

Título de Proyecto: ACOPLAMIENTO DE CELDAS DE COMBUSTIBLE DE ÓXIDO SÓLIDO EN EL
SECTOR AGROALIMENTARIO

90844 - AGRO-SOFC

MEMORIA TECNICA

CONVOCATORIA SERA (ERA-NET Cofund)

Ayudas a Proyectos de I+D de Cooperación Tecnológica Europea

1	EMPRESA	3
2	PROYECTO	7
2.1	OBJETIVOS	7
2.2	DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	8
2.2.1	Estado del arte e innovación	8
2.2.2	Actividades del proyecto.....	10
2.2.3	Acuerdos con centros públicos de investigación o centros de innovación y tecnología.....	15
2.2.4	Acuerdos con otras empresas	15
3	IMPACTO DEL PROYECTO PARA LA EMPRESA.....	16
4	OTROS DATOS DE INTERES	18

Lista de Figuras y Tablas

Figura 1 – Cronograma del Proyecto AGRO-SOFC.....	14
Figura 2 – Calderas en invernaderos	18

1 EMPRESA

Inkoa es una ingeniería especializada en el sector agroalimentario que ofrece soluciones integrales y específicas respondiendo a las necesidades concretas del sector. Desde el inicio de su actividad, ya en el año 1991, Inkoa ha estado desarrollando soluciones tecnológicas para el sector agroalimentario, incorporando los desarrollos tecnológicos propios, lo que le permite disponer de una oferta altamente especializada.

La **misión** de Inkoa Sistemas es la siguiente:

Inkoa es una empresa de Ingeniería y Consultoría especializada en el Sector Agroalimentario, que tiene la misión de contribuir al desarrollo sostenible del mismo, satisfaciendo sus necesidades con soluciones integrales de tecnología avanzada.

Soluciones integrales: soluciones que integran: consultoría -estudios y proyectos-; ingeniería -diseño e integración de sistemas-; implantación y seguimiento.

Soluciones de tecnología avanzadas: soluciones de tecnología avanzada que incorporen la mejor tecnología disponible en cada proyecto.

Para su cumplimiento Inkoa cuenta con un equipo humano altamente cualificado y una estructura organizativa enfocada a mejorar de forma continua sus productos y servicios atendiendo a las necesidades concretas de los clientes y a los requerimientos del mercado.

El crecimiento sostenido durante los últimos años, así como una fuerte apuesta por la innovación y la internacionalización ha permitido conformar un equipo altamente cualificado que sitúa a Inkoa en una posición privilegiada para el desarrollo de soluciones integrales a nivel internacional. La estrategia de **innovación, internacionalización y diversificación** que ha mantenido desde sus inicios, ha permitido que Inkoa esté presente en 30 países, disponer de sucursales y oficinas de representación en 10 países desde Asia a Sudamérica.

La **innovación en productos y servicios** ha sido y es una pieza clave para la introducción de la actividad de Inkoa en nuevos mercados geográficos y nuevos sectores de actividad. Para el desarrollo e investigación de nuevos productos y servicios, se estableció en 1997 una Área de I+D+i, siendo su objetivo principal proporcionar **nuevas oportunidades de negocio e impulsar nuevas líneas de actividad** mediante la innovación de productos y servicios, siempre desde el punto de vista de la especialización en el sector y un alto grado de innovación como elementos base para los proyectos que se llevan a cabo.

Los sectores en los que Inkoa trabaja son el sector agrícola, alimentario, biotecnológico y medioambiental con la siguiente oferta: proyectos de ingeniería, monitorización y control de procesos, tecnologías agrarias y medioambientales, seguridad y trazabilidad alimentaria y soluciones integrales de ingeniería.

Dentro de las actividades internacionales cabe destacar la colaboración con entidades a nivel internacional para el desarrollo de tecnologías que permiten mantener una **gama de soluciones innovadoras de alto valor**. En este marco, Inkoa lleva desarrollando proyectos de I+D+i a nivel internacional desde hace 30 años, participando en los siguientes programas internacionales: **Programas Eureka, Eurostars e Iberoeka, Horizonte 2020, Programa Life-Medioambiente, CIP-Eco-innovation, Switch Asia/Africa, Programa PRIMA ...**

Actividades y productos de la empresa

El desarrollo de nuestras actividades se ha basado en la especialización y en el amplio conocimiento del sector agroalimentario y fuertemente orientada a la innovación. Mediante implantaciones concretas de su tecnología inicial, Inkoa ha desarrollado **tecnología propia** de monitorización y control de procesos para una **gama amplia de aplicaciones**. Los principales segmentos de actividad de Inkoa y la oferta dirigida a cada uno de ellos son los siguientes:

SECTOR AGRICOLA

La innovación y la mejora de la **calidad y la competitividad** en el Sector Agrícola es un objetivo prioritario para INKOA. Para ello, colaboramos con el Sector aportando la **tecnología y los servicios integrales** orientados a las necesidades de nuestros clientes.

Proyectos de Ingeniería

Proyectos de desarrollo rural
 Proyectos de infraestructura agraria
 Proyectos de transformación agrícola
 Proyectos de riego
 Asesoramiento agronómico

SECTOR GANADERO

Las exigencias del mercado en el Sector Ganadero hacen que las técnicas de producción vayan orientadas, cada vez más, a **garantizar la calidad y trazabilidad** del producto en toda la cadena de valor.

Proyectos de ingeniería y consultoría

Proyectos de ingeniería "Llave en mano" para **instalaciones ganaderas**
Monitorización y control ambiental de instalaciones

Seguridad y trazabilidad alimentaria

Sistemas de **identificación electrónica animal**
 Software de formulación de **alimentación y control lechero**
 Aplicaciones para la **gestión de trazabilidad** en explotaciones ganaderas

SECTOR ALIMENTARIO

La especialización de INKOA en esta área responde a las necesidades de proporcionar **valor añadido** a los productos y procesos productivos del sector alimentario, mediante la **incorporación de nuevas tecnologías** que garanticen la **calidad y seguridad de los productos** así como la **rentabilidad y sostenibilidad de los procesos**.

Proyectos de ingeniería

Proyectos de ingeniería para industrias alimentarias
 Diseño de **plantas de procesamiento** de alimentos
 Ingeniería y **automatización** de procesos

Seguridad y trazabilidad alimentaria

Plataformas web para la gestión de la **trazabilidad alimentaria**
Identificación electrónica de productos
 Software para la gestión de **sistemas HACCP**
Control y monitorización de procesos alimentarios
Aplicaciones móviles para la gestión de información en planta

SECTOR BIOTECNOLÓGICO

Las aplicaciones de la biotecnología en los diferentes aspectos de la actividad industrial proporcionan una herramienta fundamental para el **desarrollo sostenible del Sector Agroalimentario**.

Inkoa pone a disposición de las entidades de investigación soluciones que cumplen los altos requerimientos exigidos por la **investigación biotecnológica**, incorporando a sus sistemas **nuevas tecnologías** para el preciso control de las condiciones de seguridad necesarias en este Sector.

Invernaderos para investigación biotecnológica

Invernaderos para investigación biotecnológica con **diversos grados de confinamiento** de acuerdo a las normativas vigentes

Instalaciones para el control ambiental: fotoperiodo, humedad, temperatura.

Monitorización y control remoto de instalaciones y cultivos

Cámaras climáticas y fitotrones

Cámaras climáticas para **cultivo *in vitro***

Cámaras climáticas y fitotrones (visitables y no visitables)

Cámaras de **investigación biomédica**

Cámaras para la **investigación entomológica**

Salas blancas para laboratorios

Equipamiento integral para laboratorios

SECTOR DE MEDIOAMBIENTE Y ENERGIA

Garantizar la **producción sostenible** de las actividades agroindustriales, promoviendo la **minimización y reutilización de residuos y subproductos** y aprovechando los recursos renovables, es una necesidad cada vez mayor de las empresas agroalimentarias.

INKOA pone a disposición del Sector Agroalimentario un área de actuación medioambiental que complementa los proyectos productivos mediante una gestión sostenible de los procesos y de los recursos naturales.

Proyectos de ingeniería

Proyectos de **valorización energética de residuos**

Proyectos de desarrollo de **cultivos energéticos**

Proyectos para la **recuperación de zonas degradadas**

Estrategia de INKOA

El Plan Estratégico de Inkoa para los próximos años se caracteriza por representar un salto importante en términos cualitativos y cuantitativos y con un enfoque de consolidación de la actividad de la compañía. Se espera que suponga, mediante el desarrollo del Plan, una **consolidación de la actividad exportadora de la compañía**, apostar fuertemente **por la innovación y por el desarrollo tecnológico** de productos y servicios propios, como elementos diferenciadores que integrar en los proyectos integrales que permitan la consolidación de la posición de INKOA en sus mercados tradicionales y la introducción de su actividad en otros nuevos mercados señalados de interés a nivel internacional.

Estrategia de Innovación

Con respecto al **Plan de Innovación y Tecnología**, uno de los objetivos fundamentales de la estrategia de Inkoa de la compañía es el de disponer de **tecnología propia** para introducirse en el mercado agroalimentario como una empresa tecnológica de referencia y mantener el nivel tecnológico con la **innovación continua** de sus procesos y productos. Por lo tanto, el objetivo principal de este plan es:

***Investigar, innovar y desarrollar** productos y servicios, que basados en las tecnologías de la información y las comunicaciones y otras nuevas tecnologías, supongan un avance tanto cualitativo como cuantitativo al sector agroalimentario y permitan a Inkoa posicionarse como empresa tecnológica de referencia.*

Estrategia de Internacionalización

Las **actividades de internacionalización** de Inkoa comenzaron en el año 1995 con el desarrollo de proyectos de investigación y de ingeniería **a nivel europeo**. A partir de entonces, gran parte de las estrategias de la compañía van dirigidas a la internacionalización de sus productos y servicios, lo que ha llevado a una consolidación de la exportación de la compañía que actualmente se sitúa en cotas superiores al 80% de la facturación.

Durante la trayectoria empresarial de la compañía se han implantado más de 100 proyectos en más de 30 países de Asia, América, África y Europa. El posicionamiento estratégico de Inkoa a nivel internacional le ha permitido adquirir una gran flexibilidad en la adaptación a las exigencias tanto técnicas como socio-culturales de los clientes de nuestros proyectos en países con requerimientos de diversa índole. De esta forma, nuestros proyectos se adaptan a las necesidades concretas de nuestros clientes, allí donde estén.

Inkoa mantiene una colaboración permanente con los organismos de financiación multilateral. Se han desarrollado proyectos y asistencias técnicas para la Comisión Europea (Programas PHARE y ALA y LAL), Naciones Unidas (UNIDO/ONUDI) y Ministerio de Economía y Hacienda (FAD, FEV).

En este marco, la actual estrategia de la compañía lleva a posicionarse en otros organismos con los cuales se han realizado colaboraciones puntuales, como es el caso del BID, BAfD y BAsD principales, para reforzar su posicionamiento en África y en el Sudeste Asiático mediante el desarrollo de grandes proyectos de ingeniería.

El personal del área de I+D+I tiene amplia experiencia, tanto en la gestión como en el desarrollo de proyectos de cooperación y desarrollo tecnológico tanto en el **ámbito nacional como internacional**. Esto es debido a que han sido numerosos los proyectos de cooperación tecnológica que ha desarrollado la empresa, colaborando con Centros Tecnológicos, Universidades y otras entidades públicas y privadas, lo que le permite disponer de una contrastada experiencia en la coordinación y desarrollo tecnológico de proyectos para el sector agroalimentario.

Para la gestión de estos proyectos, el área de I+D+I de Inkoa se encuentra organizada en dos niveles; en el primer nivel se encuentran los **gerentes de proyectos**, que llevan la gestión integral de todos los desarrollos que se realizan en Inkoa, siendo asistidos en el desarrollo de los proyectos por los **investigadores** del laboratorio de electrónica e informática.

Los gerentes de proyectos conforman equipos multidisciplinares de veterinarios, ingenieros agrónomos, biólogos, tecnólogos de los alimentos, físicos,... y el laboratorio de electrónica e informática está integrado por ingenieros informáticos, ingenieros electrónicos y eléctricos, ingenieros industriales,... Todos los integrantes del área de I+D+I de Inkoa son formados en herramientas de gestión integral de proyectos, en calidad y gestión de la I+D+i y otras herramientas y formación necesaria para el desarrollo óptimo de sus tareas.

2 PROYECTO

2.1 OBJETIVOS

Aproximadamente un 50-60% de los costes operativos en la industria agraria se debe a las necesidades de energía y calor. En términos de emisiones de gases de efecto invernadero este sector supone más de un 10% del total de las emisiones generadas. El presente proyecto de investigación busca reducir un 10% el consumo de electricidad y combustible utilizando **celdas de combustible de óxido sólido (SOFC)** y herramientas de apoyo a la toma de decisión que permitan optimizar tanto su uso como una gestión integral más eficiente junto con otros vectores energéticos. La tecnología será probada como fuente de energía principal en 3 invernaderos con cultivo de tomate y alta demanda de energía para alimentar los diferentes sistemas, principalmente calefacción, aire acondicionado, luminarias, control de clima y sistema de fertirrigación.

El alcance que el proyecto AGRO-SOFC propone, consiste en un sistema SOFC en un invernadero con las conexiones correspondientes a los diferentes subprocesos existentes como pueden ser calefacción, aire acondicionado y sistemas de control de la climatización, sistemas de alumbrado, bombas de riego y fertirrigación. El sistema planteado supone en sí mismo un gran reto ya que debe permitir el cambio de carga entre los diferentes subprocesos mencionados para lo cual es necesario un sistema de control óptimo que permita un ajuste dinámico de acuerdo a las necesidades de la demanda.

AGRO-SOFC permitirá la validación de dicha tecnología en un entorno real para la generación combinada de electricidad y calor en el sector agro. La mejora de eficiencia del sistema no solo mejorará la productividad del sector sino que también contribuirá a expandir el uso de fuentes de energía renovables y a la reducción del coste de los alimentos, contribuyendo a mejorar la seguridad alimenticia así como la competitividad de las empresas del sector.

Los principales objetivos del proyecto son:

- Incrementar la eficiencia energética mediante la integración de la tecnología SOFC como alternativa más eficiente, descentralizada, flexible e integral para su uso en el sector de la agroindustria
- Reducir el suministro energético y de calefacción en los pilotos (~10%)
- Reducir las emisiones de CO₂ generadas
- Analizar la flexibilidad de carga energética de los diferentes subsistemas dentro del sector agrario
- Aligerar y asegurar el sistema energético

Los principales objetivos estratégicos son:

- Crear una hoja de ruta para usar la tecnología SOFC dentro del sector agrario
- Reducir los costes de producción del sector agrario con el objetivo de hacerlo más competitivo.
- Aumentar la competitividad de los pequeños productores a través del desarrollo de tecnologías más eficientes y de bajo coste

Inkoa, representa dentro del proyecto, el integrador final de esta tecnología en los proyectos de diseño y desarrollo de invernaderos, y es clave dentro del proyecto siendo sus principales objetivos técnicos:

- Analizar las posibilidades de integración de la celda de combustible a través del análisis de los patrones de consumo y generación
- Desarrollar una herramienta de monitorización y control de la celda que permita monitorizar su funcionamiento y optimizar su uso de acuerdo a las necesidades del cultivo

- Desarrollar una herramienta de gestión de la energía que permita optimizar la operación de los diferentes vectores energéticos considerando aspectos como: el coste de la energía, el coste de producción, la degradación de la pila o el impacto medioambiental, entre otros.
- Validación de las soluciones en condiciones reales de uso en invernaderos
- Analizar las posibilidades de implantación futura en el sector de la agroindustria

El papel principal de Inkoa en el proyecto es la de analizar el sector de la agro-industria como potencial usuario de celdas de combustible SOFC así como dotar al mismo de herramientas de toma de decisión para la optimización de su gestión y operación. Por tanto, los principales resultados esperados de su participación en el proyecto son:

- R1 Análisis de la potencialidad de las celdas de combustible SOFC en entornos de producción reales.
- R2 Herramienta de monitorización del comportamiento y uso de la celda de combustible SOFC
- R3 Herramienta de monitorización y optimización de recursos energéticos en invernaderos

2.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA

2.2.1 Estado del arte e innovación

AGRO-SOFC propone la aplicación de pilas de combustible de óxido sólido (SOFC) en el sector agrícola. Estas pilas SOFC son capaces de convertir la energía química del combustible en energía eléctrica, lo que incrementará la resiliencia y el uso de fuentes de energía renovables. Habitualmente, su eficiencia es superior a la de otros motores térmicos ya que no están limitadas por el ciclo de Carnot. Operan de manera segura y pueden ser usadas como generador de emergencia en caso de fallo energético.

Se ha demostrado que las SOFCs son altamente eficientes tanto con carga parcial como total, y aptas para ser usadas de manera aislada, lo que las hace especialmente adecuadas para el acoplamiento sectorial. Además, pueden ser cambiadas a modo SOEC (Solid oxide electrolyzer cell - celdas electrolíticas de óxido sólido) en pocos minutos lo que significa que en caso de una demanda muy baja de energía y un exceso de electricidad, el sistema SOFC puede operar en modo reversible, es decir, usando agua y CO₂ para producir combustibles almacenables como hidrógeno, gas de síntesis y metano. En comparación con las SOFCs, las pilas de combustible de baja temperatura requieren hidrógeno puro y metales nobles (platino) como catalizadores para operar, mientras que las SOFCs operan con catalizadores baratos (níquel) y ofrecen gran flexibilidad en cuanto al combustible que se puede usar, desde hidrógeno a una amplia variedad de combustibles carbonosos como metano (biogás) o productos derivados del petróleo como el queroseno o el diésel. El calor residual de alta calidad que produce el sistema (400-800°C) puede ser aprovechado para calefacción o para motores térmicos adicionales.

Desde el punto de vista del **análisis del estado del arte de la tecnología SOFC y el conocimiento previo de los socios del proyecto sobre esta tecnología**, hay que destacar que actualmente, la tecnología SOFC solo se ha probado a escala de laboratorio en condiciones ideales. AGRO-SOFC tiene como objetivo pasar de la escala de laboratorio a la escala de campo y garantizar el funcionamiento seguro de la celda SOFC en condiciones reales con una elección óptima de los parámetros operativos. El consorcio cuenta con los antecedentes y experiencia de los socios austriacos¹²³⁴⁵ que **ya han desarrollado investigaciones previas con esta tecnología. Se trata de investigaciones**

¹ www.4wardenergy.at, Hybrid Grids DEMO – Demonstration of a smart vconnection of urban electricity, natural gas and district heating networks to become a functional power storage, <http://www.4wardenergy.at/en/references/hybrid-grids-demo/>

² Nacht, T., Puchegger, M., Nijtm, A., 2017. Bewertung und Umsetzung einer smarten Verknüpfung eines urbanen Strom- & Fernwärmenetzes zu einem funktionalen Stromspeicher. e-nova, 23.11 – 24.11.2017, Pinkafeld, Austria.

³ www.smartcities.at, LOADSHIFT Oberwart, <https://www.smartcities.at/city-projects/smart-cities-en-us/loadshift-oberwart-en-us/>

previas en el ámbito del laboratorio o en entornos que no tienen ninguna relación con la producción en invernaderos. Está liderado por el centro de investigación **4ward Energy Research GmbH (4ER)** que dispone de un alto nivel de experiencia en el campo de la ingeniería, industria y tecnologías energéticas. El **Instituto de Ingeniería Térmica, perteneciente a la Universidad de Tecnología de Graz (IWT)** representa el principal soporte tecnológico gracias a sus muchos años de experiencia con la tecnología SOFC, espectroscopía de impedancia y estrategias de regeneración. Sus proyectos más recientes en el área temática del proyecto AGRO-SOFC son:

- Estrategia de regeneración para Celdas de Combustible de Óxido Sólido. Resox (FFG, Nr. 841154)
- ReFoxEnergie (Zukunftsfonds Steiermark,) Celda reversible de óxido sólido para conversión y almacenamiento electroquímico
- SOFC-SALT (FFG, Nr. 853626) Este proyecto se basa en el desarrollo y la optimización de herramientas de simulación, instrumentación y sistemas de prueba, que pueden determinar factores de aceleración para varios modos de fallo en modo operación SOFC estacionario
- ASYSII (FFG, Nr. 845334) El objetivo de este proyecto es la investigación de los procesos y mecanismos de degradación que ocurren durante la operación con un combustible a base de hidrocarburos. El objetivo principal de ASYSII es extender la vida útil de los sistemas SOFC basados en hidrocarburos.
- SOFCool (FFG 841154). Desarrollo de una planta de SOFC CCHP multi-combustible para operaciones con fuentes de energía renovables.
- AURORA (FFG 841154) Sistema de propulsión de células de óxido sólido reversible auto-sostenible (SOFC / SOEC) para un planeador de lanzamiento automático
- BIO-CCHP: biomasa avanzada CCHP basada en gasificación, SOFC y máquinas de enfriamiento

VTU Energy GmbH (VTU) ha simulado la tecnología SOFC como una planta de energía controlable en EBSILON Professional. Los resultados de la simulación demuestran la idoneidad de la tecnología SOFC para una variedad de aplicaciones, como la carga base, la carga máxima y control de potencia en el funcionamiento en red de distribución.

El consorcio español, **Inkoa Sistemas** y **DeustoTech** como entidad subcontratada, aportan principalmente conocimiento en el sector para la implementación del sistema en una planta de demostración real, así como técnicas avanzadas de modelado y de optimización de procesos basadas en inteligencia artificial⁶⁷, modelos de predicción de la demanda de energía^{69,10} y herramientas de monitorización, ya probadas y demostradas en proyectos previos (ENERGOS, IMPONET, NEMO&CODE, BIOTRANS, Waste4Think). Así, AGRO-SOFC supone una oportunidad para la

⁴ Kollmann, A., et al., 2015. LoadShift: Lastverschiebung in Haushalt, Industrie, Gewerbe und kommunaler Infrastruktur – Potenzialanalyse für Smart Grids. Final report for the research project "Loadshift". https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/e2050_pdf/reports/endbericht_201507e_loadshift_industrie.pdf

⁵ www.4wardenergy.at, LoadshiftARA: Load shift in wastewater treatment – Municipal wastewater treatment plants as part of smart energy systems. <http://www.4wardenergy.at/en/references/loadshiftara/>

⁶ 6 Gorka Sorrosal Yarritu, Cruz Enrique Borges Hernández, Cristina Martín Andonegui, Ana María Macarulla Arenaza, Ainhoa Alonso Vicario. (2017) "Artificial Neural Network Modelling of the Bioethanol-To-Olefins Process on a HZSM-5 Catalyst Treated with Alkali" In Applied Soft Computing. DOI: 10.1016/j.asoc.2017.05.006.

⁷ 7 Gorka Sorrosal Yarritu, Cruz Enrique Borges Hernández, Martin Holeña, Ana María Macarulla Arenaza, Cristina Martín Andonegui, Ainhoa Alonso Vicario. "Evolutionary Dynamic Optimization of Control Trajectories for the Catalytic Transformation of the Bioethanol-To-Olefins Process using Neural Networks" In . DOI: 10.1145/2908961.2909056.

⁸ 8 Tony Castillo Calzadilla, Ana María Macarulla Arenaza, Oihane Kamara Esteban, Cruz Enrique Borges Hernández. (2018) "Analysis and Assessment of an Off-Shore Services Building through the use of a DC Photovoltaic Microgrid" In Sustainable Cities and Societies. DOI: 10.1016/j.scs.2018.01.010.

⁹ 9 Cruz Enrique Borges Hernández, Oihane Kamara Esteban, Ander Pijoan Lamas, Yoseba K. Peña Landaburu. "Multi-Agent GIS System for Improved Spatial Load Forecasting (Demonstration)"

¹⁰ 10 Cruz Enrique Borges Hernández, Yoseba K. Peña Landaburu, Iván Fernández Andrés. (2013) "Evaluating combined load forecasting in large power systems and smart grids" In IEEE Transactions on Industrial Informatics. vol. 9. p. 1570-1577 . DOI: 10.1109/TII.2012.2219063.

validación de estas metodologías innovadoras de modelado y control avanzado en el campo de las pilas de combustible y en particular, de aplicación en el sector de la agroindustria.

2.2.2 Actividades del proyecto

El proyecto está dividido en 4 paquetes de trabajo, en todos ellos se desarrollarán actividades de investigación y desarrollo, además de tareas relacionadas con la validación y optimización de la tecnología. El planning original de la propuesta Eranet, estaba formado por 7 paquetes de trabajo, pero 3 de ellos no se incluyen en la presente descripción de actividades, ya que o bien no incluyen actividades de investigación o desarrollo, o bien Inkoa no tiene actividad ni presupuesto. Los paquetes de trabajo no considerados en la presente solicitud, son el de gestión y explotación de resultados, que no incluyen actividades de investigación y desarrollo, así como el paquete de trabajo de adaptación de la tecnología SOFC al entorno agro-industrial, que es desarrollado por completo por el consorcio austriaco.

Respecto a la solicitud preliminar nacional, no se incluye en esta solicitud el paquete de trabajo de gestión. El resto de paquetes de trabajo son los mismos que en la solicitud preliminar, con la única diferencia de que esta vez los PTs se han numerado de forma secuencial. La numeración de los entregables se ha mantenido respecto a la propuesta nacional preliminar.

Dentro de los 4 paquetes de trabajo que forman parte de la presente solicitud, se realizarán además actividades técnicas de gestión, comunes en todos ellos. **Las actividades de gestión técnica que desarrollara Inkoa son las siguientes:**

- Cumplimiento del Plan del Proyecto desde el punto de vista técnico y tecnológico, proporcionando una gestión y coordinación efectiva de cada uno de los paquetes de trabajo de los que es responsable, para asegurar que todo el trabajo cumpla con los requisitos funcionales y demanda del mercado.
- Elaborar los entregables de los que es responsable en el proyecto.
- Asistir a las reuniones de lanzamiento, seguimiento y final del proyecto.
- Informes de progreso para la agencia que gestiona la EraNet Reg-Sys.
- Justificación técnica y económica anual para el CDTI.

A continuación se describen los paquetes de trabajo y las actividades en los que Inkoa participa y tiene presupuesto en la propuesta. El consorcio internacional está formado por 4 empresas austriacas, responsables principalmente del desarrollo de la tecnología SOFC, y por Inkoa Sistemas, como usuario final de la tecnología y responsable de la planta piloto para validación de resultados así como diseño y desarrollo de herramientas de SW para controlar la pila de combustible y optimizar los consumos energéticos del invernadero.

Denominación	PT1-Necesidades de los usuario y especificaciones del sistema		
Fecha inicio	15/02/2020	Fecha fin	30/09/2020
<p>El objetivo de este PT es determinar las necesidades del usuario y los requisitos funcionales y técnicos tanto de la celda de combustible como de las herramientas para su monitorización y control. Se establecerán todos los requisitos y necesidades del usuario final, para posteriormente definir los requisitos generales del sistema y de los subsistemas que componen la solución AGRO-SOFC. Se elaborará también una tabla con las métricas de validación y los Test que permitirán determinar si la solución final cumple con los requisitos establecidos.</p> <p>T1.1 Análisis de los procesos Agro-industriales. Se analizarán los diferentes procesos y subprocesos con el objetivo de determinar aquellos con flexibilidad suficiente que permitan cambios eléctricos o térmicos. Inkoa determinará sus patrones de consumo utilizando técnicas de Inteligencia artificial (IA) para el modelado. En paralelo y en base al conocimiento de Inkoa y datos de la literatura se analizarán otros procesos agroindustriales con el fin de analizar la posibilidad de aplicar la tecnología en otros sectores de la agroindustria.</p> <p>T1.2. Análisis para la integración de la tecnología SOFC en entorno agro-industrial. El objetivo de esta tarea es analizar los cambios de carga sobre la pila y estudiar su viabilidad técnica y económica. Inkoa deberá aportar</p>			

todo el conocimiento relacionado con el funcionamiento del sistema de calefacción de los invernaderos, aportando una lista de requisitos y necesidades, para después elaborar la lista de requisitos del sistema y definir los Test para la validación en las pruebas finales.

T1.3 Diseño de herramientas de control y monitorización. El objetivo de esta tarea es diseñar dos herramientas: 1) una herramienta de monitorización del funcionamiento de la pila en tiempo real y 2) una herramienta de gestión de la energía en el invernadero. Para ambos casos se analizarán los requisitos funcionales y técnicos, se definirán las variables y los Indicadores de rendimiento más importantes para su visualización y seguimiento, y se diseñarán las correspondientes interfaces de usuario. Asimismo se desarrollará utilizando métodos basados en IA un modelo de control que permita optimizar el sistema energético del invernadero considerando aspectos como: el coste de la energía, el coste de la cosecha, la degradación de la pila o el impacto medioambiental.

E2.1. Documento de necesidades (RSG), Informe, 30/09/20. Inkoa desarrollara la parte relacionada con el análisis y requisitos del usuario final, requisitos generales de la solución así como lista de pruebas para la validación de la solución.

E2.2. Documentación técnica de las herramientas SW (4ER), Informe, 30/09/20. Inkoa aportara en este entregable el diseño de las herramientas diseñadas en la tarea T1.3.

Denominación	PT2-Herramientas de monitorización y control		
Fecha inicio	01/09/2020	Fecha fin	30/11/2022
<p>El objetivo de este paquete es diseñar y desarrollar dos herramientas de monitorización y control para el funcionamiento óptimo del invernadero. Se diseñara y desarrollara una herramienta que permitirá controlar el funcionamiento de la celda de combustible así como su integración en el sistema de control de clima del invernadero. Este paquete de trabajo también incluye la programación de la herramienta de optimización de consumos Energéticos diseñada en el paquete de trabajo 1.</p> <p>T2.1.SW para el control y monitorización de SOFC. Se trata de una herramienta de monitorización y control del funcionamiento de la pila en tiempo real que permitirá la optimización de su uso teniendo en cuenta las necesidades del cultivo. Integración con los autómatas de control de clima, cultivo y riego de la instalación. Inkoa realizara todas las tareas relacionadas con la definición de los diagramas de clases, casos de uso, interfaces de usuario de la herramienta, así como la propia programación e integración de la misma en el sistema de control del invernadero.</p> <p>T2.2. Modelo simulación SOFC. En esta Tarea Inkoa no tiene actividad en esta tarea.</p> <p>T2.3. Desarrollo de SW para la monitorización y optimización de recursos energéticos. Esta herramienta permitirá optimizar la gestión de todos los recursos energéticos del invernadero considerando aspectos como: el coste de la energía, el coste de la cosecha, la degradación de la pila o el impacto medioambiental. Las tareas que desarrollara Inkoa serán de programación de la lógica de la herramienta, implementación de interfaces de usuario, e integración con la base de datos del sistema de control del invernadero para alimentar la herramienta.</p> <p>E4.1. SW de monitorización y control de la celda (Inkoa), Software, 30/11/22</p> <p>E4.2.Herramienta de gestión de energía (Inkoa),Software, 30/11/22</p> <p>Inkoa será el responsable de la elaboración de ambos entregables.</p>			

Denominación	PT3-Construcción, puesta en servicio y monitorización de la planta piloto en el invernadero		
Fecha inicio	01/12/2020	Fecha fin	30/11/2022
Denominación	Construcción, puesta en servicio y monitorización de la planta piloto en el invernadero		

El objetivo es integrar las celdas de combustible y las herramientas de SW en los pilotos. Inkoa participará en este PT liderando el proceso de integración desde el punto de vista de la integración física de la celda de combustible en la instalación así como la configuración de las herramientas de software para su uso en los 3 invernaderos. Las actividades incluyen tareas de ingeniería, electrónica y electricidad para integrar la celda en el sistema de calefacción del invernadero.

T3.1-Planning detallado. Inkoa desarrollará junto con el resto de los socios un planning para la integración de la solución en las instalaciones donde se desarrollarán los pilotos. Se fijarán las fechas de instalación, ubicación de las celdas, modo de integración con cada uno de los sistemas, conexión con los tanques de fuel, etc.

T3.2-Construcción. Inkoa se encargará de la instalación de las celdas en la ubicación correspondiente en las instalaciones del invernadero. El trabajo a realizar será principalmente la adaptación de las instalaciones para alojar las celdas, conexión con los tanques de fuel, conexiones de la celda con los diferentes sistemas de calefacción, luminarias, electroválvulas, etc.

T3.3-Integración final de componentes. Se realizará la integración de las herramientas de SW con el sistema de control y monitorización de clima y riego del invernadero, así como con la propia celda de combustible.

T3.4-Monitorización y extensión. Inkoa colaborará con el resto de socios en la monitorización de los resultados del funcionamiento de la celda y de las herramientas de SW. El objetivo es que el invernadero mantenga la regulación del clima, del cultivo y el riego operando con las celdas como fuente de energía para `principalmente el sistema de calefacción.


T3.5. Validación del modelo de simulación SOFC. En esta Tarea Inkoa no participa.

E5.1. Informe de construcción y puesta en marcha (Inkoa), Demonstrador 30/11/22. Inkoa es responsable de este entregable.

E5.2. Informe de pruebas finales (Inkoa) Informe, 30/11/22. Informe de resultados finales y optimización de la tecnología.

E5.3. Validación del modelo de simulación SOFC (VTU) Informe, 31/08/22. En este entregable Inkoa no participa.

Denominación		PT4-Evaluación y optimización de resultados.	
Fecha inicio	15/02/2020	Fecha fin	30/11/2022
<p>Este PT supone la consolidación y preparación de todos los resultados, organización, análisis y evaluación de todos los hallazgos, derivación de recomendaciones y conclusiones y evaluación ambiental en base a las emisiones CO₂ y el cálculo de la huella de carbono.</p> <p>T4.1. Compilación de resultados. Todos los resultados, informes de evaluación, comentarios, experiencias de todos los actores involucrados (consorcio, expertos externos, productores agrícolas, etc.) se resumen y preparan para su análisis y posterior procesamiento. Inkoa será el responsable de recopilar toda la información relacionada con los productores. Principalmente se debe gestionar información relacionada con la capacidad de la celda de combustible para mantener las condiciones de Temperatura en el invernadero y el estado del cultivo.</p> <p>T4.2. Evaluación final. Se evaluará el cumplimiento de todos los requisitos del sistema establecidos en el paquete de trabajo número 1. Para ello, se revisará el resultado de todos los test asociados a cada uno de los requisitos o especificaciones del sistema/Subsistemas.</p> <p>T4.3. Recomendaciones y conclusiones finales. Una vez revisado el cumplimiento de los requisitos, se establecerán una serie de recomendaciones o guías para aplicar la tecnología desarrollada en invernaderos y su posible aplicación a otros subsectores del sector Agro. Informe final de impacto de la tecnología en el sector.</p> <p>E6.1. Conclusiones y recomendaciones (4ER), Informe, 30/11/22.</p>			

 Inkoa <small>SOLUCIONES AGROALIMENTARIAS</small> <small>Consultoría • Ingeniería • Implantación</small>	AGRO-SOFC	90844 - AGRO-SOFC
	Acoplamiento de celdas de combustible de óxido sólido en el sector Agroalimentario	

El cronograma del proyecto y la lista de entregables es el siguiente:

	AGRO-SOFC	90844 - AGRO-SOFC
	Acoplamiento de celdas de combustible de óxido sólido en el sector Agroalimentario	

Acoplamiento de celdas de combustible de óxido sólido en el sector Agroalimentario AGRO-SOFC		17/02/2020	mar.-20	abr.-20	may.-20	jun.-20	jul.-20	ago.-20	sep.-20	oct.-20	nov.-20	dic.-20	ene.-21	feb.-21	mar.-21	abr.-21	may.-21	jun.-21	jul.-21	ago.-21	sep.-21	oct.-21	nov.-21	dic.-21	ene.-22	feb.-22	mar.-22	abr.-22	may.-22	jun.-22	jul.-22	ago.-22	sep.-22	oct.-22	nov.-22	
PT1	Necesidades de los usuario y especificaciones del sistema																																			
	1.1 Análisis de procesos Agro-industriales																																			
	1.2 Análisis para la integración de la tecnología SOFC en entorno agro-industrial.								D2.1																											
	1.3 Diseño de herramientas de control y monitorización								D2.2																											
PT2	Herramientas de monitorización y control																																			
	2.1 SW para el control y monitorización de las celdas de combustible																	D4.1																		
	2.2 Modelo de simulacion SOFC																																			
	2.3 Desarrollo de SW para la monitorización y optimización de consumos energéticos																																			D4.2
PT3	Construcción, puesta en servicio y monitorización de la planta piloto en el invernadero																																			
	3.1 Planning detallado																																			
	3.2 Construcción																																			
	3.3 Integración final de componentes																	D5.1																		
	3.4 Monitorización y extensión																																			D5.2
	3.5 Validación del modelo de simulación SOFC																																		D5.3	
PT4	Evaluación y optimización de resultados																																			
	4.1 Compilación de resultados																																			
	4.2 Evaluación final																																			
	4.3 Recomendaciones y conclusiones finales																																			E6.1
E2.1. Documento de necesidades																																				
E2.2. Documentación técnica de las herramientas SW																																				
E4.1. SW de monitorización y control de la celda																																				
E4.2.Herramienta de gestión de energía																																				
E5.1. Informe de construcción y puesta en marcha																																				
E5.2. Informe de pruebas finales																																				
E5.3. Validación del modelo de simulación SOFC																																				
E6.1. Conclusiones y recomendaciones																																				

Figura 1 – Cronograma del Proyecto AGRO-SOFC

2.2.3 Acuerdos con centros públicos de investigación o centros de innovación y tecnología

Para el desarrollo de las actividades relacionadas con el control y monitorización de la celda de combustibles y los modelos de consumo energético del invernadero, Inkoa Sistemas subcontratará al centro tecnológico DeustoTech, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto. La Unidad Energy & Environment de DeustoTech, alineada con la estrategia Europea H2020 en materia de energía y cambio climático, tiene como objetivo la búsqueda de soluciones basadas en tecnologías TICs que permitan avanzar hacia ciudades y entornos más eficientes y sostenibles, principalmente en dos áreas sectoriales:

1. La economía circular y el uso sostenible de los recursos a través de actividades innovadoras para el desarrollo de estrategias de optimización de la cadena de valor en ámbitos tan diversos como la construcción, la alimentación, o la gestión de los residuos urbanos, así como el ciclo integral del agua
2. La eficiencia energética con proyectos de investigación e innovación para la integración de distintas fuentes de energía, la monitorización y gestión dinámica de los consumos, y la generación de herramientas que apoyen la optimización, concienciación y la democratización energética

2.2.4 Acuerdos con otras empresas

Para el desarrollo del proyecto Inkoa contará además con la colaboración de la Cooperativa Garaia que será subcontratada en el marco del paquete de trabajo número 3. La cooperativa Garaia es una asociación de productores Agrícolas que está ubicada en Munguía (Bizkaia). Entre otras, una de las actividades principales de sus socios es el cultivo de tomate, pimiento y planta ornamental en diferentes invernaderos repartidos en toda la provincia de Bizkaia. Todos los invernaderos de sus socios reúnen las características necesarias para poder ser escenarios de las pruebas piloto del proyecto, ya que disponen de sistema de calefacción y aire acondicionado, sistema de luminarias, control de clima y riego y bombas de fertirrigación. En algunos casos, los invernaderos han sido montados y automatizados por Inkoa, de manera que será una de estas instalaciones la que se seleccionará para el desarrollo de los pilotos.

3 IMPACTO DEL PROYECTO PARA LA EMPRESA

La agricultura en invernadero realizada bajo estrictas medidas de control de clima y cultivo, presenta claras oportunidades relacionadas con el consumo de energía y los impactos medioambientales asociados. Se deben garantizar niveles de iluminación suficiente y de dióxido de carbono (CO₂) para mantener una fotosíntesis saludable para el crecimiento de las plantas, manteniendo al mismo tiempo condiciones climáticas óptimas. Es necesario además una ventilación adecuada lo que genera variaciones de temperatura y humedad que es necesario contrarrestar con sistemas de calefacción y aire acondicionado. Todos estos sistemas requieren de grandes cantidades de energía para funcionar.

Una de las principales actividades de Inkoa es el desarrollo de proyectos de Ingeniería para el diseño, montaje y puesta en marcha de invernaderos. Dentro de estos procesos, Inkoa se encarga de la selección, configuración y puesta en marcha de todos los equipos de calefacción, luminarias, bombas de riego, aire acondicionado, sensores y resto de sensores y sistemas que conforman el control del clima y el cultivo para optimizar y rentabilizar la producción de nuestros clientes. Los costes de la energía eléctrica para alimentar los sistemas anteriormente descritos suponen aproximadamente el 50-60% de los costes de producción para nuestros clientes. La fuente de energía en un % muy alto de las instalaciones es la propia red eléctrica o bien tanques de fuel (Gasoil principalmente) para alimentar los sistemas antes descritos. Por dar un dato representativo, solamente en calefacción un invernadero de 2.000 m² en la costa norte española, con un clima templado, donde los inviernos no son excesivamente fríos, consume aproximadamente 10.000 litros de Gasoil al año.

El coste de la energía es por lo tanto, un factor crítico en la rentabilidad de un invernadero. Es determinante en los costos totales de producción, y por ese motivo es muy importante tratar de implementar métodos y recomendaciones para minimizar los costos energéticos. En este sentido además de utilizar fuentes de energía más eficientes y con menos coste que las usadas actualmente, es muy importante disponer de herramientas que permitan monitorizar el consumo de la instalación y metodologías que permitan reducir los costes. De esta forma, ofrecer a los clientes de Inkoa una herramienta Software para evaluar los consumos y conocer que procesos pueden ser modificados para reducir el consumo de Energía y los costes de producción tendría gran aceptación en el sector. El objetivo es que esta herramienta de SW para el ahorro energético se pueda explotar de manera paralela a las celdas de combustible, para generar de esta manera ahorros económicos importantes para la explotación.

Para Inkoa, el desarrollo del proyecto y la posterior transformación del prototipo desarrollado en una solución que se pueda comercializar se traducirán en un importante aumento del número de clientes al poder ofertar en sus proyectos, una importante reducción de los costes de producción. Frente a los sistemas tradicionales, Inkoa presentaría a los clientes una solución innovadora y de fácil instalación, que no requiere de la creación de complejas infraestructuras en los invernaderos. El atractivo para los clientes es evidente, al tratarse de un sector muy competitivo donde los costes de producción en muchas ocasiones son los que condicionan la viabilidad del negocio así como la calidad del producto final. Se espera que con el desarrollo de la tecnología planteada en el proyecto, los costes de la energía pasen a representar alrededor de un 40-50% sobre los costes totales de producción, es decir, **un ahorro de aproximadamente el 10%.**

INKOA cuenta con más de 500Ha de invernaderos de plástico, policarbonato y cristal instalados en todo el mundo. Esta presencia internacional, con invernaderos diseñados y desarrollados por Inkoa en el continente Europeo, Asiático, Sudamericano y Africano (<http://www.inkoa.com/index.php/es/localizacion-de-proyectos.html>), puede ayudar de manera importante a la promoción del uso de la tecnología SOFC en el mercado internacional. La diferenciación frente a la competencia en un aspecto tan importante como son los costes de producción asociados a los sistemas de calefacción, aire acondicionado e iluminación, va a permitir a Inkoa aumentar la cartera de proyectos y aumentar la valoración en las diferentes ofertas que presenta para el desarrollo de invernaderos.

El principal mercado objetivo de AGRO- SOFC es el sector del cultivo en invernadero. En su primera etapa, se enfocará a **cultivo en invernadero de productos de alto valor añadido en Europa**, pero se abordarán otros subsectores dentro del sector Agroalimentario en el futuro tanto a nivel Europeo como internacional. **La producción de cultivos en invernadero está representada por 489.214 hectáreas de invernaderos distribuidos en todos los continentes.** Ha

habido un aumento mundial anual de la producción de cultivos en invernadero del 2% desde 2011. En Europa, el mercado potencial está representado por **145,000 ha para vegetales (Eurostats 2017)**. Se diferencian en el mercado tres diferentes perfiles de productores o potenciales clientes, dentro de esas 145.000 hectáreas de invernaderos en Europa:

- **Invernaderos de baja tecnología (LTG).** El coste de inversión es inferior a 30-35 € / m². Este tipo de invernadero tiene una estructura muy simple, cubierta de plástico, y sin infraestructura tecnológica para el control de clima y riego. **No representan un potencial cliente al no disponer de capacidad de inversión ni disponer de sistemas que requieran una inversión importante para alimentarlos de energía.**
- **Invernaderos de tecnología media (MTG).** El coste de la inversión oscila entre 35 y 125 € / m². Utilizan estructura de metal y plástico y el vidrio como materiales de recubrimiento. El medio interno está relativamente aislado del externo y el grado de integración de la tecnología es bastante elevado con la mayor parte de los procesos automatizados parcial o totalmente.
- **Invernaderos de alta tecnología (HTG).** La inversión es superior a 125 € / m² y puede alcanzar los 250 € / m². Este tipo de invernadero se construye generalmente con la estructura de soporte de hierro galvanizado y vidrio como material de recubrimiento. Tienen un sofisticado sistema de climatización y el sistema de fertirrigación está totalmente automatizado mediante PLCs de alta fiabilidad.

Los principales grupos objetivo para la explotación futura de la tecnología SOFC son el segundo y el tercer grupo. Se trabajara en aquellas instalaciones con alta o media integración tecnológica, donde los recursos de los productores son suficientes para afrontar la inversión requerida y además ya disponen de sistemas de control y automatización de clima, riego e iluminación. Estos dos grupos representan aproximadamente el 75% de las 145.500 hectáreas mencionadas anteriormente. **Partiríamos por lo tanto de un total de 108.750 hectáreas de mercado potencial en Europa. De media cada productor, dispone aproximadamente de 1.5 hectáreas de invernaderos**, de manera que el número de clientes potenciales para la tecnología AGRO-SOFC seria aproximadamente de **72.500 productores en Europa**.

Respecto a la creación de empleo, durante el desarrollo del propio proyecto, se espera incorporar a 2 personas para participar en el desarrollo de las herramientas de SW que permitirán el control de la celda de combustibles y optimización de los recursos energéticos del propio invernadero.

Inkoa espera plasmar en el plan de explotación final del proyecto, un acuerdo con el resto de los socios del proyecto que le permita comercializar la solución para todos sus clientes, posicionándose como primera empresa de Ingeniería que desarrolla proyectos de diseño y montaje de invernaderos, donde la energía para alimentar los diferentes sistemas proviene de tecnología SOFC (Solid Oxide Fuel Cells).

En cuanto a la gestión de la propiedad intelectual, en el acuerdo de consorcio firmado con el resto de miembros del consorcio, está especificado que durante el proyecto se seguirán los principios basados fijados en la guía **"Guide to Intellectual Property Rules for H2020 projects"**. A la finalización del proyecto, Inkoa registrara la propiedad intelectual de las herramientas de SW desarrolladas. Además, dado que el conocimiento para el desarrollo de la tecnología SOFC y el propio prototipo de la pila pertenecen al consorcio austriaco, Inkoa trabajara en establecer un acuerdo con los socios austriacos para poder compartir la licencia de uso de la tecnología en los invernaderos que se desarrollen una vez finalizado el proyecto y evaluada la respuesta de la tecnología.

4 OTROS DATOS DE INTERES

Para el desarrollo del proyecto se utilizara como entorno de pruebas una instalación de 3 invernaderos de cristal pertenecientes a la Cooperativa Garaia y ubicados en Lezama, en la provincia de Bizkaia. El compromiso de Garaia con el desarrollo de estas pruebas piloto está acreditado a través de la subcontratación de esta entidad por parte de Inkoa para la realización de dichas pruebas. Se trata de invernaderos de aproximadamente 3.000 m² cada uno de ellos y que disponen de una estación meteorológica externa común para los 3 invernaderos, así como sensores de clima y cultivo dentro del invernadero. Se trata de invernaderos que tienen el control del clima y la fertirrigación totalmente automatizado. Las características del sistema de control de clima y de fertirrigación se pueden ver en la figura que aparece al final de esta sección. Tanto el sistema de calefacción como el resto de sistemas que están listados, tendrán relación directa con las actividades del proyecto. En el caso del sistema de calefacción, el objetivo es tratar de **regular la temperatura de una sección del invernadero con la celda de combustible desarrollada en el proyecto, sin necesidad de utilizar la caldera actual**. Se regulara y optimizara el consumo energético de todos los sistemas mediante el diseño y desarrollo de un modelo que simula el funcionamiento de dichos sistemas.

Las características de los sistemas de calefacción con el que vamos a trabajar en el invernadero, son las siguientes:

- 1 Tanque de combustible de GasOil (15,000 litros)
- 2 calderas con una potencia de 750 KW (x 2).
- Solo una de las calderas funciona simultáneamente (BackUp)
- Sistema de calefacción activado entre los meses de Noviembre y Abril
- 50.000 litros de combustible / año para el sistema de calefacción de los tres invernaderos.



Figura 2 – Calderas en invernaderos

INFORMACION GENERAL

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 1. Localización: | Lezama (Bizkaia) |
| 2. Superficie Total: | 5.000 m ² |
| 3. Numero de invernaderos: | 3 |

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 4. Estructura: | Venlo Cristal |
| 5. Tipo de cobertura: | Venlo con ventilación |
| 6. Cultivos(s): | Tomates |
| 7. Sistema de cultivo: | Hidropónico con lana de roca |

GESTION DEL SISTEMA DE CLIMA

- Sistema de control: Control automático con procesado, gestión y salida de señales analógicas. Variables de ventilación, calefacción, clima, riego, meteo, etc.
- Sistemas:
 - Sistema de ventanas ☒ Tipo: Ventanas modulares divididas en dos secciones opuestas pre y contra-aire. Cada ventana es independiente y está controlada por parámetros como el clima y la dirección y velocidad del viento. las ventanas están orientadas alrededor de un eje a 30 grados norte-sur.
 - Pantallas de sombra ☒ Tipo: 80% para sombra y 80% para ahorro de calor.
 - Sistema de calefacción ☒ Tipo: Fuente de calor basada en una caldera modular de Diesel
 - Sistema FOG ☒
 - inyector CO2 ☒
 - Aire acondicionado ☐ Tipo:
 - Sistema Fan ☒ Tipo: actúa según múltiples parámetros, como las horas del día, la temperatura, la humedad, la acumulación externa e interna de grados-hora o watt-m2.
 - Sistema de iluminación ☒ Tipo: Luminarias Led

3. Sensores

INTERIOR	EXTERIOR – Estación Meteorológica
• Temperatura <input checked="" type="checkbox"/>	• Temperatura <input checked="" type="checkbox"/>
• Humedad <input checked="" type="checkbox"/>	• Humedad <input checked="" type="checkbox"/>
• CO2 <input checked="" type="checkbox"/>	• Radiación <input checked="" type="checkbox"/>
• Radiación <input checked="" type="checkbox"/>	• Lluvia <input checked="" type="checkbox"/>
	• Velocidad Viento <input checked="" type="checkbox"/>

SISTEMA DE FERTIRRIGACION

- Sistema de fertirrigación: hidropónico - sustrato de lana de roca. Basado en dos tipos diferentes de soluciones nutritivas.
- Sistema de control: control basado en EC y pH, gestión basada en una hora fija, acumulación de lux o grados / hora.
- Sensores

SUSTRATO	SOLUCION NUTRITIVA	TUBERIA
• Temperatura <input checked="" type="checkbox"/>	• EC <input checked="" type="checkbox"/>	• Temperatura <input checked="" type="checkbox"/>
• Humedad <input checked="" type="checkbox"/>	• pH <input checked="" type="checkbox"/>	• Presión <input checked="" type="checkbox"/>