



Grant Agreement N° 606363

FP7 - SME - 2013



ROBOT COOPERATIVO ENFOCADO EN HABILITACIÓN NAVAL

www.carlosproject.eu



ARLOS



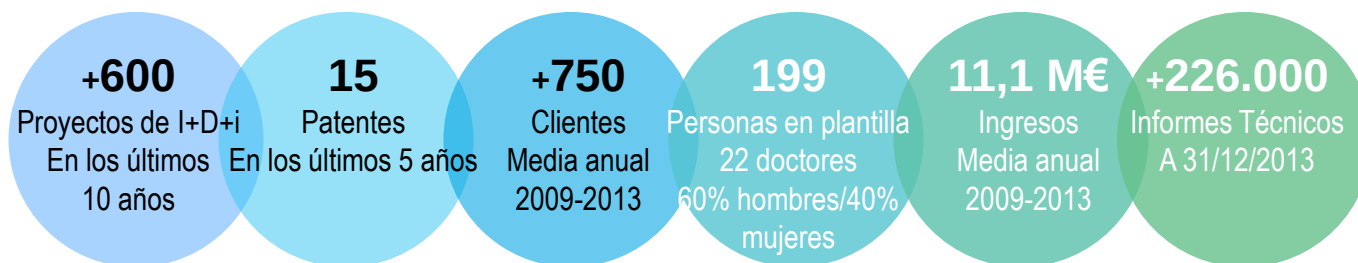
ASTILLEROS
JOSE VALIÑA, S.A.





Somos es un **Centro de Innovación y Tecnología** especializado en la **investigación** y prestación de **servicios tecnológicos** avanzados en el ámbito de los **materiales y tecnologías de fabricación, unión y láser**.

Nuestra **VISIÓN** es la de convertirnos en un aliado tecnológico y estratégico para cada uno de nuestros asociados y empresas clientes, contribuyendo a mejorar sus capacidades tecnológicas y competitivas.



1967

Constitución de AIMEN

1995

Inauguración del nuevo edificio en O Porriño

1998

Reconocimiento Oficial como Centro de Innovación y Tecnología

2002

Creación de la Planta Piloto de Tecnologías de Unión

2006

OLIWAM
1er proyecto de Investigación europeo

2014

Inauguración del Centro de Aplicaciones Láser

Equipamiento

Contamos con unas **instalaciones punteras y singulares**, dotadas de **equipamiento de última generación** para ofrecerles una oferta tecnológica con las máximas garantías.

- 2 sedes: Centro de Materiales y Procesos y Centro de Aplicaciones Láser
- 11.000 m² de infraestructuras científico-tecnológicas
- Equipamiento de última generación



Centro de Materiales y Procesos



Centro de Aplicaciones Láser

I+D

- Investigación aplicada
- Extensa Red de Colaboradores Industriales
- Gestión de Programas de Financiación de la I+D+i

ÁMBITOS DE ESPECIALIZACIÓN

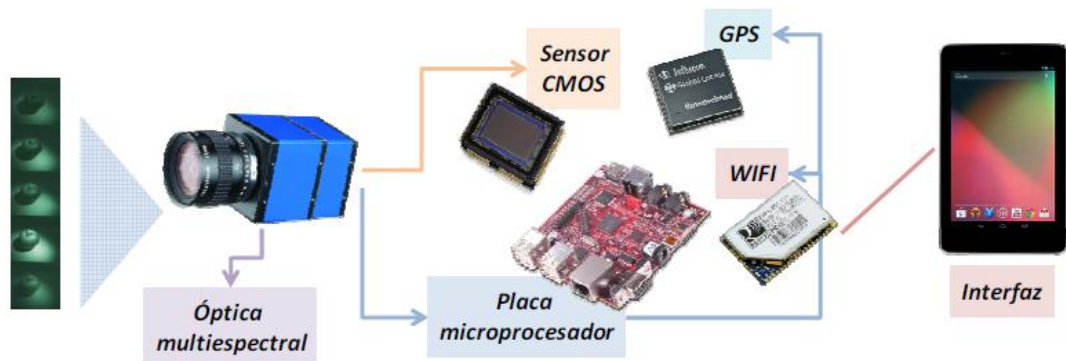
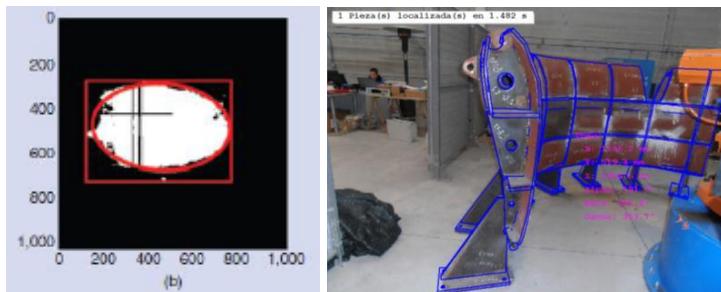
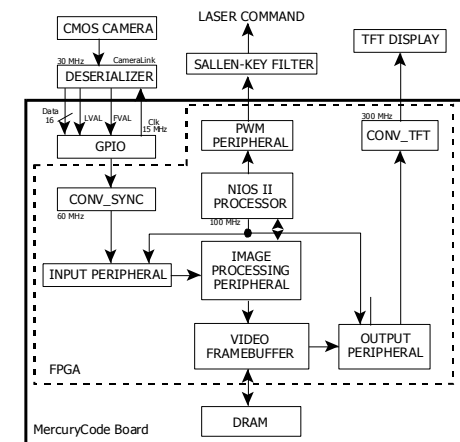
- **Materiales avanzados**
- **Robótica y Control**
- **Procesos de fabricación avanzada**
- **Medio Ambiente**



ROBÓTICA Y CONTROL DE PROCESOS

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

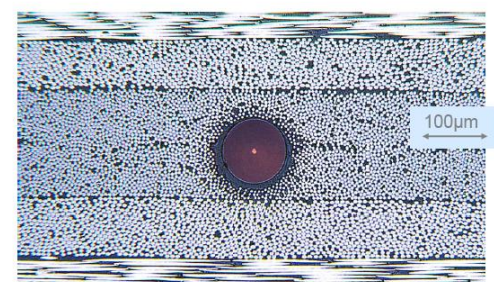
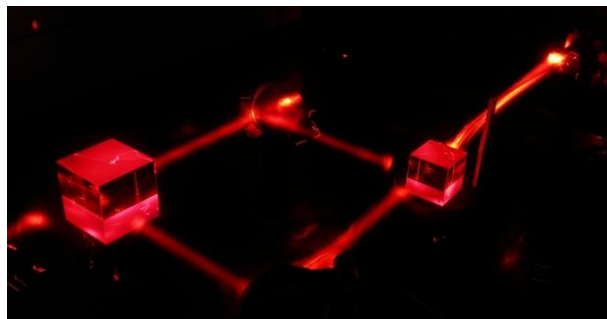
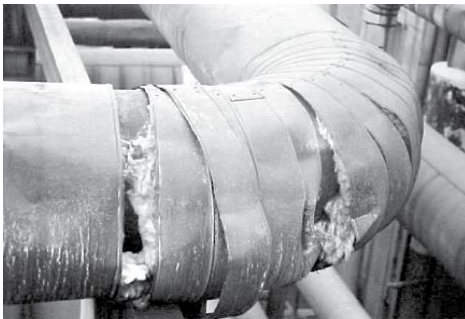
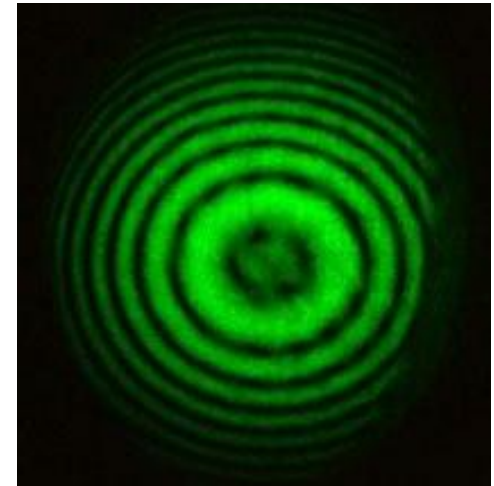
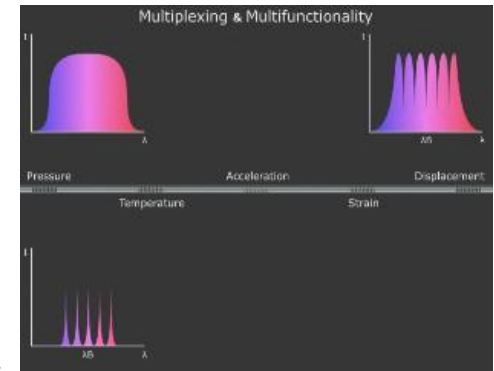
- ❑ Robótica móvil y cooperativa aplicada a la industria.
- ❑ Celdas robotizadas flexibles y reconfigurables. Plug & Produce.
- ❑ Control de procesos en tiempo real basado en procesamiento embebido
- ❑ Sistemas de visión y de sensorización multimodal aplicado a guiado de robot e interacción hombre-máquina.
- ❑ Salud y robótica de rehabilitación.
- ❑ Sistemas de monitorización en Tiempo-Real con visión espectral.



MONITORIZACIÓN. DISEÑO ÓPTICO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

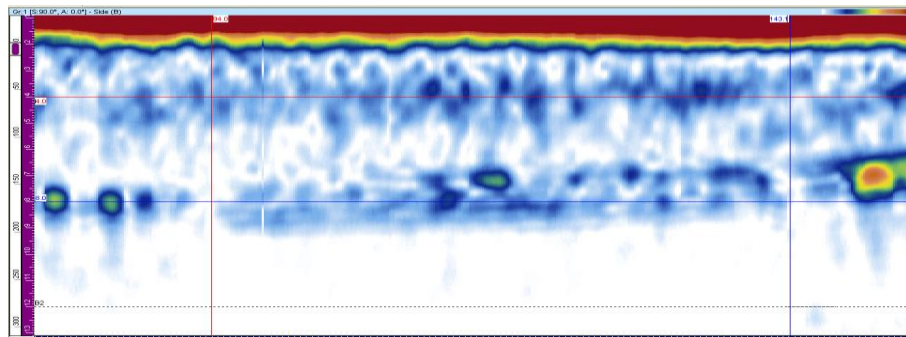
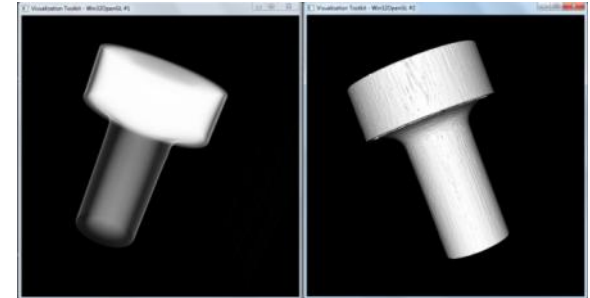
- ☐ Diseño óptico.
- ☐ Monitorización in-situ de calidad del agua mediante sensores ópticos integrados.
- ☐ Monitorización estructural (SHM) en estructuras civiles e industriales.
- ☐ Desarrollo de nuevos sensores de fibra óptica.
- ☐ Sensorización de procesos de fabricación (Alta temperatura, ambientes electromagnéticos, ambientes corrosivos, etc.).



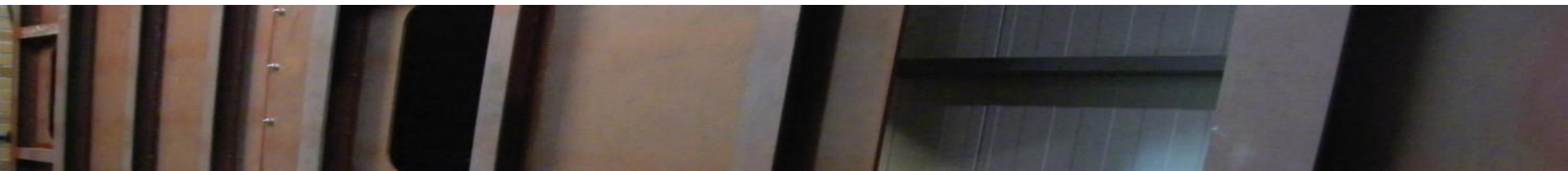
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- ❑ Desarrollo de sistemas de inspección:
 - ULTRASONIDOS
 - TERMOGRAFÍA ACTIVA
 - VISION ARTIFICIAL
 - RADIOGRAFÍA, TOMOGRAFÍA (RAYOS X)
 - LASER ULTRASONICS (LUT)
 - TÉCNICAS ELECTROMAGNÉTICAS
- ❑ Desarrollo software de clasificación automática de defectos
- ❑ Automatización de sistemas de Inspección No Destructivos



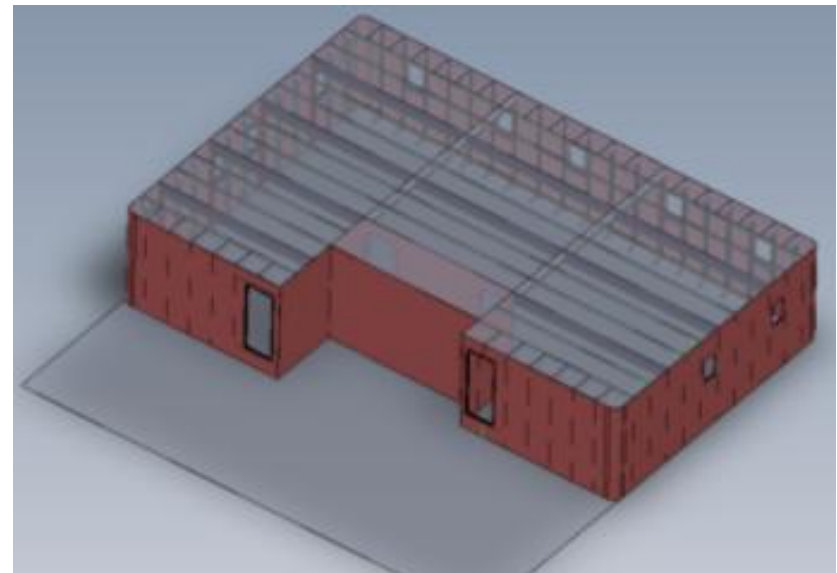
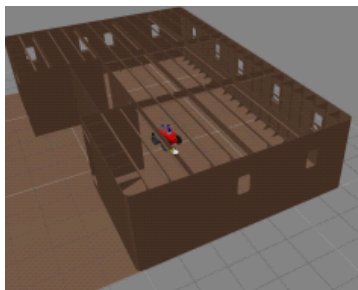
PROYECTO CARLoS

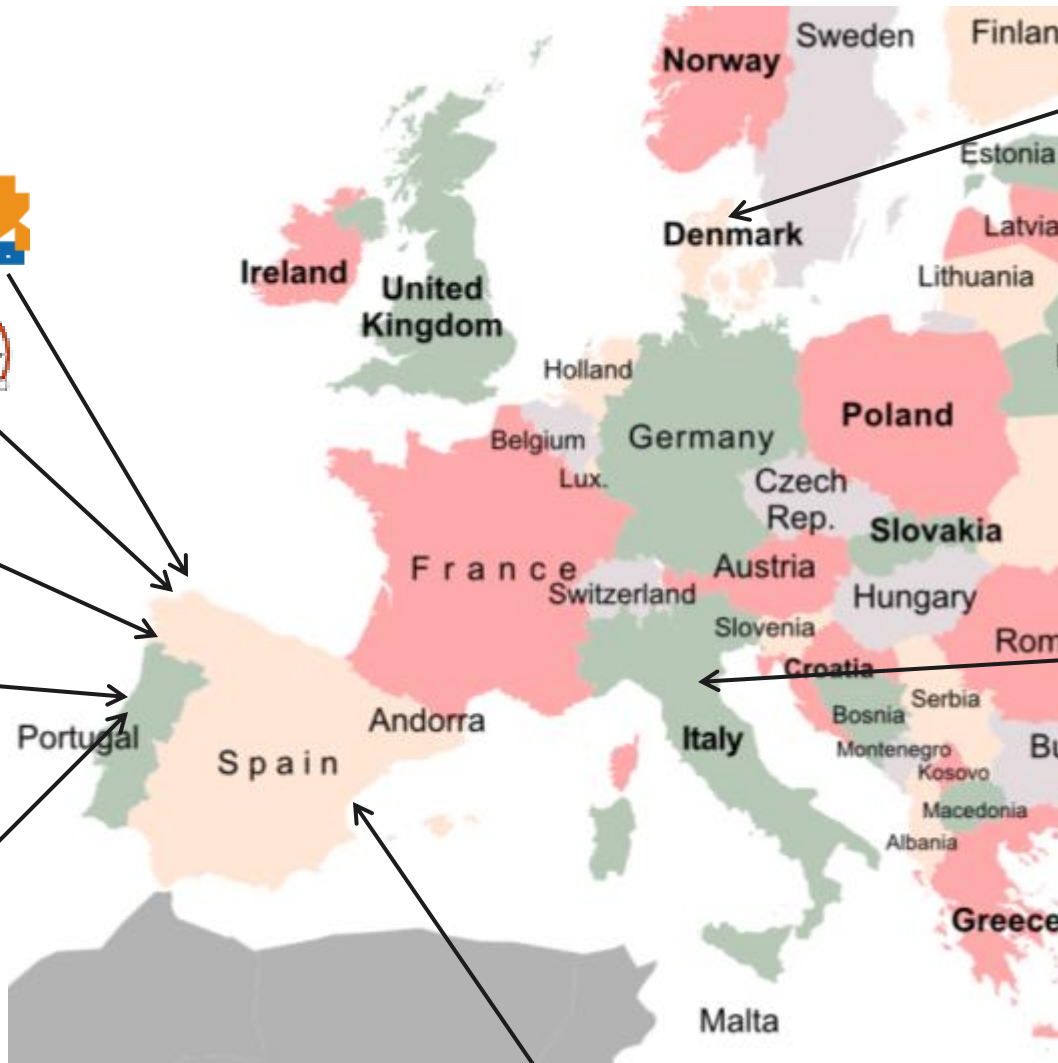


CARLoS: Manipulador móvil cooperativo enfocado en operaciones de soldadura de pernos y de marcado para habilitación naval.

CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Alta movilidad dentro de los bloques del barco en construcción
- ✓ Toma de decisiones semi-autónoma
- ✓ Capacidad autónoma de proceso
- ✓ De fácil manejo por un operario naval
- ✓ Programación basada en habilidades





OBJETIVOS TÉCNICOS:

1. Soldadura pernos y marcado realizados de forma autónoma
2. Integración de un robot móvil autónomo adaptado a superestructuras de un barco.
3. Desarrollo algoritmos de localización robusta, navegación y planificación de trayectoria basado en CAD.
4. Robot cooperativo: Facilidad de uso y fiabilidad a través de comandos para solventar situaciones inciertas
5. Técnicas de programación basado en habilidades en vez de programas y rutinas

CARLoS plantea el desarrollo de un **ROBOT CO-WORKER**

→ **HABILITACIÓN NAVAL**

- Componentes comerciales
- Software control basado en ROS
- Concepto modular

Demostración de capacidades en un escenario real

- En la actualidad no hay una solución automatizada para estas tareas



Fortalecimiento de la tecnología y posición de mercado de:

- PYMES Europeas que desarrollan, suministran e integran tecnologías sensorización, electrónica, mecatrónica aplicado a aplicaciones industriales.
- PYMES Europeas que proporcionan servicios de habilitación a astilleros

WP1

**Robot hardware integration
and manufacturing**



WP2

WP3

WP4

WP5

WP6

WP1

WP2

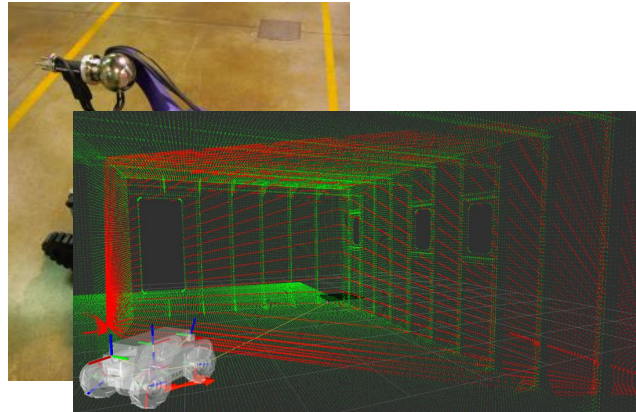
CAD based SLAM,
navigation, and planning

WP3

WP4

WP5

WP6



WP1

WP2

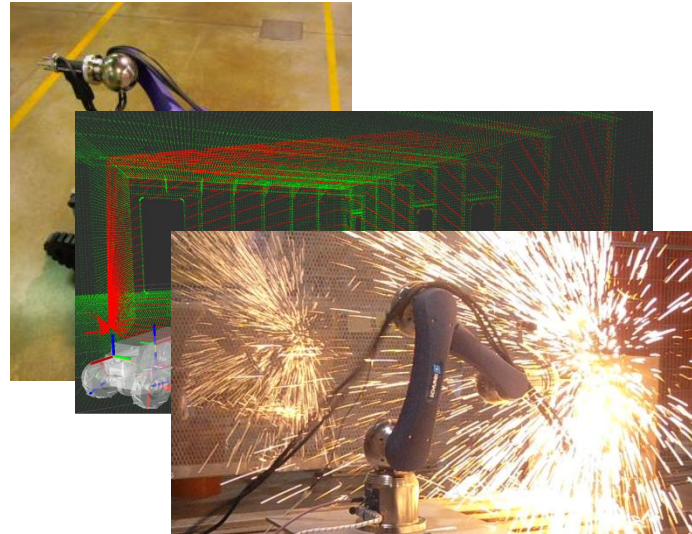
WP3

Control for process execution
and arm navigation

WP4

WP5

WP6



WP1

WP2

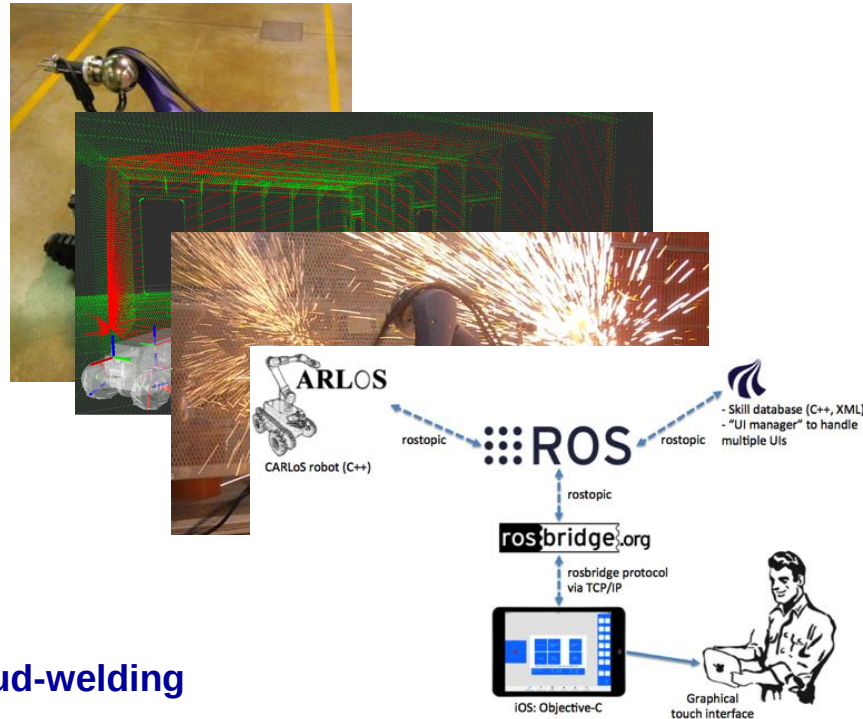
WP3

WP4

Human robot cooperation for stud-welding
 and marking

WP5

WP6



WP1

WP2

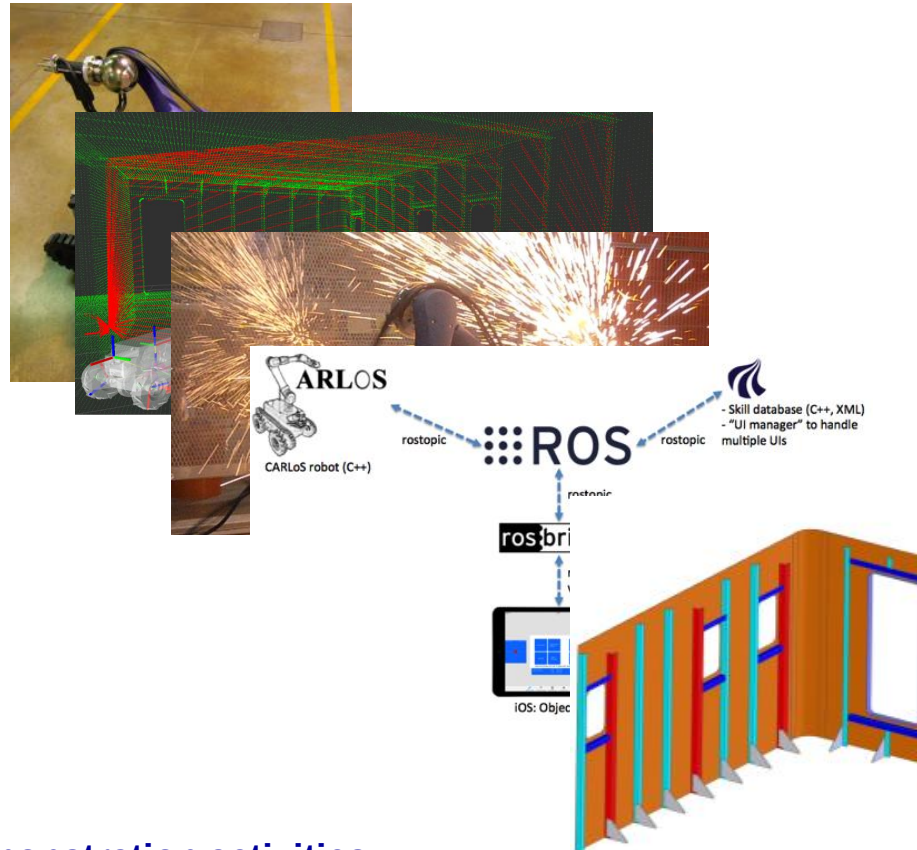
WP3

WP4

WP5

Pre-industrial validation and demonstration activities

WP6



WP1

WP2

WP3

WP4

WP5

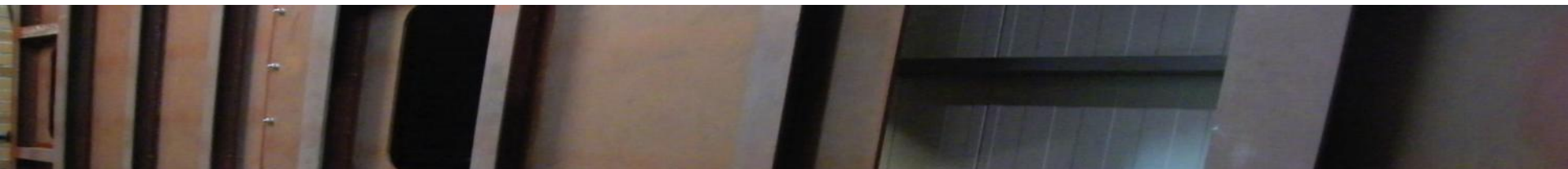
WP6

Knowledge transfer, dissemination and exploitation

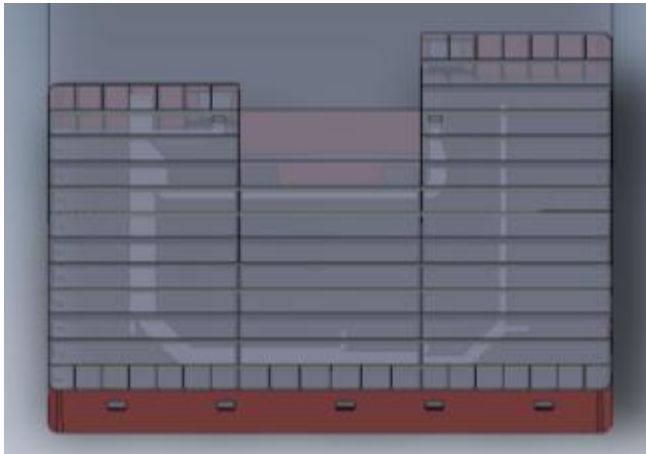
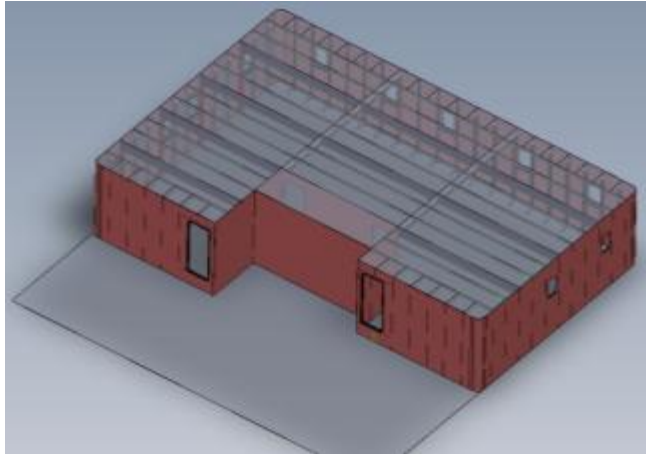


WP1

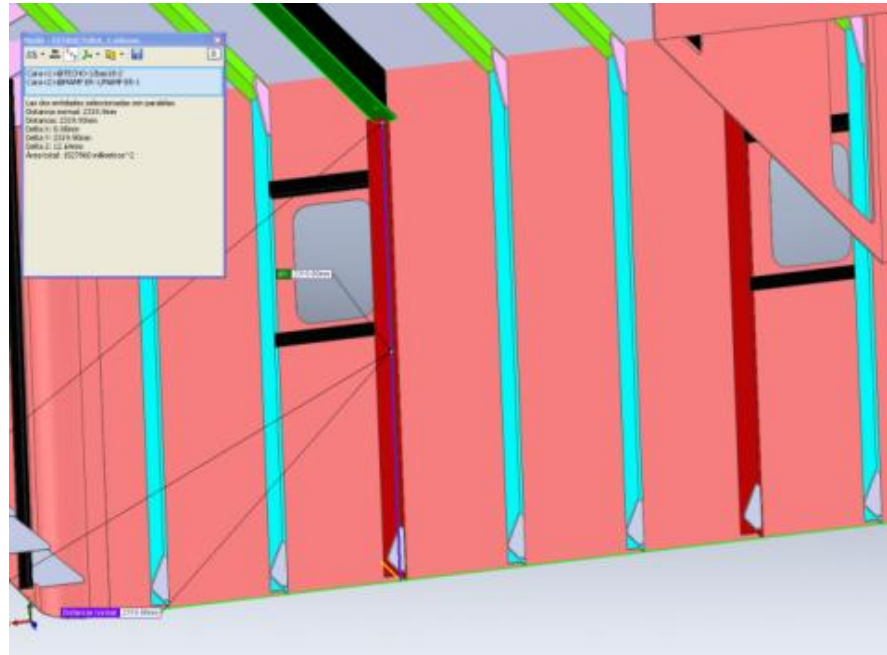
- a. T1.1: Functional specification and process parameterization
- b. T1.2: Tool design and fabrication for mobile stud welding and marking
- c. T1.3: Power electronics and energy management
- d. T1.4: Integration of CARLoS robot



Escenario realístico proporcionado por el astillero **JOSÉ VALIÑA, S.A.**



- ❑ Altura máxima: 2590 mm;
- ❑ Distribución rigidizadores: 600 mm;



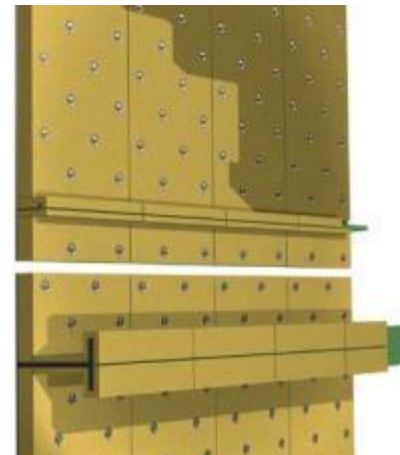
Distribución de los pernos → Fabricante del aislamiento

(ej. PAROC A60 Steel Bulkhead)

Distribución usual:

- ✓ 150mm de distancia a bordes
- ✓ 300mm distancia entre pines
- ✓ 12 pines/m²

Tasa soldadura: 500pines/8horas ~ 1pin/minuto



PLATAFORMA ROBOTIZADA:

Se han analizado dos plataformas:

GUARDIAN y XWAM



	GUARDIAN	XWAM
Payload	100kg	40kg
Width (mm)	500	796
Vertical range (mm)	600	1200
Locomotion	Tracks (or wheels)	Omnidirectional wheels

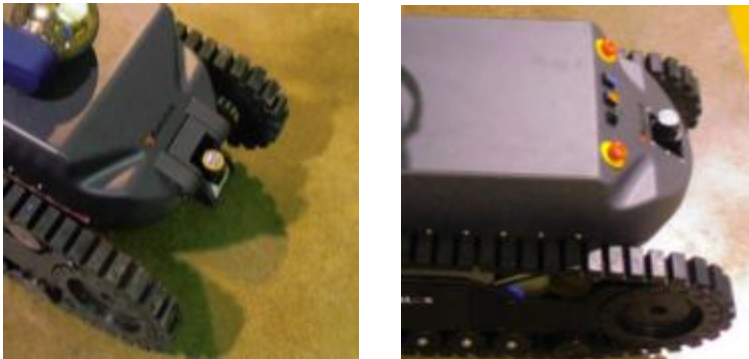
Control navegación basado en ROS y librerías de código abiertas

ROS.org

PLATAFORMA ROBOTIZADA:

Sensores

- ✓ 2 laser escáner: frontal y posterior
- ✓ 3D pan/tilt escáner laser



- Localización y mapeado
- Vigilancia del área de trabajo para seguridad

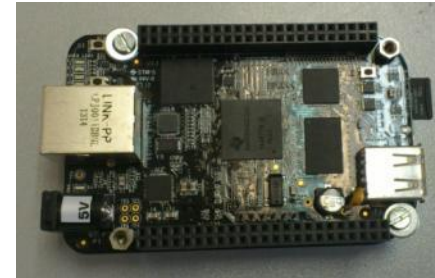
BRAZO ROBOTIZADO:

- ✓ Schunk Power Ball light-weight arm
- ✓ Protocolo basado en CANOpen
- ✓ 6 DOF
- ✓ 650 mm alcance



BRAZO ROBOTIZADO:

- ✓ Logitech webcam
- ✓ BeagleBone Black board
- ✓ OdicForce laser
- ✓ FTM 115 Schunk force/torque sensor



MAQUINA DE SOLDAR:

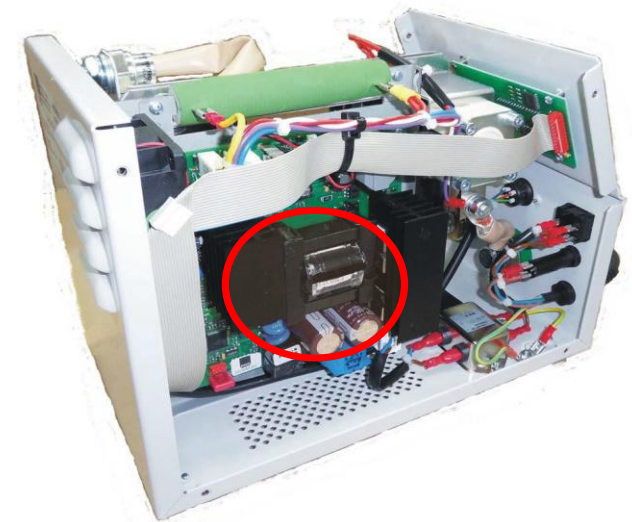
- ✓ Soldadura basada en descarga capacitiva
- ✓ Equipo ligero (9kg)
- ✓ Potencia carga: 700W
- ✓ Pistola soldar: 0.635kg. Pernos: $\varnothing$: 2-10mm. Longitud: 8-100mm.



Acople pistola - robot

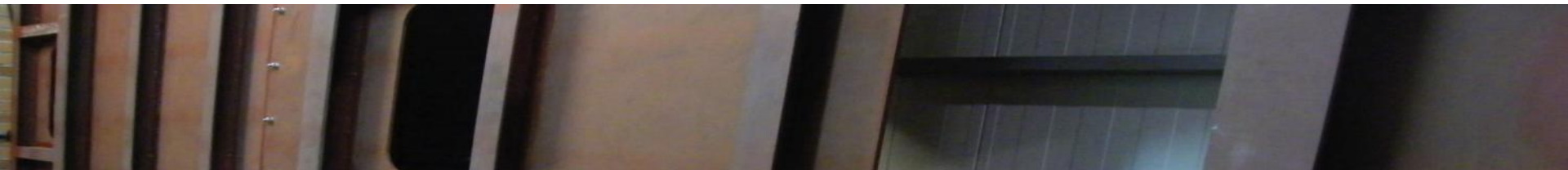


Modificación fuente potencia → Alimentación DC
Integración en la fuente potencia 48V



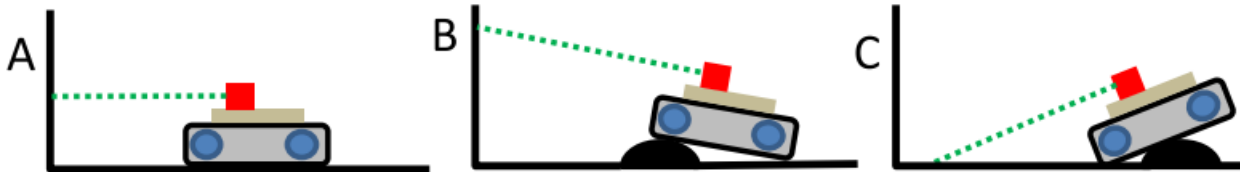
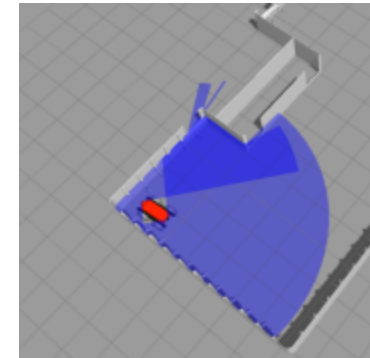
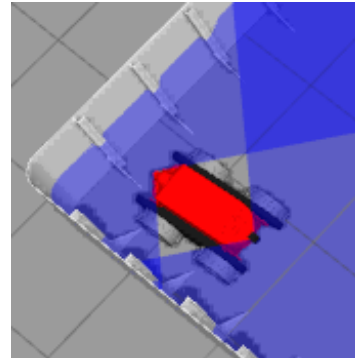
WP2

- a. T2.1: Requirements analysis, selection of technologies and software frameworks
- b. T2.2: SLAM with CAD data integration
- c. T2.3: Robot control and planning
- d. T2.4: RT-safety surveillance control



SLAM

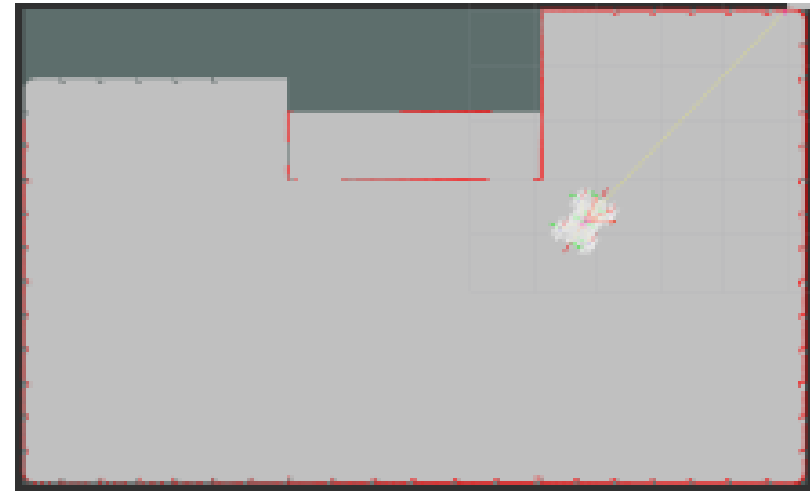
- 2 láseres fijos
- 1 láser escáner 3D



Durante el proceso de soldadura los láseres pueden ser usados para definir la zona de seguridad alrededor del robot

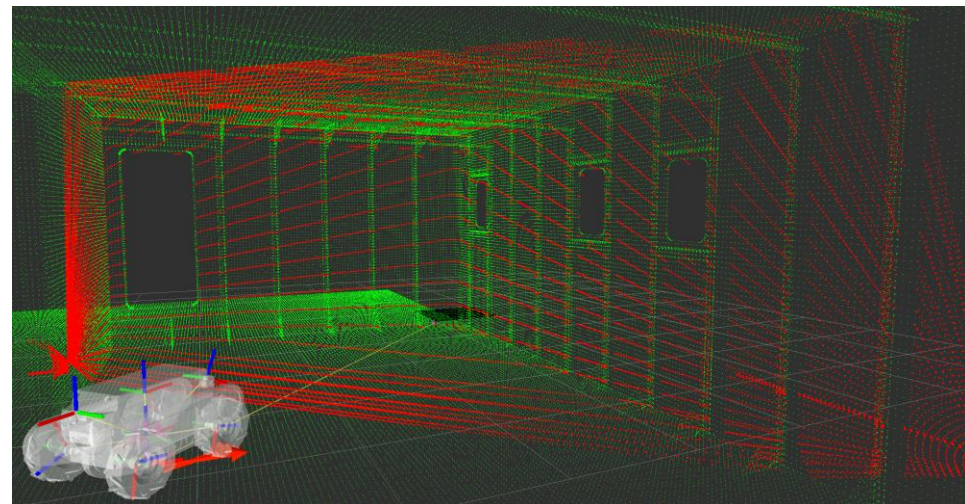
Localización con integración CAD

1. Adaptación de algoritmo ICP para localización del robot (2D), a partir de información de CAD.



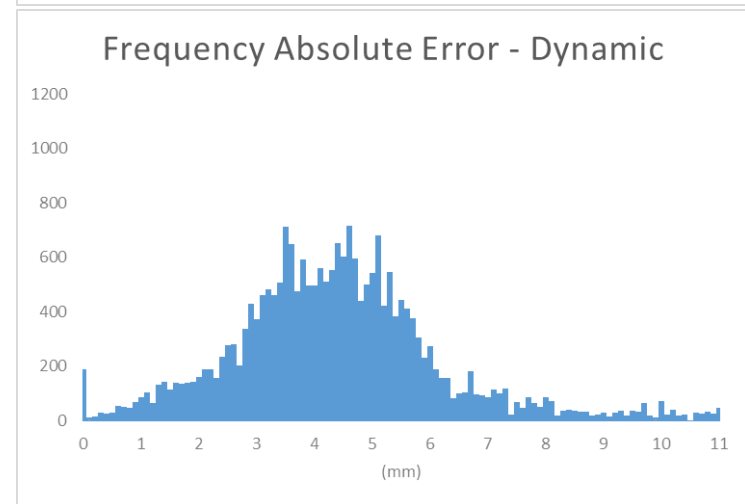
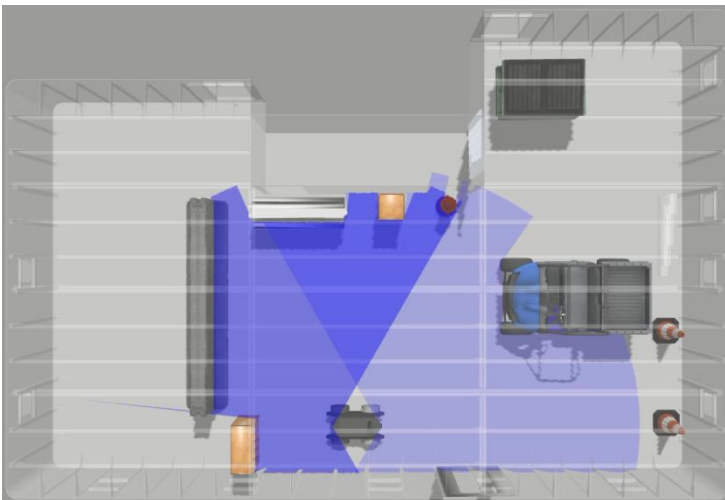
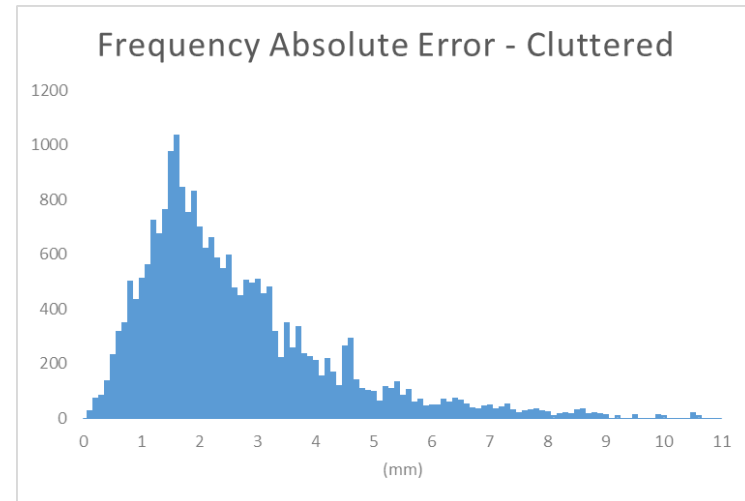
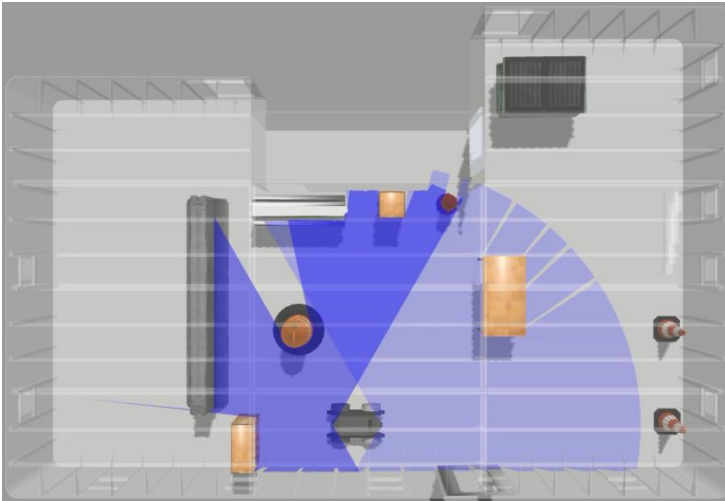
2. Adaptación algoritmo ICP contra nube de puntos 3D.

Localización del robot en superficies no planas (Ej: Escaleras)

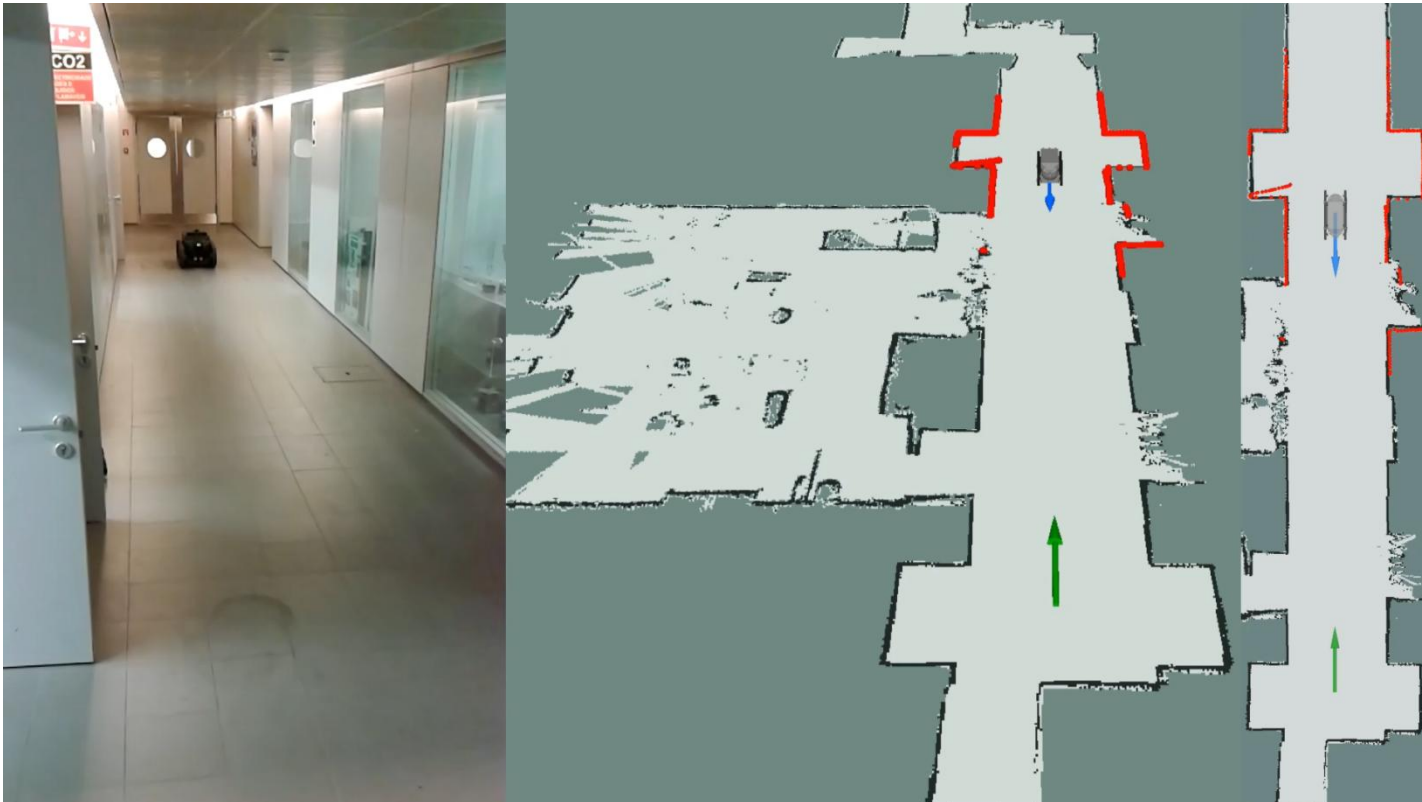


Localización

ICP based algorithms with enhanced robustness.

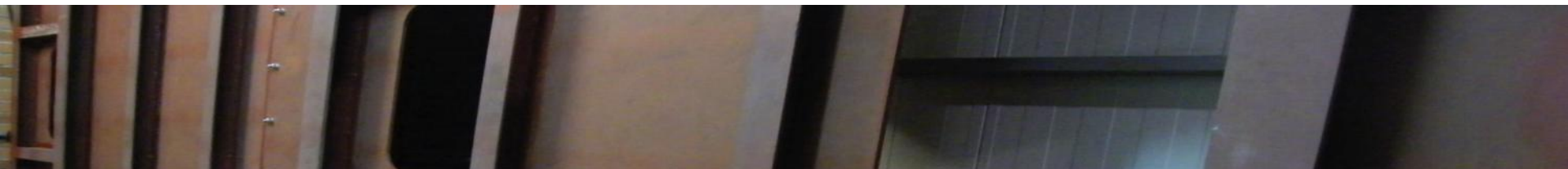


Primeras pruebas de laboratorio...



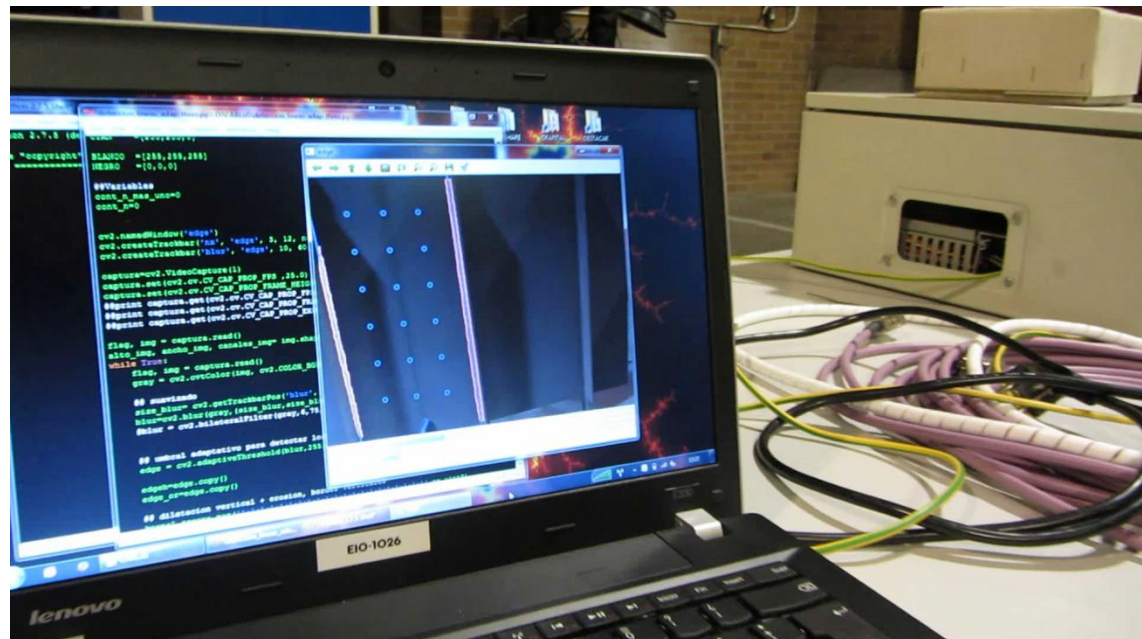
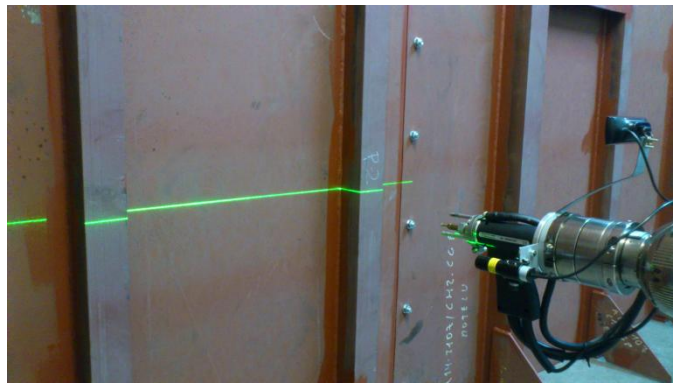
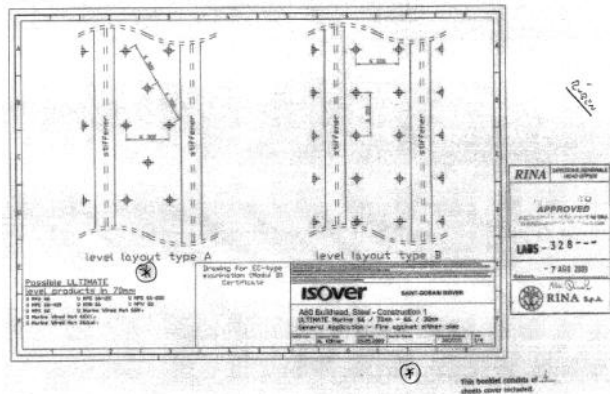
WP3

- a. T3.1: Requirement analysis, selection of technologies and software frameworks
- b. T3.2: Sensoring for local arm control during stud welding and marking
- c. T3.3: Robot arm, tools and sensing assembly and testing
- d. T3.4: Arm control, path planning and process execution



VISUAL SERVOING:

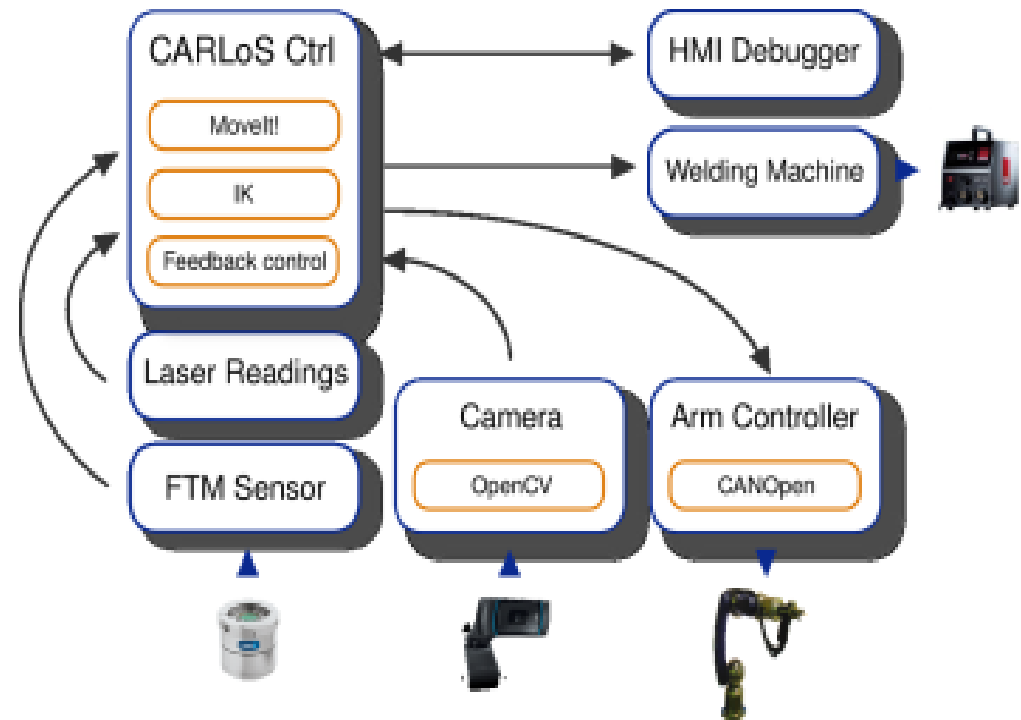
- ❑ Visión monocular para posicionamiento pernos a soldar.
- ❑ Localización rigidizadores → Identificación área de trabajo.
- Estimación posiciones a soldar basado en procedimiento soldadura.



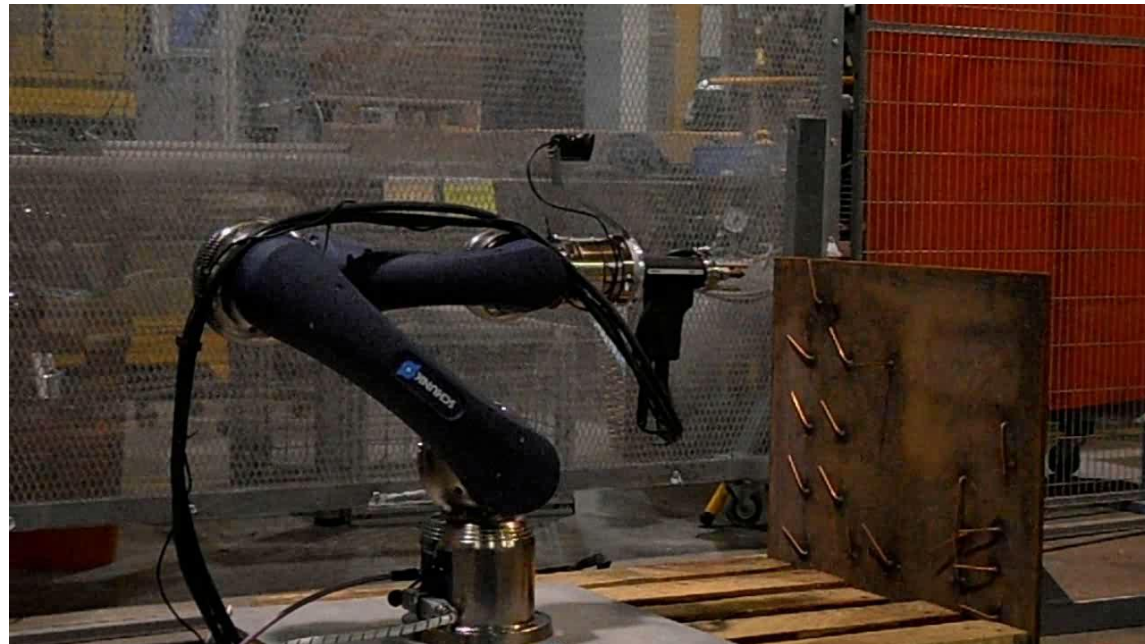
VISUAL SERVOING:

❑ Navegación basado en sensorización local (distancia, esfuerzo)

- Interacción suave brazo-robot
- Presión ejercida soldadura (aprox. 80-120N)
- Orientación herramienta

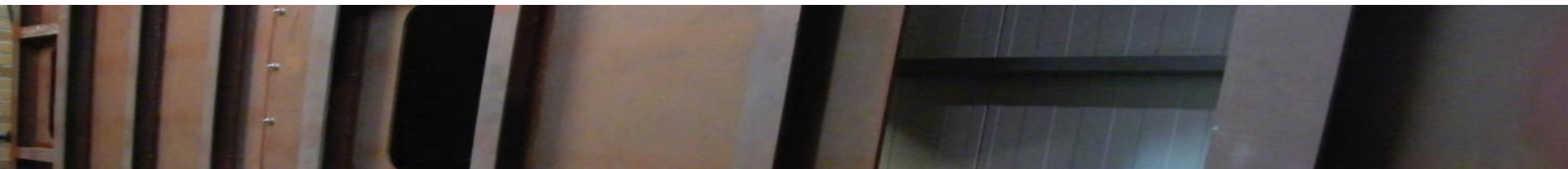


SOLDADURA PERNOS



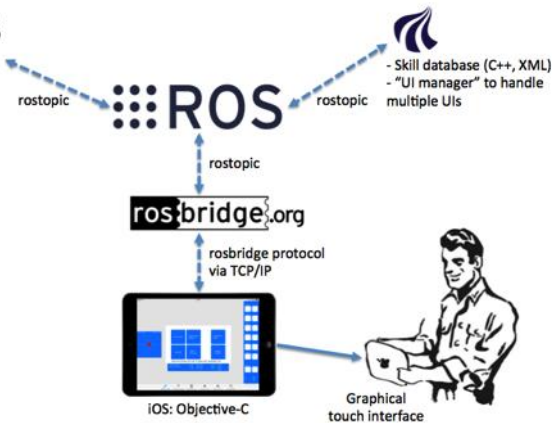
WP4

- a. T4.1: Requirement analysis and task specification
- b. T4.2: High-level robot programming through skills and behaviours
- c. T4.3: Safe human robot cooperation



Objetivos:

- ✓ Interacción con los trabajadores del astillero (Tareas de habilitación)
- ✓ No es necesaria experiencia en programación
- ✓ Ayudar al robot a localizarse y ejecutar tareas soldadura



Start-up:

- Feedback sobre información estado robot: batería, errores,...
- Ayuda para navegación al área de trabajo

Pre-operation:

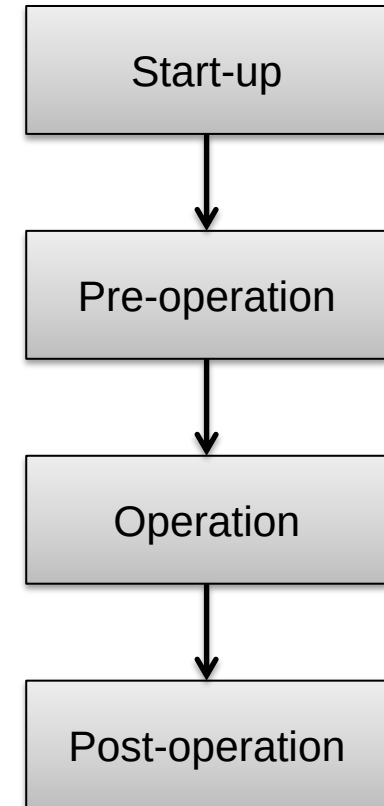
- Operador confirma mapeado y localización del robot
- Selecciona paredes sobre las que trabajar
- Operador parametriza toda la operación

Operation:

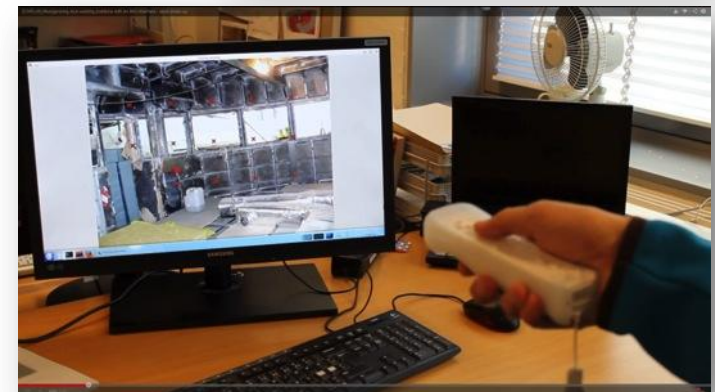
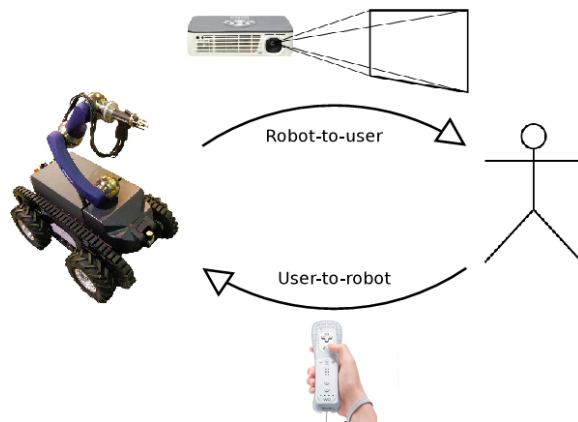
- Soldadura de pernos en la pared. Feedback a operador

Post-operation:

- El operador puede mover el sistema a otra cabina



- Implementación actual y prueba de interfaces
 - Wii remote plus
 - iPad interfaz
 - Web interfaz
 - sensor 3D para detección paredes y calibración
 - Proyector para feedback visual
- La parameterización de habilidades se hace a través de interfaces de usuario



CARLoS

Work Package 4 - Human-Robot Cooperation for Stud-Welding and Marking

First operator assisted stud-welding test with robot



www.carlosproject.eu

Funded by the European Community's Seventh Framework Programme
(FP7 SME 2013) under grant agreement no 606363

Sede Central

Centro de Aplicaciones Láser

Polígono Industrial de Catoboi
SUR-PI-2 (Sector 2) Parcela 3
E36410 O PORRIÑO
Pontevedra – España
Telf. +34 986 344 000
Fax +34 986 337 302

Sede Torneiros

Relva 27 A – Torneiros
E36410 O PORRIÑO
Pontevedra – España
Telf. +34 986 344 000
Fax +34 986 337 302

Delegación A Coruña

Polígono Industrial de Pocomaco
Parcela D-22 Oficina 20
E15190 A CORUÑA
Telf. +34 617 395 153

Delegación Madrid

Avda. General Perón 32 8º H
Edificio Torre Castellana
E28020 MADRID
Telf. +34 687 448 915

aimen@aimen.es
www.aimen.es



Gracias por su atención

Félix Vidal Vilariño | *Coordinador grupo Robótica y Control*

Tlf. +34 986 344 000 | fvidal@aimen.es