

Autonomous multi-robot systems: The future of the agriculture



Angela Ribeiro

Noticia 2020

E FINANCIAL TIMES

Se dispara el negocio de los robots agrícolas

EMIKO TERAZONO 1 SEP. 2020 - 00:09

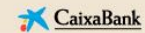


El robot Thorvald, fabricado por Saga, es capaz de transportar cajas de maleza al tiempo que cosecha fresas. EXPANSIÓN

La pandemia del coronavirus y la escasez de trabajadores en el sector de la agricultura han dado lugar a un aumento del interés y la inversión en robótica y automatización agrícola.

"Estamos viendo un gran aumento del interés y de los pedidos", explica Pål Johan From, consejero delegado de Saga Robotics de Noruega. De momento, Saga **ya ha**

ÚLTIMA HORA



21:15 La Fed no descarta aumentar las compras de deuda "si fues...

20:41 Sanidad y comunidades se dan una semana para consensuar...

20:30 Sareb vende 75 viviendas a la Generalitat por 5 millones

19:43 Sanidad notifica 10.222 nuevos contagios y 369 fallecimiento...

18:50 El Circo del Sol cierra su venta a sus acreedores

Características del trabajo en campo

Movimiento



Manipulación



Tipos de tareas



RECOLECCIÓN



PODA



TRATAMIENTO



TRANSPORTE



Preparación de suelos



Siembra



Cosecha



Producción



PERCEPCIÓN- INTERPRETACIÓN



Recolección de Datos

Referencia Espacial

Monitorización de suelo y cultivo



Evaluación

AGRICULTURA
DE
PRECISIÓN

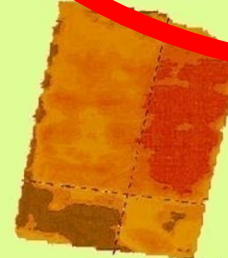
Diagnóstico



Análisis (Planificación de la gestión)

Predicción y mapeado espacial; soporte de decisión

Mapa
tratamiento



ACTUACIÓN- TOMA DE DECISIÓN

Operaciones
precisas en
el campo



Cosecha



Siembra



Aplica herbicida

Tipos de tareas



RECOLECCIÓN



PODA



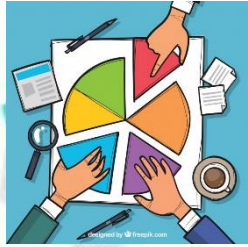
TRATAMIENTO



TRANSPORTE

¿Qué se requiere?

- Manipulación



Robótica de manipulación

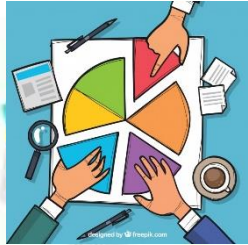
- Movimiento



Robótica móvil

¿Qué se requiere?

- Manipulación



Robótica de manipulación



- Movimiento



Robótica móvil



Percepción + Toma de decisiones



Preparación de suelos



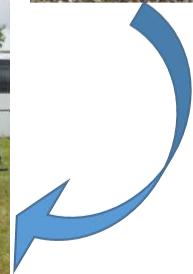
Siembra



Cosecha



Producción





Preparación de suelos



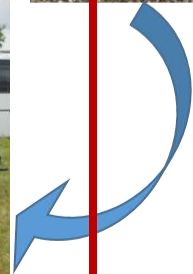
Siembra



Cosecha

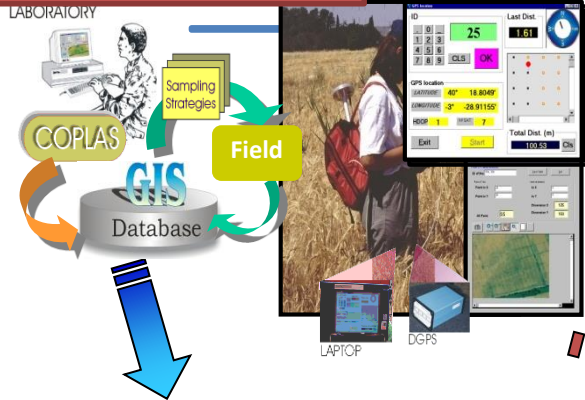


Producción



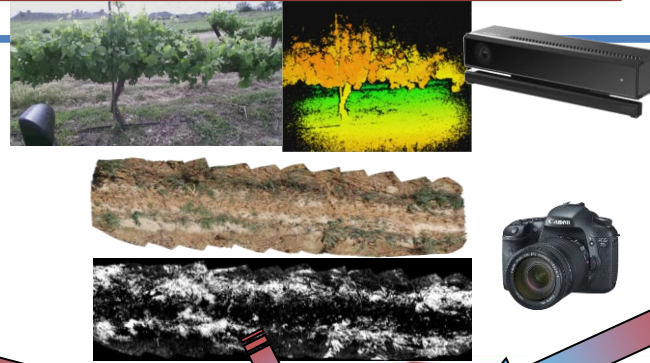
MUESTREO EN CAMPO

PC portátil+DGPS+GIS



RECONSTRUCCIÓN DEL ENTORNO

Generación de mapas 2D y 3D del cultivo



VEHICULOS AUTONOMOS

Inspección de cultivos.
Detección de plagas



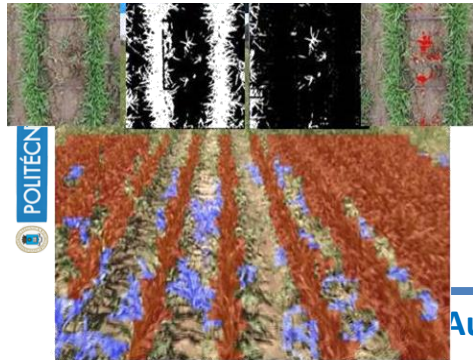
BIG DATA. Clasificadores. Aprendizaje automático.

SI $pH = \text{bajo} \wedge P \neq \text{alto} \wedge K \neq \text{alto} \wedge \text{limo} \neq \text{alto} \wedge \text{arena} \neq \text{bajo}$
ENTONCES $\text{Avena_loca} = \text{alto}$

Información del cultivo

DETECCIÓN EN TIEMPO REAL

Visión artificial- Detección
malas hierbas y líneas de cultivo



SISTEMAS MULTI-ROBOT

Navegación autónoma
Planificación y supervisión



APEROS INTELIGENTES

Control apertura/cierre
boquillas pulverización



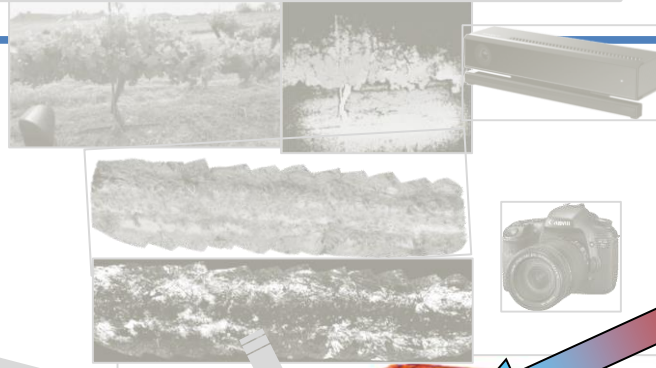
MUESTREO EN CAMPO

PC portátil+DGPS+GIS



RECONSTRUCCIÓN DEL ENTORNO

Generación de mapas 2D y 3D del cultivo



VEHICULOS AUTONOMOS

Inspección de cultivos.
Detección de plagas



BIG DATA. Clasificadores. Aprendizaje automático.

Si $pH = \text{bajo} \wedge P \neq \text{alto} \wedge K \neq \text{alto} \wedge \text{limo} \neq \text{alto} \wedge \text{arena} \neq \text{bajo}$
ENTONCES $\text{Avena_loca} = \text{alto}$



SISTEMAS MULTI-ROBOT

Navegación autónoma
Planificación y supervisión



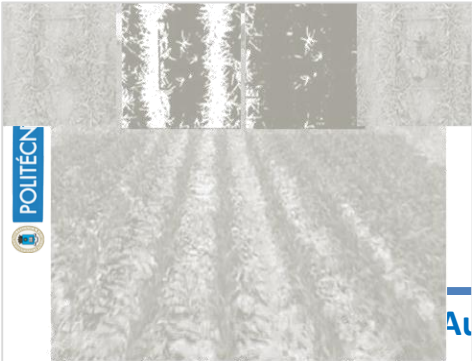
APEROS INTELIGENTES

Control apertura/cierre
boquillas pulverización

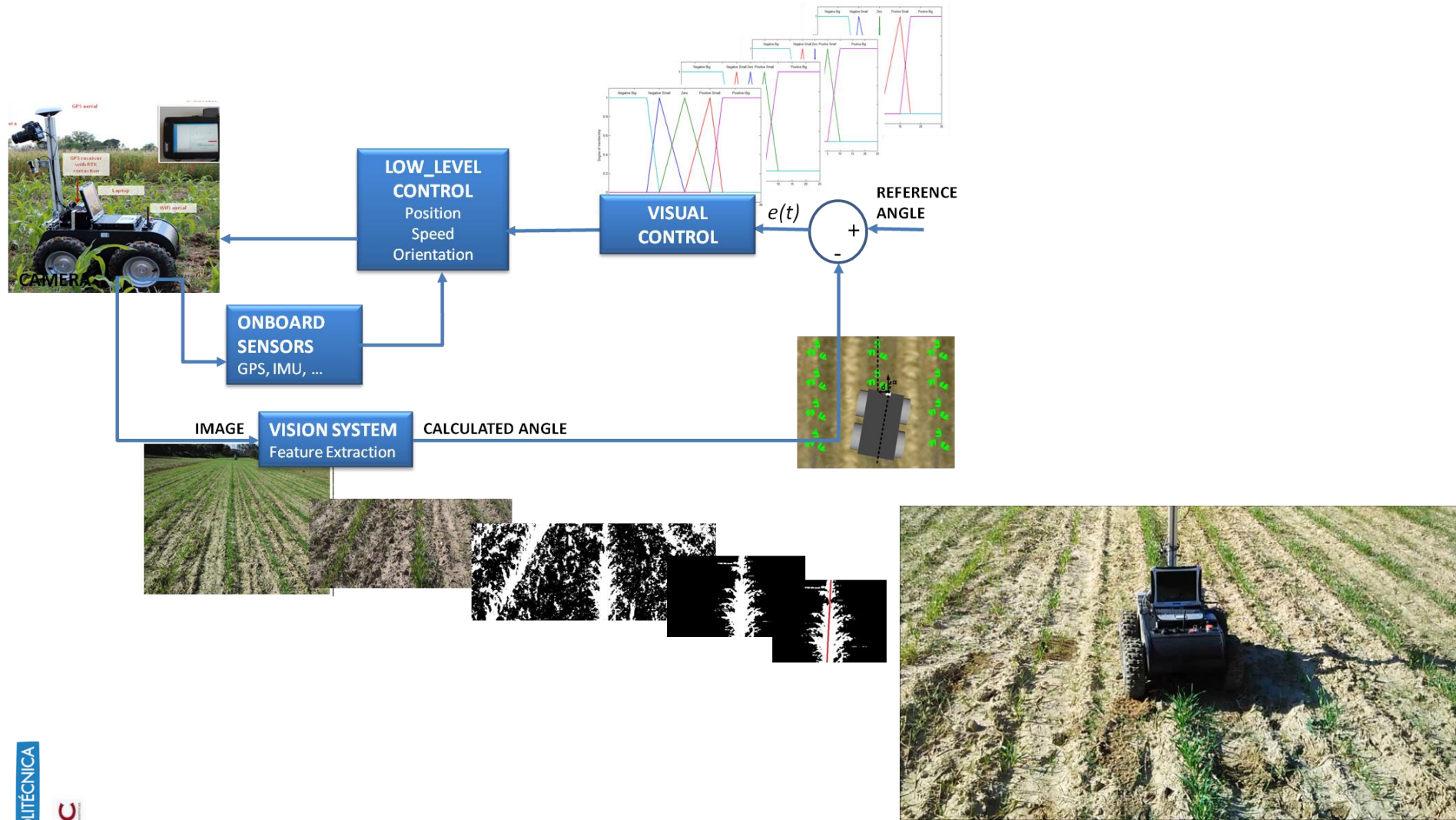


DETECCIÓN EN TIEMPO REAL

Visión artificial- Detección
malas hierbas y líneas de cultivo



Inspección terrestre



Inspección terrestre

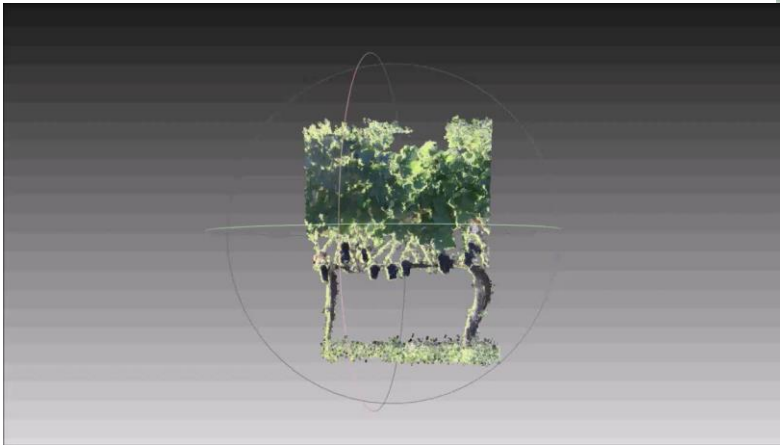
Renault Twizy (modelo Urban 80)



- Vehículo eléctrico. Cero emisiones
- Más fácil de controlar que motor combustión
- Velocidad muestreo: 3km/h
- Capaz de recorrer 80 km tras una recarga de 3h 30' con enchufe convencional



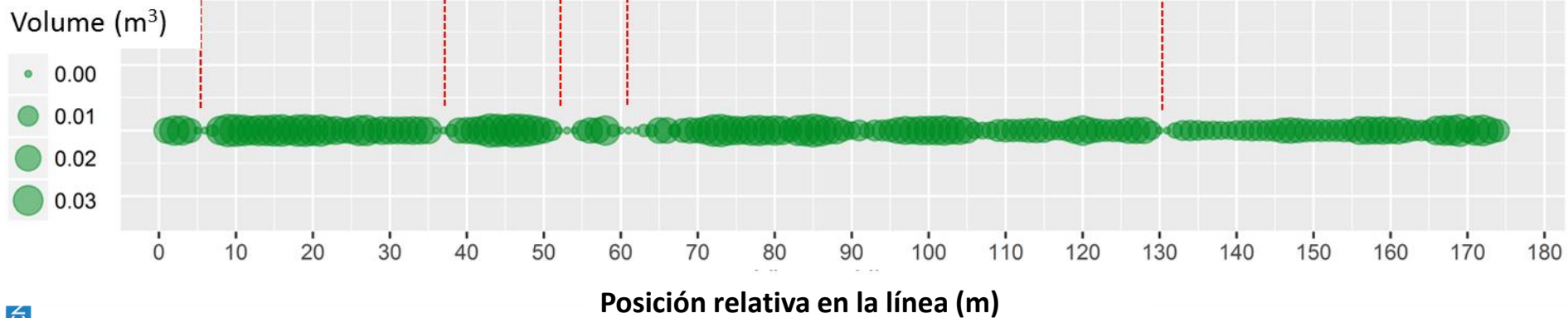
Integración: RGB-D – Arquitectura de la viña – 3D



Inspección terrestre

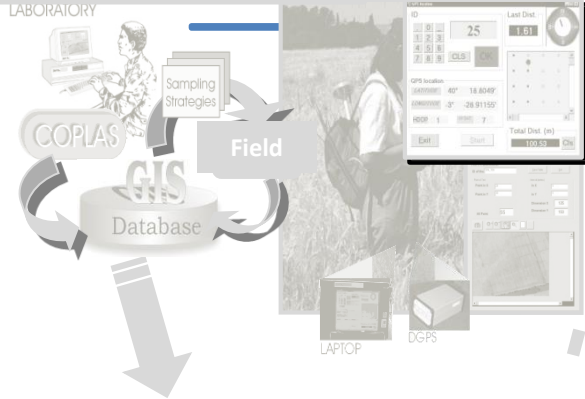


Mapa de volúmenes



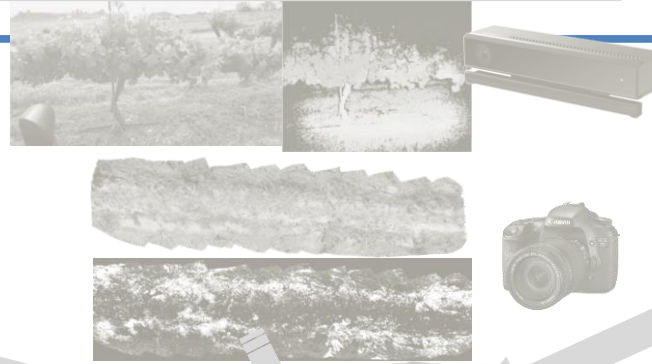
MUESTREO EN CAMPO

PC portátil+DGPS+GIS



RECONSTRUCCIÓN DEL ENTORNO

Generación de mapas 2D y 3D del cultivo



VEHICULOS AUTONOMOS

Inspección de cultivos.
Detección de plagas



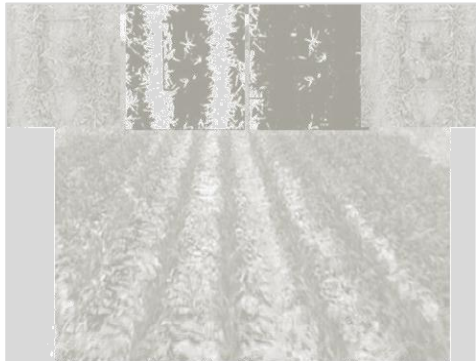
BIG DATA. Clasificadores. Aprendizaje automático.

Si $pH = \text{bajo} \wedge P \neq \text{alto} \wedge K \neq \text{alto} \wedge \text{limo} \neq \text{alto} \wedge \text{arena} \neq \text{bajo}$
ENTONCES $\text{Avena_loca} = \text{alto}$

Información del cultivo

DETECCIÓN EN TIEMPO REAL

Visión artificial- Detección
malas hierbas y líneas de cultivo



SISTEMAS MULTI-ROBOT

Navegación autónoma
Planificación y supervisión



APEROS INTELIGENTES

Control apertura/cierre
boquillas pulverización



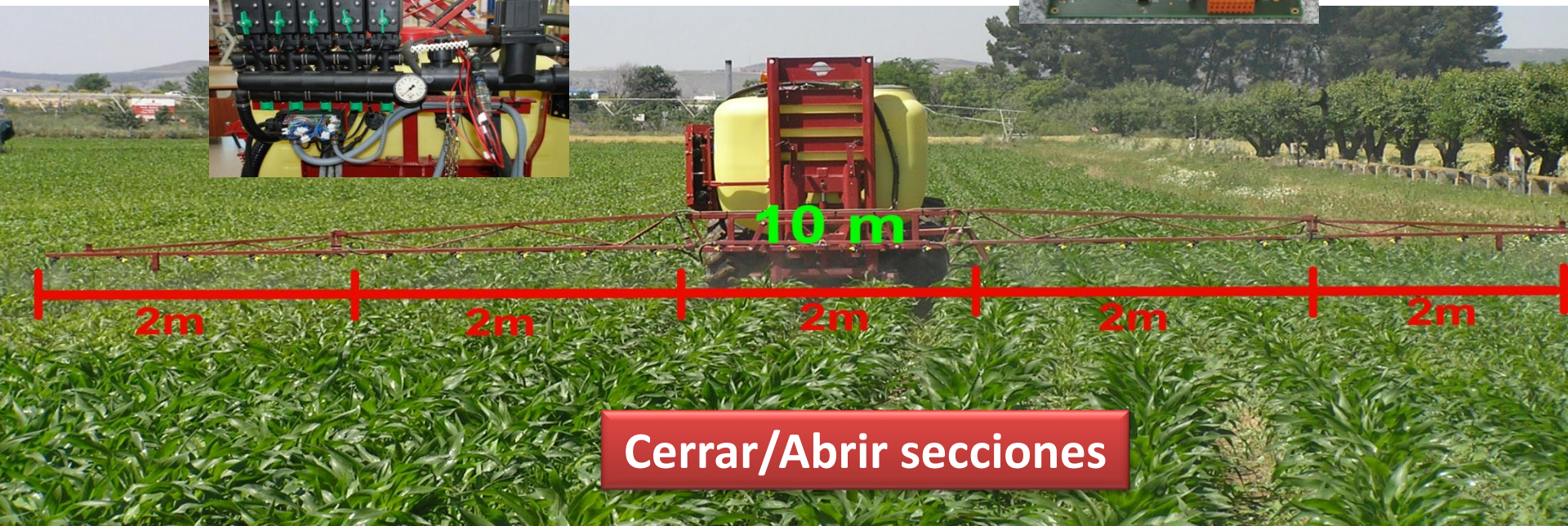
Percepción



Actuación

Electrónica

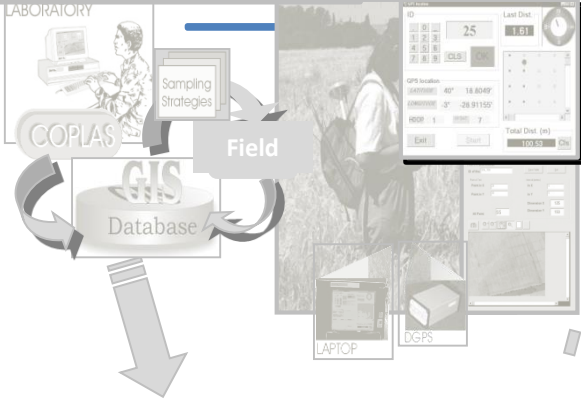
Señales de control para las secciones



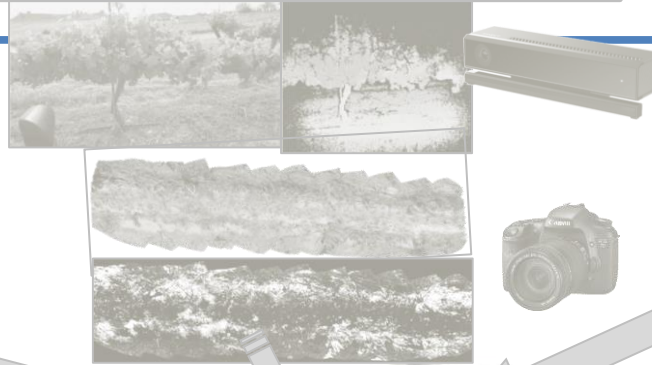
Tratamiento de precisión. Control de aperos



MUESTREO EN CAMPO
PC portátil+DGPS+GIS



RECONSTRUCCIÓN DEL ENTORNO
Generación de mapas 2D y 3D del cultivo



VEHICULOS AUTONOMOS
Inspección de cultivos.
Detección de plagas



BIG DATA. Clasificadores. Aprendizaje automático.

$SI \text{ } pH = \text{bajo} \wedge P \neq \text{alto} \wedge K \neq \text{alto} \wedge \text{limo} \neq \text{alto} \wedge \text{arena} \neq \text{bajo}$
ENTONCES *Avena_loca* = alto

Información del cultivo

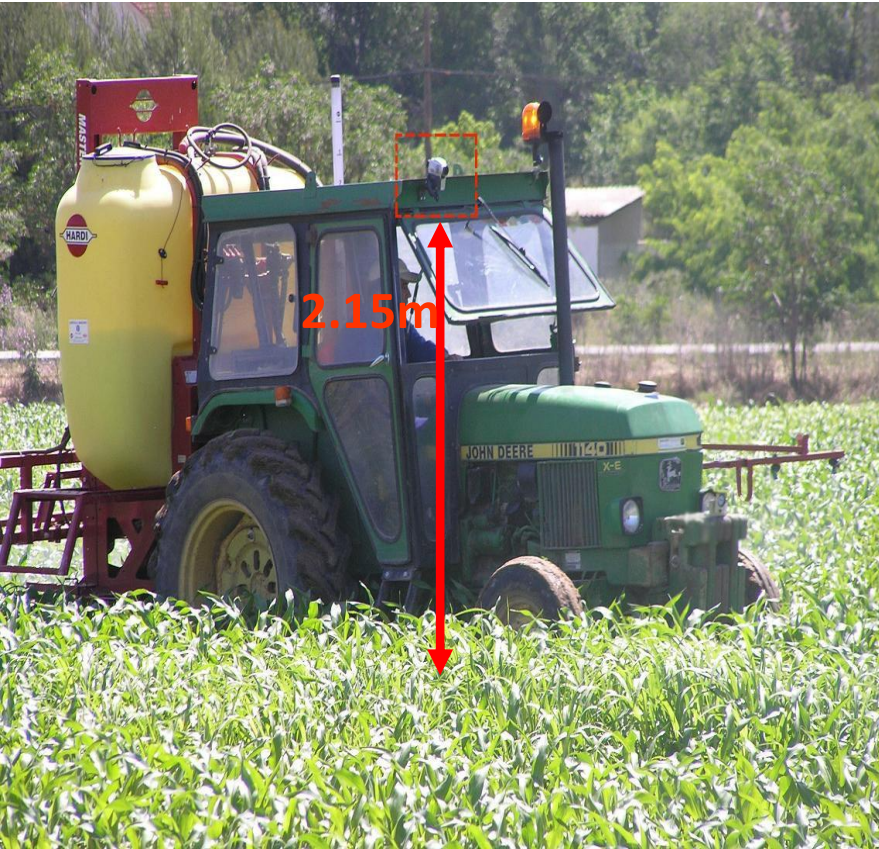
DETECCIÓN EN TIEMPO REAL
Visión artificial- Detección
malas hierbas y líneas de cultivo

SISTEMAS MULTI-ROBOT
Navegación autónoma
Planificación y supervisión

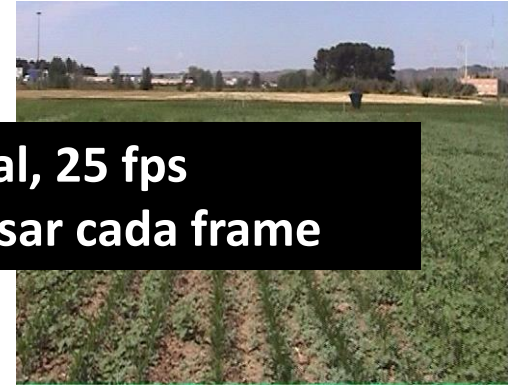
APEROS INTELIGENTES
Control apertura/cierre
boquillas pulverización



Detección de línea de cultivo y mala hierba



Tiempo real, 25 fps
0.04s para procesar cada frame



Desplazamientos debidos a la
irregularidad del terreno



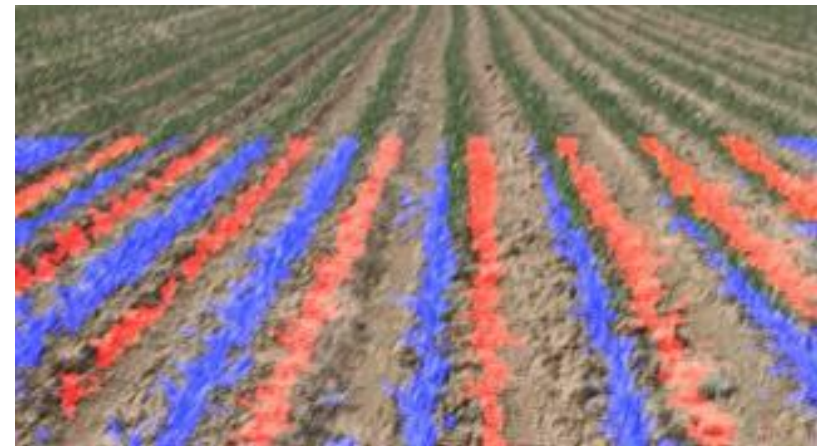
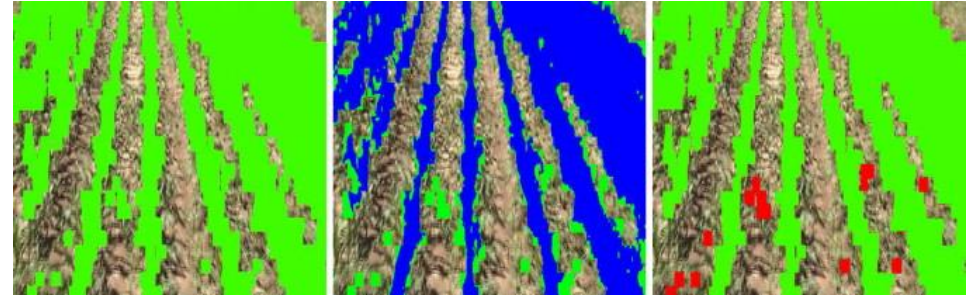
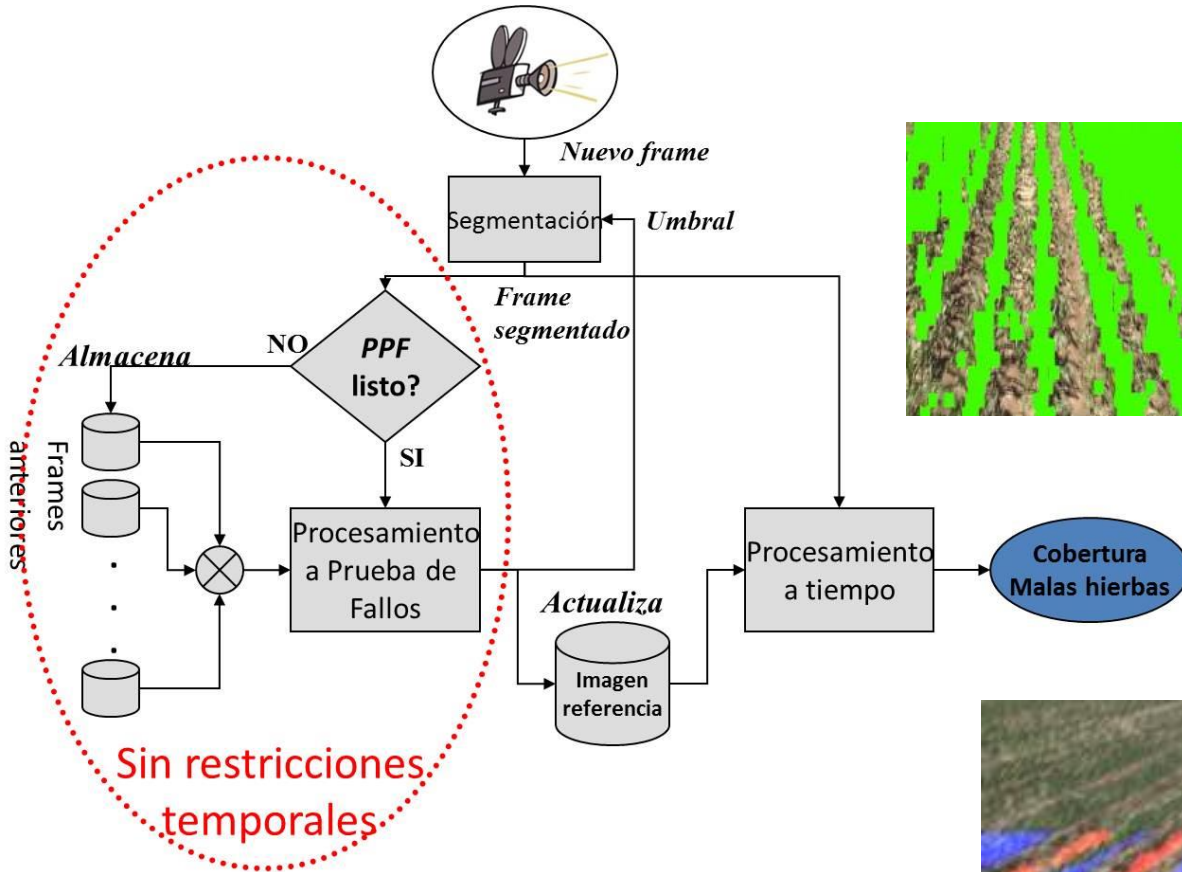
Traqueteo tractor → frames borrosos



Detección en
tiempo real

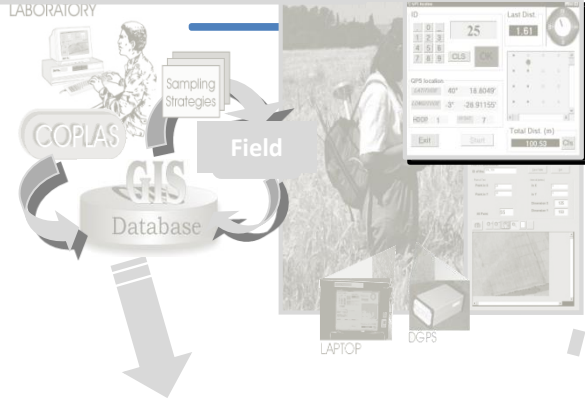
Centre for Automation and Robotics

Detección en tiempo real mala hierba y cultivo



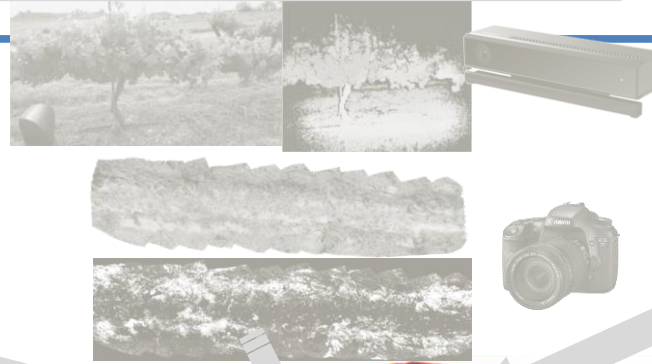
MUESTREO EN CAMPO

PC portátil+DGPS+GIS



RECONSTRUCCIÓN DEL ENTORNO

Generación de mapas 2D y 3D del cultivo



VEHICULOS AUTONOMOS

Inspección de cultivos.
Detección de plagas



BIG DATA. Clasificadores. Aprendizaje automático.

Si $pH = \text{bajo} \wedge P \neq \text{alto} \wedge K \neq \text{alto} \wedge \text{limo} \neq \text{alto} \wedge \text{arena} \neq \text{bajo}$
ENTONCES $\text{Avena_loca} = \text{alto}$



SISTEMAS MULTI-ROBOT

Navegación autónoma
Planificación y supervisión



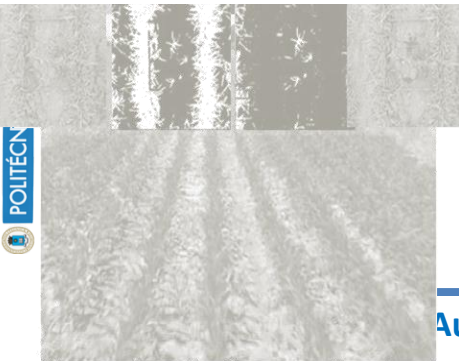
APEROS INTELIGENTES

Control apertura/cierre
boquillas pulverización



DETECCIÓN EN TIEMPO REAL

Visión artificial- Detección
malas hierbas y líneas de cultivo



Integrando drones y tractores autónomos



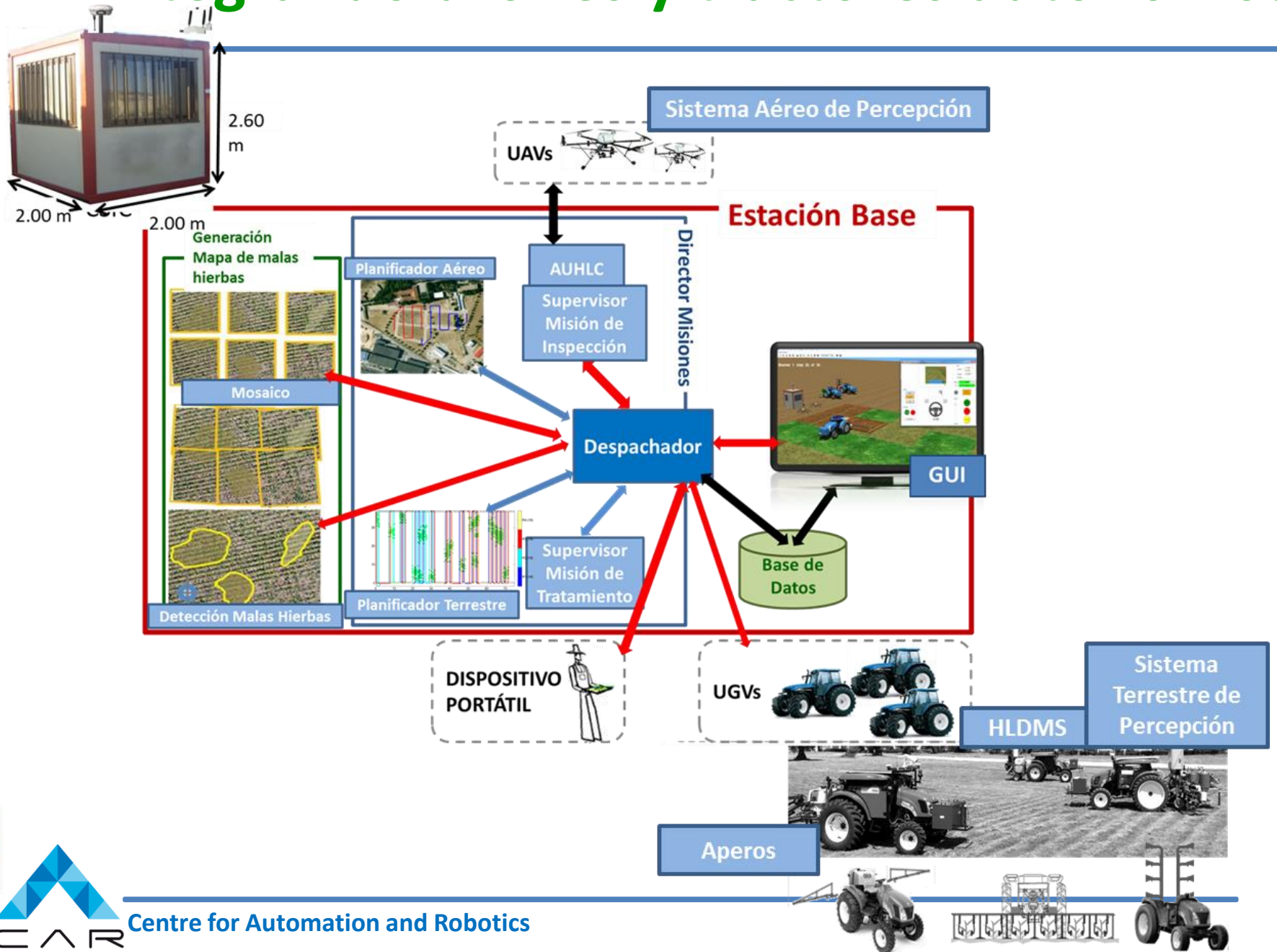
Utilizar una flota reconfigurable y heterogénea de robots complementarios que incluye robots aéreos, para realizar la inspección de los cultivos, y robots terrestres con distintos aperos, para llevar a cabo el tratamiento.

	Una máquina o robot de gran tamaño	Un equipo de robots pequeños o medianos
Seguridad en el modo de funcionamiento autónomo	Se convierte en un problema de seguridad en caso de fallo	Los robots pequeños o medianos son más adecuados para interactuar de forma segura con los humanos.
Impacto de los fallos en la realización de las tareas	Un fallo detendrá toda la misión hasta que se repare la máquina	Los equipos de robots permiten replantear la tarea en caso de mal funcionamiento del robot
Impacto en el campo	Daños considerables por la compactación del suelo	Menos compactación (vehículos más ligeros) y movimientos más precisos (agricultura a nivel de planta).
Personal	Un operador para cada vehículo	Un operador puede supervisar todo el equipo de robots.

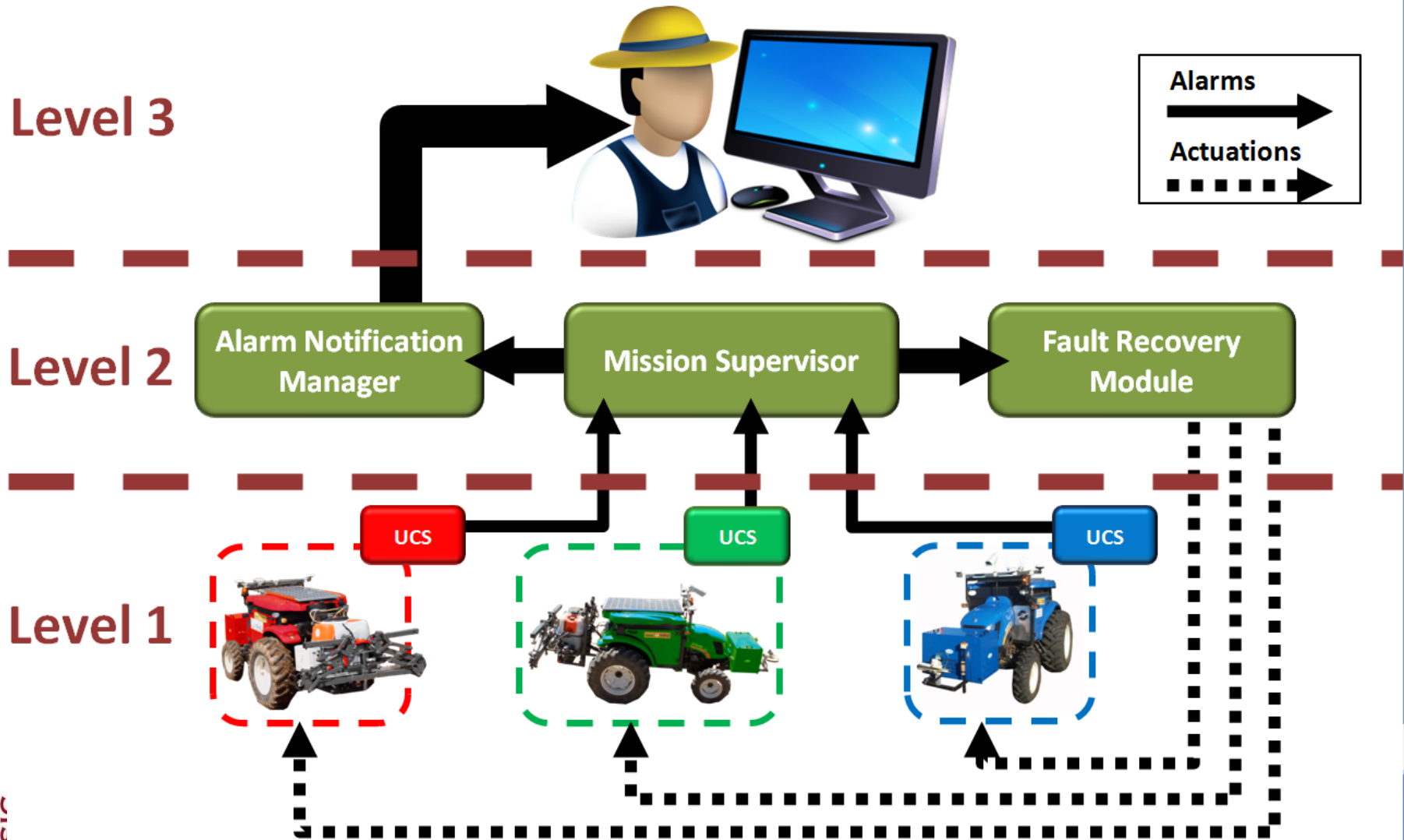
Elementos del sistema

1. **Unidades móviles:** Vehículos terrestres autónomos de tamaño medio con el equipo a bordo para la navegación y la aplicación de los tratamientos. Vehículos aéreos hacer la inspección de campo.
2. **Sistemas de percepción:** Sistemas de detección precisa de malas hierbas, de elementos de guiado y de obstáculos.
3. **Sistemas de actuación:** Proporciona la actuación directa en el campo para la aplicación precisa de herbicidas o el control mecánico/térmico de malas hierbas
4. **Estación Base**
 - **Gestor de la Misión:** Este módulo se divide en el Planificador de Misión que se encarga de la elaboración de la misión y el Supervisor Misión que se encarga de controlar el funcionamiento de unidades y volver a planificar si es necesario.
 - **Interfaz Gráfica de Usuario (GUI):** Interfaz con el usuario que permite seguir el funcionamiento de la flota así como simular su comportamiento.
5. **Sistemas de comunicación y localización**

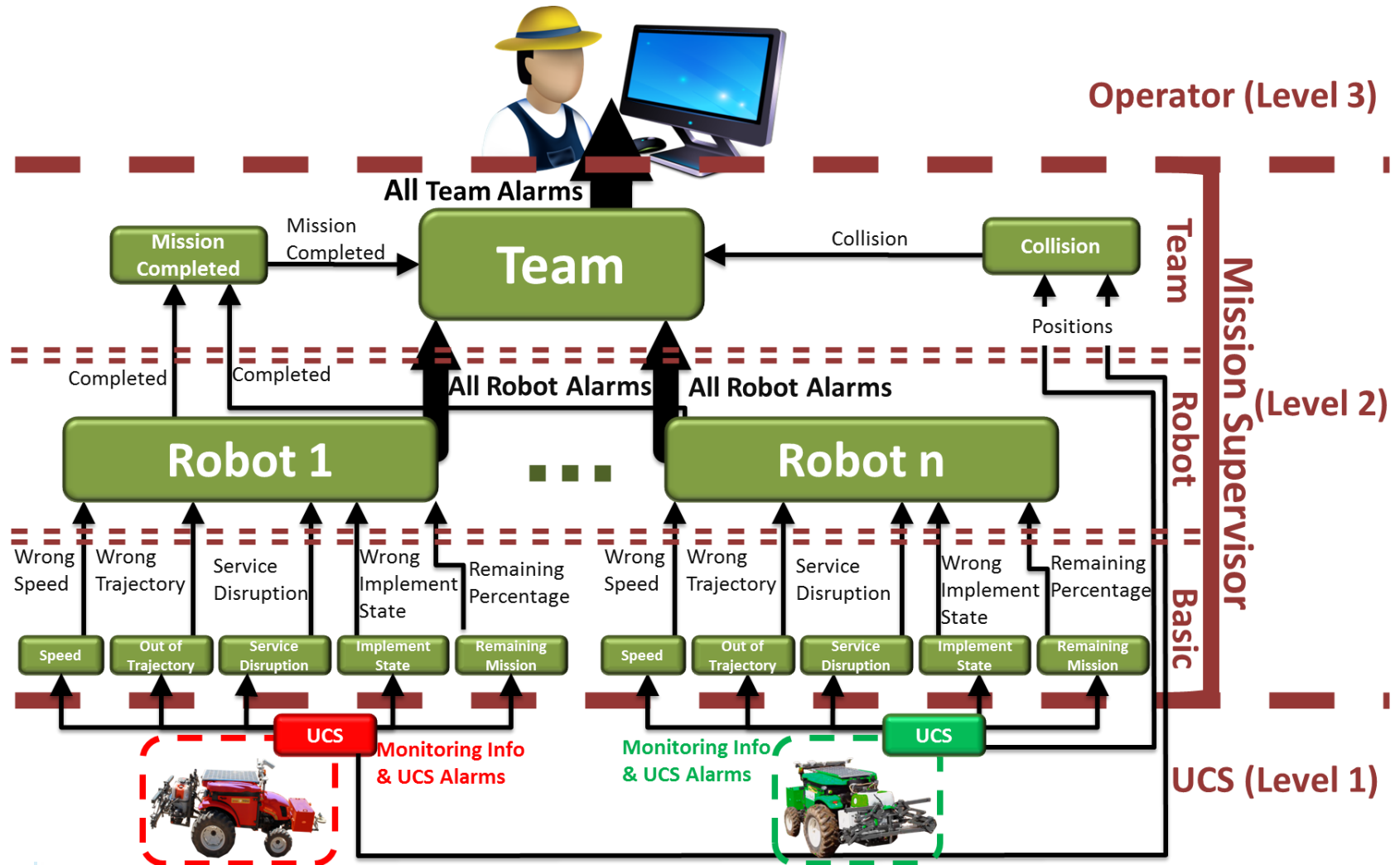
Integrando drones y tractores autónomos



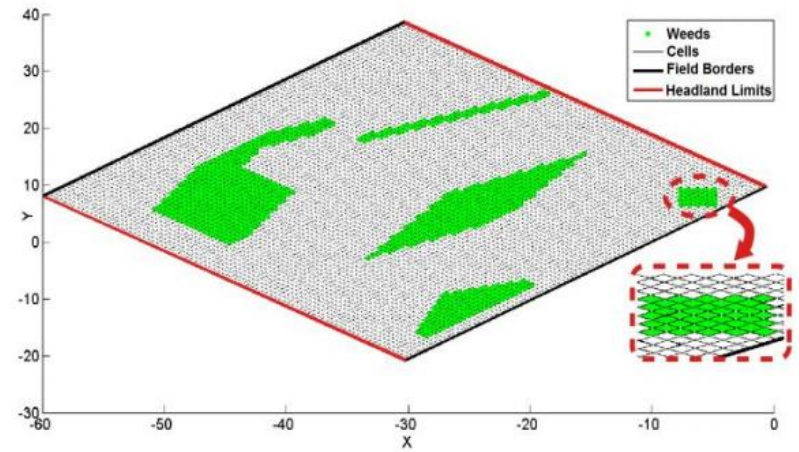
Supervisor de misiones



Supervisor de misiones



Test de funcionamiento



Test de funcionamiento



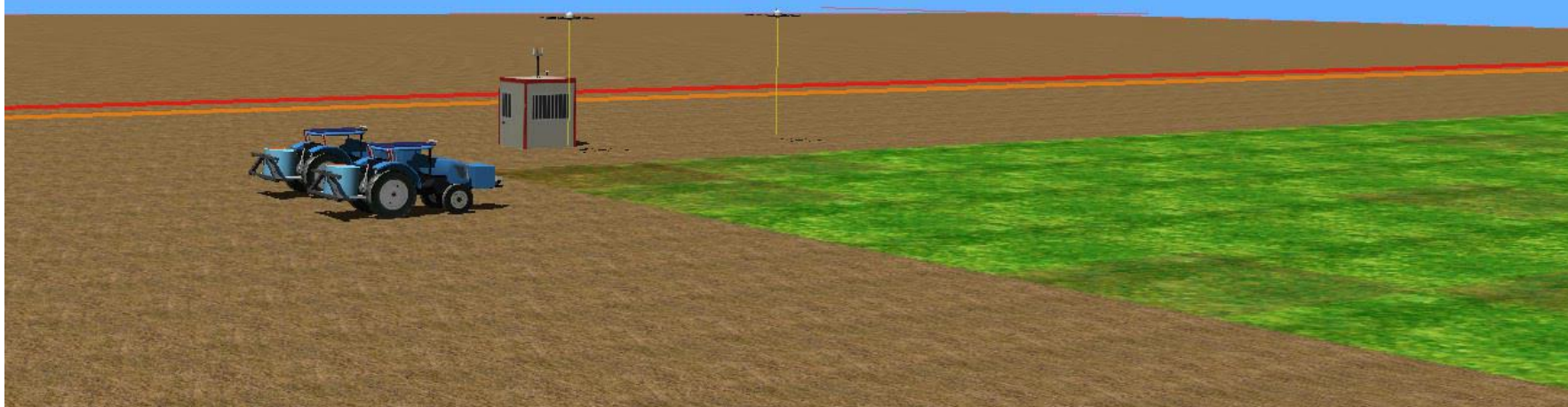
Comportamiento coordinado



Detección de obstáculos



Inspection: detect weeds based on images recorded by a flying fleet



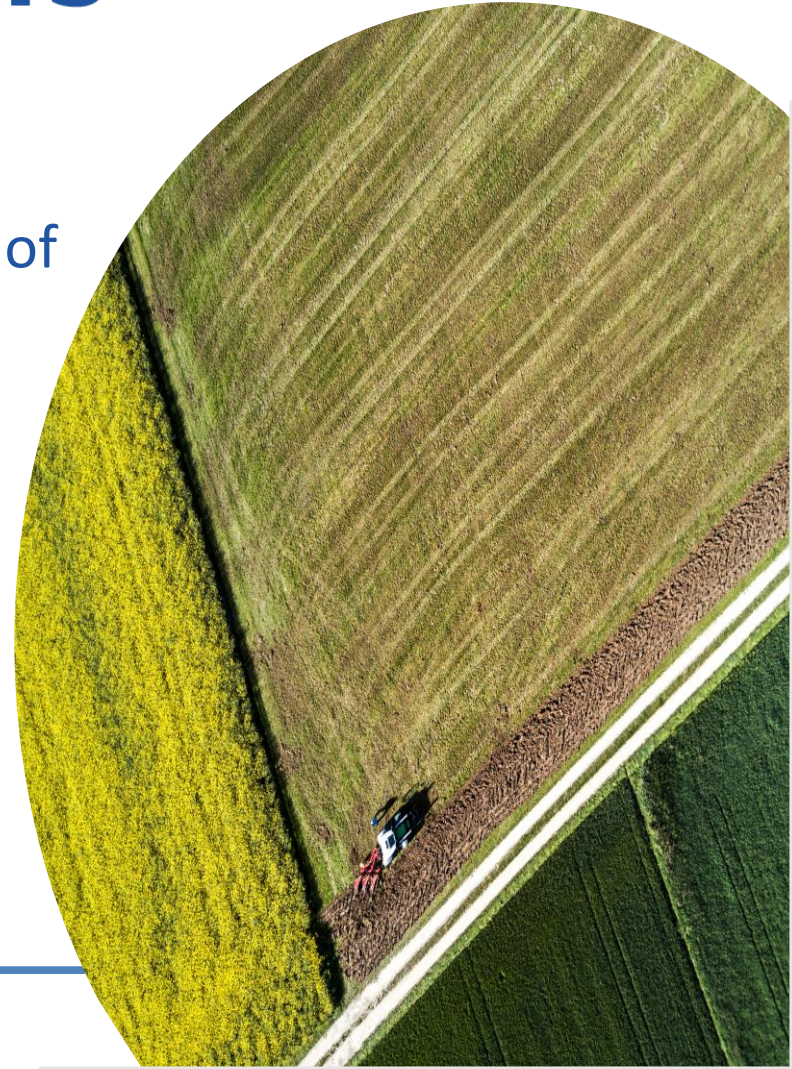


FLEXIGROBOTS

Flexible robots for intelligent automation of precision agriculture operations



This project has received funding from the European Union's H2020 research and innovation programme under the grant agreement No. 101017111



POLITÉCNICA

CSIC



Centre for Automation and Robotics



FLEXIGROBOTS

Desafíos de los actuales sistemas de robótica agrícola

1. Diseñado para automatizar sólo tareas específicas.
2. Aislado de otros sistemas y dispositivos.
3. Mayor riesgo de seguridad e impacto en los campos.
4. Formación especializada para su manejo.
5. Baja rentabilidad de la inversión.




FLEXIGROBOTS

Sistemas multi-robots rentables para misiones agrícolas heterogéneas, seguras y complejas



	FlexiGroBots
Comienzo	01/2021
Final	12/2023
Coordinador	Atos
Director técnico	CSIC
Financiación	7M€
Socios	16



FLEXIGROBOTS

PROBOT

Mtech
DIGITAL SOLUTIONS

Luke
NATURAL RESOURCES
INSTITUTE FINLAND

VTT

CEPS
WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

AgroSmart

art21

INTERNATIONAL DATA
SPACES ASSOCIATION

AgriFood DIH
Lithuania

TERRAS GAUDA

BioSense INSTITUTE

seresco

Zelenihit

Atos

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

POLITÉCNICA

CSIC

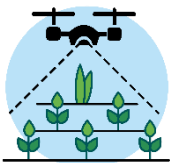


Centre for Automation and Robotics

Aproximación



FLEXIGROBOTS



Arquitectura de referencia



Intercambio seguro de datos



Robótica, servicios y análisis con IA



Sistemas multi-robots de confianza



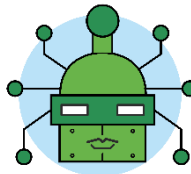
Sistemas multi-robot heterogéneos



Validación industrial



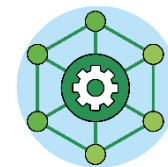
Modelos negocio en agricultura



Refuerzo de la plataforma AI4EU



Directrices y requisitos de ELSEC



DIHs: Ampliar capacidades

Pilot1



FLEXIGROBOTS

Viñedos – Terras Gauda (España)

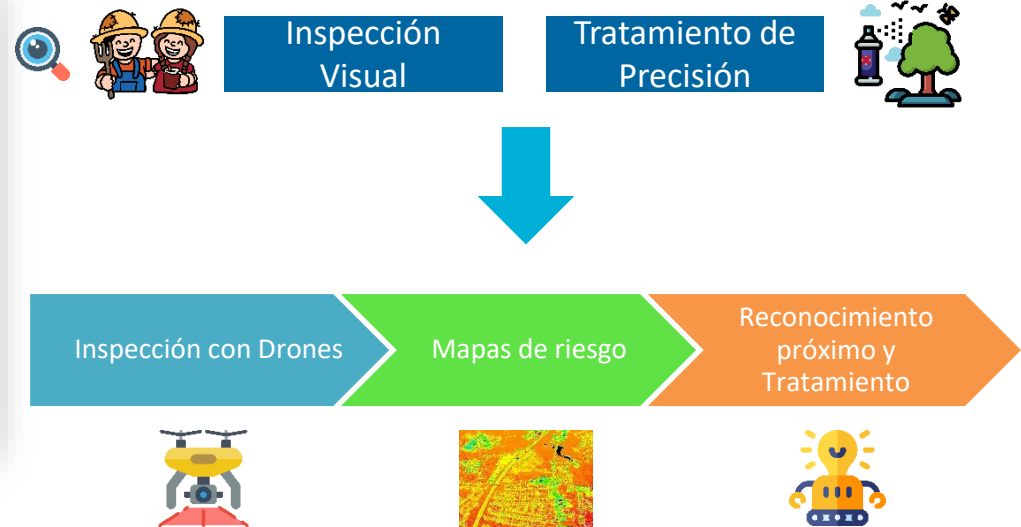
- 1 Detección temprana de Botrytis
- 2 Tratamiento autónomo con fitosanitarios
- 3 Ayuda en el transporte en la vendimia manual





FLEXIGROBOTS

Detección temprana y tratamiento de plagas: Botrytis





Transporte de uvas mediante robots



MEJORES CONDICIONES DE TRABAJO PARA LOS OPERARIOS

NAVEGACIÓN SEGURA

VINO DE MÁS CALIDAD

MAPAS DE LA VENDIMIA



FLEXIGROBOTS

El impacto del proyecto



Demostrar el impacto de los robots en el sector agroalimentario



Reducción de los riesgos de los sistemas robóticos a gran escala



Dotar a los DIH de nuevos servicios y capacidades



Contribuir a las normas abiertas, dirigidas por la industria o de facto



Competitividad del mercado agrícola europeo



Preparación de suelos



Siembra



Cosecha



Producción





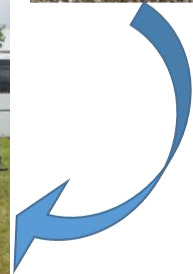
Preparación de suelos



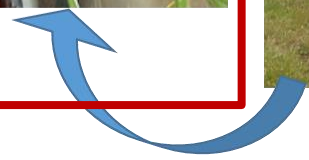
Siembra



Producción



Cosecha



POLITÉCNICA

CSIC



Centre for Automation and Robotics



Centre for Automation and Robotics



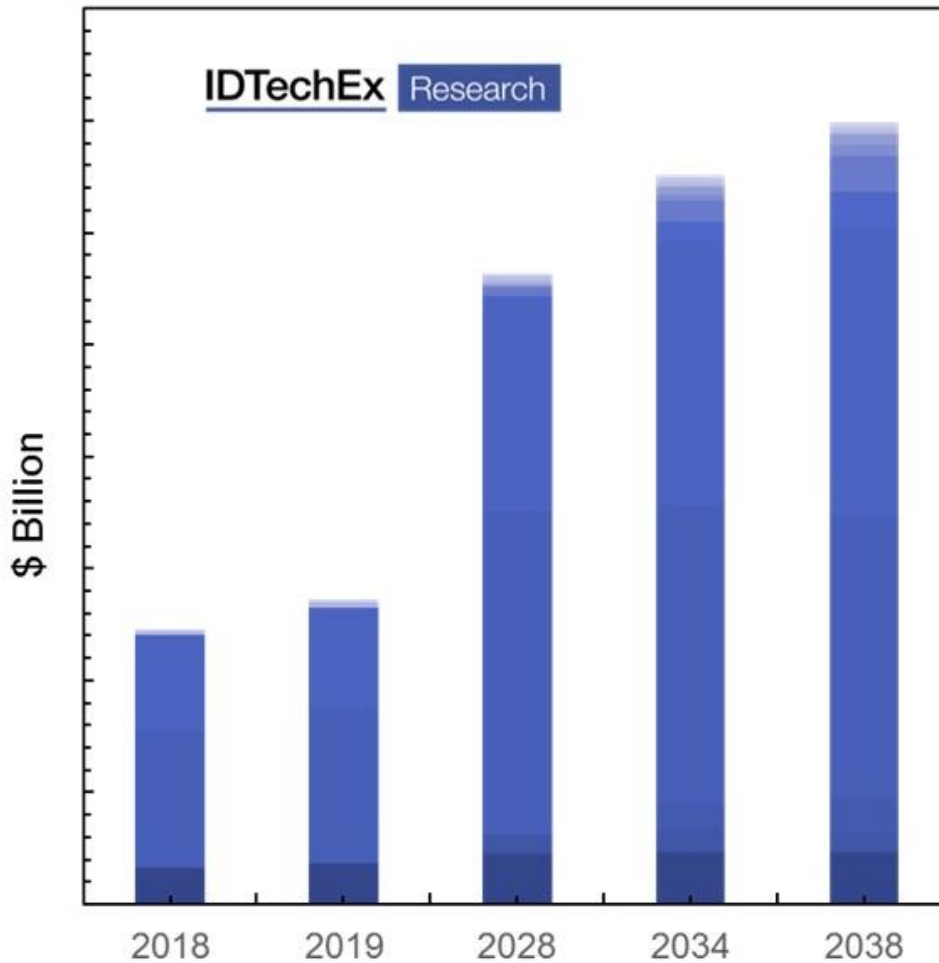
AVL COMPACT S1560





AGROBOT

Mashable



- Unmanned spraying helicopters
- Agricultural drone (multi functional)
- Agriculture drones (data services)
- Agriculture drones (data scouts)
- Robotic implements (simple vision tech for organic farms)
- Robotic intelligent implements (weeding)
- Robotic fresh fruit picking
- Robotic strawberry harvesting
- Autonomous tractors (fully unmanned autonomy or level 5)
- Autonomous tractors (autosteer or level 4)
- Autonomous tractors (tractor guidance)
- Autonomous agricultural small robots (multi platform)
- Autonomous agricultural small robots (weeding)
- Autonomous agricultural small robots (data scouts)
- Mobile dairy farm robotics
- Static milking robots



angela.ribeiro@csic.es