

## Tarea 03. A5

# CONCLUSIONES TÉCNICAS DEL SEMINARIO INTERNACIONAL FINAL EN BRISTOL (REINO UNIDO)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. Breve presentación sobre el Proyecto Safecrobot [UWE] .....	5
3. Presentación de objetivos y resultados [UWE] .....	6
4. Presentación de contenidos .....	8
5. Demostración de la herramienta de tecnología VR [UWE] .....	9
6. Discusión [UWE] .....	11
Comentarios de los participantes .....	11
NÚMERO DE ASISTENTES .....	14
APÉNDICE A – RESUMEN DE LAS PRESENTACIONES EN EL SEMINARIO .....	16
APÉNDICE B – FOLLETO DEL SEMINARIO .....	19

## 1. INTRODUCCIÓN

El Primer Seminario Internacional sobre los resultados del proyecto SafeCRobot en Bristol (Reino Unido), es una tarea con entregable identificado como O3 / A5 "Conclusiones técnicas del Primer Seminario Internacional en Bristol (Reino Unido)".

Esta tarea está incluida en el Producto Intelectual 3 "Herramienta basada en REA y TIC para la formación y sensibilización" del proyecto SafeCRobot.

Este evento multiplicador celebrado en Bristol organizado por UWE el 11 de noviembre de 2022 se centró en la realidad virtual (VR) y la plataforma REA con la organización de presentaciones y demostraciones que cubren diferentes temas sobre este proyecto. Expertos en seguridad de robotizados y automatizados para el sector de la construcción asistieron a este evento y participaron en las mesas redondas.

Este informe técnico recopila y analiza las principales conclusiones que tenían como objetivo implementar las mejoras correspondientes en los resultados del proyecto.

### AGENDA

#### 11 de noviembre de 2022, Bristol, Reino Unido

15.30 – 16.15 Registro y café.

16.15 – 16.30 Bienvenida e introducción de Safecrobot (UWE - L Mahdjoubi).

16.30 – 17.45 Presentaciones de socios y expertos invitados:

1. Barreras y lecciones de adopción de robótica (UWE Guest - Prof A.Weightman)
2. Perspectivas sobre la garantía de seguridad funcional de robots de construcción y su interacción humano-robot (HRI) (UWE - Dr. C Harper)
3. ¿La ley de seguridad sigue el ritmo de la tecnología (UWE Guest - Dr. N Bell)?
4. Seguridad de vehículos aéreos no tripulados (drones) para la construcción (WUST M. Szostak et al).

18.15 – 19.30 Safecrobot Virtual Reality (VR) y OER Tool Demonstration (UWE - Dr. A. Mahamadu and A. Prabhakaran)

19.30 – 20:30

Networking y Cena

El Seminario Internacional Final se celebró en Bristol, Reino Unido, y fue organizado por el coordinador del proyecto Safecrobot (UWE). Fue llevada a cabo por el proyecto, incluidos el Sr. Abhinesh Prabhakaran, el Dr. Abdul-Majeed Mahamadu y el Prof. Lamine Mahdjoubi.

UWE Bristol tiene una amplia experiencia en educación y capacitación en construcción, así como en tecnologías emergentes de investigación de vanguardia como robótica y sistemas autónomos. La institución ha estado a la vanguardia de la formación y el desarrollo de habilidades en el sector de la construcción del Reino Unido y tiene fuertes vínculos con los actores de la industria, así como asociaciones de formación profesional en toda la región de South West de Inglaterra. Además de la formación, UWE Bristol tiene una inmensa experiencia en digitalización y uso de técnicas novedosas para la formación. El seminario contó con la participación de formadores, conferenciantes, profesionales de la construcción, trabajadores y organizaciones interesadas en la seguridad, la robótica y la digitalización en general. El evento fue anunciado en el sitio web de Eventbrite con el siguiente enlace: <https://www.eventbrite.co.uk/e/safety-implications-of-the-adoption-of-robotics-in-construction-tickets-440250349647?aff=ebdssbdestsearch>

La conciencia de los riesgos asociados con el uso de robots y sistemas autónomos en la construcción está surgiendo y las necesidades de capacitación han sido bien demostradas por este proyecto. Existe una brecha en el mercado en relación con la comprensión adecuada de las situaciones de riesgo, así como los recursos de capacitación disponibles. Por lo tanto, se descubrió que la herramienta de capacitación en realidad virtual del proyecto Safecrobot era muy novedosa, oportuna y útil para la industria en el Reino Unido, en particular, de donde provenían la mayoría de los asistentes. Todas las presentaciones e intervenciones del Seminario Internacional Final se colgarán en la web del proyecto Safecrobot, que se pondrá a disposición de todas las partes interesadas a través del siguiente enlace:

<https://safecrobot.pwr.edu.pl/en/reports>

El evento fue anunciado en el sitio web de Eventbrite con el siguiente enlace: <https://www.eventbrite.co.uk/e/safety-implications-of-the-adoption-of-robotics-in-construction-tickets-440250349647?aff=ebdssbdestsearch>

## 2. Breve presentación sobre el Proyecto Safecrobot [UWE]

En nombre del equipo del proyecto, el **profesor Lamine Mahdjoubi** dio la bienvenida a los participantes y en su discurso de apertura proporcionó una visión general del proyecto como se reitera a continuación. UWE Bristol se compromete a desarrollar material y contenido para las necesidades de capacitación y educación superior de toda la industria de la construcción. Esto incluye capacitación sobre formas de trabajar con tecnologías y materiales emergentes. Una de las áreas emergentes clave es el uso de la robótica y los sistemas autónomos. Los sistemas robóticos avanzados se están convirtiendo en algo común en los sitios de construcción, incluido el uso creciente de equipos autónomos y semiautónomos. Sin embargo, la construcción todavía requiere un alto grado de participación humana, creando así un entorno de trabajo con una alta interacción entre los trabajadores y la maquinaria, incluidas estas máquinas autónomas y semiautónomas. Como resultado de estos desarrollos, la Comisión de Seguridad y Salud de la UE ha pronosticado que uno de los mayores riesgos de seguridad ocupacional emanará de las interacciones máquina-humano (MHI) en un futuro próximo. Para abordar esto, la UWE lideró el proyecto Safecrobot para investigar los riesgos asociados con la automatización y el uso avanzado de maquinaria en entornos de construcción y luego desarrollar un sistema de capacitación innovador para un compromiso seguro utilizando Realidad Virtual (VR). Esta aplicación de realidad virtual ayudará a impartir a los trabajadores de la construcción los conocimientos y habilidades esenciales para interactuar con maquinaria avanzada y equipos autónomos en entornos de construcción en toda Europa. Los socios del proyecto procedían de toda Europa: España (CTM); Polonia (WUST) y Alemania (BZB) proporcionan perspectivas únicas que han contextualizado la herramienta de formación para adaptarse a las necesidades de formación profesional de estos países. En el discurso de apertura y la introducción del proyecto, el profesor L Mahdjoubi presentó los antecedentes del proyecto descritos anteriormente y presentó a los socios del proyecto. El profesor L Mahdjoubi es también el Director del Centro UWE de Arquitectura e Investigación del Medio Ambiente Construido. El Centro responsable de la especialización en automatización de la construcción, seguridad y digitalización. Asistieron socios del proyecto de Alemania (BZB Bertelmann-Angenendt, Frank) y Polonia (WUST, Mariusz Szóstak y Piotr Grzempowski).



Figura 1: Palabras de apertura del Seminario Internacional de Bristol

### 3. Presentación de objetivos y resultados [UWE]

El Dr. Abdul-Majeed Mahamadu y Abhinesh Prabhakaran hicieron una breve presentación de las tareas y los resultados esperados del proyecto, enfatizando que este proyecto es de alcance educativo para fines de capacitación específicamente para la industria de la construcción.

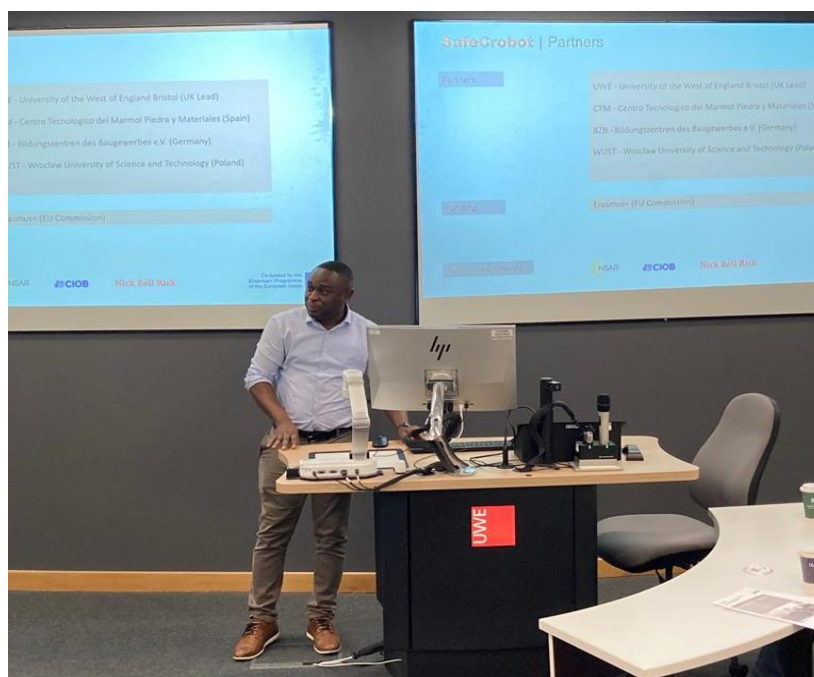


Figura 2: Presentación general del proyecto del seminario de Bristol



Figura 2: Presentación de la metodología del proyecto

Explicaron los objetivos del proyecto y la brecha en la industria en términos de comprensión de los riesgos, así como las necesidades de capacitación. También describieron las limitaciones de los enfoques de capacitación tradicionales, lo que resulta en el uso de VR para una capacitación más efectiva en el proyecto Safecrobot.

El equipo del proyecto UWE Safecrobot explicó la metodología adoptada para entregar el proyecto y los resultados. Estos incluían directrices sobre riesgos para la seguridad y la salud, así como medidas de protección ambiental en el uso de robótica y sistemas autónomos en la construcción. La herramienta de capacitación en realidad virtual para el manejo seguro de los tipos de equipos más representativos se ha desarrollado en este proyecto y será de libre acceso en la plataforma de aprendizaje (REA) para la educación superior.

La y presentó la metodología del proyecto que incluyó la investigación inicial para identificar tipos comunes de robótica y sistemas autónomos, así como las situaciones de riesgo asociadas. Esto fue seguido por una evaluación detallada para identificar las 10 situaciones de riesgo típicas que son más representativas del uso de robots y sistemas autónomos en la construcción. Esto representaba los 10 escenarios para los cuales se desarrollaría material y herramientas de capacitación. Esto luego se convirtió en scripts y requisitos de desarrollo del sistema de realidad virtual. También se describieron el motor de juego, el enfoque de programación y los requisitos del usuario. También se describió la herramienta de capacitación en realidad virtual desarrollada y basada en los 10 escenarios de riesgo adoptados en los pasos de investigación anteriores. La herramienta constituye un entregable del proyecto que estará disponible en el sitio web del proyecto para ser utilizado como parte del recurso didáctico.

## 4. Presentación de contenidos

A continuación se presenta un resumen de las presentaciones de expertos que sirvieron como precursor de las discusiones de seminarios, evaluaciones de proyectos y demostraciones.

Prof. Andrew Weightman (Orador invitado de UWE - Invitado robotics expert de la Universidad de Manchester). Realizó una presentación sobre "*Adopción de la robótica: barreras y lecciones de otras industrias*". Esto proporcionó la base para los antecedentes y la justificación del proyecto Safecrobot. Su presentación destacó el hecho de que existe una falta de capacitación y conciencia de los riesgos, que sigue siendo una de las barreras más críticas para la adopción de la robótica en la construcción. Su presentación incluyó los resultados de una extensa investigación en el Reino Unido sobre las barreras para la adopción de la robótica. También proporcionó una visión general de los diferentes tipos de robots y su aplicación en la construcción.

**El Dr. Chris Harper (UWE)** presentó "*Garantía de seguridad funcional de robots de construcción y su interacción humano-robot (HRI)*". Esta presentación destacó que no existen normas de seguridad específicas para la robótica en la construcción (ya sea de ISO/TC 195 Maquinaria de construcción o ISO/TC 299 Robótica). El Dr. Harper destacó las consideraciones de diseño de seguridad para la robótica y destacó que, como resultado del entorno dinámico de la construcción, es imposible abordar la seguridad solo a través del diseño de robots. Destacó el papel de los usuarios humanos y los trabajadores del sitio para garantizar la seguridad con referencias a los marcos de análisis de riesgos laborales.

**Dr. Nick Bell** (Orador invitado de UWE de Nick Bell Consultancy). El Dr. Bell es un experto en formación en seguridad y ha desarrollado formación en seguridad y otras intervenciones para muchas organizaciones y trabajadores en el Reino Unido. Su presentación se centró en las normas de seguridad actuales en la construcción. Revisó el papel de las directivas de la UE, la Ley de Salud y Seguridad en el Trabajo de 1974 y las Regulaciones de Diseño y Gestión de la Construcción 2015 (CDM) Reino Unido. Destacó los marcos emergentes, como el Marco sobre «Seguridad en la investigación y la automatización» de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Destacó todas las regulaciones y estándares aplicables, pero también destacó la falta de una regulación específica de los escenarios de robótica. En las conclusiones, esbozó la brecha en el conocimiento y el papel de los programas de capacitación. Hizo hincapié en la importancia del proyecto Safecrobot a la luz de la brecha de habilidades.

**Dr. Ing. Mariusz Szóstak (WUST).** Presentado en Vehículos aéreos no tripulados (UAV), coloquialmente llamados drones, para la construcción. Destacó que esta es una de las formas más utilizadas de robótica en la industria de la construcción. Sin embargo, hay una falta de disponibilidad de capacitación y conciencia general sobre los riesgos de seguridad, los requisitos y la regulación sobre el uso de drones. Señaló que se utilizan para inspecciones de edificios, evaluación de daños, mediciones de terrenos, inspecciones de seguridad, monitoreo del progreso de las obras y otros. Describió la investigación y un procedimiento (protocolo) que fue desarrollado por WUST para la preparación y planificación correcta y segura de un vuelo de

vehículo aéreo no tripulado durante las operaciones de construcción. Destacó la relevancia y el uso de este protocolo en el desarrollo de herramientas de formación en el proyecto Safecrobot.

## 5. Demostración de la herramienta de tecnología VR [UWE]

El Dr. A-M Mahamadu y A Prabhakaran explicaron la herramienta de capacitación en seguridad destinada a mejorar la comprensión de los requisitos de seguridad para trabajar con robots y sistemas autónomos en la construcción. Esta herramienta de entrenamiento ha sido desarrollada en un entorno de juego de realidad virtual (VR). Consta de 10 escenarios de riesgos que implican la operación e interacción con diferentes categorías de robots de construcción / sistemas autónomos. Requiere que el usuario evalúe las 10 situaciones diferentes y complete interactivamente la misión (cuestionario) en cada escena. La misión abordó riesgos notables para la seguridad y la salud, violaciones o requisitos de mejores prácticas. En cada situación, el trabajador (aprendiz) tendrá que observar el entorno y completar cada una de las misiones (cuestionario) y luego se proporciona una puntuación de su desempeño que le da la oportunidad de volver a tomar la misión / prueba.



Figura 4: Demostraciones de realidad virtual

Presentaron los siguientes 10 escenarios y comentaron los pasos individuales de la misión mostrados.

- 1.Drones (vehículo aéreo no tripulado): preparación para vuelos en sitios de construcción a la luz del día
- 2.Drones (vehículo aéreo no tripulado) – Volar en obras de construcción en condiciones climáticas favorables

- 3.Drones (vehículo aéreo no tripulado) – Volar en obras de construcción en condiciones climáticas adversas
- 4.Drones (vehículo aéreo no tripulado): preparación para vuelos en sitios de construcción por la noche
- 5.Vehículo de transporte de sitio autónomo - Condiciones del sitio interior
- 6.Vehículo de transporte autónomo del sitio: condiciones externas y exteriores del sitio
- 7.Equipo controlado a distancia (robots de demolición) - Reequipos generales
- 8.Equipo de control remoto (robots de demolición) - Condiciones del sitio interior
- 9.Equipo controlado a distancia (robots de demolición): condiciones externas y exteriores del sitio
- 10.Equipo de control remoto (excavadoras/excavadoras) - Condiciones externas y exteriores del sitio

Dieron a los participantes la oportunidad de probar las herramientas utilizando auriculares VR y subrayaron los resultados del aprendizaje. Esto incluye el hecho de que al final de esta capacitación en realidad virtual, el usuario podrá identificar equipos y prácticas de protección personal y colectiva en entornos de construcción robotizados. Comprenderán los tipos comunes de robots y equipos autónomos utilizados en la construcción, los riesgos asociados e identificarán las mejores prácticas. Estas mejores prácticas se basan en la seguridad individual y colectiva, así como en las regulaciones para la operación segura del equipo. Esto también incluye prácticas ambientalmente seguras, así como aspectos de protección de la salud.

Las animaciones inmersivas basadas en VR se diseñaron y produjeron sobre la base de toda la información previa desarrollada en el proyecto, para apoyar la implementación de los cursos de capacitación de Safecrobot y los REA. Este programa de formación inmersiva basado en VR estará disponible de forma gratuita en la web del proyecto y en el canal de YouTube que se creará en el proyecto, que podrá utilizarse como material de apoyo a los cursos que se desarrollarán para la sensibilización y el aprendizaje sobre entornos seguros en la industria de la construcción para la aplicación de robótica y sistemas autónomos.

## 6. Discusión [UWE]

Todas las presentaciones y demostraciones de la herramienta de formación en seguridad Safecrobot VR fueron seguidas por un debate con los participantes. Tuvieron la oportunidad de expresar sus opiniones, perspectivas, dudas e inquietudes con respecto al proyecto a los ponentes del seminario.

### Comentarios de los participantes

En general, los participantes opinaron que se trata de una herramienta de capacitación extremadamente útil. La herramienta y el procedimiento se han desarrollado para cubrir algunas de las preocupaciones de seguridad más importantes, así como se han centrado en categorías muy útiles de equipos robóticos para el sector de la construcción. Los participantes tenían algunas preocupaciones con respecto al acceso a dispositivos / equipos de realidad virtual. El equipo de Safecrobot explicó que el tipo de dispositivo de realidad virtual para el que se diseñó la herramienta es de bajo presupuesto y ampliamente disponible (Oculus quest). Además, la y aclaró que la intención es que los proveedores de capacitación proporcionen los dispositivos y no los aprendices individuales, aunque cualquier persona interesada puede usar este dispositivo muy popular. Los participantes de empresas externas estaban muy ansiosos por conseguir que sus colegas y trabajadores comenzaran a usar el too.

Se administró una encuesta a un total de 9 participantes que aceptaron evaluar la herramienta y la organización del evento. A continuación se presenta una selección de respuestas resumidas. Esto es indicativo de que la mayoría de los participantes son hombres, aunque la participación femenina significativa es del 33% (Figura 5). La mayoría de los encuestados (56%) tenían entre 25 y 45 años (Figura 6). Los participantes tenían algunos conocimientos de robótica y realidad virtual, aunque tenían una experiencia limitada, especialmente en el aspecto de seguridad (Figura 7). Las opiniones y el conocimiento de los participantes mejoraron significativamente y fueron abrumadoramente más positivos después del seminario (Figura 8). En general, los participantes estaban satisfechos con la calidad de la organización del evento (Figura 9).

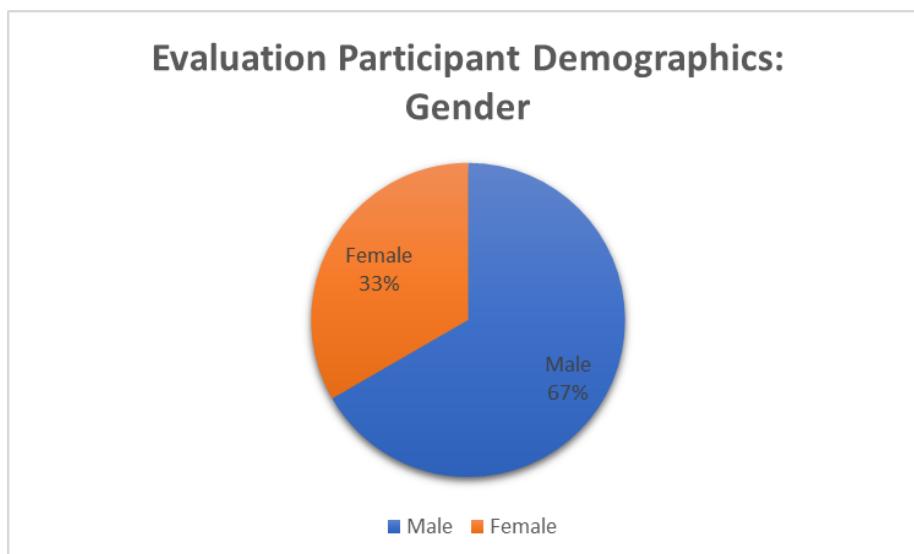


Figura 5: Género de los participantes en la evaluación

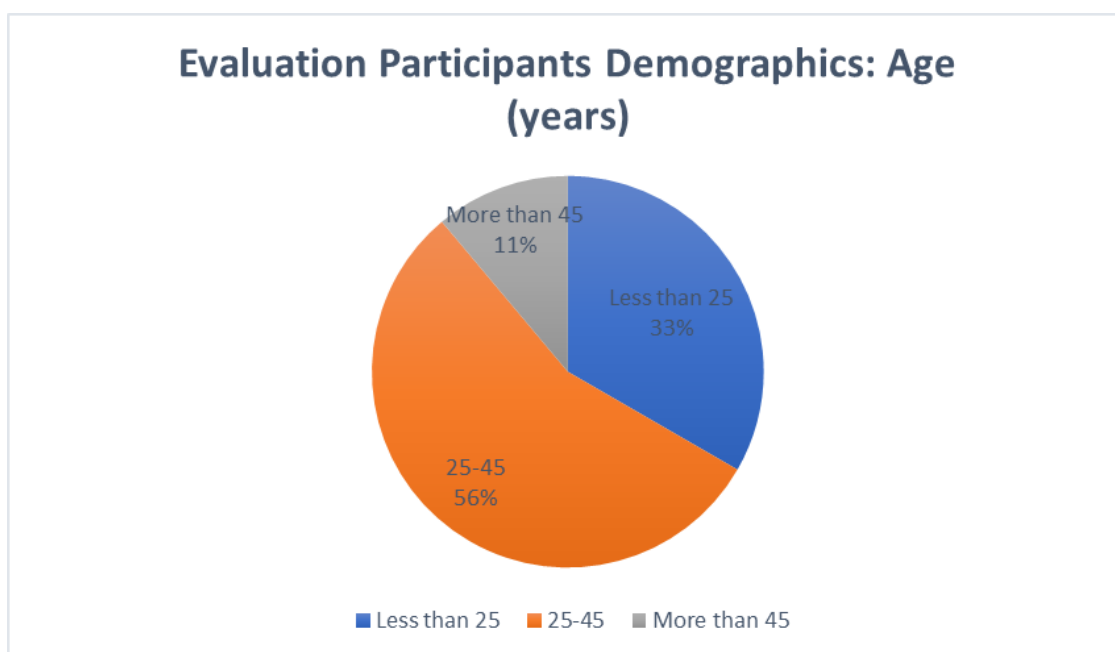


Figura 6: Edad de los participantes en la evaluación

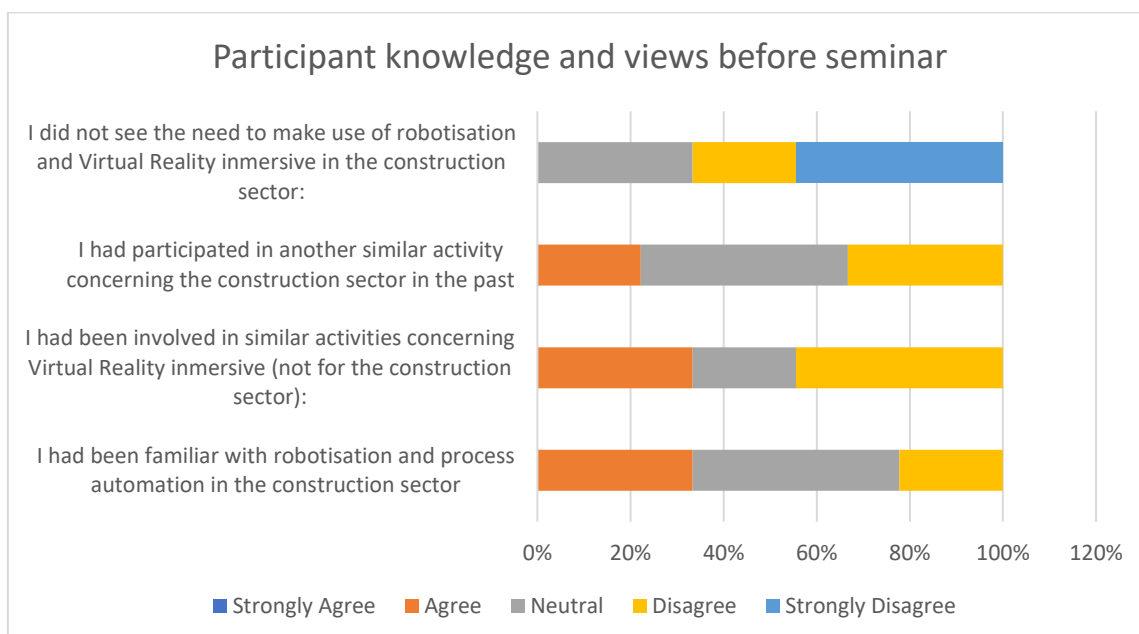


Figura 7: Vistas antes del seminario

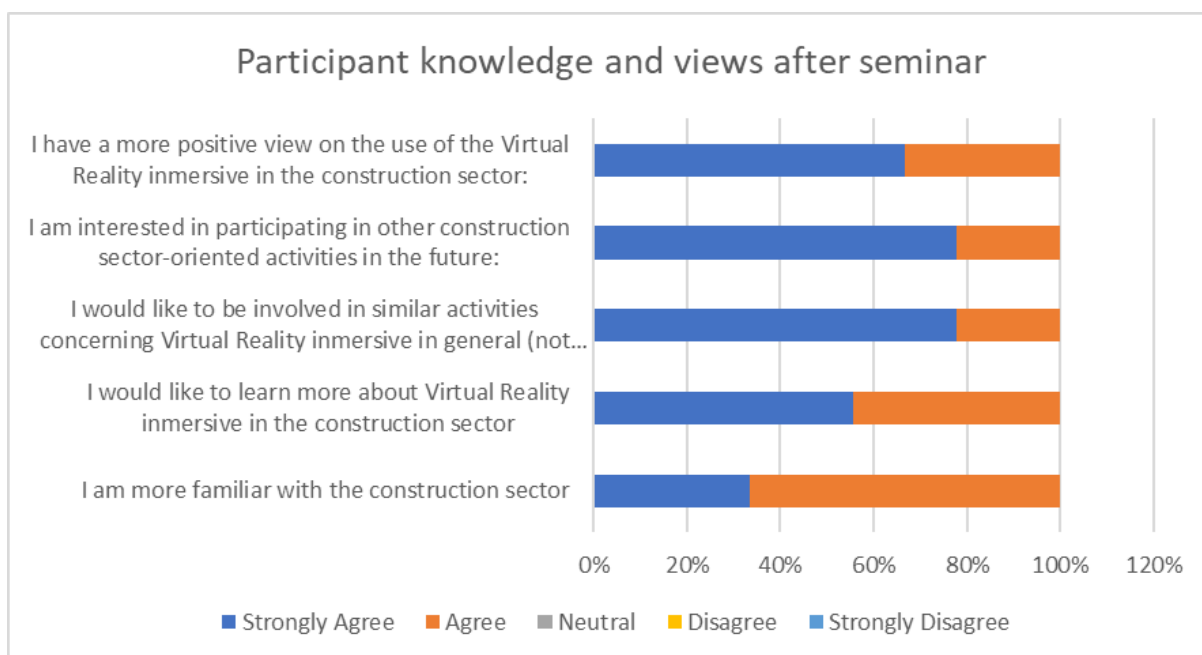


Figura 8: Vistas después del seminario

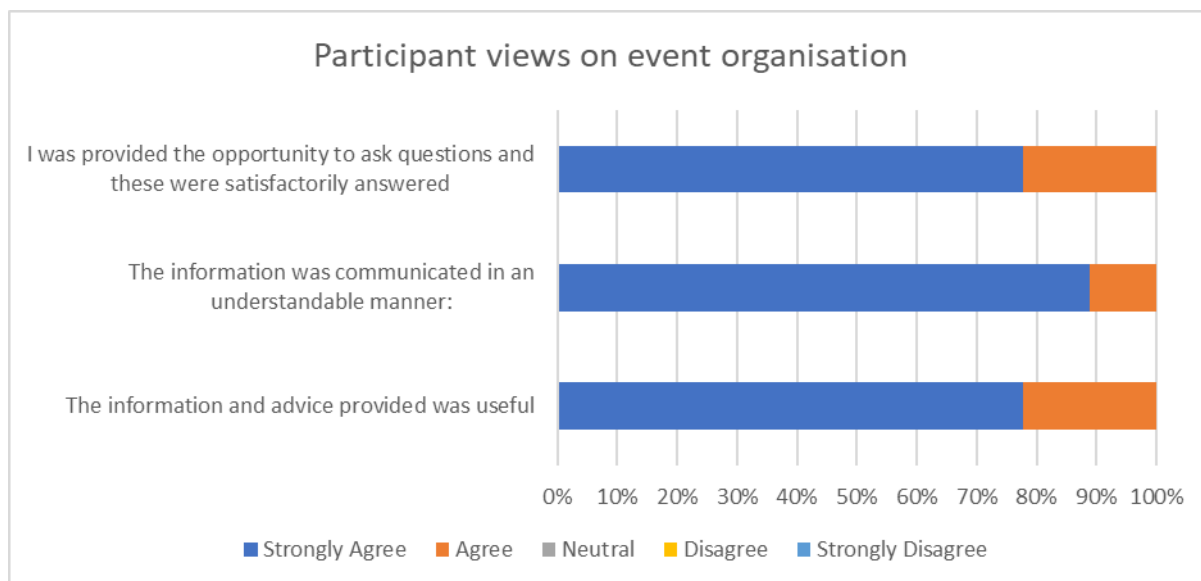


Figura 9: Opiniones sobre la organización del seminario

## NÚMERO DE ASISTENTES

La asistencia total al Seminario Internacional Final del proyecto Safecrobot fue de 35, compuesta por 21 participantes externos además de los 6 participantes del proyecto y 8 observadores de estudiantes / personal de UWE:

### Socios del proyecto presentes:

#### Universidad del Oeste de Inglaterra (UWE) Reino Unido

Prof. Lamine Mahdjoubi

Abhinesh Prabhakaran

Dr. Abdul-Majeed Mahamadu

#### Universidad de Ciencia y Tecnología de Wrocław (WUST) Polonia

Dr. Ing. Piotr Grzempowski

Dr. Mariusz Szóstak

#### Bildungszentren des Baugewerbes e.V. (BZB) Alemania

Frank Bertelmann-Angenendt

### Presentadores expertos – invitados por UWE

Prof. Andy Weightman (Robótica)

Dr. Patrick Manu (Seguridad)

Dr. Chris Harper (Robótica)

Dr. Nick Bell (Normas de seguridad)

Debido a la Ley de Protección de Datos, la *lista de Asistentes* no está disponible para uso público.

## APÉNDICE A - RESUMEN DE LAS PRESENTACIONES EN EL SEMINARIO



Dr Abdul-Majeed Mahamadu and Abhinesh Prabhakaran




SafeCROBOT

# SafeCROBOT

## *Safety Implications of the Adoption of Robotics and Autonomous Systems in Construction and Infrastructure*

*Professor Lamine Mahdjoubi*



2020-1-UK01-KA202-079176







MANCHESTER  
1824  
The University of Manchester

## Robotics adoption: barriers and lessons from other industries

Prof Andy Weightman  
[andrew.weightman@manchester.ac.uk](mailto:andrew.weightman@manchester.ac.uk)



UWE Bristol | University of the West of England




brl | UWE Bristol | University of Bristol

Presented by:


Dr Chris Harper  
Senior Research Fellow  
Robotics & Autonomous Systems Safety Engineering  
Bristol Robotics Laboratory (BRL)


## Perspectives on Functional Safety Assurance of Construction Robots and their Human-Robot Interaction (HRI)

11<sup>th</sup> November 2022  
UWE, Bristol





Wrocław  
University of  
Science  
and Technology

  
University of the West of England

  
Centro Tecnológico del mármol, piedra y materiales

  
Politechnika Wrocławska

  
Bildungszentren des Baugewerbes e.V.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union 


## Unmanned Aerial Vehicle (Drone)

### Safety for Construction


**Speaker:**

**Dr Eng. Mariusz Szóstak**  
Wrocław University of Science and Technology  
Faculty of Civil Engineering  
Department of Building Engineering

**WUST Team:**  
**Prof. Bożena Hoła**   **Dr Eng. Piotr Grzempowski**   **Msc. Eng. Tomasz Nowobilski**



SafeCROBOT



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

## Is the law keeping pace with technology?

Dr Nick Bell

BSc(Hons) MSc PhD DipNEBOSH EnvDipNEBOSH DipSW PGDipASS CMAPS  
PIEMA CertCii CPsychol CFIOSH

Honorary Principal Lecturer, Cardiff Metropolitan University

Visiting Lecturer, Reading University



## APÉNDICE B - FOLLETO DEL SEMINARIO

eventbrite
Search events

event ended

View details

Follow this organiser to stay informed on future events

UWE, Bristol  
Event creator
Follow



### SEMINAR

#### Safety Implications of the Adoption of Robotics and Autonomous Systems in Construction and Infrastructure

**11th November 2022**

**15:30 -19:30 pm**

**FREE** Entry (Limited seats)

**UWE Bristol, Frenchay Campus**

**University of the West of England**  
Frenchay Campus  
Coldharbour Lane,  
Stoke Gifford,  
Bristol  
BS16 1QY  
Google Map

Room: **6X269** (Bristol Business School)  
Parking : Business School visitor's parking-  
North Entrance

**Summary**  
Advanced robotic and autonomous systems are becoming commonplace on construction sites including the adoption of drones, autonomous equipment and vehicles. However, construction still requires high degree of human involvement which creates a working environment with potentially high interaction between workers and these autonomous machines. As the robotisation is increasing, robotics safety has become paramount to the construction and infrastructure industry.

This seminar will examine salient safety issues in construction robotics and autonomous systems adoption as well as provide an in-depth overview of current and future trends. In addition, the seminar will be used to disseminate findings and outputs from the EU Erasmus+ Safecrobot project and showcase a novel virtual reality safety training applications for the construction and infrastructure industry

**Programme:**  
15:30-16:15 - Registration and coffee  
16:15-16:30 - Welcome address  
16:30-17:45 - Speakers  
17:45-18:15 - Safecrobot project demonstration  
18:15-19:30 - Networking and dinner

**Presentations:**  
Welcome address by Prof Lamine Mahdjoubi

Topic	Speaker	Organisation
Robotics adoption: barriers and lessons from other industries	Prof Andy Weightman	University of Manchester
Perspectives on human-robot interaction, safety and assurance	Dr Chris Harper	UWE Bristol
Is the law keeping pace with technology?	Dr Nick Bell	Nick Bell Risk Consultancy
Safecrobot Project: VR safety training demonstration	Dr Abdul-Majeed M Abhinesh Prabhakaran Dr Piotr Grzempowski Dr Mariusz Szóstak	UCL London UWE Bristol PWR Poland

The event has been organised as part of the Erasmus+ Safecrobot


Co-funded by the  
Erasmus+ Programme of the  
European Union


UWE  
Bristol


CENTRO TECNOLÓGICO  
del Mármol, Piedra y Materiales


BZB  
Bildungszentren des  
Baugewerbes e.V.


Wrocław University  
of Science and Technology

Register here  
