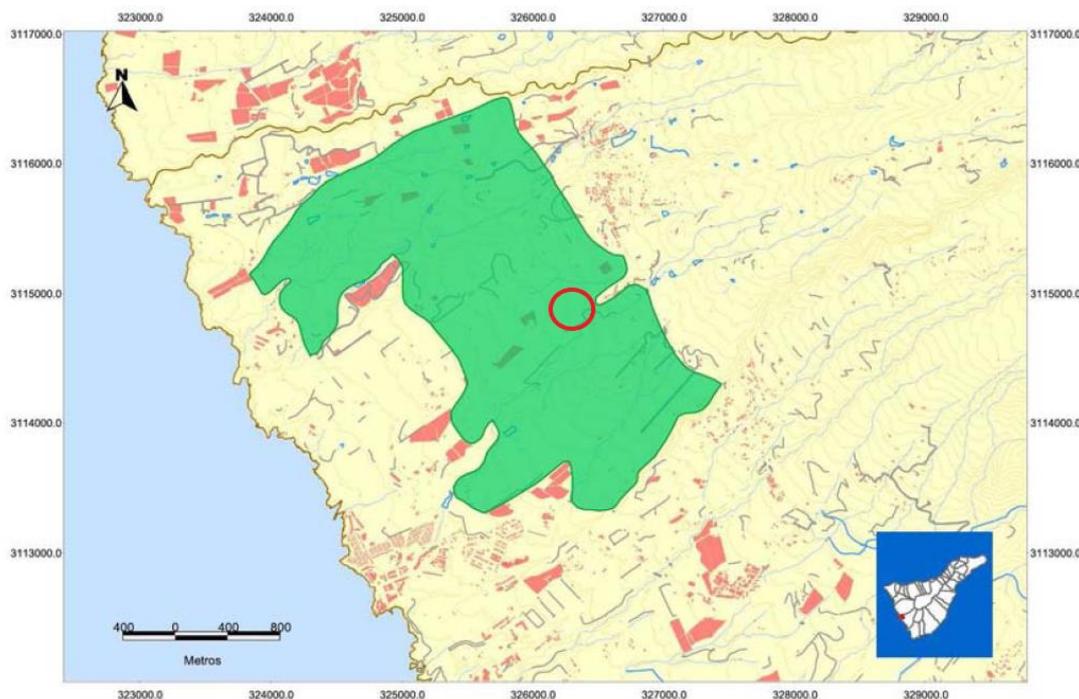


Figura Nº1.8: Área prioritaria, Gasparianes – Iboybo.

Fuente: ORDEN de 15 de mayo de 2015



Figura Nº1.9: Parcela dentro de Áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies amenazadas de la avifauna.

Fuente: GRAFCAN

Tras consultar la *ORDEN de 15 de mayo de 2015*, se concluye que la construcción del campo de prácticas no supondrá un incumplimiento de las normativas anteriormente descritas.

3.3.- MAPA DE ESPECIES PROTEGIDAS

El mapa de especies protegidas se realiza dividiendo el territorio en cuadrantes de 500x500 m para poder aplicar una información específica sobre qué especies, vegetales o animales, se encuentran en la zona y requieran una protección específica.

Estos cuadrantes se dividen en colores según el número de especies protegidas que contienen.

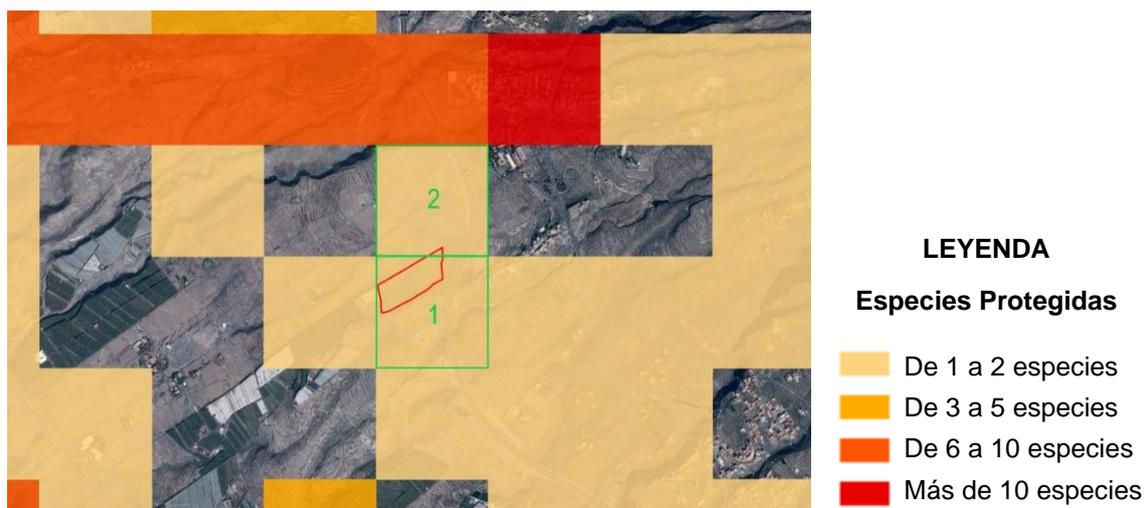


Figura Nº1.10: Mapa de especies protegidas y espacios afectados por la construcción del campo de prácticas. Fuente: Visor GRAFCAN. Elaboración propia

Para conocer la situación de estas zonas, se emplea la información presente en el *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias* (Biota) sobre las especies que se encuentran protegidas según los criterios establecidos por el *Servicio de Biodiversidad de la Consejería*.

Se obtuvo la información necesaria de la *LEY 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas*.

Las especies presentes dentro de las áreas se buscaron en el *Catálogo Canario de Especies Protegidas* y en el *Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas* para conocer y confirmar su estatus de protección.

3.3.1.- Especies protegidas

En el área de mayor tamaño, se encuentra la especie vegetal *Echium triste* spp. *nivariense* (Svent.) Bramwell, un endemismo canario conocido vulgarmente como *Viborina triste* y que recibe la categoría de “protección especial”.

Para conocer las limitaciones que se aplica sobre el suelo donde esté presente esta especie se consultó en la *Ley 4/2010* la normativa aplicada para dicha

categoría de protección y las prohibiciones provistas en la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*.

Gracias a las claves de identificación presentes en el *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias* (Biota) se pudo confirmar que no se presenta ningún ejemplar en la parcela.

En cuanto al área de menor tamaño, se puede encontrar otra especie bajo protección, siendo en este caso un ave endémica canaria conocida como Alcaraván común, *Burhinus oedicephalus distinctus* (Bannerman, 1914).

Esta especie presenta la categoría de “vulnerable” según la *Ley 4/2010*, sin embargo, el área de protección afectada por el anteproyecto es tan pequeña, apenas el 1% de la extensión total, que se considera ínfimo el efecto perjudicial que supone la obra para el hábitat de esta especie.

4.- NORMATIVA PARA CAMPOS DE GOLF

En lo que respecta a la normativa específica de la construcción de campos de golf y, por consiguiente, de campos de prácticas, no se encontraron restricciones específicas que se deban tener en cuenta. Más bien, la normativa se plantea como una recomendación, ya que es muy difícil adaptar un modelo concreto de trabajo cuando las condiciones y características bajo las que están el desarrollo de este tipo de anteproyecto son muy diferentes unos de otros, debido principalmente a la orografía y espacio disponible.

En primer lugar, se realizaron consultas de carácter general en las principales asociaciones involucradas en el trabajo de la normativa aplicable a campos de golf. Se consultó la información disponible en *The R&A* que a nivel europeo estandariza tanto reglas de golf como las condiciones de los circuitos profesionales.

Posteriormente, se ahondó en la normativa presente en la *USGA* (*United States Golf Association*), por la que se establecen todas las condiciones, reglas y sugerencias de construcción que se aplican en el circuito americano de golf.

Para ampliar la información disponible se consultó la normativa española disponible para campos de golf en *Normas UNE*. En este caso, sí se pudieron encontrar multitud de normas aplicables, pero especialmente centradas en el ámbito de construcción, mantenimiento y calidad.

Es el caso de las normas principales que se encontraron, como la *UNE 147304:2021 Superficies deportivas de hierba natural. Sistemas de construcción para superficies deportivas de golf, especificaciones y métodos de ensayo*, donde se definen las diferentes características de construcción necesarias que debe reunir una instalación destinada a la práctica del golf para poder ser abierta al público. Otro caso es la *UNE 188001:2011 Campos de golf. Requisitos para la prestación del servicio*, por la que se establecen las condiciones necesarias que debe reunir para ser operativo.

También se estudiarán otras normas como la *UNE-EN 15301-1:2007 Superficies deportivas. Determinación de la resistencia rotacional*, *UNE-EN 12233:2013 Superficies para áreas deportivas. Determinación de la altura de la hierba del césped natural*, *UNE-EN 12616:2013 Superficies para áreas deportivas. Determinación de la infiltración de agua*, *UNE-EN 12234:2014 Superficies para áreas deportivas. Determinación del comportamiento a la rodadura de la pelota*.

Todas estas normas se tratan con un carácter pasivo, es decir, se van incorporando de manera paulatina a la hora de realizar los diseños, elaborar los cálculos y otros factores que se irán mencionando en sus respectivos anejos a medida que se vayan empleando. Asimismo, gran parte del objetivo de estas normas es garantizar la calidad del juego sobre superficies de césped natural y desarrollar un diseño para propiciarlo.

Es importante resaltar que la mayor parte de la normativa previamente descrita está enfocada en el trabajo de un campo de golf, pero no hay demasiada información que haga referencia específica a la construcción de un campo de prácticas, por lo que se intentará en todo caso, extrapolar esa información para poder aplicarla en este anteproyecto.

ANEJO N°2

INFORMACIÓN GRÁFICA

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*



Figura Nº2.1: Imagen de la delimitación superior de la parcela por la tajea.



Figura Nº2.2: Imagen de las vistas desde el extremo superior de la parcela.



Figura Nº2.3: Imagen de la vegetación presente en la parcela.



Figura Nº2.4: Imagen del estado actual de los muros de piedra seca.



Figura Nº2.5: Imagen de la división de la parcela con el terreno contiguo de lateral noroeste.



Figura Nº2.6: Imagen del lateral noroeste de la parcela.

ANEJO N°3

CLIMATOLOGÍA

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	63
2.- FUENTES CONSULTADAS.....	63
3.- ESTACIÓN METEOROLÓGICA ELEGIDA.....	64
4.- DATOS OBTENIDOS.....	66
4.1.- Procesamiento de los datos	67
5.- PRECIPITACIÓN	69
5.1.- Cálculo de probabilidad de lluvia	71
5.2.- Cálculo de la precipitación efectiva.....	73
6.- VIENTOS DOMINANTES.....	75

1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo se recoge toda la información relacionada con la climatología, desde la obtención de datos de una estación meteorológica y sus características, hasta los cálculos de precipitación efectiva.

Recoger y conocer los datos climatológicos de una zona próxima al emplazamiento del anteproyecto es vital para poder estimar las diferentes necesidades, especialmente las hídricas, a lo largo del año. Por este motivo, se buscará una estación meteorológica que registre datos que hayan sido obtenidos bajo unas condiciones similares o extrapolables a las de la parcela y con, como mínimo, 10 años de antigüedad.

2.- FUENTES CONSULTADAS

Se consultaron las diferentes fuentes disponibles para la obtención de datos meteorológicos recogidos por una estación meteorológica al aire libre lo más próxima posible.

Se buscó en la base de datos del *Sistema de Información Agroclimática para el Regadío* (SIAR), perteneciente al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España. En él, se pudieron encontrar datos pertenecientes a una estación instalada en el mismo municipio del anteproyecto, sin embargo, tan sólo se podía acceder a los datos meteorológicos del año 2021, por lo que no se ajusta a las condiciones requeridas.

El siguiente paso fue consultar en la *Agencia Estatal de Meteorología* (AEMET), pero desafortunadamente no cuenta con ninguna estación cerca del municipio.

También se recurrió a la base de datos agroclimáticos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias, pero al igual que con el SIAR, los datos para la estación más próxima en el municipio de Adeje comienzan a partir de febrero de 2021.

Donde finalmente se obtuvieron los datos meteorológicos necesarios fue en el *Servicio de Difusión de Tecnología Agraria y Desarrollo Rural* para la isla de Tenerife, competencia del Cabildo de Tenerife y conocido como AgroCabildo. Disponen de multitud de estaciones meteorológicas repartidas por toda la isla, concretamente un total de 61 estaciones con información disponible para su consulta.

3.- ESTACIÓN METEOROLÓGICA ELEGIDA

La estación elegida se encuentra en el municipio de Adeje, en el sector Hoya Grande y fue elegida por la proximidad con la parcela del anteproyecto.



Figura Nº3.1. Estaciones meteorológicas de Tenerife y estación seleccionada.

Fuente: AgroCabildo

Para establecer su ubicación exacta, se consultó la ficha técnica de la estación provista por AgroCabildo. En ella también se proporcionan datos como la fecha de instalación o los instrumentos instalados.

En cuanto a su ubicación, la estación se encuentra a una altura de 130 m.s.n.m. y respecto a su localización, las coordenadas de la estación se representan como equivalencias en la *Tabla Nº3.1* y su situación en la *Figura Nº3.1*.

Tabla N°3.1: Coordenadas de la estación meteorológica Hoya Grande.

COORDENADAS	UTM	DMS	Grados decimales	Radianes
Longitud	Y: 3114289	16° 46' 46.1" O	16.77947° O	-0.29285699 rad
Latitud	X: 325253	28° 08' 33.7" N	28.14268° N	0.49118252 rad

Fuente: AgroCabildo

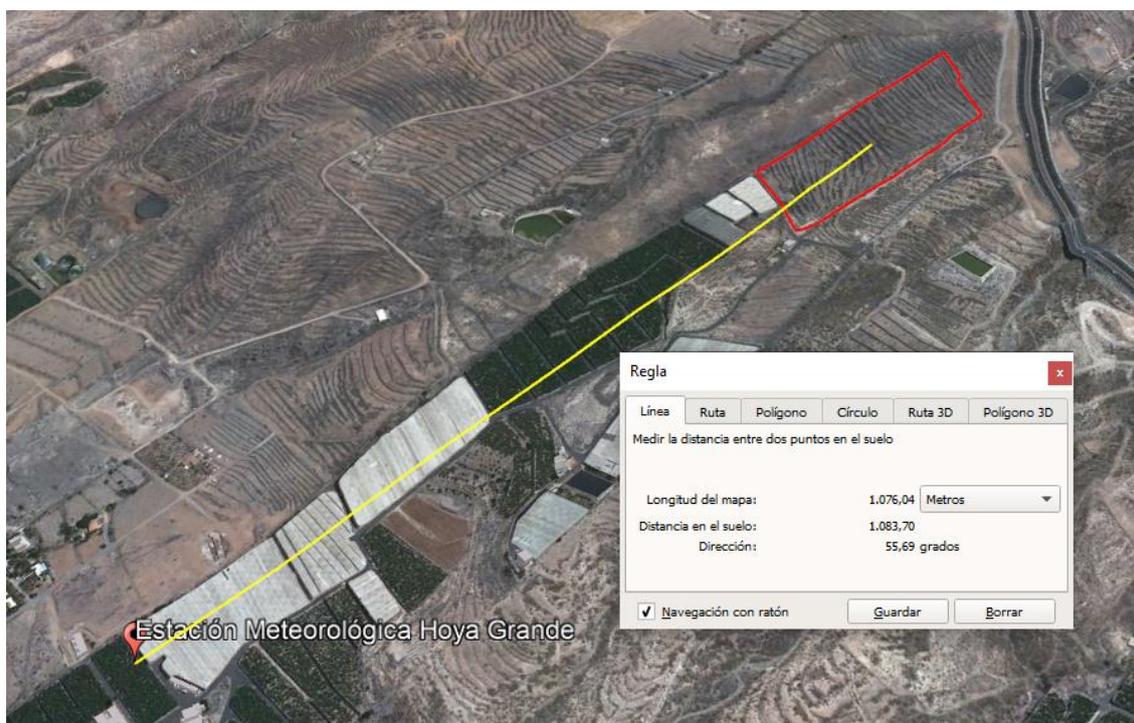


Figura N°3.2: Distancia de la estación a la parcela del anteproyecto.

Fuente: Google Earth

Como se puede apreciar en la *Figura N°3.2*, la estación seleccionada se encuentra realmente cerca de la parcela del anteproyecto, distando poco más de 1 km del centro de la misma. Con una distancia tan reducida, los datos climáticos recogidos por la estación y el conjunto de cálculos derivados de esos datos, se adaptarán a la perfección.

La estación cuenta con sensores de velocidad y dirección de viento situados a 4,5 m sobre la superficie del suelo y también dispone de sensor de temperatura y humedad relativa a 3 m de altura.

4.- DATOS OBTENIDOS

Como se mencionó al inicio, los datos se intentaron obtener de distintas plataformas, sin embargo, tan sólo en la página de AgroCabildo se consiguieron datos históricos desde que la estación se instaló el 24 de junio de 2010.

Estos datos se presentan como valores medios mensuales de cada año, entre los que se incluyen datos de temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, radiación solar y precipitación. Los valores máximos y mínimos de temperatura también están disponibles, pero estos son valores absolutos, por lo que no aportan información que pueda ser empleada como valores medios. Asimismo, también se pueden encontrar datos de la velocidad y dirección del viento más fuerte registrado.

En cuanto a la radiación solar, los datos se registran en $W h m^{-2}$ y se define como la *radiación total diaria*, lo que implica que se trata de el acumulado de radiación en un día. Por ese motivo, hay que tener presente que el valor total se dividirá entre 24 h para poder trabajar con estos datos.

Por último, la precipitación se presenta como el sumatorio de la lluvia recogida cada día del mes.

Uno de los datos más importantes que se esperaban obtener para el anteproyecto eran los datos de evapotranspiración de referencia, pero estos sólo estaban disponibles para el último año natural de los datos recogidos por la estación, el resto de los datos anteriores no lo incluían y deben ser calculados.

El cálculo de la evapotranspiración de referencia, siguiendo el método FAO de su publicación Nº56 con la ecuación de Penman-Monteith, se desarrollará en el *Anejo Nº9: Cálculo de evapotranspiración de referencia*.

4.1.- PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Para poder trabajar con los datos recogidos por la estación meteorológica durante los 10 años que ha estado en activo, se realizó la media de todos aquellos valores mensuales que se vean implicados en los cálculos de la evapotranspiración de referencia.

A continuación, se incluyen recopilados en la *Tabla N°3.2* los valores medios mensuales calculados desde junio de 2010 hasta junio de 2021.

Tabla Nº3.2. Media de los datos recogidos por la estación meteorológica Hoya Grande (2010-2021)

COMP	PERIODO 2010-2021											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T	16,673	16,764	17,245	18,145	19,473	21,00	22,336	23,218	22,627	21,627	19,555	17,945
T _{max}	23,827	24,045	24,245	24,436	25,182	26,983	28,600	29,482	29,027	28,618	26,055	25,082
T _{min}	11,982	11,509	12,073	13,145	14,218	16,008	17,255	18,282	17,764	16,555	14,791	13,273
HR	68,391	68,791	71,518	72,055	72,391	72,958	75,509	76,427	77,700	74,80	71,627	67,382
HR _{max}	91,591	92,864	94,273	94,291	94,500	94,817	96,309	96,445	96,918	95,473	92,582	90,80
HR _{min}	41,327	42,209	45,10	46,873	48,636	48,792	51,836	52,318	51,855	48,773	47,027	41,282
u _z	0,345	0,473	0,70	0,755	0,673	0,442	0,40	0,345	0,20	0,264	0,345	0,382
R _s	153,515	187,944	232,234	258,155	274,983	271,106	288,910	269,172	222,495	186,710	152,336	139,950

Fuente: AgroCabildo. Elaboración propia

Donde:

- T temperatura media [°C]
- T_{max} temperatura máxima absoluta [°C]
- T_{min} temperatura mínima absoluta [°C]
- HR humedad relativa media [%]
- HR_{max} humedad relativa máxima absoluta [%]
- HR_{min} humedad relativa mínima absoluta [%]
- u_z velocidad media de viento a 4,5 m [m s⁻¹]
- R_s radiación solar [W m⁻²]

5.- PRECIPITACIÓN

Los datos de precipitación recogidos son fundamentales, con ellos se podrán obtener los valores de precipitación efectiva, para así poder establecer las necesidades que requiere el cultivo del césped y otras especies.

La recopilación de datos se ha realizado de forma mensual por la estación durante el periodo de junio de 2010 hasta junio de 2021 y se muestran en la *Tabla Nº3.3*. Se realizará la suma de la precipitación mensual de cada año para poder obtener la precipitación anual.

Posteriormente, para el cálculo de la precipitación efectiva se empleará el método *Bureau of Reclamation* de EE.UU., en el cual se usan las siguientes ecuaciones en función del valor de la precipitación durante un año seco:

$$P_e = P_{80\%} \frac{(125 - 0,2 * P_{80\%})}{125} ; \text{ para } P_{80\%} < 250\text{mm}$$

$$P_e = 125 + 0,1 * P_{80\%} ; \text{ para } P_{80\%} > 250\text{mm}$$

Donde:

P_e precipitación efectiva [mm]

$P_{80\%}$ precipitación en un año seco [mm]

Tabla Nº3.3. Datos de precipitación mensual y anual

P	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM	OCTUBRE	NOVIEM	DICIEM	ANUAL
2010	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0	0,1	0,1	48	3,9	94,1	104,1	250,3*
2011	39,6	13,2	14	26,1	0	0	0	0	0,1	6,4	0	0	99,4
2012	0	0	0	9,5	0,1	0	0	0	0,3	82,7	82,8	0	175,4
2013	0	2,7	33,5	0,1	0,1	0	0	0	0	0	18,5	222,4	277,3
2014	18,4	4,5	0,7	10,8	0	0	0,2	0	0,3	47	42,5	1,3	125,7
2015	0	5	1,1	0,1	0,1	0	0	24,2	2,4	54,1	0,2	12,2	99,4
2016	0,6	7,2	0,8	2,4	2,6	0,1	0	0	0	35,8	3,5	10	63
2017	0,2	19,9	0	20,3	0	0	0	0	1	0,1	0,6	1,2	43,3
2018	1,2	37,9	8,3	0,2	0,9	0	0	0,1	0,2	11,3	13,5	0	73,6
2019	0	0	13	19,3	0,3	0	0	0	9,5	20,3	0	0	62,4
2020	0	0	4	2,1	0,3	5	0	0	0,2	10,7	7,1	42,5	71,9
2021	11,6	0,8	0,2	0,9	0	0,2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	13,7*

Fuente: AgroCabildo. Elaboración propia

Donde:

- P datos de precipitación recogidos por la estación [mm]
- S/D sin datos disponibles
- Anual sumatorio de los datos mensuales [mm]
- Anual* sumatorio incompleto por falta de datos [mm]

5.1.- CÁLCULO DE PROBABILIDAD DE LLUVIA

Para poder realizar el cálculo se necesitará emplear las precipitaciones anuales ordenadas de mayor a menor, como se presenta en la *Tabla Nº3.4*, para así poder calcular su probabilidad según la fórmula de Weibull aplicando la siguiente ecuación:

$$P_b = \frac{m}{N + 1} * 100$$

Donde:

- P_b probabilidad de que se produzca una determinada lluvia [%]
- m número ordinal de la serie
- N número total de datos (en este caso: $N=11$)

La precipitación anual recogida para 2021 no se tendrá en cuenta ya que sus datos están incompletos, sin embargo, los datos de 2010 sí se tendrán en cuenta al ser un valor significativamente elevado.

Tabla Nº3.4. Precipitaciones ordenadas en valor decreciente y probabilidad de excedencia

m	P_{anual}	P_b
1	277,3	8,333
2	250,3	16,667
3	175,4	25
4	125,7	33,333
5	99,4	41,667
6	99,4	50
7	73,6	58,333
8	71,9	66,667
9	63	75
10	62,4	83,333
11	43,3	91,667

Una vez obtenidas las probabilidades para las diferentes precipitaciones, se elaborará el gráfico donde se enfrente la probabilidad con la lluvia con los valores de precipitación y así poder generar una línea de tendencia que obtenga el coeficiente de correlación, R^2 , que sea lo más próximo posible a 1.

La *Figura Nº3.3* se muestra la gráfica donde se incluyen los datos de precipitación en el eje Y y las probabilidades en el eje X. A esta serie de datos enfrentados se le ajusta con un R^2 igual a 0,981 la función polinómica de grado 3:

$$y = -0,0006x^3 + 0,1372x^2 - 10,987x + 373,22$$

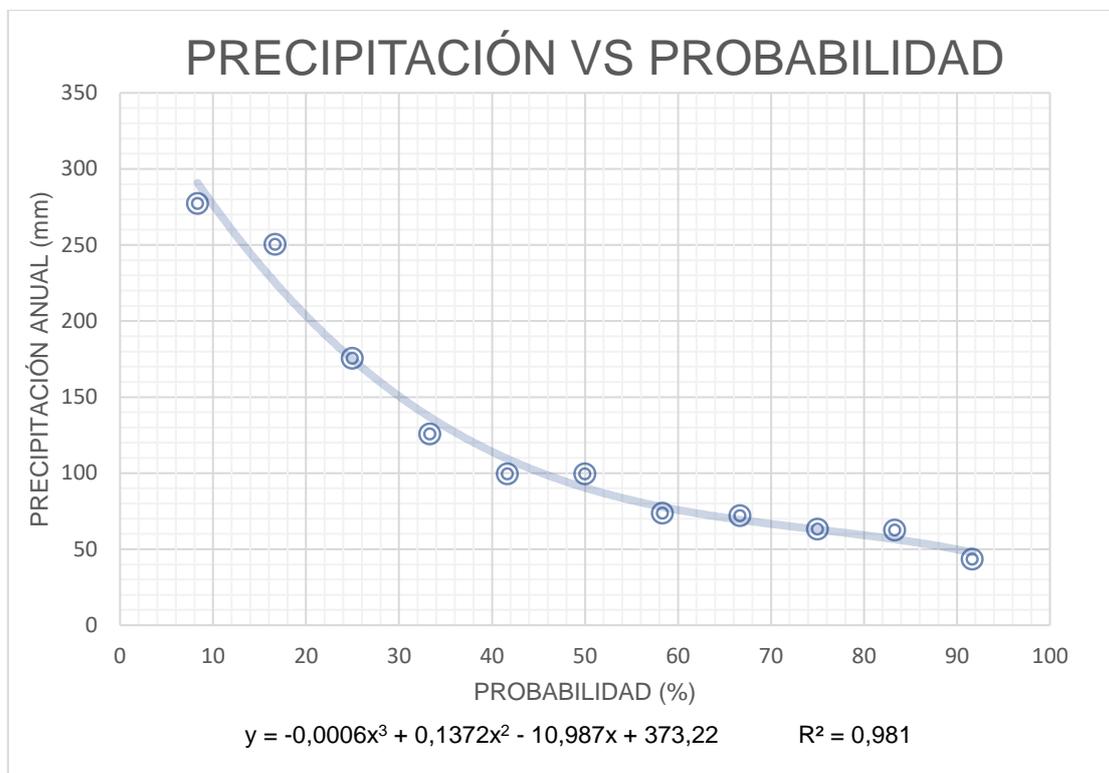


Figura Nº3.3. Gráfica precipitación vs probabilidad

Una vez obtenida la función que se ajusta a los datos recogidos, se podrá sustituir el valor de “x” por la probabilidad que se desea estudiar. Para este anteproyecto se estudiará, tanto la precipitación que se produce en un año seco, donde la precipitación tendrá una probabilidad de excedencia del 80%, como la precipitación en un año húmedo, donde tendrá un 20% de probabilidad.

Tabla Nº3.5. Relación de precipitación anual para año húmedo y seco

	Precipitación (anual)
P_{20%} (año húmedo)	203,56 mm
P_{80%} (año seco)	65,14 mm

5.2.- CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA

La precipitación efectiva se considera la proporción de precipitación total que puede ser aprovechada por la planta, ya que se tiene en cuenta que se producen pérdidas por percolación, evaporación, escorrentía y por adhesión al follaje.

Para poder calcular la precipitación efectiva y las relaciones de probabilidad para cada mes, se empleará la siguiente fórmula:

$$P_{20\%}(\text{mes}) = P_{\text{med}}(\text{mes}) * \frac{P_{20\%}(\text{anual})}{P_{\text{med}}(\text{anual})}$$

$$P_{80\%}(\text{mes}) = P_{\text{med}}(\text{mes}) * \frac{P_{80\%}(\text{anual})}{P_{\text{med}}(\text{anual})}$$

Donde:

$P_{\%}(\text{mes})$	precipitación con un % de que se produzca en el mes (20% para un mes húmedo y 80% para un mes seco) [mm]
$P_{\text{med}}(\text{mes})$	precipitación media de todos los datos de ese mes [mm]
$P_{\%}(\text{anual})$	precipitación anual calculada mediante Weibull y el ajuste (20% para un mes húmedo y 80% para un mes seco) [mm]
$P_{\text{med}}(\text{anual})$	precipitación media de todos los datos anuales [mm]

Para finalizar el proceso del cálculo de la precipitación efectiva, se muestra la *Tabla Nº3.6* con los resultados obtenidos para cada mes, destacar que para la precipitación efectiva se usó la fórmula específica para valores menores a 250 mm.

$$P_e = P_{80\%} \frac{(125 - 0,2 * P_{80\%})}{125} ; \text{ para } P_{80\%} < 250\text{mm}$$

En cuanto a la precipitación de un año húmedo, su valor servirá como orientación en los cálculos del sistema de drenaje del *Anejo Nº13: Diseño del sistema de drenaje*.

Tabla Nº3.6: Recopilación de valores de precipitación obtenidos

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MEDIA	6,51	8,29	6,87	8,35	0,40	0,44	0,03	2,22	5,64	24,75	23,89	35,79	121,97
P_{20%}	10,86	13,84	11,47	13,93	0,67	0,74	0,05	3,70	9,41	41,31	39,87	59,73	205,57
P_{80%}	3,48	4,43	3,67	4,46	0,21	0,24	0,01	1,18	3,01	13,22	12,76	19,11	65,78
P_e	3,46	4,40	3,65	4,43	0,21	0,24	0,01	1,18	3,00	12,94	12,50	18,53	64,54

Donde:

- Media media aritmética de todos los valores recogidos para un mismo periodo [mm]
- P_{20%} precipitación en un año húmedo [mm]
- P_{80%} precipitación en un año seco [mm]
- P_e precipitación efectiva durante un año seco [mm]

6.- VIENTOS DOMINANTES

El estudio del viento es un factor relevante, tanto para la práctica del golf, como para realizar consideraciones en la uniformidad de riego al tratarse de aspersión.

A la hora de jugar al golf, si la presencia de viento es constante durante una sesión de entrenamiento, puede llegar a ser molesto para el jugador y provocar que prefiera entrenar en otro lugar. Por ello, sería recomendable tratar de crear una barrera vegetal que consiga amortiguar su intensidad.

En cuanto al riego, es importante tener en cuenta que cuando se realiza un riego por aspersión, la presencia de viento significativamente intenso supondrá un descenso de la uniformidad de riego, lo que afectaría a posteriores cálculos.

Por este motivo, se buscarán los registros históricos de los vientos dominantes para así poder proceder. Sin embargo, los datos de velocidad media de viento sí quedan registrados por la estación, pero los datos de orientación sólo están disponibles para los vientos máximos que se producen, lo cual no aporta la información que se requiere.

Para intentar disponer de datos más concretos se consultaron otras fuentes como la *Agencia Estatal de Meteorología* (AEMET), pero en este caso sólo dispone de 4 estaciones en Tenerife y ninguna se encuentra cerca de la parcela del anteproyecto. Por ello, se recurrió a la web conocida como "*WINDFINDER*", web especializada en el registro de datos de viento para brindar información detallada.

Canarias cuenta con 257 puntos de recogida de datos y el punto con datos más ajustados se encuentra en Playa Paraíso, aproximadamente a 2,7 km de la parcela estudiada como se observa en la *Figura Nº3.4*. Este punto fue escogido por su similitud geográfica, que a pesar de estar más próximo al mar, mantiene una cota más próxima que el resto de puntos que se encuentran alrededor.

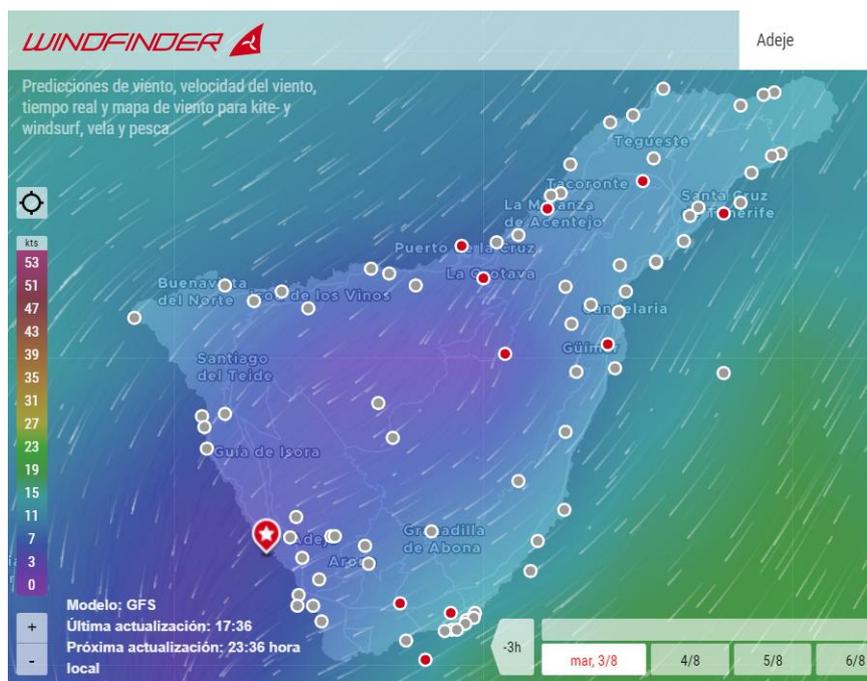


Figura Nº3.4: Punto de información de viento elegido. Fuente: WINDFINDER

Los datos disponibles abarcan desde junio de 2011 hasta enero de 2018 y se representan como medias mensuales, tanto de la velocidad media como de la dirección media del viento. Los datos que presenta la web se encuentran en nudos, pero en la *Tabla Nº3.7* se realizará la conversión a kilómetros por hora y a metro por segundo.

Tabla Nº3.7: Velocidad media de viento recogida en el intervalo conocido

MES	AGROCABILDO		WINDFINDER			DIRECCIÓN
	VELOCIDAD (2010-2021)	VELOCIDAD (2011-2018)	Nudos	m s ⁻¹	km h ⁻¹	
Enero	0,345	1,242	1,05	0,54	1,94	OSO
Febrero	0,473	1,7028	0,91	0,47	1,68	SO
Marzo	0,70	2,52	1,91	0,98	3,54	OSO
Abril	0,755	2,718	2,45	1,26	4,55	OSO
Mayo	0,673	2,4228	3,45	1,78	6,40	OSO
Junio	0,442	1,5912	3,23	1,66	5,98	SO
Julio	0,40	1,44	3,45	1,78	6,40	SSO
Agosto	0,345	1,242	3,36	1,73	6,23	SSO
Septiembre	0,20	0,72	3,09	1,59	5,72	SSO
Octubre	0,264	0,9504	3,23	1,66	5,98	OSO
Noviembre	0,345	1,242	2,59	1,33	4,80	SSO
Diciembre	0,382	1,3752	1,36	0,70	2,53	OSO

En comparación con los datos recogidos por la estación de AgroCabildo, las velocidades de viento que se registraron en WINDFINDER son significativamente superiores. Como se mencionó anteriormente, esto se debe a que el punto de toma de datos se encuentra más cerca del mar, donde el viento suele ser más intenso. Por ese motivo, se consideran más ajustados los datos recogidos por la estación meteorológica, donde se obtuvo una velocidad media más elevada durante el mes de abril.

Como se puede observar en la tabla, durante los meses de mayo y julio se dan las condiciones de viento más desfavorables.

En cuanto a la dirección del viento, se han recogido los valores medios mensuales como se muestra en la *Figura Nº3.5*. Será interesante tenerlo en cuenta a la hora de situar una barrera vegetal que amortigüe el viento y aumente la comodidad de los jugadores.



Figura Nº3.5: Gráfico de dirección media del viento en el intervalo conocido

La dirección de viento que se repite con más frecuencia es la que proviene del OSO (oeste-suroeste). En el diseño se tendrá en cuenta ya que se incluirá una pared vegetal en la parte inferior del campo de prácticas. Estará compuesta por Acacias de aproximadamente 4 m de alto que reducirá la velocidad del viento, en especial en la zona del putting green como se puede apreciar en el *Plano Nº14: Resultado final – Putting green*.

ANEJO N°4

ANÁLISIS Y PREPARACIÓN DEL

SUELO

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	80
2.- RECOGIDA DE MUESTRAS	80
3.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS.....	80
3.1.- Análisis físico.....	82
3.2.- Análisis químico.....	82
4.- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	83
5.- RECOMENDACIONES	86
5.1.- Aumento de la materia orgánica.....	86
5.2.- Corrección del pH.....	87
5.3.- Corrección del fósforo.....	88
5.4.- Corrección del magnesio y C.E.	89
6.- PREPARACIÓN DE LAS DIFERENTES ÁREAS DE PLANTACIÓN.....	89
6.1.- Áreas ornamentales.....	89
6.2.- Áreas encespadas.....	89
6.2.1.- Calle de prácticas.....	89
6.2.2.- Tee de prácticas.....	91
6.2.3.- Greens	91

1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se muestra la información y resultados recogidos del análisis de suelo de la parcela. Con esta información se puede conocer la textura y concentración de macronutrientes esenciales presentes, para así poder realizar las correcciones necesarias y preparar el suelo previo a la plantación.

Se realizará una corrección de forma general a toda la superficie que será plantada y otra corrección específica de cada área que requiera un tratamiento independiente, ya sean zonas de juego u ornamentales.

2.- RECOGIDA DE MUESTRAS

Para que el análisis fuera representativo, se tomaron un total de 30 muestras repartidas por toda la superficie y a unos 25 cm de profundidad, siguiendo las recomendaciones del laboratorio. Dentro de una misma terraza, las muestras se intentaron tomar de tres puntos diferentes: en el pie del muro, en la coronación del muro y en la zona central.

Estas muestras se unieron y se mezclaron para formar una única muestra de 2 kg que se envió al *Laboratorio de Diagnóstico Agrícola I+D Canarias Explosivos, S.A.* para su análisis.

3.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Los resultados enviados por el laboratorio se muestran en la *Figura Nº4.1.*

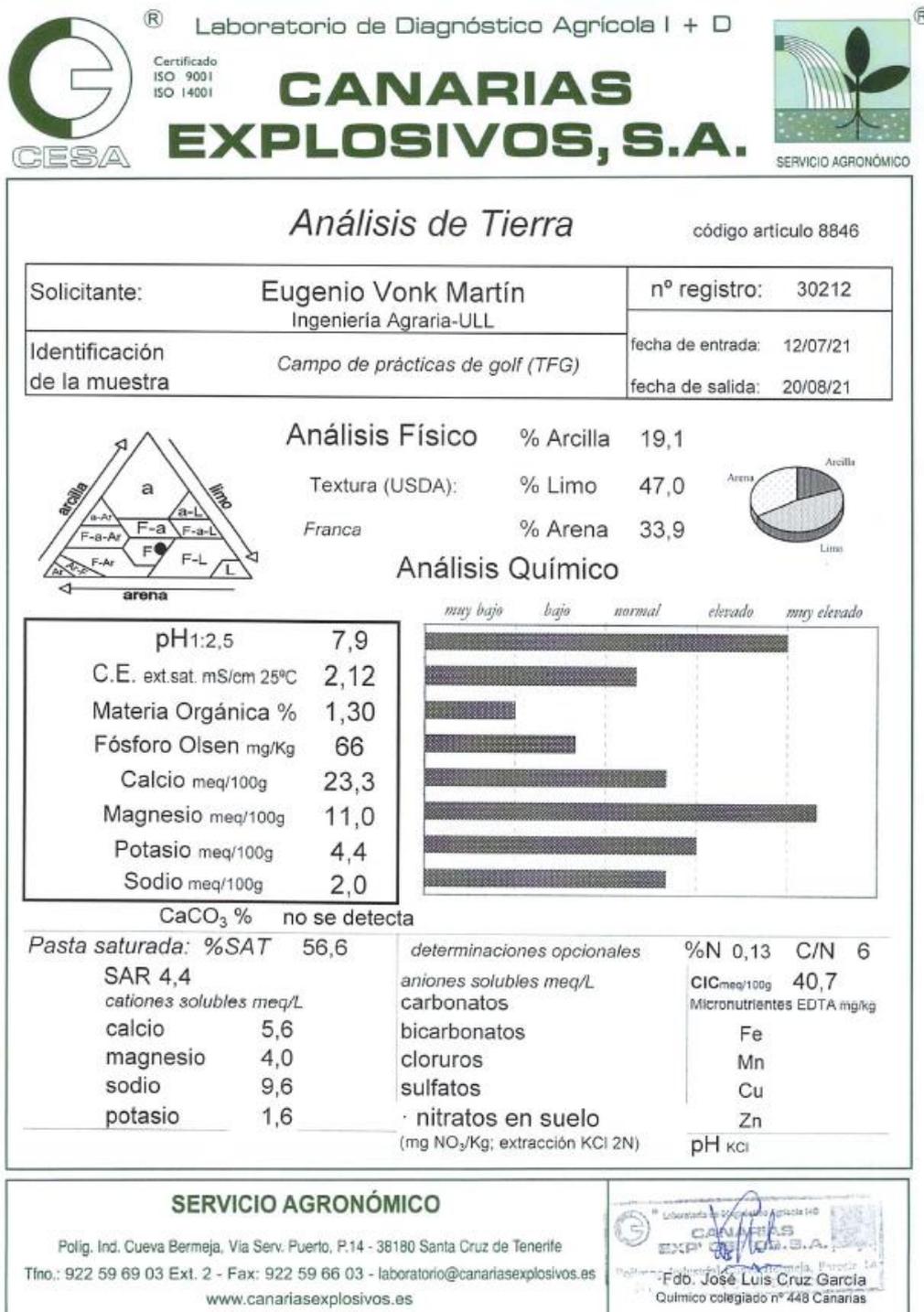


Figura Nº4. 1: Resultados del análisis de suelo en laboratorio

3.1.- ANÁLISIS FÍSICO

En cuanto al estudio de propiedades físicas del suelo, las características principales determinadas por el análisis se reúnen en la siguiente tabla:

Tabla Nº4.1: Resultados del análisis físico del suelo

PARÁMETRO	RESULTADO
Textura (USDA)	<i>Franca</i>
Composición:	
% Arcilla	19,1
% Limo	47,0
% Arena	33,9

3.2.- ANÁLISIS QUÍMICO

Siguiendo el mismo proceso, se reunirán los valores químicos obtenidos en el análisis en la siguiente tabla:

Tabla Nº4.2: Resultados del análisis químico del suelo

DETERMINACIÓN	RESULTADO DEL ANÁLISIS
pH 1:2,5	7,9
C.E. ext. sat. a 25°C (mS cm ⁻¹)	2,12
Materia orgánica (%)	1,30
Fósforo Olsen (mg kg ⁻¹)	66
Cationes de cambio:	
- Calcio (meq 100g ⁻¹)	23,3
- Magnesio (meq 100g ⁻¹)	11,0
- Potasio (meq 100g ⁻¹)	4,4
- Sodio (meq 100g ⁻¹)	2,0
CaCO ₃ %	No se detecta
Pasta saturada (% SAT)	56,6

4.- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En lo que respecta al análisis físico, tras realizar un análisis granulométrico, se determinó que el suelo presenta una textura franca. Esto se debe a que los valores de arcillas presentes no supera el 50%, hay un porcentaje de limo entre el 28 y el 50% y, por último, un porcentaje de arena próximo al 30%.

Las características de los suelos francos más importantes es que son suelos fácilmente laborables y adecuados para su uso agrícola, ya que reúne las ventajas de los distintos tipos de suelo, como los arcillosos o arenosos.

Estas ventajas consisten en ser suelos ligeros, aireados y permeables con una capacidad de retención de agua media-alta, al igual que facilitan el drenaje evitando posibles encharcamientos que puedan asfixiar el sistema radicular.

Por otro lado, el análisis químico del suelo se estudió mediante la comparación de los resultados obtenidos con unos rangos de valores que se pueden considerar como óptimos. En la *Tabla Nº4.3* se muestra la comparación realizada.

Tabla Nº4.3: Comparación de los resultados obtenidos.

DETERMINACIÓN	RESULTADO DEL ANÁLISIS	VALORES IDEALES
pH de la pasta saturada	7,9	5,5 – 7
C.E. ext. sat. (mS cm ⁻¹)	2,12	< 2
Materia orgánica (%)	1,30	2 – 3
Fósforo Olsen (ppm)	66	80 – 120
Cationes de cambio:		
% Calcio	57,25	40 – 70 %
% Magnesio	27,03	10 – 20 %
% Potasio	10,81	3 – 12 %
% Sodio	4,91	2 – 5 %

Para la interpretación de los resultados que se muestran en la tabla anterior, fue necesario obtener en primer lugar la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) que, mediante la suma de los cationes de cambio, representa la capacidad potencial del suelo de retener e intercambiar nutrientes. Después, se calcularán los resultados de los cationes de cambio en porcentaje para su comparación con los valores ideales.

Tabla Nº4.4: Obtención de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

CATIONES	VALORES OBTENIDOS
Ca ²⁺	23,3
Mg ²⁺	11
K ⁺	4,4
Na ⁺	2
CIC	40,7

Como se puede observar, la CIC obtenida es de 40,7 meq 100g⁻¹, resultado con el cual se procedió a calcular los porcentajes de los cationes presentes:

- $\text{Ca}^{2+} = \left(\frac{23,3}{40,7}\right) * 100 = 57,25\%$
- $\text{Mg}^{2+} = \left(\frac{11}{40,7}\right) * 100 = 27,03\%$
- $\text{K}^{+} = \left(\frac{4,4}{40,7}\right) * 100 = 10,81\%$
- $\text{Na}^{+} = \left(\frac{2}{40,7}\right) * 100 = 4,91\%$

Con los resultados recogidos, se confirman que los cationes de cambio se encuentran dentro de los rangos que se establecieron como ideales, a excepción del Mg que se encuentra ligeramente por encima del valor deseado. Asimismo, la CIC obtenida refleja que se trata de un suelo rico al tener un valor dentro de un rango entre 35 y 45 meq 100g⁻¹.

También será necesario comprobar las relaciones entre cationes y verificar que se encuentran en condiciones adecuadas.

Tabla Nº4.5: Relaciones entre cationes

RELACIONES	CÁLCULO	RESULTADO	RANGO ÓPTIMO
Relación $\text{Ca}^{2+} / \text{Mg}^{2+}$	23,3 / 11	2,12	2 – 5
Relación $\text{K}^+ / \text{Mg}^{2+}$	4,4 / 11	0,4	0,2 – 0,8
Relación $\text{Ca}^{2+} / \text{K}^+$	23,3 / 4,4	5,29	< 30

En la *Tabla Nº4.5* se recogen que las relaciones entre los diferentes cationes son óptimas.

En cuanto al resto de resultados, el pH se encuentra ligeramente por encima del rango óptimo, considerándolo como un pH neutro ligeramente alcalino, lo que le confiere las propiedades de un suelo básico moderado al entrar dentro del rango 7,5 – 8 de pH.

Este pH es común para los suelos minerales en regiones áridas como es el caso, además de también estar relacionado con la presencia de Na. Estos suelos suelen presentar baja disponibilidad de P y B y una deficiencia de micronutrientes como el Fe, Mn, Cu y Zn.

En cuanto a la C.E. del extracto saturado, dio como resultado 2,12 mS cm^{-1} lo que implica que se trata de un suelo ligeramente salino al estar dentro del rango de 2 – 4 mS cm^{-1} .

Por otra parte, los valores de materia orgánica y de fósforo se encuentran por debajo de los esperados, siendo necesarios incrementarlos ya que pueden perjudicar el correcto desarrollo radicular, el equilibrio agua/aire o la disponibilidad de nutrientes para la planta.

Por último, no se detecta la presencia de caliza activa (CaCO_3), lo que reduce la probabilidad de presentar problemas de disponibilidad de micronutrientes como el hierro o la pérdida de materia orgánica del suelo por su destrucción.

5.- RECOMENDACIONES

Un aspecto a destacar es que en función del área que se desee preparar, la corrección se realizará en concordancia a sus necesidades, siendo el principal cambio la transformación de la textura franca del suelo en una arenosa para la plantación del césped.

Pero antes, tras realizar la interpretación de los resultados, se procederá a plantear las soluciones que abarcan problemas generales presentados en el análisis, donde se tendrá en cuenta una superficie de 37.313, 31 m² a enmendar, donde no se incluyen el *tee de prácticas* ni los *greens*, ya que seguirán un tratamiento diferente.

5.1.- AUMENTO DE LA MATERIA ORGÁNICA

En primer lugar, se plantea la adición de materia orgánica para mejorar la estructura del suelo. Para alcanzar los niveles óptimos, se debe aumentar el porcentaje de materia orgánica de al menos un 1%.

Para ello, será necesario calcular el peso teórico del suelo, teniendo como datos la densidad aparente para un suelo de textura franca, 1,4 g cm⁻³ o t m⁻³ y una profundidad de 18 cm que será donde se apliquen las correcciones.

Con estos datos se obtiene el peso teórico del terreno.

$$\text{Peso teórico} = 37.313 \text{ m}^2 * 0,18 \text{ m} * 1,4 \text{ t m}^{-3} = 9.402,88 \text{ t}$$

Para aumentar el 1% mencionado anteriormente será necesario incorporar un total de 94.029 kg de materia orgánica. El aporte se realizará mediante estiércol de cabra con un contenido de en materia orgánica del 48,5%, teniendo que aportar un total de 193.873,81 kg de este estiércol para alcanzar el contenido de materia orgánica deseada.

Al mismo tiempo, la aplicación del estiércol de cabra aporta, en otros elementos, 17,7 g kg⁻¹ de N, 2,2 g kg⁻¹ de P y 3,2 g kg⁻¹ de S según su análisis. Se desarrolla la *Tabla Nº4.6* para reunir la información y resultados recogidos.

Tabla Nº4.6: Resultados de la aplicación del estiércol de cabra para aumento de materia orgánica

Total aplicado = 193.873,81 kg		
Elementos	Contenido	Resultado
M.O.	48,50%	94,029 kg
N	17,7 g kg ⁻¹	3.431,56 kg
P	2,2 g kg ⁻¹	426,52 kg
S	3,2 g kg ⁻¹	620,39 kg

Con estos resultados se puede observar que, además de suplir el aporte necesario de materia orgánica, se realizará un importante aporte de N, que afectará positivamente al futuro desarrollo del césped, y aportes adicionales de P y S que serán relevantes en las correcciones que se realizarán a continuación.

También hay que destacar que el aporte de materia orgánica en césped destinado a una superficie de golf es constante a lo largo del tiempo, ya que cuando se realizan las siegas se van acumulando restos que forman una capa de materia orgánica denominada *thatch*. Asimismo, se realizarán análisis periódicos para conocer el estado de materia orgánica y cuanto se debe aportar.

5.2.- CORRECCIÓN DEL PH

Con el fin de alcanzar el rango óptimo de pH, considerados entre 5,5 y 7, se plantea realizar una enmienda para reducirlo y permita aproximarse a estos valores donde la disponibilidad de nutrientes para la planta en función del pH es mayor.

Para su reducción, se recomienda la aplicación de azufre en su forma elemental o mediante el compuesto FeSO₄ si la plantación requiera la adición de hierro. Además, el momento más adecuado de aplicación es el realizado semanas antes de la plantación.

Para conocer el aporte de S necesario para bajar una cierta cantidad de pH (tratando de no bajar más de un punto por aplicación), se sigue el método planteado por J. Mascarell (1987), definido en la siguiente fórmula:

$$S \text{ kg / ha / 18 cm} = 43,2 * \text{CIC} * \Delta\text{pH} * t$$

Donde:

43,2	constante del método
CIC	Capacidad Intercambio Catiónico (en este caso 40,7 meq 100g ⁻¹)
ΔpH	Valor de pH que se desea reducir
t	Factor determinado por el producto empleado (para S=1)

Siguiendo esta fórmula, se puede conocer que la aplicación del estiércol, con un aporte total de 620,39 kg de S, proporciona una bajada de pH equivalente a 0,1, resultando en un pH de 7,8.

Por lo tanto, con el objetivo de alcanzar un pH de 7,5 en esta aplicación, se debe aportar de forma adicional 1.967,47 kg de S.

En el futuro, como se plantea en el *Anejo Nº17: Plan de mantenimiento*, se harán análisis para determinar si es necesaria una nueva aplicación de S.

5.3.- CORRECCIÓN DEL FÓSFORO

En cuanto al fósforo, en el resultado del análisis se obtuvo una concentración de 66 ppm y se desea alcanzar un contenido mínimo de 80 ppm, por lo que se deberá incrementar un total de 14 ppm.

Como se comprobó previamente, la adición de estiércol supone una aplicación de 2,2 g kg⁻¹, para un total de 426.522,4 g.

Si se considera un peso teórico de 9.402,88 t, el aporte de P será de 45,36 ppm, con el cual se cubren ampliamente las necesidades requeridas y no será necesario realizar ninguna enmienda adicional.

5.4.- CORRECCIÓN DEL MAGNESIO Y C.E.

Aunque estos valores se encuentran ligeramente por encima de su valor óptimo, no se considerará necesario realizar una enmienda concreta al no considerarse factores limitantes.

En futuros análisis se deberá prestar atención a su evolución para tomar las medidas necesarias.

6.- PREPARACIÓN DE LAS DIFERENTES ÁREAS DE PLANTACIÓN

6.1.- ÁREAS ORNAMENTALES

Todo el proceso descrito anteriormente es el resultado final para estas áreas donde se colocarán los muros vegetales y las diferentes zonas ornamentales.

6.2.- ÁREAS ENCESPEDADAS

En este caso, la preparación del suelo es diferente ya que se necesitará tener un suelo más adecuado para el cultivo del césped.

Partiendo de la base que la solución óptima planteada por la *USGA* para la plantación de césped es la creación de un perfil de 30 cm compuesto por arena de sílice y materia orgánica, se tratará de plantear una alternativa válida que permita abaratar los elevados costes del planteamiento de la *USGA*.

En primer lugar, se plantean diferentes zonas en función de la intensidad de uso y la precisión de su acabado.

6.2.1.- Calle de prácticas

Para la calle de prácticas, que sólo recibe el paso de la maquinaria se plantea realizar una mezcla con el suelo enmendado.

Para el correcto desarrollo del césped es recomendable realizar la plantación sobre un suelo con una textura próxima a la arenosa, debido a que un suelo con elevado contenido en limo puede conducir al encharcamiento y posterior asfixia radicular. Se podrá considerar un suelo como arenoso cuando las partículas con un diámetro superior a 0,05 mm estén al menos en el 70%.

Teniendo en cuenta el resultado del análisis físico presente en la *Tabla Nº4.7* y que la superficie donde se plantará césped será de 35.704,69 m² con una profundidad de 0,18 m, se calculará la arena que se debe incorporar.

$$\text{Cubicación del terreno} = 35.704,69 \text{ m}^2 * 0,18 \text{ m} = 6.426,84 \text{ m}^3$$

Tabla Nº4.7: Distribución en función del tamaño de partícula

Tamaño de partícula	Porcentaje presente	Total
Arcilla	19,1	1.227,53 m ³
Limo	47	3.020,62 m ³
Arena	33,9	2.178,70 m ³

Se ha optado por elevar el contenido de arena en el suelo hasta el 80% para adaptarlo a la plantación del césped. Sin embargo, no se utilizará arena de sílice, debido a su elevado coste de transporte a Canarias, en su lugar, se utilizará arena del Sáhara.

Esta arena no tiene la misma uniformidad granulométrica y puede provocar un aumento de los carbonatos, pero cumple su cometido ya que posee el 98,7% del diámetro de sus partículas entre 0,05 mm y 2 mm.

Un aumento del 80% implicaría disponer en el mismo espacio de suelo de un 46,1% más de arena, es decir, alcanzar los 5.141,48 m³ de arena o lo que es lo mismo, incorporar al terreno 2.962,77 m³.

La textura final del suelo, manteniendo las mismas proporciones de arcillas y limos resultarían en una textura arenosa franca. La distribución se muestra en la *Tabla Nº4.8*.

Tabla Nº4.8: Resultados tras la incorporación de arena

PARÁMETRO	RESULTADO
Textura (USDA)	<i>Arenoso franco</i>
Composición:	
% Arcilla	5,78
% Limo	14,22
% Arena	80

6.2.2.- Tee de prácticas

En este caso, debido a que la intensidad de uso en esta área es mayor y se deben garantizar unas condiciones del terreno óptimas, se decide realizar un perfil nuevo de suelo con una profundidad de 30 cm que servirá como capa de enraizamiento.

Este perfil contendrá una distribución de 80% de arena del Sáhara, 19% de arena de picón y 1% de materia orgánica. A excepción del uso de arena del Sáhara y la elección de la arena de picón como grava fina, se siguen las directrices planteadas por la *USGA* para la composición del suelo de un tee de prácticas.

El tee de prácticas tiene una superficie de 1.191,90 m², por lo que si se desea completar hasta una profundidad de 0,3 m con la distribución anterior, habría que incorporar 286,06 m³ de arena, 67,94 m³ de arena de picón y 7,38 m³ de estiércol para alcanzar los 3,58 m³ de materia orgánica.

6.2.3.- Greens

Para la composición de la capa de enraizamiento de los greens, sí que se usará arena de sílice, ya que además de ser una arena inerte, tiene una granulometría más homogénea, permitiendo obtener una superficie más homogénea.

La distribución es igual que para el tee de prácticas ya que también es una zona de gran intensidad de uso. La superficie total es de 734,34 m² para los dos greens y con un perfil de trabajo de 0,3 m de profundidad.

Para su construcción se deberán aportar 176,24 m³ de arena de sílice, 41,86 m³ de piedra de picón y 2,20 m³ de materia orgánica presente en 4,54 m³ de estiércol.

ANEJO N°5

ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	95
2.- MUESTRAS ESTUDIADAS	95
3.- RESULTADO DE LOS ANÁLISIS	95
4.- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	98
5.- RECOMENDACIONES	102
6.- CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA	103

1.- INTRODUCCIÓN

El agua que se va a emplear para el riego es agua regenerada, tal y como define el *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Tenerife* y será abastecida por Balsas de Tenerife, BALTEN.

BALTEN realiza un tratamiento terciario al agua que será abastecida al depósito que se encontrará en la nave de mantenimiento, que estará situada en la parcela del campo de golf. Desde ahí, se conducirá hasta el campo de prácticas, pasando previamente por un filtro de malla de 120 mesh para evitar que lleguen residuos al sistema de aspersión.

En este anejo se procederá a realizar un estudio de los resultados obtenidos con el fin de establecer la calidad del agua destinada al riego y si es apta para ello.

También se realizará una mención al uso del agua que se encuentre bajo la calidad exigida por el *Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas* y, además, se hará un esbozo del protocolo de actuación contra la *Legionella*.

2.- MUESTRAS ESTUDIADAS

En este caso, las muestras no pertenecen a la parcela del anteproyecto ya que no existe un sistema de abastecimiento. Por lo tanto, para tener un estudio de unas condiciones similares, se obtuvo un análisis de agua de riego de un campo de golf que se abastece por la misma empresa.

3.- RESULTADO DE LOS ANÁLISIS

En la siguiente figura se aportan todos los datos recogidos para proceder a su estudio e interpretación.

Figura Nº5.1: Resultados del análisis de agua de riego en laboratorio

FITOSOIL
DESDE 1990

PYME INNOVADORA
Válido hasta el 31 de diciembre de 2021

INFORME DE ENSAYO

Nº Informe: [REDACTED]

QS. Quality scheme for food.

ENAC
ENSAYOS
Nº 3877/LE619
Nº 3877/LE1330

Los ensayos marcados con (*), (***) y las opiniones, interpretaciones, etc... marcados con (**) no están amparados por la acreditación de ENAC.

[REDACTED] 38670 Adeje Santa Cruz de Tenerife (ESPAÑA) Muestreo: Cliente Recogida: Cliente - (SEUR) Entrada: 07/02/2020 - 12:00 Inicio: 07/02/2020 Finalización: 11/02/2020	Ref.: AGUA RIEGO Descripción: Agua (2 l aprox. en envase de plástico) Matriz: Agua continental de riego Obs.:
---	--

ANÁLISIS DE AGUA (físico-químico)

DETERMINACIONES	Resultado	Unidad	TOLERANCIA**	RIESGO**	ALTO RIESGO**	Metodología	
pH	7,46	Ud. pH	[Bar]			PTA-FQ-021, pH-metro, basado en UNE-EN ISO 10523	
Conductividad eléctrica a 25 °C	1,530	mS/cm	[Bar]			PTA-FQ/005, conductímetro	
* Sales totales disueltas	0,888	g/l	[Bar]			Suma de iones	
ANIONES (-)		g/l	mg/l	meq/l	mmol/l		
Cloruro	Cl	0,293	293	8,24	8,24	[Bar]	PTA-FQ-006, cromatografía iónica, basado en UNE-EN ISO 10304-1
Sulfato	SO4	0,0444	44,4	0,92	0,462	[Bar]	PTA-FQ-006, cromatografía iónica, basado en UNE-EN ISO 10304-1
* Hidroxilo	OH	< 0,0100	< 10,0	< 0,588	< 0,588	[Bar]	PTA-FQ-016, volumetría, basado en UNE-EN ISO 9963-1
Carbonato	CO3	< 0,0100	< 10,0	< 0,333	< 0,167	[Bar]	PTA-FQ-016, volumetría, basado en UNE-EN ISO 9963-1
Bicarbonato	HCO3	0,257	257	4,22	4,22	[Bar]	PTA-FQ-016, volumetría, basado en UNE-EN ISO 9963-1
Nitrato	NO3	0,00248	2,48	0,0400	0,0400	[Bar]	PTA-FQ-006, cromatografía iónica, basado en UNE-EN ISO 10304-1
Fósforo disuelto	P	0,00535	5,35	0,173	0,173	[Bar]	PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885
Fósforo disuelto	H2PO4	0,0168	16,8	0,173	0,173	[Bar]	Cálculo matemático
CATIONES (+)		g/l	mg/l	meq/l	mmol/l		
Calcio disuelto	Ca	0,0192	19,2	0,958	0,479	[Bar]	PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885
Magnesio disuelto	Mg	0,0148	14,8	1,22	0,610	[Bar]	PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885
Sodio disuelto	Na	0,217	217	9,45	9,45	[Bar]	PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885
Potasio disuelto	K	0,0352	35,2	0,90	0,90	[Bar]	PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885
Amonio	NH4	0,0224	22,4	1,24	1,24	[Bar]	PTA-FQ-021, método fotométrico, basado en EPA 350.1
MICRONUTRIENTES		mg/l	umol/l				
Boro disuelto	B	0,83	77	[Bar]		PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885	
Hierro disuelto	Fe	0,096	1,71	[Bar]		PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885	
Manganeso disuelto	Mn	0,0164	0,299	[Bar]		PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885	
Cobre disuelto	Cu	< 0,0100	< 0,157	[Bar]		PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885	
Zinc disuelto	Zn	0,288	4,40	[Bar]		PTA-FQ-001, ICP-AES, basado en UNE-EN ISO 11885	

ANEJO Nº5: ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO

Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

MACRONUTRIENTES FERTILIZANTES		g/l	mg/l	meq/l	mmol/l	Metodología
Nitrógeno amoniacal	N	0,0174	17,4	1,24	1,24	Cálculo a partir de amonio
Nitrógeno nítrico	N	0,00056	0,56	0,0401	0,0401	Cálculo a partir de nitrato
Nitrógeno nítrico+amoniacal	N	0,0180	18,0	1,28	1,28	Cálculo a partir de amonio y nitrato
Anhidrido fosfórico	P2O5	0,0123	12,3			Cálculo a partir de fósforo
Óxido de potasio	K2O	0,0422	42,2			Cálculo a partir de potasio
Óxido de calcio	CaO	0,0269	26,9			Cálculo a partir de calcio
Óxido de magnesio	MgO	0,0246	24,6			Cálculo a partir de magnesio

ÍNDICES SECUNDARIOS	Símbolo	Unidad	Resultado	Clasificación**	Metodología
* Relación de absorción de sodio	S.A.R.		9,1	No alcalinizante	Cálculo matemático
* Relación de absorción de sodio corregida	S.A.R.*		9,4	No alcalinizante	Cálculo matemático
* Relación de absorción de sodio ajustada	S.A.R.aj		14,4	Alcalinizante	Cálculo matemático
* Carbonato sódico residual	C.R.S./EATON	meq/l	2,04	Poco recomendable	Cálculo matemático
Dureza		°F	10,9	Blanda	Cálculo matemático
* Coeficiente alcalimétrico	I. de Scott		6,3	Tolerable	Cálculo matemático
Alcalinidad		meqHCO3/l	4,22	Baja	Cálculo matemático
* Índice de saturación de Langelier			-0,35	En equilibrio	Cálculo matemático
Relación calcio/magnesio	Ca/Mg		0,79	Magnesizante	Cálculo matemático
Relación calcio/sodio.	Ca/Na		0,102	Sodificante	Cálculo matemático
* Presión osmótica		atm	0,55	Alta	Cálculo matemático
* Punto de congelación		°C	-0,05		Cálculo matemático

RIESGO DE OBSTRUCCIONES	Símbolo	Unidad	Resultado	BAJO**	MEDIO**	ELEVADO**
pH		Ud. pH	7,46			
* Sales totales disueltas	STD	g/l	0,888			
* Índice de saturación de Langelier			-0,35			
Hierro disuelto	Fe	mg/l	0,096			
Manganeso disuelto	Mn	mg/l	0,0164			

Requerimiento de ácido hasta pH del agua final 5,5	Unidad	Resultado	Metodología
* Ácido nítrico (R=60%, d=1,37)	cc/m3	285	Cálculo a partir de CO3 y HCO3
* Ácido fosfórico (R=75%, d=1,58)	cc/m3	307	Cálculo a partir de CO3 y HCO3

Los orientadores se establecen de modo general para un agua de riego, independientemente del cultivo irrigado, tipo de riego o suelo, y modalidad técnica empleada para la explotación de la plantación.

Tabla Nº5.1: Resultados destacados del análisis de agua.

DETERMINACIONES	RESULTADO	UNIDADES	RESULTADO	UNIDADES
pH	7,46	Ud. pH		
C.E. a 25°C	1,53	mS cm ⁻¹		
Sales totales disueltas	0,888	g L ⁻¹		
ANIONES (-)	Σ = 0,55	g L⁻¹	Σ = 12,46	meq L⁻¹
Cloruro Cl ⁻	0,293	g L ⁻¹	8,24	meq L ⁻¹
Carbonato CO ₃ ²⁻	< 0,01		< 0,333	
Bicarbonato HCO ₃ ⁻	0,257		4,22	
CATIONES (+)	Σ = 0,286	g L⁻¹	Σ = 12,528	meq L⁻¹
Calcio Ca ²⁺	0,0192	g L ⁻¹	0,958	meq L ⁻¹
Magnesio Mg ²⁺	0,0148		1,22	
Sodio Na ⁺	0,217		9,45	
Potasio K ⁺	0,0352		0,9	

4.- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para demostrar la veracidad del análisis realizado se llevarán a cabo una serie de comprobaciones con diferentes resultados obtenidos.

Cuando no se registra presencia de carbonatos, el pH del agua debe ser inferior a 8,5, aspecto que se cumple con un pH de 7,46 próximo a la neutralidad. Además, la concentración de bicarbonatos no excede los 10 meq L⁻¹ por la ausencia de carbonatos.

La igualdad entre la suma de aniones y cationes también se cumple como fundamento de verificación.

Otro de los indicadores presentes en el análisis es la dureza del agua, que por su origen depurado es comprensible que se considere como “blanda” al tener un bajo contenido calcio y magnesio.

Para interpretar el resto de factores determinantes se seguirán las directrices y parámetros establecidos por la FAO con el método de Ayers y Wesrcot (1985), valorando diferentes aspectos como la toxicidad iónica específica, la salinidad y la permeabilidad.

En lo que respecta a la toxicidad de determinados iones, la concentración de 8,22 meq L⁻¹ de cloro y de 9,45 meq L⁻¹ de sodio, los sitúan en una restricción de uso ligera a moderada según la *Tabla Nº5.2*.

La presencia de una concentración de 4,22 meq L⁻¹ de bicarbonatos también se encuentra en el rango de valores de toxicidad ligero a moderado.

Tabla Nº5.2: Toxicidad de iones presentes en el agua de riego.

Parámetros		Unidad	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
			Ninguno	Ligero o moderado	Elevado
Toxicidad iónica específica					
Sodio	Na ⁺	meq L ⁻¹	< 3	3 – 9	> 9
Cloruro	Cl ⁻	meq L ⁻¹	< 4	4 – 10	> 10
Otros efectos					
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	meq L ⁻¹	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5

Fuente: Ayers y Wesrcot (1985)

La conductividad eléctrica (C.E.) presente en el agua es de 1,53 dS m⁻¹, lo cual se puede considerar como un valor dentro del rango medio salinidad.

Aprovechando los resultados del análisis, la proporción relativa del ion sodio respecto a los iones calcio y magnesio denominada como relación de absorción de sodio (S.A.R.) tiene como resultado 9,1 recibiendo la clasificación de “no alcalinizante” por ser inferior a 10.

Sin embargo, debido a la presencia de bicarbonatos, se realiza un ajuste del S.A.R. para tener en cuenta esa concentración. Ese ajuste se basa en la relación de la concentración de calcio después de un riego teniendo en cuenta la presencia de carbonatos, bicarbonatos y la C.E., además de no contar con la precipitación de Mg.

El resultado de ese ajuste viene dado en el análisis como **S.A.R.* = 9,43** manteniéndose en el grado de “no alcalinizante”.

Consultando la *Tabla Nº5.3* se comprueba que el agua de riego empleada ocupa los rangos de restricción de uso medio por posibles problemas de salinidad e infiltración.

Tabla Nº5.3: Valoración de salinidad e infiltración del agua de riego.

Problema potencial		GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
		Ninguno	Ligero o moderado	Severo
SALINIDAD	C.E. (dS m ⁻¹)	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
INFILTRACIÓN	S.A.R. = 0 - 3 y C.E. =	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
	S.A.R. = 3 - 6 y C.E. =	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
	S.A.R. = 6 - 12 y C.E. =	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
	S.A.R. = 12 - 20 y C.E. =	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
	S.A.R. = 20 -40 y C.E. =	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9

Fuente: Ayers y Wesrcot (1985)

En la *Figura Nº5.2* también se puede comprobar el riesgo de efectos negativos por sodio sobre la infiltración en función de la salinidad del agua y como su valor presentado entra en el rango de “reducción ligera a moderada”.

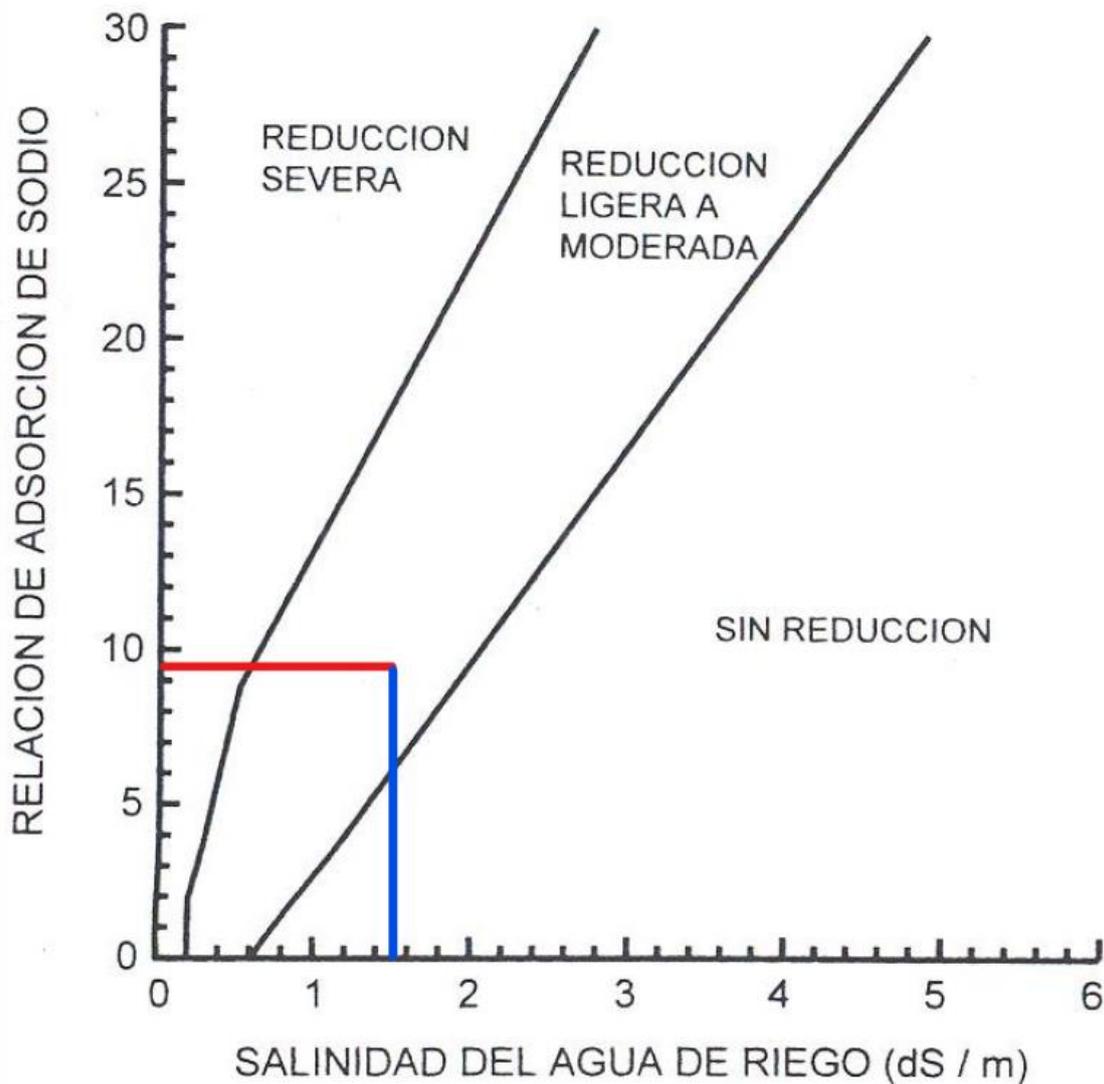


Figura Nº5.2: Riesgo de efectos negativos por sodio sobre la infiltración en función de la salinidad del agua de riego. Fuente: FAO

Por último, se evaluará la calidad del agua siguiendo el criterio propuesto por el Laboratorio de Salinidad de Riverside. En una tabla de comparación como se presenta en la *Figura Nº5.3* se obtiene que para un agua con C.E. de $1,53 \text{ dS m}^{-1}$ o su equivalente de $1530 \mu\text{S cm}^{-1}$ y una S.A.R.* = 9,4 se considera un agua de clasificación "C3 – S1".

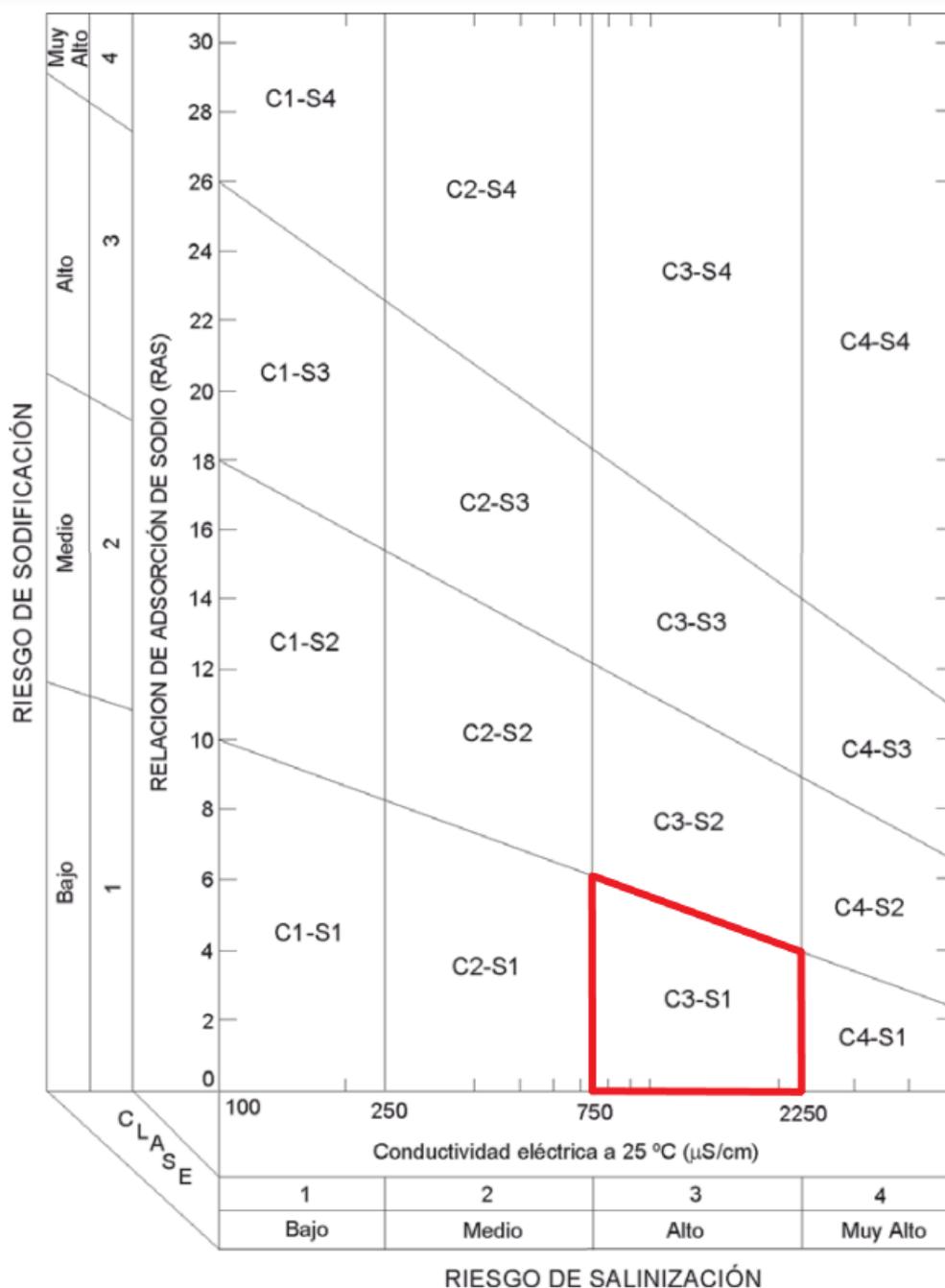


Figura Nº5.3: Clasificación del USLS para las aguas de riego.

Fuente: U.S. Soil Salinity Laboratory

Esta clasificación confiere al agua unas características de salinidad alta que pueden suponer un problema si el suelo no tiene capacidad drenante.

En cuanto al contenido en sodio, bajo esta clasificación se considera como un contenido bajo y muy próximo al medio, por lo que el agua es apta para el uso pero pudiendo presentar problemas de acumulación de sodio en suelos de textura fina.

5.- RECOMENDACIONES

El análisis determina que la salinidad del agua es moderadamente elevada, pero al tratarse de un suelo arenoso en el que garantizará el drenaje y percolación de sales gracias a lavados del suelo y, sobre todo, tras la elección de especies y variedades vegetales muy tolerantes a la salinidad, se considera que el uso de esta agua no supondrá un problema para su desarrollo.

Asimismo, se recomienda mantener un control periódico del agua mediante la realización de análisis para comprobar que estos valores no se incrementan hasta niveles perjudiciales, incluyendo la concentración de cloro y sodio.

Otro de los factores determinantes en lo que respecta a la calidad del agua empleada para el riego, es que no se produzcan precipitaciones de calcio provocando costosas obturaciones en el sistema de riego.

El laboratorio parametriza que la calidad del agua no tiene un riesgo de obstrucción elevado, sin embargo, con el pH que se trabaja, existe un riesgo medio, por lo que se recomienda realizar una aplicación de ácido nítrico con una riqueza del 60% en una proporción de 285 cc m⁻³ o ácido fosfórico con una riqueza del 75% y una proporción de 307 cc m⁻³ para alcanzar el mínimo riesgo de obstrucción.

El problema radica en que la corrección del agua se aplicaría también para el riego del campo de golf, por lo que su tratamiento, como consecuencia del elevado gasto de agua, sería tremendamente costoso.

Se mantendrá el uso del agua sin recibir tratamiento previo a su aplicación, salvo su filtrado previo a su conducción a la red de riego, y se continuará su estudio mediante análisis para conservar rangos aceptables de posibles parámetros perjudiciales.

6.- CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Los criterios de calidad requeridos para la reutilización del agua planteados en el *Real Decreto 1620/2007* para uso recreativo previsto en campos de golf se recogen en la *Figura Nº5.4*.

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
4.- USOS RECREATIVOS					
CALIDAD 4.1 ¹ a) Riego de campos de golf.	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Si el riego se aplica directamente a la zona del suelo (goteo, microaspersión) se fijan los criterios del grupo de Calidad 2.3 <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)
CALIDAD 4.2 a) Estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua.	No se fija límite	10.000 UFC/100 mL	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. P _T : 2 mg P/L (en agua estancada)

Figura Nº5.4: Tabla que reúne criterios para la reutilización de agua en campos de golf. Fuente: Real Decreto 1620/2007

Otro aspecto muy relevante es garantizar el control de la legionelosis debido al empleo de agua pulverizada durante la aspersión.

La legionelosis es una enfermedad relacionada con la presencia de bacterias del género *Legionella sp.*, siendo principal la especie *Legionella pneumophila* la que se suele asociar con mayor frecuencia al contagio de la enfermedad.

Para su control se seguirán las directrices marcadas en el *REAL DECRETO 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de legionelosis*, también se aplica *Norma UNE 10003:2017. Prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella sp. en instalaciones*.

Principalmente lo que se plantea es realizar muestreos periódicos para detectar la presencia de estos microorganismos y en caso de encontrar algún brote, el tratamiento recomendado es aplicar hipoclorito sódico para la desinfección del agua.

ANEJO N°6

TOPOGRAFÍA DE LA PARCELA

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	106
2.- INFORMACIÓN DISPONIBLE	106
3.- OBTENCIÓN DE CURVAS DE NIVEL.....	107
3.1.- Generación del polígono.....	107
3.2.- Obtención del modelo digital	108
4.- ANÁLISIS DE LA TOPOGRAFÍA	110

1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo se pretende ilustrar el estado del terreno desde un punto de vista topográfico, especialmente en cuanto a su pendiente y su orografía.

El estudio de la topografía es crucial para poder tomar decisiones acertadas en cuanto al diseño, además de ser necesario para poder realizar cálculos precisos en aspectos como los movimientos de tierra o el diseño hidráulico.

Tal y como se ha visto en la memoria, se trata de un terreno que anteriormente estuvo destinado a la agricultura y contaba con una distribución en terrazas. En un inicio, el estudio topográfico se pretendía realizar mediante un levantamiento topográfico gracias a el uso de un taquímetro, tal y como se había trabajado durante la asignatura de Topografía.

Sin embargo, esto no fue posible debido a que el departamento de topografía no pudo prestar el equipo por las restricciones sanitarias. Por ese motivo, se optó por trabajar con la información digital disponible y el uso de un software para la obtención de las curvas de nivel.

2.- INFORMACIÓN DISPONIBLE

En primer lugar, se consultó la información topográfica disponible en *IDECanarias*.

En la *Figura N°6.1*, las curvas de nivel se representan cada 5 m, pudiendo apreciarse la notable pendiente en la que se encuentra la parcela y las diferentes zonas que se encuentran alrededor.

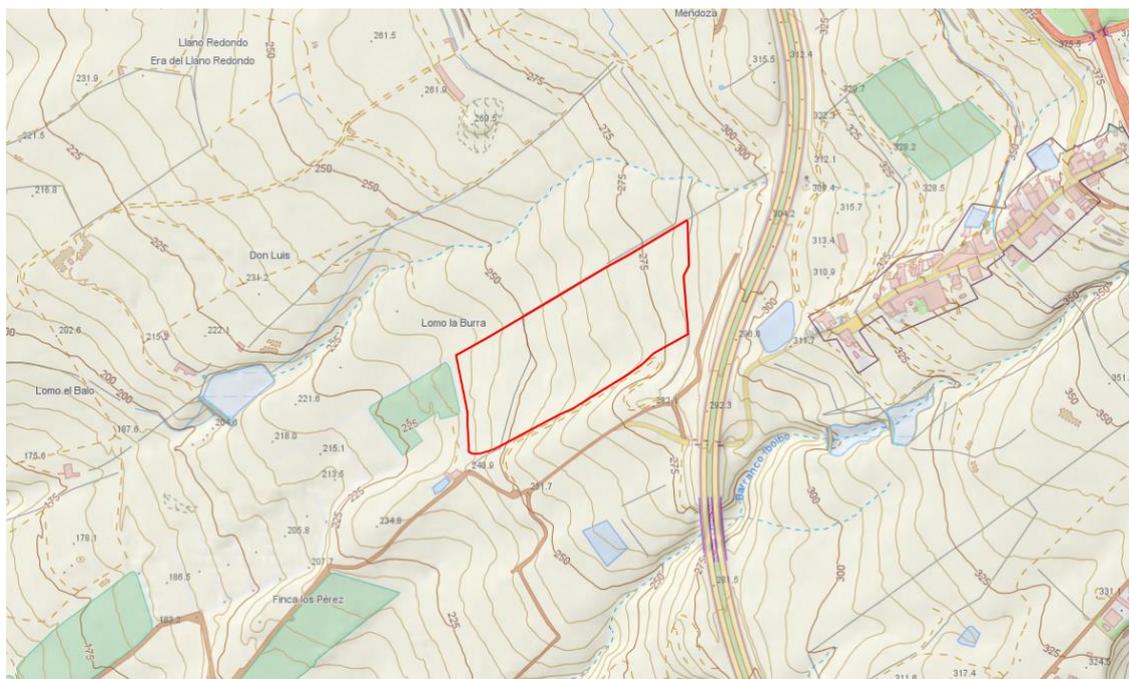


Figura N°6.1: Mapa topográfico. Fuente: Visor GRAFCAN. Elaboración propia

Sin embargo, con una distancia entre curvas de nivel de 5 m no es suficiente para extraer información precisa. Por este motivo, se recurrió a un software para obtener las curvas de nivel con una separación mínima de 1 m.

3.- OBTENCIÓN DE CURVAS DE NIVEL

3.1.- GENERACIÓN DEL POLÍGONO

El objetivo es conseguir un modelo digital con una distancia de curvas de nivel mínima, ya que así se podrá trabajar con mayor detalle en el diseño.

Para ello, se recurrió a un proceso en el cual se pueden extraer los datos altimétricos del software *Google Earth Pro* (procedentes de la base de datos 2021 de GRAFCAN) y transformarlos en valores compatibles con el programa *AutoCAD* mediante su procesamiento a través del complemento de *AutoCAD*, *CAD-Earth 7*.

El proceso consistió en dibujar el polígono que representa la parcela del anteproyecto en *Google Earth Pro* y guardarlo en el formato adecuado para abrirlo desde *CAD-Earth 7*, tal y como se muestra en la *Figura N°6.2*.



Figura N°6.2: Plano de la parcela realizado.

Fuente: Google Earth Pro. Elaboración propia

3.2.- OBTENCIÓN DEL MODELO DIGITAL

Una vez se obtiene el archivo, se inicia el complemento *CAD-Earth 7* donde, en primer lugar, se deben configurar las coordenadas para España y configurar con un sistema de coordenadas “*UTM zone 28N*” para Canarias.

Una vez realizada la configuración inicial, se procede con la opción “*Importar objeto*” e importamos el archivo guardado que representa el polígono creado en *Google Earth Pro*.

Antes de configurar las curvas de nivel, se deben crear tres capas diferentes: una capa destinada a las “*curvas mayores*” que serán aquellas que se encuentran cada 5 m, “*curvas menores*” que serán aquellas que se encuentren a 1 m de distancia y por último, una capa para la “*malla*” que servirá para importar las diferentes cotas desde *Google Earth Pro*.

A continuación, trabajando en la capa “malla” creada y seleccionando el polígono que se ha importado, se puede proceder a utilizar la opción de “*Importar malla*”, con la que se creará una malla de triangulación dentro del polígono.

Una vez creada la malla, el programa *AutoCAD* ya cuenta con la información necesaria para crear las curvas de nivel a la distancia que se desee, que para este anteproyecto se establecerán cada metro como se puede observar en la *Figura N°6.3*.

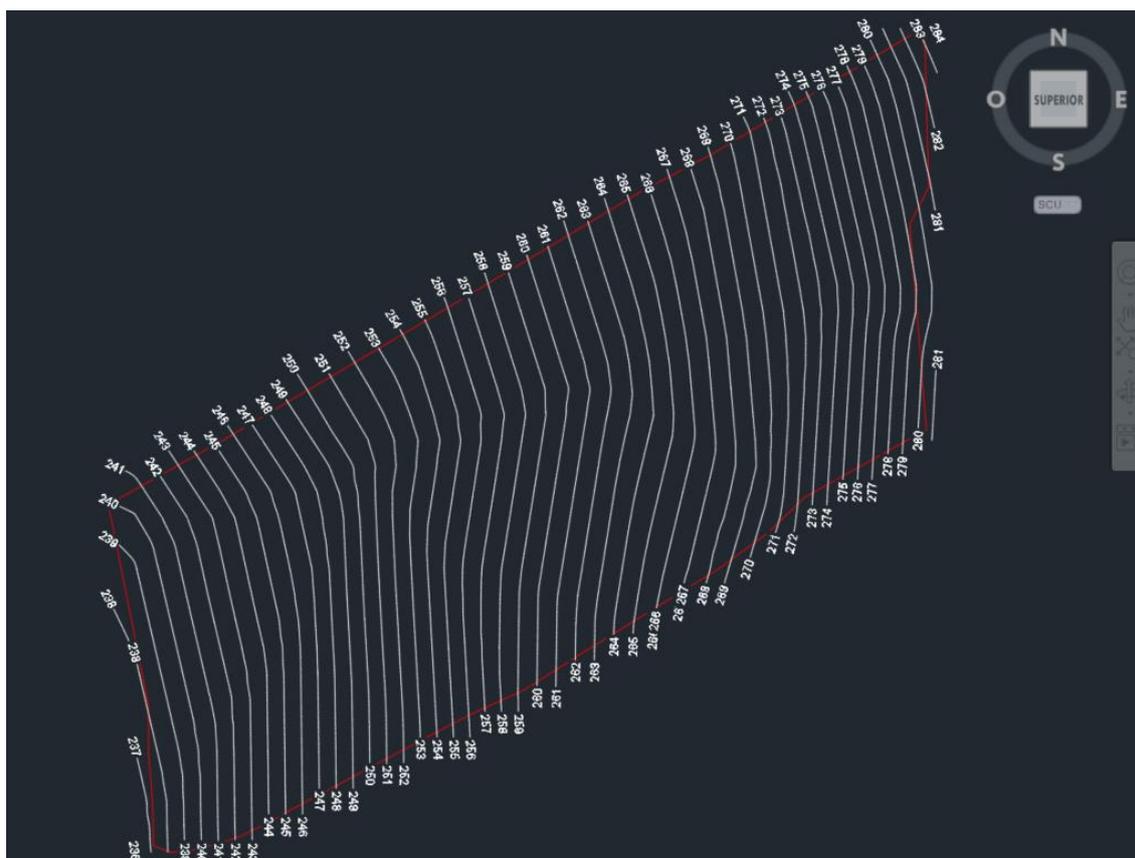


Figura N°6.3: Captura del plano de AutoCAD con el resultado de las curvas de nivel.

Elaboración propia

La *Figura N°6.3* es el resultado inmediato tras la creación de las curvas de nivel, en las cuales no se aprecia diferencia entre las curvas de 5 m y 1 m ya que aparecen de forma similar dentro de la misma capa. Para poder apreciar el resultado con mayor claridad y enmarcado dentro de la parcela, se aportará el *Plano N°3: Topografía de la parcela previo a los movimientos de tierra* donde se ajustan y organizan las cotas de las curvas de nivel de la parcela.

4.- ANÁLISIS DE LA TOPOGRAFÍA

Gracias a la información gráfica aportada, se puede comenzar a estudiar la situación en la que se encuentra la parcela de 40.506,51 m² que va a ser empleada para el anteproyecto.

Se trata de una zona con una pendiente acusada ya que el punto con la cota más baja de la parcela se encuentra a 237 m.s.n.m. y el más alto a 283 m.s.n.m. Esto supone una diferencia de cota de 46 m, pero esta diferencia no se produce de forma homogénea a lo largo de toda la parcela.

Además de los muros, el lateral sur cuenta con una pendiente más pronunciada en la zona media, ya que se observan las curvas de nivel con menor separación. Del mismo modo, el punto donde se encuentra la cota más baja pertenece a un punto de desagüe que se encuentra en la esquina de la parcela, varios metros por debajo de la carretera.

También existe una pequeña depresión en la zona central probablemente formada por la escorrentía del agua a lo largo de los años.

Para interpretar mejor la pendiente presente de la parcela, se establecen unos tramos longitudinales con el mismo sentido que la orientación de juego que tendrá el campo de prácticas cuando finalice la obra. Se realizarán cinco tramos como se representa en la *Figura Nº6.4*, donde se determinará el punto de menor y mayor cota de cada uno y su longitud, para así poder establecer cuál es el valor de la pendiente.



Figura Nº6.4: Estudio de la pendiente original mediante tramos independientes.

Fuente: Visor GRAFCAN. Elaboración propia

Con el objetivo de interpretar con mayor claridad el terreno con el que se está trabajando se recurre al método de cálculo por el cual se divide la diferencia de cota entre la distancia recorrida y el valor obtenido se multiplicará por 100 para obtener el porcentaje de la pendiente. Los resultados se aportan en la *Tabla N°6.1* con las diferentes componentes utilizadas para el estudio inicial de la pendiente.

Tabla N°6.1. Estudio inicial de la pendiente sin modificación de la parcela.

TRAMO	LONGITUD (m)	COTA INFERIOR (m.s.n.m.)	COTA SUPERIOR (m.s.n.m.)	PENDIENTE (%)
Tramo 1	333,28	239,9	283,1	12,96
Tramo 2	325,71	238,5	281,5	13,20
Tramo 3	311,78	238,1	279	13,12
Tramo 4	313,18	237,5	279,3	13,35
Tramo 5	310,2	237,2	280,5	13,96
Pendiente media				13,32

Se puede apreciar como la pendiente es relativamente homogénea a lo largo de la parcela, a pesar que la superficie del terreno no lo sea.

Como se va a realizar un trabajo de movimientos de tierra en la zona más baja de la parcela para dejar preparada la zona de juego completamente llana y se van a retirar los muros de piedra que se encuentran a lo largo del terreno, se empleará este valor de la pendiente de forma ilustrativa. Tras el desarrollo de los movimientos de tierra se realizará otro estudio de la pendiente que será el definitivo.

ANEJO N°7

MOVIMIENTOS DE TIERRA

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	114
2.- RETIRADA DE LOS MUROS.....	115
3.- DESBROCE DEL TERRENO.....	116
4.- PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO	116
4.1.- Planteamiento de los movimientos de tierra	116
4.2.- Desarrollo del método empleado.....	117
4.3.- Método de mallas reticulares.....	118
4.4.- Cálculo de los movimientos de tierra.....	119
5.- COMPACTACIÓN.....	127
6.- EXTENDIDO Y PERFILADO DEL TERRENO	127
7.- EXCAVACIÓN DE ZANJAS	128
8.- RESULTADOS FINALES.....	128

1.- INTRODUCCIÓN

El contenido de este anejo reúne el proceso por el cual se ha preparado y modificado el terreno original para su adaptación como campo de prácticas de golf.

Se partió desde la información recogida en el *Anejo Nº6: Topografía de la parcela* y se utilizó para poder reflejar los cambios que eran necesarios realizar.

Una de las labores iniciales es la retirada de los muros de piedra que forman las terrazas, ya que es necesario que la superficie de la *calle* no presente ningún obstáculo para el correcto funcionamiento de la maquinaria y vehículos empleados.

Una vez se finaliza la retirada de los muros se procede al desbroce de la superficie para eliminar el material vegetal presente no deseado y llevarlo a la Planta Insular de Residuos Sólido (P.I.R.S.).

Posteriormente, se procederá desmonte y terraplenado de la zona más baja de la parcela hasta conseguir una superficie lo más llana posible. Esto es necesario ya que será el lugar donde se sitúen las zonas de prácticas de los jugadores, especialmente la zona de juego largo y el putting green, que deben ser lo más plano posible.

Por último, para homogenizar el terreno se realizará un extendido y perfilado de la superficie.

Durante todo el proceso de trabajo, se intentará igualar el terreno de tal forma que todas las acciones de empuje o arrastre se realicen hacia el centro, ya que es donde existe una pequeña vaguada provocada por la escorrentía y así conseguir una pendiente uniforme.

2.- RETIRADA DE LOS MUROS

Como se mencionó anteriormente, la parcela estaba destinada al uso agrícola y se disponía en una estructura de terrazas debido a la pronunciada pendiente. El problema yace en que este tipo de construcción no es compatible con la práctica del golf, por lo que se procede a la retirada de todos los muros que forman los bancales.

Estos muros son denominados como muros de piedra seca, ya que el método constructivo no emplea fijadores. Son muros muy antiguos que se encuentran en un estado semiderruido como consecuencia del paso del tiempo y de la falta de mantenimiento, por lo que determinar con exactitud el volumen presente es complejo.

Para determinar su volumen con la mayor precisión posible, se realizó una visita al terreno y se contaron todos los muros presentes, mientras que a su vez, con la ayuda de un plano aéreo, se dibujó la superficie que ocupaban los muros, como se puede apreciar en el *Plano N°2: Estado actual de la parcela*.

Sin embargo, la tremenda irregularidad de los muros obligó a establecer un valor medio para la altura y el ancho, que fue de un metro para ambas dimensiones. Mediante esta suposición se estimó un volumen para los 74 muros presentes de 3.419,60 m³.

A la hora de realizar las extracciones de los muros de piedra seca, se empleará un coeficiente de esponjamiento del 40% debido a que el material rocoso ocupará un volumen mucho mayor que en su estado original, obteniendo un total de 4.787,44 m³.

También se debe retirar la tajea que se encuentra presente en el terreno, añadiendo 202,11 m³, que equivalen a 282,95 m³ para la retirada por el esponjamiento.

No será necesario trasladar los residuos al vertedero, ya que se conservarán en otra zona de la parcela anexa destinada a la construcción del campo de 18 hoyos por su utilidad para la construcción de otros muros o elementos de decoración.

3.- DESBROCE DEL TERRENO

Con la retirada de los muros, comenzará la labor de desbroce del terreno en su totalidad. Se deberán cubrir los 40.506,51 m² de superficie, eliminando todos los restos vegetales y con una profundidad de trabajo de 25cm por presentar especies arbustivas.

Los restos extraídos se cargarán y trasportarán a la Planta Insular de Residuos Sólido (P.I.R.S.) que se encuentra aproximadamente a 40 km y 1 hora de recorrido.

4.- PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO

En el cálculo del movimiento de tierras de obras de Ingeniería se emplea software de tratamiento de cartografía 3D como AutoCAD Civil3D, TCP-MDT, Protopo o Topocal, por citar los más empleados. Estos programas realizan las cubicaciones de movimiento de tierras a través de tres métodos: perfiles transversales, mallas reticulares y comparación de modelos digitales.

Debido al procedimiento de obtención de curvas de nivel de la zona de actuación no se consiguieron obtener datos compatibles con estos softwares. Por ello, se optó por el método de mallas reticulares que permitía la cubicación del terreno mediante la creación de cuadrículas y el uso de las curvas de nivel, las cotas del terreno y de la rasante de la cota proyectada de explanación.

El proceso del cálculo de volúmenes de desmonte y terraplén como se muestra en el *Plano Nº4: Movimientos de tierra* se describe a continuación.

4.1.- PLANTEAMIENTO DE LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA

Como se mencionó anteriormente, la zona más baja de la parcela debe quedar lo más plana posible. Para ello, utilizando las curvas de nivel obtenidas en el *Anejo Nº6: Topografía de la parcela*, se determinó que la cota a la que se deseaba establecer la superficie plana fuese de 243 m.s.n.m., elevando todo lo que se encuentra por debajo hasta esa cota. En especial la esquina sur, ya que

presenta la cota más baja y se pretende igualar a la altura de la carretera o quedar ligeramente por encima. También se plantea hacer un desmante del lateral sur, sumado a una disminución progresiva justo por encima ya que esta zona presenta la pendiente más pronunciada.

La cota elegida viene dada por ser la cota mínima en la que se puede realizar el diseño de las áreas de juego del campo de prácticas y que no supere la altura de la carretera colindante.

4.2.- DESARROLLO DEL MÉTODO EMPLEADO

Para poder cubicar el terreno se estableció una malla de cuadrículas sobre el terreno que se debe modificar. Esta malla está compuesta por cuadrículas de 100 m² (10x10 m), generadas por la intersección de líneas longitudinales, las cuales se denominarán como “filas” desde la “A” hasta la “I”, con líneas transversales denominadas “columnas” y numeradas desde el “1” hasta el “14”, ambas con una separación de 10 m.

Con ayuda del *Plano N°4: Movimientos de tierra*, se pueden distinguir las áreas que están destinadas al desmante y al terraplenado, además de una zona en la que se pretende hacer una retirada adicional para suavizar la pendiente. Cada área está compuesta por un número determinado de cuadrículas y cada una cuenta con cuatro esquinas de las que su cota es conocida.

El sistema empleado para conocer la cota de cada esquina de una cuadrícula consistió en trazar una perpendicular entre dos curvas de nivel y que la recta pasase sobre una esquina. De esta forma, es posible conocer la longitud que separa las dos curvas y la distancia de la esquina a la curva inferior y, conociendo que la diferencia de cota entre curvas es de 1 m, se puede obtener mediante una interpolación la cota de cada esquina siguiendo la siguiente fórmula:

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} * (x - x_0)$$

Donde:

- y cota de la esquina que se desea conocer [m]
- y₀ cota de la curva de nivel inferior [m]

y_1	cota de la curva de nivel superior [m]
x_0	punto origen de la medición [m] ($x_0 = 0$)
x_1	distancia desde el origen a la siguiente curva de nivel [m]
x	distancia desde el origen a la esquina estudiada [m]

4.3.- MÉTODO DE MALLAS RETICULARES

El proceso del cálculo se basa en la obtención de una diferencia de cota entre la cota media de la cuadrícula que representa la rasante del terreno y la cota a la que se desea elevar o disminuir. Para el terraplenado y el desmonte se establece que se debe alcanzar la cota de 243 m.s.n.m. y para la zona de disminución progresiva de pendiente se establece la cota 243,5 m.s.n.m. ya que es la cota intermedia con la inmediatamente superior.

El método viene dado por la fórmula:

$$V_i = D * (Z_1 - Z_2)$$

Donde:

V_i	volumen de la cuadrícula i [m^3]
D	dimensión de la cuadrícula [m^2]
Z_1	cota media que se desea alcanzar [m]
Z_2	cota media de la superficie de la cuadrícula [m]

El resultado obtenido no será el resultado final, ya que durante el proceso de terraplenado es necesario realizar una compactación del terreno, por lo que habrá que incrementar el volumen aportado.

Para calcular el desmonte y suavizado se seguirá exactamente el mismo proceso, pero en este caso en sentido negativo, ya que se requiere realizar una extracción del terreno.

4.4.- CÁLCULO DE LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA

Siguiendo el proceso anteriormente descrito, se pasará a medir el volumen de terreno resultante para llevar a cabo el terraplenado, desmonte y disminución de pendiente.

Se estudiarán las secciones o lados de la cuadrícula de forma independiente. A continuación se muestran las tablas obtenidas de los cálculos:

ANEJO N°7: MOVIMIENTOS DE TIERRA
Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje
Tabla N°7.1: Valores obtenidos para completar el terraplenado.

CUADRO	SECCIÓN	COTA INFERIOR	COTA SUPERIOR	COTA MEDIA	COTA CENTRAL	DIFER. COTA	ÁREA	VOLUMEN
1E	Fila E	242,0	242,0	242,00	241,85	1,15	16,23	18,66
	Fila F	241,4	242,0	241,70				
	Columna 1	242,0	242,0	242,00				
	Columna 2	241,4	242,0	241,70				
1F	Fila F	241,4	242,0	241,70	240,91	2,09	70,41	146,98
	Fila G	239,9	240,4	240,13				
	Columna 1	241,4	242,0	241,70				
	Columna 2	239,9	240,4	240,13				
1G	Fila G	239,9	240,4	240,13	239,33	3,68	45,16	165,96
	Fila H	238,5	238,6	238,53				
	Columna 1	238,6	240,4	239,48				
	Columna 2	238,5	239,9	239,18				
1H	Fila H	238,5	238,6	238,53	238,26	4,74	6,63	31,41
	Fila I	238,0	238,0	238,00				
	Columna 1	238,0	238,6	238,30				
	Columna 2	237,8	238,5	238,13				
2E	Fila E	242,0	242,1	242,05	241,54	1,46	66,84	97,75
	Fila F	240,7	241,4	241,03				
	Columna 2	241,4	242,1	241,75				
	Columna 3	240,7	242,0	241,33				
2F	Fila F	240,7	241,4	241,03	240,29	2,71	100	271,25
	Fila G	239,2	239,9	239,55				
	Columna 2	239,9	241,4	240,65				
	Columna 3	239,2	240,7	239,93				
2G	Fila G	239,2	239,9	239,55	238,81	4,19	100	418,75
	Fila H	237,7	238,5	238,08				
	Columna 2	238,5	239,9	239,18				
	Columna 3	237,7	239,2	238,45				
2H	Fila H	237,7	238,5	238,08	237,84	5,16	50,56	261,02
	Fila I	237,4	237,8	237,60				
	Columna 2	237,8	238,5	238,13				
	Columna 3	237,4	237,7	237,55				
3D	Fila D	242,0	242,0	242,00	241,84	1,16	18,83	21,89
	Fila E	241,4	242,0	241,68				
	Columna 3	242,0	242,0	242,00				
	Columna 4	241,4	242,0	241,68				
3E	Fila E	241,4	242,0	241,68	240,98	2,02	99,50	201,49
	Fila F	239,9	240,7	240,28				
	Columna 3	240,7	242,0	241,33				
	Columna 4	239,9	241,4	240,63				
3F	Fila F	239,9	240,7	240,28	239,56	3,44	100	343,75
	Fila G	238,5	239,2	238,85				
	Columna 3	239,2	240,7	239,93				
	Columna 4	238,5	239,9	239,20				

ANEJO N°7: MOVIMIENTOS DE TIERRA

Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

CUADRO	SECCIÓN	COTA INFERIOR	COTA SUPERIOR	COTA MEDIA	COTA CENTRAL	DIFER. COTA	ÁREA	VOLUMEN
3G	Fila G	238,5	239,2	238,85	238,20	4,80	97,25	466,80
	Fila H	237,4	237,7	237,55				
	Columna 3	237,7	239,2	238,45				
	Columna 4	237,4	238,5	237,95				
3H	Fila H	237,4	237,7	237,55	237,50	5,50	10,55	58,03
	Fila I	237,4	237,5	237,45				
	Columna 3	237,5	237,7	237,60				
	Columna 4	237,4	237,4	237,40				
4D	Fila D	242,0	242,0	242,00	241,51	1,49	68,92	102,52
	Fila E	240,7	241,4	241,03				
	Columna 4	241,4	242,0	241,68				
	Columna 5	240,7	242,0	241,35				
4E	Fila E	240,7	241,4	241,03	240,34	2,66	100	266,25
	Fila F	239,4	239,9	239,65				
	Columna 4	239,9	241,4	240,63				
	Columna 5	239,4	240,7	240,05				
4F	Fila F	239,4	239,9	239,65	238,98	4,02	100	402,50
	Fila G	238,1	238,5	238,30				
	Columna 4	238,5	239,9	239,20				
	Columna 5	238,1	239,4	238,75				
4G	Fila G	238,1	238,5	238,30	237,90	5,10	61,73	314,82
	Fila H	237,4	237,6	237,50				
	Columna 4	237,6	238,5	238,05				
	Columna 5	237,4	238,1	237,75				
5C	Fila C	242,0	242,0	242,00	241,89	1,11	15,87	17,66
	Fila D	241,6	242,0	241,78				
	Columna 5	242,0	242,0	242,00				
	Columna 6	241,6	242,0	241,78				
5D	Fila D	241,6	242,0	241,78	241,14	1,86	97,37	181,35
	Fila E	240,3	240,7	240,50				
	Columna 5	240,7	242,0	241,35				
	Columna 6	240,3	241,6	240,93				
5E	Fila E	240,3	240,7	240,50	239,85	3,15	100	315,00
	Fila F	239,0	239,4	239,20				
	Columna 5	239,4	240,7	240,05				
	Columna 6	239,0	240,3	239,65				
5F	Fila F	239,0	239,4	239,20	238,58	4,43	99,01	438,12
	Fila G	237,8	238,1	237,95				
	Columna 5	238,1	239,4	238,75				
	Columna 6	237,8	239,0	238,40				
5G	Fila G	237,8	238,1	237,95	237,83	5,18	17,32	89,63
	Fila H	237,6	237,8	237,70				
	Columna 5	237,8	238,1	237,95				
	Columna 6	237,6	237,8	237,70				

ANEJO N°7: MOVIMIENTOS DE TIERRA
Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

CUADRO	SECCIÓN	COTA INFERIOR	COTA SUPERIOR	COTA MEDIA	COTA CENTRAL	DIFER. COTA	ÁREA	VOLUMEN
6C	Fila C	242,0	242,0	242,00	241,69	1,31	47,69	62,59
	Fila D	241,2	241,6	241,38				
	Columna 6	241,6	242,0	241,78				
	Columna 7	241,2	242,0	241,60				
6D	Fila D	241,2	241,6	241,38	240,74	2,26	100	226,25
	Fila E	239,9	240,3	240,10				
	Columna 6	240,3	241,6	240,93				
	Columna 7	239,9	241,2	240,55				
6E	Fila E	239,9	240,3	240,10	239,48	3,52	100	352,50
	Fila F	238,7	239,0	238,85				
	Columna 6	239,0	240,3	239,65				
	Columna 7	238,7	239,9	239,30				
6F	Fila F	238,7	239,0	238,85	238,40	4,60	64,18	295,23
	Fila G	237,8	238,1	237,95				
	Columna 6	238,1	239,0	238,55				
	Columna 7	237,8	238,7	238,25				
7C	Fila C	242,0	242,0	242,00	241,53	1,47	75,10	110,77
	Fila D	240,9	241,2	241,05				
	Columna 7	241,2	242,0	241,60				
	Columna 8	240,9	242,0	241,45				
7D	Fila D	240,9	241,2	241,05	240,40	2,60	100	260,00
	Fila E	239,6	239,9	239,75				
	Columna 7	239,9	241,2	240,55				
	Columna 8	239,6	240,9	240,25				
7E	Fila E	239,6	239,9	239,75	239,10	3,90	100	390,00
	Fila F	238,2	238,7	238,45				
	Columna 7	238,7	239,9	239,30				
	Columna 8	238,2	239,6	238,90				
7F	Fila F	238,2	238,7	238,45	238,30	4,70	26,18	123,05
	Fila G	238,1	238,2	238,15				
	Columna 7	238,2	238,7	238,45				
	Columna 8	238,1	238,2	238,15				
8B	Fila B	242,0	242,0	242,00	241,95	1,05	4,80	5,04
	Fila C	241,8	242,0	241,90				
	Columna 8	242,0	242,0	242,00				
	Columna 9	241,8	242,0	241,90				
8C	Fila C	241,8	242,0	241,90	241,30	1,70	97,72	166,12
	Fila D	240,5	240,9	240,70				
	Columna 8	240,9	242,0	241,45				
	Columna 9	240,5	241,8	241,15				
8D	Fila D	240,5	240,9	240,70	240,05	2,95	100	295,00
	Fila E	239,2	239,6	239,40				
	Columna 8	239,6	240,9	240,25				
	Columna 9	239,2	240,5	239,85				

ANEJO N°7: MOVIMIENTOS DE TIERRA
Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

CUADRO	SECCIÓN	COTA INFERIOR	COTA SUPERIOR	COTA MEDIA	COTA CENTRAL	DIFER. COTA	ÁREA	VOLUMEN
8E	Fila E	239,2	239,6	239,40	238,83	4,18	93,66	391,03
	Fila F	238,2	238,3	238,25				
	Columna 8	238,3	239,6	238,95				
	Columna 9	238,2	239,2	238,70				
9B	Fila B	242,0	242,0	242,00	241,83	1,18	29,93	35,17
	Fila C	241,5	241,8	241,65				
	Columna 9	241,8	242,0	241,90				
	Columna 10	241,5	242,0	241,75				
9C	Fila C	241,5	241,8	241,65	241,00	2,00	100	200,00
	Fila D	240,2	240,5	240,35				
	Columna 9	240,5	241,8	241,15				
	Columna 10	240,2	241,5	240,85				
9D	Fila D	240,2	240,5	240,35	239,70	3,30	100	330,00
	Fila E	238,9	239,2	239,05				
	Columna 9	239,2	240,5	239,85				
	Columna 10	238,9	240,2	239,55				
9E	Fila E	238,9	239,2	239,05	238,68	4,32	65,36	282,68
	Fila F	238,3	238,3	238,30				
	Columna 9	238,3	239,2	238,75				
	Columna 10	238,3	238,9	238,60				
10B	Fila B	242,0	242,0	242,00	241,65	1,35	57,34	77,41
	Fila C	241,1	241,5	241,30				
	Columna 10	241,5	242,0	241,75				
	Columna 11	241,1	242,0	241,55				
10C	Fila C	241,1	241,5	241,30	240,65	2,35	100	235,00
	Fila D	239,8	240,2	240,00				
	Columna 10	240,2	241,5	240,85				
	Columna 11	239,8	241,1	240,45				
10D	Fila D	239,8	240,2	240,00	239,38	3,63	100	362,50
	Fila E	238,6	238,9	238,75				
	Columna 10	238,9	240,2	239,55				
	Columna 11	238,6	239,8	239,20				
10E	Fila E	238,6	238,9	238,75	238,53	4,47	34,72	155,37
	Fila F	238,3	238,3	238,30				
	Columna 10	238,3	238,9	238,60				
	Columna 11	238,3	238,6	238,45				
11B	Fila B	242,0	242,0	242,00	241,50	1,50	79,71	119,57
	Fila C	240,9	241,1	241,00				
	Columna 11	241,1	242,0	241,55				
	Columna 12	240,9	242,0	241,45				
11C	Fila C	240,9	241,1	241,00	240,38	2,63	100	262,50
	Fila D	239,7	239,8	239,75				
	Columna 11	239,8	241,1	240,45				
	Columna 12	239,7	240,9	240,30				

ANEJO N°7: MOVIMIENTOS DE TIERRA

Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

CUADRO	SECCIÓN	COTA INFERIOR	COTA SUPERIOR	COTA MEDIA	COTA CENTRAL	DIFER. COTA	ÁREA	VOLUMEN
11D	Fila D	239,7	239,8	239,75	239,20	3,80	98,03	372,51
	Fila E	238,6	238,7	238,65				
	Columna 11	238,7	239,8	239,25				
	Columna 12	238,6	239,7	239,15				
11E	Fila E	238,6	238,7	238,65	238,55	4,45	6,23	27,72
	Fila F	238,3	238,6	238,45				
	Columna 11	238,6	238,7	238,65				
	Columna 12	238,3	238,6	238,45				
12B	Fila B	242,0	242,0	242,00	241,55	1,45	83,75	121,44
	Fila C	241,1	241,1	241,10				
	Columna 12	241,1	242,0	241,55				
	Columna 13	241,1	242,0	241,55				
12C	Fila C	241,1	241,1	241,10	240,43	2,57	100	257,50
	Fila D	239,7	239,8	239,75				
	Columna 12	239,8	241,1	240,45				
	Columna 13	239,7	241,1	240,40				
12D	Fila D	239,7	239,8	239,75	239,40	3,60	73,82	265,75
	Fila E	238,7	239,4	239,05				
	Columna 12	239,4	239,8	239,60				
	Columna 13	238,7	239,7	239,20				
13B	Fila B	242,0	242,0	242,00	241,53	1,47	60,52	89,27
	Fila C	241,0	241,1	241,05				
	Columna 13	241,1	242,0	241,55				
	Columna 14	241,0	242,0	241,50				
13C	Fila C	241,0	241,1	241,05	240,50	2,50	77,46	193,65
	Fila D	239,8	240,1	239,95				
	Columna 13	240,1	241,1	240,60				
	Columna 14	239,8	241,0	240,40				
13D	Fila D	239,8	240,1	239,95	239,83	3,18	35,71	113,38
	Fila E	239,4	240,0	239,70				
	Columna 13	240,0	240,1	240,05				
	Columna 14	239,4	239,8	239,60				
							TOTAL	10810,59

ANEJO N°7: MOVIMIENTOS DE TIERRA
Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje
Tabla N°7.2: Valores obtenidos para completar el desmonte.

CUADRO	SECCIÓN	COTA INFERIOR	COTA SUPERIOR	COTA MEDIA	COTA CENTRAL	DIFER. COTA	ÁREA	VOLUMEN
1B	Fila B	246	246	246	245,98	-2,97	1,12	-3,33
	Fila C	245,9	246	245,95				
	Columna 1	246	246	246				
	Columna 2	245,9	246	245,95				
1C	Fila C	245,9	246	245,95	245,35	-2,35	73,99	-173,88
	Fila D	244,5	245	244,75				
	Columna 1	245	246	245,5				
	Columna 2	244,5	245,9	245,2				
1D	Fila D	244,5	245	244,75	244,38	-1,38	39,92	-54,89
	Fila E	244	244	244				
	Columna 1	244	245	244,5				
	Columna 2	244	244,5	244,25				
2B	Fila B	245,6	246	245,8	245,65	-2,65	29,79	-78,94
	Fila C	245,1	245,9	245,5				
	Columna 2	245,9	246	245,95				
	Columna 3	245,1	245,6	245,35				
2C	Fila C	245,1	245,9	245,5	244,88	-1,88	92,65	-173,72
	Fila D	244	244,5	244,25				
	Columna 2	244,5	245,9	245,2				
	Columna 3	244	245,1	244,55				
2D	Fila D	244	244,5	244,25	244,13	-1,13	5,66	-6,37
	Fila E	244	244	244				
	Columna 2	244	244,5	244,25				
	Columna 3	244	244	244				
3B	Fila B	244,9	245,6	245,25	244,98	-1,97	35,76	-70,63
	Fila C	244,3	245,1	244,7				
	Columna 3	245,1	245,6	245,35				
	Columna 4	244,3	244,9	244,6				
3C	Fila C	244,3	245,1	244,7	244,35	-1,35	46,39	-62,63
	Fila D	244	244	244				
	Columna 3	244	245,1	244,55				
	Columna 4	244	244,3	244,15				
4B	Fila B	244,1	244,9	244,5	244,33	-1,32	26,31	-34,86
	Fila C	244	244,3	244,15				
	Columna 4	244,3	244,9	244,6				
	Columna 5	244	244,1	244,05				
4C	Fila C	244	244,3	244,15	244,08	-1,07	4,02	-4,32
	Fila D	244	244	244				
	Columna 4	244	244,3	244,15				
	Columna 5	244	244	244				
							TOTAL	-663,56

Tabla N°7.3: Valores obtenido para disminuir la pendiente.

CUADRO	SECCIÓN	COTA INFERIOR	COTA SUPERIOR	COTA MEDIA	COTA CENTRAL	DIFER. COTA	ÁREA	VOLUMEN
1A	Fila A	248,1	249	248,55	248,13	-4,63	50,29	-232,59
	Fila B	247,4	248	247,7				
	Columna 1	248	249	248,5				
	Columna 2	247,4	248,1	247,75				
1B	Fila B	247,4	248	247,7	246,98	-3,47	82,92	-288,15
	Fila C	246	246,5	246,25				
	Columna 1	246,5	248	247,25				
	Columna 2	246	247,4	246,7				
1C	Fila C	246	246,5	246,25	246,13	-2,63	10,40	-27,30
	Fila D	246	246	246				
	Columna 1	246	246,5	246,25				
	Columna 2	246	246	246				
2A	Fila A	247	248,1	247,55	247,28	-3,78	38,41	-145,00
	Fila B	246,6	247,4	247				
	Columna 2	247,4	248,1	247,75				
	Columna 3	246,6	247	246,8				
2B	Fila B	246,6	247,4	247	246,40	-2,90	70,21	-203,61
	Fila C	245,6	246	245,8				
	Columna 2	246	247,4	246,7				
	Columna 3	245,6	246,6	246,1				
3A	Fila A	245,9	247	246,45	246,35	-2,85	15,11	-43,06
	Fila B	245,9	246,6	246,25				
	Columna 3	246,6	247	246,8				
	Columna 4	245,9	245,9	245,9				
3B	Fila B	245,9	246,6	246,25	245,75	-2,25	64,24	-144,54
	Fila C	244,9	245,6	245,25				
	Columna 3	245,6	246,6	246,1				
	Columna 4	244,9	245,9	245,4				
4B	Fila B	244,8	245,9	245,35	244,93	-1,43	56,14	-80,00
	Fila C	244,1	244,9	244,5				
	Columna 4	244,9	245,9	245,4				
	Columna 5	244,1	244,8	244,45				
5B	Fila B	243,8	244,8	244,3	244,03	-0,53	32,92	-17,28
	Fila C	243,4	244,1	243,75				
	Columna 5	244,1	244,8	244,45				
	Columna 6	243,4	243,8	243,6				
6B	Fila B	243	243,8	243,4	243,30	0,20	9,79	1,96
	Fila C	243	243,4	243,2				
	Columna 6	243,4	243,8	243,6				
	Columna 7	243	243	243				
							TOTAL	-1179,57

5.- COMPACTACIÓN

En la superficie de 5.268,58 m² donde se ha llevado a cabo el terraplado, será necesario compactar ese terreno al tener espacios vacíos o rellenos de aire en su interior, provocado por la incorporación mecánica de la tierra.

El material deberá ser compactado con el grado obtenido en los resultados del ensayo del Proctor Modificado, donde se determina la relación entre la humedad y la densidad seca tras compactación de una muestra del mismo material empleado en el terraplado. Según ensayo, se deberá compactar por capas de 30 cm al 95% del Proctor Modificado.

Mediante la compactación se consigue reducir esos espacios y, consecuentemente, aumentar su densidad y capacidad de soporte y estabilidad. Por ese motivo, también es necesario emplear un volumen mayor para completar el terraplado en la cota deseada.

Aunque puede resultar difícil estimar el volumen necesario para completar el terraplén, ya que muchos autores coinciden en que el volumen compactado tiende a ser menor que el obtenido por el esponjamiento del desmonte, se estimará el volumen necesario en un 25% mayor que el volumen que ocupará finalmente.

6.- EXTENDIDO Y PERFILADO DEL TERRENO

Una vez finalizado los movimientos de tierra, se procederá a igualar la superficie del terreno mediante el empleo de una motoniveladora.

Al igual que la desbrozadora, es necesario actuar en la totalidad de la superficie de la parcela. Esto será necesario ya que tras la retirada de los muros es muy probable que la superficie del terreno no haya quedado igualada.

De esta forma, la superficie quedará lista para la preparación del terreno para la plantación. Además, es importante destacar que no se espera que queden restos de piedras tras la retirada de muros, por lo que no será necesario el uso de la trailla para dejar la superficie limpia previo al perfilado.

7.- EXCAVACIÓN DE ZANJAS

Tras la finalización del terraplenado y perfilado del terreno se procede a la apertura de las zanjas.

Para las zanjas destinadas a la colocación de las tuberías del riego por aspersión se realizará de 0,60 m de profundidad y un ancho de trabajo variable en función de la cuchara disponible, pero no debe ser menor a 0,40 m para que el operario pueda trabajar con comodidad durante la instalación de las tuberías.

La longitud necesaria de apertura de zanjas será de 2.450,3 m, siendo de la profundidad y ancho antes mencionada, se obtiene un volumen de 588,07 m³.

En el caso de las zanjas para la instalación de las tuberías de drenaje, se realizarán las zanjas de forma manual, con una profundidad de 0,45 m y un ancho de 0,15 m. En este caso el largo será de 736,55 m, lo que computa por un total de 49,72 m³.

Durante el proceso no se generan residuos, ya que tras la instalación se volverá a rellenar la zanja con el propio material extraído.

8.- RESULTADOS FINALES

Los resultados obtenidos en los movimientos de tierra son los siguientes:

Del desmonte se obtendrán un total de 663,56 m³ de tierra que sumado al 20% del esponjamiento por tratarse de un suelo franco compactado, alcanzan los 796,28 m³. Del mismo modo, con el trabajo de disminución de pendiente se extraen 1.179,57 m³ y con el 20% del esponjamiento resultan en 1.415,49 m³. Con estos resultados, la suma obtenida en el proceso de extracción tiene como resultado 2.211,77 m³.

En cuanto al terraplenado, el volumen necesario para completarlo es de 10.810,59 m³, pero como se mencionó durante el apartado de la compactación, se estimará que es necesario aumentar un 25% la cantidad necesaria para obtener el resultado esperado, ascendiendo así a un total de 13.513,24 m³.

Todo el suelo que se requiera para completar el terraplenado procederá de la obra del campo de 18 hoyos que se realizará en la parcela anexa, por lo que no será necesario realizar la compra de tierra.

El resultado final es un área totalmente plana de 5.268,58 m², donde se podrán establecer las diferentes áreas de juego y equipamiento necesario. El resto de la parcela se considerará con una pendiente uniforme en todo su recorrido.

Para mostrar el resultado de los movimientos de tierra se aporta la *Figura N°7.1*, donde se puede apreciar claramente la zona de juego en la parte inferior y la inclinación de la *calle*.

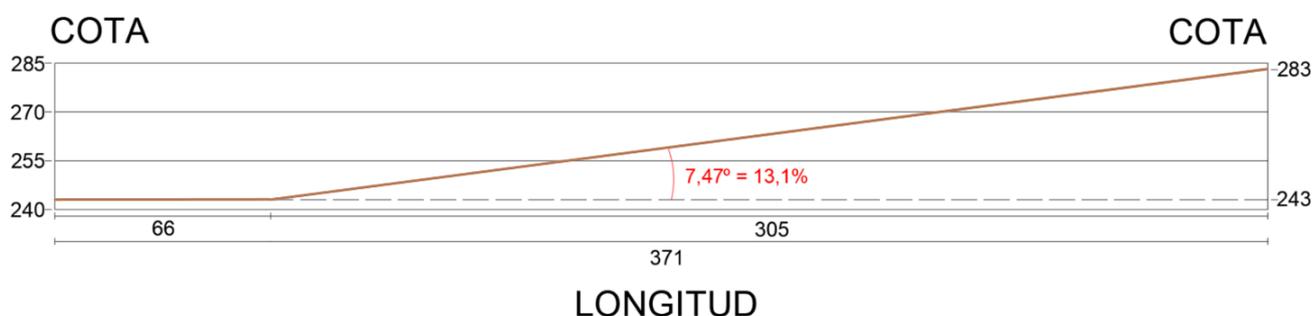


Figura N°7.1: Perfil de la parcela tras realizar los movimientos de tierra.

Cálculo de la pendiente:

$$\text{Pendiente (\%)} = \frac{(283 - 243)}{305} * 100 = 13,1\%$$

Asimismo, se aporta el *Plano N°5: Topografía de la parcela tras movimientos de tierra* donde se puede apreciar cómo se han modificado las curvas de nivel tras los movimientos de tierra, siendo ahora más homogéneas.

Como se puede observar en el trabajo desarrollado, el objetivo final ha sido siempre conseguir un terreno con una pendiente uniforme a lo largo de todo el recorrido, para así poder optimizar con mayor precisión, entre otras cosas, el diseño hidráulico del campo de prácticas.

Sin embargo, hay que añadir que un resultado tan homogéneo es complejo llevarlo a cabo, pero sigue siendo un resultado plausible ya que la pendiente original del terreno es muy similar a la obtenida tras los movimientos de tierra, por lo que se mantendrá para este anteproyecto con fin académico.

ANEJO N°8
ESPECIES VEGETALES
EMPLEADAS

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

<i>Acacia cyclops</i>	133
<i>Aloe vera</i>	134
<i>Asteriscus sericeus</i>	135
<i>Cercis siliquastrum</i>	136
<i>Cynodon dactylon x Cynodon transvaalensis</i>	137
<i>Delonix regia</i>	138
<i>Duranta repens</i>	139
<i>Echinocactus grusonii</i>	140
<i>Euphorbia balsamifera</i>	141
<i>Euphorbia canariensis</i>	142
<i>Lavandula canariensis</i>	143
<i>Oenothera lindheimeri</i>	144
<i>Phoenix canariensis</i>	145
<i>Spathodea campanulata</i>	146
<i>Washingtonia robusta</i>	147

Las imágenes han sido obtenidas de las siguientes páginas web:

Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias – www.biodiversidadcanarias.es

Flora Vascular de Canarias – www.floradecanarias.com

Identificación de Plantas y Flores – <https://plantasflores.com>

ACACIA CYCLOPS

Nombre común: Acacia de costa

Familia: *Fabaceae*

Origen: Australia

Descripción: Arbusto de 2 a 4 m de altura, con el follaje perenne llegando casi hasta el suelo y ocultando al tallo. Ramillas angulosas, de color castaño-verdoso, tornándose con el tiempo redondeadas y de color castaño oscuro. Filodios erectos, de estrechamente oblongos a estrechamente obovados, planos, rectos o curvados, coriáceos, de ápice obtuso con un mucrón lateral, con 3 a 5 nervios más sobresalientes. Racimos axilares más cortos que los filodios, con pocos glomérulos, de color amarillo dorado, sobre pedúnculos glabros. Flores pentámeras. Legumbre estrechamente oblonga o linear, curvada o enrollada, coriácea, glabra, con los márgenes engrosados, pero no constreñidos. Semillas elípticas, en disposición longitudinal o ligeramente oblicuas, con funículo grueso, rojo o anaranjado, rodeando a la semilla.

Observaciones: Requiere exposición a pleno sol. Se multiplica por semillas. Es planta adecuada para su cultivo cerca del mar, siendo poco exigente en suelos. Se puede cultivar como arbusto o como árbol. Apenas requiere labores de mantenimiento, salvo podas de formación. No destaca por sus flores.



ALOE VERA

Nombres comunes: Áloe de Barbados, Sábila

Familia: *Asphodelaceae*

Origen: Arabia, regiones subtropicales y templadas

Descripción: arbusto suculento acaule o con tallo corto de hasta 30 cm, erecto, sin rebrotes laterales. Las hojas, que pueden medir hasta 50 cm de largo y 15 cm de ancho, dispuestas en forma de roseta basal. Son estrechamente triangular-lanceoladas, rectas, erecto-patentes, herbáceas, de un color verde-grisáceo, glaucas, ligeramente recubiertas de pruina y sin manchas, dentadas solo en el margen, dientes de unos 2 mm y con aguijón terminal. La inflorescencia, de unos 70 a 100 cm de altura, termina en un racimo simple, compacto en la antesis y en la fructificación. Las flores son de color amarillo-anaranjado.

Observaciones: La exposición debe ser a pleno sol. La floración no se produce hasta los 3-4 años de edad. No requiere labores de mantenimiento.



ASTERISCUS SERICEUS

Nombres comunes: Jorja, Tojía

Familia: *Asteraceae*

Origen: endemismo de la isla de Fuerteventura

Descripción: plantas de porte compacto con tallos pelosos que alcanza 1,5 m de altura. Sus hojas son anchamente oblanceoladas densamente seríceas, con pelos largos y suaves, amontonadas hacia el extremo de los tallos, que tienen un color gris oscuro a negruzco. Sus vistosas flores son de color amarillo vivo y de un tamaño grande para el conjunto de la planta.

Observaciones: requiere exposición a pleno sol. Labores de mantenimiento escasas, sólo podas de mantenimiento.



CERCIS SILIQUASTRUM

Nombre común: Árbol del amor, Algarrobo loco, Árbol de Judas

Familia: *Fabaceae*.

Descripción: árbol caducifolio de bajo porte, con altura de 4 a 7 m y 4 m de copa, de crecimiento abierto e irregular. Su tronco es de madera lisa y clara, tornándose tortuosa y oscura con el tiempo. Las hojas son simples, alternas glabras, de redondeadas a cordiformes y son de color verde claro. Sus flores son hermafroditas, con corola papilionácea de color rosa. Puesto que pertenece a la familia de las leguminosas, su fruto es en vaina.

Observaciones: Su floración se produce en primavera y se desarrollan en madera vieja, previo al brote de sus hojas. Su desarrollo y floración se ve muy perjudicado por heladas tardías.



CYNODON DACTYLON X CYNODON TRANSVAALENSIS

Varietades: TifEagle y Tahoma 31

Nombre común: Bermuda, Bermuda híbrida, Grama fina

Familia: *Poaceae*

Origen: África y sur de Europa.

Descripción: Planta vivaz que emite rizomas y estolones que se extiende con gran rapidez por la superficie del suelo. De cada nudo brotan nuevas raíces y, en definitiva, una nueva planta. Por tanto, se propaga vegetativamente. La hoja es laminar y lanceolada de 1,5 mm a 4 mm de ancho y de color verde azulado. La lígula está sustituida por un collar de pelos. Aurículas ausentes. El limbo tiene pelos tanto en su superficie como en los bordes, lo que hace que el césped sea áspero al tacto. Inflorescencia en forma de 4 o 5 ramificaciones con espiguillas.

Observaciones: Especie de clima cálido y con requerimiento de exposición a pleno sol, no tolerando condiciones de sombra semipermanentes. Se caracteriza por la dormancia invernal con pérdida de pigmentación y posterior decoloración de las hojas cuando la temperatura del suelo permanece por debajo de 10°C. Es una especie resistente a altas temperaturas, largos periodos de sequía, condiciones de salinidad elevada, al pisoteo y al arrancamiento. No es una especie apropiada para suelos ácidos, preferiblemente entre pH de 5,5 y 7,5. Se recomienda realizar la siembra con temperaturas en el suelo superiores a 18°C.

Al tratarse de un híbrido interespecífico, no produce semilla viable, por lo tanto, su multiplicación necesariamente debe ser mediante tepe o esqueje.



DELONIX REGIA

Nombre común: Flamboyán, Flamboyant, Framboyán de Madagascar

Familia: *Fabaceae*

Origen: Nativo de Madagascar

Descripción: Árbol caducifolio de 6 a 8 m de altura en cultivo, alcanzando hasta 12 m en su zona de origen, con una copa notablemente aparasolada de hasta 8 m de ancho. Su tronco cilíndrico, algo torcido, a veces con contrafuertes cerca de la base, con la corteza grisácea, lisa pero algo áspera y granulosa. Hojas bipinnadas, de 20 a 40 cm de longitud incluido el peciolo, con el raquis acanalado, finamente pubescente en los nudos. Color verde oscuro por el haz y más pálidos y verde grisáceos por el envés. Inflorescencias en racimos axilares que aparecen cuando el árbol está sin follaje, con 6 a 14 flores de color rojo-anaranjados.

Observaciones: Buen árbol de sombra que requiere climas tropicales o subtropicales, pues es sensible al frío, especialmente de joven, suelos bien drenados, una exposición soleada para poder florecer en abundancia y riegos en la época de crecimiento. Su sistema radicular es superficial y agresivo, por lo que debe tenerse mucho cuidado con el lugar donde se planta, proporcionándole el espacio suficiente. Se utiliza como ejemplar aislado, formando grupos o en alineaciones de calles.



DURANTA REPENS

Nombre común: Duranta, Flor celeste, Té amarillo

Familia: *Verbenaceae*

Origen: Sudamérica

Descripción: Planta arbustiva y perenne de 2 a 3 metros de altura, de copa irregular y globosa con tallos sarmentosos y ramitas cuadrangulares. Las hojas son perennes, simples y elípticas, de 2 a 6 cm de largo, más o menos acuminadas, todas ellas opuestas, con márgenes enteros o ligeramente aserrados. La floración se produce en racimos de inflorescencias terminales o axilares y muy abundantes, son moradas o azuladas y de pequeño tamaño, tienen forma acampanadas y desprenden un aroma muy fragante. Tras la floración, aparecen los frutos de pequeño tamaño, globosos de color amarillo-anaranjado del tamaño de un garbanzo.

Observaciones: La floración se produce en mayo y se prolonga hasta el otoño. La fructificación se produce en otoño e invierno. Su mantenimiento se limita a podas de mantenimiento y la exposición adecuada es a pleno sol.



ECHINOCACTUS GRUSONII

Nombre común: Asiento de suegra, Bola de oro, Barril de oro, Cactus erizo

Familia: *Cactaceae*

Origen: México

Descripción: Cactus de forma globular más o menos esférico de 1 m de alto y 60 cm de ancho es su desarrollo adulto. Son de color verde brillante, con el ápice aplanado y lanosidad amarilla. Presenta numerosas costillas rectilíneas, prominentes y delgadas, donde se encuentran las espinas radiales de color amarillento dispuestas en números entre 8 y 10, y miden más de 3 cm de longitud. Las flores, también amarillentas, aparecen en las areolas superiores de los ejemplares adultos en verano, surgiendo entre la lanosidad y durando hasta 3 días. En ejemplares adultos pueden aparecer vástagos basales.

Observaciones: El mantenimiento de esta suculenta es nulo. Su crecimiento es significativamente lento, pero son especies muy longevas. Requiere exposición a pleno sol y evitar el encharcamiento en la zona radicular.



EUPHORBIA BALSAMIFERA

Nombre común: Tabaiba dulce

Familia: *Euphorbiaceae*

Origen: Canarias y Norte de África

Descripción: Arbusto suculento, ramificado desde la base y de follaje caducifolio. Puede alcanzar los 2 m de altura, sin embargo, si se encuentra en zonas de fuertes vientos, adquirirá un porte rastrero. Los tallos son grisáceos y nudosos. Las hojas son lanceoladas-lineares a oblongo-espátuladas, de pequeño tamaño y de color verde claro, verde-glaucos o amarillosas. Se disponen formando una pseudo roseta. Las flores individuales, de pequeño tamaño, se reúnen en una estructura llamada ciato, que tiene forma de urna o copa gracias a las cinco brácteas entre soldadas que envuelven al conjunto formado por una única flor femenina central rodeada por flores masculinas.

Observaciones: Es una especie perteneciente al ecosistema del Cardonal – Tabaibal, por lo que se adaptará a la perfección a las condiciones del entorno. Requiere exposición a pleno sol y mínimas labores de mantenimiento.



EUPHORBIA CANARIENSIS

Nombre común: Cardón

Familia: *Euphorbiaceae*

Origen: Canarias

Descripción: Arbusto suculento, con un porte candelabriforme y que puede alcanzar los 4 metros de altura. Sus tallos son largos, pentagonales o cuadrados parecidos a los cactus y de color verdoso. Presentan espinas curvas y cortas a lo largo del tallo. Las flores nacen en las aristas del extremo superior del tallo. Son flores solitarias sobre pedúnculos cortos y de color rojizo-marrón. Florece en primavera y verano, normalmente entre mayo y junio.

Observaciones: Se desarrolla en ambientes soleados, suelos rocosos y no le favorece el encharcamiento del suelo durante el riego. No requiere de labores de mantenimiento.



LAVANDULA CANARIENSIS

Nombres comunes: Mato Risco, Hierba Risco, Espliego

Familia: *Lamiaceae*

Origen: Canarias

Descripción: Arbusto perenne de hasta 1,5 m de altura, abundantemente ramificado desde su base, con tallos de sección cuadrangular, quebradizos y recubiertos de una fina corteza de color verde. Sus hojas son pequeñas, compuestas, una o dos veces divididas, lisas, algo carnosas y de color verde oscuro, que al frotarlas desprenden una intensa y agradable fragancia. Presenta inflorescencias en espigas densas, sencillas o ramificadas, de hasta 10 cm de longitud y de color azul-violeta. Sus flores, pequeñas y aromáticas, florecen entre el invierno y la primavera.

Observaciones: Su exposición ideal es a pleno sol como en su hábitat natural y es idónea para la formación de macizos y borduras. Los requerimientos de mantenimiento son mínimos.



OENOTHERA LINDHEIMERI

Nombre común: Gaura

Familia: *Onagraceae*

Origen: Norteamérica

Descripción: Planta herbácea rizomatosa muy ramificada, de aspecto arbustivo que puede alcanzar 1,5 m de altura. Sus tallos son finos y erectos y sus hojas son alternas, lanceoladas con el margen dentado. Las flores se agrupan en inflorescencias de espigas terminales y son tetrapétalas, de color blanco y rosado y presentan unos largos estambres en el centro. Florece durante buena parte del año en climas con temperaturas cálidas, generalmente desde primavera hasta otoño.

Observaciones: Son plantas que toleran la escasez hídrica y las bajas temperaturas y tiene su mejor desarrollo bajo exposición a pleno sol. Puede desarrollarse bien en casi cualquier tipo de suelo, pero no es adecuado que sufra encharcamientos. No es necesario llevar a cabo labores de mantenimiento salvo podas puntuales para mantener la formación deseada.



PHOENIX CANARIENSIS

Nombre común: Palmera canaria

Familia: *Arecaceae*

Origen: Canarias

Descripción: Palmera de crecimiento lento de 12 m de alto pudiendo alcanzar los 20 m. Su estípite presenta un diámetro de 1 m y no tiene ramificaciones desde la base. Las hojas verdes se disponen en una roseta terminal, son pinnadas, arqueadas, numerosas y con una longitud de 3 a 6 m. El raquis es espinoso en la base y las hojas viejas y las bases foliares son persistentes. Las flores son dioicas: los ejemplares femeninos tienen racimos grandes y muy ramificados con una disposición espaciada de flores amarillo-anaranjadas, y los masculinos tienen racimos muy apretados con numerosas flores de color blanco. No presenta hijuelos en su base. Florece entre abril y septiembre.

Observaciones: Cultivar preferiblemente con temperaturas superiores a los 20°C y una exposición soleada. Se desarrolla adecuadamente en suelos sueltos y con buen drenaje para evitar el encharcamiento. Es una especie tolerante al frío. Requiere de labores de mantenimiento específicas para la retirada de las hojas secas.



SPATHODEA CAMPANULATA

Nombre común: Tulipero del Gabón, Tulipanero africano

Familia: *Bignoniaceae*

Origen: Nativo de África tropical

Descripción: Árbol perennifolio, aunque bajo condiciones desfavorables puede llegar a perder parte de su follaje, alcanza bajo condiciones de cultivo los 10 m de altura, pero en la naturaleza puede alcanzar los 20 m. Su copa pequeña y redondeada alcanza los 5 m de ancho. Hojas imparipinnadas con folíolos ovado-lanceolados. Inflorescencias acampanadas en racimos terminales de color rojo-anaranjado y el borde amarillento. La floración se produce durante casi todo el año bajo condiciones adecuadas.

Observaciones:

Resistente a la sequía. Muy sensible a las heladas y las bajas temperaturas puede hacerle perder su follaje. Requiere pleno sol para lograr una buena floración. Labores de mantenimiento exclusivas para dar la forma al árbol.



WASHINGTONIA ROBUSTA

Nombre común: Palmera de abanico mexicana, Washingtonia

Familia: *Arecaceae*

Origen: México y EEUU

Descripción: Palmera de tronco simple y delgado que puede alcanzar hasta 25 m de altura. Su base está ligeramente engrosada y se va estrechando hasta alcanzar la copa. Las hojas son palmeadas con limbos de color verde con profundas divisiones. Los peciolo son alargados y con bordes espinosos. La inflorescencia es ramificada y nace en la base de las hojas inferiores. Los frutos son numerosos, de color negro y esféricos.

Observaciones: Es una palmera que no pierde las inserciones de las hojas por lo que puede permanecer completamente “vestida”. Requiere exposición a pleno sol y no tolera suelos propensos a encharcamientos. Serán necesarias labores de mantenimiento si se decide cepillar la palmera.



ANEJO N°8

CÁLCULO DE LA

EVAPOTRANSPIRACIÓN DE

REFERENCIA

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	150
2.- FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DE LA ET_0	150
3.- CÁLCULO DE LAS COMPONENTES.....	151
3.1.- Velocidad del viento a 2 m sobre la superficie.....	151
3.2.- Pendiente de la curva de presión de saturación de vapor	152
3.3.- Presión atmosférica	152
3.4.- Calor latente de vaporización	153
3.5.- Constante Psicrométrica.....	153
3.6.- Presión media de vapor de la saturación.....	153
3.7.- Presión real de vapor.....	154
3.8.- Déficit de presión de vapor	154
3.9.- Radiación neta.....	154
3.10.- Radiación neta solar o de onda corta	154
3.11.- Radiación neta de onda larga.....	154
3.11.1.- Radiación solar	155
3.11.2.- Radiación extraterrestre para periodos diarios.....	155
3.11.3.- Radiación solar en un día despejado	157
3.12.- Flujo del calor del suelo	157
4.- RESULTADO DE LAS COMPONENTES.....	157
5.- CÁLCULO DE LA ET_0	159
5.1.- Cálculo mediante software <i>PMETp-w</i>	159
5.2.- Comparación de resultados	162
5.3.- Bondad de los datos obtenidos	163
6.- CONCLUSIÓN	165

1.- INTRODUCCIÓN

El cálculo de la evapotranspiración de referencia es uno de los más importantes en este anteproyecto, principalmente por su efecto en un recurso escaso como es el agua, para el cual se debe optimizar su uso para evitar su desperdicio.

Se usarán los datos recogidos por la estación meteorológica de Hoya Grande, Adeje, presentes en el *Anejo Nº3: Climatología*, y se recurrirá al método de Penman-Monteith recogido la publicación Nº56 de Estudio FAO: Riego y Drenaje, *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*.

El desarrollo del proceso de cálculo se reflejará por completo en este anejo, ya que en función de los datos disponibles se alternarán las fórmulas empleadas, las cuales se referenciarán a la posición que ocupan en la publicación.

2.- FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DE LA ET₀

Para el cálculo de la evapotranspiración se usará la fórmula 6, que se introduce en el *Capítulo 2 – Ecuación de FAO Penman-Monteith* y se desarrolla en el *Capítulo 4 – Determinación de la ET₀*. Se ha optado por el uso de esta fórmula por disponer exclusivamente de datos mensuales.

La ecuación FAO Penman-Monteith fue derivada en el *Capítulo 2*, a partir de la ecuación original de Penman-Monteith y de las ecuaciones de resistencia aerodinámica y superficial:

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Donde:

ET ₀	evapotranspiración de referencia [mm día ⁻¹]
R _n	radiación neta en la superficie del cultivo [MJ m ⁻² día ⁻¹]
R _a	radiación extraterrestre [mm día ⁻¹]

G	flujo del calor de suelo [$\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$]
T	temperatura media del aire a 2 m de altura [$^{\circ}\text{C}$]
u_2	velocidad del viento a 2 m de altura [m s^{-1}]
e_s	presión de vapor de saturación [kPa]
e_a	presión real de vapor [kPa]
$e_s - e_a$	déficit de presión de vapor [kPa]
Δ	pendiente de la curva de presión de vapor [$\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$]
γ	constante psicrométrica [$\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$]

La Ecuación 6 determina la evapotranspiración de la superficie para un cultivo hipotético, donde se considera una altura asumida de 0,12 m, con una resistencia superficial de 70 s m^{-1} y un albedo de 0,23, representando una superficie de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y adecuadamente regado.

Este cálculo proporciona un valor estándar con el cual se puede comparar la evapotranspiración en diversos periodos del año y, por lo tanto, permite obtener los valores más desfavorables para el futuro dimensionamiento de la red de riego.

3.- CÁLCULO DE LAS COMPONENTES

Para poder calcular la evapotranspiración de referencia será necesario calcular en primer lugar todas las componentes que integran la ecuación.

A continuación, se procederá a la descripción del cálculo de las componentes y los resultados obtenidos se presentarán en la *Tabla N°9.1*.

3.1.- VELOCIDAD DEL VIENTO A 2 M SOBRE LA SUPERFICIE

Para el cálculo, se requiere un valor de velocidad del viento medido a 2 m sobre la superficie del suelo. Sin embargo, tal y como se mencionó en el Anejo N°3: Climatología, el sensor de viento empleado en la estación se

encuentra a 4,5 m sobre el suelo. Por lo tanto, será necesario ajustar la velocidad de viento para simular que el sensor se encuentra a la altura estándar de 2 m.

Para ello se aplicará la fórmula 47, que representa una relación logarítmica donde se emplea la altura a la que se registra el viento y la velocidad de viento a dicha altura.

3.2.- PENDIENTE DE LA CURVA DE PRESIÓN DE SATURACIÓN DE VAPOR

Otro factor que se requiere calcular es la pendiente de la relación entre la presión de saturación de vapor y la temperatura, Δ . La pendiente de la curva a una temperatura dada se da por la fórmula 13.

3.3.- PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Se continuará con el cálculo de la presión atmosférica, P , considera como la presión ejercida por el peso de la atmosfera terrestre. Una de las opciones presentes para el cálculo es la fórmula 7.

A pesar que sea cierto que a efectos del cálculo global las variaciones de presión tienen efectos mínimos ya que son cambios muy pequeños. Se usará la fórmula presente en la guía de uso del software *PMETp-w* que se presentará en un futuro apartado.

Esta fórmula es más precisa ya que tiene en cuenta el parámetro de la temperatura y la altitud, a diferencia de la anterior que sólo tiene en cuenta la altitud. La fórmula se expresa como:

$$P_0 = 101300 \left(\frac{273,15 + T}{273,15 + T + \kappa Z_e} \right)^{\frac{g}{R_a \kappa}}$$

Donde:

- T temperatura media del aire [°C]
- g aceleración de la gravedad [m s⁻¹]; g = 9,81 m s⁻¹

R_a	constante gaseosa del aire [$\text{m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$]; $R_a \approx 287 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} \text{K}^{-1}$
κ	ratio del lapso adiabático [K m^{-1}]; $\kappa = 0,00065 \text{ K m}^{-1}$
Z_e	elevación sobre el nivel del mar [m]

3.4.- CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN

El calor latente de vaporización, λ , expresa la energía requerida para cambiar una masa de unidad de agua líquida a vapor de agua bajo presión y temperatura constantes.

Como λ varía levemente dentro de rangos de temperaturas normales, se considera un valor constante de $2,45 \text{ MJ kg}^{-1}$ a 20°C .

3.5.- CONSTANTE PSICROMÉTRICA

La constante psicrométrica, γ , se calcula mediante la fórmula 8.

3.6.- PRESIÓN MEDIA DE VAPOR DE LA SATURACIÓN

Para el cálculo de la presión media de vapor de la saturación, e_s , se usará la fórmula 11 como una equivalencia, ya que se disponen de los datos de temperatura medios y no de los máximos y mínimos medios como se mencionó en el *Anejo Nº3: Climatología*. Por lo tanto, usando esta fórmula, se tendrá en cuenta que $e^0 \equiv e_s$.

Es relevante considerar que el uso de la temperatura media del aire puede dar lugar a subestimaciones de la e_s , sin embargo esta no puede ser calculada con valores de temperatura máximos y mínimos absolutos.

3.7.- PRESIÓN REAL DE VAPOR

Para el cálculo de la presión real de vapor, e_a , se despejará de la fórmula 10, ya que incluye los elementos de los que se disponen como son la humedad relativa media y el cálculo previo de la $e^\circ(T)$.

Tras despejar, la fórmula de la e_a se obtiene un resultado tal y como se presenta en la fórmula 19¹.

3.8.- DÉFICIT DE PRESIÓN DE VAPOR

El déficit de presión de vapor se obtiene por la diferencia entre la e_s y la e_a .

3.9.- RADIACIÓN NETA

La radiación neta, R_n , es la diferencia entre la radiación neta de onda corta, R_{ns} , y la radiación neta de onda larga, R_{nl} , como se muestra en la fórmula 40.

En este caso, para los cálculos necesarios, sí se tendrán que emplear valores máximos y mínimos absolutos de temperatura, ya que están requeridos por el método.

3.10.- RADIACIÓN NETA SOLAR O DE ONDA CORTA

La radiación neta de onda corta, R_{ns} , es la resultante del equilibrio entre la radiación solar entrante y la reflejada, que está dada por la fórmula 38.

3.11.- RADIACIÓN NETA DE ONDA LARGA

La radiación neta de onda larga, R_{nl} , se calcula con la fórmula 39.

Cada elemento de la fórmula que requiera un cálculo previo o se deba explicar su procedencia, será especificado a continuación.

3.11.1.- Radiación solar

La Radiación solar, R_s , ha sido medida por la estación meteorológica como se mencionó en el *Anejo Nº3: Climatología*, pero los datos se registraron en $W m^{-2}$.

Para convertir las unidades de $W m^{-2}$ a $MJ m^{-2} día^{-1}$ se usará el factor de conversión provisto en el *Cuadro 3: “Factores de conversión para la radiación”* presente en el *Capítulo 3*.

	Factor multiplicador para obtener la energía recibida en una superficie por unidad de tiempo				Evaporación equivalente mm día ⁻¹
	MJ m ⁻² día ⁻¹	J cm ⁻² día ⁻¹	cal cm ⁻² día ⁻¹	W m ⁻²	
1 MJ m ⁻² día ⁻¹	1	100	23,9	11,6	0,408
1 cal cm ⁻² día ⁻¹	4,1868 x 10 ⁻²	4,1868	1	0,485	0,0171
1 W m ⁻²	0,0864	8,64	2,06	1	0,0353
1 mm día ⁻¹	2,45	245	58,5	28,4	1

Figura Nº9.1: Cuadro 3: Factores de conversión para la radiación. Fuente: FAO Nº56

3.11.2.- Radiación extraterrestre para periodos diarios

La radiación extraterrestre, R_a , para cada día del año y para diversas latitudes se puede estimar a partir de la constante solar, la declinación solar y la época del año, como se muestra en la fórmula 21.

Sin embargo, para este anteproyecto, se recurrirá a la información de la *Figura Nº9.2* donde aparecen los diferentes valores de R_a en $MJ m^{-2} día^{-1}$ en función de la latitud a la que se encuentre la estación.

Hemisferio Norte												Lat. grad.
Ene.	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
0,0	2,6	10,4	23,0	35,2	42,5	39,4	28,0	14,9	4,9	0,1	0,0	70
0,1	3,7	11,7	23,9	35,3	42,0	38,9	28,6	16,1	6,0	0,7	0,0	68
0,6	4,8	12,9	24,8	35,6	41,4	38,8	29,3	17,3	7,2	1,5	0,1	66
1,4	5,9	14,1	25,8	35,9	41,2	38,8	30,0	18,4	8,5	2,4	0,6	64
2,3	7,1	15,4	26,6	36,3	41,2	39,0	30,6	19,5	9,7	3,4	1,3	62
3,3	8,3	16,6	27,5	36,6	41,2	39,2	31,3	20,6	10,9	4,4	2,2	60
4,3	9,6	17,7	28,4	37,0	41,3	39,4	32,0	21,7	12,1	5,5	3,1	58
5,4	10,8	18,9	29,2	37,4	41,4	39,6	32,6	22,7	13,3	6,7	4,2	56
6,5	12,0	20,0	30,0	37,8	41,5	39,8	33,2	23,7	14,5	7,8	5,2	54
7,7	13,2	21,1	30,8	38,2	41,6	40,1	33,8	24,7	15,7	9,0	6,4	52
8,9	14,4	22,2	31,5	38,5	41,7	40,2	34,4	25,7	16,9	10,2	7,5	50
10,1	15,7	23,3	32,2	33,8	41,8	40,4	34,9	26,6	18,1	11,4	8,7	48
11,3	16,9	24,3	32,9	39,1	41,9	40,6	35,4	27,5	19,2	12,6	9,9	46
12,5	18,0	25,3	33,5	39,3	41,9	40,7	35,9	28,4	20,3	13,9	11,1	44
13,8	19,2	26,3	34,1	39,5	41,9	40,8	36,3	29,2	21,4	15,1	12,4	42
15,0	20,4	27,2	34,7	39,7	41,9	40,8	36,7	30,0	22,5	16,3	13,6	40
16,2	21,5	28,1	35,2	39,9	41,8	40,8	37,0	30,7	23,6	17,5	14,8	38
17,5	22,6	29,0	35,7	40,0	41,7	40,8	37,4	31,5	24,6	18,7	16,1	36
18,7	23,7	29,9	36,1	40,0	41,6	40,8	37,6	32,1	25,6	19,9	17,3	34
19,9	24,8	30,7	35,5	40,0	41,4	40,7	37,9	32,8	26,6	21,1	18,5	32
21,1	25,8	31,4	36,8	40,0	41,2	40,6	38,0	33,4	27,6	22,2	19,8	30
22,3	26,8	32,2	37,1	40,0	40,9	40,4	38,2	33,9	28,5	23,3	21,0	28
23,4	27,8	32,8	37,4	39,9	40,6	40,2	38,3	34,5	29,3	24,5	22,2	26
24,6	28,8	33,5	37,6	39,7	40,3	39,9	38,3	34,9	30,2	25,5	23,3	24
25,7	29,7	34,1	37,8	39,5	40,0	39,6	38,4	35,4	31,0	26,6	24,5	22
26,8	30,6	34,7	37,9	39,3	39,5	39,3	38,3	35,8	31,8	27,7	25,6	20
27,9	31,5	35,2	38,0	39,0	39,1	38,9	38,2	36,1	32,5	28,7	26,8	18
28,9	32,3	35,7	38,1	38,7	38,6	38,5	38,1	36,4	33,2	29,6	27,9	16
29,9	33,1	36,1	38,1	38,4	38,1	38,1	38,0	36,7	33,9	30,6	28,9	14
30,9	33,8	36,5	38,0	38,0	37,6	37,6	37,8	36,9	34,5	31,5	30,0	12
31,9	34,5	36,9	37,9	37,6	37,0	37,1	37,5	37,1	35,1	32,4	31,0	10
32,8	35,2	37,2	37,8	37,1	36,3	36,5	37,2	37,2	35,6	33,3	32,0	8
33,7	35,8	37,4	37,6	36,6	35,7	35,9	36,9	37,3	36,1	34,1	32,9	6
34,6	36,4	37,6	37,4	36,0	35,0	35,3	36,5	37,3	36,6	34,9	33,9	4
35,4	37,0	37,8	37,1	35,4	34,2	34,6	36,1	37,3	37,0	35,6	34,8	2
36,2	37,5	37,9	36,8	34,8	33,4	33,9	35,7	37,2	37,4	36,3	35,6	0

Figura N°9.2. Cuadro A2.6 del Anejo 2 – Cuadros meteorológicos. Fuente: FAO N°56

Como se describió en el Anejo N°3: *Climatología*, la estación está situada en las coordenadas 16° 46' 46.1" (O) y 28° 08' 33.7" (N) y tiene las siguientes equivalencias para poder trabajar con ellas:

Tabla N°3.1 del Anejo N°3. Coordenadas de la estación meteorológica Hoya Grande.

COORDENADAS	UTM	DMS	Grados decimales	Radianes
Longitud	Y: 3114289	16° 46' 46.1" O	16.77947° O	-0.29285699 rad
Latitud	X: 325253	28° 08' 33.7" N	28.14268° N	0.49118252 rad

Usando las coordenadas decimales, se interpolará entre las latitudes de 28° y 30° para obtener los valores de R_a más aproximados a la situación real.

3.11.3.- Radiación solar en un día despejado

Para el cálculo de la radiación solar en un día despejado, R_{so} , se empleará la ecuación 37, ya que se considera que no se cuenta con los valores calibrados de a_s y b_s .

Con este cálculo concluye el proceso necesario para obtener la R_{nl} y por tanto, se podrá proceder al cálculo de la R_n empleando la fórmula 40 previamente empleada.

3.12.- FLUJO DEL CALOR DEL SUELO

Para finalizar el proceso del cálculo de todas las componentes necesarias para obtener la ET_0 según los datos obtenidos por la estación meteorológica, se procederá al cálculo del flujo del calor del suelo, G .

Se recomienda el uso de la fórmula 43 para el cálculo de G para periodos mensuales, donde se asume una capacidad calorífica constante del suelo de $2,1 \text{ MJ m}^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ y una profundidad media de suelo.

Si el valor del flujo de calor del suelo da un valor negativo al ser la temperatura del mes_{i-1} mayor que la del mes_{i+1} , será considerado como un valor de cero.

4.- RESULTADO DE LAS COMPONENTES

A continuación, se mostrarán en la *Tabla Nº9.1* todos los resultados obtenidos de las componentes previamente descritas.

Tabla Nº9.1: Cálculos de las componentes necesarias para obtener la ET_0

PERIODO 2010-2021												
COMP	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
u_2	0,295	0,404	0,598	0,644	0,574	0,377	0,342	0,295	0,171	0,225	0,295	0,326
Δ	0,121	0,121	0,124	0,131	0,141	0,153	0,164	0,172	0,167	0,158	0,141	0,129
P	99,761	99,761	99,764	99,769	99,776	99,783	99,790	99,795	99,792	99,787	99,776	99,768
γ	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066
e_s	1,898	1,909	1,968	2,083	2,263	2,487	2,699	2,847	2,747	2,584	2,275	2,057
e_a	1,298	1,313	1,408	1,501	1,638	1,814	2,038	2,176	2,134	1,933	1,629	1,386
$e_s - e_a$	0,600	0,596	0,561	0,582	0,625	0,673	0,661	0,671	0,613	0,651	0,645	0,671
R_s	13,264	16,238	20,065	22,305	23,758	23,424	24,962	23,256	19,224	16,132	13,162	12,092
R_a	22,212	26,726	32,141	37,078	40,000	40,922	40,415	38,185	33,863	28,434	23,219	20,912
R_{so}	16,716	20,114	24,189	27,905	30,104	30,798	30,416	28,738	25,485	21,399	17,475	15,738
R_{nl}	4,592	4,680	4,740	4,385	4,158	3,795	4,012	3,792	3,441	3,649	3,926	4,322
R_{ns}	10,213	12,504	15,450	17,175	18,294	18,036	19,221	17,907	14,802	12,421	10,135	9,311
R_n	5,621	7,823	10,710	12,789	14,136	14,241	15,209	14,116	11,361	8,772	6,208	4,989
G	0,00	0,040	0,097	0,156	0,200	0,200	0,155	0,020	0,00	0,00	0,00	0,00

u_2 velocidad del viento a 2 m de la superficie [$m\ s^{-1}$]

Δ pendiente de curva presión de vapor [$kPa\ ^\circ C^{-1}$]

P presión atmosférica [kPa]

γ constante psicrométrica [$kPa\ ^\circ C^{-1}$]

e_s presión de saturación de vapor [kPa]

e_a presión real de vapor [kPa]

$e_s - e_a$ déficit de presión de vapor [kPa]

R_s radiación solar [$MJ\ m^{-2}\ día^{-1}$]

R_a radiación extraterrestre [$MJ\ m^{-2}\ día^{-1}$]

R_{so} radiación solar en día despejado [$MJ\ m^{-2}\ día^{-1}$]

R_{nl} radiación neta de onda larga [$MJ\ m^{-2}\ día^{-1}$]

R_{ns} radiación neta de onda corta [$MJ\ m^{-2}\ día^{-1}$]

R_n radiación neta [$MJ\ m^{-2}\ día^{-1}$]

G flujo de calor del suelo [$MJ\ m^{-2}\ día^{-1}$]

5.- CÁLCULO DE LA ET₀

Con todos los elementos calculados, se adjuntará la *Tabla Nº9.2* con los resultados obtenidos para la ET₀ usando la fórmula número 6 que se mencionó al inicio.

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

A continuación, una vez obtenidos los resultados de evapotranspiración con los datos recogidos de la estación estudiada, se compararán con los resultados de otra fuente para comprobar que todo el proceso anterior se ha realizado correctamente.

Para ello, se usará el software informático *PMETp-w: Penman-Monteith's Potential Evapotranspiration (for Monthly, Daily, Hourly or shorter periods) -WINDOWS GUI*, que ha sido desarrollado por el Dr. Axel Ritter Rodríguez, profesor titular de la Universidad de La Laguna.

Los resultados del programa se mostrarán también en la *Tabla Nº9.2* y, al igual que los calculados por el método FAO Penman-Monteith, de forma diaria y mensual.

5.1.- CÁLCULO MEDIANTE SOFTWARE *PMETP-W*

Para la obtención de los resultados de evapotranspiración potencial para un cultivo de referencia se siguieron los siguientes pasos dentro del software *PMETp-w*.

En primer lugar, se configuró el sistema para que el input y output de datos se pudiera realizar de forma mensual, tal y como se muestra en la *Figura Nº9.3*.

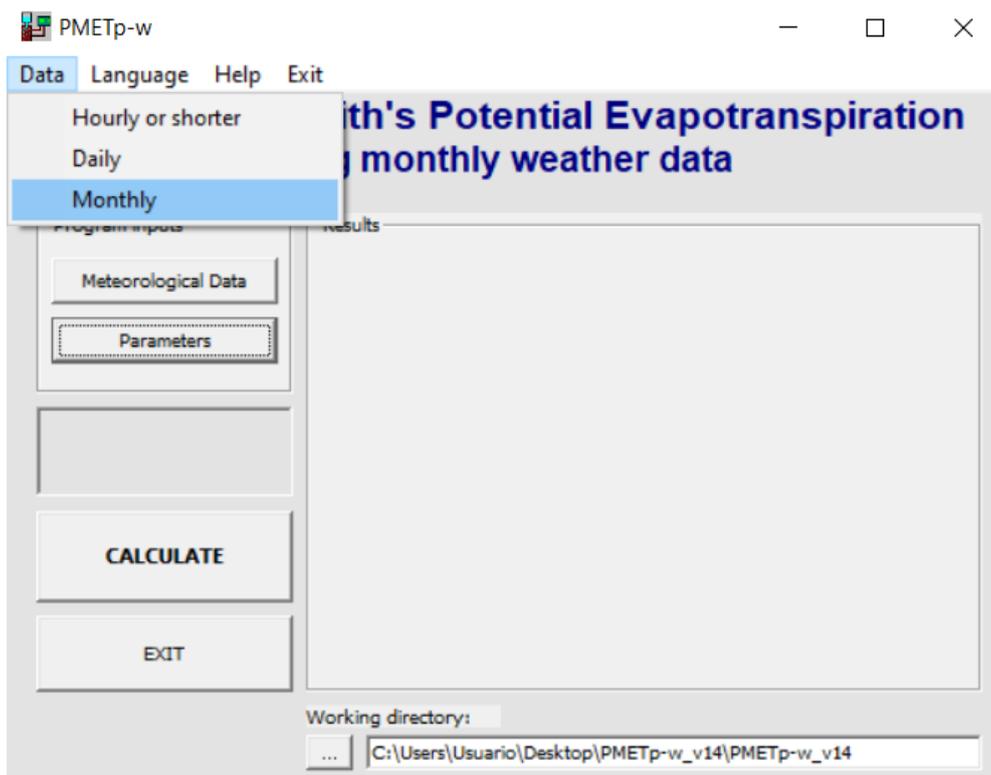


Figura Nº9.3: Configuración de input y output de datos en la pantalla principal

A continuación, se configuraron los parámetros que representan la información del lugar, en este caso la estación meteorológica, como son las características de los datos tomados y las características del cultivo, emulando el cultivo de referencia. Estos datos se introducen en el programa tal y como se representa en la *Figura Nº9.4*.

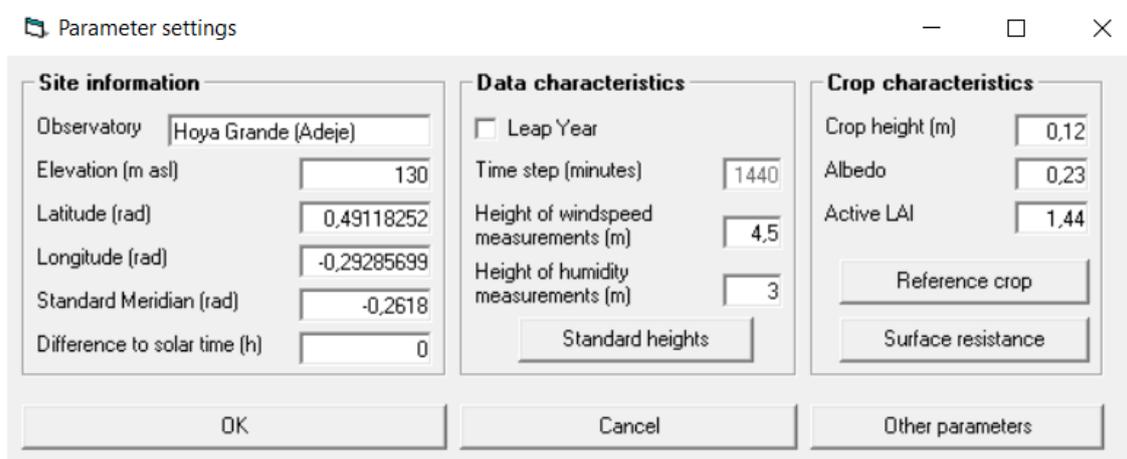
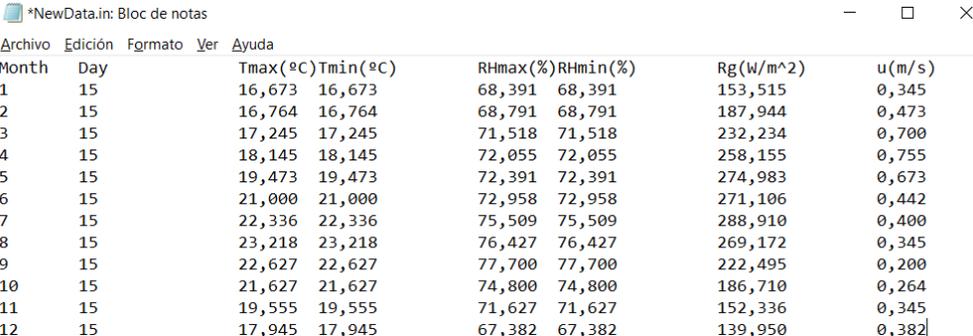


Figura Nº9.4: Configuración de los parámetros

Para introducir los datos recogidos por la estación es necesario acceder al apartado de “*Datos meteorológicos*” y hacer clic en la opción de “*Nuevo*”. De esta forma se abrirá un bloc de notas donde se podrán introducir datos de temperatura, humedad relativa, radiación global y velocidad de viento.

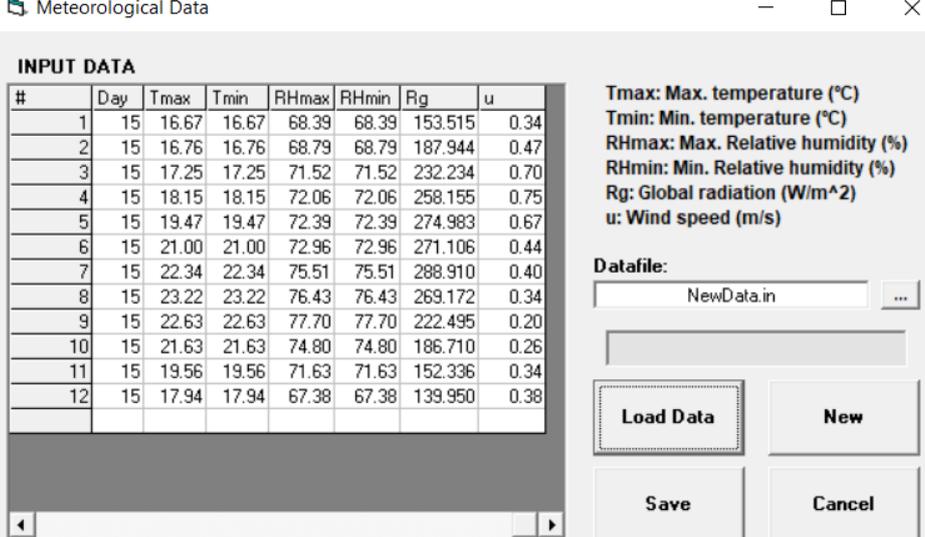


Month	Day	Tmax(°C)	Tmin(°C)	RHmax(%)	RHmin(%)	Rg(W/m^2)	u(m/s)
1	15	16,673	16,673	68,391	68,391	153,515	0,345
2	15	16,764	16,764	68,791	68,791	187,944	0,473
3	15	17,245	17,245	71,518	71,518	232,234	0,700
4	15	18,145	18,145	72,055	72,055	258,155	0,755
5	15	19,473	19,473	72,391	72,391	274,983	0,673
6	15	21,000	21,000	72,958	72,958	271,106	0,442
7	15	22,336	22,336	75,509	75,509	288,910	0,400
8	15	23,218	23,218	76,427	76,427	269,172	0,345
9	15	22,627	22,627	77,700	77,700	222,495	0,200
10	15	21,627	21,627	74,800	74,800	186,710	0,264
11	15	19,555	19,555	71,627	71,627	152,336	0,345
12	15	17,945	17,945	67,382	67,382	139,950	0,382

Figura Nº9.5: Introducción de datos meteorológicos

Tal y como se puede apreciar en la *Figura Nº9.5*, los datos que demandan son máximos y mínimos medios, tanto de temperatura, como de humedad relativa. Como no se disponen de estos datos y para que el proceso tenga cierta similitud con el realizado por la ecuación FAO Penman-Monteith, se introdujo como datos máximos y mínimos los valores medios.

Para finalizar el proceso, se cargarán los datos guardados en el bloc de notas como aparece en la *Figura Nº9.6* y se procederá a guardar los datos.



#	Day	Tmax	Tmin	RHmax	RHmin	Rg	u
1	15	16.67	16.67	68.39	68.39	153.515	0.34
2	15	16.76	16.76	68.79	68.79	187.944	0.47
3	15	17.25	17.25	71.52	71.52	232.234	0.70
4	15	18.15	18.15	72.06	72.06	258.155	0.75
5	15	19.47	19.47	72.39	72.39	274.983	0.67
6	15	21.00	21.00	72.96	72.96	271.106	0.44
7	15	22.34	22.34	75.51	75.51	288.910	0.40
8	15	23.22	23.22	76.43	76.43	269.172	0.34
9	15	22.63	22.63	77.70	77.70	222.495	0.20
10	15	21.63	21.63	74.80	74.80	186.710	0.26
11	15	19.56	19.56	71.63	71.63	152.336	0.34
12	15	17.94	17.94	67.38	67.38	139.950	0.38

Tmax: Max. temperature (°C)
Tmin: Min. temperature (°C)
RHmax: Max. Relative humidity (%)
RHmin: Min. Relative humidity (%)
Rg: Global radiation (W/m^2)
u: Wind speed (m/s)

Datafile: ...

Figura Nº9.6. Datos cargados

Con los datos meteorológicos ya cargados y los parámetros configurados, es posible efectuar el cálculo de la evapotranspiración, cuyos resultados mensuales se generan en un documento Excel como se muestra en la *Figura Nº9.7*.

Month	Day	Hour	Date	Ta	RH	Rg	u	Po	ET-PM
			(DoY)	(C)	(%)	(W/m ²)	(m/s)	(kPa)	(mm)
1	15	0	15	16,67	68,39	153,51	0,5	99,756	51,8599
2	15	0	46	16,76	68,79	187,94	0,5	99,757	62,412
3	15	0	74	17,25	71,52	232,23	0,7	99,76	92,8543
4	15	0	105	18,15	72,06	258,15	0,75	99,764	107,502
5	15	0	135	19,47	72,39	274,98	0,67	99,771	124,279
6	15	0	166	21	72,96	271,11	0,5	99,779	123,987
7	15	0	196	22,34	75,51	288,91	0,5	99,786	138,8862
8	15	0	227	23,22	76,43	269,17	0,5	99,79	131,0959
9	15	0	258	22,63	77,7	222,49	0,5	99,787	102,081
10	15	0	288	21,63	74,8	186,71	0,5	99,782	82,2523
11	15	0	319	19,56	71,63	152,34	0,5	99,772	57,03
12	15	0	349	17,94	67,38	139,95	0,5	99,763	48,4592

Figura Nº9.7: Resultados obtenidos por el software PMETp-w

5.2.- COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Para finalizar, se muestran juntos los resultados de evapotranspiración obtenidos por la ecuación FAO Penman-Monteith y los obtenidos por el software (SW) *PMETp-w* como valores diarios y mensuales.

Tabla Nº9.2. Resultados de evapotranspiración obtenidos

MES	DIAS	ETo (Ec. 6)	MENSUAL	ETo (SW)	MENSUAL
ENE	31	1,62	50,13	1,67	51,86
FEB	28	2,21	61,86	2,23	62,41
MAR	31	2,98	92,26	2,99	92,85
ABR	30	3,55	106,46	3,58	107,50
MAY	31	3,97	123,05	4,01	124,28
JUN	30	4,07	122,14	4,13	123,99
JUL	31	4,42	137,13	4,48	138,89
AGO	31	4,20	130,19	4,23	131,10
SEP	30	3,35	100,52	3,40	102,08
OCT	31	2,59	80,43	2,65	82,25
NOV	30	1,85	55,55	1,90	57,03
DIC	31	1,52	47,06	1,56	48,46

Donde:

ET_o (Ec. 6)	evapotranspiración por FAO Penman-Monteith [mm día^{-1}]
ET_o (SW)	evapotranspiración por software <i>PMETp-w</i> [mm día^{-1}]
Mensual	evapotranspiración total del mes [mm mes^{-1}]

5.3.- BONDAD DE LOS DATOS OBTENIDOS

Aunque los resultados puedan parecer muy similares, siempre será necesario comparar las dos alternativas empleadas para conocer la bondad de los resultados.

Para esa comprobación se empleará el programa informático *FITEVAL*, en el cual también ha colaborado el Dr. Axel Ritter Rodríguez en su desarrollo.

El programa se describe como una herramienta de software para la evaluación de modelos estandarizados que incorpora datos e incertidumbre del modelo, con una guía de procedimiento desarrollada por Ritter y Muñoz-Carpena (2013, 2020).

En el programa se permite evaluar la similitud de los resultados obtenidos por la ecuación FAO Penman-Monteith, que se atribuirán como set de valores observados (Y_{obs}), frente a los resultados obtenidos por el software *PMETp-w*, los cuales se considerarán como set de valores calculados (Y_{prd}).

Según Ritter y Muñoz-Carpena (2013, 2020), se recomienda usar como indicadores el coeficiente de eficiencia de Nash y Sutcliffe (1970), *NSE*, como indicador de error relativo y el *RMSE*, como indicador de error absoluto.

Los resultados de la comparación de ambos sets de valores se muestran como una comparación gráfica sobre una línea 1:1, en la cual, cuanto más cerca estén los valores a la línea, más similares serán, ya que su grado de dispersión será menor. Esto queda reflejado en el resultado del *NSE*, donde cuanto más se aproxime este coeficiente a 1, más similares serán los resultados obtenidos.

Asimismo, la eficiencia de los resultados queda definida como: $NSE < 0,65$ (*Insatisfactorio*), $0,65 \leq NSE < 0,80$ (*Aceptable*), $0,80 \leq NSE < 0,90$ (*Buena*) y $NSE \geq 0,90$ (*Muy buena*). La aceptación estadística del rendimiento del modelo,

es decir, cuando se rechaza la hipótesis nula, será cuando $NSE < 0,65$ (Ritter y Muñoz-Carpena, 2013,2020).

El indicador $RMSE$ puede tener valores entre 0 y $+\infty$, donde, cuanto más próximo sea a cero, menor será el error promedio entre los dos sets y más ajustado estará.

En la *Figura Nº9.8* se muestran los resultados obtenidos por el programa *FITEVAL*, donde se puede comprobar que el coeficiente NSE es igual a 0,998, como se observa en la *Figura Nº9.9*, con el 100% de los valores dentro del parámetro “*Muy bueno*” y el coeficiente $RMSE$ es igual a 0,046, el cual es muy próximo a cero.

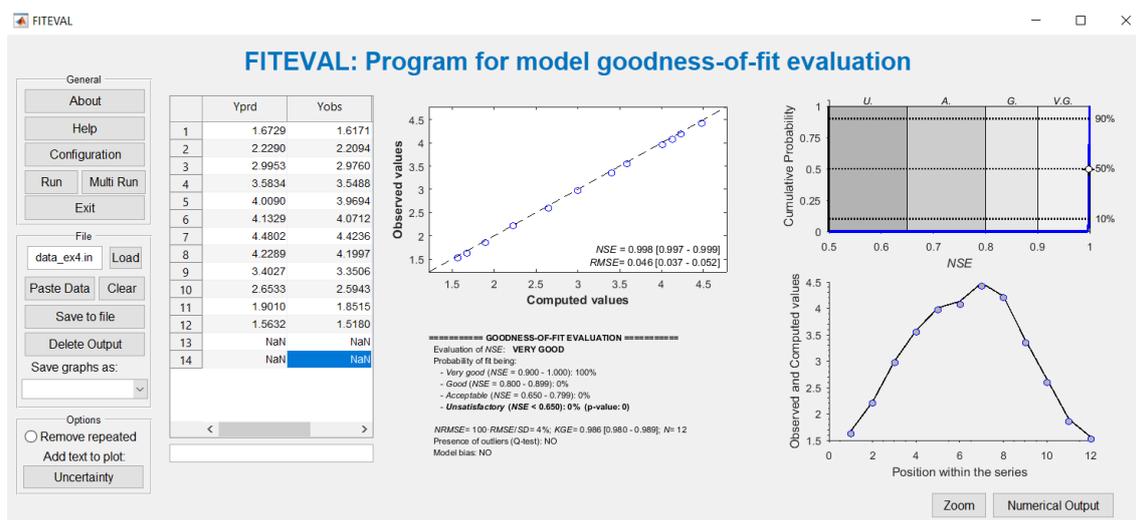
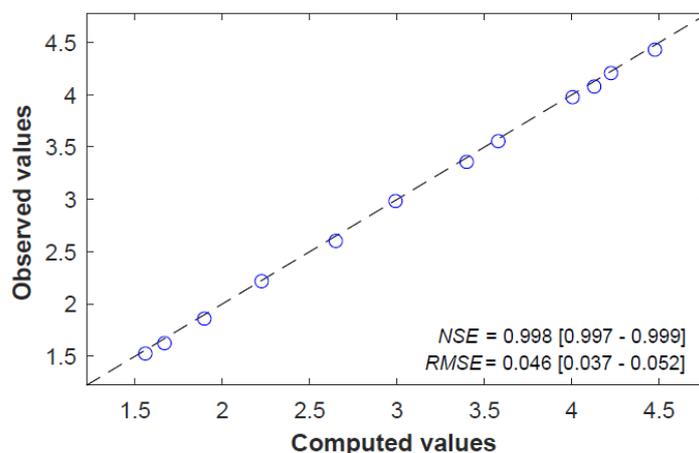


Figura Nº9.8. Resultados obtenidos por el programa FITEVAL



```

===== GOODNESS-OF-FIT EVALUATION =====
Evaluation of NSE:  VERY GOOD
Probability of fit being:
- Very good (NSE = 0.900 - 1.000): 100%
- Good (NSE = 0.800 - 0.899): 0%
- Acceptable (NSE = 0.650 - 0.799): 0%
- Unsatisfactory (NSE < 0.650): 0% (p-value: 0)

NRMSE= 100 · RMSE/SD= 4%; KGE= 0.986 [0.980 - 0.989]; N= 12
Presence of outliers (Q-test): NO
Model bias: NO
    
```

Figura N°9.9. Resultados obtenidos sobre la línea 1:1

6.- CONCLUSIÓN

Con estos resultados se puede verificar que los resultados obtenidos con la ecuación FAO Penman-Monteith son correctos y se puede proceder a los cálculos de la evapotranspiración potencial y de las necesidades hídricas.

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente durante el desarrollo del proceso, el uso de la temperatura media y no el de las temperaturas máximas y mínimas medias, puede conllevar la subestimación de la ET_0 . Por ese motivo, se decidirá emplear en los cálculos los resultados obtenidos por el programa $PMET_{p-w}$, ya que, como se ha demostrado, tienen una relación “muy buena” con los resultados obtenidos por el método FAO y son ligeramente superiores, ajustándose mejor a la realidad.

ANEJO N°10

NECESIDADES HÍDRICAS

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	168
2.- CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	168
2.1.- Elección del coeficiente de jardín	168
2.2.- Resultados de los cálculos	169
3.- CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS	171
4.- OBTENCIÓN DE LAS NECESIDADES TOTALES	173
4.1.- Cálculo para riego por aspersión	174
4.2.- Cálculo para riego localizado.....	176
4.3.- Resultados de los cálculos	177

1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo se definirán las necesidades hídricas que se deben suplir en función de la especie vegetal que se esté regando y el método de riego empleado. Asimismo, se tendrá en cuenta los resultados más relevantes de los análisis anteriormente realizados.

2.- CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

Empleando los resultados obtenidos previamente para la ET_0 , se procederá al cálculo de la evapotranspiración potencial de las diferentes especies que se emplearán en el diseño. Como se muestra en la siguiente fórmula, la evapotranspiración potencial es el resultado del producto del coeficiente de jardín por la ET_0 :

$$ET_C = K_j * ET_0$$

Donde:

ET_C	evapotranspiración potencial del cultivo [mm día ⁻¹]
K_j	coeficiente de jardín [adimensional]
ET_0	evapotranspiración de referencia [mm día ⁻¹]

2.1.- ELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE JARDÍN

El coeficiente de jardín es un parámetro que define las necesidades hídricas en condiciones normales de desarrollo de cada planta que compone el diseño. Este coeficiente se usará para agrupar especies con necesidades similares en las denominadas como hidrozonas, como se puede apreciar en el *Plano Nº6: División de la vegetación en hidrozonas*.

Al realizar la división en hidrozonas, hay algunas que tienen sólo una especie por ocupar mayor superficie, pero otras están integradas por varias especies, las cuales tienen coeficientes diferentes. Al presentar una distribución adaptada al diseño, hay hidrozonas que se componen por árboles y arbustos bajos,

lo que difiere en los requerimientos pero se tratará de adecuar el aporte a la condición más desfavorable.

Estas agrupaciones de especies se definen por tener un coeficiente de jardín medio, tal y cómo se presenta en la *Tabla Nº10.1*.

Tabla Nº10.1: Coeficientes de jardín (K_j) utilizados

HIDROZONA	SISTEMA DE RIEGO	ESPECIES	K _j	K _j (m)
1	Aspersión	<i>Cynodon dactylon x Cynodon transvaalensis</i>	1	1
2	Localizado	<i>Acacia ciclops</i>	0,3	0,3
3	Localizado	<i>Cercis siliquastrum</i>	0,2	0,3
		<i>Gaura lindheimeri</i>	0,3	
		<i>Spathodea campanulata</i>	0,4	
		<i>Phoenix canariensis</i>	0,3	
4	Localizado	<i>Cercis siliquastrum</i>	0,2	0,25
		<i>Gaura lindheimeri</i>	0,3	
5	Localizado	<i>Aloe vera</i>	0,2	0,19
		<i>Asteriscus sericeus</i>	0,2	
		<i>Echinocactus grusonii</i>	0,16	
		<i>Euphorbia balsamifera</i>	0,2	
		<i>Euphorbia canariensis</i>	0,2	
6	Localizado	<i>Delonix regia</i>	0,4	0,4
		<i>Duranta repens</i>	0,5	
		<i>Lavandula canariensis</i>	0,3	
		<i>Spathodea campanulata</i>	0,4	

Fuente: Manual de Riego de Jardines de la Junta de Andalucía y comunicación oral con profesora M.C. Vera Batista

Donde:

K_c coeficiente de cultivo de la especie [adimensional]

K_c (m) coeficiente de cultivo medio de la hidrozona [adimensional]

2.2.- RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

Para obtener los resultados de evapotranspiración potencial de cada hidrozona se realiza el producto de los coeficientes de cada hidrozona con la ET₀.

En la *Tabla Nº10.2* se muestran los resultados obtenidos.

Tabla Nº10.2: Cálculo de evapotranspiración potencial diaria

MES	COEFICIENTE DE HIDROZONA					ET ₀ mm día ⁻¹	ET _c DE HIDROZONA				
	K _j (1)	K _j (2,3)	K _j (4)	K _j (5)	K _j (6)		ET _c (1)	ET _c (2,3)	ET _c (4)	ET _c (5)	ET _c (6)
ENE	1	0,3	0,25	0,19	0,4	1,67	1,67	0,50	0,42	0,32	0,67
FEB	1	0,3	0,25	0,19	0,4	2,23	2,23	0,67	0,56	0,42	0,89
MAR	1	0,3	0,25	0,19	0,4	3,00	3,00	0,90	0,75	0,57	1,20
ABR	1	0,3	0,25	0,19	0,4	3,58	3,58	1,07	0,90	0,68	1,43
MAY	1	0,3	0,25	0,19	0,4	4,01	4,01	1,20	1,00	0,76	1,60
JUN	1	0,3	0,25	0,19	0,4	4,13	4,13	1,24	1,03	0,79	1,65
JUL	1	0,3	0,25	0,19	0,4	4,48	4,48	1,34	1,12	0,85	1,79
AGO	1	0,3	0,25	0,19	0,4	4,23	4,23	1,27	1,06	0,80	1,69
SEP	1	0,3	0,25	0,19	0,4	3,40	3,40	1,02	0,85	0,65	1,36
OCT	1	0,3	0,25	0,19	0,4	2,65	2,65	0,80	0,66	0,50	1,06
NOV	1	0,3	0,25	0,19	0,4	1,90	1,90	0,57	0,48	0,36	0,76
DIC	1	0,3	0,25	0,19	0,4	1,56	1,56	0,47	0,39	0,30	0,63

Donde:

ET_c evapotranspiración potencial del cultivo [mm día⁻¹]

K_j coeficiente de jardín [adimensional]

ET₀ evapotranspiración de referencia [mm día⁻¹]

3.- CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS

Una vez obtenidos los resultados de ET_c y con los resultados para la precipitación efectiva, P_e , recogidos en el Anejo Nº3: Climatología, se procederá al cálculo de las necesidades netas siguiendo la siguiente fórmula.

$$N_n = ET_c - P_e$$

Donde:

N_n	necesidades netas [mm día ⁻¹] [mm mes ⁻¹]
ET_c	evapotranspiración potencial del cultivo [mm día ⁻¹] [mm mes ⁻¹]
P_e	precipitación efectiva [mm día ⁻¹] [mm mes ⁻¹]

Los cálculos se realizarán para cada hidrozona de forma independiente y los resultados que sean valores negativos se considerarán como 0.

Tabla Nº10.3: Necesidades netas de hidrozona 1

HIDROZONA 1						
MES	DÍAS	ET _c		Pe	N _n	
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹
ENE	31	1,67	51,86	3,46	1,56	48,41
FEB	28	2,23	62,41	4,40	2,07	58,02
MAR	31	3,00	92,85	3,65	2,88	89,20
ABR	30	3,58	107,49	4,43	3,44	103,06
MAY	31	4,01	124,28	0,21	4,00	124,07
JUN	30	4,13	123,99	0,24	4,13	123,75
JUL	31	4,48	138,88	0,01	4,48	138,87
AGO	31	4,23	131,10	1,18	4,19	129,92
SEP	30	3,40	102,09	3,00	3,30	99,09
OCT	31	2,65	82,24	12,94	2,24	69,30
NOV	30	1,90	57,03	12,50	1,48	44,53
DIC	31	1,56	48,45	18,53	0,97	29,92

Tabla Nº10.4: Necesidades netas de hidrozonas 2 y 3

HIDROZONA 2 Y 3						
MES	DÍAS	ETc		Pe	Nn	
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹
ENE	31	0,50	15,56	3,46	0,39	12,10
FEB	28	0,67	18,72	4,40	0,51	14,33
MAR	31	0,90	27,85	3,65	0,78	24,20
ABR	30	1,07	32,25	4,43	0,93	27,82
MAY	31	1,20	37,28	0,21	1,20	37,07
JUN	30	1,24	37,20	0,24	1,23	36,96
JUL	31	1,34	41,66	0,01	1,34	41,65
AGO	31	1,27	39,33	1,18	1,23	38,15
SEP	30	1,02	30,63	3,00	0,92	27,63
OCT	31	0,80	24,67	12,94	0,38	11,73
NOV	30	0,57	17,11	12,50	0,15	4,61
DIC	31	0,47	14,54	18,53	0	0

Tabla Nº10.5: Necesidades netas de hidrozona 4

HIDROZONA 4						
MES	DÍAS	ETc		Pe	Nn	
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹
ENE	31	0,42	12,97	3,46	0,31	9,51
FEB	28	0,56	15,60	4,40	0,40	11,21
MAR	31	0,75	23,21	3,65	0,63	19,56
ABR	30	0,90	26,87	4,43	0,75	22,45
MAY	31	1,00	31,07	0,21	1,00	30,86
JUN	30	1,03	31,00	0,24	1,03	30,76
JUL	31	1,12	34,72	0,01	1,12	34,71
AGO	31	1,06	32,77	1,18	1,02	31,59
SEP	30	0,85	25,52	3,00	0,75	22,53
OCT	31	0,66	20,56	12,94	0,25	7,62
NOV	30	0,48	14,26	12,50	0,06	1,76
DIC	31	0,39	12,11	18,53	0	0

Tabla Nº10.6: Necesidades netas de hidrozona 5

HIDROZONA 5						
MES	DÍAS	ETc		Pe	Nn	
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹
ENE	31	0,32	9,85	3,46	0,21	6,40
FEB	28	0,42	11,86	4,40	0,27	7,46
MAR	31	0,57	17,64	3,65	0,45	13,99
ABR	30	0,68	20,42	4,43	0,53	16,00
MAY	31	0,76	23,61	0,21	0,75	23,40
JUN	30	0,79	23,56	0,24	0,78	23,32
JUL	31	0,85	26,39	0,01	0,85	26,37
AGO	31	0,80	24,91	1,18	0,77	23,73
SEP	30	0,65	19,40	3,00	0,55	16,40
OCT	31	0,50	15,63	12,94	0,09	2,69
NOV	30	0,36	10,84	12,50	0	0
DIC	31	0,30	9,21	18,53	0	0

Tabla Nº10.7: Necesidades netas de hidrozona 6

HIDROZONA 6						
MES	DÍAS	ETc		Pe	Nn	
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm mes ⁻¹	mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹
ENE	31	0,67	20,75	3,46	0,56	17,29
FEB	28	0,89	24,96	4,40	0,73	20,57
MAR	31	1,20	37,14	3,65	1,08	33,49
ABR	30	1,43	43,00	4,43	1,29	38,57
MAY	31	1,60	49,71	0,21	1,60	49,50
JUN	30	1,65	49,60	0,24	1,65	49,36
JUL	31	1,79	55,55	0,01	1,79	55,54
AGO	31	1,69	52,44	1,18	1,65	51,26
SEP	30	1,36	40,84	3,00	1,26	37,84
OCT	31	1,06	32,90	12,94	0,64	19,96
NOV	30	0,76	22,81	12,50	0,34	10,31
DIC	31	0,63	19,38	18,53	0,03	0,85

4.- OBTENCIÓN DE LAS NECESIDADES TOTALES

Para ajustar las necesidades anteriormente calculadas, será necesario tener en cuenta otros aspectos como son los requerimientos adicionales para lavar

las sales del suelo, donde se tendrá en cuenta la resistencia a la salinidad de cada hidrozona y la conductividad del agua de riego, que es de 1,53 dS m⁻¹.

Por otro lado, también se tendrá en cuenta el sistema de riego empleado y la uniformidad que presente.

Todo ello se desarrolla empleando la siguiente fórmula para obtener las necesidades totales.

$$N_t = \frac{N_n}{E_a}$$

Donde:

N_t	necesidades totales [mm día ⁻¹] [mm mes ⁻¹]
N_n	necesidades netas [mm día ⁻¹] [mm mes ⁻¹]
E_a	eficiencia de aplicación [%]

4.1.- CÁLCULO PARA RIEGO POR ASPERSIÓN

Como el área regada por aspersión es la más amplia, se ajustarán los cálculos para la obtención de las necesidades totales mediante la aplicación de las fórmulas que se describirán a continuación.

En primer lugar, se calcularán los requerimientos de lavado ajustados a la aspersión, utilizando la conductividad del agua de riego y la conductividad que tolera el cultivo sin reducir su rendimiento, que para la variedad de césped elegida se considera de 3 dS m⁻¹.

$$R. L. = \frac{CE_w}{5CE_e - CE_w}$$

Donde:

R.L.	requerimientos de lavado [%]
CE_w	conductividad eléctrica del agua [dS m ⁻¹]
CE_e	conductividad eléctrica en la que no disminuye el rendimiento del cultivo [dS m ⁻¹]

Posteriormente, en función de los requerimientos de lavado obtenidos, se podrá obtener la eficiencia de aplicación, pero antes se debe definir el coeficiente de uniformidad para el riego por aspersión.

Para conocer la uniformidad se recurre a la *Figura Nº10.1*, donde se muestran diferentes coeficientes según la distribución en la que se establecen los aspersores.

CUADRO I. - COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD PARA VARIAS COMBINACIONES DE LAS DISPOSICIONES GEOMÉTRICAS B Y E QUE SE DAN EN LA FIGURA 49

Espaciado a lo largo de los ramales laterales (S_l) en porcentaje del diámetro D	Espaciado entre los ramales laterales (S_m) en porcentaje del diámetro D ¹				
	40	50	60	70	80
DISTRIBUCIÓN B Coeficientes de uniformidad				
5	99	98	93	80	67
20	99	98	93	80	67
30	98	97	93	80	67
40	97	96	93	80	67
50	—	96	93	80	67
60	—	—	91	80	67
60T ²	—	—	92	80	67
70	—	—	—	77	65
70T ²	—	—	—	78	65
80	—	—	—	—	58
80T ²	—	—	—	—	60

Figura Nº10.1: Coeficientes de uniformidad para varias combinaciones geométricas.

Fuente: Coeficiente de uniformidad de Christiansen para aspersión

En este anteproyecto, se optó por una disposición de los aspersores en la que el grado de solapamiento es del 100%, tanto en la misma tubería como en los que están alrededor. Por ello, se ajusta a los criterios de la tabla 50/50, donde se considera el 50% del diámetro de trabajo del aspersor.

Sin embargo, aunque se establece un coeficiente de uniformidad del 96% bajo condiciones ideales, se considerará una reducción hasta el 90%, ya sea por la acción del viento o por el futuro deterioro del material.

Una vez obtenido el coeficiente de uniformidad, se procede a calcular la eficiencia de aplicación mediante las siguientes fórmulas:

$$E_a = C. U. * (1 - R. L.) \quad \text{si } R. L. < 0,1$$

$$E_a = \frac{C. U. * (1 - R. L.)}{0,9} \quad \text{si } R. L. > 0,1$$

Donde:

E_a	eficiencia de aplicación [%]
C.U.	coeficiente de uniformidad [%] (el definido por Christiansen)
R.L.	requerimientos de lavado [%]

4.2.- CÁLCULO PARA RIEGO LOCALIZADO

Para el resto de hidrozonas donde se situarán las especies ornamentales, que se abastecerán mediante riego localizado, se seguirá un proceso muy similar.

En este caso, se tendrá en cuenta la conductividad eléctrica mínima de cada hidrozona en la que no se produce una disminución de la calidad ornamental.

$$R. L. = \frac{CE_w}{2CE_e}$$

Donde:

R.L.	requerimientos de lavado [%]
CE_w	conductividad eléctrica del agua [$dS m^{-1}$]
CE_e	conductividad eléctrica en la que no disminuye el rendimiento del cultivo [$dS m^{-1}$]

Para el cálculo de la eficiencia de aplicación se debe establecer el coeficiente de uniformidad para los goteros, que por ser de nueva instalación y con una superficie relativamente pequeña que abastecer, se establecerá un coeficiente de uniformidad del 95% ya que se pueden producir defectos de fábrica.

En el caso de las pérdidas inevitables por percolación, K, se obtiene de la inversa de la relación de transpiración obtenida de la *Tabla Nº10.8*:

$$K = \frac{1}{T_r}$$

Donde:

K	pérdidas inevitables por percolación
T _r	relación de transpiración

Tabla Nº10.8: Relación de transpiración, T_r.

Profundidad de raíces	Textura del suelo			
	Muy porosa (grava)	Arenosa	Media	Fina
< 0,75 m	1,10	1,10	1,05	1,00
0,75 a 1,50 m	1,10	1,05	1,00	1,00
> 1,50 m	1,05	1,00	1,00	1,00

Con los datos restantes obtenidos, se procede al cálculo de la eficiencia de aplicación siguiendo la siguiente fórmula:

$$E_a = C. U. * (1 - R. L.) \quad \text{si } K > (1 - R. L.)$$

$$E_a = C. U. * K \quad \text{si } K < (1 - R. L.)$$

Donde:

E _a	eficiencia de aplicación [%]
C.U.	coeficiente de uniformidad [%]
R.L.	requerimientos de lavado [%]
K	pérdidas inevitables por percolación

4.3.- RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

Para finalizar, se recogen en las siguientes tablas los resultados obtenidos para cada hidrozona y se destaca el resultado de mayor necesidad total.

Tabla Nº10.9: Necesidades totales de la hidrozona 1

HIDROZONA 1				CEe	3 dS m ⁻¹
MES	DÍAS	Nt		R.L.	0,11
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹		
ENE	31	1,76	54,61	C.U.	0,9
FEB	28	2,34	65,45		
MAR	31	3,25	100,63	Ea	0,80
ABR	30	3,88	116,27		
MAY	31	4,51	139,96		
JUN	30	4,65	139,61		
JUL	31	5,05	156,66		
AGO	31	4,73	146,56		
SEP	30	3,73	111,79		
OCT	31	2,52	78,18		
NOV	30	1,67	50,24		
DIC	31	1,09	33,76		

Tabla Nº10.10: Necesidades totales de la hidrozona 2

HIDROZONA 2				CEe	7 dS m ⁻¹
MES	DÍAS	Nt		R.L.	0,11
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹		
ENE	31	0,46	14,30	C.U.	0,95
FEB	28	0,60	16,93		
MAR	31	0,92	28,60	Ea	0,85
ABR	30	1,10	32,88		
MAY	31	1,41	43,81		
JUN	30	1,46	43,68		
JUL	31	1,59	49,22		
AGO	31	1,45	45,08		
SEP	30	1,09	32,65		
OCT	31	0,45	13,87		
NOV	30	0,18	5,45		
DIC	31	0	0		

Tabla Nº10.11: Necesidades totales de la hidrozona 3

HIDROZONA 3				CEe	6 dS m ⁻¹
MES	DÍAS	Nt		R.L.	0,13
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹		
ENE	31	0,47	14,60	C.U.	0,95
FEB	28	0,62	17,29		
MAR	31	0,94	29,20	Ea	0,83
ABR	30	1,12	33,57		
MAY	31	1,44	44,72		
JUN	30	1,49	44,59		
JUL	31	1,62	50,25		
AGO	31	1,48	46,02		
SEP	30	1,11	33,34		
OCT	31	0,46	14,15		
NOV	30	0,19	5,56		
DIC	31	0	0		

Tabla Nº10.12: Necesidades totales de la hidrozona 4

HIDROZONA 4				CEe	6 dS m ⁻¹
MES	DÍAS	Nt		R.L.	0,13
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹		
ENE	31	0,37	11,47	C.U.	0,95
FEB	28	0,48	13,52		
MAR	31	0,76	23,60	Ea	0,83
ABR	30	0,90	27,08		
MAY	31	1,20	37,23		
JUN	30	1,24	37,11		
JUL	31	1,35	41,87		
AGO	31	1,23	38,11		
SEP	30	0,91	27,18		
OCT	31	0,30	9,19		
NOV	30	0,07	2,12		
DIC	31	0	0		

Tabla Nº10.13: Necesidades totales de la hidrozona 5

HIDROZONA 5				CEe	8 dS m ⁻¹
MES	DÍAS	Nt		R.L.	0,10
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹		
ENE	31	0,24	7,45	C.U.	0,95
FEB	28	0,31	8,69		
MAR	31	0,53	16,29	Ea	0,86
ABR	30	0,62	18,62		
MAY	31	0,88	27,24		
JUN	30	0,90	27,15		
JUL	31	0,99	30,70		
AGO	31	0,89	27,62		
SEP	30	0,64	19,09		
OCT	31	0,10	3,13		
NOV	30	0	0		
DIC	31	0	0		

Tabla Nº10.14: Necesidades totales de la hidrozona 6

HIDROZONA 6				CEe	6 dS m ⁻¹
MES	DÍAS	Nt		R.L.	0,13
		mm día ⁻¹	mm mes ⁻¹		
ENE	31	0,67	20,86	C.U.	0,95
FEB	28	0,89	24,81		
MAR	31	1,30	40,40	Ea	0,83
ABR	30	1,55	46,53		
MAY	31	1,93	59,72		
JUN	30	1,99	59,55		
JUL	31	2,16	67,00		
AGO	31	1,99	61,84		
SEP	30	1,52	45,65		
OCT	31	0,78	24,08		
NOV	30	0,41	12,44		
DIC	31	0,03	1,03		

ANEJO N°11

DISEÑO AGRONÓMICO

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	183
2.- RIEGO POR ASPERSIÓN	183
2.1.- Obtención de las dosis netas.....	183
2.2.- Frecuencia de riego.....	184
2.3.- Obtención de las dosis totales.....	185
2.4.- Pluviometría.....	186
2.5.- Tiempo de aplicación.....	187
2.6.- Número de unidades operacionales	189
3.- RIEGO LOCALIZADO	189
3.1.- Hidrozona 2	191
3.2.- Hidrozona 3	194
3.3.- Hidrozona 4	196
3.4.- Hidrozona 5	197
3.5.- Hidrozona 6	199
3.6.- Manejo del riego.....	200

1.- INTRODUCCIÓN

Con la información recogida en el *Anejo Nº10: Necesidades hídricas* se calcularán las dosis totales de riego que se deben aplicar, estableciendo también el tiempo de aplicación en función de la frecuencia de riego.

Se realizará para el riego por aspersión, teniendo en cuenta las condiciones de suelo y las diferencias que puedan existir en función del equipamiento empleado. En cuanto al riego localizado, se establecerá un diseño específico para las necesidades de cada hidrozona, obteniendo la dosis total a aplicar y la separación entre aspersores.

2.- RIEGO POR ASPERSIÓN

El proceso necesario para establecer todos los criterios fundamentales para el correcto funcionamiento del riego por aspersión se irá desarrollando paulatinamente a continuación.

Se tendrán en cuenta valores obtenidos previamente, como las características del suelo y las necesidades del césped, pero también se implementarán en los cálculos otros aspectos como la pluviometría de los aspersores empleados en este anteproyecto y el tiempo disponible de aplicación.

2.1.- OBTENCIÓN DE LAS DOSIS NETAS

Para establecer las dosis netas se seguirá la siguiente fórmula:

$$D_n = \frac{MAD}{100} * (\theta_{CC} - \theta_{PM}) * z * \frac{Pw}{100}$$

Donde:

D_n	dosis neta de riego [mm riego ⁻¹]
MAD	déficit permitido de manejo [%]
θ_{CC}	contenido de agua a capacidad de campo [%]
θ_{PM}	contenido de agua en el punto de marchitamiento [%]

$\theta_{CC} - \theta_{PM}$	agua útil del suelo [%]
z	profundidad radicular [mm]
P_w	porcentaje de suelo mojado [%]

Para realizar el cálculo, se tendrá en cuenta que para el césped se establece un MAD del 20% y que al trabajar con una textura de suelo arenosa franca, el contenido de agua a capacidad de campo y punto de marchitamiento se estiman en un 15% y 6% respectivamente. Además, se considera que la profundidad que se desea alcanzar será de 25 cm y el porcentaje de la superficie mojada, al tratarse de aspersión, es del 100%.

Con estos datos, el resultado de la dosis neta es de **4,5 mm riego⁻¹**.

2.2.- FRECUENCIA DE RIEGO

A continuación, con los resultados de las necesidades netas obtenido en el *Anejo N°10: Necesidades hídricas* y la dosis neta recién obtenida, se procede a conocer la frecuencia con la que se debe regar semanalmente, definida por la siguiente fórmula:

$$F_{irr} = \frac{7 \text{ días/sem} * N_n}{D_n}$$

Donde:

F_{irr}	frecuencia de riegos en una semana [riegos semana ⁻¹]
N_n	necesidades netas [mm día ⁻¹]
D_n	dosis neta [mm riego ⁻¹]

Como la frecuencia de riego deben ser unidades enteras, se debe redondear a la unidad mayor. Por este motivo, también será necesario recalcular la dosis neta ajustada, tal y como se muestra en la *Tabla N°11.1*.

$$D_n^* = \frac{7 \text{ días/semana} * N_n}{F_{irr}^*}$$

Donde:

D_n^* dosis neta ajustada [mm riego⁻¹]

N_n necesidades netas [mm día⁻¹]

F_{irr}^* frecuencia de riego ajustada [riegos semana⁻¹]

Tabla Nº11.1: Cálculo de frecuencias y dosis netas de riego ajustadas

MES	DÍAS	F_{irr}	F_{irr}^*	D_n^*
ENE	31	2,43	3	3,64
FEB	28	3,22	4	3,63
MAR	31	4,48	5	4,03
ABR	30	5,34	6	4,01
MAY	31	6,23	7	4,00
JUN	30	6,42	7	4,13
JUL	31	6,97	7	4,48
AGO	31	6,52	7	4,19
SEP	30	5,14	6	3,85
OCT	31	3,48	4	3,91
NOV	30	2,31	3	3,46
DIC	31	1,50	2	3,38

En la tabla se puede apreciar como las frecuencias de riego más altas corresponden a los meses de mayor demanda. Además, como la baja capacidad de retención de agua de suelos con textura arenosa eleva en gran medida la frecuencia con la que se debe regar.

2.3.- OBTENCIÓN DE LAS DOSIS TOTALES

A las dosis netas que se han calculado, hay que aplicarle el aumento proporcional por los requerimientos de lavado y la eficiencia de aplicación. Aprovechando que estos valores se han calculado previamente para la relación de las N_n y las N_t , se recurre a la siguiente expresión para conocer las D_t .

$$\frac{N_n}{N_t} = \frac{D_n^*}{D_t} \rightarrow D_t = \frac{D_n^* * N_t}{N_n}$$

Tabla Nº11.2: Obtención de las dosis totales

MES	DÍAS	D _t
ENE	31	4,11
FEB	28	4,09
MAR	31	4,54
ABR	30	4,52
MAY	31	4,51
JUN	30	4,65
JUL	31	5,05
AGO	31	4,73
SEP	30	4,35
OCT	31	4,41
NOV	30	3,91
DIC	31	3,81

2.4.- PLUVIOMETRÍA

El siguiente parámetro a conocer es la pluviometría de los aspersores que se van a emplear. La pluviometría se calcula como:

$$PI = \frac{Q_{asp}}{A_{asp}}$$

Donde:

PI	pluviometría [mm h ⁻¹]
Q _{asp}	caudal del aspersor [L h ⁻¹]
A _{asp}	área de acción del aspersor [m ²]

Para este anteproyecto se instalarán 2 tipos de aspersores TORO trabajando a rangos distintos, cuyas especificaciones se encuentran en el *Anejo Nº12: Diseño hidráulico*.

A continuación, se aporta la *Tabla Nº11.3* donde se detallan las características de trabajo de los aspersores empleados y su pluviometría.

Tabla Nº11.3: Pluviometría de los diferentes aspersores empleados

ASPERSOR	RADIO	CAUDAL		PLUVIOMETRÍA
	m	L min ⁻¹	L h ⁻¹	mm h ⁻¹
FLEX 35	16,2	58,7	3522	4,27
FLEX 35	20,7	106	6360	4,72
FLEX 34	20,7	92,4	5544	4,12

2.5.- TIEMPO DE APLICACIÓN

Conociendo las dosis totales que se deben aplicar y la pluviometría de cada aspersor, es posible calcular el tiempo de aplicación siguiendo la siguiente fórmula:

$$t_{\text{aplicación}} = \frac{D_t}{PI}$$

Donde:

$t_{\text{aplicación}}$	tiempo de aplicación [min riego ⁻¹]
D_t	dosis totales [mm riego ⁻¹]
PI	pluviometría [mm h ⁻¹]

Las siguientes tablas detallan el tiempo de aplicación en función del aspersor estudiado y las dosis determinadas para cada mes.

Tabla Nº11.4: Tiempo de aplicación para aspersor FLEX 35 con radio 16,2 m

FLEX 35		R = 16,2m	Pluvio.	4,27 mm h ⁻¹
MES	DÍAS	D _t	t _{aplicación}	
			h	min
ENE	31	4,11	0,96	58
FEB	28	4,09	0,96	57
MAR	31	4,54	1,06	64
ABR	30	4,52	1,06	64
MAY	31	4,51	1,06	63
JUN	30	4,65	1,09	65
JUL	31	5,05	1,18	71
AGO	31	4,73	1,11	66
SEP	30	4,35	1,02	61
OCT	31	4,41	1,03	62
NOV	30	3,91	0,91	55
DIC	31	3,81	0,89	54

Tabla Nº11.5: Tiempo de aplicación para aspersor FLEX 35 con radio 20,7 m

FLEX 35		R = 20,7m	Pluvio.	4,72 mm h ⁻¹
MES	DÍAS	D _t	t _{aplicación}	
			h	min
ENE	31	4,11	0,87	52
FEB	28	4,09	0,87	52
MAR	31	4,54	0,96	58
ABR	30	4,52	0,96	57
MAY	31	4,51	0,96	57
JUN	30	4,65	0,98	59
JUL	31	5,05	1,07	64
AGO	31	4,73	1,00	60
SEP	30	4,35	0,92	55
OCT	31	4,41	0,93	56
NOV	30	3,91	0,83	50
DIC	31	3,81	0,81	48

Tabla Nº11.6: Tiempo de aplicación para aspersor FLEX 34 con radio 20,7 m

FLEX 34		R = 20,7m	Pluvio.	4,12 mm h ⁻¹
MES	DÍAS	D _t	t _{aplicación}	
			h	min
ENE	31	4,11	1,00	60
FEB	28	4,09	0,99	60
MAR	31	4,54	1,10	66
ABR	30	4,52	1,10	66
MAY	31	4,51	1,10	66
JUN	30	4,65	1,13	68
JUL	31	5,05	1,23	74
AGO	31	4,73	1,15	69
SEP	30	4,35	1,06	63
OCT	31	4,41	1,07	64
NOV	30	3,91	0,95	57
DIC	31	3,81	0,93	56

2.6.- NÚMERO DE UNIDADES OPERACIONALES

Al disponer de diferentes aspersores trabajando a la vez, se procederá al cálculo de la condición más desfavorable para la mayoría de aspersores, que para este anteproyecto son los aspersores FLEX 34 con un tiempo de aplicación de 74 min en la época más desfavorable.

Para el riego, el tiempo disponible es desde las 19:00 hasta las 6:00, lo que equivalen a 11 horas. Por lo tanto, el número de unidades operacionales en las que se puede dividir la instalación es de **9 unidades operacionales**, pero como se tratan de unidades controladas de forma independiente también se pueden entender como turnos sucesivos de riego.

En este diseño se han empleado 127 aspersores, que divididos entre las 9 unidades operacionales, da como resultado un total de **14 aspersores por unidad operacional**.

Cabe destacar que todo el sistema de riego será controlado por un software informático exclusivamente destinado al control del riego, por el cual se ajustarán de manera óptima tanto las unidades operacionales como los aspersores que componen cada una.

3.- RIEGO LOCALIZADO

El diseño agronómico realizado para las zonas abastecidas por riego localizado es particular de este anteproyecto. Esto se debe a que por motivos de localización y limitaciones en la distribución de las especies ornamentales establecidas por el específico diseño de un campo de prácticas, en las agrupaciones conformadas con el nombre de hidrozonas, se pueden encontrar árboles de porte alto y arbustos bajos en una misma hidrozona.

Como se menciona en el *Anejo Nº10: Necesidades hídricas*, se tratará de satisfacer en todo caso los requerimientos de la condición más desfavorable, que en esta situación conllevaría a seguir el criterio de establecer que en cada riego se aporten las dosis necesarias para alcanzar la profundidad radicular mayor, para así garantizar el correcto desarrollo radicular de las especies de mayor

porte. Por lo tanto, la única variación que se establecerá serán los intervalos de riego para adaptar el aporte hídrico a las condiciones climatológicas mensuales.

Los cálculos se realizarán de forma independiente para cada hidrozona, de tal forma que se pueda obtener la frecuencia de riego, tiempo de aplicación y separación de emisores más adecuada para cada una.

Para realizar los cálculos, se tiene en cuenta que se trabaja sobre un suelo franco y con emisores autocompensantes de caudal nominal de 4 L h⁻¹.

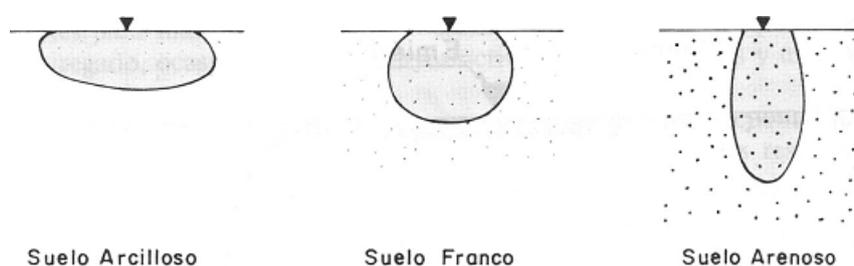


Figura Nº11.1: Forma del bulbo húmedo en función de la textura del suelo

Para conocer las dimensiones del bulbo formada bajo estas condiciones se recurre a la *Tabla Nº11.7*.

Tabla Nº11.7: Diámetro y profundidad mojado por emisor de 4 L h⁻¹, en condiciones normales de funcionamiento.

Profundidad de raíces y suelo (m)	Textura del suelo	Grado de estratificación del suelo		
		Diámetro de suelo mojado (m)		
		Homogéneo	Estratificado	En capas
0,80	Ligero	0,50	0,80	1,10
	Medio	1,00	1,25	1,70
	Pesado	1,10	1,70	2,00
1,70	Ligero	0,80	1,50	2,00
	Medio	1,25	2,25	3,00
	Pesado	1,70	2,00	2,50

Fuente: Keller (1978)

Las profundidades de trabajo serán de 0,8 y 1 m, por lo que para un suelo medio y homogéneo el diámetro mojado será de 1 y 1,05 m respectivamente.

3.1.- HIDROZONA 2

La hidrozona 2 está compuesta exclusivamente por la especie *Acacia cyclops* que forma la pared vegetal.

Se aprovechará el desarrollo de los cálculos de esta hidrozona para explicar cómo será el procedimiento, sin embargo, en el resto de hidrozonas sólo se mostrarán los datos empleados y los resultados obtenidos.

Como se mencionó anteriormente, los datos empleados para los cálculos estarán derivados de la condición a cumplir más desfavorable, que en este caso son los árboles al alcanzar mayor profundidad radicular.

Tabla Nº11.8: Propiedades del suelo y emisores para hidrozona 2

PROPIEDADES DEL SUELO Y EMISORES		
PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
M.P.	2,25	m ²
z	0,80	m
r _m	0,50	m
Pw	40,00	%
Aw	3,53	m ²
Ae	0,79	m ²
ep	4,49	emisor planta ⁻¹
ep*	5	emisor planta ⁻¹

Donde:

- M.P. marco de plantación
- z profundidad efectiva
- r_m radio mojado
- Pw porcentaje de suelo mojado
- Aw área sombreada por la especie estudiada
- Ae área mojada por emisor; obtenido por:

$$Ae = \pi * r_m^2$$

- ep emisor por planta; obtenido por:

$$ep = Aw/Ae$$

- ep* emisor por planta ajustado (unidad entera superior a ep)

Por la especie empleada y por las características del suelo, para esta hidrozoona se definen las siguientes características:

- Déficit de manejo permitido MAD = 25%
- Contenido de agua a capacidad de campo $\theta_{CC} = 36\%$
- Contenido de agua en el punto de marchitamiento $\theta_{PM} = 18\%$
- Profundidad radicular z = 800 mm

Con estos datos, el resultado de la dosis neta es de **14,40 mm riego⁻¹** y, por lo tanto, la dosis total es de **17,02 mm riego⁻¹**.

Como se mencionaba al inicio, se establece como criterio aportar la dosis necesaria en cada riego para alcanzar la profundidad radicular establecida, alterando exclusivamente la frecuencia de riego.

$$F_{irr} = \frac{7 \text{ días/semana} * N_n}{D_n}$$

Donde:

- F_{irr} frecuencia de riegos en una semana [riegos semana⁻¹]
- N_n necesidades netas [mm día⁻¹]
- D_n dosis neta [mm riego⁻¹]

Como las especies elegidas presentan un coeficiente de cultivo significativamente bajo, no serán necesarios riegos frecuentes, los resultados no se comprenderán en riegos por semana, sino más bien en riegos por mes, interpretando los resultados de la siguiente forma:

- $F_{irr} = 0$ implica que la precipitación satisface las necesidades
- $F_{irr} < 0,25$ implica que el intervalo comprende más de un mes
- $F_{irr} \geq 0,25$ implica un riego mensual
- $F_{irr} \geq 0,50$ implica dos riegos mensuales
- $F_{irr} \geq 0,75$ implica tres riegos mensuales
- $F_{irr} \geq 1$ implica cuatro riegos mensuales o un riego semanal

El proceso del cálculo se refleja en la *Tabla Nº11.9*.

Tabla N°11.9: Cálculo de frecuencias de riego para hidrozona 2

MES	DÍAS	F _{irr} (riego/semana)	F _{irr} * (riego/mensual)
ENE	31	0,19	< 0,25
FEB	28	0,25	≥ 0,25
MAR	31	0,38	≥ 0,25
ABR	30	0,45	≥ 0,25
MAY	31	0,58	≥ 0,50
JUN	30	0,60	≥ 0,50
JUL	31	0,65	≥ 0,50
AGO	31	0,60	≥ 0,50
SEP	30	0,45	≥ 0,25
OCT	31	0,18	< 0,25
NOV	30	0,07	< 0,25
DIC	31	0	0

Para finalizar, en base a los resultados anteriores, se determina el tiempo de aplicación necesario, el volumen de agua aplicado por cada emisor y la separación entre emisores siguiendo las siguientes fórmulas:

Para conocer el tiempo de aplicación:

$$t_a = \frac{D_t * M. P.}{ep^* * q_{nom}}$$

Donde:

t_a tiempo de aplicación [h riego⁻¹]

Para definir el volumen emitido:

$$V_e = t_a * q_{nom} \quad \text{ó} \quad V_e = \frac{D_t * M. P.}{ep^*}$$

Donde:

V_e volumen aplicado por emisor [L emisor⁻¹]

Para establecer la separación entre emisores:

$$S_{emisores} = r_m * \left(2 - \frac{a}{100} \right)$$

Donde:

$S_{emisores}$ separación entre emisores [cm]

r_m radio mojado [cm]

a porcentaje de solape entre plantas [%]

Sólo se tiene en cuenta la separación entre emisores porque sólo se instalará una tubería con servicio en ruta.

Tabla N°11.10: Resultados obtenidos para la hidrozona 2

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
D_t	17,02	mm riego ⁻¹
q_{nom}	4	L h ⁻¹
a	50	%
$S_{emisores}$	0,75	m
t_a	1,91	h
	1h 55min	h min
Ve	7,66	L emisor ⁻¹

3.2.- HIDROZONA 3

La hidrozona 3 está compuesta por *Cercis siliquastrum*, *Gaura lindheimeri*, *Spathodea campanulata* y *Phoenix canariensis*, realizando el diseño en función de las necesidades del Tulipero.

Tabla N°11.11: Propiedades del suelo y emisores para hidrozona 3

PROPIEDADES DEL SUELO Y EMISORES		
PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
M.P.	7,84	m ²
z	1	m
r_m	0,53	m
Pw	40,00	%
Aw	8,79	m ²
Ae	0,87	m ²
ep	10,15	emisor planta ⁻¹
ep*	11	emisor planta ⁻¹

Por las especies empleadas y por las características del suelo, para esta hidrozona se definen las siguientes características:

- Déficit de manejo permitido MAD = 25%
- Contenido de agua a capacidad de campo $\theta_{CC} = 36\%$
- Contenido de agua en el punto de marchitamiento $\theta_{PM} = 18\%$
- Profundidad radicular $z = 1000 \text{ mm}$

Con estos datos, el resultado de la dosis neta es de **18 mm riego⁻¹** y, por lo tanto, la dosis total es de **21,72 mm riego⁻¹**.

Tabla Nº11.12: Cálculo de frecuencias de riego para hidrozona 3

MES	DÍAS	F_{irr} (riego/semana)	F_{irr}^* (riego/mensual)
ENE	31	0,15	< 0,25
FEB	28	0,20	< 0,25
MAR	31	0,30	≥ 0,25
ABR	30	0,36	≥ 0,25
MAY	31	0,47	≥ 0,25
JUN	30	0,48	≥ 0,25
JUL	31	0,52	≥ 0,50
AGO	31	0,48	≥ 0,25
SEP	30	0,36	≥ 0,25
OCT	31	0,15	< 0,25
NOV	30	0,06	< 0,25
DIC	31	0	0

Tabla Nº11.13: Resultados obtenidos para la hidrozona 3

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
D_t	21,72	mm riego ⁻¹
q_{nom}	4	L h ⁻¹
a	30	%
$S_{emisores}$	0,9	m
t_a	3,87	h
	3h 52min	h min
Ve	15,48	L emisor ⁻¹

3.3.- HIDROZONA 4

La hidrozona 4 está compuesta por *Cercis siliquastrum* y *Gaura lindheimeri*, realizando el diseño en base a los requerimientos de la primera especie.

Tabla Nº11.14: Propiedades del suelo y emisores para hidrozona 4

PROPIEDADES DEL SUELO Y EMISORES		
PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
M.P.	4,41	m ²
z	1	m
r _m	0,53	m
Pw	40,00	%
Aw	4,95	m ²
Ae	0,87	m ²
ep	5,72	emisor planta ⁻¹
ep*	6	emisor planta ⁻¹

Por las especies empleadas y por las características del suelo, para esta hidrozona se definen las siguientes características:

- Déficit de manejo permitido MAD = 25%
- Contenido de agua a capacidad de campo $\theta_{CC} = 36\%$
- Contenido de agua en el punto de marchitamiento $\theta_{PM} = 18\%$
- Profundidad radicular z = 1000 mm

Con estos datos, el resultado de la dosis neta es de **18 mm riego⁻¹** y, por lo tanto, la dosis total es de **21,72 mm riego⁻¹**.

Tabla Nº11.15: Cálculo de frecuencias de riego para hidrozona 4

MES	DÍAS	F _{irr}	F _{irr} *
ENE	31	0,12	< 0,25
FEB	28	0,16	< 0,25
MAR	31	0,25	≥ 0,25
ABR	30	0,29	≥ 0,25
MAY	31	0,39	≥ 0,25
JUN	30	0,40	≥ 0,25
JUL	31	0,44	≥ 0,25
AGO	31	0,40	≥ 0,25
SEP	30	0,29	≥ 0,25
OCT	31	0,10	< 0,25
NOV	30	0,02	< 0,25
DIC	31	0	0

Tabla Nº11.16: Resultados obtenidos para la hidrozona 4

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
D_t	21,72	mm riego ⁻¹
q_{nom}	4	L h ⁻¹
a	30	%
$S_{emisores}$	0,9	m
t_a	3,99	h
	3h 59min	h min
Ve	15,96	L emisor ⁻¹

3.4.- HIDROZONA 5

La hidrozona 5 está compuesta por *Aloe vera*, *Asteriscus sericeus*, *Echinocactus grusonii*, *Euphorbia balsamífera* y *Euphorbia canariensis*, haciendo el diseño entorno a esta última especie.

Tabla Nº11.17: Propiedades del suelo y emisores para hidrozona 5

PROPIEDADES DEL SUELO Y EMISORES		
PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
$M.P.$	2,85	m ²
z	0,80	m
r_m	0,50	m
P_w	40,00	%
A_w	3,14	m ²
A_e	0,79	m ²
ep	4,00	emisor planta ⁻¹
ep^*	4	emisor planta ⁻¹

Por las especies empleadas y por las características del suelo, para esta hidrozona se definen las siguientes características:

- Déficit de manejo permitido MAD = 30%
- Contenido de agua a capacidad de campo $\theta_{CC} = 36\%$
- Contenido de agua en el punto de marchitamiento $\theta_{PM} = 18\%$
- Profundidad radicular $z = 800$ mm

Con estos datos, el resultado de la dosis neta es de **17,28 mm riego⁻¹** y, por lo tanto, la dosis total es de **20,11 mm riego⁻¹**.

Tabla Nº11.18: Cálculo de frecuencias de riego para hidrozona 5

MES	DÍAS	F _{irr} (riego/semana)	F _{irr} * (riego/mensual)
ENE	31	0,08	< 0,25
FEB	28	0,11	< 0,25
MAR	31	0,18	< 0,25
ABR	30	0,22	< 0,25
MAY	31	0,31	≥ 0,25
JUN	30	0,31	≥ 0,25
JUL	31	0,34	≥ 0,25
AGO	31	0,31	≥ 0,25
SEP	30	0,22	< 0,25
OCT	31	0,04	< 0,25
NOV	30	0	0
DIC	31	0	0

Tabla Nº11.19: Resultados obtenidos para la hidrozona 5

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
D _t	20,11	mm riego ⁻¹
q _{nom}	4	L h ⁻¹
a	0	%
S _{emisores}	1	m
t _a	3,58	h
	3h 35min	h min
Ve	14,33	L emisor ⁻¹

3.5.- HIDROZONA 6

La hidrozona 6 está compuesta por *Delonix regia*, *Duranta repens*, *Lavandula canariensis* y *Spathodea campanulata*, de nuevo eligiendo el Tulipero.

Tabla Nº11.20: Propiedades del suelo y emisores para hidrozona 6

PROPIEDADES DEL SUELO Y EMISORES		
PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
M.P.	7,84	m ²
z	1	m
r _m	0,53	m
Pw	40,00	%
Aw	8,79	m ²
Ae	0,87	m ²
ep	10,15	emisor planta ⁻¹
ep*	11	emisor planta ⁻¹

Por las especies empleadas y por las características del suelo, para esta hidrozona se definen las siguientes características:

- Déficit de manejo permitido MAD = 25%
- Contenido de agua a capacidad de campo $\theta_{CC} = 36\%$
- Contenido de agua en el punto de marchitamiento $\theta_{PM} = 18\%$
- Profundidad radicular z = 1000 mm

Con estos datos, el resultado de la dosis neta es de **18 mm riego⁻¹** y, por lo tanto, la dosis total es de **21,72 mm riego⁻¹**.

Tabla Nº11.21: Cálculo de frecuencias de riego para hidrozona 6

MES	DÍAS	F _{irr} (riego/semana)	F _{irr} * (riego/mensual)
ENE	31	0,22	< 0,25
FEB	28	0,29	≥ 0,25
MAR	31	0,42	≥ 0,25
ABR	30	0,50	≥ 0,50
MAY	31	0,62	≥ 0,50
JUN	30	0,64	≥ 0,50
JUL	31	0,70	≥ 0,50
AGO	31	0,64	≥ 0,50
SEP	30	0,49	≥ 0,25
OCT	31	0,25	≥ 0,25
NOV	30	0,13	< 0,25
DIC	31	0,01	< 0,25

Tabla Nº11.22: Resultados obtenidos para la hidrozona 6

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
D_t	21,72	mm riego ⁻¹
q_{nom}	4	L h ⁻¹
a	30	%
$S_{emisores}$	0,9	m
t_a	3,87	h
	3h 52min	h min
Ve	15,48	L emisor ⁻¹

3.6.- MANEJO DEL RIEGO

Para aportar las necesidades hídricas a cada hidrozona, se plantea una división independiente en 8 unidades operacionales distintas que permitan optimizar el diseño y emplear el caudal mínimo durante cada aplicación, profundizando en este aspecto en el *Anejo Nº12: Diseño hidráulico*.

La aplicación del riego está supeditada a las condiciones climáticas y a la frecuencia establecida, pero siempre se debe garantizar que se alcance la mayor profundidad radicular y así garantizar que las especies de mayor porte guardan una buena relación entre la parte aérea y la radicular.

ANEJO N°12

DISEÑO HIDRÁULICO

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	204
1.1.- Tuberías empleadas	204
2.- DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO LOCALIZADO	206
2.1.- Proceso del cálculo.....	207
2.1.1.- Criterios establecidos para el diseño	207
2.1.2.- Diferencia de presión en laterales.....	207
2.1.3.- Diferencia de presión en secundarias	209
2.2.- División de unidades operacionales	210
2.2.1.- Unidad operacional 1	213
2.2.2.- Unidad operacional 2	214
2.2.3.- Unidad operacional 3	215
2.2.4.- Unidad operacional 4	216
2.2.5.- Unidad operacional 5	216
2.2.6.- Unidad operacional 6	217
2.2.7.- Unidad operacional 7	219
2.2.8.- Unidad operacional 8	220
2.3.- Resultados obtenidos	221
2.4.- Control del riego	221
3.- DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN	222
3.1.- Elementos empleados	222
3.1.1.- Articulación	222
3.1.2.- Aspersores.....	224
3.2.- Proceso del cálculo.....	226
3.2.1.- Rango de presiones	227
3.2.2.- Diferencia de presión en laterales.....	227

3.2.3.- Diferencia de presión en secundarias	228
3.3.- Resultados obtenidos	229
3.4.- Resumen de resultados.....	246
3.5.- Conclusión.....	246
3.6.- Control de riego	247

1.- INTRODUCCIÓN

Como este anteproyecto es un complemento del campo de golf, no se realizará un diseño basado en el exclusivo abastecimiento para estas instalaciones. En su lugar, en este anejo se determinan las necesidades que se deben garantizar para su correcto funcionamiento, ya que el suministro, al proceder del exterior de la parcela, se debe considerar la interacción con otras partes importantes.

Además de tomar los resultados obtenidos en el *Anejo Nº11: Diseño agronómico*, las condiciones del diseño giran en torno a la presión de trabajo de los elementos de riego, definiendo un diámetro óptimo para evitar superar una presión determinada y no exceder una velocidad de circulación de 2 m s^{-1} como criterio de trabajo. Con un diseño adecuado, se esperan resolver dificultades derivadas de la elevada pendiente y garantizar una aplicación del riego manteniendo el coeficiente de uniformidad definido.

Se distinguen dos diseños diferentes, el primero, destinado las especies ornamentales mediante riego localizado con goteros sobre línea, situado en la parte inferior de la parcela que no presenta pendiente. El segundo, el sistema de aspersión con el que se regará toda la superficie de césped, que en este caso, en su mayor parte, cuenta con una pendiente más pronunciada.

1.1.- TUBERÍAS EMPLEADAS

Se usarán tuberías de PEBD para las conducciones del riego localizado y PEAD para las conducciones del riego por aspersión.

En la instalación destinada al riego localizado se emplearán tuberías con PN 0,25 MPa y en cuanto a las tuberías empleadas para la aspersión, la PN será de 1 MPa.

Tabla Nº12.1: Diámetros de tuberías de PEBD empleadas para riego localizado

PEBD y PEAD: rugosidad absoluta = 0.007 mm

PEBD				
Ø exterior	Ø interior (mm)			
(mm)	0,25 MPa	0,4 MPa	0,63 MPa	1MPa
12	10	8	8	8
16	13,6	12	11,6	11,6
20	17,6	16	16	14,4
25	22	21	20,4	18
32		28	26,2	23,2
40		35,2	32,6	29
50		44	40,8	36,2
63		55,4	51,4	45,8
75		66	61,4	54,4
90		79,2	73,6	65,4
110		96,8	90	79,8
125		110,2	102,2	90,8
140		123,4	114,6	101,6
160		141	130,8	116,2
180		158,6	147,2	130,8
200		176,2	163,6	145,4

Tabla Nº12.2: Diámetros de tuberías de PEAD empleadas para riego por aspersión

PEAD		
Ø exterior	Ø interior (mm)	
(mm)	1 MPa	1,6 MPa
32	28	26
40	35,2	32,6
50	44	40,8
63	55,4	51,4
75	66	61,4
90	79,2	73,6
110	96,8	90
125	110,2	102,2
140	123,4	114,6
160	140,2	130,8
180	158,6	147,2
200	176,2	163,6

2.- DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO LOCALIZADO

Como se mencionó, se emplearán tuberías de PEBD de PN 0,25 MPa, a las cuales se les incorporará goteros en las zonas que requieran la aplicación de agua.

Los emisores empleados estarán insertados sobre líneas y serán auto-compensantes, lo que implica un mismo aporte de caudal, en este caso de 4 L h^{-1} , mantiene un intervalo de presiones de autocompensación de 1 a 4 bar como se muestra en la *Figura Nº12.1*. También contarán con sistema antidrenante para evitar la descarga de la tubería después de cada riego.

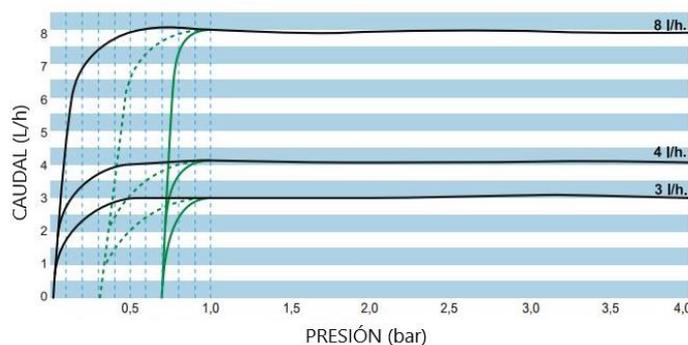


Figura Nº12.1: Intervalo de compensación de un gotero auto-compensante

Fuente: REQUIMA

La elección de estos goteros deriva de la necesidad de plantear separaciones entre emisores diferentes para las distintas hidrozonas. El resultado son dos tuberías a estudiar, los laterales, que serán aquellas tuberías que cuentan con goteros y las secundarias, que serán aquellas que sólo se emplean para la conducción.

En el diseño se intentará realizar la conexión de los laterales en la secundaria en un punto intermedio para optimizar la pérdida de carga, especialmente en los tramos de mayor longitud. Todos los extremos de las tuberías quedarán cerrados mediante un tapón de polietileno para evitar la salida del agua.

Para el control del riego, se establecen diferentes unidades operacionales que permiten ajustar el volumen de agua aplicado. Cada una está controlada por una válvula con solenoide de acción directa conectada a un programador que controla los tiempos de riego.

2.1.- PROCESO DEL CÁLCULO

2.1.1.- Criterios establecidos para el diseño

Para el correcto dimensionamiento de las tuberías del riego localizado se van a establecer dos criterios que se deben cumplir de forma simultánea.

El primer criterio consiste en que la diferencia de presión hasta el emisor más desfavorable de la unidad operacional no supere los 10 mca, de esta forma, la presión a la entrada estará comprendida entre 1 y 2 bar. El segundo criterio limitante es la velocidad máxima de circulación del agua en el interior de la tubería, que se basa en no superar una velocidad de 2 m s⁻¹.

Si alguno de los criterios anteriores es superado, se deberá recurrir al diámetro comercial inmediatamente superior al elegido.

Para establecer un diámetro adecuado optimizando el diseño, se trabaja con el diámetro que cumpla con las condiciones de no superar 2 m s⁻¹ de velocidad mientras que circula un caudal determinado, relacionados mediante la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{S} ; \text{ siendo } v = \frac{Q}{\pi * \frac{D^2}{4}}$$

Donde:

v	velocidad de circulación en el interior de la tubería [m s ⁻¹]
Q	caudal que transporta la tubería [m ³ s ⁻¹]
S	sección interior de la tubería [m ²]
D	diámetro interior de la tubería [m]

2.1.2.- Diferencia de presión en laterales

El incremento de presión en los laterales, Δh, bajo las condiciones sin pendiente en las que se encuentra el diseño, será igual a la pérdida de carga, hf.

$$\Delta h = hf$$

Donde:

Δh	incremento de presión en tubería con goteros [mca]
hf	pérdida de carga en tubería con goteros [mca]

Para el cálculo de la pérdida de carga en los goteros se emplea la ecuación de Blasius, descrita a continuación.

$$hf = J * F * Le$$

Donde:

J	gradiente de pérdida de carga [$m\ m^{-1}$]
F	coeficiente de reducción de Christiansen [adimensional]
Le	longitud equivalente [m]

Un aspecto importante que se debe cumplir son las condiciones para poder emplear la F de Christiansen, que en lo que respecta a los goteros, estos están distribuidos de forma uniforme a lo largo de la tubería estudiada. Además, se garantiza que el caudal emitido por cada emisor sea el mismo. Para finalizar, no se producen cambios de diámetro dentro de un mismo lateral y todos los extremos están cerrados, cumpliendo así las condiciones necesarias.

El gradiente de pérdida de carga, J, se calcula mediante:

$$J = 0,000789 * \varnothing_{\text{interior}}^{-4,75} * Q^{1,75}$$

Donde:

$\varnothing_{\text{interior}}$	diámetro interior de la tubería [m]
Q	caudal que circula en la tubería [$m^3\ s^{-1}$]

Para conocer los datos restantes, se inicia con una estimación del diámetro interior comercial inmediatamente superior que cumpla las condiciones de velocidad para el caudal que circule, resultado del producto entre el caudal nominal y el número de emisores.

El resto de elementos, como la F de Christiansen se encuentran tabulados y la Le se obtienen mediante la siguiente fórmula:

$$Le = L * (n^{\circ} \text{ emisores} * hf_{\text{emisor}})$$

Donde:

L	longitud real de la tubería [m]
n ^o emisores	número total de emisores que contiene el lateral
hf _{emisor}	pérdida de carga del emisor [mle]

2.1.3.- Diferencia de presión en secundarias

Al igual que para los laterales, al no existir pendiente se cumple:

$$\Delta H = Hf$$

Donde:

ΔH	incremento de presión en tubería sin goteros [mca]
Hf	pérdida de carga en tubería sin goteros [mca]

Para calcular la pérdida de carga en la secundaria, se seguirá un proceso similar al descrito para los laterales, a excepción del cálculo de la longitud equivalente que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Le = L + hf_{\text{conexión}}$$

$$\text{Siendo: } hf_{\text{conexión}} = 0,1 * Q^{0,3} * n^{0,26}$$

Donde:

hf _{conexión}	pérdida de carga por conexión de lateral [mca]
Q	caudal que circula por la secundaria [L h ⁻¹]
n	número de conexiones laterales

2.2.- DIVISIÓN DE UNIDADES OPERACIONALES

Con el proceso anteriormente descrito, se procede a realizar los cálculos para cada unidad operacional y definir el diámetro comercial a emplear, aportando a su vez, un esquema de la instalación.

Para la obtención de la pérdida de carga más desfavorable, se realizarán divisiones en tramos dentro de una misma unidad operacional, para después sumar las pérdidas en las rutas hasta los laterales que puedan resultar más desfavorables y así compararlos.

A continuación, se aportan los esquemas de las distribuciones de las unidades operacionales, que se pueden encontrar también en el *Plano Nº7: Esquema del sistema hidráulico*. Además, en la *Tabla Nº12.3* se realiza un resumen de la relación entre las hidrozonas y las unidades operacionales.

Tabla Nº12.3: Relación entre hidrozonas y las U.O.

HIDROZONA	SUPERFICIE (m²)	U.O.
2	602,86	1 - 5 - 7 - 8
3	37,27	2
4	115,22	4
5	103,7	3
6	178,02	6

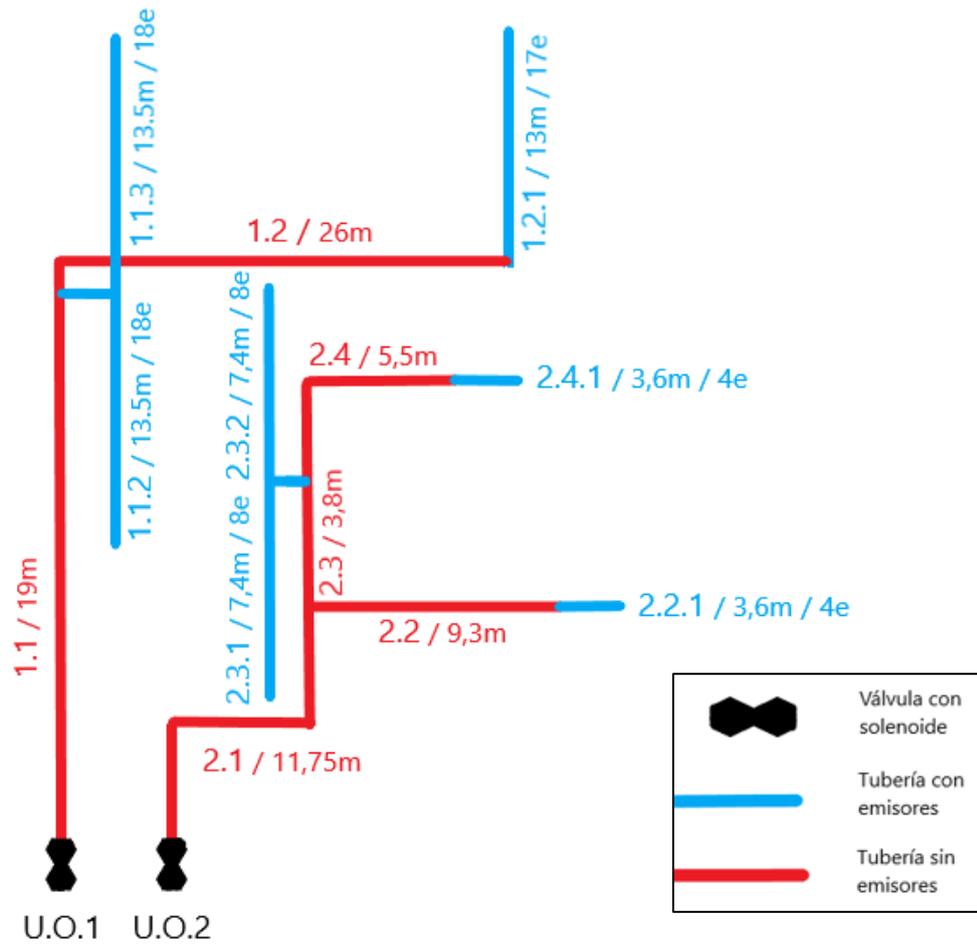


Figura Nº12.2: Esquema de riego de U.O. 1 y U.O. 2.

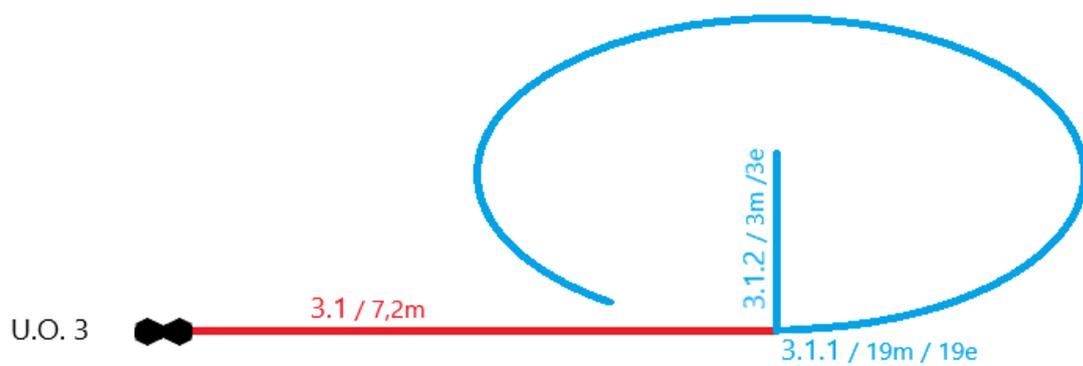


Figura Nº12.3: Esquema de riego de U.O. 3

ANEJO Nº12: DISEÑO HIDRÁULICO

Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

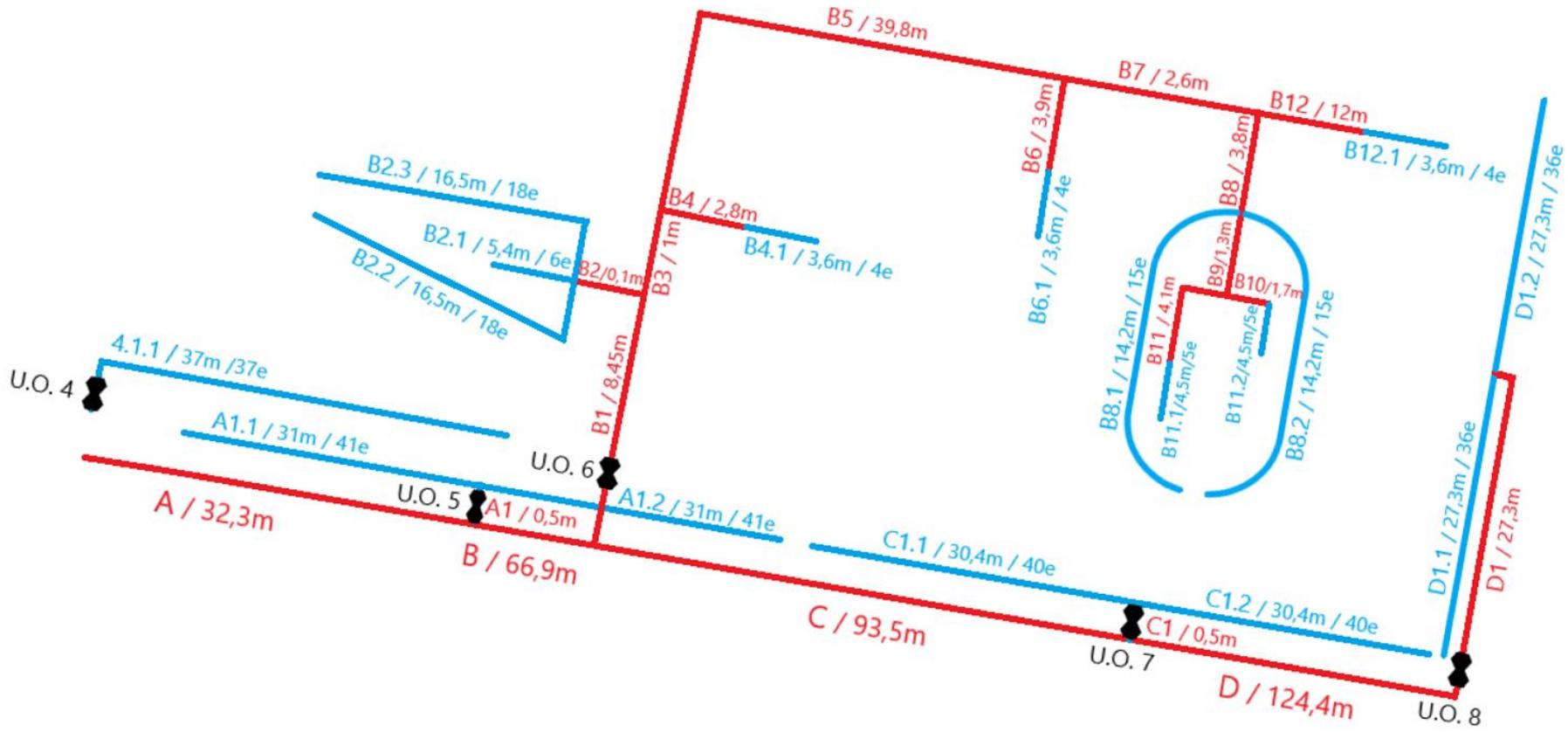


Figura Nº12.4: Esquema de riego de U.O. 4, U.O. 5, U.O. 6, U.O. 7 y U.O. 8

2.2.1.- Unidad operacional 1

Tabla Nº12.4: Pérdida de los laterales de la U.O. 1

LATERALES UNIDAD OPERACIONAL 1										
Tramo	Longitud (m)	Nº emisores	Caudal emisor (L/h)	Longitud equivalente	F Christiansen	Caudal (m³/s)	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	hf (mca)
1.1.2	13,5	18	4	14,76	0,392	0,0000200	0,0136	0,14	0,00346	0,0200
1.1.3	13,5	18	4	14,76	0,392	0,0000200	0,0136	0,14	0,00346	0,0200
1.2.1	13	17	4	14,19	0,394	0,0000189	0,0136	0,13	0,00313	0,0175

Tabla Nº12.5: Pérdida de secundarias de la U.O. 1

SECUNDARIAS UNIDAD OPERACIONAL 1									
Tramo	Longitud (m)	Nº conexiones	Caudal (m³/s)	Longitud equivalente	F Christiansen	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	Hf (mca)
1.1	19	1	0,0000589	19,50	1	0,0136	0,41	0,02293	0,4470
1.2	26	1	0,0000189	26,35	1	0,0136	0,13	0,00313	0,0826

2.2.2.- Unidad operacional 2

Tabla Nº12.6: Pérdida de los laterales de la U.O. 2

LATERALES UNIDAD OPERACIONAL 2										
Tramo	Longitud (m)	Nº emisores	Caudal emisor (L/h)	Longitud equivalente	F Christiansen	Caudal (m³/s)	Ø interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	hf (mca)
2.2.1	3,6	4	4	3,88	0,498	0,0000044	0,0136	0,03	0,00025	0,0005
2.3.1	7,4	8	4	7,96	0,428	0,0000089	0,0136	0,06	0,00084	0,0029
2.3.2	7,4	8	4	7,96	0,428	0,0000089	0,0136	0,06	0,00084	0,0029
2.4.1	3,6	4	4	3,88	0,498	0,0000044	0,0136	0,03	0,00025	0,0005

Tabla Nº12.7: Pérdida de secundarias de la U.O. 2

SECUNDARIAS UNIDAD OPERACIONAL 2									
Tramo	Longitud (m)	Nº conexiones	Caudal (m³/s)	Longitud equivalente	F Christiansen	Ø interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	Hf (mca)
2.1	11,75	1	0,0000267	12,14	1	0,0136	0,18	0,00573	0,0696
2.2	9,3	1	0,0000044	9,53	1	0,0136	0,03	0,00025	0,0024
2.3	3,8	1	0,0000222	4,17	1	0,0136	0,15	0,00417	0,0174
2.4	5,5	1	0,0000044	5,73	1	0,0136	0,03	0,00025	0,0014

2.2.3.- Unidad operacional 3

Tabla Nº12.8: Pérdida de los laterales de la U.O. 3

LATERALES UNIDAD OPERACIONAL 3										
Tramo	Longitud (m)	Nº emisores	Caudal emisor (L/h)	Longitud equivalente	F Christiansen	Caudal (m³/s)	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	hf (mca)
3.1.1	19	19	4	20,33	0,39	0,0000211	0,0136	0,15	0,00381	0,0302
3.1.2	3	3	4	3,21	0,546	0,0000033	0,0136	0,02	0,00015	0,0003

Tabla Nº12.9: Pérdida de secundarias de la U.O. 3

SECUNDARIAS UNIDAD OPERACIONAL 3									
Tramo	Longitud (m)	Nº conexiones	Caudal (m³/s)	Longitud equivalente	F Christiansen	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	Hf (mca)
3.1	7,2	2	0,0000244	7,66	0,649	0,0136	0,17	0,00492	0,0245

2.2.4.- Unidad operacional 4

Tabla Nº12.10: Pérdida de los laterales de la U.O. 4

LATERAL UNIDAD OPERACIONAL 4										
Tramo	Longitud (m)	Nº emisores	Caudal emisor (L/h)	Longitud equivalente	F Christiansen	Caudal (m ³ /s)	Ø interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	hf (mca)
4.1.1	34	37	4	36,59	0,377	0,0000411	0,0136	0,28	0,01222	0,1686

2.2.5.- Unidad operacional 5

Tabla Nº12.11: Pérdida de los laterales de la U.O. 5

LATERALES UNIDAD OPERACIONAL 5										
Tramo	Longitud (m)	Nº emisores	Caudal emisor (L/h)	Longitud equivalente	F Christiansen	Caudal (m ³ /s)	Ø interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	hf (mca)
A1.1	31	41	4	33,87	0,376	0,0000456	0,0136	0,31	0,01463	0,1863
A1.2	31	41	4	33,87	0,376	0,0000456	0,0136	0,31	0,01463	0,1863

Tabla Nº12.12: Pérdida de secundarias de la U.O. 5

SECUNDARIAS UNIDAD OPERACIONAL 5									
Tramo	Longitud (m)	Nº conexiones	Caudal (m³/s)	Longitud equivalente	F Christiansen	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	Hf (mca)
A1	0,5	2	0,0000911	1,18	0,649	0,0136	0,63	0,04921	0,0377
A	32,3	1	0,0000911	32,87	1	0,0136	0,63	0,04921	1,6173

2.2.6.- Unidad operacional 6

Tabla Nº12.13: Pérdida de los laterales de la U.O. 6

LATERALES UNIDAD OPERACIONAL 6										
Tramo	Longitud (m)	Nº emisores	Caudal emisor (L/h)	Longitud equivalente	F Christiansen	Caudal (m³/s)	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	hf (mca)
B2.1	5,4	6	4	5,82	0,451	0,0000067	0,0136	0,05	0,00051	0,0013
B2.2	16,5	18	4	17,76	0,392	0,0000200	0,0136	0,14	0,00346	0,0241
B2.3	16,5	18	4	17,76	0,392	0,0000200	0,0136	0,14	0,00346	0,0241
B4.1	3,6	4	4	3,88	0,498	0,0000044	0,0136	0,03	0,00025	0,0005
B6.1	3,6	4	4	3,88	0,498	0,0000044	0,0136	0,03	0,00025	0,0005
B8.1	14,2	15	4	15,25	0,398	0,0000167	0,0136	0,11	0,00252	0,0153
B8.2	14,2	15	4	15,25	0,398	0,0000167	0,0136	0,11	0,00252	0,0153
B10.1	4,5	5	4	4,85	0,469	0,0000056	0,0136	0,04	0,00037	0,0008
B11.1	4,5	5	4	4,85	0,469	0,0000056	0,0136	0,04	0,00037	0,0008
B12.1	3,6	4	4	3,88	0,498	0,0000044	0,0136	0,03	0,00025	0,0005

Tabla Nº12.14: Pérdida de secundarias de la U.O. 6

SECUNDARIAS UNIDAD OPERACIONAL 6									
Tramo	Longitud (m)	Nº conexiones	Caudal (m³/s)	Longitud equivalente	F Christiansen	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	Hf (mca)
B	68,3	1	0,0001044	68,89	1	0,0136	0,72	0,06249	4,3051
B1	8,45	1	0,0001044	9,04	1	0,0136	0,72	0,06249	0,5651
B2	0,1	3	0,0000467	0,72	0,546	0,0136	0,32	0,01526	0,0060
B3	1	1	0,0000578	1,50	1	0,0136	0,40	0,02217	0,0332
B4	2,8	1	0,0000044	3,03	1	0,0136	0,03	0,00025	0,0008
B5	39,8	1	0,0000533	40,28	1	0,0136	0,37	0,01928	0,7765
B6	3,9	1	0,0000044	4,13	1	0,0136	0,03	0,00025	0,0010
B7	2,3	1	0,0000489	2,77	1	0,0136	0,34	0,01655	0,0459
B8	3,8	2	0,0000444	4,35	0,649	0,0136	0,31	0,01401	0,0395
B9	1,3	1	0,0000111	1,60	1	0,0136	0,08	0,00124	0,0020
B10	1,7	1	0,0000056	1,95	1	0,0136	0,04	0,00037	0,0007
B11	4,1	1	0,0000056	4,35	1	0,0136	0,04	0,00037	0,0016
B12	12	1	0,0000044	12,23	1	0,0136	0,03	0,00025	0,0030

2.2.7.- Unidad operacional 7

Tabla Nº12.15: Pérdida de los laterales de la U.O. 7

LATERALES UNIDAD OPERACIONAL 7										
Tramo	Longitud (m)	Nº emisores	Caudal emisor (L/h)	Longitud equivalente	F Christiansen	Caudal (m³/s)	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	hf (mca)
C1.1	30,4	40	4	33,2	0,376	0,0000444	0,0136	0,31	0,01401	0,1749
C1.2	30,4	40	4	33,2	0,376	0,0000444	0,0136	0,31	0,01401	0,1749

Tabla Nº12.16: Pérdida de secundarias de la U.O. 7

SECUNDARIAS UNIDAD OPERACIONAL 7									
Tramo	Longitud (m)	Nº conexiones	Caudal (m³/s)	Longitud equivalente	F Christiansen	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	Hf (mca)
C1	0,5	2	0,0000889	1,18	0,649	0,0136	0,61	0,04712	0,0360
C	93,5	1	0,0000889	94,06	1	0,0136	0,61	0,04712	4,4328

2.2.8.- Unidad operacional 8

Tabla Nº12.17: Pérdida de los laterales de la U.O. 8

LATERALES UNIDAD OPERACIONAL 8										
Tramo	Longitud (m)	Nº emisores	Caudal emisor (L/h)	Longitud equivalente	F Christiansen	Caudal (m³/s)	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	hf (mca)
D1.1	27,3	36	4	29,82	0,371	0,0000400	0,0136	0,28	0,01165	0,1289
D1.2	27,3	36	4	29,82	0,371	0,0000400	0,0136	0,28	0,01165	0,1289

Tabla Nº12.18: Pérdida de secundarias de la U.O. 8

SECUNDARIAS UNIDAD OPERACIONAL 8									
Tramo	Longitud (m)	Nº conexiones	Caudal (m³/s)	Longitud equivalente	F Christiansen	∅ interior (m)	Velocidad (m/s)	J (m/m)	Hf (mca)
D1	27,3	2	0,0000800	27,95	0,649	0,0136	0,55	0,03919	0,7110
D	124,4	1	0,0000800	124,95	1	0,0136	0,55	0,03919	4,8967

2.3.- RESULTADOS OBTENIDOS

Tras el completo estudio del diseño, se ha podido comprobar que en ningún tramo se supera la velocidad máxima de 2 m s^{-1} en la que se había limitado la conducción.

De la misma forma, se ha obtenido una pérdida de carga máxima de 4,9 mca en el tramo D, cuya longitud es de 124,4 m. Con este resultado también se cumple el criterio de no superar una caída de presión mayor a 10 mca.

Por lo tanto, como se ha empleado el diámetro comercial mínimo disponible y se cumplen los criterios, todas las tuberías serán de $\varnothing 16 \text{ mm}$ y PN 0,25 MPa.

Tabla Nº12. 19: Resumen de los resultados del riego localizado

HIDROZONA	SUPERFICIE (m ²)	U.O.	LONGITUD (m)	Nº emisores	Caudal (L h ⁻¹)	Ø COMERCIAL (mm)(0,25MPa)
2	602,86	1	85	53	212	16
		5	62,5	82	328	
		7	61,3	80	320	
		8	206,3	72	288	
3	37,27	2	52,35	24	96	
4	115,22	4	34	37	148	
5	103,7	3	29,2	22	88	
6	178,02	6	167,85	94	376	

2.4.- CONTROL DEL RIEGO

Con los resultados anteriores se determina que a la entrada del cabezal deben llegar como mínimo 1,5 bar de presión para mantener el correcto funcionamiento de la instalación hasta el emisor más desfavorable. En cuanto a la presión máxima admisible a la entrada no se debe superar los 4 bar, ya que superaría el límite de autocompensación.

Para poder controlar el riego en los periodos deseados se instalarán dos programadores *RainBird TBOS-BT* que usan pilas de 9V, cada uno conectado a cuatro electroválvulas con solenoide.

Los programadores se instalarán en arquetas, una en la entrada del campo de prácticas y la otra por debajo del putting green. El primer programador controlará las electroválvulas que se encuentran dentro de la propia arqueta y componen la U.O. 1, 2, 3 y 4. El segundo controlará las U.O. restantes.

El riego se puede programar desde las 19:00 hasta las 2:00 para cubrir el intervalo más largo.

3.- DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

Como este anteproyecto es un complemento del campo de golf, el cual conecta su sistema hidráulico con el del presente diseño, se definirán las necesidades que se deben garantizar para que la instalación funcione correctamente.

3.1.- ELEMENTOS EMPLEADOS

Se comenzará haciendo una breve introducción a los elementos que componen la instalación, ya que son determinantes, incluso recurriendo a un fabricante en específico como es TORO para el abastecimiento de material.

3.1.1.- Articulación

Un elemento fundamental para la instalación de los aspersores en las tuberías es el empleo de una articulación.



Figura Nº12.5: Articulación de un aspersor. Fuente: TORO – Manual de instalación

Para este anteproyecto se eligen las articulaciones denominadas como de “2 ejes”, haciendo referencia a los ejes de movimiento que dispone. Como la instalación es nueva y no hacen falta ajustes, no es necesario recurrir a la versión de 4 ejes.

Los detalles técnicos de este elemento son que la altura máxima que alcanza es de 50 cm, que su fabricación es de PVC con bajos rangos de fricción y soporta presiones de trabajo de hasta 21,7 bar con un flujo de caudal máximo de 18.000 L h⁻¹.

Aun así, esta pieza especial genera una pérdida de carga significativa a su paso hasta el aspersor. En la *Figura Nº12.6* se muestra la relación entre el caudal y la pérdida de carga obtenidas en el laboratorio de la compañía.

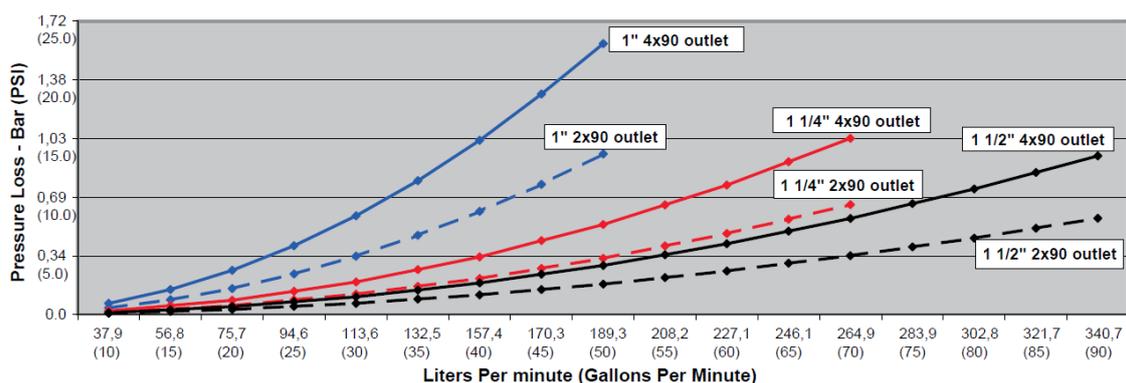


Figura Nº12.6: Ensayo de pérdida de presión por uso de articulación.

Fuente: TORO – Manual de instalación

Como la rosca elegida será la de 1 ½" y el caudal máximo es de 6360 L h⁻¹, o en este caso 106 L min⁻¹, la pérdida de carga de esta pieza se calcula en torno a 0,15 bar de pérdida.

3.1.2.- Aspersores

En el *Anejo Nº11: Diseño agronómico* se introdujeron los aspersores que se iban a emplear, pero ahora se aportarán algunos detalles más técnicos.

En primer lugar, independientemente del radio seleccionado, la distribución de los aspersores será de forma triangular por su adaptación a las necesidades de la parcela, cumpliendo con el criterio de situar el aspersor bajo el radio de trabajo de los aspersores más próximos.

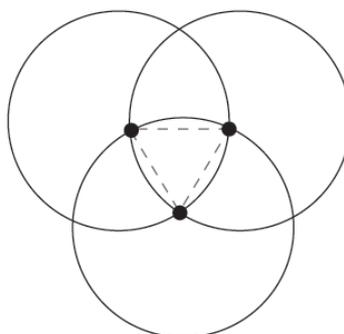


Figura Nº12.7: Distribución triangular de los aspersores

Fuente: TORO – Manual de instalación

Los aspersores elegidos son los modelos *FLEX 800 Serie 34* y *Serie 35* de la marca TORO. La diferencia entre las dos series es que la *Serie 34* está diseñado para trabajar en círculos completos y la *Serie 35* para trabajar en arcos de 40° a 330° con la opción de círculo completo incluida.

Ambos aspersores disponen de doble trayectoria de la boquilla principal configurable en el momento de la instalación, pudiendo ser de 15° o 25° .

A la hora de elegir la trayectoria de la boquilla es fundamental estudiar las condiciones bajo las que se encuentra trabajado el aspersor. Generalmente, bajo unas condiciones adecuadas, se elige una trayectoria de la boquilla de 25° , sin embargo, también dispone de la capacidad de reducir la trayectoria a los 15° . Esta reducción permite la operatividad bajo condiciones más desfavorables, como zonas ventosas o presencia de obstáculos, pero reduciendo el radio de trabajo.

En este anteproyecto, como la zona no es ventosa, tampoco se presentan obstáculos frente a la trayectoria y por ofrecer algo más de radio de trabajo, los aspersores se mantendrán con la trayectoria de la boquilla a 25°.

Una vez definidos los aspersores que se van a emplear, conociendo el radio de trabajo, tomando como presión nominal 4,5 bar y ajustando una trayectoria de 25°, se obtienen las siguientes tablas de rendimiento para poder elegir las boquillas más adecuadas para su correcto desempeño.

INF34/FLX34 SERIES PERFORMANCE DATA – 25°

		Nozzle Set 31		Nozzle Set 32		Nozzle Set 33		Nozzle Set 34		Nozzle Set 35		Nozzle Set 36		Nozzle Set 37		
Front Nozzle Position		 (Yellow) 102-0725		 (Blue) 102-7001		 (Brown) 102-0727		 (Orange) 102-7002		 (Green) 102-6908		 (Grey) 102-0730		 (Black) 102-4261		
																
Back Nozzle Position																
		Yellow 102-6937	Blue 102-2925	Yellow 102-6937	Orange 102-2926	Yellow 102-6937	Red 102-2928	Yellow 102-6937	Beige 102-2929	Yellow 102-6937	Beige 102-2929	Yellow 102-6937	Red 102-6944*	Yellow 102-6937	Grey 102-6945	
Base Pressure																
Bar	kPa	kg/cm ²	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM
3,4	340	3,47	17,4	49,2	17,7	58,7	19,5	82,9	20,7	92,4	-	-	-	-	-	-
4,5	450	4,59	17,7	55,3	18,3	68,1	20,7	92,4	22	106,4	23,2	121,9	-	-	-	-
5,5	550	5,61	18,3	61,3	19,2	77,6	22	101,8	23,2	117,7	24,4	134,7	25,3	144,6	25,9	157,1
6,9	690	7,04	18,9	67,8	20,1	88,6	22,9	112,8	24,1	132,1	25,6	148,8	26,8	164,3	27,8	177,5

Figura Nº12.8: Tabla de rendimiento para Serie 34 con trayectoria de 25°.

Fuente: TORO – Manual de instalación

INF35/FLX35 SERIES PERFORMANCE DATA – 25°

		Nozzle Set 30		Nozzle Set 31		Nozzle Set 32		Nozzle Set 33		Nozzle Set 34		Nozzle Set 35		Nozzle Set 36		Nozzle Set 37	
Front Nozzle Position		 (White) 102-2208		 (Yellow) 102-6906		 (Blue) 102-0726		 (Brown) 102-6907		 (Orange) 102-0728		 (Green) 102-6955		 (Grey) 102-6935		 (Black) 102-6936	
																	
Back Nozzle Position																	
		Red Plug 102-4335															
Base Pressure																	
Bar	kPa	kg/cm ²	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM	Radius	LPM	
3,4	340	3,47	13,1	31	16,2	52,2	17,1	69,3	18,6	82,1	-	-	-	-	-	-	
4,5	450	4,59	13,7	37,9	16,2	58,7	18	77,6	19,5	92,4	20,7	106,7	22	129,1	-	-	
5,5	550	5,61	14	43,5	17,4	65,5	18,9	85,9	20,4	102,6	21,7	117,7	22,9	143,1	23,8	152,5	
6,9	690	7,04	14,3	50,7	18	72,3	19,8	94,2	21,4	112,8	22,6	129,1	24,1	154,8	24,7	165,8	

Figura Nº12.9: Tabla de rendimiento para Serie 35 con trayectoria de 25°.

Fuente: TORO – Manual de instalación

Como se puede apreciar, para los aspersores de la *Serie 34* se elige el conjunto de boquillas pertenecientes al *Set 33*, que aporta un radio de trabajo de 20,7 m y 92,4 L min⁻¹ trabajando con una presión de 4,5 bar.

En el caso de los aspersores de la *Serie 35* se elige el *Set 34* para los aspersores sectoriales de mayor radio situados en la calle de práctica y el *Set 31* para aquellos situados en las zonas de juego.

Para mantener la presión de trabajo deseada, el aspersor cuenta con su propio regulador de presión ajustable en el momento de la instalación.

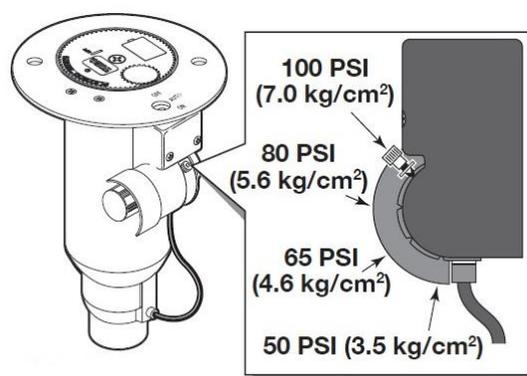


Figura Nº12.10: Regulación de presión disponible en aspersor.

Fuente: TORO – Manual de instalación

Otra gran ventaja de estos aspersores es que están equipados con un sistema de cierre lento, lo que impide los efectos negativos de sobrepresiones por golpes de ariete provocados por cierres rápidos de válvulas.

3.2.- PROCESO DEL CÁLCULO

El objetivo fundamental es determinar el rango de presión con el que puede funcionar la instalación y establecer los diámetros comerciales de las tuberías de PEAD que mejor se adapten a no superar una velocidad determinada y evitar un aumento de la presión excesivo.

Los criterios establecidos para un correcto diseño hidráulico del riego fueron varios, entre los que se destaca el uso de un solo aspersor por lateral trabajando de forma simultánea, el limitar la velocidad de circulación del agua a 2 m s⁻¹ y el evitar superar una presión de trabajo en los aspersores de 10,5 bar.

3.2.1.- Rango de presiones

Es necesario cumplir que la ganancia de presión no supere los 10,5 bar que regula el aspersor, por lo que se establece la siguiente condición:

$$\Delta H + \Delta h \leq 10,5 \text{ bar}$$

Donde:

ΔH	incremento de presión en secundaria [bar]
Δh	incremento de presión en lateral [bar]

Un criterio muy importante que debe quedar claro es que para los cálculos del incremento de presión se tendrán en cuenta las pérdidas de carga como valores **negativos** y la ganancia de presión por la pendiente como valores **positivos**, ya que se considera la forma más apropiada de interpretar los resultados.

Para ilustrar el desnivel, se considera una inclinación a favor de los laterales (donde están instalados los aspersores) del 5% y en las secundarias (donde se conectan los laterales) del 13%. A la hora de realizar los cálculos, esta pendiente se tendrá en cuenta como la diferencia de cota entre los puntos estudiados.

3.2.2.- Diferencia de presión en laterales

A diferencia de los cálculos realizados para el riego localizado, en esta ocasión es necesario incorporar las variables afectadas por la presencia de la pendiente.

$$\Delta h = h_f + \Delta h_c + \Delta E_l$$

Donde:

Δh	incremento de presión en lateral [mca]
h_f	pérdida de carga en lateral [mca]
Δh_c	diferencia de presión entre la mínima y la final [mca]
ΔE_l	diferencia de presión por pendiente [mca]

Es importante señalar que para la obtención de la Le, no se dispone del valor de pérdida de carga del aspersor, por lo que se solucionará estableciendo una mayoración del 5% de la longitud. Recordar a su vez que la articulación presenta una pérdida de carga de **0,15 bar**, pero esta se sumará en la *Tabla Nº12.22: Resumen de resultados obtenidos* para así no interferir en los cálculos.

Para calcular Δh_c , se emplea la siguiente fórmula:

$$\Delta h_c = \left(\frac{L}{100} \right) * (1 - F) * |s|^{1,57} * J'_{\text{lateral}}^{-0,57}$$

Donde:

L	longitud del lateral [m]
F	coeficiente de reducción de Christiansen; se considera F = 1.
s	pendiente del lateral [%]
J'_{lateral}	gradiente de pérdida de carga en lateral [m 100m ⁻¹]

Por lo tanto, si F = 1 ya que sólo se trabaja con un aspersor por lateral de forma simultánea, el resultado de Δh_c es 0.

Por otra parte, el valor de ΔE_l se obtendrá de la diferencia de cota entre la conexión del lateral en la secundaria y la cota a la que se encuentra el aspersor. Como la pendiente es en sentido descendente, la diferencia de presión es opuesta a la pérdida de carga, por lo que aumenta la presión y se debe restar.

3.2.3.- Diferencia de presión en secundarias

En cuanto a la obtención de la diferencia de presión para las secundarias, se realizará un procedimiento similar al descrito para los laterales.

$$\Delta H = H_f + \Delta H_c + \Delta E_l$$

Donde:

ΔH	incremento de presión en secundaria [mca]
H_f	pérdida de carga en secundaria [mca]
ΔH_c	diferencia de presión entre la mínima y la final [mca]
ΔE_l	diferencia de presión por pendiente [mca]

El procedimiento del cálculo es el mismo al descrito en los laterales, solamente varía el cálculo de la Le , que se describe como:

$$Le = L + hf_{\text{conexión}}$$

$$\text{Siendo: } hf_{\text{conexión}} = 0,1 * Q^{0,3} * n^{0,26}$$

Donde:

$hf_{\text{conexión}}$	pérdida de carga por conexión de lateral [mca]
Q	caudal que circula por la secundaria [$L \text{ h}^{-1}$]
n	número de conexiones laterales; siendo $n = 1$.

El método que se va a establecer para poder realizar los cálculos en la secundaria es establecer y calcular tramos independientes entre laterales, para así disponer siempre de una secundaria y un lateral en el cálculo.

Del mismo modo, para definir el caudal más desfavorable se establece el criterio sobreestimado de emplear en un mismo turno de riego las 14 unidades de mayor caudal que se encuentren en los 14 laterales más alejados del origen de la instalación. De esta forma se garantiza que a la entrada de la tubería circule el máximo caudal para así determinar el diámetro correcto, teniendo en cuenta que a medida que se recorren los diferentes laterales, el caudal va disminuyendo.

3.3.- RESULTADOS OBTENIDOS

Se aportarán las tablas necesarias para describir la situación para el abastecimiento de cada aspersor, debido a que por la pronunciada pendiente es complejo identificar cuál será la situación más desfavorable.

Recordar que para los cálculos del sistema por aspersión se tomarán como valores negativos la pérdida de carga y como valores positivos la ganancia de presión por la diferencia de cota.

Tabla Nº12.20: Resultados de diferencia de presión en laterales

SECUNDARIA 1	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	280,8	0

LATERAL 1	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL	
					L h⁻¹	m³ s⁻¹
	0	L 1.1	280,80	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 1.2	279,80	Completo	5544	0,00154
	40	L 1.3	278,80	Completo	5544	0,00154
	60	L 1.4	277,80	Sectorial	6360	0,00177
	80	L 1.5	276,85	Sectorial	6360	0,00177
	100	L 1.6	275,85	Sectorial	6360	0,00177
	120	L 1.7	274,85	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	Ø^{INTERIOR} (m)	J (m m⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s⁻¹)
L 1.1	0,00	0,0440	0,0334	0,00	0,00	0,00	1,16
L 1.2	21,00	0,0440	0,0262	0,55	1,00	0,45	1,01
L 1.3	42,00	0,0440	0,0262	1,10	2,00	0,90	1,01
L 1.4	63,00	0,0440	0,0334	2,10	3,00	0,90	1,16
L 1.5	84,00	0,0440	0,0334	2,80	3,95	1,15	1,16
L 1.6	105,00	0,0440	0,0334	3,50	4,95	1,45	1,16
L 1.7	126,00	0,0440	0,0334	4,20	5,95	1,75	1,16

SECUNDARIA 2	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	278,1	20

LATERAL 2	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL	CAUDAL
					L h⁻¹	m³ s⁻¹
	0	L 2.1	278,10	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 2.2	277,10	Completo	5544	0,00154
	40	L 2.3	276,10	Completo	5544	0,00154
	60	L 2.4	275,05	Completo	5544	0,00154
	80	L 2.5	274,05	Completo	5544	0,00154
	100	L 2.6	273,05	Completo	5544	0,00154
	120	L 2.7	272,05	Completo	5544	0,00154

ASPERSOR	Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	J (m m^{-1})	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s^{-1})
L 2.1	0,00	0,0440	0,0334	0,00	0,00	0,00	1,16
L 2.2	21,00	0,0440	0,0262	0,55	1,00	0,45	1,01
L 2.3	42,00	0,0440	0,0262	1,10	2,00	0,90	1,01
L 2.4	63,00	0,0440	0,0262	1,65	3,05	1,40	1,01
L 2.5	84,00	0,0440	0,0262	2,20	4,05	1,85	1,01
L 2.6	105,00	0,0440	0,0262	2,75	5,05	2,30	1,01
L 2.7	126,00	0,0440	0,0262	3,31	6,05	2,74	1,01

SECUNDARIA 3	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	275,4	40

LATERAL 3	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h^{-1}	CAUDAL $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$
	0	L 3.1	275,40	Sectorial	6360	0,00177
20	L 3.2	274,40	Completo	5544	0,00154	
40	L 3.3	273,40	Completo	5544	0,00154	
60	L 3.4	272,35	Completo	5544	0,00154	
80	L 3.5	271,30	Completo	5544	0,00154	
100	L 3.6	270,25	Completo	5544	0,00154	
120	L 3.7	269,20	Completo	5544	0,00154	

ASPERSOR	Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	J (m m^{-1})	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s^{-1})
L 3.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 3.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,00	-0,59	1,58
L 3.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,00	-1,18	1,58
L 3.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,05	-1,72	1,58
L 3.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,10	-2,26	1,58
L 3.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	5,15	-2,80	1,58
L 3.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	6,20	-3,34	1,58

SECUNDARIA 4	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	272,75	60

LATERAL 4	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
		0	L 4.1	272,75	Sectorial	6360
	20	L 4.2	271,70	Completo	5544	0,00154
	40	L 4.3	270,60	Completo	5544	0,00154
	60	L 4.4	269,50	Completo	5544	0,00154
	80	L 4.5	268,45	Completo	5544	0,00154
	100	L 4.6	267,35	Completo	5544	0,00154
	120	L 4.7	266,25	Completo	5544	0,00154
	134	L 4.8	265,55	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	∅_{INTERIOR} (m)	J (m m⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s⁻¹)
L 4.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 4.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,05	-0,54	1,58
L 4.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,15	-1,03	1,58
L 4.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,25	-1,52	1,58
L 4.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,30	-2,06	1,58
L 4.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	5,40	-2,55	1,58
L 4.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	6,50	-3,04	1,58
L 4.8	140,70	0,0352	0,0963	13,55	7,20	-6,35	1,82

SECUNDARIA 5	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	270,05	80

LATERAL 5	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
		0	L 5.1	270,05	Sectorial	6360
	20	L 5.2	268,95	Completo	5544	0,00154
	40	L 5.3	267,85	Completo	5544	0,00154
	60	L 5.4	266,75	Completo	5544	0,00154
	80	L 5.5	265,65	Completo	5544	0,00154
	100	L 5.6	264,55	Completo	5544	0,00154
	120	L 5.7	263,45	Completo	5544	0,00154
	137	L 5.8	262,55	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 5.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 5.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,10	-0,49	1,58
L 5.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,20	-0,98	1,58
L 5.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,30	-1,47	1,58
L 5.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,40	-1,96	1,58
L 5.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	5,50	-2,45	1,58
L 5.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	6,60	-2,94	1,58
L 5.8	143,85	0,0352	0,0963	13,85	7,50	-6,35	1,82

SECUNDARIA 6	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	267,35	100

LATERAL 6	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	0	L 6.1	267,35	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 6.2	266,25	Completo	5544	0,00154
	40	L 6.3	265,15	Completo	5544	0,00154
	60	L 6.4	264,00	Completo	5544	0,00154
	80	L 6.5	262,90	Completo	5544	0,00154
	100	L 6.6	261,80	Completo	5544	0,00154
	120	L 6.7	260,65	Completo	5544	0,00154
	138,5	L 6.8	259,65	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 6.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 6.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,10	-0,49	1,58
L 6.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,20	-0,98	1,58
L 6.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,35	-1,42	1,58
L 6.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,45	-1,91	1,58
L 6.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	5,55	-2,40	1,58
L 6.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	6,70	-2,84	1,58
L 6.8	145,43	0,0352	0,0963	14,00	7,70	-6,30	1,82

SECUNDARIA 7	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	264,7	120

LATERAL 7	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	0	L 7.1	264,70	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 7.2	263,55	Completo	5544	0,00154
	40	L 7.3	262,40	Completo	5544	0,00154
	60	L 7.4	261,25	Completo	5544	0,00154
	80	L 7.5	260,15	Completo	5544	0,00154
	100	L 7.6	259,00	Completo	5544	0,00154
	120	L 7.7	257,85	Completo	5544	0,00154
	139,5	L 7.8	256,80	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	∅ ^{INTERIOR} (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 7.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 7.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,15	-0,44	1,58
L 7.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,30	-0,88	1,58
L 7.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,45	-1,32	1,58
L 7.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,55	-1,81	1,58
L 7.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	5,70	-2,25	1,58
L 7.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	6,85	-2,69	1,58
L 7.8	146,48	0,0352	0,0963	14,10	7,90	-6,20	1,82

SECUNDARIA 8	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	262	140

LATERAL 8	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	0	L 8.1	262,00	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 8.2	260,85	Completo	5544	0,00154
	40	L 8.3	259,70	Completo	5544	0,00154
	60	L 8.4	258,50	Completo	5544	0,00154
	80	L 8.5	257,35	Completo	5544	0,00154
	100	L 8.6	256,20	Completo	5544	0,00154
	120	L 8.7	255,05	Completo	5544	0,00154
	140	L 8.8	253,90	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 8.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 8.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,15	-0,44	1,58
L 8.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,30	-0,88	1,58
L 8.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,50	-1,27	1,58
L 8.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,65	-1,71	1,58
L 8.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	5,80	-2,15	1,58
L 8.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	6,95	-2,59	1,58
L 8.8	147,00	0,0352	0,0963	14,15	8,10	-6,05	1,82

SECUNDARIA 9	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	259,3	160

LATERAL 9	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	0	L 9.1	259,30	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 9.2	258,15	Completo	5544	0,00154
	40	L 9.3	256,95	Completo	5544	0,00154
	60	L 9.4	255,80	Completo	5544	0,00154
	80	L 9.5	254,60	Completo	5544	0,00154
	100	L 9.6	253,40	Completo	5544	0,00154
	120	L 9.7	252,25	Completo	5544	0,00154
	140	L 9.8	251,05	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 9.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 9.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,15	-0,44	1,58
L 9.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,35	-0,83	1,58
L 9.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,50	-1,27	1,58
L 9.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,70	-1,66	1,58
L 9.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	5,90	-2,05	1,58
L 9.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	7,05	-2,49	1,58
L 9.8	147,00	0,0352	0,0963	14,15	8,25	-5,90	1,82

SECUNDARIA 10	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	256,65	180

LATERAL 10	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	0	L 10.1	256,65	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 10.2	255,45	Completo	5544	0,00154
	40	L 10.3	254,25	Completo	5544	0,00154
	60	L 10.4	253,05	Completo	5544	0,00154
	80	L 10.5	251,85	Completo	5544	0,00154
	100	L 10.6	250,65	Completo	5544	0,00154
	120	L 10.7	249,45	Completo	5544	0,00154
	140	L 10.8	248,30	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	Ø _{INTERIOR} (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 10.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 10.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,20	-0,39	1,58
L 10.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,40	-0,78	1,58
L 10.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,60	-1,17	1,58
L 10.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,80	-1,56	1,58
L 10.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	6,00	-1,95	1,58
L 10.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	7,20	-2,34	1,58
L 10.8	147,00	0,0352	0,0963	14,15	8,35	-5,80	1,82

SECUNDARIA 11	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	253,9	200

LATERAL 11	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	0	L 11.1	253,90	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 11.2	252,70	Completo	5544	0,00154
	40	L 11.3	251,50	Completo	5544	0,00154
	60	L 11.4	250,25	Completo	5544	0,00154
	80	L 11.5	249,05	Completo	5544	0,00154
	100	L 11.6	247,85	Completo	5544	0,00154
	120	L 11.7	246,65	Completo	5544	0,00154
	140	L 11.8	245,45	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 11.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 11.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,20	-0,39	1,58
L 11.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,40	-0,78	1,58
L 11.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,65	-1,12	1,58
L 11.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,85	-1,51	1,58
L 11.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	6,05	-1,90	1,58
L 11.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	7,25	-2,29	1,58
L 11.8	147,00	0,0352	0,0963	14,15	8,45	-5,70	1,82

SECUNDARIA 12	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	251,25	220

LATERAL 12	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	0	L 12.1	251,25	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 12.2	250,05	Completo	5544	0,00154
	40	L 12.3	248,80	Completo	5544	0,00154
	60	L 12.4	247,60	Completo	5544	0,00154
	80	L 12.5	246,35	Completo	5544	0,00154
	100	L 12.6	245,15	Completo	5544	0,00154
	120	L 12.7	244,00	Completo	5544	0,00154
	139	L 12.8	243,50	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 12.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 12.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,20	-0,39	1,58
L 12.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,45	-0,73	1,58
L 12.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,65	-1,12	1,58
L 12.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,90	-1,46	1,58
L 12.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	6,10	-1,85	1,58
L 12.7	126,00	0,0352	0,0757	9,54	7,25	-2,29	1,58
L 12.8	145,95	0,0352	0,0963	14,05	7,75	-6,30	1,82

SECUNDARIA 13	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	248,55	240

LATERAL 13	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h⁻¹	CAUDAL m³ s⁻¹
	0	L 13.1	248,55	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 13.2	247,35	Completo	5544	0,00154
	40	L 13.3	246,15	Completo	5544	0,00154
	60	L 13.4	244,90	Completo	5544	0,00154
	80	L 13.5	243,90	Completo	5544	0,00154
100	L 13.6	243,25	Completo	5544	0,00154	

ASPERSOR	Le (m)	Ø^{INTERIOR} (m)	J (m m⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s⁻¹)
L 13.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 13.2	21,00	0,0352	0,0757	1,59	1,20	-0,39	1,58
L 13.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,40	-0,78	1,58
L 13.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	3,65	-1,12	1,58
L 13.5	84,00	0,0352	0,0757	6,36	4,65	-1,71	1,58
L 13.6	105,00	0,0352	0,0757	7,95	5,30	-2,65	1,58

SECUNDARIA 14	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	245,85	260

LATERAL 14	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h⁻¹	CAUDAL m³ s⁻¹
	0	L 14.1	245,85	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 14.2	244,65	Sectorial	6360	0,00177
	40	L 14.3	243,50	Completo	5544	0,00154
	60	L 14.4	243,00	Completo	5544	0,00154

ASPERSOR	Le (m)	Ø^{INTERIOR} (m)	J (m m⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s⁻¹)
L 14.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 14.2	21,00	0,0352	0,0963	2,02	1,20	-0,82	1,82
L 14.3	42,00	0,0352	0,0757	3,18	2,35	-0,83	1,58
L 14.4	63,00	0,0352	0,0757	4,77	2,85	-1,92	1,58

SECUNDARIA 15	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	243,1	280

LATERAL 15	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	0	L 15.1	243,10	Sectorial	6360	0,00177
	20	L 15.2	243,00	Sectorial	6360	0,00177

ASPERSOR	Le (m)	Ø _{INTERIOR} (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 15.1	0,00	0,0352	0,0963	0,00	0,00	0,00	1,82
L 15.2	21,00	0,0352	0,0963	2,02	0,10	-1,92	1,82

SECUNDARIA 16	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	243	360

LATERAL 16.A	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	2,3	L 16.A.1	243,00	Sectorial	3522	0,00098
	17,3	L 16.A.2	243,00	Sectorial	3522	0,00098
	32,3	L 16.A.3	243,00	Sectorial	3522	0,00098
	47,3	L 16.A.4	243,00	Sectorial	3522	0,00098

ASPERSOR	Le (m)	Ø _{INTERIOR} (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 16.A.1	2,42	0,0280	0,1015	0,25	0,00	-0,25	1,59
L 16.A.2	18,17	0,0280	0,1015	1,84	0,00	-1,84	1,59
L 16.A.3	33,92	0,0280	0,1015	3,44	0,00	-3,44	1,59
L 16.A.4	49,67	0,0280	0,1015	5,04	0,00	-5,04	1,59

ANEJO Nº12: DISEÑO HIDRÁULICO

Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

LATERAL 16.B	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	12,2	L 16.B.1	243,00	Sectorial	3522	0,00098
27,2	L 16.B.2	243,00	Sectorial	3522	0,00098	
42,2	L 16.B.3	243,00	Sectorial	3522	0,00098	

ASPERSOR	Le (m)	Ø _{INTERIOR} (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 16.B.1	12,81	0,028	0,1015	1,30	0,00	-1,30	1,59
L 16.B.2	28,56	0,028	0,1015	2,90	0,00	-2,90	1,59
L 16.B.3	44,31	0,028	0,1015	4,50	0,00	-4,50	1,59

SECUNDARIA 17	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	243	375

LATERAL 17.A	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	2,3	L 17.A.1	243,00	Sectorial	3522	0,00098
17,3	L 17.A.2	243,00	Sectorial	3522	0,00098	
32,3	L 17.A.3	243,00	Sectorial	3522	0,00098	
47,3	L 17.A.4	243,00	Sectorial	3522	0,00098	

ASPERSOR	Le (m)	Ø _{INTERIOR} (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 17.A.1	2,42	0,0280	0,1015	0,25	0,00	-0,25	1,59
L 17.A.2	18,17	0,0280	0,1015	1,84	0,00	-1,84	1,59
L 17.A.3	33,92	0,0280	0,1015	3,44	0,00	-3,44	1,59
L 17.A.4	49,67	0,0280	0,1015	5,04	0,00	-5,04	1,59

LATERAL 17.B	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h ⁻¹	CAUDAL m ³ s ⁻¹
	12,2	L 17.B.1	243,00	Sectorial	3522	0,00098
27,2	L 17.B.2	243,00	Sectorial	3522	0,00098	
42,2	L 17.B.3	243,00	Sectorial	3522	0,00098	

ASPERSOR	Le (m)	Ø _{INTERIOR} (m)	J (m m ⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s ⁻¹)
L 17.B.1	12,81	0,028	0,1015	1,30	0,00	-1,30	1,59
L 17.B.2	28,56	0,028	0,1015	2,90	0,00	-2,90	1,59
L 17.B.3	44,31	0,028	0,1015	4,50	0,00	-4,50	1,59

SECUNDARIA 18	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	243	378

LATERAL 18	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h⁻¹	CAUDAL m³ s⁻¹
	0	L 18.1	243,00	Sectorial	3522	0,00098
	15	L 18.2	243,00	Sectorial	3522	0,00098
	30	L 18.3	243,00	Sectorial	3522	0,00098
	45	L 18.4	243,00	Sectorial	3522	0,00098

ASPERSOR	Le (m)	Ø_{INTERIOR} (m)	J (m m⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s⁻¹)
L 18.1	0,00	0,0280	0,1015	0,00	0,00	0,00	1,59
L 18.2	15,75	0,0280	0,1015	1,60	0,00	-1,60	1,59
L 18.3	31,50	0,0280	0,1015	3,20	0,00	-3,20	1,59
L 18.4	47,25	0,0280	0,1015	4,80	0,00	-4,80	1,59

SECUNDARIA 19	COTA	LONGITUD ACUMULADA
	243	393

LATERAL 19	LONGITUD LATERAL	ASPERSOR	COTA	TIPO ASPERSOR	CAUDAL L h⁻¹	CAUDAL m³ s⁻¹
	0	L 19.1	243,00	Sectorial	3522	0,00098
	15	L 19.2	243,00	Sectorial	3522	0,00098
	30	L 19.3	243,00	Sectorial	3522	0,00098
	45	L 19.4	243,00	Sectorial	3522	0,00098

ASPERSOR	Le (m)	Ø_{INTERIOR} (m)	J (m m⁻¹)	hf (mca)	Diferencia de cota	Δh (mca)	v (m s⁻¹)
L 19.1	0,00	0,0280	0,1015	0,00	0,00	0,00	1,59
L 19.2	15,75	0,0280	0,1015	1,60	0,00	-1,60	1,59
L 19.3	31,50	0,0280	0,1015	3,20	0,00	-3,20	1,59
L 19.4	47,25	0,0280	0,1015	4,80	0,00	-4,80	1,59

Tabla Nº12.21: Resultados de diferencia de presión en secundarias

SECUNDARIA 1	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	L h ⁻¹	
	0	0,01999	71976	0,00

S. 2	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	L h ⁻¹								
	20	0,01999	71976	22,87	0,1234	1,67	0,0174	0,3972	2,7	2,30	2,30

S. 3	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	L h ⁻¹								
	20	0,01999	71976	22,87	0,1234	1,67	0,0174	0,3972	2,7	2,30	4,61

S. 4	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	L h ⁻¹								
	20	0,01999	71976	22,87	0,1234	1,67	0,0174	0,3972	2,7	2,30	6,91

S. 5	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	L h ⁻¹								
	20	0,01999	71976	22,87	0,1234	1,67	0,0174	0,3972	2,7	2,30	9,21

ANEJO Nº12: DISEÑO HIDRÁULICO

Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

S. 6	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,01999	71976	22,87	0,1234	1,67	0,0174	0,3972	2,7	2,30	11,51
S. 7	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,01845	66432	22,80	0,1102	1,93	0,0258	0,5891	2,7	2,11	13,62
S. 8	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,01691	60888	22,72	0,1102	1,77	0,0222	0,5042	2,7	2,20	15,82
S. 9	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,01537	55344	22,65	0,1102	1,61	0,0188	0,4252	2,7	2,27	18,10
S. 10	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,01383	49800	22,57	0,0968	1,88	0,0289	0,6520	2,7	2,05	20,14
S. 11	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,01229	44256	22,48	0,0968	1,67	0,0235	0,5282	2,7	2,17	22,32

ANEJO Nº12: DISEÑO HIDRÁULICO

Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

S. 12	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,01075	38712	22,38	0,0968	1,46	0,0186	0,4161	2,7	2,28	24,60

S. 13	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,00921	33168	22,27	0,0792	1,87	0,0368	0,8196	2,7	1,88	26,48

S. 14	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,00745	26808	22,13	0,0792	1,51	0,0254	0,5611	2,7	2,14	28,62

S. 15	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	20	0,00568	20448	21,96	0,066	1,66	0,0375	0,8243	2,7	1,88	30,49

S. 16	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	80	0,00391	14088	81,76	0,0554	1,62	0,0449	3,6719	0,1	-3,57	26,92

S. 17	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	15	0,00294	10566	16,61	0,0554	1,22	0,0271	0,4509	0	-0,45	26,47

ANEJO Nº12: DISEÑO HIDRÁULICO

Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

S. 18	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	3,3	0,00196	7044	4,73	0,0554	0,81	0,0134	0,0631	0	-0,06	26,41

S. 19	L (m)	CAUDAL ACUMULADO		Le (m)	$\varnothing_{\text{INTERIOR}}$ (m)	v (m s ⁻¹)	J (m m ⁻¹)	Hf (mca)	Diferencia de cota	ΔH_{tramo} (mca)	$\Delta H_{\text{acumulado}}$ (mca)
		m ³ s ⁻¹	L h ⁻¹								
	15	0,00098	3522	16,16	0,0554	0,41	0,0040	0,0641	0	-0,06	26,34

3.4.- RESUMEN DE RESULTADOS

Los resultados más desfavorables obtenidos tanto en secundarias como en laterales se asociarán al diámetro comercial que cumpla con las condiciones anterior mente descritas. Recordando que a la presión más desfavorable en laterales se le suma la pérdida por la articulación de los aspersores, estos son los resultados obtenidos.

Tabla Nº12.22: Resumen de resultados obtenidos

RESUMEN					
SECUNDARIA			LATERAL		
TRAMO	Ø _{COMERCIAL} (mm)(1MPa)	ΔH _{acumulado} (mca)	ASPERSOR	Ø _{COMERCIAL} (mm)(1MPa)	ΔH (mca)
1	140	0	L 1.1	50	-1,50
2	140	2,30	L 2.1	50	-1,50
3	140	4,61	L 3.7	40	-4,84
4	140	6,91	L 4.8	40	-7,85
5	140	9,21	L 5.8	40	-7,85
6	140	11,51	L 6.8	40	-7,80
7	125	13,62	L 7.8	40	-7,70
8	125	15,82	L 8.8	40	-7,55
9	125	18,10	L 9.8	40	-6,40
10	110	20,14	L 10.8	40	-6,30
11	110	22,32	L 11.8	40	-6,20
12	110	24,60	L 12.8	40	-7,80
13	90	26,48	L 13.6	40	-4,15
14	90	28,62	L 14.4	40	-3,42
15	75	30,49	L 15.2	40	-3,42
16	63	26,92	L 16.A.4	32	-6,54
17	63	26,47	L 17.A.4	32	-6,54
18	63	26,41	L 18.4	32	-6,30
19	63	26,34	L 19.4	32	-6,30

3.5.- CONCLUSIÓN

Tras estudiar el diseño en su totalidad se establece que los aspersores más desfavorables son los que se encuentran en primer lugar de los dos primeros laterales.

A pesar que en el resto de laterales se producen pérdidas más desfavorables, la presión acumulada de la secundaria compensa esas pérdidas, por lo

que todos sus aspersores reciben la presión necesaria para su funcionamiento. Sólo es el caso de los primeros laterales donde la presión por la pendiente no compensa la pérdida de carga, eligiendo por consecuencia un diámetro mayor al resto para que la ganancia de presión por la pendiente supere la pérdida de carga.

La única forma de compensar esa pérdida de carga es asegurar que al sistema llegue una presión mínima de 4,65 bar. Asimismo, hay que tener en cuenta que la presión va aumentando paulatinamente hasta alcanzar una presión acumulada de 3,05 bar en la *Secundaria 15*. Se confirma el correcto diseño de la instalación cuando al sumar la presión máxima dentro del sistema con los 4,65 bar de la entrada da como resultado 7,7 bar, que se encuentra por debajo de los 10,5 bar a los que se había limitado la instalación.

Con esta información se determina que la presión a la entrada debe ser como mínimo de 4,65 bar para el correcto funcionamiento de los aspersores que se encuentran en la parte superior. Asimismo, no se debe superar una presión a la entrada de 7,45 bar, para así evitar superar una presión de 10,5 bar en los puntos de mayor ganancia por la pendiente.

Todo el diseño se ha realizado optimizando el costo mediante el ajuste de los diámetros para mantener el criterio de no superar la velocidad establecida y permanecer dentro de los rangos de presión deseados.

3.6.- CONTROL DE RIEGO

Para controlar el riego se utilizarán satélites TORO con capacidad de conectar 64 unidades independientes. Como el número total de aspersores es de 127 será necesario emplear dos satélites.

Desde el satélite se conectarán todos los aspersores de forma independiente para poder definir el momento exacto en el que se deben abrir, todo ello controlado mediante el programa informático *TORO Lynx Software* instalado en el ordenador del greenkeeper. El ordenador se conecta a todos los satélites del campo en serie mediante un cable de comunicación que pasa por la unidad de control centralizado *SitePro* de TORO.

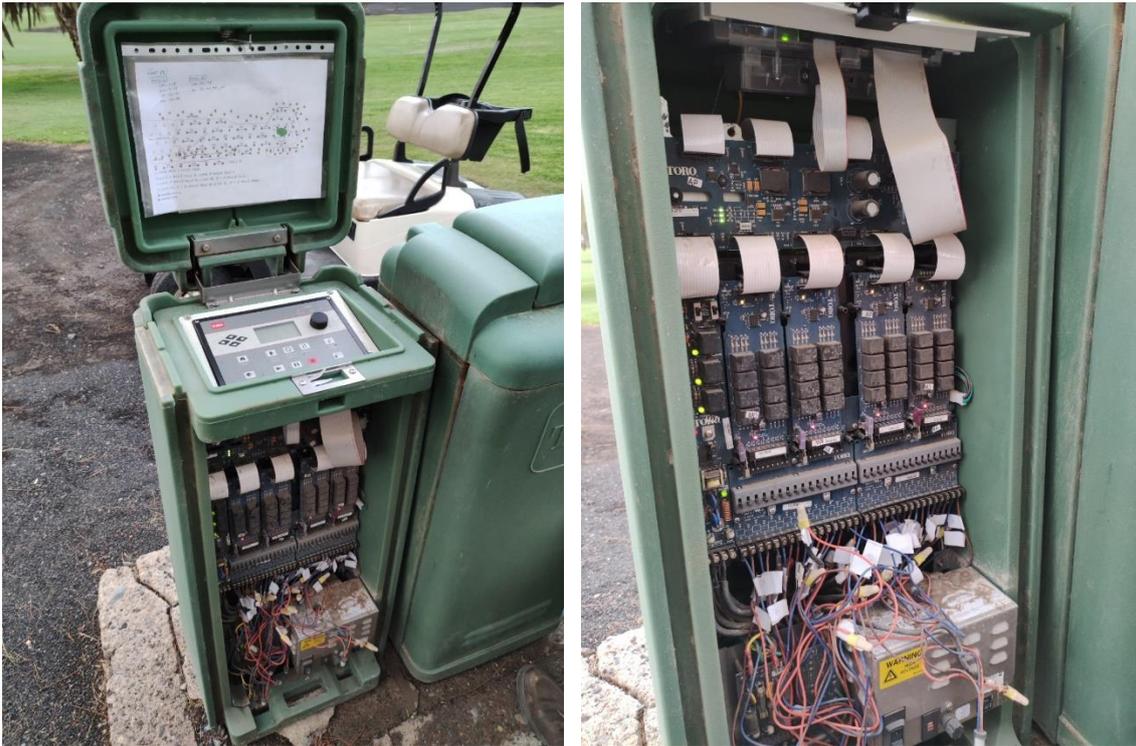


Figura Nº12.11: Fotografías de satélites operativos en campo de golf

Con el control independiente de cada aspersor e introduciendo los resultados obtenidos en los cálculos anteriores, se puede ejecutar un programa de riego empleando el software para optimizar el tiempo de riego y conseguir regar dentro del tiempo disponible usando 14 aspersores de laterales diferentes en 9 turnos de riego.

ANEJO N°13

**DISEÑO DEL SISTEMA
DE DRENAJE**

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	251
2.- DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE	251
2.1.- Drenaje en superficie cubierta por césped	252
2.2.- Drenaje en bunkers	252
3.- PROCESO DEL CÁLCULO	253
3.1.- Cálculo para superficies de césped	253
3.2.- Cálculo para bunkers.....	256
4.- DISEÑO Y TRANSPORTE.....	257

1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo se recoge el cálculo realizado para establecer el diámetro de los drenes y la separación entre estos, para poder evacuar el agua excedente evitando que la superficie se encharque.

En los campos de golf, o en el campo de prácticas como se acomete en este anteproyecto, el garantizar un correcto drenaje es vital, ya que, si la superficie queda encharcada o con un contenido de agua demasiado alto, la práctica del golf es completamente inviable.

De las diferentes partes del diseño del campo, las que incorporarán un sistema de drenaje y colectores subsuperficiales serán el putting green, el chipping green, el tee de prácticas y los bunkers. La calle de prácticas no llevará drenaje, debido a que la elevada pendiente provocará que el agua discurra por su superficie en caso de recibir un volumen excesivo de agua.

2.- DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE

Las áreas que requieren de sistema de drenaje están situadas en la parte plana de la parcela, por lo que en primer lugar se debe concebir el incorporar cierta pendiente a los drenes y colectores, que para este caso será del 1%.

Se van a realizar dos diseños, el primero para las zonas cubiertas por césped como son los greens, antegreens y tee de prácticas, y el segundo exclusivo para los bunkers.

Es importante destacar que todo el procedimiento queda reflejado de forma muy concreta en las guías de construcción tanto de la *USGA* como la descrita en la *UNE 147304:2021*.

El procedimiento que se refleja en este anejo se basa en el empleo de los valores más desfavorables presentes en ambas normativas con el objetivo de no presentar ningún imprevisto en el futuro.

2.1.- DRENAJE EN SUPERFICIE CUBIERTA POR CÉSPED

El drenaje en las zonas encespedadas es crucial ya que, si la superficie contiene humedad, la rodadura de la bola en los greens no será la correcta y cuando los jugadores golpeen la bola en el tee, el contacto será pobre por la falta de firmeza y provocará un daño mayor al césped.

Para estas zonas, se toman las medidas de diseño establecidas para su construcción en el *Anejo Nº15: Elementos constructivos*. Lo más importante es tener en cuenta a que profundidad se establecen los drenes, el grosor de cada capa que compone el perfil completo del suelo y la conductividad hidráulica de cada una de las capas.

2.2.- DRENAJE EN BUNKERS

Tradicionalmente, los bunkers se construyen aplicando una capa de grava en el fondo para garantizar el drenaje y sobre esta capa de grava se coloca un geotextil para separar la arena que está en la superficie de la grava.

Para este anteproyecto se va a instalar un diseño denominado como *Better Billy Bunker*, un sistema novedoso que se extiende cada vez más en campos de golf de alto nivel.

Las ventajas del nuevo diseño frente al tradicional y su proceso constructivo se encuentran en el *Anejo Nº15: Elementos constructivos*.

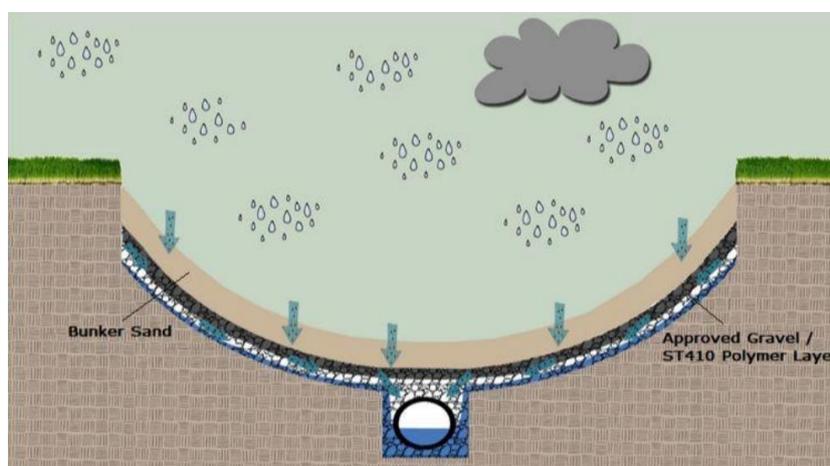


Figura Nº13.1: Perfil de bunker con método Better Billy Bunker.

Fuente: Better Billy Bunker

3.- PROCESO DEL CÁLCULO

Para el desarrollo de los cálculos, se emplearán los parámetros establecidos por la USGA y la UNE 147304:2021, donde se pueden encontrar como limitaciones principales que los drenes deben tener una separación mínima de 5 m y un diámetro mínimo para tuberías de PVC de 100 mm.

El criterio empleado para conocer si el diseño es apropiado en función de los materiales empleados para la construcción de los diferentes elementos de juego es obtener una velocidad de descarga entre 300 y 600 mm h⁻¹, para garantizar el drenaje incluso bajo condiciones muy desfavorables.

Para la obtención de la velocidad de descarga se recurrirá a la fórmula de Hooghoudt para un suelo estratificado con diferentes valores de conductividad hidráulica.

3.1.- CÁLCULO PARA SUPERFICIES DE CÉSPED

Aplicando la fórmula de Hooghoudt y estableciendo los valores mínimos por normativa de 5 m de separación entre drenes y un diámetro para los drenes superior a 100 mm, que en este caso se trabajará con drenes de PVC perforados, con pared interior lisa y exterior corrugada y un diámetro exterior de 110 mm.

En primer lugar, se obtendrá la profundidad efectiva por debajo del nivel de drenes, d_2 :

$$d_2 = \frac{D_2}{1 + \frac{8 * D_2}{\pi * L} * \ln\left(\frac{D_2}{P_m}\right)}$$

Donde:

- d_2 profundidad efectiva por debajo del nivel de drenes [m]
- D_2 profundidad real debajo del nivel de drenes, siendo de 0,25 m
- L separación entre drenes, siendo de 5 m
- P_m perímetro mojado [m]

Para la obtención del perímetro mojado se empleará la fórmula que tiene en cuenta que la zanja donde se coloca el dren está completamente rellena del mismo material, para este caso grava.

$$P_m = b + 2r_0$$

Donde:

- P_m perímetro mojado [m]
- b ancho de la zanja de drenaje, siendo de 0,15 m
- r₀ radio efectivo del dren, siendo de 0,05 m

Una vez obtenido el valor de d₂, se procede a la aplicación de la fórmula de Hooghoudt, pero antes es necesario establecer una equivalencia entre la capa de enraizamiento y de sellado que se encuentran por encima del nivel de drenes.

Para ello, se empleará la siguiente fórmula:

$$K_1 = \frac{D}{\frac{D_1}{K_A} + \frac{D_2}{K_B}}$$

Donde:

- K₁ conductividad hidráulica equivalente [mm h⁻¹]
- D suma de espesores de las capas D₁ + D₂ [m]
- D₁ espesor de la capa de enraizamiento, siendo de 300 mm
- D₂ espesor de la capa de sellado, siendo de 50 mm
- K_A conductividad hidráulica de capa de enraizamiento, de 215 mm h⁻¹
- K_B conductividad hidráulica de capa de sellado, de 400 mm h⁻¹

Bajo estas condiciones, la conductividad hidráulica obtenida es de:

$$K_1 = 230,21 \text{ mm h}^{-1} \ ; \ K_1 = 5,53 \text{ m día}^{-1}$$

En este punto ya es posible la aplicación de la fórmula de Hooghoudt para la obtención de

$$L^2 = \frac{4 * K_1 * h^2 + 4 * K_2 * d_2 * h}{s}$$

Donde:

- L separación entre drenes, siendo de 5 m
- K₁ conductividad hidráulica por encima de los drenes [m día⁻¹]
- h espesor saturado entre nivel freático y nivel drenes, estimado en 0,1 m
- K₂ conductividad hidráulica por debajo de los drenes [m día⁻¹]
- d₂ profundidad efectiva por debajo del nivel de drenes [m]
- s velocidad de descarga [m día⁻¹]

El valor de K₂ para la grava se estima en 125.000 mm h⁻¹ o 3.000 m día⁻¹.

Se aporta la *Tabla Nº13.1* para presentar los datos empleados y los resultados obtenidos.

Tabla Nº13.1: Resultados obtenidos

PARÁMETROS	VALORES	UNIDADES
L	5	m
∅	110	mm
r _o	50,75	mm
b	150	mm
Pm	0,25	m
D ₂	0,25	m
K ₁	5,53	m día ⁻¹
K ₂	3000	m día ⁻¹
h	0,1	m

d ₂	0,25	m
s	12,02	m día ⁻¹

s	500,75	mm h ⁻¹
CUMPLE CONDICIÓN USGA		

Además, para determinar el caudal que pueden transportar los drenes de PVC se emplea la siguiente fórmula para interiores lisos:

$$Q = 89 * D^{2,714} * J^{0,571}$$

Donde:

- Q caudal máximo de la tubería [$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$]
- D diámetro interior de la tubería de PVC, siendo de 0,1015 m
- J pendiente longitudinal [m m^{-1}], siendo de 0,01

El resultado obtenido como caudal máximo que pueden transportar los drenes es de **0,0129 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$** .

Con los resultados obtenidos se determina que el empleo de drenes de Ø110 mm de PVC separados a una distancia de 5 m con el perfil de suelo diseñado, cumplen con la normativa de evacuación de agua para evitar el encharcamiento de las superficies de juego.

Además si los resultados se comparan con los datos recogidos en el *Anejo Nº3: Climatología*, donde los resultados más desfavorables para la precipitación en un año húmedo, $P_{20\%}$ en diciembre era de 59,73 mm mes^{-1} , se diseñen en una hora, sigue estando muy por debajo de la velocidad de descarga del perfil.

3.2.- CÁLCULO PARA BUNKERS

Tal y como se presenta en el *Anejo Nº15: Elementos constructivos*, la construcción del bunker presenta un diseño muy específico por la aplicación de un polímero sobre la grava, con un efecto de alteración de la conductividad hidráulica a través de este material.

Tras la consulta al equipo técnico encargado de la aplicación del método de construcción de bunkers, se determina que el diseño se realizará empleando exclusivamente un dren de Ø110 mm de PVC en el punto más bajo del bunker, tal y como se representa en la *Figura Nº13.1*.

4.- DISEÑO Y TRANSPORTE

Una vez obtenidos los diámetros y la separación entre drenes se procede a la preparación del diseño, tal y como se presenta en el *Plano Nº9: Diseño del sistema de drenaje*.

El diseño consistirá en un sistema en espina de pescado donde los drenes se situarán en los tramos longitudinales más cortos. Destacar que para compensar la escorrentía que se pueda producir en la calle de prácticas, los drenes del tee de prácticas se prolongarán hacia el interior de la calle.

Estos drenes convergen en un colector situado en el centro de la zona de juego, compuestos por tubos de PVC que se conducirán manteniendo la inclinación del 1% hasta conectar con el colector general del sistema de drenaje del campo de 18 hoyos.

Este colector conducirá el agua hasta un depósito donde el agua será tratada mediante un filtrado para eliminar restos de partículas sólidas y combatiendo la presencia de legionelosis como se expuso en el *Anejo Nº5: Análisis de agua*.

Este tratamiento es fundamental ya que, esta agua servirá mediante su reutilización para abastecer los lagos que se encuentran en el campo de golf y su vertido generalmente se realiza con una fuente, donde la pulverización del agua puede suponer un medio de transporte para la bacteria.

En la *Tabla Nº13.2* se recogen las longitudes de los drenes y colectores que se emplearán en determinadas zonas.

Tabla Nº13.2: Longitudes en metros de los drenes y colectores empleados

ZONA DE JUEGO	DRENES	COLECTOR
Putting green	151,26	71,98
Tee de prácticas	289,68	80
Chipping green	35,94	19,7
Bunkers	23,9	12,6
	500,78	235,77

ANEJO N°14

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	261
2.- CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE CA	261
2.1- Elementos presentes	261
2.2- Dimensionado de los conductores.....	262
2.2.1- Cálculo por máxima intensidad admisible	262
2.1.2- Cálculo por máxima caída de tensión	264
2.1.3.- Secciones elegidas para cada conductor.....	265
2.3- Protecciones.....	265
2.3.1- Interruptores magnetotérmicos	266
2.3.2- Interruptores diferenciales.....	267
2.3.3- Interruptor general automático	268
2.4- Canalizaciones	268
2.4.1- Canalización para los circuitos C1 a C4.....	268
2.4.2- Canalización para el circuito C5.....	269
3.- CÁLCULO DEL CABLEADO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	269
3.1- Descripción de la instalación	269
3.1.1- Determinación de las secciones de los conductores.....	269

1.- INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es dimensionar la instalación eléctrica necesaria para abastecer la demanda energética que garantice el funcionamiento de los diferentes elementos que componen el diseño de este anteproyecto.

Para ello, se tomarán en cuenta las especificaciones técnicas de los elementos involucrados y se diseñará la instalación con capacidad suficiente para lograr su operatividad.

2.- CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE CA

2.1- ELEMENTOS PRESENTES

La instalación eléctrica que se diseñará deberá satisfacer los requerimientos energéticos de los siguientes elementos:

- Máquinas para el suministro de productos como snacks, bebidas o café:
 - o Máquina de vending 345 w
 - o Máquina de café 1850 w
- Iluminación:
 - o Lámparas LED en cada división 2 x 30 w
- Maquinaria para la limpieza y el suministro de bolas:
 - o Lavadora de bolas 550 w
 - o Elevador de bolas 110 w
 - o Dispensador de bolas 17,4 w
- Dispositivo para el control del riego:
 - o Satélite de riego 235 w

En función de estos elementos, se ha diseñado la siguiente distribución de circuitos:

Tabla Nº14.1: Distribución de circuitos

CIRCUITO	ELEMENTO
C1	Vending
	Café
C2	LED 1
	LED 2
C3	Lavadora
C4	Elevador
	Dispensador
C5	Satélite

Asimismo, en el cuadro de protección se preverá la futura instalación eléctrica para el espacio adyacente cuyo uso está sin definir y no dispondrá de diseño de instalación eléctrica en este anteproyecto.

2.2- DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES

Los conductores elegidos en la presente instalación serán de cobre y con aislamiento de tipo XLPE. Estos, en el caso de los circuitos C1 a C4 serán de tipo unipolar y discurrirán por el interior de tubos de PVC rígidos anclados sobre las paredes mediante los accesorios adecuados (método de instalación *B1 UNE-HD 60.364-5-52*). En el caso del circuito C5 se opta por un conductor multipolar directamente enterrado sobre lecho de arena a una profundidad de 0,5 m (método de instalación *D2 UNE-HD 60.364-5-52*).

Para poder determinar las secciones adecuadas, se emplean los métodos de máxima intensidad de corriente y máxima caída de tensión, eligiendo para cada uno de los circuitos la menor sección posible.

2.2.1- Cálculo por máxima intensidad admisible

Para poder dimensionar correctamente los conductores, inicialmente para cada uno de los elementos descritos en el apartado 2.1, se calcula la corriente

que demandan cada uno de ellos, para luego determinar la intensidad que circula por cada uno de los circuitos. Para ello, se hará uso de los datos de potencia que proporcionan los fabricantes de los elementos que se conectan a cada una de las líneas, empleando la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

Donde:

P	potencia [W]
U	tensión [V]; siendo de 230 V
cos φ	factor de potencia, estimado en 0,85
I	corriente [A]

Obteniendo los siguientes valores de corriente:

Tabla Nº14.2: Corriente que circula por cada circuito

CIRCUITO	ELEMENTO	P	COS φ	I ELEMENTO	I CIRCUITO
C1	Vending	345	0,85	1,76	11,23
	Café	1850	0,85	9,46	
C2	LED 1	30	0,85	1,02	2,05
	LED 2	30	0,85	1,02	
C3	Lavadora	550	0,85	2,81	2,81
C4	Elevador	110	0,85	0,56	0,65
	Dispensador	17,4	0,85	0,09	
C5	Satélite	235	0,85	1,2	1,2

Seguidamente, a partir de los datos de intensidad obtenidos, se determina la máxima intensidad admisible según la *Columna 4* de la *Tabla B.52.3* de la norma *UNE-HD 60.364-5-52*, para el caso de los circuitos C1 a C4 y la *Columna 8* de la *Tabla B.52.3* de la norma *UNE-HD 60.364-5-52* para el circuito C5 teniendo en cuenta en este caso además, un factor de corrección de 1,04 debido a que se opta por enterrar el conductor a una profundidad de 0,5 m.

Se obtienen las siguientes secciones:

Tabla Nº14.3: Secciones calculadas por el criterio de máxima intensidad admisible

CIRCUITO	I _{CIRCUITO}	FACTOR PROFUNDIDAD	I _{ADMISIBLE}	SECCIÓN CONDUCTOR
C1	11,23	1	11	1,50
C2	2,05	1	2	1,50
C3	2,81	1	2,81	1,50
C4	0,65	1	1	1,50
C5	1,2	1,04	1,15	1,50

2.1.2- Cálculo por máxima caída de tensión

A la hora de determinar las secciones adecuadas por el criterio de máxima tensión, se tiene en cuenta que según el *Apartado 2.2.2* de la *ITC-BT-19*, para instalaciones receptoras que no sean circuitos interiores de viviendas se tomarán unos valores máximos de caída de tensión del **3%** para alumbrado y **5%** para otros usos. En este cálculo solo se tendrá en cuenta la pérdida producida en los circuitos, ignorando la que se pueda producir en el conductor que alimenta el cuadro general, ya que se desconoce la longitud del mismo, dato que sí se deberá tener en cuenta en la redacción del futuro proyecto.

Para determinar la sección adecuada que cumpla dichas condiciones, se emplea la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * \rho * I * L * 100}{U * e}$$

Donde:

S	sección del conductor [mm ²]
ρ	resistividad del cobre a 90°C, siendo de 0,022 Ω mm ² m ⁻¹
I	intensidad [A]
L	longitud del conductor [m]
U	tensión, siendo de 230 V
e	caída máxima de tensión [%]

Por este proceso se obtienen las siguientes secciones:

Tabla Nº14.4: Secciones calculadas por el criterio de máxima caída de tensión

CIRCUITO	I ELEMENTO	I CIRCUITO	L	e	S CAÍDA TENSIÓN
C1	1,76	11,23	9,65	5	0,41
	9,46		10,62		0,46
C2	1,02	2,05	5,30	3	0,07
	1,02		8,88		0,12
C3	2,81	2,81	1,10	5	0,01
C4	0,56	0,65	5,01	5	0,01
	0,09		4,40		0,01
C5	1,2	1,2	180	5	0,83

2.1.3.- Secciones elegidas para cada conductor

Una vez determinadas las secciones adecuadas según los criterios anteriores, se escogerán secciones de 1,5 mm² para conductores de iluminación y de 2,5 mm² para los demás usos (ITC-BT-25).

En función de esto se establecen las siguientes secciones para cada circuito:

Tabla Nº14.5: Secciones escogidas para cada circuito

CIRCUITO	S ESCOGIDA
C1	2,5
C2	1,5
C3	2,5
C4	2,5
C5	2,5

2.3- Protecciones

Toda instalación eléctrica debe disponer de dispositivos de protección para estar cubierta ante sobrecargas, cortocircuitos y proteger a sus usuarios contra contactos directos e indirectos. Para lograr este objetivo, se procede a dimensionar los distintos dispositivos de protección, los cuales se albergarán en el cuadro eléctrico.

2.3.1- Interruptores magnetotérmicos

El objetivo de la instalación de un interruptor magnetotérmico es proteger la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos. Para cumplir este fin, se debe instalar uno en cada circuito, teniendo en cuenta que su intensidad nominal sea la adecuada.

Para poder elegir el magnetotérmico adecuado se emplea el procedimiento descrito en la guía de aplicación de la *ITC-BT-22*.

Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

I_b	corriente de diseño del circuito [A]
I_n	corriente asignada del magnetotérmico [A]
I_z	corriente admisible del conductor [A]

Tabla Nº14.6: Cálculo de la condición 1 de los magnetotérmicos

CIRCUITO	I_b	I_n	I_z	CONDICIÓN 1
C1	11,23	16	31	CUMPLE
C2	2,05	10	23	CUMPLE
C3	2,81	10	31	CUMPLE
C4	0,65	10	31	CUMPLE
C5	1,2	10	31	CUMPLE

Condición 2:

Antes de proceder con el cálculo de la segunda condición se debe obtener la corriente que asegura la actuación del dispositivo:

$$I_2 = 1,45 * I_n$$

Donde:

I_2	corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo [A]
-------	---

Se comprueba el cumplimiento de la condición 2:

$$I_2 \leq 1,45 * I_z$$

Tabla Nº14.7: Cálculo de la condición 2 de los magnetotérmicos

CIRCUITO	I_n	I_2	$1,45 \times I_z$	CONDICIÓN 2
C1	16	23,2	44,95	CUMPLE
C2	10	14,5	33,35	CUMPLE
C3	10	14,5	44,95	CUMPLE
C4	10	14,5	44,95	CUMPLE
C5	10	14,5	44,95	CUMPLE

Como se observa en las *Tablas Nº14.6 y Nº14.7* para poder cumplir las dos condiciones, se deben emplear interruptores magnetotérmicos de **10 A** en todos los circuitos, excepto en el C1 que deberá ser de **16 A**.

2.3.2- Interruptores diferenciales

Para poder proteger a los usuarios de la instalación contra contactos directos e indirectos se deberá instalar un interruptor de diferencial por cada 5 interruptores magnetotérmicos. En este caso se opta por instalar 2 unidades, la primera para proteger a los circuitos C1 a C5 y la segunda para poder alimentar la instalación cuyo uso está por determinar.

En cuanto a la corriente diferencial asignada a estos dispositivos se opta por **30mA** según el *Apartado 3.5* de la *ITC-BT-24*, debido a que es la que protege a los usuarios en caso de contacto.

En cuanto a su intensidad nominal, se opta por **40 A** siendo esta la superior a la asignada al IGA, el cual se describe en el siguiente apartado.

2.3.3- Interruptor general automático

Como protección adicional, previo a los interruptores diferenciales, se instala un interruptor general automático. Para determinar el calibre del mismo, se considera el momento en el que se producen más consumos, siendo este cuando la máquina de café, vending, ambas lámparas y el dispensador de bolas funcionasen a la vez.

Esto resulta en una corriente de 13,35 A, pudiéndose optar por un IGA de 25 A, pero para tener en consideración los consumos que se pueden producir en el local aún sin uso definido, se opta por un **IGA de 32 A**.

2.3.4- Dimensionado del conductor de protección

Para determinar la sección de los conductores de protección, se emplea la *Tabla 2 del Apartado 3.4 de la ITC-BT-18*, donde se establece la relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

Para una sección de conductores de fase menor a 16 mm², se emplea la misma sección para el conductor de fase y el de protección, obteniendo una sección para todos los conductores de protección de **2,5 mm²** ya que, aunque existe un circuito con un conductor de fase de menor sección, la misma instrucción técnica establece que la sección mínima será de 2,5 mm².

2.4- CANALIZACIONES

2.4.1- Canalización para los circuitos C1 a C4

Para poder alimentar los elementos presenten en los circuitos C1 a C4, los conductores discurrirán por el interior de tubos rígidos anclados a la pared mediante los elementos adecuados. Para poder determinar su diámetro exterior mínimo, se emplea la *Tabla 2 del Apartado 1.2.1 de la ITC-BT-21*, teniendo en cuenta el número de conductores que circulan por el mismo y su sección. En función de esto se opta por tubos de **16 mm** de diámetro exterior.

2.4.2- Canalización para el circuito C5

Para poder alimentar el satélite de riego, los conductores del circuito 5 partirán del cuadro eléctrico, mediante tubos rígidos anclados a la pared de las mismas características que el apartado anterior, hasta llegar al suelo. A partir de este, se instalarán directamente enterrados sobre lecho de arena y a una profundidad de 0,6 m, según marcan las directrices del *Apartado 2.1.1* de la *ITC-BT-07*.

3.- CÁLCULO DEL CABLEADO DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para activar las electroválvulas integradas en los aspersores se requieren dos conductores denominados “común” y “comunicación”. Estos, al igual que los destinados a la alimentación del satélite, se instalarán directamente enterrados en la misma zanja destinada a las tuberías, sobre lecho de arena y a una profundidad de 0,6 m, según marcan las directrices del *Apartado 2.1.1* de la *ITC-BT-07*.

3.1.1- Determinación de las secciones de los conductores

Consultando las especificaciones técnicas de los aspersores, requieren una corriente de apertura de 0,3 A y 0,2 A de corriente de mantenimiento. Asimismo, demandan una tensión de 230 V en CA y permiten una caída máxima de tensión del 5%.

Debido a que los conductores van a llevar una corriente muy pequeña, se opta por determinar la sección adecuada únicamente por el criterio de máxima caída de tensión debido a la gran longitud de los conductores, este es el factor más limitante.

Para obtener la sección adecuada, se realiza el cálculo para el aspersor más alejado del satélite, el cual requiere que los conductores realicen un recorrido de 300 m. Además, se debe tener en cuenta que se empleará un conductor

común para abarcar 2 laterales completos y, por consiguiente, el funcionamiento de 2 aspersores.

En función de esto, se determina la sección adecuada mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * \rho * I * L * 100}{U * e}$$

Donde:

S	sección del conductor [mm ²]
ρ	resistividad del cobre a 90°C, siendo de 0,022 Ω mm ² m ⁻¹
I	intensidad, siendo de 0,6 A
L	longitud del conductor, siendo de 300 m
U	tensión, siendo de 230 V
e	caída máxima de tensión, siendo del 5%

Obteniendo una sección teórica de 0,34 mm², siendo la inmediatamente superior de **1,5mm²**.

Por otro lado, comprueba la opción de emplear un cable común para alimentar 4 aspersores, conllevando que circulara por el mismo una corriente de 1,2 A, comprobando que seguiría cumpliendo los requisitos la sección de **1,5mm²**.

ANEJO N°15

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	273
2.- CONSTRUCCIONES DESTINADAS AL JUEGO.....	273
2.1.- Greens y antegreens	273
2.2.- Tee de prácticas	276
2.3.- Calle de prácticas	277
2.4.- Bunkers	277
3.- CONSTRUCCIONES DESTINADAS AL SERVICIO.....	279
3.1.- Pavimento.....	279
3.2.- Estructura prefabricada	280
3.3.- Vallado perimetral.....	281
3.4.- Accesos	281

1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo se recoge el proceso de construcción de los diferentes elementos que están integrados en este anteproyecto.

De los diferentes elementos, hay unos que están claramente enfocados a la práctica del golf, estos serán denominados como construcciones de juego e implican el seguimiento de los criterios definidos por la USGA y por la norma UNE 147304:2021.

Por otro lado, se mencionarán las construcciones adicionales que servirán para permitir la circulación de buggies y jugadores, proveer seguridad a la parcela y facilitar el acceso a jugadores y operarios.

2.- CONSTRUCCIONES DESTINADAS AL JUEGO

Estas construcciones se realizarán una vez finalice el proceso de terraplenado descrito en el *Anejo Nº7: Movimientos de tierra*. Generalmente el proceso es bastante similar en todos los casos, variando simplemente el material empleado como se describirá en los siguientes apartados.

2.1.- GREENS Y ANTEGREENS

Estas superficies de juego son las más exigentes ya que deben cumplir con unas condiciones muy rigurosas en cuanto a su densidad y firmeza para garantizar la correcta rodadura y bote de la pelota.

En este anteproyecto se instalarán dos greens, uno destinado a la práctica del *putt*, situado por debajo del tee de prácticas con una superficie de 605,42 m² y otro diseñado para la práctica del *chip* o *approach*, que está situado junto a la entrada y cuenta con 128,92 m².

Una vez finalizado el terraplenado, se realizará la excavación de la superficie previamente mencionada hasta alcanzar una profundidad de 0,45 - 0,5 m. La capa resultante de la excavación se denomina sub-base y será donde se instale el green.

Una medida de precaución que se puede tomar es colocar un geotextil para aportar estabilidad, pero con la textura franca del suelo, el realizar una compactación manual tras la excavación será suficiente. Es muy importante moldear la sub-base con la forma final que tendrá el green, que al tratarse de un green de prácticas presentará ondulaciones muy sutiles.

Una vez moldeada y compactada, se procede a la apertura de las zanjas para la instalación de los drenes de \varnothing 110 mm que se calcularon en el *Anejo Nº13: Diseño del sistema de drenaje*. La zanja será de 0,45 m de profundidad y 0,15 m de ancho, rellena en su totalidad con grava.

Esta grava, que para este anteproyecto se usará piedra de machaqueo, debe reunir las siguientes condiciones establecidas por la *USGA*:

- Menos del 10% de partículas > 12 mm
- Al menos 65% de las partículas entre 6 y 9 mm
- Menos del 10% de partículas < 2 mm

En la parte superior de la zanja, se colocará el dren con las aperturas orientadas hacia abajo. Se continúa mediante la colocación de una capa de 0,10 m de grava adicional.

Siguiendo indicaciones de la *USGA* y la norma *UNE 147304:2021*, el diseño se define como el caso más desfavorable, donde la sub-base es impermeable. Por ello, por encima de la capa de grava se instalará una capa de 0,05 m denominada capa de sellado, compuesta por el 90% de partículas entre 1 y 4 mm, es decir, una grava muy fina.

Por último y para completar los 0,30 m restantes hasta la superficie se aplicará el perfil diseñado en el *Anejo Nº4: Análisis y preparación del suelo*, donde se crea la capa de enraizamiento mediante el aporte de un 80% de arena de sílice, 19% de arena de picón y 1% de materia orgánica.

El resultado final se puede apreciar en la *Figura Nº15.1*.



Figura Nº15.1: Perfil de la construcción de zonas de césped. Fuente: USGA

Para finalizar la construcción, previo a la plantación del césped mediante esquejes, se realizará un aporte nutricional consistente en:

- N (0,25 kg/100m²)
- P (1 kg/100m²)
- K (1 kg/100m²)

A su vez, se recomienda el empleo de un herbicida preemergente orgánico para tomar ventaja del empleo de esquejes en lugar de semillas. Con la aplicación de este producto, las semillas de arvenses que se puedan encontrar en el terreno no podrán germinar, mientras que los esquejes no tendrán ningún obstáculo en enraizar.

Una vez realizado el tratamiento, se repartirá de forma homogénea los esquejes de la variedad de Bermuda TifEagle. La unidad para medir el volumen que se debe aportar se denomina el *bushel* y sus unidades son los litros. El objetivo es cubrir el 100% de la superficie para lograr una distribución óptima.

La relación es 1 bushel tiene 35,23 L de esquejes y con un bushel se puede cubrir 6,6 m². Por lo tanto, para cubrir una superficie de 734,34 m², se necesitarán aplicar 3.919,82 L de esquejes o 111,26 bushel.

2.2.- TEE DE PRÁCTICAS

El proceso de construcción del tee de prácticas es idéntico al realizado en los greens, los únicos cambios que se deben realizar es emplear arena del Sáhara para la mezcla de la capa de enraizamiento y en lugar de utilizar la variedad de Bermuda TifEagle, se empleará la variedad Tahoma 31.

La superficie preparada será de 1.191,9 m² (14,5 x 82,2 m) para la creación de un tee de prácticas con espacio suficiente para 22 puestos de prácticas. El número de puestos queda determinado tras aplicar la distancia de seguridad propuesta por la USGA, con 2,2 m entre puestos y 2 m por la zona opuesta a la dirección de tiro. Estas medidas garantizan la seguridad de los jugadores durante la práctica del golf, además de disponer de 1 m adicional que refleja la zona de paso.

Concretamente, de los 22 puestos, 20 están destinados a jugadores y 2 a los profesores. Esta distribución se debe a que los *flights* (grupo de hasta 4 jugadores que salen al campo de golf en la misma partida) se suelen espaciar 10 minutos entre ellos. Con un total de 20 puestos, pueden calentarse de forma simultánea hasta 5 *flights*. El tiempo de calentamiento medio de un jugador suele ser de 40 minutos, dedicando entre 20 y 30 minutos a tirar bolas y el resto al approach y al putt. Por lo tanto, si cada 30 – 40 minutos un *flight* abandona el campo de prácticas, siempre habrá algún espacio disponible para 4 nuevos jugadores.

Por último, la particularidad más importante que tiene el tee de prácticas es que permite las rotaciones de las zonas de entrenamiento. Cada zona de entrenamiento está limitada por cuerdas, que se situarían en los extremos del espacio de seguridad. Este espacio tiene un total de 4,5 m de ancho y el tee se ha diseñado con 13,5 m de ancho, permitiendo así disponer de 3 espacios de juego diferentes para permitir la recuperación del césped mediante rotaciones.

2.3.- CALLE DE PRÁCTICAS

Como se mencionó en el *Anejo Nº4: Análisis y preparación del suelo*, la capa de enraizamiento no estará formada por una capa nueva, sino que será una mezcla del terreno original con una mezcla de arena del Sáhara y materia orgánica.

Esto da como resultado una superficie apta para la plantación de césped, que se realizará mediante la incorporación de esquejes de la variedad Tahoma 31. Tanto en el tee como en la calle de prácticas, el aporte de Tahoma 31 consistirá en distribuir los 35,23 L de esquejes en una superficie de 10,43 m². La superficie total es de 35.802,97 m² lo que implica un aporte de 120.933,71 L o 3.432,69 bushel. Sin embargo, hay que destacar que estas medidas en la práctica no son las mismas y la superficie de distribución puede llegar a ser hasta 10 veces mayor.

Es importante considerar que la superficie de la calle de prácticas no se contempla para albergar el juego, es decir, el único objetivo de la calle de prácticas es recibir las pelotas golpeadas por los jugadores desde el tee. Por ello, las condiciones de firmeza y densidad son más permisivas para esta zona.

Esta área contará con diferentes objetivos como canastas y banderas, además, cuenta con diversos carteles de medidas, que van desde los 50 m hasta los 250 m, pasando por los 75, 100, 150 y 200 m (medidas tomadas desde el centro de la parte posterior del tee de prácticas).

2.4.- BUNKERS

Para la construcción de los bunkers se aprovechará la presencia de una empresa con el certificado de instalador oficial del método *Better Billy Bunker* que participará en la construcción de los bunkers del campo de golf.

En el caso del campo de prácticas, los bunkers no tienen un talud excesivamente pronunciado ya que su enfoque principal es para la práctica del jugador y no el de servir como obstáculo, como podría ser su función en el campo de golf.

Para la construcción, se realizará una excavación por cada bunker que se vaya a colocar. Uno de ellos se situará junto al chipping green con un área de 38,18 m² y estará destinado a la práctica del juego corto. El segundo, situado en el extremo del tee de prácticas tiene una superficie de 54,3 m² y está contemplado para la práctica del juego largo, además de estar ligeramente orientado hacia el centro de la calle de prácticas.

Desde la superficie del terreno donde se encuentran los bordes del bunker, la arena alcanza su punto más bajo a los 0,2 m en la zona central, ya que cuenta con forma de cuenca como se presentó en el *Anejo Nº13: Diseño del sistema de drenaje*.

Teniendo en cuenta que la capa de arena de sílice que se incorporará será de 0,15 m y justo por debajo una capa de grava de 0,1 m, la profundidad de la excavación será de 0,45 m en su punto más bajo y de 0,25 m en los bordes.

Una vez realizada la excavación y compactación del suelo, se procede a la apertura de zanjas para la introducción del dren. La zanja se realizará manualmente y tendrá una profundidad de 0,25 m y un ancho de 0,15 m. La zanja se rellenará con grava hasta los 0,2 m para colocar en ese momento el dren establecido de Ø 110 mm.

A continuación, se completa el restante de la zanja con grava y se añade los 0,1 m de grava cubriendo toda la superficie del bunker.

Hasta este punto, la construcción del bunker no ha variado respecto al modelo tradicional, el complemento diferencial es la aplicación del polímero ST410 que sirve como fijador de la grava.

En su comparación con el modelo tradicional, requiere del uso del geotextil sobre la grava, lo que deriva en problemas como que la arena situada en los puntos de máxima pendiente comenzaba a escurrirse a la parte más profunda y quedaba el geotextil expuesto. En otras ocasiones el geotextil simplemente se soltaba de la capa de grava y sobresalía de la arena obteniendo un resultado no deseado.

Con la aplicación del polímero, no sólo el geotextil ya no es necesario, sino que también la arena conserva mejor la textura. Tan sólo con 24 horas de

secado tras la aplicación será suficiente para poder aplicar los 0,15 m de arena de sílice sobre la superficie.

3.- CONSTRUCCIONES DESTINADAS AL SERVICIO

En este apartado se realizará un esbozo de un diseño que se adapte a la estructura que se ha desarrollado en este anteproyecto.

Sin embargo, sólo se realizará una introducción para contextualizar las decisiones tomadas, ya que la elevada cantidad de variables al igual que los diferentes fabricantes o empresas afines al promotor hacen que la decisión final se tome tras la aprobación de este anteproyecto.

3.1.- PAVIMENTO

Para el pavimento se propone el empleo de una capa de hormigón cubierta por una resina acrílica pigmentada con microáridos incorporados.

Aprovechando que la superficie del terraplenado ha sido compactada bajo condiciones de ensayo de Proctor Modificado, se procederá al empleo de un hormigón de limpieza HL-150/B/20, según aplicación de normativa *CTE. DB-SE-C*, con un espesor de 0,10 m, para crear la capa sobre la que se aplicará la resina a razón de 0,4 kg m⁻².

La superficie destinada a la construcción del pavimento será de 693,76 m², incluyendo zonas de aparcamiento para 32 buggies repartidas por las diferentes áreas de juego.

El pavimento destinado a la circulación será de color granate y tendrá en los espacios más estrechos un ancho de 2,5 m que permite la circulación de dos buggies en ambas direcciones. Por otro lado, los aparcamientos serán del tamaño de un buggy convencional y dispondrán de espacio para entrar y salir con comodidad. Los aparcamientos se crearán mediante la aplicación de una capa de resina blanca adicional de apenas para formar un relieve en un total de 11,51 m².

El pavimento cumple con la diferente normativa, especialmente la dedicada al control de la resistencia al deslizamiento sobre superficie mojada en exteriores o lo establecido en el Documento de Apoyo al Documento Básico “Seguridad de utilización y accesibilidad” del CTE (DA DB-SUA / 3).

Las restricciones dentro de estas normativas están basadas en la pendiente del pavimento, donde la pendiente presente debe ser menor al 6%, criterio que se cumple holgadamente al trabajar en una superficie plana.

3.2.- ESTRUCTURA PREFABRICADA

Esta zona se encuentra frente a la entrada, en de camino hacia el tee de prácticas. Estará compuesta por una zona exterior de tránsito de los jugadores y operarios de 2 m de ancho y un área total de 81,89 m² y un espacio interior de 73 m² habilitados para la colocación de dos estructuras de 7 x 5 m.

El pavimento de esta zona se plantea mediante el uso de piedra natural, que será colocada empleando mortero sobre una losa de hormigón (es importante destacar que la cimentación se debe evaluar una vez se apruebe el método de construcción de las estructuras que se van a emplear). La piedra elegida debe cumplir con lo establecido en *UNE-EN 12058:2005* para pavimentos de piedra natural.

Las estructuras se plantean como dos construcciones prefabricadas independientes. La primera, situada junto al tee de prácticas, se considera que debe estar destinada a albergar las máquinas necesarias para abastecer a los jugadores con bolas y aperitivos. Además, dentro de ese mismo espacio se realizará una división donde el operario que recoge las bolas pueda lavarlas e introducir las en la máquina dispensadora. Esta dependencia tiene su cálculo eléctrico desarrollado en el *Anejo Nº14*.

La estructura contigua queda reservada para debatir su uso. Las posibles aplicaciones son las de convertirse en un aseo, *pro-shop* de golf (donde se venden artículos de golf), cafetería o espacio de alto rendimiento con tecnología *TrackMan* integrada. Aunque no se contemple su uso definitivo, el suministro

eléctrico se ha dejado preparado en el cuadro de la estructura anexa y el resto de especificaciones serán aportadas en el futuro proyecto.

3.3.- VALLADO PERIMETRAL

Con el fin de garantizar la seguridad del recinto cuando las instalaciones están cerradas y la de los jugadores cuando están abiertas, se sugiere cercar la parcela mediante la instalación de un vallado perimetral.

El perímetro de la parcela se extiende hasta los 915 m. Para cercarlo, se empleará un vallado de malla de simple torsión, de 8 cm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 2 m de altura, empotrados en dados de hormigón, en pozos excavados en el terreno. Incluso accesorios para la fijación de la malla de simple torsión a los postes metálicos.

3.4.- ACCESOS

El campo de prácticas tendrá tres puntos de acceso. El acceso principal se encuentra en la parte inferior y tiene por objetivo permitir la entrada a clientes y operarios. Se instalará una puerta de cancela metálica de chapa de acero galvanizado, acabado lacado, de hoja corredera, dimensiones 400x200 cm, perfiles rectangulares en cerco zócalo inferior realizado con chapa grecada de 1,2 mm de espesor a dos caras, para acceso de vehículos. Apertura manual. Incluso pórtico lateral de sustentación y tope de cierre, guía inferior con UPN 100 y cuadrillo macizo de 25x25 mm sentados con hormigón HM-25/B/20/X0 y recibidos a obra; ruedas para deslizamiento, con rodamiento de engrase permanente, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre, acabado con imprimación antioxidante y accesorios.

Los dos accesos restantes están destinados exclusivamente para los operarios, permitiendo uno el acceso al satélite y el otro para la válvula de compuerta de la parte superior. Se emplearán puertas cancela constituida por cercos de tubo de acero galvanizado de 40x20x1,5 mm y 30x15x1,5 mm, bastidor de tubo

de acero galvanizado de 40x40x1,5 mm con pletina de 40x4 mm y por malla de simple torsión, de 8 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado, fijada a los cercos y atirantada, para acceso peatonal en vallado de parcela de malla metálica. Incluso postes de refuerzo, hormigón HM-20/B/20/X0 para recibido de los postes y accesorios de fijación y montaje.

ANEJO N°16

MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	283
2.- EQUIPAMIENTO PARA LA PRÁCTICA DEL GOLF	283
2.1.- Bolas de prácticas	283
2.2.- Cesta de bolas.....	284
2.3.- Dispensador de bolas	284
2.4.- Elevador de bolas	285
2.5.- Lavadora de bolas	285
2.6.- Accesorio “recogebolas”	286
2.7.- Gator.....	286
2.8.- Banderines	287
2.9.- Banderas	287
2.10.- Señales de distancia.....	288
3.- ELEMENTOS PARA SERVICIOS O DECORACIÓN	288
3.1.- Bancos.....	288
3.2.- Papeleras	289
3.3.- Máquina de café	290
3.4.- Máquina de vending	290
3.5.- Estacas y cuerdas	291
3.6.- Traviesas de madera.....	291

1.- INTRODUCCIÓN

Para completar las instalaciones de un campo de prácticas es necesaria la adquisición de equipamiento específico. Existe un equipamiento destinado a la práctica del golf y otros elementos como mobiliario destinado a mejorar el confort, tanto de jugadores como de acompañantes.

2.- EQUIPAMIENTO PARA LA PRÁCTICA DEL GOLF

Consiste en todo aquel equipamiento que se debe adquirir para proporcionar al jugador todos los elementos necesarios para que pueda llevar a cabo su práctica de forma correcta. Adicionalmente, se incluyen los diferentes componentes que se deben emplear para mantener en funcionamiento del campo de prácticas.

2.1.- BOLAS DE PRÁCTICAS

Es el elemento fundamental de un campo de prácticas. Para los jugadores amateur se emplean las bolas popularmente conocidas como “bolas amarillas”. Estas bolas están compuestas por un número menor de capas y un aumento mínimo de peso para reducir ligeramente su vuelo en comparación con una bola normal. En el caso de eventos profesionales, el organizador proporciona al campo bolas de mayor calidad.

El uso de estas bolas es exclusivo para el campo de prácticas.



Figura Nº16.1: Bola destinada al campo de prácticas. Fuente: PolaceGolf

2.2.- CESTA DE BOLAS

Cesta de plástico verde con la que los jugadores pueden transportar hasta 110 bolas de prácticas obtenidas del dispensador de bolas. Tiene 25,5 cm de alto y 25 y 14 cm de diámetro.



Figura Nº16.2: Cesta llena de bolas de prácticas. Fuente: PolaceGolf

2.3.- DISPENSADOR DE BOLAS

El dispensador de bolas es la máquina en la que el jugador puede canjear créditos o efectivo a cambio de un número específico de bolas de prácticas, generalmente 24 bolas por 1€. Las medidas dependerán del modelo elegido por el promotor, pero un modelo estándar con accesorio para elevador alcanza los 2 m de alto, 1 m de ancho y 0,76 m de profundidad. Tiene capacidad para 12.000 bolas que se introducen por la parte superior.



Figura Nº16.3: Dispensador con accesorio para elevador. Fuente: Range Servant

2.4.- ELEVADOR DE BOLAS

Este equipo opcional se instala entre el dispensador de bolas y la lavadora de bolas. Evita que el operario tenga que introducir las bolas de forma manual al ir subiéndolas automáticamente. Tiene una altura adaptable de hasta 2,3 m, un ancho de 0,5 m y una profundidad de 0,64 m.



Figura Nº16.4: Elevador de bolas. Fuente: Range Servant

2.5.- LAVADORA DE BOLAS

Máquina empleada para lavar las bolas tras ser recogidas por el operario en la calle de prácticas. Se deben introducir manualmente las cestas del recoge-bolas y después del lavado pueden caer en el contenedor del elevador. Tiene 1 m de alto, 1,88 m de ancho y 0,84 m de profundidad.



Figura Nº16.5: Lavadora de bolas. Fuente: Range Servant

2.6.- ACCESORIO “RECOGEBOLAS”

Accesorio que se instala en la parte frontal del *Gator* en dos puntos de apoyo. Al avanzar el vehículo, los discos de la parte trasera del recogebolas atrapan las bolas que se encuentran a su paso y las introduce en las cestas usando la propia inercia del giro. El número de cestas varía en función del modelo, pero normalmente oscila entre 6 y 8 cestas con capacidad para 4.000 bolas aproximadamente. Tiene un ancho de trabajo de 2,6 m y 1,35 m de largo.



Figura Nº16.6: Accesorio recogebolas. Fuente: Range Servant

2.7.- GATOR

Vehículo empleado como multiusos para labores de mantenimiento en el campo de golf y también empleado para instalar el recogebolas. Cuando el operario tiene que recoger las bolas mientras los jugadores están practicando, el *Gator* debe estar equipado con una cabina de protección que consiste en una rejilla metálica que rodea al conductor e impide el impacto de las bolas.



Figura Nº16.7: Vehículo multiusos Gator. Fuente: John Deere

2.8.- BANDERINES

Los banderines indican la ubicación del hoyo en el *putting green*. Son de pequeño tamaño para que el jugador pueda introducir varias bolas en el hoyo sin tener que sacar el banderín y después sacar todas las bolas al mismo tiempo. Su altura es de 0,5 m y suelen estar numerados del 1 al 9.



Figura Nº16.8: Banderín del putting green. Fuente: PolaceGolf

2.9.- BANDERAS

Las banderas son de mayor tamaño que los banderines, ya que deben ser visibles a grandes distancias. Se pueden encontrar en el *chipping green* y en la calle de prácticas para generar una sensación más realista. El mástil de la bandera mide 2,15 m y se inserta en el centro del hoyo, que es una pieza enterrada en el suelo.



Figura Nº16.9: Bandera de golf. Fuente: PolaceGolf

2.10.- SEÑALES DE DISTANCIA

Estas indicaciones se colocan en la calle de prácticas y sirven como objetivo para los jugadores. El número que muestra cada señal es la distancia que hay hasta ese punto. Se suele emplear un marco metálico y están fijadas al suelo, el rótulo del número se realiza en plástico, lona o en chapa. Las medidas empleadas son de 50, 75, 100, 150, 200, 250 y 300 m.



Figura N°16.10: Señal de distancia de 150 m. Fuente: PolaceGolf

3.- ELEMENTOS PARA SERVICIOS O DECORACIÓN

Los elementos que se describen a continuación no están relacionados con la práctica del golf en particular, pero provee a las instalaciones de los servicios necesarios para garantizar la comodidad de los usuarios.

3.1.- BANCOS

Los bancos se distribuirán principalmente alrededor de las zonas de juego de tal forma que el jugador o el acompañante puedan sentarse a descansar u observar a otro jugador. Se recomienda el uso de bancos construidos con materiales reciclados. Se pueden emplear bancos de 2 m de largo, 0,8 m de ancho y 0,76 m de alto.



Figura Nº16.11: Banco fabricado empleando plástico reciclado. Fuente: PolaceGolf

3.2.- PAPELERAS

Las papeleras se situarán en los puntos de acceso y cerca de las áreas de juego. Al igual que los bancos, se recomienda el uso de materiales reciclados para la estructura exterior, su interior suele ser de acero donde se coloca una bolsa plástica y tiene capacidad para 40 L. Serán de 0,7 m de alto y 0,46 m de diámetro.



Figura Nº16.12: Papelera. Fuente: PolaceGolf

3.3.- MÁQUINA DE CAFÉ

Para proporcionar al cliente un mejor servicio, se debe incluir una máquina de café o bebidas calientes.



Figura Nº16.13: Máquina de café. Fuente: NESTA

3.4.- MÁQUINA DE VENDING

Al igual que la máquina de café, siempre debe estar disponible la posibilidad de comprar agua, refrescos o aperitivos dulces y salados.



Figura Nº16.14: Máquina de vending. Fuente: NESTA

3.5.- ESTACAS Y CUERDAS

Las estacas y cuerdas se emplean para delimitar zonas de paso y juego. En el *chipping green* se colocarán estacas para evitar que los jugadores entren en la calle de prácticas. En el *tee* de prácticas se colocarán cuerdas en el suelo para definir el área disponible para poder practicar.



Figura Nº16.15: Estacas y cuerdas. Fuente: PolaceGolf

3.6.- TRAVIESAS DE MADERA

Las traviesas se emplean como zona de paso hasta el *putting green*. Forman 4 accesos y a su vez se unen a las traviesas que dan forma al green que se encuentra elevado. Es muy importante indicar que no se utilizarán traviesas antiguas de tren por su tratamiento previo con creosota, ya que puede resultar tóxico. En su lugar se usarán traviesas de madera con un tratamiento inocuo.



Figura Nº16.16: Zona de paso empleando traviesas. Fuente: Durapin

ANEJO N°17

PLAN DE MANTENIMIENTO

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	295
2.- MANTENIMIENTO DEL CÉSPED	295
2.1.- Labores tras plantación	295
2.1.1.- Siega.....	296
2.1.2.- Riego.....	296
2.1.3.- Recebo y rulado	297
2.2.- Labores principales	297
2.2.1.- Siega.....	297
2.2.2.- Riego.....	299
2.2.3.- Perfilado de los bunkers.....	300
2.3.- Labores secundarias	300
2.3.1.- Pinchado	300
2.3.2.- Verticut.....	301
2.3.3.- Rulado.....	302
2.3.4.- Recebo.....	303
2.3.5.- Fertilización	303
2.3.6.- Control	304
2.4.- Labores específicas del campo de golf.....	304
2.4.1.- Rotación del tee de prácticas	304
2.4.2.- Perfilado y relleno de bunkers.....	305
2.4.3.- Cambio de hoyos	305
3.- MANTENIMIENTO DE ORNAMENTALES.....	306
3.1.- Riego	306
3.2.- Poda	306
3.3.- Control.....	307

3.4.- Fertilización	307
3.3.1.- Árboles.....	307
3.3.2.- Arbustos.....	307
4.- MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....	308

1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo se recogerán las labores de mantenimiento que se recomiendan realizar. Principalmente se dividirán en labores destinadas al cuidado del césped, labores para mantener las especies ornamentales en condiciones adecuadas y mantenimiento general de las instalaciones.

La correcta realización de estas labores es la diferencia entre un aspecto óptimo y calidad apropiada para la práctica del golf o una condición más desfavorable que puede perjudicar el entrenamiento de los jugadores.

De forma periódica, también se deben llevar a cabo análisis de suelo y agua para mantener un control de la evolución de las características físicas y químicas de los condicionantes principales, como son el suelo de cultivo y el agua de riego.

2.- MANTENIMIENTO DEL CÉSPED

El césped requiere un cuidado específico, intentando preservarlo siempre en las mejores condiciones posibles.

Para ello, se dividirán las labores de mantenimiento en principales y secundarias, en función de la frecuencia de aplicación. Además se definirán las necesidades tras la plantación del césped y durante su evolución inicial.

2.1.- LABORES TRAS PLANTACIÓN

Es conveniente definir concretamente cómo es el proceso de adaptación de un césped recién plantado a un césped bien desarrollado donde se comienzan a realizar labores principales.

2.1.1.- Siega

Greens

En la fase inicial de crecimiento, la altura de corte no será menor de 4,5 mm y se recomienda realizar con cortacésped rotativa para evitar arrancar el estolón. Esta siega se realizará de 2 a 3 veces por semana, con el objetivo de eliminar una pequeña parte de la hoja y así estimular su enraizamiento y aumento de densidad.

A los 30 días se espera que al menos el 80% de la superficie haya quedado cubierta de césped. En ese momento se reducirá la altura de siega a los 3,5 mm empleando cortacésped helicoidal (nº de cuchillas entre 5 y 11, donde cuanto mayor sea el número de cuchillas, mayor precisión tendrá el corte. Generalmente se utilizan 9 cuchillas en green y de 5 a 7 cuchillas en las tripletas que siegan la calle y el tee.)

Pasados 45 días la cobertura del césped debería ser total. Es el punto donde se pueden trabajar alturas de corte propias de los greens como son los 3,2 mm de altura.

Tee y calle de prácticas

El procedimiento y los tiempos son los mismos, solamente se mantendrán alturas de corte más elevadas.

2.1.2.- Riego

El riego se dividirá en varias fases según el estado de crecimiento del césped:

Fase de enraizamiento

Se realizarán riegos frecuentes durante el día (cada dos o tres horas riegos de 5 minutos), con el objetivo de no permitir que el suelo se seque en exceso. Este proceso se prolongará de 10 a 14 días.

Una vez enraizado

Se comienzan a reducir gradualmente a dos riegos por día. También se pueden aplicar técnicas como regar en días alternos para promover un enraizamiento más profundo. Puede durar de 30 a 45 días.

Desarrollo adecuado

Cuando el césped alcanza las condiciones esperadas, se comienza a regar según necesidades y el tiempo disponible tal como se refleja en el *Anejo Nº10: Diseño agronómico*.

2.1.3.- Recebo y rulado

Cuando el césped comienza a enraizar, es conveniente aplicar una cobertura de arena y materia orgánica, seguida del paso de un rulo de bajo peso.

El objetivo de esta aplicación es conseguir que el desarrollo de los estolones tenga mayor facilidad en dirigirse hacia abajo, consiguiendo mayor firmeza y un mejor crecimiento a medio y largo plazo.

2.2.- LABORES PRINCIPALES

Las labores principales son aquellas que se realizan todos los días o, como mínimo, varias veces por semana.

2.2.1.- Siega

Para realizar la siega se emplean preferentemente segadoras helicoidales, al aportar mayor precisión que las segadoras rotativas. Esta maquinaria incorpora un rodillo detrás de las cuchillas para que justo tras realizar el corte, la superficie vuelva a quedar homogénea.

Asimismo, es conveniente señalar algunos principios básicos para realizar la siega de forma correcta:

1. Evitar la siega cuando el terreno está demasiado húmedo.
2. No elevar en exceso la velocidad de avance de la segadora.
3. No alterar el sentido y la dirección del corte en la misma pasada.
4. Revisar y mantener correctamente las piezas de la máquina, sobre todo cuchillas y contracuchillas, para lo cual se debe limpiar la segadora con agua a baja presión y, de forma complementaria, aplicar un fungicida en disolución para no transmitir las enfermedades de un césped a otro.
5. No cortar nunca más de 1/3 de la altura del césped en un único corte. Se debe bajar la altura de corte siempre progresivamente.
6. Un problema que se puede producir con el césped Bermuda es demorar demasiado tiempo entre siega y siega.

Dependiendo de la zona donde se vaya a realizar la siega, las condiciones a tener en cuenta serán diferentes.

Greens

En los greens, se emplea cortacésped manual y la frecuencia de corte es diaria. La altura de corte es de 3 a 3,2 mm en función de la velocidad que se desee obtener.

Lo más importante de la siega en los greens es alternar las direcciones de corte cada día para evitar en el encamado del césped. Esto se consigue mediante un método de referencia del green como si fuera un reloj, si un día la dirección de corte es de 6 a 12, al día siguiente la dirección de corte debe ser de 3 a 9.

Se recomienda que la cortacésped incorpore una tolva para recoger los restos de siega y que no queden en la superficie.

Antegreen, tee y calle

Para la siega de estas zonas se empleará una tripeta cortacésped. Esta cortacésped motorizada cuenta con 3 unidades de corte, con capacidad de ajuste en ancho y alto de trabajo.

La frecuencia de corte será de dos cortes por semana y la altura se establece en:

- Antegreen: 5 mm
- Tee: 8 mm
- Calle: 12 mm

De esta forma se consiguen diferentes tonos de verde para el césped, además de propiedades determinadas para la práctica del golf.

Es interesante señalar que para mantener los espacios que simulan ser un green en la calle de prácticas, es simplemente césped cortado a 8 mm y rodeado por césped a 12 mm de altura.

Zonas inaccesibles

Para aquellas zonas donde no pueda maniobrar una máquina, normalmente esquinas, el corte del césped se realizará mediante desbrozadora.

2.2.2.- Riego

El riego es otra parte fundamental que se realiza de forma diaria. Para su correcta aplicación, se realizará un riego diario en la época más desfavorable manteniendo un tiempo de aplicación de 19:00 a 6:00, tal como se describen las indicaciones en el *Anejo Nº11: Diseño agronómico*.

Cabe resaltar que gracias al uso de las variedades de césped elegidas, se anima al tratamiento mediante riegos deficitarios. Según ensayos realizados en los Estados Unidos el coeficiente de cultivo de estas variedades se puede establecer en torno a 0,7 y 0,8, por lo que se podrían reducir las necesidades del cultivo.

Encontrar el equilibrio entre un aspecto adecuado y el menor aporte de agua posible para su conservación puede implicar un ahorro de agua significativo.

2.2.3.- Perfilado de los bunkers

Esta labor es una cuestión estética y consiste en distribuir de forma homogénea de los bunkers cada mañana.

2.3.- LABORES SECUNDARIAS

Son labores que se realizan varias veces al año pero son de vital importancia para mantener el césped en correctas condiciones. Concretamente están referidas a superficies de césped ya formadas.

Estas operaciones emplean aperos específicos para llevar a cabo las diferentes labores.

2.3.1.- Pinchado

La operación de pinchado en el césped es una de las más importantes y se empleará para su ejecución una pinchadora o aireadora suspendida.

Con esta labor se controlan aspectos tan relevantes como:

- Evitar la excesiva compactación del suelo.
- Permiten mayor penetración de agua hacia las capas más profundas.
- Favorece el intercambio de gases y oxigenación radicular.
- Activa el desarrollo radicular

A la hora de definir el momento ideal para realizar el pinchado, siempre se debe tener en cuenta la afluencia de clientes, intentado realizar las operaciones en los momentos de menor afluencia.

Sin embargo, los momentos idóneos, ya que se realizarán dos pinchados espaciados en un intervalo próximo a los 6 meses, serán durante la primavera y el otoño. Lo que sí se debe evitar es el pinchado durante verano o invierno, al ser las condiciones más desfavorables en el desarrollo del césped.

A la hora de elegir el tipo de pincho que se empleará, si el estado del suelo es muy compacto, se emplearán pinchos huecos que extraerán una porción del terreno (estos restos denominados *canutos* deberán ser recogidos).

Si por el contrario, las condiciones son adecuadas y no existe excesiva compactación, se pueden emplear pinchos macizos que sufren menor desgaste.

Para las diferentes áreas de césped, varía el pincho elegido.

Green

Se realizarán los pinchados empleando pinchos de 10 mm de diámetro y a una profundidad de 10cm.

Tee y calle de prácticas.

El pinchado se realizará utilizando pichos de 15 mm de diámetro y a una profundidad de 9 cm.

2.3.2.- Verticut

Esta operación consiste en realizar cortes verticales mediante el uso de aperos específicos. Estos cortes verticales tienen el objetivo de romper y disminuir la capa de acolchamiento o *thatch* que se forma por la acumulación de restos siegas, rizomas y estolones.

El resultado es un control de la densidad del césped mediante su disminución y disminuir la capa de acolchado mejorando la infiltración del agua y la oxigenación de las raíces.

En el caso de este anteproyecto, como la calle de prácticas presenta una pendiente pronunciada, es necesario controlar que no se forme una capa de acolchado demasiado gruesa, ya que eso dificultaría la infiltración del agua y podría provocar la escorrentía superficial casi total del agua.

No se establece una época exacta para programarlo, ya que esto depende del crecimiento y desarrollo de la planta. Un método para comprobar la

necesidad de realizarlo es extraer un perfil del suelo y medir *in situ* el ancho de la capa de acolchamiento, tratando de forma general que no supere 1 cm de ancho.

En cuanto a la profundidad de corte, para greens se suele emplear una profundidad entre 1 y 2 mm, siendo la mayor profundidad si se realiza durante la época estival. En el caso del tee y la calle la profundidad varía de 2 a 4 mm.

Con este tratamiento se consigue un mayor control sobre el crecimiento del césped y homogeneidad. Sin embargo, hay que evitar esta práctica cuando se produzca una gran afluencia de jugadores, ya que el estrés provocado en el césped por la intensidad de juego, evita que el césped se recupere correctamente.

2.3.3.- Rulado

Es una labor muy importante para conseguir mantener la superficie del césped compacta y preparada para el juego.

Se realiza con un apero denominado rodillo o rulo que lo conforman elementos cilíndricos que ruedan libremente sobre un eje horizontal transversal a la dirección de la marcha de tiro, aunque existen otros modelos en el mercado.

Una recomendación general es que el suelo, en el momento de las pasadas del rulo, conviene que este húmedo, pero no encharcado, ya que puede favorecer la compactación de la zona. Por otro lado, tampoco se debe realizar el rulado cuando está completamente seco, ya que dañaría las hojas del césped.

Si la velocidad de los greens es adecuada, con pasar el rulo una vez a la semana es suficiente.

La presión más recomendada, dependiendo del fin, es de 1-2 kg/cm de generatriz, usando rulos de 200 a 500 Kg para alcanzar este objetivo. El número de pases depende de la zona y del acabado que se desee tener en la misma.

2.3.4.- Recebo

La práctica del recebo se plantea como la incorporación de áridos, generalmente arena, para cubrir una zona en la que se haya practicado una operación de pinchado o verticut, siendo el aporte más ligero en esta última labor.

De esta forma, los orificios o cortes realizado quedan rellenos con la arena, permitiendo que conserve la estructura y forma del suelo. Asimismo, su aplicación permite que se mantenga la infiltración de agua hacia las zonas deseadas y no impide ni el intercambio de gases ni el ahijamiento de los estolones para la regeneración del césped.

Mediante el uso de una recebadora, se realizará una aplicación hasta cubrir la superficie de forma uniforme. Generalmente, se aportará un compuesto muy similar a la composición de la capa de enraizamiento, pero siempre se ajustará el aporte a las necesidades que se deseen cubrir.

En el caso de los greens y antegreens, si se realiza un aporte será de arena de sílice, mientras que en el tee y la calle serán de arena del Sáhara.

2.3.5.- Fertilización

El principal elemento que se debe aportar para el césped es el N. Un factor importante es realizar y estudiar los análisis de agua de forma constante para valorar si el aporte de nitratos por la aplicación de agua depurada puede llegar a suplir la cantidad necesaria.

El aporte de N, además de por mantener el color verde intenso característico de los campos de golf, se aplica con el objetivo de mantener la densidad de la cubierta vegetal. Una densidad apropiada permite mantener las condiciones del césped desde la apertura al cierre de las instalaciones, resistiendo la elevada cantidad de jugadores que pueden utilizar las diferentes áreas de juego.

El efecto perjudicial del empleo de N es el aumento de la capa de thatch, perjudicando la aireación e intercambio de gases con la atmósfera.

Las abonadas se pueden dividir en tres aplicaciones y se realizarán mediante una abonadora.

Se plantea un abonado alto en N en primavera tras la salida del invierno para reactivar el crecimiento. Se considera un aporte de fertilizante mineral de tipo NPK 20-5-20 en una proporción de 20 g m⁻².

En verano, como el crecimiento es más intenso con el calor, se propone un abonado bajo en nitrógeno y alto en potasa, ayudando a superar las altas temperaturas. El fertilizante empleado será de tipo NPK 5-5-30 y en una proporción igual de 20 g m⁻².

Por último, el abonado de otoño se prepara para resistir la entrada al invierno con la bajada de temperaturas y disminución de luz. Se aporta un fertilizante de tipo NPK 10-5-30 con alto contenido en potasa y algo más de N que durante el verano.

2.3.6.- Control

Debido al amplísimo abanico de posibles agentes que puedan provocar un daño o un deterioro del aspecto notable en el césped, que pueden ser desde la presencia de malas hierbas, insectos, principalmente larvas y gusanos, hasta enfermedades provocadas por agentes como bacterias, hongos, nemátodos, virus, etc.

Por este motivo, es fundamental la consulta y valoración del greenkeeper encargado del mantenimiento del campo de golf para que determine el tratamiento a seguir, siempre bajo la normativa de empleo de productos fitosanitarios.

2.4.- LABORES ESPECÍFICAS DEL CAMPO DE GOLF

Estas operaciones son intrínsecas a los campos de golf o campos de prácticas.

2.4.1.- Rotación del tee de prácticas

Como se vio en el *Anejo Nº15: Elementos constructivos*, el tee de prácticas dispone de espacio suficiente para establecer hasta tres líneas completas de prácticas.

Para conseguir disminuir el desgaste lo máximo posible y que siempre se pueda disponer de una zona de juego en condiciones óptimas, se establece que cada zona de juego quedará abierta durante un máximo de dos semanas. Con esto se consigue que cada espacio puede permanecer cerrado y recuperándose durante 2 semanas.

Es conveniente realizar un recebo, incluso una resiembra si fuese necesario, en el momento en el que una zona de prácticas pasa a estar en descanso. También es conveniente realizar una fertilización adicional con un abono alto en N para incentivar el desarrollo y completar la cobertura de la zona dañada.

2.4.2.- Perfilado y relleno de bunkers

A la hora de practicar en los bunkers es normal que parte de la arena se golpee hacia el exterior, por lo que cada cierto tiempo, en función de la intensidad de uso, se deberá realizar un aporte de varios centímetros de arena de sílice.

Por otra parte, el césped tiene tendencia a crecer hacia el interior del bunker. Con la ayuda de una desbrozadora se perfilará el borde del talud para que quede completamente recto.

2.4.3.- Cambio de hoyos

Tanto en el chipping green como en el putting green es conveniente realizar el cambio de los hoyos presentes semanalmente.

Cuando un hoyo pasa a estar demasiado tiempo en la misma posición los bordes comienzan a quemarse, por lo que a la hora del cambio, quedará una decoloración en la zona. Asimismo, el propio pisoteo de los jugadores se incrementa en las zonas colindantes al hoyo, por lo que también se deteriora más.

Para el cambio, que se realiza de forma manual, el operario requiere del uso de un “abrehoyos” para extraer la porción del green donde se colocará el nuevo hoyo y llevar la porción extraída al lugar donde se encontraba el hoyo anterior, añadiendo un poco de arena en la unión.

3.- MANTENIMIENTO DE ORNAMENTALES

Las especies elegidas para el diseño no requieren de excesivas labores de mantenimiento. En la mayor parte de los casos, su estado natural es la forma óptima para desempeñar la función de ornamental.

Si bien es cierto que este es el objetivo en un desarrollo adulto, hasta que alcancen ese punto se deberán realizar ciertas labores para conseguir que lo hagan de la mejor forma posible.

3.1.- RIEGO

En definitiva, garantizar que el riego recibido es el adecuado y que no se produce estrés por falta o exceso de agua.

Las aplicaciones seguirán el diseño definido en el *Anejo Nº11: Diseño agronómico*.

3.2.- PODA

Para el control de los árboles, durante los primeros años es necesario realizar una poda de formación que va enfocada a definir el eje principal, eliminar ramas con formas indeseadas, eliminar progresivamente las ramas más bajas del árbol para generar mayor espacio bajo su copa y eliminar ramas que estén mal situadas y que molesten.

Una vez alcancen la altura y forma deseada, se mantendrán con podas puntuales de mantenimiento para controlar las ramas que crezcan de forma inadecuada.

En el caso de los arbustos se podrá hacer la retirada de ramas muertas en momentos puntuales. También aquellos brotes que rompan con la estructura formada. Cada año se realizará la poda de floración. Los arbustos de floración estival u otoñal se podarán en invierno. Los arbustos de floración primaveral se podarán en mayo-junio. Aquellos los arbustos de follaje ornamental se podarán en otoño.

En el caso de las palmeras, la palmera canaria deberá ser podada por un operario con la titulación específica requerida y en el caso de las Washingtonias, queda a decisión de la empresa promotora el mantenerlas vestidas (sin realizar podas) o cepillarlas.

3.3.- CONTROL

De forma mensual se propone realizar un lavado de las plantas mediante la pulverización de jabón potásico para combatir plagas que se puedan estar desarrollando.

Cualquier tratamiento más específico deberá consultarse el *Registro de Productos Fitosanitarios* presente en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para conocer si el empleo del producto está permitido para *Instalaciones deportivas abiertas al público* en el momento de la aplicación.

3.4.- FERTILIZACIÓN

3.3.1.- Árboles

Se realizará un aporte de estiércol como abono orgánico en el alcorque a una dosis de 6 kg/unidad y año. También se debe realizar un abono mineral de tipo NPK 15-15-15 a una dosis de 500 g/unidad y año, de nuevo aplicado en el alcorque.

El abono orgánico se recomienda realizarlo en otoño y el abono mineral en primavera u otoño.

3.3.2.- Arbustos

Se deberá aplicar estiércol como abono orgánico a una dosis de 4 kg/m² y aplicación de abono mineral tipo NPK 15-15-15 a una dosis de 500 g/m².

4.- MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

En cuanto a las instalaciones, el mantenimiento principal se debe llevar a cabo en el control del sistema de riego. Se comprobará que las unidades de riego funcionan correctamente y no se produce ninguna caída de presión inesperada.

De esta forma siempre se podrá localizar la presencia de alguna fuga antes de que pase demasiado tiempo. Asimismo, es conveniente realizar periódicamente ensayos de la valvulería y comprobar las lecturas de los manómetros.

El último aspecto que se debe revisar es que el pavimento donde se empleó resina no presente deterioro, al igual que las traviesas de acceso al putting green permanezcan firmes.

ANEJO N°18

ENSAYOS

*Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el
municipio de Adeje*

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	311
2.- ENSAYO DE LA ALTURA DE CÉSPED	311
3.- ENSAYO DE RODADURA DE PELOTA.....	311
4.- ENSAYO DE LA INFILTRACIÓN DE AGUA	313
5.- ENSAYO DE LA RESISTENCIA ROTACIONAL.....	314
6.- ENSAYO DE RESISTENCIA DEL SUELO AL IMPACTO.....	315

1.- INTRODUCCIÓN

Una parte fundamental para conocer si el césped reúne las características necesarias para formar parte de las instalaciones deportivas de un campo de golf es realizar una serie de comprobaciones.

Estas comprobaciones están recogidas en las normas UNE y se destinan a verificar el entorno de juego es apto para la práctica del golf, además de definir una serie de aspectos que debe reunir para asegurar que el rendimiento del césped es el adecuada.

2.- ENSAYO DE LA ALTURA DE CÉSPED

UNE-EN 12233:2013, *Superficies para áreas deportivas. Determinación de la altura de la hierba del césped natural*. La altura del césped es un aspecto fundamental en el golf, ya que define las distintas áreas de juego como son la diferencia de altura de hierba entre el *green* y el *tee* de prácticas en el área de juego largo.

Se suele emplear un disco con peso y una regla milimétrica con un orificio en su interior, que al apoyarlo en el suelo, el peso del disco lleva la base de la regla hasta la parte superficial de la capa de fieltro, midiendo la altura de la hierba que queda en el interior del cilindro. Se recomiendan realizar al menos 15 lecturas diferentes en superficies que se encuentren entre los 100 m² y los 5.000 m².

3.- ENSAYO DE RODADURA DE PELOTA

UNE-EN 12234:2014, *Superficies para áreas deportivas. Determinación del comportamiento a la rodadura de la pelota*. Esta medición es crucial cuando se trata de los *greens* de golf, al suponer un elemento de calidad fundamental a la hora de practicar el *putt* o *chippear*.

Para determinar la rodadura y, por consiguiente, la velocidad de los *greens* se emplea una rampa conformada por dos barras lisas unidas a una

estructura metálica con un ángulo aproximado de 45°. La *Figura Nº18.1* es una representación gráfica que incluye las medidas en milímetros.

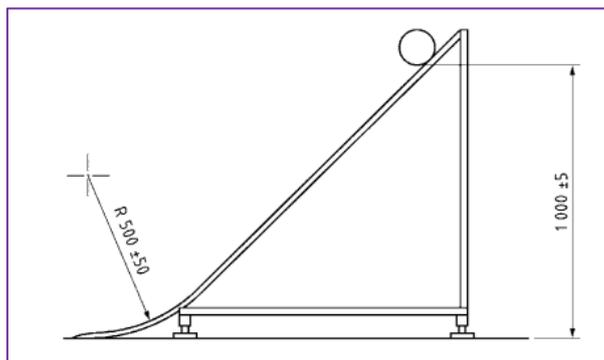


Figura Nº18.1: Vista de perfil de la rampa de rodadura. Fuente: UNE-EN 12234:2014

Sin embargo, el método más recomendado y más usado para establecer la velocidad y uniformidad de rodada queda definida por la *USGA*. Para ello se emplea un instrumento denominado *Stimpmeter*, que consiste en una barra de aluminio de 91,4 cm (36 in) que tiene una muesca en el extremo donde se coloca la pelota o bola de golf. Cuando la barra se eleva hasta alcanzar aproximadamente 20° con la horizontal, la bola superará la muesca y comenzará a rodar.

Este ensayo se realiza lanzando 3 bolas por el mismo recorrido, midiendo las distancias medias en un sentido y en otro. El promedio de esas distancias determina la velocidad y uniformidad del green.

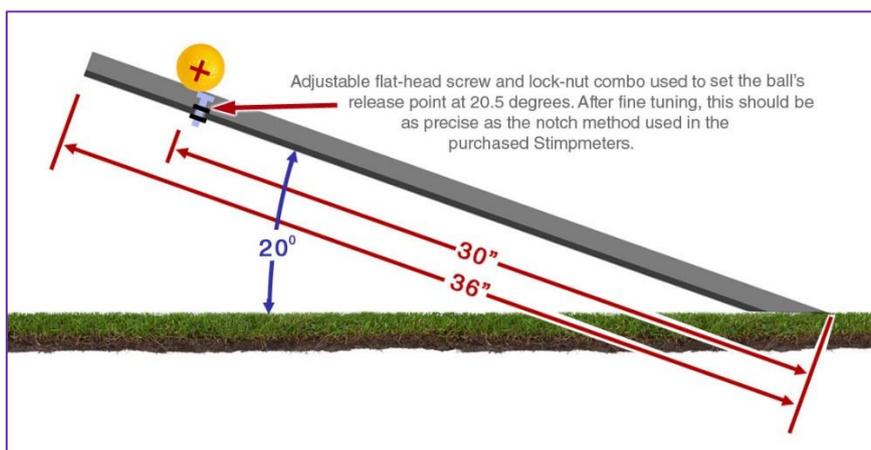


Figura Nº18.2: Método de comprobación de rodadura de la bola. Fuente: USGA

4.- ENSAYO DE LA INFILTRACIÓN DE AGUA

UNE-EN 12616:2013, *Superficies para áreas deportivas. Determinación de la infiltración de agua*. En esta norma se recoge el método establecido para determinar la infiltración del agua en el césped natural.

Para determinar el grado de infiltración de agua en césped natural se utilizará un infiltrómetro, compuesto por dos anillos, uno exterior y otro interior para prevenir el flujo lateral del agua. Como se muestra en la *Figura Nº18.3*, además de los cilindros, cuenta con una escala graduada que permite medir la altura del nivel del agua.

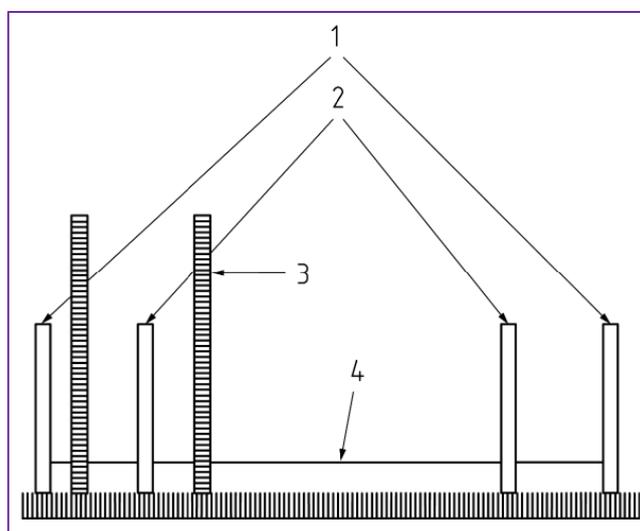


Figura 18.3: Perfil de un infiltrómetro de doble anillo. Fuente: UNE-EN 12616:2013

Donde:

- 1 cilindro exterior
- 2 cilindro interior
- 3 escala graduada
- 4 nivel del agua

La velocidad de infiltración se obtiene al dividir la caída del nivel del agua entre el tiempo transcurrido durante la caída del agua. Es importante destacar que se debe disponer de un termómetro ya que se aplicará un factor de corrección según la temperatura del agua durante el ensayo. Valores de 150 mm h^{-1} es lo mínimo establecido por la *USGA* para greens.

5.- ENSAYO DE LA RESISTENCIA ROTACIONAL

Para este ensayo se empleará la UNE-EN 15301-1:2007, *Superficies deportivas. Determinación de la resistencia rotacional*. La aplicación de esta normativa es importante en el ámbito del golf, debido a que durante el *swing*, un jugador realiza un movimiento violento de rotación con el pie.

El ensayo se realizaría en la zona de juego largo, al ser el único lugar donde el jugador tiene permitido realizar golpes largos que implique la realización de un *swing* completo. Para ello, se utilizará un aparato que permita realizar el movimiento rotacional de un pie o suela de ensayo con tacos como los del calzado de los jugadores. Como se presenta en la *Figura Nº18.4*, el instrumento cuenta con una llave dinamométrica que sirve para medir la resistencia que ejerce a la rotación.

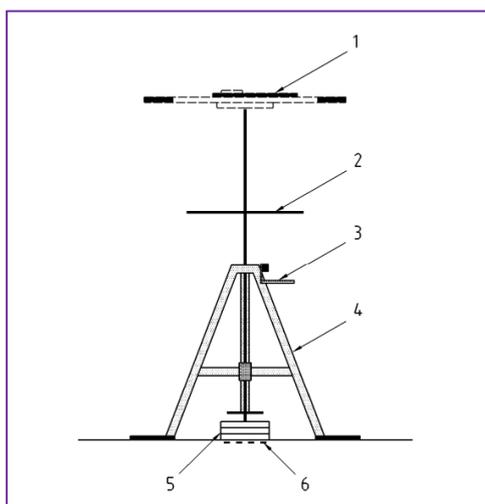


Figura Nº18.4: Instrumento para el ensayo ensayo. Fuente: UNE-EN 15301-1:2007

Donde:

- 1 dial indicador de la llave dinamométrica
- 2 asas de elevación
- 3 mecanismo de liberación
- 4 trípode
- 5 pesas
- 6 pie de ensayo

La resistencia rotacional se obtiene como el valor medio de las lecturas de la llave dinamométrica una vez que el pie de ensayo rote por lo menos 45°.

6.- ENSAYO DE RESISTENCIA DEL SUELO AL IMPACTO

Por último, otro ensayo importante que se debe realizar, es la determinación de la firmeza del suelo y niveles de consolidación. En golf, se suele utilizar el *Clegg Hammer* o *Martillo de Clegg* 0,5kg con BT, un modelo más ligero que muestra las lecturas en *gravities*.

Otra herramienta que se puede utilizar es el *Trufirm* de *Fieldscout*, un herbómetro que mide en pulgadas la profundidad que se hunde el thatch tras el impacto del peso que tiene en el interior. La siguiente figura muestra como son las dos herramientas anteriormente mencionadas.



Martillo de Clegg 0,5kg con BT



Trufirm de Fieldscout

Figura Nº18.5: Herramientas para la medición de la firmeza del suelo. Fuente: USGA

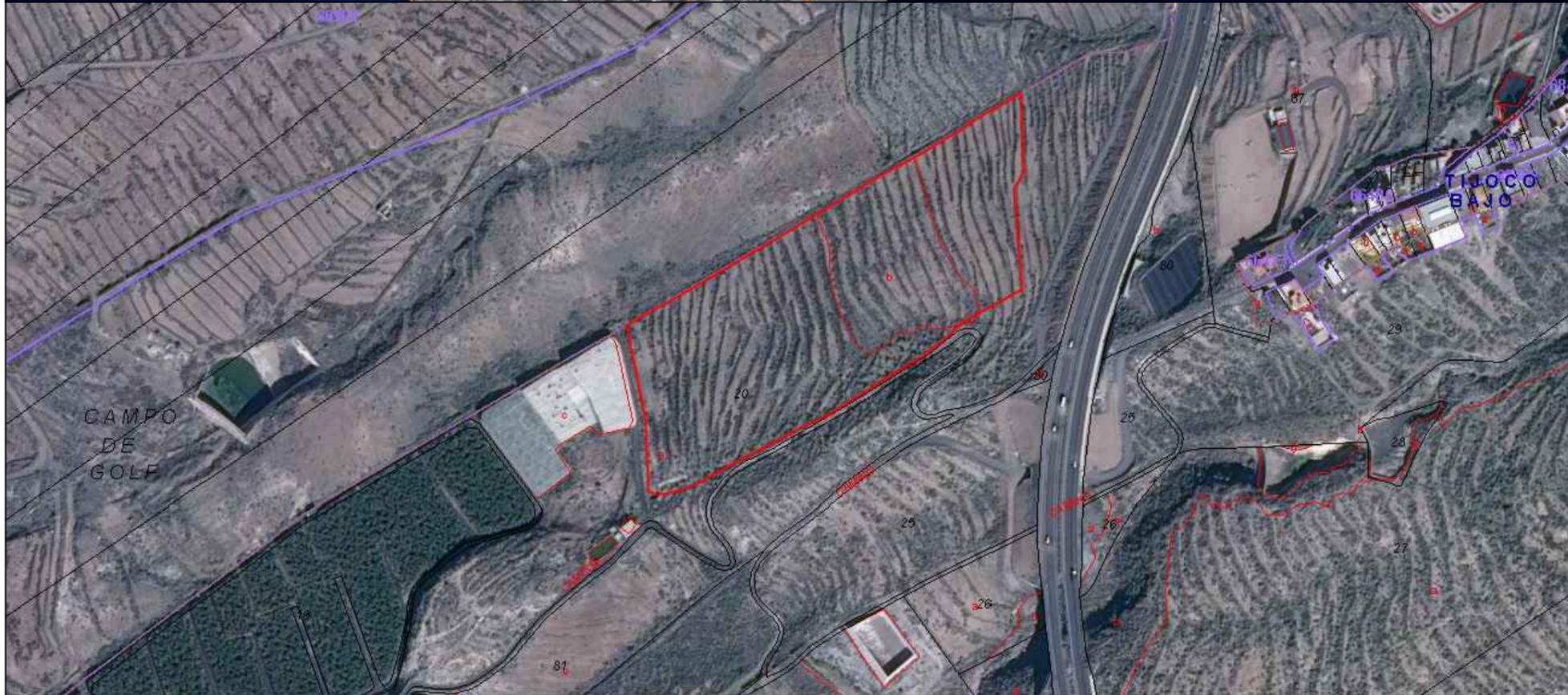
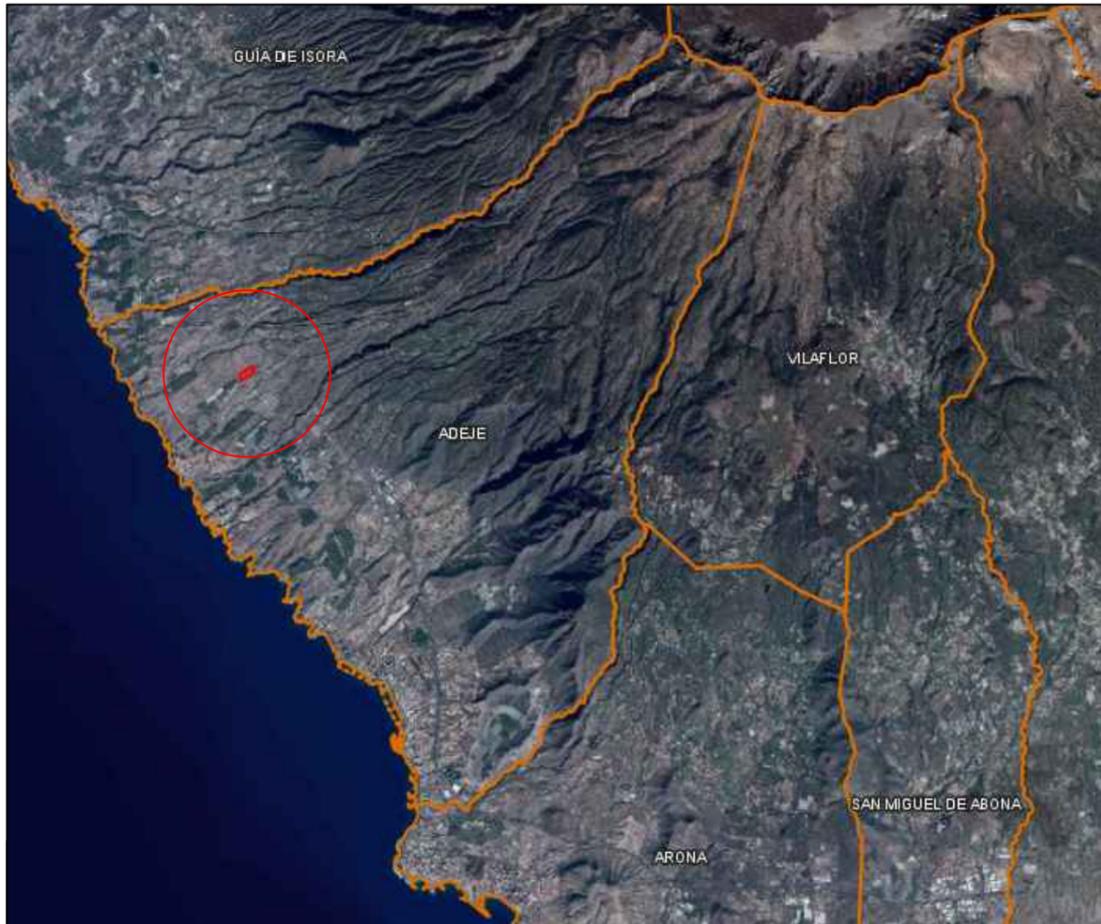
El resultado de estos ensayos se ve principalmente afectado por el contenido de humedad y la cantidad de materia orgánica, sirviendo como indicador del momento apropiado en el cual se deben plantear la aplicación de labores de mantenimiento como son el pinchado o el verticut.

DOCUMENTO N°2

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

Plano N°1: Emplazamiento de la parcela del anteproyecto.....	318
Plano N°2: Estado actual de la parcela	319
Plano N°3: Topografía de la parcela previo a los movimientos de tierra	320
Plano N°4: Movimientos de tierra	321
Plano N°5: Topografía de la parcela tras los movimientos de tierra	322
Plano N°6: Distribución de la vegetación en hidrozonas	323
Plano N°7: Esquema del sistema hidráulico.....	324
Plano N°8: Sistema de aspersión en funcionamiento.....	325
Plano N°9: Diseño del sistema de drenaje	326
Plano N°10: Construcción en instalación eléctrica	327
Plano N°11: Esquema unifilar.....	328
Plano N°12: Resultado final – Entrada	329
Plano N°13: Resultado final – Chipping green	330
Plano N°14: Resultado final – Putting green	331
Plano N°15: Resultado final – Tee de prácticas	332
Plano N°16: Resultado final – Conjunto áreas de juego.....	333
Plano N°17: Resultado final – Campo de prácticas completo	334



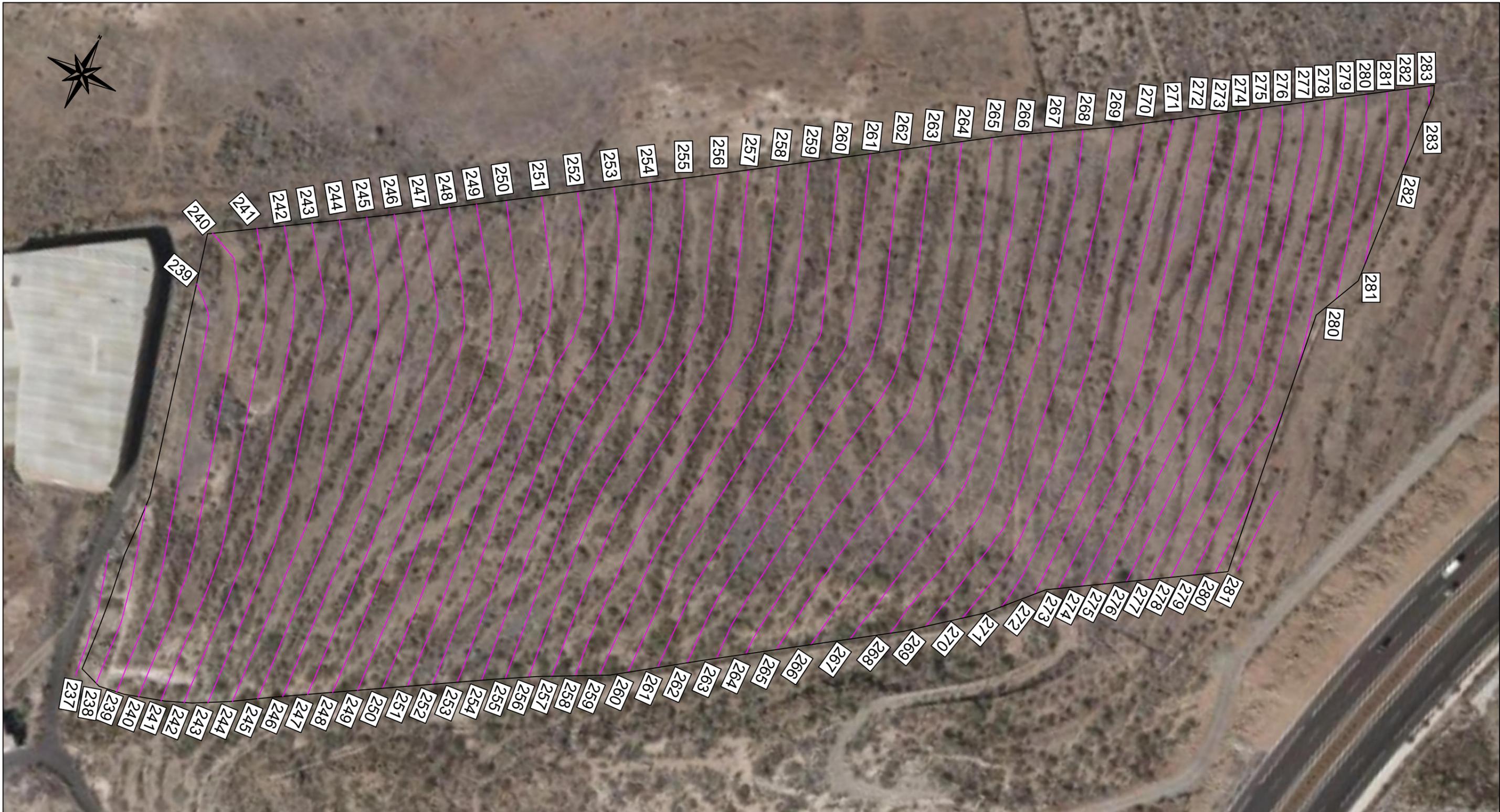
 Universidad de La Laguna	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE		
	AUTOR Eugenio Vonk Martín <i>Eugenio Vonk</i>	PROYECTO Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje	FECHA Marzo 2022 ESCALA ---
	PLANO Emplazamiento de la parcela del anteproyecto	Nº PLANO 1	



LEYENDA

-  Muros de piedra seca
-  Tajea
-  Límite de la parcela

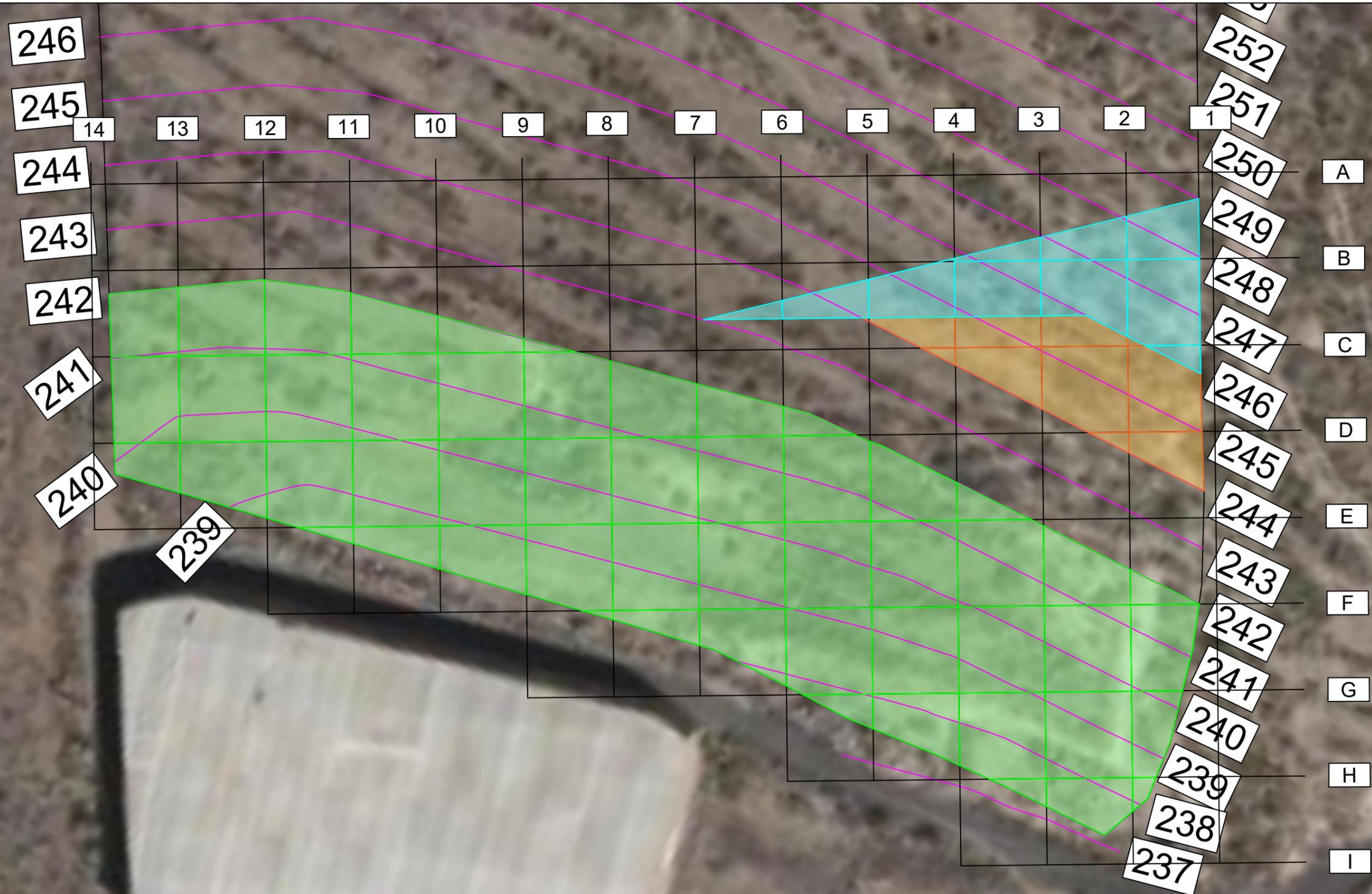
 Universidad de La Laguna	<small>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE</small>							
	AUTOR Eugenio Vonk <i>Eugenio Vonk</i>	<table border="1"><tr><td>PROYECTO</td><td>Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje</td></tr><tr><td>FECHA</td><td>Marzo 2022</td></tr><tr><td>ESCALA</td><td>1:1000</td></tr></table>	PROYECTO	Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje	FECHA	Marzo 2022	ESCALA	1:1000
	PROYECTO	Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje						
FECHA	Marzo 2022							
ESCALA	1:1000							
	<table border="1"><tr><td>PLANO</td><td>Estado actual de la parcela</td></tr><tr><td>Nº PLANO</td><td style="font-size: 2em; font-weight: bold;">2</td></tr></table>	PLANO	Estado actual de la parcela	Nº PLANO	2			
PLANO	Estado actual de la parcela							
Nº PLANO	2							



LEYENDA

 Curvas de nivel

AUTOR Eugenio Vonk Martín 	<small>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL</small> <small>UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE</small>	
	PROYECTO Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje	FECHA Marzo 2022
	PLANO Topografía de la parcela previo a los movimientos de tierra	ESCALA 1:1000 Nº PLANO 3



LEYENDA

-  Cuadrícula de terraplenado
-  Cuadrícula de desmonte
-  Cuadrícula de suavizado de pendiente

 AUTOR Eugenio Vonk Martín <i>Eugenio Vonk</i>	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE	
	PROYECTO Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje	FECHA Marzo 2022
	PLANO Movimientos de tierra	ESCALA 1:500 Nº PLANO 4

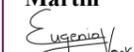


LEYENDA

 Superficie con cota 243 m.s.n.m.

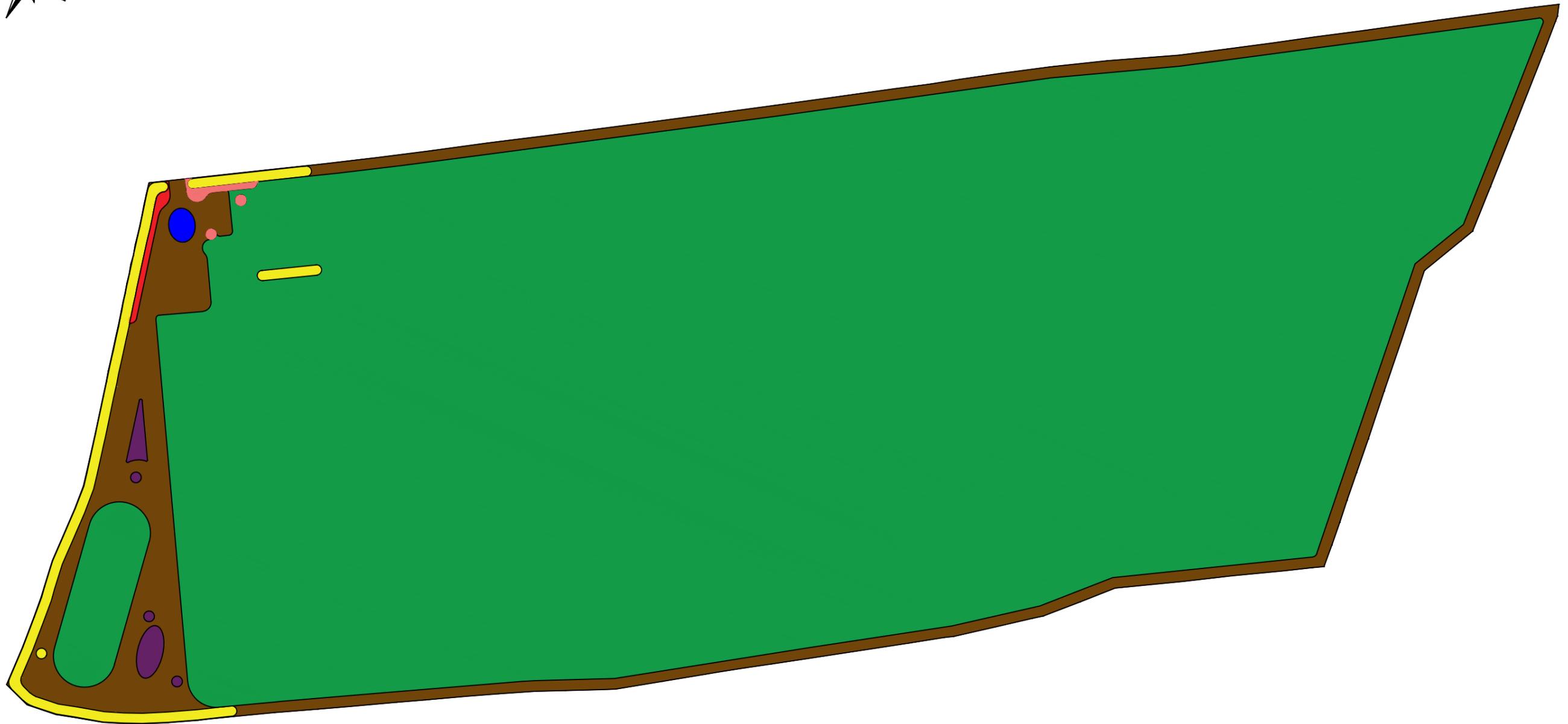
 **Universidad de La Laguna**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S.C. DE TENERIFE

AUTOR
Eugenio Vonk Martín


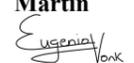
PROYECTO	Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje	FECHA	Marzo 2022
PLANO	Topografía de la parcela tras los movimientos de tierra	ESCALA	1:1000
		Nº PLANO	5

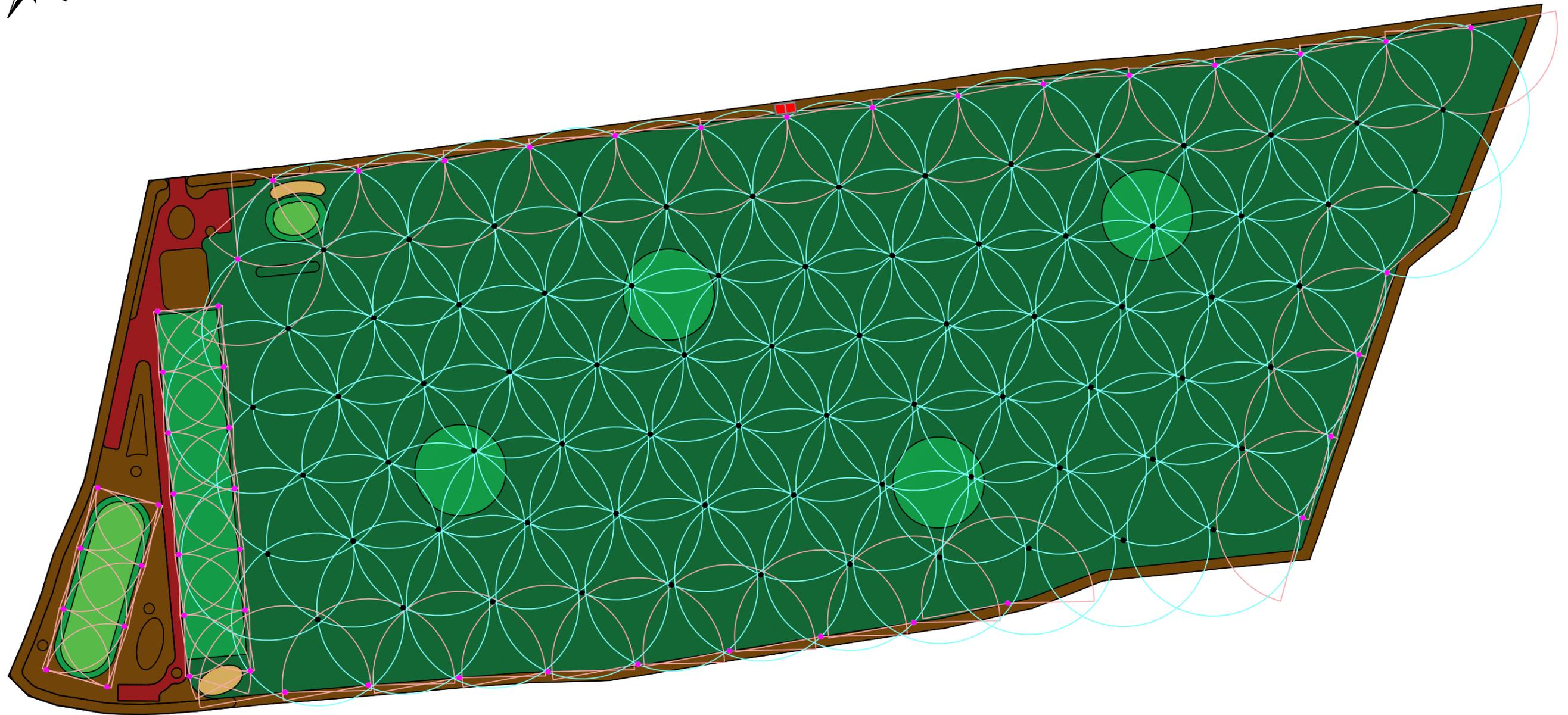
Nº PLANO
5



LEYENDA

- | | |
|---|---|
|  Hidrozona 1 |  Hidrozona 4 |
|  Hidrozona 2 |  Hidrozona 5 |
|  Hidrozona 3 |  Hidrozona 6 |

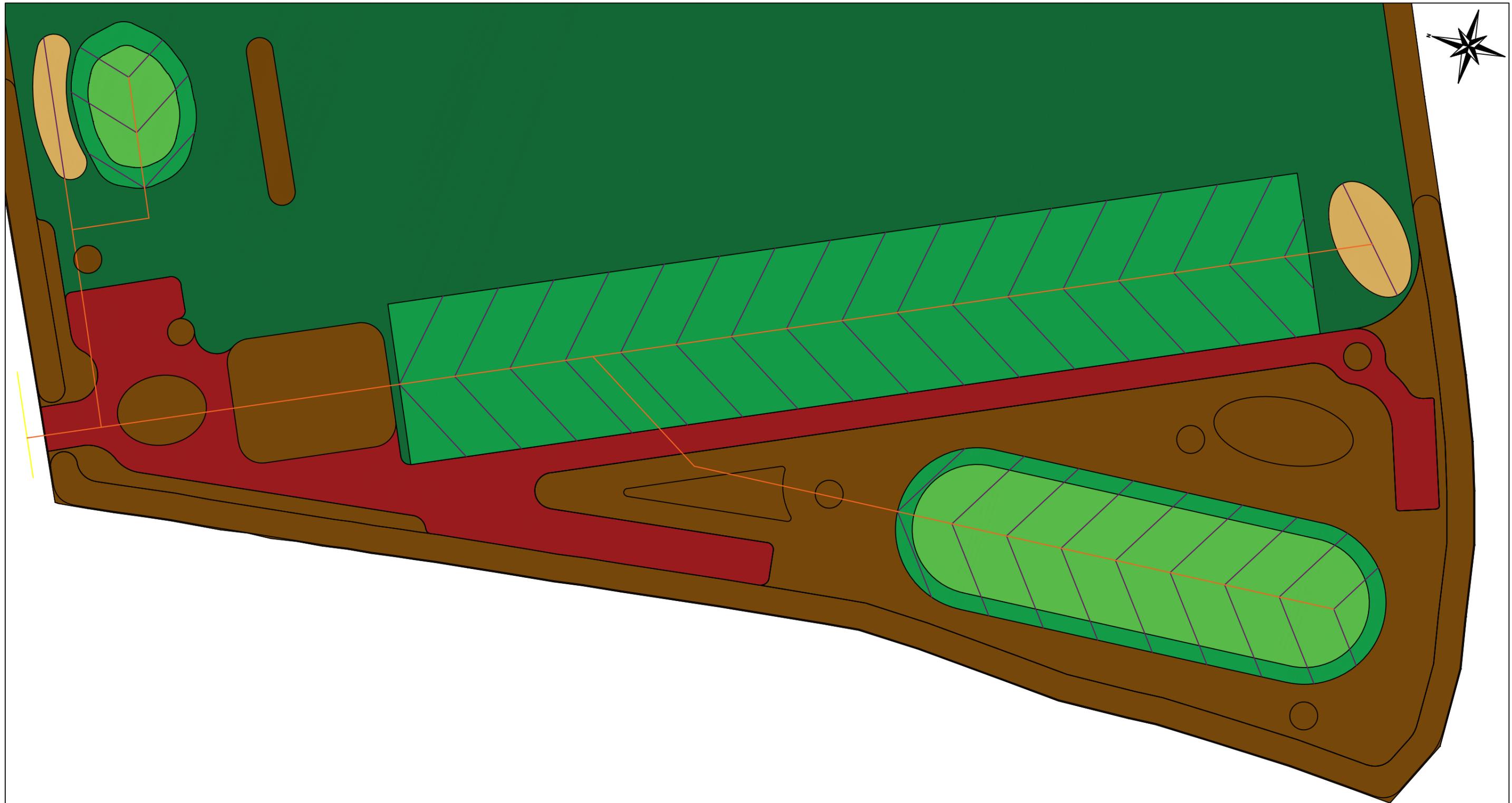
 Universidad de La Laguna	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE	
	AUTOR Eugenio Vonk Martín 	PROYECTO Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje
	PLANO Distribución de la vegetación en hidrozonas	FECHA Marzo 2022 ESCALA 1:1000 Nº PLANO 6



LEYENDA

- | | | | |
|---|---|--|--|
|  Green |  Bunker |  Radio de trabajo de aspersor 360° |  Aspersores 360° |
|  Antegreen, tee y green en calle |  Pavimento |  Radio de trabajo de aspersor sectorial |  Aspersores sectoriales |
|  Calle de prácticas |  Zonas preparadas para plantación ornamental | | |

	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE	
	PROYECTO Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje	FECHA Marzo 2022
	PLANO Sistema de aspersión en funcionamiento	ESCALA 1:1000 Nº PLANO 8



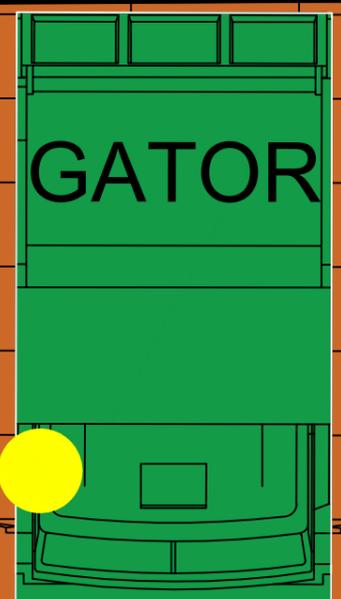
LEYENDA

- Drenes
- Colectores
- Colector general
- Green
- Antegreen y tee
- Calle de prácticas
- Bunker
- Pavimento de circulación
- Superficie descubierta

Universidad de La Laguna AUTOR Eugenio Vonk Martín 	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE	
	PROYECTO Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje	FECHA Marzo 2022
	PLANO Diseño del sistema de drenaje	ESCALA 1:450 Nº PLANO 9



FUTURA INSTALACIÓN



Recogebolas
HEAVY DUTY

Lavadora de bolas
RS-Revolution Washer

Elevador
ELEVATOR 2.1

Dispensador
ULTIMA-12

Expendedora
Nesta Snakky

Máquina café
Nesta Concerto

LEYENDA

Cuadro de protecciones

Conductores

Enchufe sobrepuesto tipo schuko

Lámpara LED

Cesta de bolas

Papelera

Universidad
de La Laguna

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE

AUTOR
**Eugenio
Vonk
Martín**

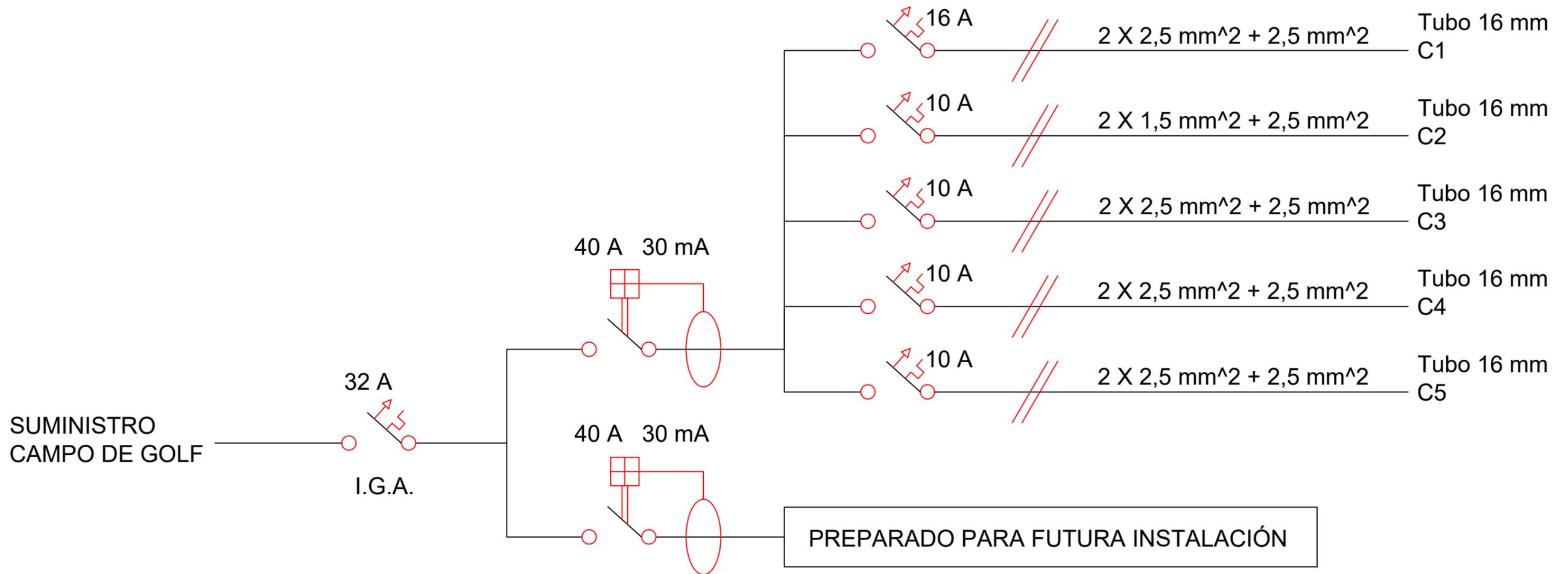
PROYECTO
Anteproyecto de diseño de un campo
de prácticas de golf en el municipio
de Adeje

FECHA
Marzo 2022

ESCALA
1:35

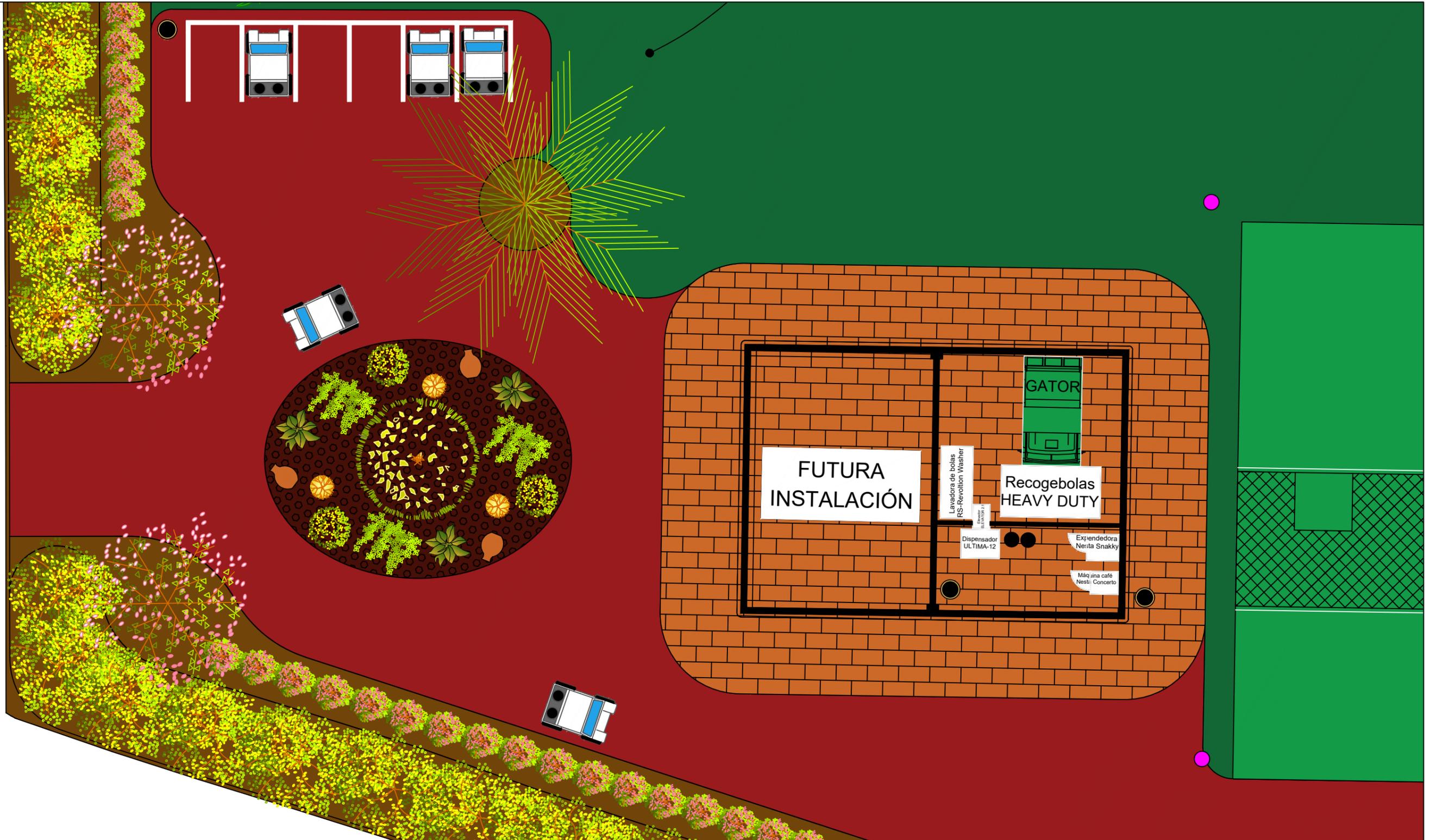
PLANO
Construcción e instalación
eléctrica

Nº PLANO
10



LEYENDA





LEYENDA

- | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|
| Acacia cyclops | Cercis siliquastrum | Euphorbia canariensis | Spathodea campanulata | Cobertura con piedra volcánica | Papelera |
| Aloe vera | Echinocactus grusonii | Gaura lindheimeri | Cerámica | Pavimento de circulación | |
| Asteriscus sericeus | Euphorbia balsamifera | Phoenix canariensis | Buggy | Pavimento de piedra natural | |

Universidad de La Laguna

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE

AUTOR
Eugenio Vonk Martín
Eugenio Vonk

PROYECTO
Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

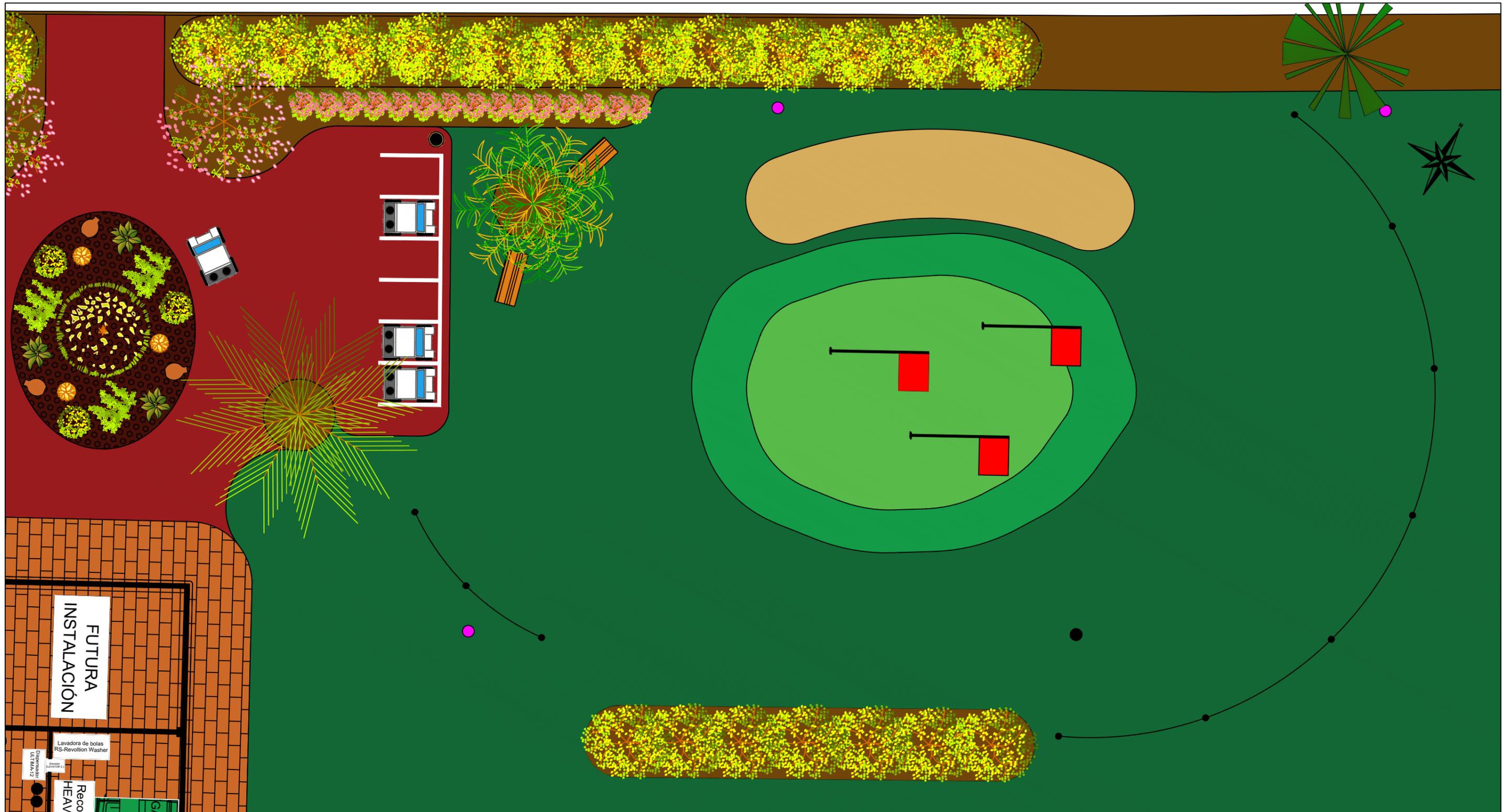
FECHA
Marzo 2022

ESCALA
1:125

PLANO
Resultado final - Entrada

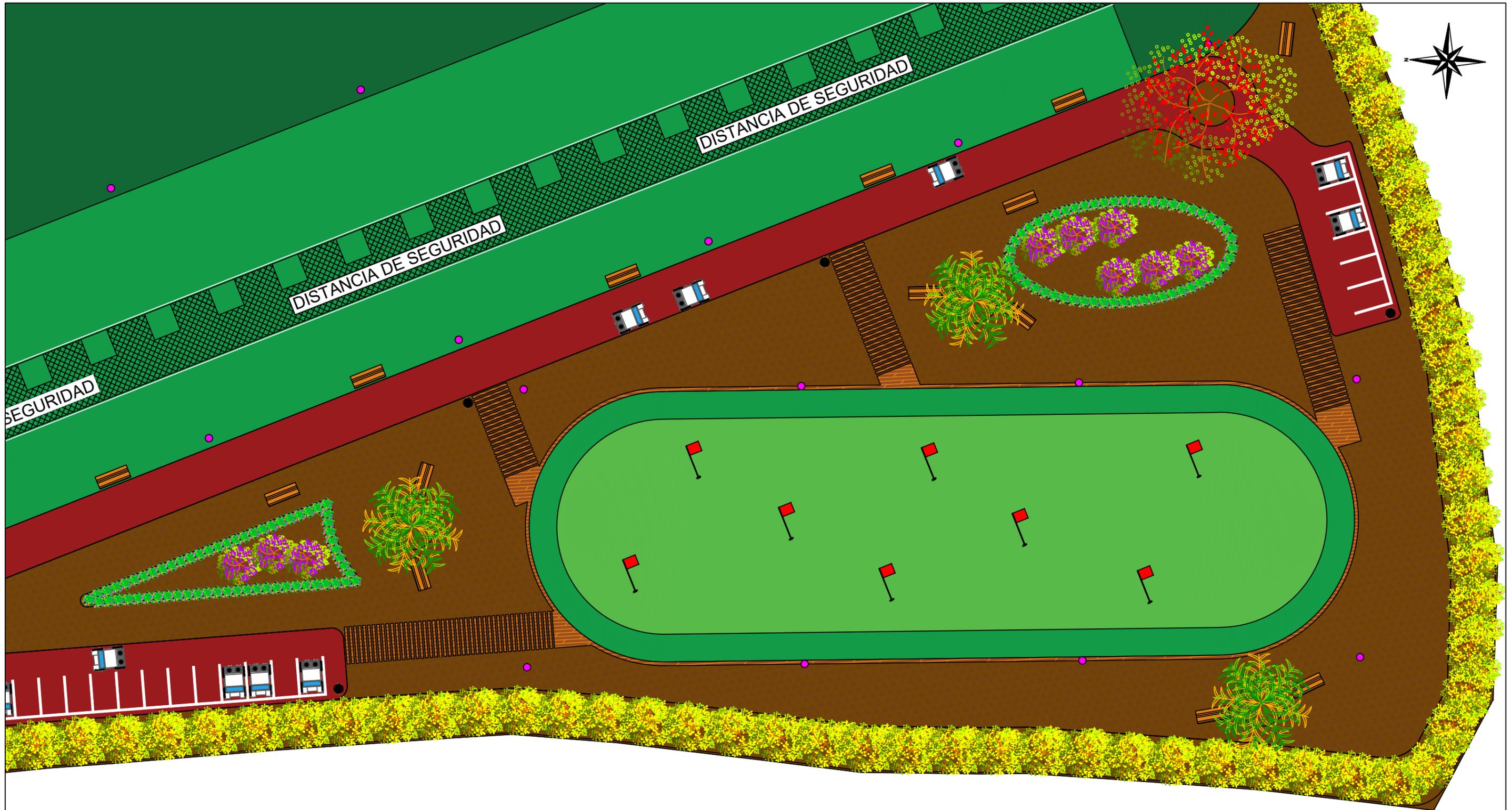
Nº PLANO

12



LEYENDA	
	Acacia cyclops
	Aloe vera
	Asteriscus sericeus
	Cercis siliquastrum
	Echinocactus grusonii
	Euphorbia balsamifera
	Euphorbia canariensis
	Gaura lindheimeri
	Phoenix canariensis
	Spathodea campanulata
	Washingtonia robusta
	Bunker
	Green
	Antegreen
	Calle de prácticas
	Cobertura con piedra volcánica
	Pavimento de circulación
	Pavimento de piedra natural
	Cerámica
	Buggy
	Aspersores 360°
	Aspersores sectoriales
	Estacas con cuerdas
	Bandera
	Papelera
	Banco

 AUTOR Eugenio Vonk <i>Eugenio Vonk</i>	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE	
	PROYECTO Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje	FECHA Marzo 2022
	PLANO Resultado final - Chipping green	ESCALA 1:150 N° PLANO 13



LEYENDA

- | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|
|  Acacia cyclops |  Lavandula canariensis |  Antegreen y tee |  Pavimento de circulación |  Banderines |  Buggy |
|  Delonix regia |  Spathodea campanulata |  Cubierta Mulch |  Aspersores 360° |  Papelera | |
|  Duranta repens |  Green |  Traviesas |  Aspersores sectoriales |  Banco | |

 Universidad de La Laguna

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE

AUTOR
Eugenio Vonk Martín
Eugenio Vonk

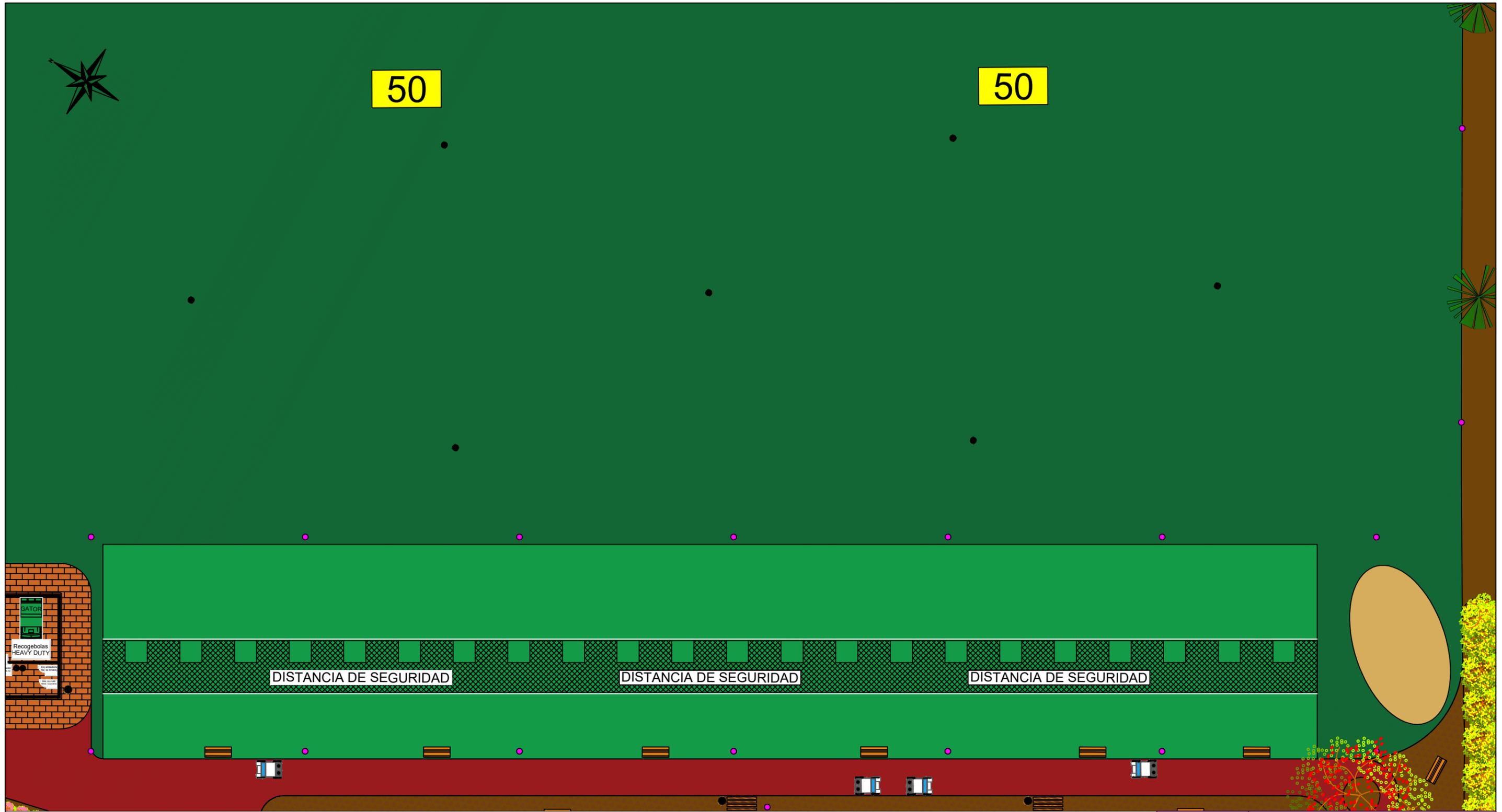
PROYECTO
Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

FECHA
Marzo 2022

ESCALA
1:300

PLANO
Resultado final - Putting green

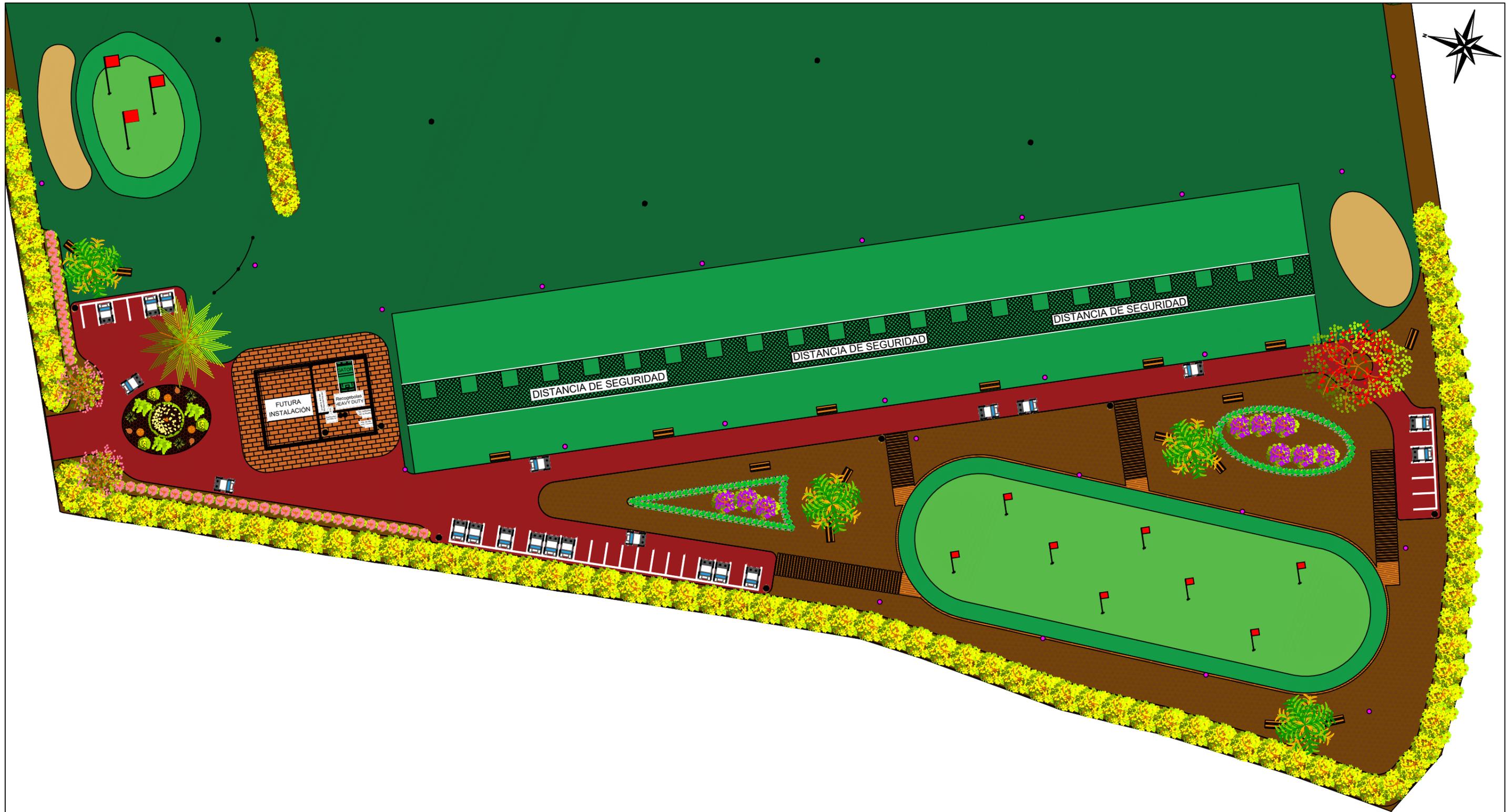
Nº PLANO
14



LEYENDA

- | | | | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|-------|
| Acacia cyclops | Tee de prácticas | Distancia de seguridad | Aspersores 360° | Banco | Buggy |
| Delonix regia | Calle de prácticas | Pavimento de circulación | Aspersores sectoriales | Señal de distancia | |
| Washingtonia robusta | Bunker | Pavimento de piedra natural | Papelera | Cuerda del tee de prácticas | |

<p>AUTOR Eugenio Vonk Martín <i>Eugenio Vonk</i></p>	<p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE</p>	
	<p>PROYECTO Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje</p>	<p>FECHA Marzo 2022</p>
	<p>PLANO Resultado final - Tee de prácticas</p>	<p>ESCALA 1:350</p> <p>Nº PLANO 15</p>



LEYENDA

- | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Green | Bunker | Traviesas | Aspersores 360° | Banco | Buggy |
| Antegreen y tee | Pavimento de circulación | Pavimento de piedra natural | Aspersores sectoriales | Banderas y banderines | Estacas con cuerdas |
| Calle de prácticas | Cubierta Mulch | Distancia de seguridad | Papelera | Cuerda del tee de prácticas | |

<p>AUTOR Eugenio Vonk Martín <i>Eugenio Vonk</i></p>	<p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE</p>	
	<p>PROYECTO Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje</p>	<p>FECHA Marzo 2022</p>
	<p>PLANO Resultado final - Conjunto de las áreas de juego</p>	<p>ESCALA 1:450</p> <p>Nº PLANO 16</p>



LEYENDA

-  Washingtonia robusta
-  Señal de distancia
-  Bandera
-  Cuerda del tee de prácticas

 **Universidad de La Laguna**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA, SECCIÓN AGRARIA
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, S/C DE TENERIFE

AUTOR
Eugenio Vonk
Martín
Eugenio Vonk

PROYECTO
Anteproyecto de diseño de un campo de prácticas de golf en el municipio de Adeje

FECHA
Marzo 2022

ESCALA
1:1000

PLANO
Resultado final - Campo de prácticas completo

Nº PLANO
17