

## Proyecto

23CTP1\_4

# Fertirrigación controlada mediante el uso de lisímetros al aire libre para una agricultura sostenible de precisión, según las directrices de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor.

**Área:** AGRICULTURA

**Ubicación:** Torre Pacheco

**Coordinación:** Joaquín Navarro, CIFEA Torre Pacheco

**Técnicos** Plácido Varó, Fulgencio Sánchez, Ricardo Gálvez y José Méndez, CIFEA Torre Pacheco

**Duración:** Enero - diciembre 2023

**Financiación** A través del Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2014-2020.



*“Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales”*

## Contenido

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	3
2. PERFIL DEL POTENCIAL BENEFICIARIO FINAL DEL PROYECTO.....	5
3. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.....	5
4. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.....	6
4.1. Cultivo. ....	7
4.2. Ubicación.....	9
4.3. Superficie y marco de plantación.....	9
4.4. Dispositivos a instalar.....	10
4.5. Medios disponibles. ....	12
4.6. Características del agua, suelo y clima.....	17
4.7. Fases de la actividad de demostración. ....	19
4.8. Diseño estadístico y control. ....	24
5. CALENDARIO.....	24



## 1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### JUSTIFICACIÓN

Los agricultores del Campo de Cartagena, cuyo centro es Torre-Pacheco, están sometidos a la aplicación de la Ley 3/2020 de recuperación y protección del Mar Menor (B.O.R.M. 01/08/2020), por el impacto que ha tenido la actividad agrícola en el deterioro del Mar Menor. Esta Ley establece una serie de medidas obligatorias de distinta aplicación según las dos zonas en las que se divide la cuenca vertiente.

La significativa expansión del regadío entre 1988 y 2009, con un aumento de más de un 140%, ha incrementado de forma muy notable los flujos hídricos y de nutrientes que alcanzan el Mar Menor y sus humedales litorales a través del conjunto de flujos superficiales, subsuperficiales y subterráneos. Los abonos y fitosanitarios son, en parte, lixiviados y transportados por el agua de escorrentía hacia el Mar Menor, además de llegar por descarga subterránea de agua salobre hacia el Mar a lo largo del borde costero en una franja relativamente estrecha de la orilla.

El incremento de las concentraciones de nutrientes aparece ligado a los procesos de eutrofización, en los que las fanerógamas marinas son sustituidas por macroalgas, en un primer paso, y posteriormente por el fitoplancton que produce el sombreado del fondo y limita el crecimiento de la vegetación sumergida. La protección y recuperación del Mar Menor exige reducir el aporte de nutrientes que afluyen a él por diversas vías, para lo cual se ha adoptado la medida de legislar mediante la Ley 3/2020 de protección y recuperación del Mar Menor.

Por lo tanto, la agricultura conlleva una potencial afección al Mar Menor proveniente del uso de fertilizantes y productos fitosanitarios, y es la Administración Regional la que debe desenvolver sus propias competencias con el fin de exigir de los agricultores que el suelo recupere una funcionalidad que le permita la retención del agua de lluvia y disminuya el riesgo de escorrentía, erosión y lixiviación. Esta intervención autonómica se justifica en último término en la responsabilidad autonómica de control de la contaminación causada por los nutrientes de origen agrario.

El bloque normativo especial que regula el aporte de nutrientes a las masas de agua es el del control de la contaminación por nitratos de origen agrario, está constituido por el Real Decreto 47/2022, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, que traspone la Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre. Dicho Real Decreto

impone la obligación de determinar o declarar las masas de agua que se encuentran afectadas por la contaminación, o en riesgo de estarlo, por aportación de nitratos de origen agrario. Las Comunidades Autónomas deben designar como zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario, aquellas superficies territoriales cuya escorrentía o filtración afecte o pueda afectar a tales masas de agua; y aprobar programas de actuación con objeto de prevenir y reducir la contaminación causada por los nitratos de origen agrario en las zonas designadas como vulnerables.

La masa de agua costera Mar Menor ha sido declarada masa de agua afectada, o en riesgo de estarlo, por la contaminación por nitratos de origen agrario, mediante Orden de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente de 23 de diciembre de 2019, en la que también se ha designado la Zona Vulnerable del Campo de Cartagena, a la que se le aplican los programas de actuación.

#### OBJETIVOS

Por todo lo antedicho se establecieron en 2021 en el CIFEA de Torre-Pacheco unas parcelas demostrativas con lisímetros al aire libre y drenaje de lixiviados hacia colectores, dónde se pueda evaluar el percolado y los nitratos lixiviados en diferentes condiciones de cultivo y de abonado, respetando las limitaciones establecidas en la ley 3/2020 y el Código de Buenas Prácticas Agrarias.

Con esta compleja infraestructura que vierte a un foso de 10 x 3 x 2,5 m, se podrán abordar parcelas demostrativas de abonado con diferentes tipos de abono o diferentes dosis, así como controles del riego para evaluar los lixiviados, cuya cantidad de nitratos habrá que analizar en laboratorio. No obstante, durante el año 2022 no se pudo ejecutar la obra de la caseta de riegos para cabezal, por diversas complicaciones técnicas, siendo necesaria la ejecución en la anualidad 2023.

Se ha planteado en principio para esta tercera anualidad la realización de un primer cultivo de habas, seguido de un segundo cultivo de melón. El proyecto se plantea con el mismo abonado y dividiéndose en dos sectores de riego, uno llevará más aportación de agua que el otro, a los efectos de evaluar su incidencia en la producción y en los lixiviados. No obstante, una vez realizada la infraestructura y contando con parcelas para repeticiones, los proyectos que se pueden realizar son múltiples.

Se colocarán dispositivos de control del riego (sondas de humedad volumétrica) y además está previsto el diseño de un mini-lisímetro monitorizado que permita evaluar su eficacia al comparar con los lisímetros de drenaje, de manera que los tres dispositivos (sondas de humedad, mini-lisímetro de

diseño en el propio CIFEA y lisímetros de drenaje) puedan compararse y validarse para un posible empleo de los agricultores.

El proyecto se enmarca dentro de los siguientes objetivos prioritarios del Plan Anual de Transferencia Tecnológica del sector agroalimentario y forestal de la Región Murcia 2023, del Programa de Desarrollo Rural de la Región de Murcia 2014-2020:

**2. Producción sostenible.** Sistemas de producción sostenible, empleo eficiente de los recursos naturales, reducir el uso de agroquímicos y materias primas de síntesis, disminuir el consumo de materias primas y la emisión de residuos y de contaminantes. Actuaciones dentro de la agricultura y ganadería ecológica y favorecer la aplicación del código de buenas prácticas agrarias.

**3. Agua y vida acuática.** Disminuir la contaminación de aguas, favorecer la reutilización, y depuración, disminuir el consumo de agua, la contaminación marina y aporte de nutrientes, mejora y restauración de los ecosistemas. Actuaciones enmarcadas dentro de la Ley 3/2020, de 27 de julio, de recuperación y protección del Mar Menor y la directiva 91/676 relativa a la protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

## 2. PERFIL DEL POTENCIAL BENEFICIARIO FINAL DEL PROYECTO.

El proyecto irá dirigido a:

- Participantes que deben desarrollar o está en disposición de iniciar su actividad en el sector agrario, alimentario y forestal, así como en la gestión de tierras y otros agentes económicos que constituyan una PYME cuyo ámbito de actuación sea el medio rural.
- Aquellas personas que están en disposición de iniciar su actividad, que deberán acreditar su compromiso a trabajar en los sectores indicados en el párrafo anterior.
- Al tipo de participante establecido en el artículo 14.2 del Reglamento 1305/2013.

## 3. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.

Las actividades previstas para 2020-2021 son las siguientes:

Actuaciones	Si/No	Observaciones
1. Publicación Consejería	No	

2. Otras publicaciones	No	
3. Jornada técnica	Si	Jornada hacia el mes de junio
4. Acción formativa	No	
5. Memoria inicial proyecto.	Si	Publicación en web de la Consejería
6. Informes de seguimiento. Actividad demostración.	Si	
7. Informe anual de resultados. Actividad demostración.	Si	Publicación en web de la Consejería
8. Visitas a parcela demostración. Actividad demostración.	Si	Difusión a los agricultores y técnicos para dar a conocer los lisímetros por medio de visitas las parcelas demostrativas
9. Otras	No	

#### 4. ACTIVIDAD DE DEMOSTRACIÓN.

La actividad de demostración consistirá en el establecimiento en el CIFEA de Torre-Pacheco de un cabezal de riego para abastecer los 10 lisímetros de drenaje al aire libre que se ejecutaron en 2021 y la realización de un cultivo hortícola de otoño para determinar la cantidad de nitratos lixiviados en distintas condiciones de cultivo y abonado. La actividad que se plantea para la anualidad 2023 es la que se describe a continuación y sigue las directrices de la Ley 3/2020 en la zona más limitada (Zona 1).

Por limitaciones de tiempo para gestionar la documentación necesaria para solicitar la licencia de obras al ayuntamiento, el cabezal no se ha podido ejecutar en el año 2022.

#### 4.1. Cultivo.

Los cultivos serán hortícolas por ser lo más habitual en el Campo de Cartagena, en esta anualidad 2023 habas en invierno y melón en primavera-verano, y cumplirán las limitaciones de la Ley, que establece al respecto de los tipos de cultivo admisibles en la Zona 1:

*“En la Zona 1 sólo se permite la actividad agrícola que implique cultivos de secano, agricultura sostenible, y de precisión, sistemas de cultivo en superficie confinada con recirculación de nutrientes.”*

La Ley señala las exigencias que conlleva la agricultura sostenible, y de precisión, para ajustar el aporte de agua y fertilizante al que la planta demanda en cada momento, y que de hecho se practica ya en muchas de las parcelas de esta zona, que cuentan con sistemas de producción agrícola muy tecnificados.

La ley define este tipo de agricultura en su artículo 50:

*“Se entiende por agricultura sostenible, y de precisión, la agricultura que emplea el mínimo de nutrientes y es capaz de sincronizar su disponibilidad con la absorción por los cultivos. La agricultura sostenible, y de precisión, mejoran la microbiología del suelo y minimizan los riesgos de lixiviación de nutrientes y emisión de gases de efecto invernadero.”*

#### Artículo 51. Limitaciones adicionales relativas al ciclo de cultivo.

1. Según la profundidad radicular y manejo del cultivo, cabe agrupar los tipos de cultivos en dos grupos, de acuerdo con la siguiente tabla:





Grupo 1	Grupo 2
Ajo	Guisantes
Apio	Habas
Hortalizas del género Brassica	Judías
Hortalizas de hoja	Melón
Hierbas aromáticas (perejil, hojas apio, cilantro, eneldo, albahaca)	Pepino
Maíz dulce	Pimiento
Cebolla	Tomate
Puerro	Zanahoria
	Remolacha
	Alicachofa
	Sandía
	Patata

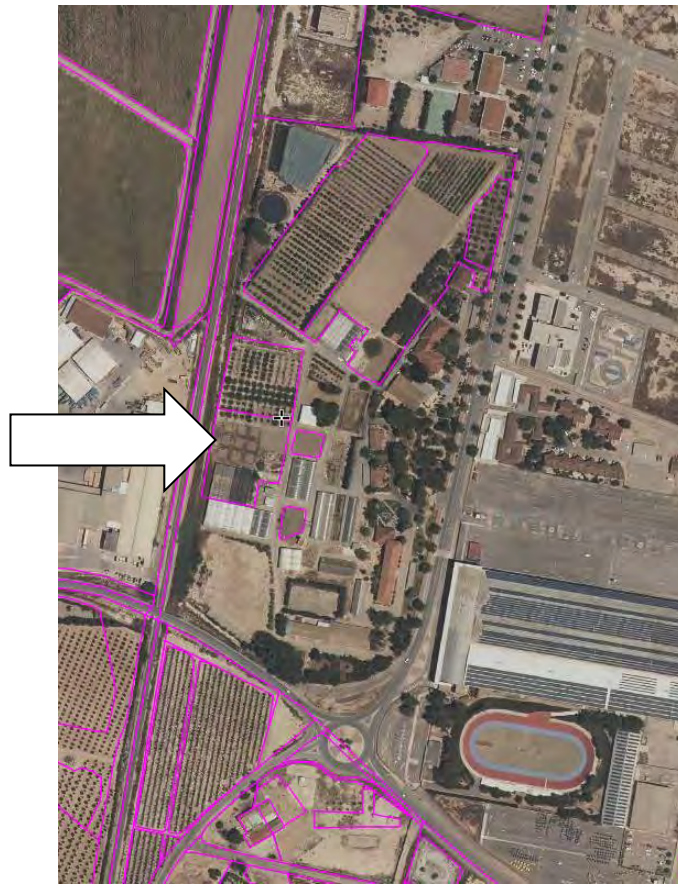
2. En la Zona 1, se podrán realizar como máximo dos ciclos de cultivo anuales; y de ellos, solo podrá realizarse como máximo un ciclo de cultivo anual de las especies del Grupo 1.
3. Queda prohibido realizar dos ciclos de cultivo consecutivos de especies del Grupo 1, debiendo alternarse su cultivo con otras especies del Grupo 2, con el objetivo de captar excedentes de nitrógeno de niveles más profundos del suelo y limitar el riesgo potencial de lixiviación. Se excluyen de esta prohibición las especies del Grupo 1 de ciclo inferior a 45 días, en las que además se permite realizar dos ciclos de cultivo anuales.
4. El resto de especies no incluidas en la tabla anterior, se adscribirán al Grupo 1 o 2 en función de su profundidad radicular y manejo del cultivo. El cultivo en la Zona 1 de otras especies no incluidas en la tabla anterior, debe ser previamente comunicado a la Consejería competente para el control de la contaminación por nitratos.
5. La fecha de siembra o trasplante y el inicio de la recolección deben quedar anotados en el cuaderno de explotación.
6. En los regadíos, si en los meses de otoño e invierno no se realiza el cultivo principal, el productor realizará un cultivo de cobertera a base de gramíneas u otras especies captadoras, con la finalidad de reducir la erosión en el caso de lluvias, y captar nutrientes de capas más profundas. Este cultivo será enterrado como abono verde. La medida se aplicará cuando el periodo de tiempo de suelo desnudo sea superior a dos meses, y podrá ser sustituida por la realización de estructuras de retención de agua, como los acaballonamientos, y se garantice el crecimiento de vegetación natural o espontánea. La medida no será de aplicación en invernaderos.



Para esta primera anualidad se plantea un cultivo de habas, seguido de otro de melón y la construcción del cabezal de riego. Los lixiviados se pueden medir desde finales de 2022.

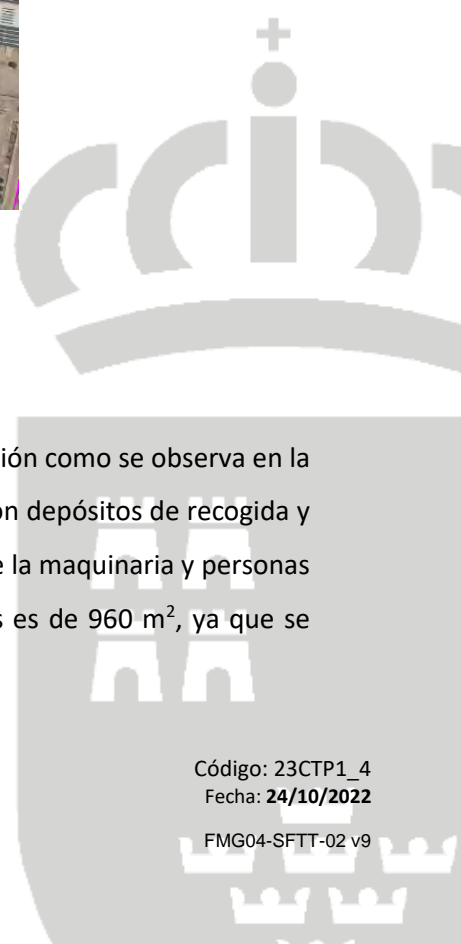
#### 4.2. Ubicación.

El proyecto está ubicado en el CIFEA de Torre-Pacheco, dónde marca la flecha en ortofoto adjunta:



#### 4.3. Superficie y marco de plantación.

La superficie total de la instalación será de unos 1.500 m<sup>2</sup>, con una disposición como se observa en la ortofoto en rectángulo de 50 x 30, en la que se incluirían lisímetros, foso con depósitos de recogida y cabezal de riego. Por el exterior quedan espacios que serían para el paso de la maquinaria y personas para la visita a la instalación. La superficie útil de cultivo de los lisímetros es de 960 m<sup>2</sup>, ya que se diseñan 10 unidades de 12 x 8 m<sup>2</sup>, ocupando cada lisímetro 96 m<sup>2</sup>.





Con esta infraestructura se pueden abordar parcelas demostrativas de abonado con diferentes tipos de abono o diferentes dosis, así como controles del riego para evaluar los lixiviados.

Se ha planteado en principio para 2023 un mismo cultivo (primero habas y después melón) con diferentes tipos de riego y monitorización por varios sistemas, para comprobar el funcionamiento de estos dispositivos.

El marco de plantación será el habitual en las hortícolas ensayadas del Campo de Cartagena.

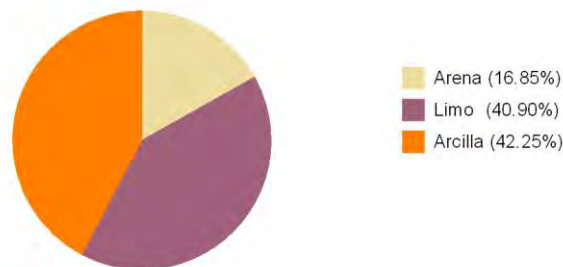
#### 4.4. Dispositivos a instalar.

Para ajustar al mínimo los riegos, se propone instalar un sistema de medida de la humedad gravimétrica por sensores 10HS con datalogger tipo Em. Se colocaran al menos dos sondas 10HS a profundidades de 20 y 50 cm, con su correspondiente software.

La instalación de la caja de los lisímetros se realizó en el terreno excavado y reposa sobre el suelo tamizado con un espesor de 0,50 m, empleando un nivel de burbuja para determinar la horizontalidad de la caja. Después de haber colocado la caja del lisímetro en la parte inferior de la cara de la base de salida es de un tubo de PVC de 1" de diámetro donde se conecta una válvula de bola de 1" la cual evacua el agua a un depósito de drenaje, yendo estas tuberías por el centro del cubeto que forma el lisímetro.

En la parte más profunda de los cubetos se colocó primero una capa lámina de geotextil de protección, después lámina impermeable de PE de 1,5 mm de espesor, por encima de ella otra capa de geotextil y por encima otra de grava chancada de 1" de diámetro para evacuar en forma adecuada el agua de drenaje. Esta capa cumple la función de filtro para evitar la obstrucción del sistema de drenaje y permite el movimiento libre del agua para ser recolectado en el depósito de recepción. El material de suelo y grava se separó a su vez por otra malla de geotextil, para evitar el filtrado de elementos finos de las arcillas junto con el agua de drenaje, lo que podría provocar obturaciones.

Posteriormente se procedió a llenar las cajas o cubetos de los lisímetros con tierra procedente de excavación, con la siguiente textura:



Por último se instalaron 10 depósitos en un foso para la recogida de drenajes.

En cumplimiento del artículo 53 de la Ley 3/2020 (limitaciones adicionales relativas al riego en la zona 1. 1), que establece que será obligatoria la instalación de sensores de humedad, tensiómetros o cualquier otro dispositivo que sirva de apoyo para una gestión eficiente del agua en todo el perfil de suelo afectado por el riego; para el control del riego se dispondrán de dos sensores de humedad del

suelo en cada parcela lisimétrica (colocadas a 20 y 60 cm de profundidad). Se controlará la cantidad de nitratos por el drenaje y su concentración, medido en los depósitos y mediante caudalímetros.

#### 4.5. Medios disponibles.

##### 4.5.1. Infraestructura.

- Nave-almacén.
- Oficina.
- Tractor 90 Cv y aperos para hacer la meseta y acolchar
- Red de riego con tuberías independiente para cada EVC.
- Instalación de riego por goteo.
- Tela cubre suelos y plástico para acolchado
- Cabezal de riego
- Estación meteorológica al aire libre.
- Inversión de 10 lisímetros de drenaje.
- Inversión de 10 depósitos de recogida de drenajes y caseta.

##### 4.5.2. Suministros.

- Plantones de hortícolas
- Energía eléctrica.
- Agua.
- Fertilizantes.
- Fitosanitarios.
- Combustible.
- Material de riego.
- Herramientas.

##### 4.5.3. Inversiones.

Una vez realizada la inversión inicial, consistente en los 10 lisímetros de drenaje y foso de recogida con depósitos, las inversiones necesarias para desarrollar este proyecto de cabezal de riego son las que se describen a continuación. Los croquis y detalles de la obra que se describen son aproximados y pueden variar a lo largo del desarrollo del proyecto por las características constructivas, resistencia

del suelo, necesidades didácticas, etc, ya que no se trata de un cabezal habitual, sino adaptado a formación y transferencia tecnológica.

Cada una de las inversiones descritas constituye una obra independiente, que debe ser realizada por empresas especializadas, por un lado la caseta que alberga el cabezal, con su carpintería de aluminio y electricidad, que debe ser ejecutado por una empresa de construcción y por otro lado las instalaciones propiamente dichas para el riego, como son el cabezal de filtrado, las electrobombas, equipo de fertirrigación, depósitos, etc, que deben ser ejecutados por una empresa especializada en riego.

- 1) **UNA CASETA PARA ALBERGAR EL CABEZAL**, que pretende ser un diseño didáctico y funcional y siendo una instalación constituida por una obra civil de 12 m de largo por 7,50 de ancho, con las siguientes características:

La caseta de riego tendrá una superficie de 90 m<sup>2</sup> con unas dimensiones de 12 metros en su cara este y oeste y de 7,5 metros en su cara norte y sur. Dicha caseta está alineada y en paralelo con la el linde oeste del CDA. Se establece una cubierta inclinada desde su cara este a la oeste. La altura de la cara este será de 3,5 metros y la cara oeste de 3 metros dando una inclinación de cubierta de 6,7%.

#### CIMENTACIÓN

Se establece una cimentación formada por un total de 6 zapatas con unas dimensiones de 100x100x60 cm unidas por 4 correas de cimentación perimetral y una correa transversal en su lado más ancho con unas dimensiones de 35x35x35 cm. La realización correas se hará mediante apertura de zanjas de 40x40 cm aplicando una capa de 8 cm de hormigón de limpieza. Dicho hormigón de limpieza será aplicado en las correspondientes zapatas con espesor de 8 cm. Tanto zapatas como correas serán de hormigón armado con acero corrugado de 12 mm de diámetro. El hormigón de limpieza será de tipo H-20 y el de las zapatas y correas de tipo HA-25/B/30

#### ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura metálica estará formada por un total de 6 pilares con perfiles cuadrados de 100x100x5 cm. Apoyando sobre dichos pilares se establecen 6 correas de unión entre ellos con perfiles IPE180x91 cm en los que se apoyarán un total de 10 perfiles UPN con dimensiones de 140x50 cm donde apoyarán los paneles sándwich que formarán la cubierta de la caseta de riego.

#### CUBIERTA

En cubierta se establecerán 12 paneles sándwich de 750x100x6 cm dispuestos sobre la estructura metálica de color blanco permitiendo que la cubierta sea transitable. Se establecerá en el lado oeste de la caseta de riego una canaleta de 12 cm para recogida de pluviales en hierro galvanizado color



blanco de 10x11x2cm. Se establecerá un tubo para la bajante de 11 cm de diámetro para la evacuación de pluviales que conectará con el aljibe ubicado a 30 metros de distancia y que evacuará por gravedad.

Se establece también un falso techo de plaquetas de vinilo, sustentadas por estructura metálica.

#### AGUAS PLUVIALES

Las aguas pluviales y las que puedan ser generadas por la limpieza de la caseta serán canalizadas desde la esquina suroeste de la caseta de riego y conectarán con el aljibe a través de una tubería de diámetro de 125 mm y de 12 m de longitud.

#### CERRAMIENTO

Se establece un bloque de termoarcilla de 14 cm de espesor pegado con mortero desde solera hasta cubierta. En su parte exterior se establece un porcelánico esmaltado mate uniforme y canto rectificado de color blanco con resistencia al choque térmico para exterior dispuesto en placas de 60 x120 cm dejando una junta de 2 cm entre cada una de las filas. Este cerramiento exterior se completará con placas de 30x60 cm de mismo material y color en aquellas zonas donde la anchura no permita la colocación de las placas de 60 x 120 cm.

#### INSTALACION ELECTRICA

Se considera completa exceptuando la línea de corriente hasta el lugar de colocación del prefabricado. Todas las conducciones eléctricas y sus instalaciones, se ajustarán a la actual normativa y reglamento de baja tensión. A la llegada de la acometida se montará un cuadro de mando y protección.

Con protección independiente mediante magneto-térmicos y los diferenciales necesarios para alumbrado, emergencias (en caso de contar con ellas) climatización y usos varios y contará de elementos de protección frente a contactos directos, sobre-intensidades, cortocircuitos y contactos indirectos.

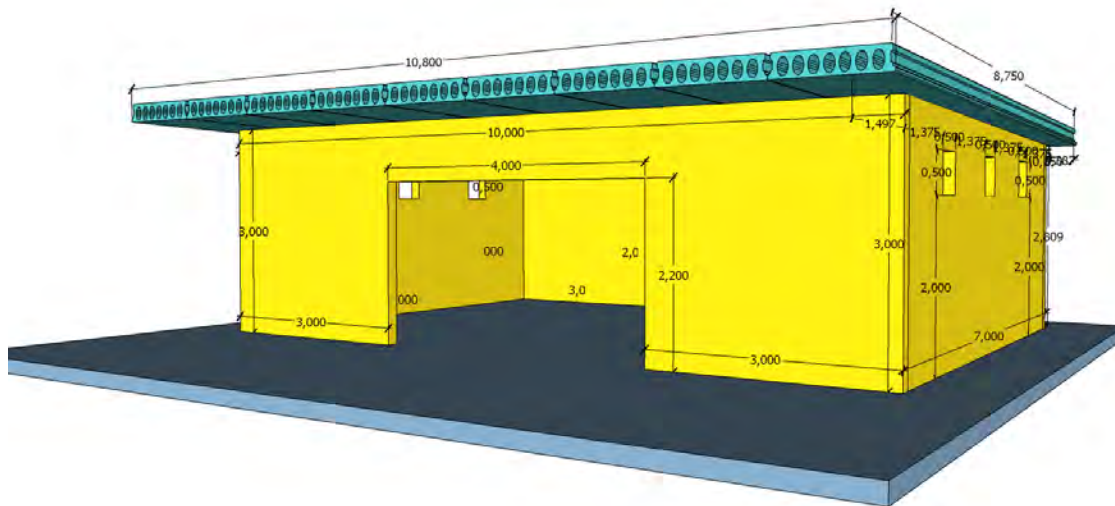
Dicha instalación constará de las siguientes unidades:

12 UDS de tomas de enchufe de 16A + TT

1 UDS interruptor y/o conmutadores de superficie de 10 A + TT

12 UDS pantallas LED de 60 x 60

La perspectiva de la caseta del cabezal sería como la que sigue:



## 2) CABEZAL DE RIEGO PROPIAMENTE DICHO.

Debe tenerse en cuenta que se trata de sectores, pequeños, de solamente 100 m<sup>2</sup>, por lo que la instalación es casi experimental y además se requerirá de capacidad para 10 sectores diferentes, lo que la encarece considerablemente. Constará de los siguientes elementos:

1. Bomba de riego y abonado con variador
2. Equipo de filtrado con anillas automático
3. Equipo de fertirrigación con 5 venturis y contadores abono
4. Controlador de riego
5. Contador de riego con emisor
6. Bomba para aportación de ácidos húmicos o bioactivadores
7. 6 depósitos de para abonado 500 L
8. 1 bomba soplante para agitación depósitos
9. Cuadro eléctrico con protecciones, arranques y 10 sectores
10. 10 electroválvulas montadas en colector.
11. Accesorios de conexión.





#### 4.6. Características del agua, suelo y clima.

##### CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

El agua procede de la suministrada por la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que es una mezcla de aguas del Trasvase Tajo Segura, más una pequeña parte de aguas depuradas. A una muestra de esta agua se le realizó un ensayo en laboratorio, donde los resultados fueron los siguientes:

Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	Incertidumbre (Uncertainty)	Equivalencias (Equivalency)		LC (LQ)
			mg/l	meq/l	
Sodio (Na)	122	± 12	5.30	5.30	5.0 (mg/l)
Potasio (K)	6.18	± 0.53	0.158	0.158	1.0 (mg/l)
Calcio (Ca)	52.9	± 4.5	2.65	1.32	5.0 (mg/l)
Magnesio (Mg)	28.7	± 2.4	2.36	1.18	5.0 (mg/l)
Boro (B)	0.501	± 0.044	0.0463	0.0463	0.05 (mg/l)
*Cloruros (Cl-)	193		5.44	5.44	5.0 (mg/l)
*Sulfatos (SO4)	148		3.08	1.54	5.0 (mg/l)
*Carbonatos (CO3 2-)	< 5.0		< 0.167	< 0.0833	5.0 (mg/l)
*Bicarbonatos (HCO3 -)	118		1.93	1.93	5.0 (mg/l)
*Nitratos (NO3)	6.14		0.0990	0.0990	1.0 (mg/l)
*Nitrógeno Amoniacal (NH4)	< 0.10		< 0.00556	< 0.00556	0.1 (mg/l)
Fosfatos (H2PO4)	0.548	± 0.049	0.00565	0.00565	0.31 (mg/l)
DETERMINACIONES POTENCIOMÉTRICAS					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)		LC (LQ)
pH (a 22.4°C)	8.1		± 0.2		N.D.
Conductividad Eléctrica (a 25°C)	1.11	(mS/cm)	± 0.11		0.15 (mS/cm)
OTRAS DETERMINACIONES					
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)		LC (LQ)
*Sales Solubles Totales (TDS)	724	(mg/l)			N.D.

Para utilizarla como agua de riego, se deberá tener en cuenta el análisis del agua para realizar un plan abonado, a la vez que se utilizarán los datos de análisis de suelo así como las necesidades del cultivo a fertilizar.

##### CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

En cuanto al suelo se refiere, éste es profundo, con una textura franco-limosa, un contenido de materia orgánica muy bajo (< 0,65 %, como se pretendía) y baja salinidad.

Una característica importante de este suelo de los lisímetros es que tienen un pH muy alto, de 9,1, siendo por ello un suelo muy básico. Tiene además un contenido muy bajo de todos los elementos, por lo que su nivel de fertilidad general es muy bajo.

LOS NIVELES OBTENIDOS EN ESTE SUELO SON LOS SIGUIENTES:



En general se observa una muy baja fertilidad del suelo y muy bajos niveles de nutrientes, consecuencia lógica de haber sido obtenido del fondo de un embalse en construcción. Esta “neutralidad química del suelo” hará que sea posible cuantificar desde el principio lo que se vaya a aportar.

### CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA

Se dispone de una estación meteorológica de la red SIAM (TP52) en el centro.

Los datos medios obtenidos en el año 2016 son los siguientes:

- Tª media (°C): 18,12
- HRMED (Humedad relativa media %): 63,45

- Prec (mm): 337,80
- Horas frío (< 7°C): 173,00
- ETo (mm): 1.323,19

#### 4.7. Fases de la actividad de demostración.

##### 4.7.1. Preparación de las parcelas demostrativas.

Realizada en 2021 la infraestructura de diez lisímetros de unos 100 metros cuadrados y de 0,8 m de profundidad, impermeabilizados mediante lámina plástica de PE de 1,5 mm de espesor y con un adecuado sistema de drenaje y depósitos de recogida de drenajes individuales y enterrados de 100 l de capacidad, disponemos de la instalación suficiente para evaluar el volumen lixiviado en cada tratamiento y la concentración de nitratos, que se medirá en espectrofotómetro.

Se precisa de la instalación de un cabezal de riego completo e independiente, necesitando llevar la red de tuberías secundarias a las parcelas lisimétricas, para lo que se realizará una instalación de riego para riego por goteo de las parcelas lisimétricas, entroncando con la red de tuberías secundarias, colocación de depósitos de abonado con su correspondiente bombeo y programador y montaje de toda la red de riego.

Las parcelas lisimétricas se aislaron del suelo mediante un recubrimiento de lámina plástica de polietileno de espesor suficiente para asegurar su resistencia y estanqueidad, recubierta con una lámina de geotextil para protegerla posibles roturas producidas por la capa de grava drenante. Para la recogida de lixiviados se le dio a las parcelas una pendiente del 2% en su diagonal, y se instaló una tubería rígida perforada en el fondo (9,8 m, Ø63 mm) que desagüe en el punto más bajo de las mismas. Los lixiviados de cada una de las parcelas fueron conducidos mediante tuberías hasta sus correspondientes depósitos de recogida, situados en el punto más bajo de la instalación, uno por cada parcela.

##### 4.7.2. Plantación.

La plantación se realizará en las fechas en las que sea habitual para los cultivos hortícolas del Campo de Cartagena y en las condiciones limitativas que establece la Ley de recuperación y protección del Mar Menor.



Para 2023 se plantea, un cultivo de habas en otoño-invierno seguido de un cultivo de melón en primavera-verano. Por lo tanto, se presupuestan dos cultivos de hortalizas dentro de la anualidad, en una superficie total de 1.000 m<sup>2</sup>.

#### 4.7.3. Riego y fertilización.

El riego se realizará simultáneamente en las diez parcelas, mediante bombeo impulsando un caudal aproximado de 25 m<sup>3</sup>/h a una presión de 5,5 Kg/cm<sup>2</sup>. Se programará estableciendo diferentes dosis en cada uno de los bloques de 5 lisímetros definidos como norte y sur.

El artículo 53 de la ley 3/2020 establece las limitaciones adicionales relativas al riego en la zona 1. 1., donde será obligatoria la instalación de sensores de humedad, tensiómetros o cualquier otro dispositivo que sirva de apoyo para una gestión eficiente del agua en todo el perfil de suelo afectado por el riego.

Se aplicarán las limitaciones relativas a fertilización establecidas en la ley 3/2020.

El artículo 52 establece limitaciones adicionales relativas a la fertilización: “1. Será obligatoria la instalación de sensores de humedad, tensiómetros o cualquier otro dispositivo, así como su utilización sistemática en la programación del riego para que sirva de apoyo para una gestión eficiente del agua en todo el perfil de suelo afectado por el riego. Se exceptúan las explotaciones de regadío de superficie inferior a 0,5 ha.”

Además, el artículo 40 de la Ley 3/2020, establece las limitaciones en el uso de fertilizantes minerales.

*Para favorecer la sincronización entre la oferta de nutrientes, especialmente nitrógeno, y la demanda por parte de los cultivos, y para mejorar la eficiencia en el uso de los distintos fertilizantes y minimizar la lixiviación, se imponen las siguientes obligaciones:*

- 1. Los fertilizantes nitrogenados se emplearán exclusivamente bajo prescripción técnica. El programa de actuación de la Zona Vulnerable a la contaminación por nitratos del Campo de Cartagena establecerá las condiciones de aplicación.*
- 2. Se prohíbe en todo caso el uso de urea y de todos aquellos fertilizantes que presenten nitrógeno en forma ureica.*
- 3. El fertilizante nitrato amónico (N>32%) podrá emplearse única y exclusivamente bajo supervisión técnica reflejándose en el cuaderno de campo para que se pueda seguir la trazabilidad entre facturas y prescripciones avalado por el operador agroambiental y siempre que el estado hídrico del suelo sea monitorizado de tal forma*

que se optimice el agua de riego aplicada al cultivo, y se minimice el lixiviado en profundidad. En ningún caso se permitirá su aplicación en cultivos hortícolas en el último tercio de su ciclo de cultivo..

4. Queda prohibido en todo caso la aplicación de abonado mineral de fondo, que contenga nitrógeno.

5. Será obligatorio realizar el cálculo del balance de nitrógeno, de conformidad con el programa de actuación aplicable, y con el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Región de Murcia mientras resulte de aplicación obligatoria.

6. El coeficiente de extracción máximo de los cultivos establecidos en el programa de actuación vigente será el más restrictivo del intervalo.

7. Con el fin de mejorar la eficiencia de la absorción de los nutrientes y minimizar su pérdida por lixiviación o emisión, se aplicarán medidas que garanticen el buen estado del microbioma del suelo, como la aplicación de abonado orgánico, productos fertilizantes a base de microorganismos y abonado en verde. El registro en el cuaderno de campo será obligatorio. La aplicación de medidas diferentes a las descritas tendrá que ser validada por el órgano competente.

8. Para valores de nitratos (nitratos al inicio del cultivo) en el suelo superiores a 100 mg/kg suelo se aplicará un factor de agotamiento superior al 40 por 100.

9. Para evitar la acumulación de elementos nutritivos, se prohíbe la aplicación de fertilizantes minerales que contengan fósforo cuando el nivel de P Olsen en suelo sea superior a 120 mg/kg suelo

El artículo 42 se refiere a la imitación del uso de materiales orgánicos y establece que:

1. Se prohíbe la aplicación directa de lodos de depuración.

2. Se podrán aplicar al suelo como abonos y enmiendas orgánicas aquellos purines, estiércoles y otros materiales que previamente hayan sido tratados en una instalación autorizada de tratamiento de residuos, o de subproductos animales no destinados al consumo humano (SANDACH), y que, como resultado de dicho tratamiento, cumplan con los requisitos establecidos en la normativa aplicable para su uso agrícola o forestal, y se hayan transformado en abono o enmienda orgánica registrada en el Registro de Productos Fertilizantes, de conformidad con el Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre fertilizantes, y el Reglamento (UE) 2019/1009, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, por el que se establecen disposiciones relativas a la puesta a disposición en el mercado de los productos fertilizantes UE.

Se respetarán todas estas limitaciones en los cultivos por estar la parcela demostrativa en la Zona 2.

#### 4.7.4. Tratamientos fitosanitarios y herbicidas.

Se seguirán las siguientes normas en relación con los tratamientos fitosanitarios y aplicación de herbicidas:

- Con el objetivo de disminuir el consumo de fitosanitarios y evitar la posible contaminación por los mismos, se realiza su aplicación cuando se supere el umbral de daños o de plaga recogido en las normas de producción integrada.
- Solo se emplean productos recogidos en las normas de producción integrada, productos autorizados por el MAGRAMA, a las dosis autorizadas y siguiendo en todo momento las normas del fabricante.
- Se emplean las materias activas de menor categoría toxicológica, de menor persistencia en el medio ambiente y de menor peligro para el medio ambiente. Así mismo las materias activas se rotan para evitar resistencias. Además a la hora de realizar el tratamiento se tiene en cuenta los posibles daños a abejas y a otra fauna auxiliar.
- Los tratamientos se realizan por personal cualificado, con los equipos de protección adecuados y con maquinaria en perfectas condiciones. Se evita tratar en días con viento o lluvia que dispersen las aplicaciones.
- A la hora de realizar tratamientos herbicidas estos solo se realizan estrictamente cuando sean necesarios, con productos recogidos en las normas de producción integrada.
- Los tratamientos con agroquímicos se realizan en condiciones climatológicas favorables para evitar la dispersión a zonas colindantes y que puedan afectar a la flora y fauna silvestre de la zona.

#### 4.7.5. Análisis.

Durante todo el ciclo de cultivo se realizarán análisis del agua empleada, de suelo, foliar y de la concentración de nitratos del agua extraída en las sondas de succión. Se medirá también el pH y la conductividad del agua.

Los parámetros a controlar se clasifican en dos grupos: parámetros de calidad de la cosecha (que se describen en el apartado de recolección) y parámetros agronómicos.

##### Parámetros agronómicos:

- Agua. Se ha realizado un análisis del agua con la que se regarán los cultivos, antes de poner en marcha el cultivo, que incluye los parámetros normales de los análisis de agua para riego. Podrán realizarse, durante el resto del proyecto, nuevos análisis si las condiciones iniciales del agua pudieran haber variado. Asimismo, se analizará en el propio CIFEA en el espectrofotómetro el agua lixiviada de las distintas parcelas, una vez al mes, recogida a tal efecto de sus depósitos correspondientes.



Se controlará, asimismo, el caudal de los dos sectores de riego, comprobando que cada uno de sus 5 lisímetros siempre se rieguen con el mismo volumen de agua y en el mismo momento. Se mide también el volumen de agua drenada de cada parcela.

El conjunto de toda esta información permitirá realizar un balance de masas comparativo entre los tres tratamientos contemplados en el proyecto.

Se realizará un análisis al mes de lixiviados y su medida de nitratos en el espectrofotómetro.

- Análisis de suelo. Se ha analizado una muestra representativa del suelo que será utilizado para el relleno de las parcelas, para conocer su estado inicial. Para conocer la evolución de dicho suelo durante el proyecto, se tomarán muestras periódicamente para su análisis e interpretación. En principio, se considera la realización de 1 análisis anual, número que podrá aumentarse posteriormente en función de los resultados que se obtengan.
- Análisis foliares. Es también importante conocer la dinámica de los principales elementos en las plantas, en función del agua de riego utilizada y los tratamientos, como son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). La toma de muestras de hojas se realiza manualmente, previa a la recolección, y su periodicidad será anual, para cada cultivo ensayado.

#### 4.7.6. Recolección.

Al final del ciclo de cada especie, se plantea la recolección y se medirán los siguientes parámetros:

- Cosecha total y comercial. Se expresa como el número de plantas o kilos por unidad de superficie. Para su determinación se realiza una extracción de muestra de material vegetal de aproximadamente 2 x 2 m<sup>2</sup> de superficie, incluyendo parte aérea y radicular. Tras recoger las muestras y prepararlas adecuadamente, se procesarán mediante pesado. Se mide este parámetro en cada ciclo de cultivo.
- Uniformidad. Depende de diversos factores (altura de las plantas, densidad, etc.). Este parámetro estima la apariencia general de la plantación. Tiene una considerable carga subjetiva, por lo que su valoración será más bien por comparación entre los tres tipos de tratamiento del proyecto. Se evalúa este parámetro cada mes.

- Desarrollo. Se estima mediante la medición de creación de biomasa aérea. Se realiza mediante la medición de la altura de una superficie de 2 x 2 m<sup>2</sup> de plantas, con una frecuencia mensual.
- Estado fisiológico de las plantas. Se define como el estado de la vegetación, considerando los daños, causados por enfermedades, insectos, climatología, etc. Se determinará si se produce algún daño durante el tiempo que dure el proyecto, a efectos comparativos entre tratamientos. Esto no es medible por sí mismo, por lo que se relacionará con la evolución de otros parámetros.

#### 4.8. Diseño estadístico y control.

Se trata de una parcela con 10 unidades experimentales, por lo que además del carácter demostrativo y de apreciación inicial de comportamiento de los distintos tratamientos, se pueden realizar repeticiones para diseño estadístico.

El diseño experimental consistirá en 10 parcelas lisimétricas, que se pueden considerar distribuidas en cuadrado latino, donde se podrán ensayar tres tratamientos con 3 repeticiones cada uno y uno de ellos con 4 repeticiones.

Para 2023 y con un cultivo de habas en otoño-invierno y otro de melón en primavera-verano, se plantea un tratamiento de diferentes dosis de riego, divididas en dos bloques, 5 lisímetros al Norte con una dosis de riego determinada por sensores de humedad volumétrica, cálculos de la FAO y el propio drenaje de los lisímetros y otra al Sur determinada por riego tradicional con menos control.

Esto permitirá obtener datos sobre la lixiviación en función de las dosis de riego y evaluar la bondad de los dispositivos instalados. Dichos dispositivos serán los conocidos sensores de humedad volumétrica con transmisión de datos a ordenador y también se diseñará un mini-lisímetro casero con la intención de testar este sistema y ofrecerlo al agricultor si el resultado es viable.

#### 5. CALENDARIO

Se describen las actuaciones a realizar teniendo en cuenta dos ciclos de cultivo de invierno y primavera:

Fase del proyecto	Año	En	Fb	Mr	Ab	My	Jun	Jul	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc
<b>Actividad de divulgación</b>													
Informe inicial.	2023												
Informe anual de resultados.	2023												
Actividad demostración. Visita a parcela demostración agricultores y técnicos.	2023												
Actividad demostración. Jornada técnica	2023												
<b>Actividad de demostración</b>													
Obras (instalación cabezal, depósitos y sistema de riego)	2023												
Plantación: trasplante y preparación del terreno	2023												
Riegos, tratamientos, abonados	2023												
Control de lixiviados	2023												
Recolección y demás controles	2023												

