

INTERACCIÓN PERSONA-MÁQUINA EN LA NUEVA INDUSTRIA: ROBÓTICA COLABORATIVA

Retos de futuro en materia de Prevención de Riesgos Laborales



OSALAN

Laneko Segurtasun eta
Osasunerako Euskal Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Luis Pérez Castaño
Jefe de Unidad de Industria Digital
lcp@prodintec.com

FUNDACIÓN **PRODINTEC**
FÁBRICA DE FUTURO
www.prodintec.com



San Sebastián, 20 de julio de 2017

INDUSTRIA 1.0 → INDUSTRIA 4.0

Primera Revolución Industrial

Equipos de producción mecánicos impulsados por la energía del vapor.



XVIII

1800

Segunda Revolución Industrial

Producción en masa, división de tareas y energía eléctrica.



XIX

1900

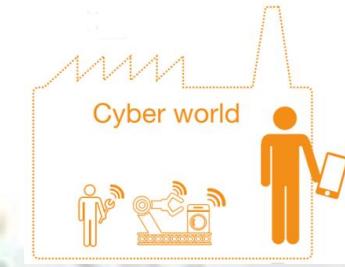
Tercera Revolución Industrial

Electrónica y tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la automatización.



Cuarta Revolución Industrial

Sistemas ciberfísicos, robótica colaborativa, Internet de las cosas, fabricación aditiva (AM)...



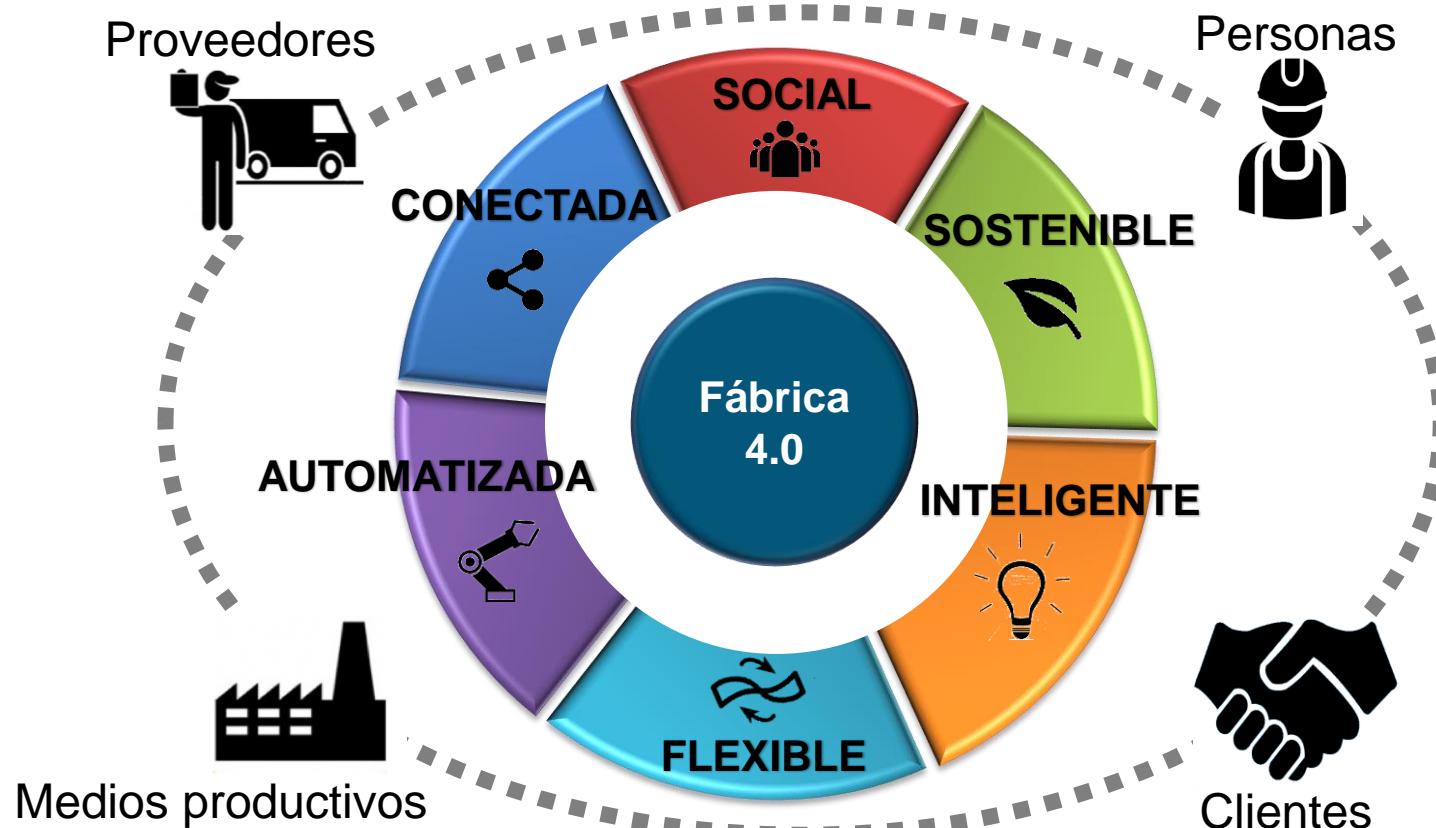
XX

2000

XXI



INDUSTRIA 4.0



INDUSTRIA 4.0

Automatizada

Incrementa la **velocidad** de los procesos, la **calidad** de los productos y la seguridad en las instalaciones.

Conectada

Equipos interconectados para el **análisis de datos** (interno) y el intercambio de información entre empresas.

Flexible

Fabricación **adaptable** a las variaciones de la **demand**a y cambios en la **producción**.

Inteligente

Fabricación que asiste al trabajador en la planificación, realización de las tareas y mantenimiento de equipos.

Social

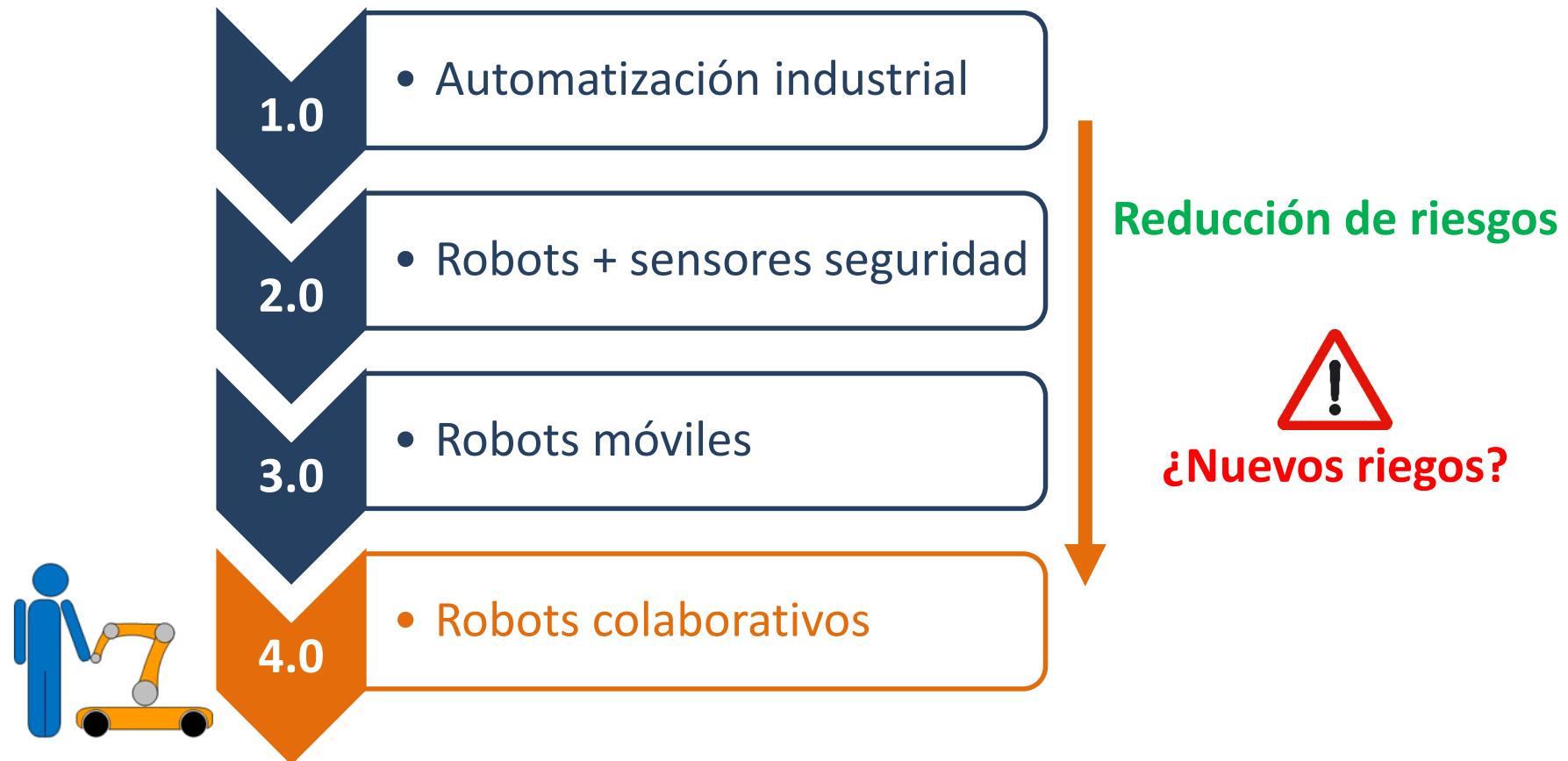
Las personas son el centro de la actividad. Concentran el **mayor valor** dentro de las fábricas.

Sostenible

Uso **racional** de los **recursos** y la **tecnología** contribuyendo a la sostenibilidad del negocio y del medioambiente.



ROBOTS 1.0 → ROBOTS 4.0





EUROPA

- El objetivo del programa H2020 de la Comisión Europea es alcanzar el **liderazgo** en tecnologías industriales (*Factories of the Future* [1]).
- Es necesario **automatizar procesos** y **reducir las tasas de accidentes**, mejoras limitadas en la industria tradicional por los procesos manuales.
- La automatización y los robots inteligentes conducirán a la industria moderna a la **eficiencia**, incrementando la productividad, ahorrando energía y materiales y mejorando las condiciones de trabajo y la **seguridad** [2].
- La **robótica** es una de las claves para la economía europea. Europa es una de las regiones líderes del mundo en robótica industrial con un 25% de suministro y aplicación.
- Se espera que el crecimiento de la robótica alcance un impacto directo en la **creación de empleo**, ya que cada robot industrial necesitará al menos cuatro personas para hacerlo funcionar y mantenerlo [3].



Retos de futuro en materia de PRL



OSALAN

Ley de Seguridad Social
Ossorio Jaurlaritzako Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laboral



1. European Commission. *Factories of the Future in H2020*: http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/factories-of-the-future_en.html.
2. European Factories of the Future Research Association. *Factories of the Future: Multi-Annual Roadmap for the Contractual PPP under Horizon 2020*; Publications office of the European Union: Brussels, Belgium, 2013.
3. European Commission and Robotics: <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/robotics>.

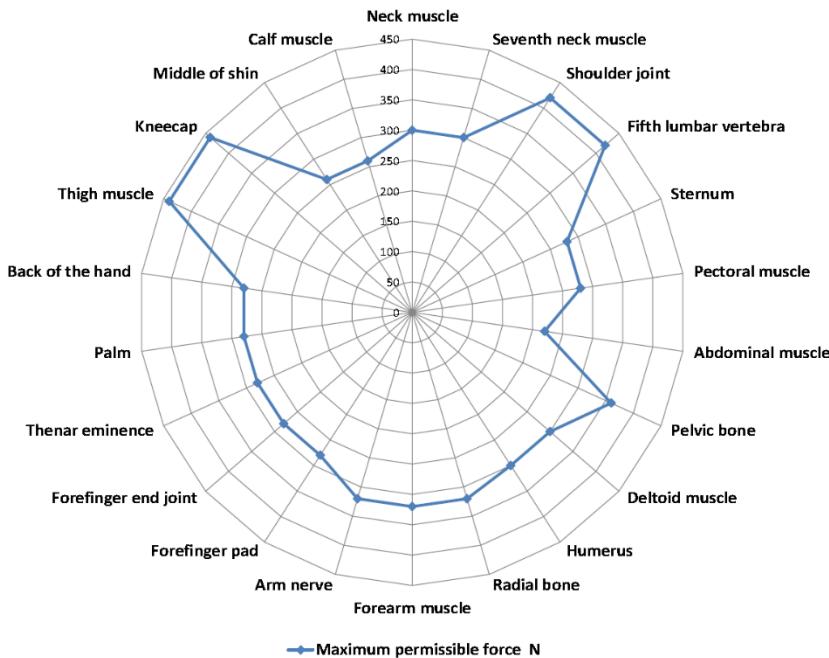


SEGURIDAD

- La industria europea requiere de un nuevo tipo de robots colaborativos que sean capaces de realizar sus tareas con exactitud garantizando la **seguridad** de las personas.
- Hasta ahora la seguridad limita el uso de estos robots, manteniéndolos **separados de las personas**.
- En los últimos tiempos se ha incrementado el uso de sistemas de **visión artificial** en aplicaciones relativas a la mejora de la seguridad de los trabajadores en el entorno industrial y al guiado de robots [1, 2].
- Además se combinan con otras tecnologías como la **realidad aumentada, pieles sensibles...**
- Es necesario enfrentarse a **retos** como la capacidad de adaptación a entornos dinámicos, la flexibilidad ante las múltiples casuísticas o la dificultad de integración.

1. Zhou, K.; Ebenhofer, G.; Eitzinger, C.; Zimmermann, U.; Walter, C.; Saenz, J.; Pérez, L.; Fernández, M.A.; Navarro, J. *Mobile manipulator is coming to aerospace manufacturing industry*. In Proceedings of the 2014 IEEE International Symposium on Robotic and Sensors Environments (ROSE 2014), Timisoara, Romania, 16–18 October 2014; pp. 94–99.
2. Pérez, L.; Rodríguez, I.; Rodríguez, N.; Usamentiaga, R.; García, D.F. *Robot Guidance Using Machine Vision Techniques in Industrial Environments: A Comparative Review*. Sensors 2016, 16, 335.

NORMATIVA



Garantizar la parada
Velocidad de trabajo
Distancias de seguridad

Limitaciones de potencia y fuerza

- **UNE EN ISO 10218-1: 2011**
- **UNE EN ISO 10218-2: 2011**
- **ISO/TS 15066: 2016**
- **UNE EN ISO 13482: 2014**

$$V_{max} = \frac{p_{max} * A}{\sqrt{(\frac{1}{m_H} + \frac{1}{m_R})^{-1} * k}}$$

- D. Mewes and F. Mauser. *Safeguarding crushing points by limitation of forces*. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 2003, 9 (2), pp. 177–191.
- K. Suita, Y. Yamada, N. Tsuchida, K. Imai, H. Ikeda, and N. Sugimoto. *A failure-to-safety 'Kyozon' system with simple contact detection and stop capabilities for safe human-autonomous robot coexistence*. In Proceedings of 1995 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 3, pp. 3089–3096.
- J. A. Marvel, J. Falco, and I. Marstio. *Characterizing task-based human-robot collaboration safety in manufacturing*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 45 (2), pp. 260–275, 2015.
- International Organization for Standardization. *ISO/TS 15066:2016: Robots and robotic devices - Collaborative robots*.



Retos de futuro en materia de PRL

Robot móvil colaborativo para la industria aeronáutica:

- Aplicación de sellante
- Inspección de grandes piezas



**validation of advanced,
collaborative robotics for
industrial applications**



www.valeri-project.eu

 **Fraunhofer**
IFF

Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation IFF, Magdeburg (Germany)

 **KUKA**
KUKA Laboratories GmbH, Augsburg (Germany)

 **AIRBUS**
DEFENCE & SPACE

Airbus DS, Madrid (Spain)

 **IDPSA**
Engineering & Robotics

IDPSA, Madrid (Spain)

 **PROFACTOR**
PROFACTOR GmbH, Steyr-Gleink (Austria)

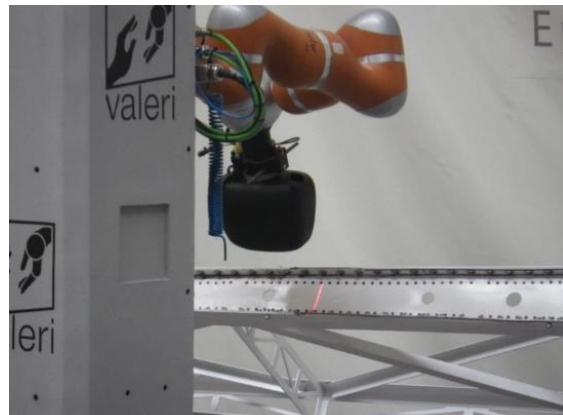
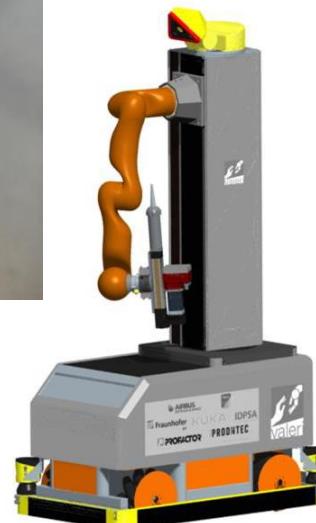
 **PRODINTEC**
FACTORY OF FUTURE

PRODINTEC, Gijon (Spain)

 **facc**

facc AG, Ried im Innkreis (Austria)





**Manipulación de productos químicos
Posturas poco ergonómicas
Tareas repetitivas**



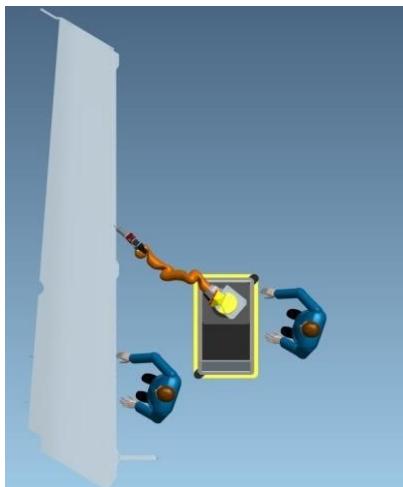
ROBOTS 1.0 → ROBOTS 4.0



Robot “tradicional”



Sistemas estáticos de seguridad (barreras)



Robot colaborativo



Visión 3D
Piel sensible

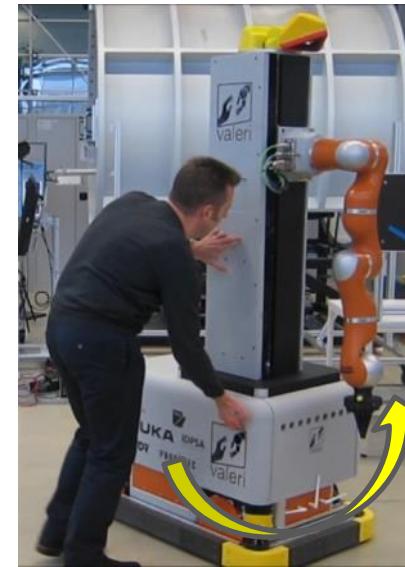
...



Retos de futuro en materia de PRL

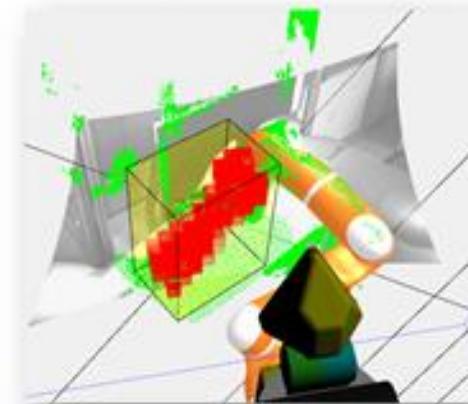
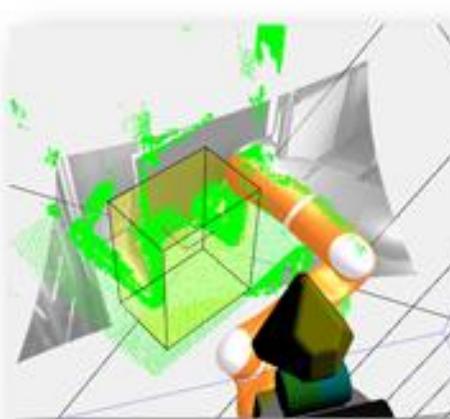
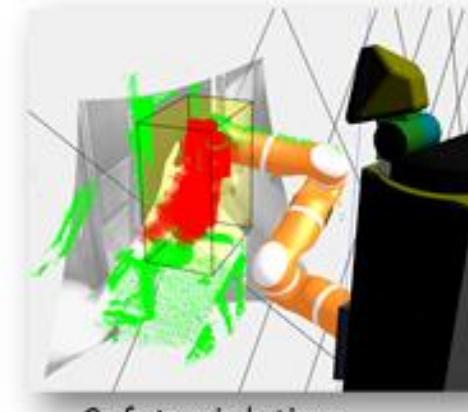
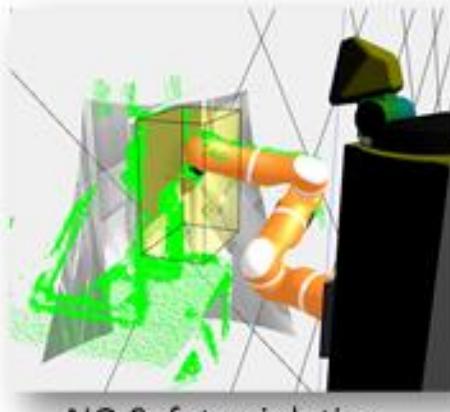
INTERACCIÓN SEGURA

PIEL SENSIBLE



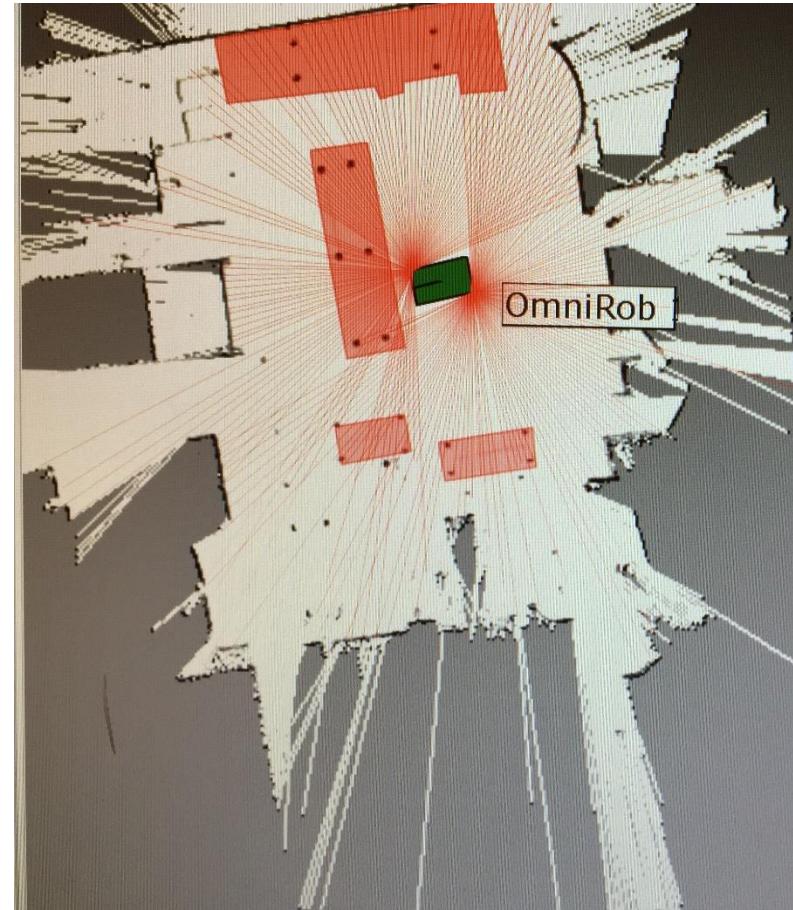
INTERACCIÓN SEGURA

VISIÓN 3D EMBARCADA



INTERACCIÓN SEGURA

ESCÁNER LÁSER → Mapa de navegación



Retos de futuro en materia de PRL

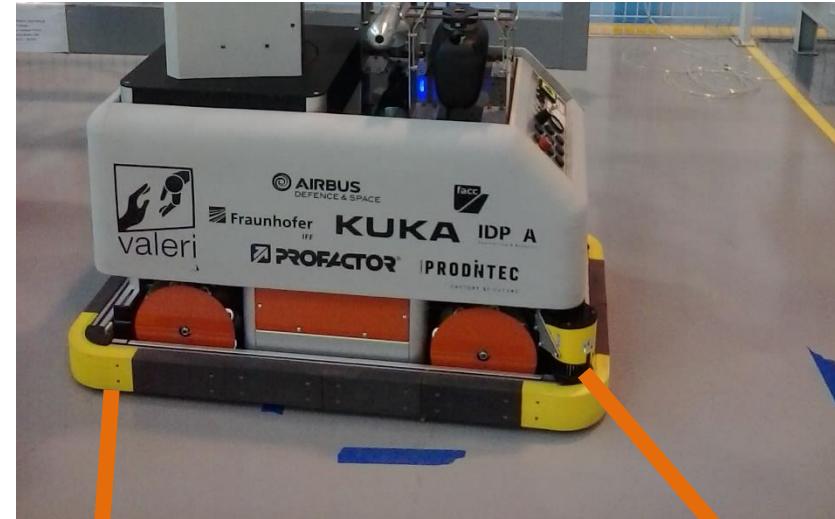


Universidad
del País Vasco
Euskal Herriko
Universitatea

VALERI. *Safety for Human-Robot Interaction in Industrial Settings.* 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2015), Hamburg, Germany, 28 September – 2 October 2015.



INTERACCIÓN SEGURA



PARACHOQUES SENSIBLE



ESCÁNER LÁSER



INTERACCIÓN SEGURA

Sealant Inspection Camera (not pictured)
 Localization Camera (not pictured)

Sealant tool

Torque sensing in joints (collision detection and interaction)

Tactile bumper ring around the lower part of the OmniRob base (collision detection)

Tactile sensors on LWR base (contact detection)

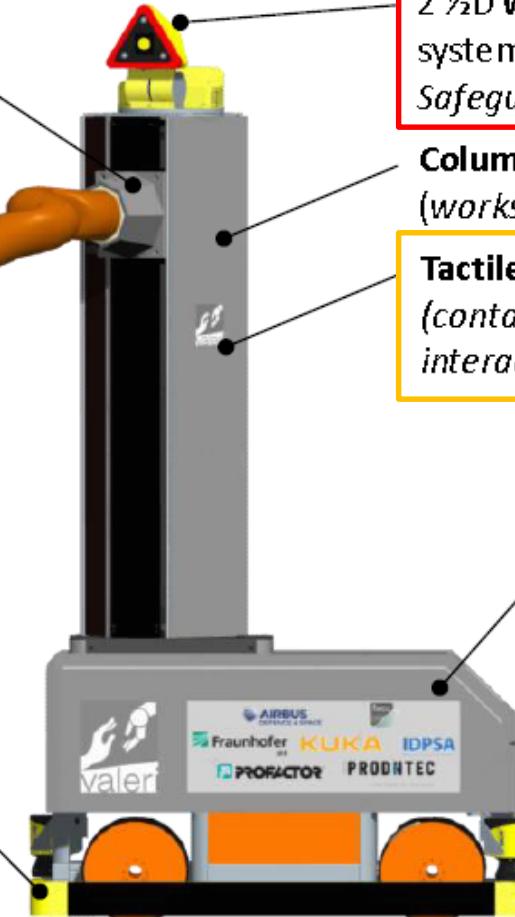
2 ½D workspace monitoring system on pan-tilt unit (Tool Safeguarding)

Column with 2 DOF (workspace extension)

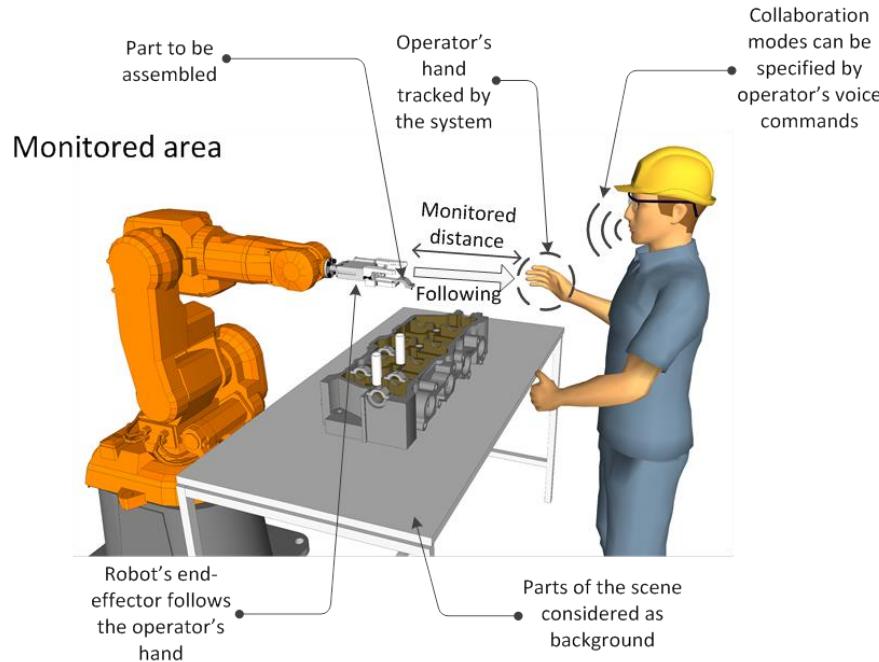
Tactile sensors on column (contact detection and interaction)

Tactile sensor on OmniRob base (contact detection and interaction)

Laser scanner (proximity detection)



Nuevas tecnologías para una industria europea más automatizada

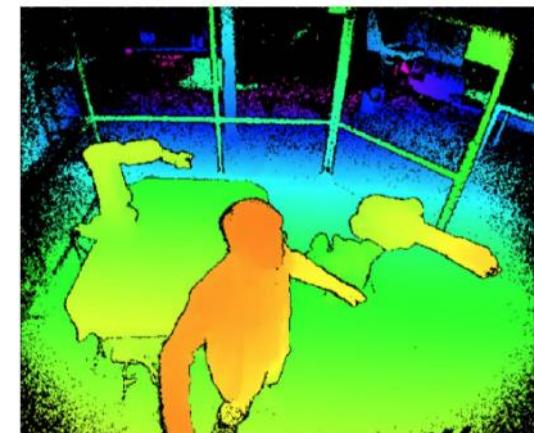
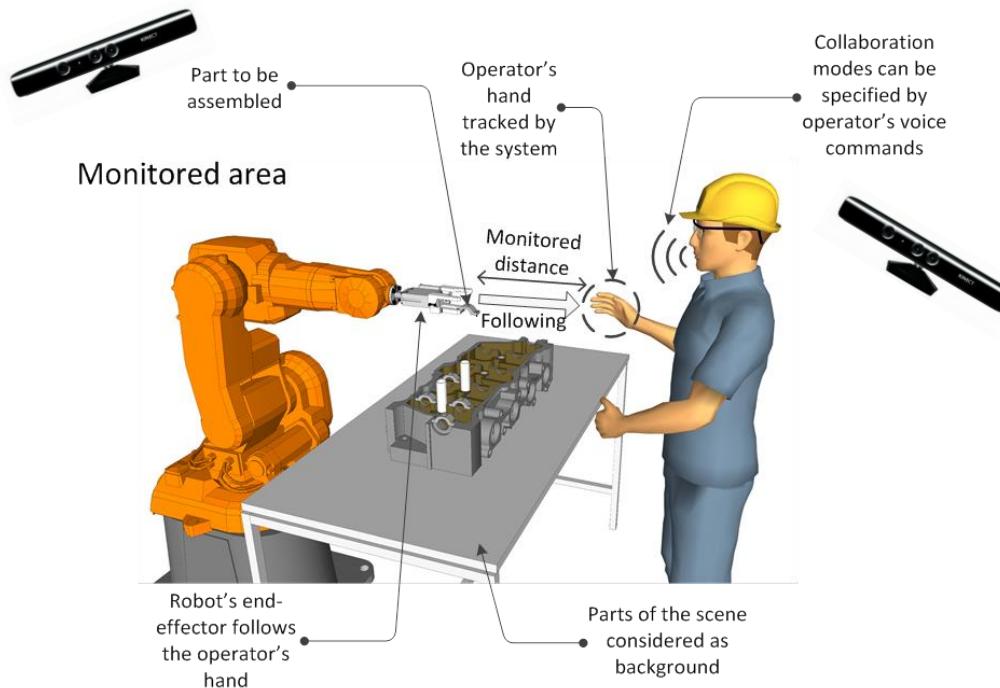


www.symbio-tic.eu



INTERACCIÓN SEGURA

VISIÓN 3D EN EL ENTORNO



LOCALIZACIÓN EN PLANTA



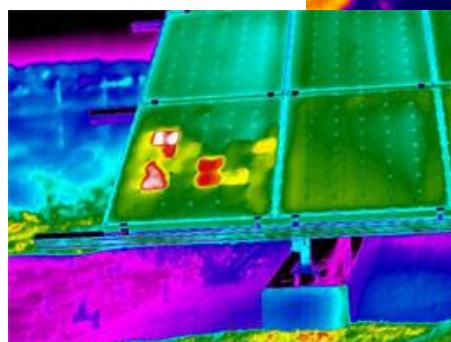
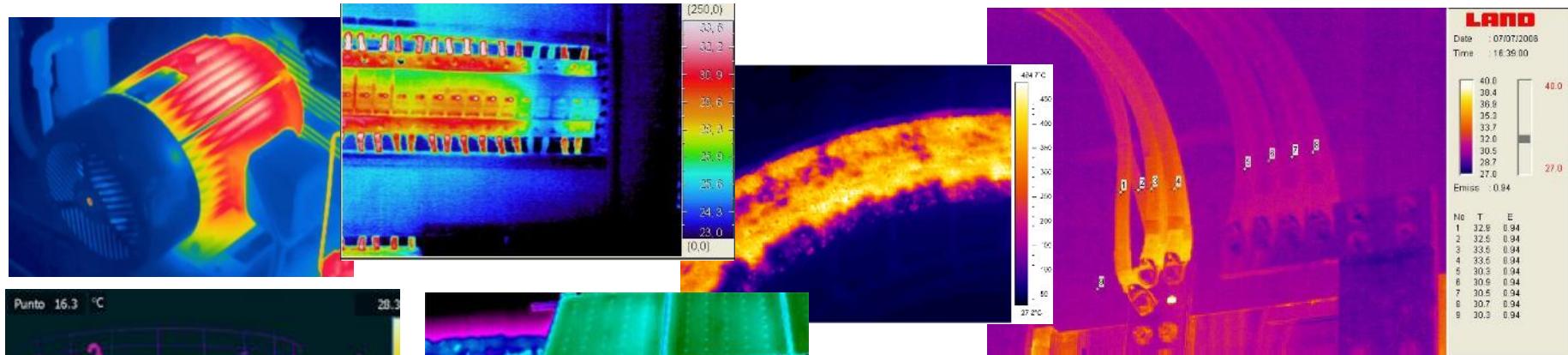
IMÁGENES TERMOGRÁFICAS



- Espectro infrarrojo
- Detección en bajas/nulas condiciones de visibilidad
- Diferencia térmica entre personas y entorno.



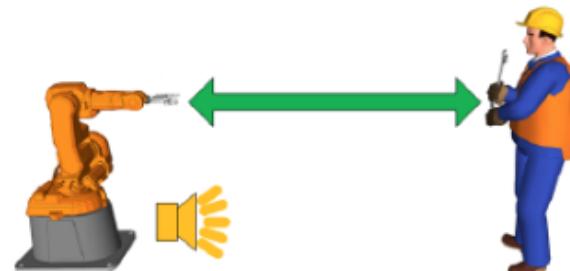
TERMOGRAFÍA



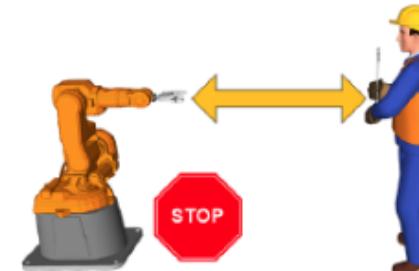
- Fugas de calor
- Filtraciones de agua
- Fallos eléctricos
- Calentamientos
- Incendios
- Presencia de personas o animales
- Defectos no superficiales
- Análisis de materiales
- ...

Retos de futuro en materia de PRL

INTERACCIÓN SEGURA



ALERTAR



PARAR



RETROCEDER



ESQUIVAR

INTERFACES



Pantallas táctiles



Comandos de voz



Realidad aumentada



Avisos auditivos

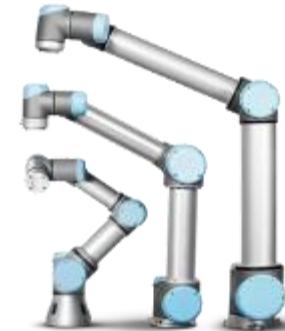
ROBOTS COLABORATIVOS



Baxter (Rethink Robotics)



Sawyer (Rethink Robotics)



UR (Universal Robots)



LBR iiwa (KUKA)



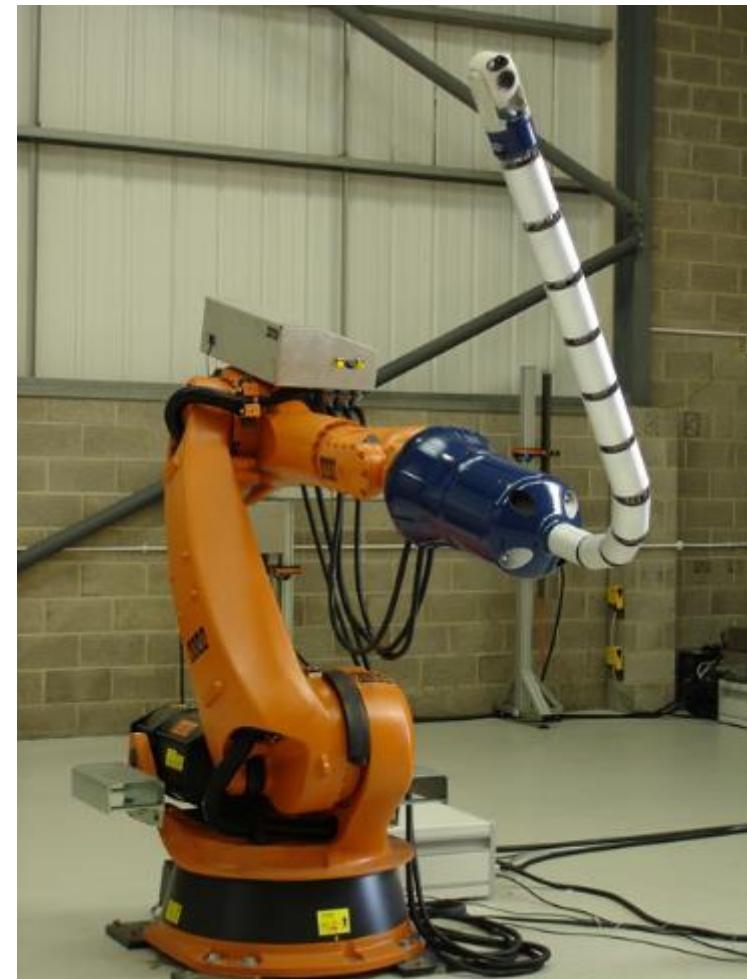
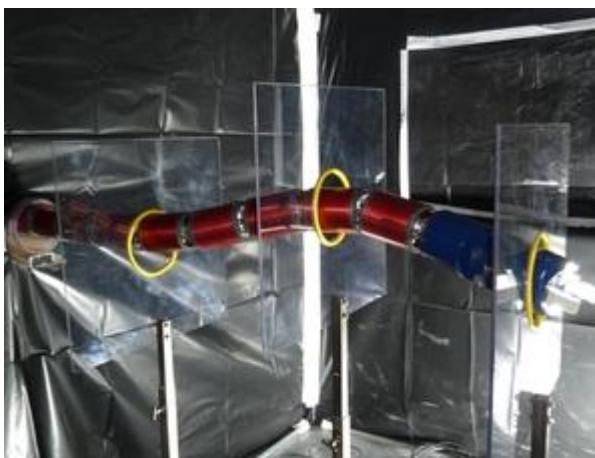
Yumi (ABB)



PAVP6 (Precise Automation)



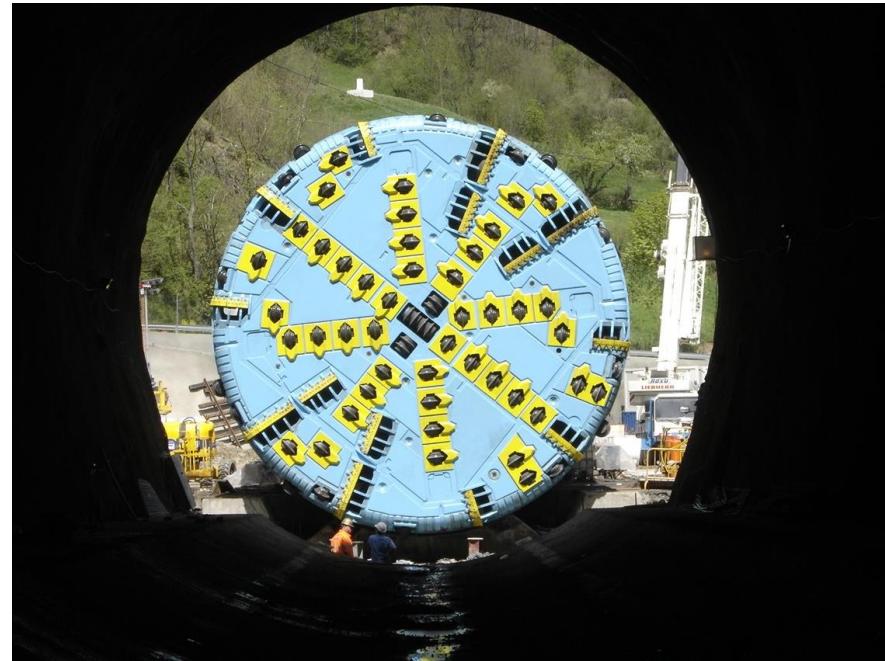
ZONAS DE ACCESO DIFÍCIL



Shake-arm robots (OCRobotics)

Retos de futuro en materia de PRL

CONSTRUCCIÓN



Manual ← 60 años → Tuneladora

- Reducir los trabajos manuales
- Evitar la presencia de operarios en zonas peligrosas
- Aumentar la velocidad de perforación
- ...





2 horas



10 minutos



2,5 horas



12 minutos

INTERACCIÓN PERSONA-MÁQUINA EN LA NUEVA INDUSTRIA: ROBÓTICA COLABORATIVA

“Innovar es arriesgado, pero más arriesgado es no innovar”.



Robotizar una actividad peligrosa es arriesgado (hay que implementar los mecanismos de seguridad necesarios), pero más arriesgado es que esa actividad siga siendo manual.



Retos de futuro en materia de PRL



INTERACCIÓN PERSONA-MÁQUINA EN LA NUEVA INDUSTRIA: ROBÓTICA COLABORATIVA

Gracias por su atención



OSALAN

Laneko Segurtasun eta
Osasunerako Euskal Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y
Salud Laborales



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Luis Pérez Castaño
Jefe de Unidad de Industria Digital
lcp@prodintec.com

*Retos de futuro en materia de
Prevención de Riesgos Laborales*

San Sebastián, 20 de julio de 2017



FUNDACIÓN

PRODINTEC

FÁBRICA DE FUTURO
www.prodintec.com