



ET4Digital: empoderamiento de los formadores para la innovación digital en el ecosistema de la construcción

Entregable 2.1

Análisis del ecosistema digital en el sector de la construcción

Autor principal	Massimo Fuccaro - R2M Solution
PP	

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser considerados responsables de ellos.

Referencias técnicas

Acrónimo del proyecto	ET4DIGITAL
Título del proyecto	Capacitar al colectivo docente para la innovación digital en el ecosistema de la construcción
Coordinador del proyecto	IIPLE
Duración del proyecto	24 meses

Entregable n.º	D2.1
Nivel de difusión ¹	PU
Paquete de trabajo	WP2
Tarea	TAREA 2.1.
Beneficiario principal	R2M Solution
Beneficiario(s) colaborador(es)	
Fecha límite de entrega	30/04/2025
Fecha real de presentación	30/04/2025

¹ PU = Público

PP = Restringido a otros participantes en el programa (incluidos los servicios de la Comisión)

RE = Restringido a un grupo especificado por el consorcio (incluidos los servicios de la Comisión)

CO = Confidencial, solo para miembros del consorcio (incluidos los servicios de la Comisión)

Historial del documento

V	Fecha	Beneficiario	Autor
1	22/04/2025	R2M Solution	Massimo Fuccaro
2	29/04/2025	Solución R2M	Thomas Messervey , Marco Calderoni (Revisión)
3			
4			

Índice

RESUMEN	5
1 INTRODUCCIÓN	7
1.1 OBJETIVOS Y RESULTADOS CLAVE DEL WP2	7
1.2 AVANCE DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS DEL WP2	8
1.3 EL PROYECTO ET4DIGITAL Y EL PAPEL DEL WP2	9
1.4 OBJETIVO DE ESTE ENTREGABLE	10
1.5 EXPLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES CLAVE	10
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR DE LA ARQUITECTURA, LA INGENIERÍA, LA CONSTRUCCIÓN Y LA EXPLOTACIÓN (AECO)	13
2.2 EL PAPEL DE LOS FORMADORES EN LA TRANSICIÓN DIGITAL	14
2.3 LOS MARCOS DE REFERENCIA EUROPEOS (DIGCOMP, DIGCOMPEDU, ECSO)	15
2.4 CONSIDERACIONES PARA EL CONTEXTO DE LA EFP	16
3. METODOLOGÍA	17
3.1 LAS HERRAMIENTAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS: ENCUESTAS Y GRUPOS DE DISCUSIÓN	17
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.	18
3.3 EL ENFOQUE ANALÍTICO	20
3.4 LIMITACIONES METODOLÓGICAS Y FIABILIDAD	21
4. ANÁLISIS DE LA MUESTRA Y LAS RESPUESTAS A LA ENCUESTA	22
4.1 LOS PERFILES PROFESIONALES DE LOS PARTICIPANTES.	22
4.2 NIVELES DE FAMILIARIDAD CON LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES	24
4.3 COMPETENCIAS DIGITALES PERCIBIDAS POR LOS FORMADORES/AS	26
4.4 CLASIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE LOS NIVELES DE COMPETENCIA	28
5. EL MARCO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES	28
5.1 LAS TECNOLOGÍAS MENCIONADAS Y CATEGORIZADAS EN LAS ENCUESTAS	29
5.2 NIVEL DE CONOCIMIENTO Y USO DECLARADO	32
5.3 LAS BARRERAS Y OPORTUNIDADES SEGÚN LOS PARTICIPANTES	33
5.4 TECNOLOGÍAS PRIORITARIAS SEGÚN LOS FORMADORES	34
5.5 RECOMENDACIONES PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA	36
6. CARTOGRAFÍA DE LAS COMPETENCIAS DIGITALES DE LOS/LAS FORMADORES/AS	37
6.1 LAS ÁREAS DE COMPETENCIA RELEVANTES	38
6.2 LAS LAGUNAS DESTACADAS EN LA ENCUESTA	39
6.3 CASOS CLAVE Y COMENTARIOS ABIERTOS	40
6.4 MAPA VISUAL DE COMPETENCIAS Y RECOMENDACIONES EDUCATIVAS	41
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS	42

7.1 RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS	44
ANEXO	45
A. ESTRUCTURA DE LAS ENCUESTAS.	45
B. BIOGRAFÍA.	52

Resumen

ET4Digital – Empowering Trainers for Digital Innovation in construction Ecosystem (Capacitar al colectivo docente para la innovación digital en el ecosistema de la construcción) se dedica a mejorar la calidad, la eficacia y la innovación en la formación de formadores/as y profesores/as del sector de la construcción para la integración fluida de las tecnologías digitales. La iniciativa implica la creación de herramientas innovadoras y un programa integral de desarrollo de capacidades. Los/las formadores/as utilizarán un demostrador de tecnologías digitales especialmente diseñado, lo que fomentará la experiencia práctica. El proyecto tiene como objetivo superar las barreras que impiden a las PYMES adoptar las tecnologías digitales mediante el diseño conjunto, la prueba y la validación de programas de formación. El objetivo final es capacitar a los/las formadores/as para que lideren la transición digital en el sector de la construcción, aprovechando su importante pero poco explorado potencial.

Aunque la innovación digital ha crecido significativamente en los últimos años, a las empresas les resulta difícil explotar eficazmente este enorme potencial. En cambio, la digitalización en el sector de la construcción puede ofrecer importantes oportunidades para toda la cadena de valor, no solo mejorando las prácticas existentes, sino también integrando tecnologías y herramientas disruptivas que pueden dar lugar a nuevos procesos, modelos de negocio, materiales y soluciones. Es importante subrayar que la combinación de tecnologías digitales permite maximizar los beneficios asociados a la transformación digital. Por ejemplo, la tecnología BIM, el Internet de las Cosas (IoT), realidad aumentada y gemelos digitales están profundamente interconectados, ya que se refieren a tecnologías que se potencian entre sí y pueden considerarse como diferentes fases o elementos de la misma transformación digital.

Como demuestran varias investigaciones europeas y nacionales, el sector de la construcción se encuentra muy por detrás de otros sectores industriales en lo que respecta a la digitalización. Hasta la fecha, el sector de la construcción europeo se enfrenta a retos que obstaculizan su competitividad. Entre ellos:

- Escasez de mano de obra
- La falta de competencias digitales en algunos países
- Falta de interés entre los empresarios/as y los trabajadores/as por la digitalización de los procesos
- Falta de motivación por parte de las personas jóvenes para trabajar en el sector
- Necesidad de aumentar la productividad y, al mismo tiempo, mejorar la calidad, la rentabilidad y la ejecución de los proyectos
- Altos costes relacionados con las tecnologías y las herramientas digitales

Por lo tanto, el objetivo específico del proyecto es ofrecer programas personalizados a formadores/as profesionales, con el fin de dotarles de nuevas estrategias, herramientas y competencias digitales. Como intermediarios, estos/as formadores/as desempeñan un papel crucial

a la hora de demostrar a las empresas y a los/las trabajadores/as las ventajas de la digitalización y los resultados positivos que puede reportar. Este enfoque facilita la mejora de las competencias de los/las trabajadores/as en materia de digitalización, haciendo hincapié en que los materiales y técnicas tradicionales pueden complementarse de forma innovadora con las tecnologías digitales, lo que se traduce en una reducción de los costes y del tiempo perdido.

Además, el mercado laboral evoluciona continuamente, configurando los perfiles y las competencias que los/las trabajadores/as deben poseer para responder a las demandas de las empresas y los/las empleadores/as. Al actualizar los perfiles profesionales requeridos en el sector de la construcción y digitalizar sus procesos, podemos atraer a trabajadores/as jóvenes y cualificados a un campo de trabajo que todavía se considera «tradicional».

1 Introducción

1.1 Objetivos y resultados clave del WP2

El paquete de trabajo 2 (WP2) del proyecto ET4Digital tiene como objetivo analizar el estado actual de la digitalización en el sector de la construcción e identificar, mediante un enfoque basado en datos y pruebas, las competencias digitales que necesitan los/las formadores/as para guiar la transición digital en las PYMES. El WP2 representa la fase exploratoria y fundamental de todo el proyecto, ya que proporciona los conocimientos y la base operativa para diseñar el marco de formación (WP3) y los contenidos educativos (WP4).

El primer objetivo del WP2 es el desarrollo de un marco de tecnologías digitales aplicables al sector AECO (arquitectura, ingeniería, construcción y operación). Este marco tecnológico se desarrolló a partir de un análisis de las tecnologías ya disponibles en el mercado europeo y en los países socios, evaluando su difusión real, los usos previstos, los beneficios percibidos y las barreras para su adopción. Se prestó especial atención a la relevancia de estas tecnologías para las PYMES de la construcción. El marco permitió identificar las tecnologías emergentes más prometedoras y trazar un mapa de las prioridades percibidas entre las partes interesadas del sector.

El segundo objetivo es el desarrollo de un mapa de competencias digitales para formadores, con el fin de identificar las habilidades digitales que poseen actualmente los/las profesores/as, formadores/as y profesionales de la EFP, así como las principales carencias que deben abordarse para que las vías de mejora de las competencias sean más eficaces y se ajusten a las necesidades del mercado. Este mapeo se basó en un cuestionario específico y se validó mediante debates cualitativos.

Para alcanzar estos objetivos, el WP2 adoptó una metodología multi-método e integrada basada en varias herramientas de recopilación de datos:

1. Una revisión bibliográfica y un análisis de los principales marcos europeos sobre digitalización, competencias y formación (DigComp, DigCompEdu, ECSO, CEDEFOP...).
2. Dos encuestas en línea:
 - La encuesta 1, dirigida a técnicos/as, empresarios/as, diseñadores/as y profesionales de la construcción, recopiló datos sobre la adopción y la percepción de las tecnologías digitales.
 - La encuesta 2, dirigida a formadores/as y profesores/as de FP, exploró su nivel de competencia digital y sus necesidades de formación.
3. 14 grupos de discusión nacionales (dos en cada país socio), que enriquecieron y validaron los datos de la encuesta, poniendo de relieve las diferencias culturales, operativas y sistémicas entre los países.

4. La creación de un panel de partes interesadas para compartir los resultados emergentes y promover el diálogo entre empresas, instituciones de formación, responsables políticos y otros actores del sistema.

De la comparación de las pruebas recopiladas se desprendieron algunos resultados clave. En el aspecto tecnológico, las herramientas más utilizadas son BIM, el software de diseño 3D, los sensores IoT, las plataformas de colaboración y las tecnologías de supervisión de obras. Las tecnologías más innovadoras, como la IA, los gemelos digitales, la RA/RV y la impresión 3D, siguen estando infrautilizadas, pero se consideran muy estratégicas para el futuro, según los encuestados y los participantes en los grupos de discusión. Los principales obstáculos para su adopción son los elevados costes iniciales, la falta de competencias internas, la resistencia cultural al cambio y la insuficiencia de formación específica.

En cuanto a las competencias, los/las formadores/as afirman estar familiarizados con las herramientas digitales básicas, pero muestran dificultades con las herramientas más especializadas (BIM, realidad virtual, gestión de datos). Existe una gran demanda de formación, especialmente en IA aplicada, IoT y simulación digital. También surgen necesidades transversales, como la capacidad de diseñar módulos de aprendizaje digital, gestionar entornos de formación híbridos y evaluar el impacto de las tecnologías en los resultados del aprendizaje. Esta evidencia proporciona una base sólida para diseñar, en los siguientes WP, contenidos de formación realistas y modulares, basados en casos reales y alineados con las necesidades de los/las formadores/as y las PYMES de la construcción.

1.2 Avance de los principales resultados del WP2

Esta sección ofrece un avance de los principales resultados que surgieron durante la implementación del WP2, que investigó el estado actual de la transformación digital en el sector de la construcción y el papel de la educación y la formación profesional (EFP) en el apoyo a esta transición. Si bien los resultados detallados se proporcionan en los capítulos 4, 5 y 6, esta breve descripción general tiene por objeto contextualizar la relevancia estratégica del proyecto y enmarcar la necesidad de actuar.

Los resultados combinados de dos encuestas europeas y catorce grupos de discusión nacionales confirman un interés generalizado por las tecnologías digitales en todo el sector AECO (arquitectura, ingeniería, construcción y operación). Sin embargo, el nivel de adopción e integración sigue siendo muy variable. La mayoría de los profesionales afirman estar familiarizados con las herramientas digitales básicas, como el software CAD, el escaneo láser y la monitorización basada en GPS, pero no tanto con sistemas más avanzados o integrados como los gemelos digitales, las aplicaciones de IA o el análisis predictivo basado en el IoT.

Entre las tecnologías más citadas se encuentran el modelado de información de construcción (BIM), que se perfila como ampliamente reconocido e infrautilizado, y los sistemas de IoT para la

supervisión de la seguridad y la energía. Los gemelos digitales y las tecnologías inmersivas, como la realidad aumentada y la realidad virtual (RA/RV), suscitan un interés creciente, pero siguen percibiéndose como complejos, costosos o carentes de ejemplos de aplicación práctica. Estos patrones se repiten tanto entre los/las profesionales como entre los/las formadores/as, lo que sugiere una convergencia en la percepción, pero una divergencia en la capacidad y la preparación.

En cuanto a la formación, los/las formadores/as de EFP muestran una clara voluntad de innovar, pero se enfrentan a obstáculos tangibles, como el acceso limitado a equipos actualizados, la falta de itinerarios formativos estructurados y la dificultad para adaptar los contenidos educativos a las necesidades de un sector en rápida evolución. Los/las formadores/as expresan la necesidad de contar con recursos de aprendizaje flexibles, modulares y orientados a la práctica que puedan integrarse fácilmente en los planes de estudios existentes.

Los grupos de discusión enriquecieron aún más estos hallazgos al revelar diferencias nacionales e institucionales, así como retos transversales como la resistencia cultural al cambio, la fragmentación de las iniciativas y la insuficiente colaboración entre las empresas y los proveedores de formación.

En conjunto, estas primeras conclusiones refuerzan la justificación del proyecto ET4Digital y su misión de empoderar a los/las formadores/as como facilitadores clave de la transformación digital. En los siguientes capítulos se explorarán estos temas con mayor detalle, ofreciendo pruebas basadas en datos y reflexiones cualitativas que servirán de base para el diseño del modelo de formación y los recursos educativos desarrollados en los próximos paquetes de trabajo.

1.3 El proyecto ET4Digital y el papel del WP2

El proyecto ET4Digital se puso en marcha con el objetivo de reforzar las competencias digitales de los/las formadores/as de educación y formación profesional (EFP) en el sector de la construcción, contribuyendo directamente a la transformación digital de las pequeñas y medianas empresas del sector (PYMES). El proyecto se alinea con las prioridades europeas relacionadas con las transiciones digital y ecológica, situando el papel estratégico de los/las formadores/as en el centro de la intervención como facilitadores clave de la innovación en las vías educativas, técnicas y profesionales.

El proyecto cuenta con socios de siete países europeos —Austria, Estonia, Alemania, Grecia, Italia, Macedonia del Norte y España— y se estructura en un conjunto coordinado de paquetes de trabajo destinados a definir un nuevo modelo europeo para el desarrollo de las competencias digitales de los/las formadores/as, con un fuerte enfoque en la aplicabilidad práctica dentro de las PYMES de la construcción.

En este contexto, el WP2 representa la fase exploratoria y analítica del proyecto. Su función es doble: por un lado, elaborar una visión general actualizada y estructurada de las tecnologías digitales actualmente aplicables en el sector de la construcción, evaluando su difusión, barreras,

beneficios y prioridades; por otro lado, cartografiar las competencias digitales que los/las formadores/as de EFP poseen, requieren o se espera que adquieran, identificando las principales lagunas que deben colmarse y proporcionando orientación para el diseño de la formación. El WP2 sienta así las bases sobre las que se construirán los siguientes WP3 (modelo de formación) y WP4 (contenidos y plataformas), garantizando la coherencia metodológica, la relevancia técnica y la adecuación a las necesidades reales del sector.

1.4 Objetivo de este entregable

El presente documento tiene por objeto documentar de forma sistemática las actividades realizadas y los resultados obtenidos en el marco del paquete de trabajo 2 del proyecto ET4Digital. El WP2 representa la fase analítica del proyecto, durante la cual se llevó a cabo una reflexión en profundidad sobre el estado actual de la digitalización en el sector de la construcción, la adopción de tecnologías digitales y el papel de los formadores en este proceso.

Mediante una combinación de revisión bibliográfica, la realización de dos encuestas europeas, la organización de 14 grupos de discusión nacionales y la participación directa de las partes interesadas y los actores clave, el WP2 permitió recopilar una base sólida y validada de pruebas empíricas. El presente documento tiene por objeto sintetizar y presentar los conocimientos adquiridos de forma estructurada, ofreciendo una visión general realista y actualizada del panorama digital en el sector de la construcción. En él se describen las tecnologías consideradas más relevantes para las PYMES, las barreras y los factores que favorecen su adopción, así como las competencias digitales más demandadas para los/las formadores/as y las principales carencias identificadas.

Los resultados presentados en este informe constituyen el punto de partida para las fases posteriores del proyecto. En particular, el WP2 proporciona referencias esenciales para el desarrollo de un modelo europeo de formación para la digitalización en el sector de la construcción, que se elaborará en el WP3, y para la creación de contenidos formativos específicos y modulares, que se implementarán en el WP4. Por lo tanto, este entregable sirve de puente entre el análisis inicial y la fase de acción, garantizando la continuidad, la coherencia y la alineación con el impacto previsto del proyecto.

Al contribuir a la mejora de las competencias de los/las formadores/as de EFP y apoyar la transformación digital de las PYMES del sector de la construcción, este producto se ajusta a los objetivos generales del programa Erasmus+, a saber, fomentar la innovación en la educación profesional, mejorar la empleabilidad y reducir la brecha de competencias digitales en toda Europa.

1.5 Explicación de las tecnologías digitales clave

Para garantizar una comprensión clara y compartida de la terminología utilizada a lo largo de este producto, esta sección presenta una descripción breve pero estructurada de las principales tecnologías digitales que surgieron de la revisión de la literatura, las encuestas y los grupos de

discusión realizados en el WP2. Estas tecnologías son fundamentales para la transformación digital del sector de la construcción y constituyen la referencia básica para el diseño de futuras vías de formación.

Modelado de información de construcción (BIM). El BIM es un proceso colaborativo que se basa en modelos 3D inteligentes para generar y gestionar representaciones digitales de las características físicas y funcionales de un activo construido. Da soporte a todo el ciclo de vida de un proyecto, desde el diseño inicial hasta la construcción y la gestión de las instalaciones, integrando la geometría, los datos, los procesos y las partes interesadas. El BIM mejora la coordinación entre los/las profesionales, facilita la detección de conflictos, mejora la precisión de los proyectos y permite una mejor gestión de los costes y el tiempo. Su adopción es cada vez más obligatoria en los procedimientos de contratación pública en toda Europa.

Gemelo digital. Un gemelo digital es una réplica digital dinámica y en tiempo real de un activo o sistema físico, alimentada continuamente con datos procedentes de sensores y otras fuentes. Permite realizar simulaciones avanzadas, supervisar el rendimiento y llevar a cabo un mantenimiento predictivo. En la construcción, los gemelos digitales se utilizan para anticipar el comportamiento de los edificios, optimizar el consumo de energía y permitir un mantenimiento inteligente. Aunque el concepto aún está emergiendo en el sector, se considera una tecnología de alto potencial con aplicaciones que se extienden mucho más allá de la fase de diseño, hasta las etapas operativas y de desmantelamiento.

Internet de las cosas (IoT). El Internet de las cosas se refiere a una red de dispositivos físicos integrados con sensores y conectividad, capaces de recopilar y transmitir datos. En el sector de la construcción, el IoT permite la supervisión en tiempo real de diversos parámetros, como la temperatura, la tensión estructural, la vibración o los movimientos de los trabajadores, lo que contribuye a mejorar la seguridad, la eficiencia energética y el mantenimiento predictivo. Los sistemas de IoT constituyen la columna vertebral de muchas aplicaciones de edificios inteligentes y supervisión de obras.

Inteligencia Artificial (IA). La IA abarca un amplio conjunto de tecnologías que permiten a las máquinas simular la inteligencia humana, incluyendo el aprendizaje, el razonamiento y la toma de decisiones. En la construcción, la IA se utiliza para la optimización de la programación, la evaluación de riesgos, la previsión energética y la asignación de recursos. Las aplicaciones más avanzadas incluyen algoritmos de aprendizaje automático capaces de detectar patrones y anomalías en grandes conjuntos de datos, lo que facilita el mantenimiento predictivo, el control de calidad y la gestión de proyectos.

Realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV). Las tecnologías de RA y RV ofrecen entornos inmersivos e interactivos para la formación, el diseño y la comunicación. La RA superpone elementos digitales al mundo físico, lo que resulta útil para inspecciones de obras, orientación en tiempo real o visualización de la seguridad, mientras que la RV crea escenarios totalmente virtuales para el aprendizaje basado en simulaciones, recorridos de diseño o la participación de las partes

interesadas. Estas herramientas se integran cada vez más en los planes de formación para mejorar la participación y la comprensión.

Impresión 3D (fabricación aditiva). La impresión 3D consiste en la fabricación capa por capa de objetos directamente a partir de modelos digitales. En la construcción, esta tecnología se utiliza para crear elementos estructurales, prototipos o componentes completos utilizando hormigón u otros materiales. Ofrece ventajas en términos de velocidad, personalización y eficiencia de los materiales, y a menudo se explora por su potencial para reducir los residuos y los costes en los flujos de trabajo de la construcción.

Plataformas de colaboración basadas en la nube. Estas plataformas permiten el acceso remoto a los datos del proyecto, la comunicación en tiempo real entre los miembros del equipo y la gestión colaborativa de documentos. Ampliamente utilizadas en entornos de modelado de información de construcción y gestión de proyectos, estas herramientas son esenciales para coordinar flujos de trabajo complejos, especialmente cuando múltiples partes interesadas operan en diferentes ubicaciones. Su integración promueve la transparencia, el control de versiones y la participación de las partes interesadas.

2 Revisión bibliográfica

Este capítulo recopila y sintetiza las principales referencias teóricas, normativas y políticas relacionadas con la digitalización en el sector de la construcción y el desarrollo de competencias digitales en el contexto de la educación y la formación profesional (EFP). La revisión bibliográfica representó una fase preliminar y estratégica dentro del WP2, que sirvió tanto para orientar el diseño de las herramientas de investigación (encuestas y grupos focales) como para enmarcar los resultados recopilados en un contexto de referencia sólido y alineado con las principales tendencias europeas.

La digitalización en el sector AECO (arquitectura, ingeniería, construcción y operación) es ahora un proceso estructural, aunque todavía heterogéneo, que involucra tecnologías, modelos organizativos y prácticas de formación. Para comprender las transformaciones en curso, fue necesario analizar estudios recientes, informes institucionales y marcos europeos que vinculan las tecnologías digitales, las competencias profesionales y la innovación educativa.

La bibliografía revisada permitió identificar los principales impulsores de la transformación digital, las barreras sistémicas que dificultan su adopción en las PYMES y el papel estratégico que pueden desempeñar los formadores en el apoyo a esta transición. En concreto, se exploraron en profundidad cuatro áreas temáticas: el estado de la digitalización en el sector de la construcción; el papel de los formadores en la transición digital; los marcos europeos de competencias digitales (como DigComp, DigCompEdu, ECSO); y las implicaciones para el sistema de EFP.

2.1 Digitalización en el sector de la arquitectura, la ingeniería, la construcción y la explotación (AECO)

La digitalización está transformando progresivamente el sector de la construcción, animando a las empresas, los/las diseñadores/as y las partes interesadas institucionales a adoptar nuevas tecnologías capaces de mejorar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad a lo largo de todo el ciclo de vida de los edificios. Sin embargo, el sector AECO sigue siendo uno de los menos digitalizados en comparación con otros sectores industriales, a pesar de la creciente presión debida a la escasez de mano de obra cualificada, la competitividad internacional y los objetivos climáticos de la Unión Europea (ECSSO 2021).

Según el *Observatorio Europeo del Sector de la Construcción*, la industria europea de la construcción está avanzando en la adopción de tecnologías digitales, pero con importantes disparidades entre países y entre las diferentes fases del proceso de construcción. Algunas tecnologías, como los sensores y el escaneo 3D, están más maduras, mientras que otras, como el Internet de las cosas, la Inteligencia Artificial o los gemelos digitales, aún están emergiendo o se limitan a proyectos piloto. Otras tecnologías prometedoras son la impresión 3D, la robótica, la automatización de procesos y el modelado de información de construcción (BIM), que se aplica ampliamente, especialmente en la fase de diseño. (ECSSO 2021).

Una revisión sistemática de la literatura internacional identificó diez tecnologías emergentes de alto potencial para el sector AECO: BIM, inteligencia artificial, Internet de las cosas, cadena de bloques, big data, realidad virtual y aumentada, computación en la nube, RFID, impresión 3D y gemelos digitales. (Dou et al. 2023) Entre ellas, el BIM se perfila como la tecnología más estudiada y extendida, gracias a su capacidad para integrar información multidisciplinar y dar soporte a todas las fases del ciclo de vida de un edificio. La IA y la realidad aumentada también están ganando cada vez más atención, especialmente en combinación con el BIM para el diseño colaborativo, el mantenimiento predictivo y el análisis de riesgos.

Los estudios sobre el metaverso y su potencial para el sector de la construcción ofrecen un área de análisis adicional. Aunque todavía es poco conocido y rara vez se adopta, el metaverso se considera una evolución de las tecnologías inmersivas, capaz de ofrecer experiencias colaborativas tridimensionales durante la fase de diseño, la comercialización de inmuebles, la gestión de obras y la formación. Sin embargo, sigue habiendo una gran incertidumbre entre las partes interesadas en relación con los costes, la interoperabilidad, la protección de datos y la falta de normas comunes (Cläßen et al. 2024).

En general, el sector AECO se encuentra en una encrucijada estratégica: por un lado, las tecnologías digitales ofrecen una oportunidad sin precedentes para aumentar la productividad y mejorar la calidad de la construcción; por otro lado, sigue existiendo una brecha significativa entre las tecnologías disponibles y la capacidad de las empresas, especialmente las pymes, para adoptarlas de manera eficaz. Las políticas públicas europeas, como el Green Deal, el programa Horizon y el uso

obligatorio del BIM en la contratación pública, desempeñan un papel fundamental en la promoción de este proceso. Igualmente importante es la necesidad de mejorar la competencia digital de los/las profesionales del sector y los formadores de FP, que actúan como facilitadores fundamentales de una transición digital exitosa e inclusiva.

2.2 El papel de los formadores en la transición digital

Los/las formadores/as de educación y formación profesional (EFP) son un elemento clave para el éxito de la transición digital en el sector de la construcción. Su papel va más allá de la impartición de contenidos técnicos, ya que se extiende a la capacidad de integrar eficazmente las tecnologías digitales en las vías educativas, contribuyendo así a la formación de trabajadores/as preparados para afrontar los retos de la transformación tecnológica en curso.

La literatura internacional destaca cómo los marcos digitales utilizados tradicionalmente en la educación general, como TPACK, DigCompEdu y el Marco de Competencias Digitales Profesionales, a menudo resultan inadecuados para captar la naturaleza específica de la enseñanza de la FP (*Lahn et. al. 2023*). Estudios más recientes proponen un enfoque más contextualizado que tiene en cuenta la conexión entre el aprendizaje escolar y el trabajo, la adaptación a las características del sector profesional correspondiente y la adopción de una pedagogía transformadora. Esto lleva a la necesidad de desarrollar modelos de competencia digital más adecuados para los/las formadores/as de FP, capaces de incluir elementos como la conectividad entre la escuela y el trabajo, contenidos específicos de cada materia, pedagogía adaptativa y autoeficacia digital.

Las investigaciones empíricas también muestran que la competencia digital de los/las formadores/as influye directamente en la eficacia con la que el alumnado utiliza las tecnologías. En particular, el apoyo pedagógico que reciben los aprendices tiene un impacto significativo en la aceptación y el uso de herramientas digitales, como las aplicaciones para tomar notas y los sistemas de videoconferencia (*Wurges 2024*). La percepción de contar con el apoyo de profesores/as y tutores/as no solo aumenta el uso de estas herramientas, sino que también mejora su eficacia percibida, lo que contribuye al desarrollo de un entorno de aprendizaje digital más sólido y participativo.

Por último, *Zhong y Juwaheer (2024)* propusieron un enfoque institucional más amplio, sugiriendo un modelo sistémico y basado en las competencias para desarrollar la competencia digital en los sistemas de EFP. Este modelo, definido como un «enfoque institucional integral», promueve la participación coordinada de directivos, profesores/as y alumnado, y reconoce la importancia de alinear las estrategias digitales de la institución con la formación continua de los/las formadores/as y las necesidades cambiantes del mercado laboral en materia de competencias. La adopción de este paradigma representa un paso crucial para garantizar una transición digital sostenible, inclusiva y orientada al empleo.

2.3 Los marcos de referencia europeos (DigComp, DigCompEdu, ECSO)

En los últimos años, la Unión Europea ha desarrollado una serie de marcos de referencia para definir y promover las competencias digitales del cuerpo docente, con especial atención a los contextos de la educación y la formación profesionales (EFP). El más conocido de ellos es DigCompEdu, el Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores, desarrollado por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea.

Esta herramienta tiene por objeto proporcionar una base común para evaluar y desarrollar las competencias digitales de los/las formadores/as, ofreciendo un lenguaje común y una estructura articulada en seis áreas principales: compromiso profesional, uso de recursos digitales, prácticas de enseñanza y aprendizaje, evaluación, empoderamiento del alumno y facilitación de la competencia digital de los alumnos.

DigCompEdu se caracteriza por un enfoque pedagógico y reflexivo: va más allá del uso técnico de las herramientas y busca integrar las tecnologías digitales en todas las fases del proceso educativo, desde la planificación hasta la inclusión y la evaluación. Las veintidós competencias identificadas en el marco se describen en seis niveles de competencia, y el modelo ya ha sido adoptado o adaptado en varios países europeos como referencia para el desarrollo profesional continuo de profesores/as y formadores/as.

Este marco se complementa con ampliaciones y reflexiones adaptadas al contexto de la EFP. Por ejemplo, el proyecto europeo *TackleAI* propuso una revisión crítica de DigCompEdu a la luz de las transformaciones provocadas por la inteligencia artificial y la digitalización del mundo laboral. Las conclusiones ponen de relieve la urgencia de actualizar los contenidos de formación de los/las formadores/as de FP, introduciendo competencias relacionadas con la evaluación adaptativa, el uso de sistemas de enseñanza inteligentes y la preparación de los/las estudiantes para trabajar en entornos automatizados y digitalmente complejos (*TackleAI*). El cuerpo docente debe ser capaz de comprender cómo funcionan las herramientas de IA y guiar al alumnado en el desarrollo de competencias transversales como el pensamiento crítico, la colaboración digital y el uso ético de las tecnologías.

Otra contribución proviene del proyecto *e-assessment in VET*, que examina el uso de las tecnologías digitales en la evaluación de las competencias profesionales. El informe destaca cómo las tecnologías digitales —a través de simulaciones, portafolios electrónicos, microcredenciales y retroalimentación automatizada— pueden mejorar la eficacia y la transparencia de los procesos de evaluación, fomentando el aprendizaje personalizado y la autoevaluación de los/las estudiantes (*Attwell et. al 2023*).

Sin embargo, la plena adopción de estas herramientas requiere que los/las formadores/as reciban apoyo a través de itinerarios de desarrollo profesional integrados que combinen las competencias técnicas con la reflexión pedagógica.

En resumen, los marcos europeos y los proyectos de investigación más recientes coinciden en la idea de que la competencia digital de los docentes de FP debe considerarse una dimensión estratégica para el éxito de la transición digital en el sector de la formación profesional. Esta competencia va más allá del dominio de las herramientas digitales e incluye la capacidad de diseñar entornos de aprendizaje inclusivos y flexibles, alineados con las necesidades cambiantes del mercado laboral.

2.4 Consideraciones para el contexto de la EFP

El contexto de la educación y la formación profesionales (EFP) es el núcleo de las estrategias europeas para el desarrollo de las competencias digitales. La creciente complejidad de los entornos de producción, la aceleración de la innovación tecnológica y la transformación digital del mercado laboral exigen una revisión tanto de los modelos de enseñanza como de las competencias que se exigen a los formadores y a los estudiantes.

En este escenario, el proyecto *Digital.VET* representa un ejemplo relevante de enfoque integrado de la innovación en la educación profesional. El proyecto puso de relieve la necesidad de desarrollar las competencias de los/las formadores/as de FP no solo en el uso de las tecnologías digitales, sino también en la capacidad de diseñar entornos de aprendizaje inmersivos, inclusivos y flexibles. Las actividades incluyeron el desarrollo de perfiles de competencias para la enseñanza inmersiva, la creación de un curso de aprendizaje electrónico para formadores/as y la implementación de una plataforma interactiva para crear y compartir contenidos educativos en realidad aumentada y virtual. Fue especialmente significativo el uso de la aplicación *iDid*, diseñada para que la creación de contenidos inmersivos fuera accesible incluso para formadores/as con conocimientos técnicos limitados. El proyecto demostró que, para ser eficaz, la adopción de las tecnologías digitales debe ir acompañada de una estrategia de formación clara, herramientas intuitivas y una visión compartida de la transformación en curso (*Maltese et. al. 2022*).

Al mismo tiempo, el artículo de Zhong y Juwaheer (*Zhong et al. 2024*) propone un enfoque sistémico y basado en las competencias para el desarrollo de la competencia digital en contextos de EFP. Este enfoque, definido como un modelo institucional integral e inspirado en el paradigma de la educación basada en competencias (EBC), hace hincapié en la importancia de la participación coordinada de los gestores, los/las formadores/as y el alumnado en la definición de las estrategias de digitalización. Los autores señalan que la transformación digital efectiva de las instituciones de EFP no puede tener lugar sin un liderazgo visionario, profesores/as bien preparados y estudiantes conscientes, cada uno con su propia área de competencia digital. El enfoque sugerido permite una respuesta estructurada a la transición digital, mejorando la interacción entre las partes interesadas y promoviendo la coherencia entre los objetivos educativos, las prácticas docentes y las necesidades del mercado laboral.

En general, los datos disponibles indican que, para que la digitalización de los sistemas de EFP sea eficaz, es necesario ir más allá de la mera introducción de herramientas tecnológicas. Es esencial

promover una visión pedagógica renovada centrada en el aprendizaje activo, el diseño conjunto de contenidos, la interacción entre compañeros/as y el uso de tecnologías para una evaluación auténtica y personalizada. Al mismo tiempo, es estratégicamente importante invertir en el desarrollo profesional continuo de los formadores y en la creación de comunidades profesionales que compartan prácticas, recursos y herramientas para apoyar una transición digital inclusiva, eficaz y sostenible.

3. Metodología

En este capítulo se describe el enfoque metodológico adoptado para llevar a cabo las actividades previstas en el paquete de trabajo 2. La metodología se diseñó con el objetivo de garantizar una recopilación de datos amplia, comparable y representativa, combinando herramientas de análisis cuantitativo y cualitativo.

El enfoque integró cuatro componentes principales: una revisión estructurada de la literatura europea y científica, la administración de dos cuestionarios en línea dirigidos respectivamente a profesionales del sector de la construcción y formadores/as de EFP, la organización de 14 grupos focales (dos en cada país socio) y la participación de las partes interesadas pertinentes para validar y enriquecer la interpretación de los resultados.

La integración de estas herramientas permitió explorar en profundidad tanto la dimensión tecnológica como la educativa, ofreciendo una visión realista y multinivel del contexto europeo en el que se sitúa el proyecto ET4Digital.

3.1 Las herramientas de recopilación de datos: encuestas y grupos de discusión

Para cumplir los objetivos analíticos del WP2, se adoptaron dos herramientas principales de recopilación de datos: cuestionarios en línea (encuestas) y grupos de discusión cualitativos. Estas herramientas se diseñaron para ser complementarias, con el objetivo de obtener, por un lado, datos estructurados y comparables entre los diferentes países socios y, por otro, información cualitativa capaz de captar la complejidad del contexto y la opinión directa de las partes interesadas implicadas. El primer cuestionario, dirigido a profesionales y técnicos/as del sector de la construcción, recopiló información sobre la difusión y el uso de las tecnologías digitales, las barreras percibidas, los beneficios obtenidos, el nivel de adopción y las tecnologías consideradas prioritarias para el futuro. Las preguntas se estructuraron para abarcar cuatro áreas principales: herramientas de topografía y supervisión, software de diseño y simulación, herramientas de gestión de obras y tecnologías innovadoras y transversales. El cuestionario se administró en línea y lo completaron 70 participantes de los siete países socios del proyecto.

El segundo cuestionario estaba dirigido al cuerpo docente y gestores de la educación y formación profesional (EFP), con el objetivo de explorar el nivel percibido de competencia digital, las experiencias formativas previas, las necesidades de formación y las dificultades encontradas a la hora de integrar las tecnologías en las prácticas docentes. El cuestionario recopiló 76 respuestas completas y permitió elaborar un mapa inicial de las competencias digitales consideradas relevantes en el contexto de la educación técnica y profesional.

Paralelamente a la administración de los cuestionarios, cada socio nacional organizó dos grupos de discusión: uno con expertos del sector de la construcción (grupo de discusión 1) y otro con formadores/as de FP (grupo de discusión 2). Los grupos de discusión se llevaron a cabo utilizando una guía europea compartida y armonizada, que incluía macro temas comunes (experiencias, barreras, oportunidades, recomendaciones) y permitía la personalización nacional. Se celebraron un total de 14 grupos de discusión, en los que participaron más de 40 profesionales y formadores/as de diversos ámbitos (PYMES, centros de formación, universidades, asociaciones profesionales, organismos públicos).

El uso combinado de las dos encuestas y los grupos focales permitió integrar datos cuantitativos y cualitativos, lo que proporcionó una comprensión multinivel de la situación europea y validó las pruebas recopiladas mediante metodologías participativas.

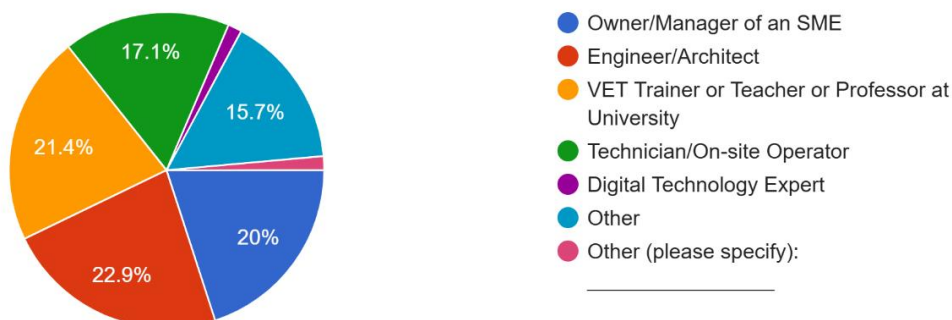
3.2 Características de la muestra.

La muestra analizada en el WP2 incluye tanto a profesionales activos en el sector de la construcción como a formadores/as de la educación y formación profesional (EFP), lo que garantiza una representación amplia y coherente de los grupos destinatarios finales de las actividades del proyecto ET4Digital.

El primer cuestionario, dirigido a técnicos/as, diseñadores/as, consultores/as y profesionales del sector AECO, recopiló 70 respuestas válidas de todos los países socios. Los y las participantes trabajan en organizaciones de distintos tamaños, desde microempresas hasta grandes empresas, y desempeñan una amplia gama de funciones profesionales: arquitectos/as, ingenieros/as civiles, gestores BIM, gestores/as de proyectos, investigadores/as y consultores/as medioambientales. Las respuestas ofrecen una visión general detallada de las tecnologías que ya se utilizan en el sector, los principales obstáculos para su adopción y las prioridades de innovación futuras. Entre las tecnologías más conocidas o utilizadas se encuentran las herramientas de topografía (GPS, escáneres láser, fotogrametría), el software de diseño y simulación (AutoCAD, Revit, EnergyPlus) y tecnologías emergentes como Digital Twin, Internet de las cosas, inteligencia artificial e impresión 3D. Las principales barreras señaladas se refieren a los costes de implementación, la falta de competencias digitales internas, la resistencia al cambio y la insuficiencia de la oferta formativa actual.

What is your primary role in the construction sector?

70 responses



El segundo cuestionario, dirigido a docentes de EFP, recopiló 76 respuestas válidas, superando las expectativas iniciales. Entre los y las participantes se encontraban profesores de formación profesional, instructores/as de escuelas técnicas, profesores/as universitarios, formadores/as de empresas y consultores. La mayoría de ellos/ellas tienen más de seis años de experiencia en formación relacionada con la construcción y manifiestan un interés creciente por la adopción de herramientas digitales en sus prácticas docentes.

Sin embargo, los datos muestran una brecha entre las tecnologías que se consideran relevantes y las que se utilizan realmente. El BIM es ampliamente conocido, pero pocos lo utilizan habitualmente en sus cursos. El gemelo digital sigue siendo poco conocido y el uso de la realidad virtual y aumentada sigue siendo experimental. Los y las participantes destacaron la falta de herramientas didácticas actualizadas, la dificultad de integrar las tecnologías en los planes de estudios existentes y la necesidad de programas de mejora de las competencias específicos y accesibles.

Para complementar la recopilación de datos, cada socio llevó a cabo dos grupos de discusión: uno con expertos/as del sector de la construcción y otro con formadores/as de EFP, con un total de 14 reuniones y más de 40 participantes. Los grupos se llevaron a cabo siguiendo una directriz común que garantizaba la coherencia metodológica y la comparabilidad entre países. Los y las participantes fueron seleccionados para representar una variedad de experiencias y perspectivas, y procedían de PYMES, centros de formación, universidades, asociaciones profesionales, organismos públicos y partes interesadas institucionales. Los grupos de discusión permitieron validar los resultados del cuestionario, explorar el contexto operativo en diferentes países y recopilar propuestas concretas de quienes experimentan a diario los retos de la transición digital en el sector de la construcción.

La integración de métodos cuantitativos y cualitativos, junto con la diversidad de los perfiles involucrados, permitió la construcción de una base de conocimientos sólida y representativa, útil para orientar de manera realista las actividades del proyecto de los siguientes paquetes de trabajo.

3.3 El enfoque analítico

El análisis de los datos recopilados en el WP2 se basó en un enfoque de método mixto, combinando herramientas cuantitativas y cualitativas con el fin de explorar de forma rigurosa y coherente las dimensiones tecnológicas y educativas objeto de investigación. Los dos cuestionarios en línea se analizaron utilizando técnicas estadísticas descriptivas básicas, prestando especial atención a la distribución de las respuestas, la frecuencia absoluta y relativa de las opciones seleccionadas y la identificación de las tendencias predominantes. Se crearon tablas de frecuencia y representaciones gráficas para mostrar los datos de forma concisa y comunicativa.

En el primer cuestionario, dirigido a profesionales del sector de la construcción, el análisis se centró en:

- La frecuencia de uso.
- El conocimiento de las tecnologías digitales.
- Las principales barreras percibidas para su adopción.
- Los usos previstos.
- Las tecnologías consideradas prioritarias para el futuro.

Las respuestas se analizaron por áreas temáticas (topografía y supervisión, diseño, gestión de obras, tecnologías innovadoras), lo que permitió elaborar una visión general estructurada inicial del panorama tecnológico actual.

En el segundo cuestionario, dedicado a los formadores de EFP, se prestó especial atención a:

- Las tecnologías conocidas o utilizadas en la enseñanza.
- Las dificultades encontradas.
- La percepción de las barreras.
- Las preferencias expresadas en cuanto a herramientas y metodologías digitales.

Las preguntas de opción múltiple se analizaron en términos de frecuencia de selección, mientras que las preguntas abiertas se sometieron a una lectura temática inicial para extraer elementos cualitativos recurrentes.

Los grupos de discusión realizados en cada país socio se analizaron utilizando un enfoque cualitativo basado en un marco temático compartido, estructurado en torno a seis áreas: experiencias de formación, necesidades y carencias de competencias, eficacia de la oferta existente, enfoques pedagógicos, barreras culturales y operativas, y propuestas para ET4Digital. Los datos se agregaron y compararon entre los diferentes contextos nacionales, destacando tanto las tendencias comunes como las especificidades locales. El método siguió una lógica de análisis de contenido para apoyar la interpretación de los datos cuantitativos.

Aunque el procesamiento de datos en esta fase fue de naturaleza descriptiva, el volumen y la estructura de la información recopilada permitirían, en teoría, el desarrollo de estimaciones inferenciales en los siguientes WP. Por ejemplo, sería posible explorar más a fondo las diferencias entre subgrupos (por país, función, nivel de experiencia), verificar las correlaciones entre variables o estimar la probabilidad de adopción de tecnologías específicas basándose en variables predictivas. Por lo tanto, el uso de técnicas inferenciales podría representar una valiosa evolución, ya sea comparativa o predictiva, de las pruebas producidas en el WP2.

3.4 Limitaciones metodológicas y fiabilidad

La metodología adoptada en el WP2 permitió construir un marco sólido y coherente para analizar el ecosistema digital en el sector de la construcción y cartografiar las competencias de los formadores. El uso combinado de fuentes primarias (encuestas y grupos focales) y secundarias (revisión bibliográfica y documentos estratégicos europeos), junto con la participación directa de todos los países socios, garantizó:

- Una buena cobertura geográfica.
- Una variedad de perfiles profesionales.
- Un equilibrio entre los enfoques cuantitativos y cualitativos.

Sin embargo, como ocurre con cualquier investigación aplicada realizada en un contexto europeo y multicultural, deben reconocerse ciertas limitaciones metodológicas. En primer lugar, la participación en los cuestionarios fue voluntaria y no probabilística, lo que significa que los datos recopilados no son estadísticamente representativos de todo el sector de la construcción europeo ni del sistema de EFP. Aunque participó un número significativo de encuestados/as (más de 180 en las dos encuestas y los grupos de discusión), no fue posible garantizar una distribución perfectamente equitativa de las respuestas entre los países, ni un equilibrio riguroso entre las diferentes categorías profesionales.

En segundo lugar, los grupos de discusión proporcionaron una gran cantidad de contenido cualitativo, pero su composición se vio inevitablemente influida por la disponibilidad de los y las participantes y las especificidades locales. Algunos países pudieron contar con la participación de figuras institucionales y académicas de alto nivel, mientras que otros se centraron más en formadores operativos o pequeñas empresas. Esta heterogeneidad, aunque no compromete la calidad de las pruebas recopiladas, exige cautela a la hora de generalizar las conclusiones.

Cabe señalar también que los datos recopilados no se sometieron a análisis estadísticos inferenciales (como pruebas de significación o modelos predictivos), sino que se trataron utilizando enfoques descriptivos. Esta elección se debió al carácter exploratorio del WP2 y a la intención de dar prioridad a la claridad, la inmediatez y la transferibilidad de los resultados a las siguientes fases del proyecto. No obstante, el conjunto de datos producido, gracias a su estructura coherente y a la

exhaustividad de sus variables, podría utilizarse en el WP3 o el WP4 para realizar análisis más avanzados o desarrollar indicadores sintéticos.

Por último, el trabajo realizado se caracterizó por la transparencia metodológica, la atención a la fiabilidad de los datos y la coherencia entre los objetivos y las herramientas. La guía compartida para la realización de grupos focales, el proceso de validación cruzada entre los socios y la sistematización de las pruebas recopiladas representan los puntos fuertes del WP2, que refuerzan la credibilidad de los resultados obtenidos y su utilidad para el desarrollo de soluciones concretas en los paquetes de trabajo posteriores.

4. Análisis de la muestra y las respuestas a la encuesta

En este capítulo se presentan las principales conclusiones del análisis de los dos cuestionarios en línea administrados durante el WP2. La primera encuesta se dirigió a profesionales del sector de la construcción (AECO) y tenía por objeto recopilar información sobre la difusión de las tecnologías digitales, los beneficios percibidos, las barreras para su adopción y las prioridades futuras.

La segunda encuesta se dirigió a formadores/as, profesores/as y operadores/as de la educación y formación profesional (EFP), con el objetivo de investigar el nivel de competencia digital, el uso de las tecnologías en la enseñanza, las dificultades encontradas y las expectativas respecto a la transformación digital de las vías de formación.

Los análisis presentados en este capítulo son descriptivos y ofrecen una visión comparativa de los dos grupos destinatarios implicados. Los datos se organizan por temas y se complementan, cuando procede, con información cualitativa extraída de las respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario y de los grupos de discusión. El objetivo es construir una imagen coherente y viable que ponga de relieve los puntos fuertes, las cuestiones críticas y las oportunidades para el desarrollo de las competencias digitales en los dos contextos analizados.

4.1 Los perfiles profesionales de los participantes.

Los dos cuestionarios administrados como parte del WP2 contaron con un total de 143 participantes, divididos entre profesionales del sector de la construcción (70 respuestas) y formadores/as de educación y formación profesional (EFP) (76 respuestas). El análisis de las respuestas a la pregunta sobre las funciones profesionales reveló un panorama rico y variado, en consonancia con el enfoque inclusivo del proyecto ET4Digital.

En la primera encuesta, dirigida a profesionales del sector de la construcción, se identificaron cinco categorías principales: ingenieros/as y arquitectos/as (16 participantes), formadores/as universitarios o de FP (15), propietarios/as o directores/as de PYMES (14), técnicos/as de obra u operarios/as in situ (12) y una categoría residual denominada «otros» (11). También hubo respuestas individuales de un experto en tecnología digital (1) y un participante que seleccionó

«otros (especificar)» (1), especificando funciones como consultores/as de proyectos o especialistas en software.

En la segunda encuesta, dirigida a formadores/as y profesores/as del sistema de formación profesional, la categoría más representada fue la de formadores/as de formación profesional (22 respuestas), seguida de consultores/as empresariales o formadores/as corporativos (16), «Otros» (18), que puede referirse a una respuesta predefinida no especificada, profesores/as universitarios (11) y profesores/as de escuelas técnicas (9).

Una vez más, las funciones abarcaban una amplia gama de perfiles profesionales, incluyendo tanto a personas activas en entornos académicos como a aquellas que operan en contextos más prácticos o empresariales. En conjunto, los y las participantes en las dos encuestas ofrecen una representación equilibrada de los principales actores que intervienen en la transformación digital del sector de la construcción y en las vías de formación técnica. La diversidad de funciones permitió recabar perspectivas complementarias, esenciales para comprender las necesidades tecnológicas y formativas en los diferentes contextos europeos, y representa uno de los puntos fuertes del análisis desarrollado en el WP2.

Los grupos de discusión organizados en el marco del proyecto ET4Digital contaron con la participación de más de 40 profesionales con diversos antecedentes, funciones y áreas de especialización, todos ellos/ellas activos en el ecosistema de la construcción y la educación y formación profesional (EFP).

Los y las participantes fueron cuidadosamente seleccionados por los socios nacionales para garantizar una representación significativa de las diversas perspectivas y competencias relevantes para la transformación digital del sector de la construcción.

Los grupos incluían formadores de FP, profesores/as de escuelas técnicas y profesionales, profesores/as universitarios e investigadores/as, consultores/as, ingenieros/as de la construcción, jefes/as de obra, expertos/as en innovación digital y representantes de PYMES, centros de formación y proveedores de tecnología. Muchos de ellos/ellas ocupan puestos de responsabilidad o estratégicos, como directores/as técnicos, jefes/as de departamento o coordinadores/as de proyectos, y participan directamente en la implementación o promoción de herramientas y procesos digitales tanto en el ámbito educativo como en el profesional.

Esta configuración de múltiples partes interesadas permitió un debate exhaustivo y transversal, que integró puntos de vista operativos, estratégicos, pedagógicos y tecnológicos. La presencia tanto de educadores/as como de profesionales del sector garantizó que los resultados de los grupos focales reflejaran no solo las prácticas de formación actuales y las lagunas pedagógicas, sino también las necesidades reales, las limitaciones y las oportunidades a las que se enfrentan las empresas de construcción, en particular las PYMES, a la hora de adoptar las tecnologías digitales.

Los conocimientos de los y las participantes abarcaban una amplia gama de herramientas y conceptos digitales, entre los que se incluían el modelado de información de construcción (BIM), el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), las aplicaciones de gemelos digitales, las tecnologías de RA/RV y el modelado energético.

Sus activas contribuciones ayudaron a identificar las barreras comunes (por ejemplo, la falta de competencias digitales, la resistencia al cambio, los recursos limitados), así como los factores facilitadores (por ejemplo, el desarrollo profesional continuo, el acceso a demostradores, los incentivos institucionales) para la adopción digital en el sector de la construcción.

Por último, la diversidad de afiliaciones nacionales e institucionales de los y las participantes ayudó a poner de relieve las diferencias contextuales, al tiempo que subrayó los retos comunes en toda Europa. Sus aportaciones proporcionaron información valiosa para configurar el *marco tecnológico digital* y el *mapa de competencias para formadores* desarrollado en el WP2, y también servirán de base para el diseño del Programa de Desarrollo de Capacidades en el WP4.

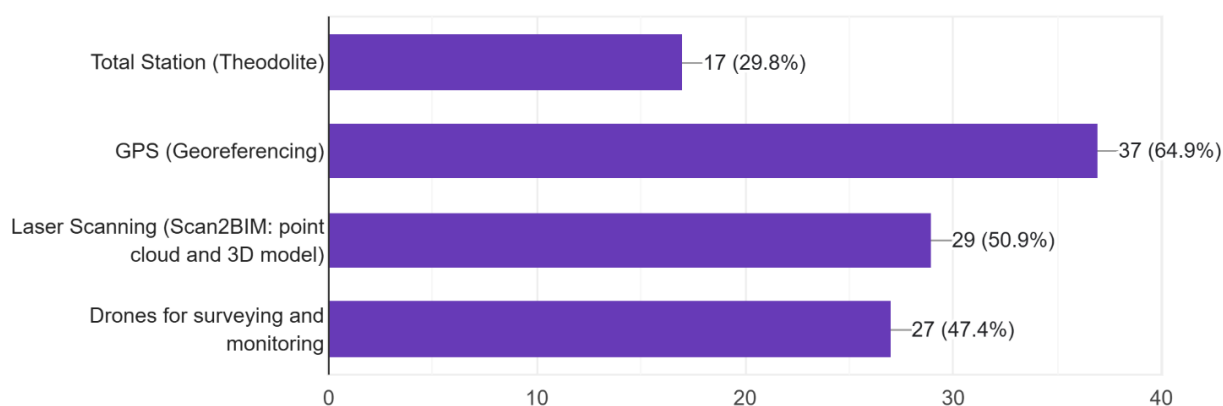
4.2 Niveles de familiaridad con las tecnologías digitales

Los datos recopilados a través de los dos cuestionarios revelan un buen nivel general de familiaridad con las tecnologías digitales básicas, pero también ponen de relieve diferencias significativas entre los y las profesionales del sector de la construcción y los formadores/as de la educación profesional. Las percepciones de las tecnologías, su frecuencia de uso y el interés por las herramientas emergentes varían en función del contexto operativo y del puesto que se ocupa.

En el primer cuestionario, dirigido a técnicos/as, diseñadores/as y otros/as profesionales del sector AECO, se observa un buen conocimiento de las herramientas de topografía y monitorización. Entre las tecnologías más conocidas se encuentran el GPS (mencionado por 37 encuestados), el escaneo láser 3D y las nubes de puntos (29 respuestas), los drones de monitorización (27) y las estaciones totales (17).

Which of the following surveying and monitoring tools do you use or are familiar with in the construction sector? (Select all that apply)

57 responses



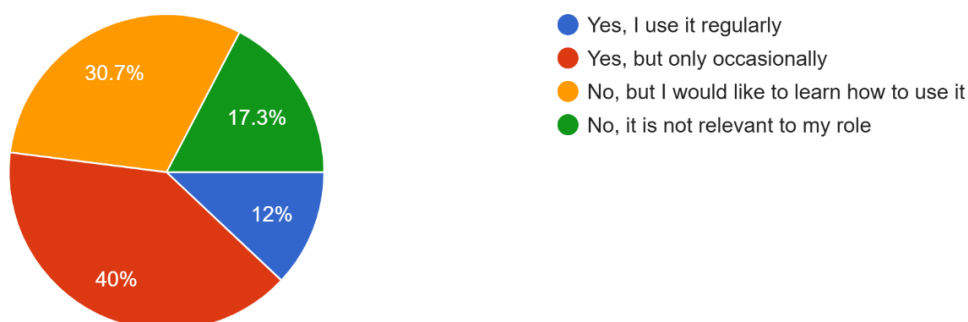
Estos datos confirman que las tecnologías directamente relacionadas con las fases de topografía, diseño y control de obras ya están parcialmente integradas en las prácticas operativas. Sin embargo, la adopción de herramientas más avanzadas, como los gemelos digitales, la inteligencia artificial o las tecnologías predictivas, sigue siendo muy limitada, como también se puso de manifiesto en los grupos de discusión.

En el segundo cuestionario, dirigido a formadores/as, se preguntó a los participantes si tenían experiencia en el uso del BIM (modelado de información de construcción) en sus actividades docentes.

Los resultados muestran una cierta brecha entre la relevancia teórica del BIM y su uso real en la práctica diaria de la formación. Solo 9 encuestados/as afirman utilizar el BIM con regularidad, mientras que 30 lo utilizan solo ocasionalmente. Hasta 23 formadores/as expresaron su interés en aprender a utilizarlo, mientras que 13 lo consideraron irrelevante para su función.

Do you have experience using BIM (Building Information Modeling) in your teaching activities?

75 responses



Aunque en parte era de esperar, este hallazgo pone de relieve la necesidad de reforzar las competencias digitales relacionadas con el BIM en el sistema de EFP, entre otras cosas mediante itinerarios de mejora de las competencias específicos y herramientas didácticas simplificadas.

En general, los datos sugieren que la familiaridad con las tecnologías digitales está relacionada principalmente con la proximidad funcional de las herramientas a la función que se desempeña. En los contextos de producción, predominan las herramientas relacionadas con la topografía y la supervisión, mientras que en la educación, el conocimiento de las tecnologías digitales avanzadas sigue siendo fragmentario. Esta brecha entre el uso profesional y el educativo será un aspecto clave para tener en cuenta en la fase de diseño de la formación del WP4.

4.3 Competencias digitales percibidas por los formadores/as

El análisis de las respuestas recopiladas a través del segundo cuestionario permitió esbozar un perfil inicial de las competencias digitales de los/las formadores/as activos en el sector de la educación y formación profesional (EFP). Los resultados revelan un panorama diverso, en el que conviven profesionales con experiencia en el uso de las tecnologías digitales con formadores/as que declaran tener una preparación limitada o dificultades para integrar las herramientas en sus prácticas docentes.

En cuanto al BIM, una de las herramientas clave para la digitalización del sector de la construcción, solo una minoría de los/las encuestados/as afirma utilizarlo habitualmente en sus cursos. La mayoría tiene una experiencia esporádica o no lo utiliza e mente, a pesar de reconocer su relevancia y expresar el deseo de adquirir las habilidades necesarias. Este hallazgo sugiere que la presencia del BIM en la formación sigue siendo limitada y que existe una demanda latente de mejora de las competencias técnicas y pedagógicas en este ámbito.

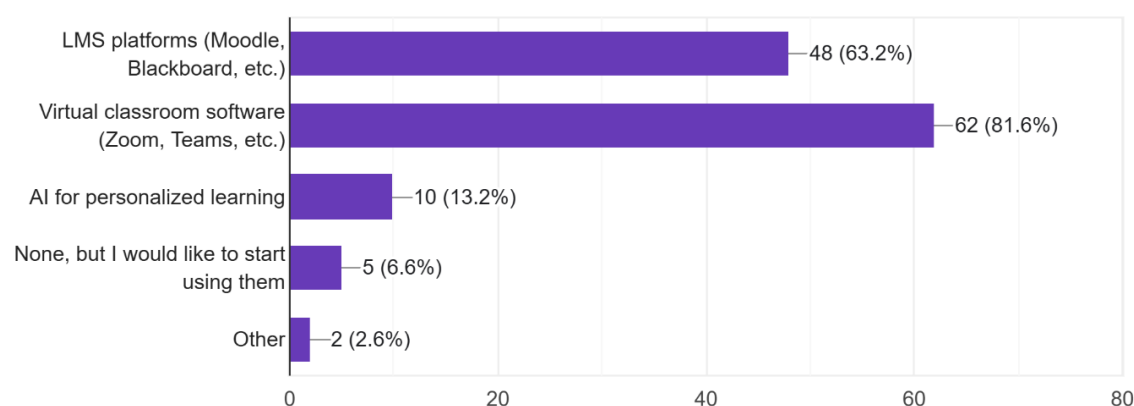
Se observa una situación similar con respecto a los gemelos digitales. Muchos encuestados han oído hablar de esta tecnología, pero afirman que no comprenden plenamente sus aplicaciones o su potencial educativo. Solo un número muy reducido de participantes afirma utilizarla activamente en la formación. La brecha entre los conocimientos teóricos y el uso real es también un tema recurrente en el caso de las tecnologías inmersivas, como la realidad aumentada y la realidad virtual. Algunos/as formadores/as han comenzado a experimentar con ellas, a menudo en proyectos piloto o actividades extracurriculares, pero la mayoría expresa curiosidad e interés más que una experiencia consolidada.

En cuanto al Internet de las cosas (IoT), una proporción significativa de formadores/as afirma estar familiarizada con el uso de sensores para supervisar la seguridad y el rendimiento en las obras de construcción. Sin embargo, incluso en este caso, la integración educativa de los datos de los sensores sigue siendo fragmentada, obstaculizada por dificultades técnicas, la falta de herramientas adecuadas y la disponibilidad limitada de ejemplos aplicables a la enseñanza cotidiana.

Por último, se observa una mayor familiaridad con las herramientas de formación en línea, como las plataformas de videoconferencia o los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS), que se han convertido en un componente estructural de la educación pospandémica. No obstante, los/las formadores/as señalan la falta de funciones diseñadas específicamente para la formación profesional y destacan la necesidad de herramientas más interactivas, intuitivas y personalizables.

Which digital tools do you use for online training? (Select all that apply)

76 responses



En general, el panorama que se desprende del cuestionario revela un nivel desigual de competencia digital: mientras que algunos/as formadores/as parecen proactivos y bien equipados tecnológicamente, una parte significativa de la muestra expresa una gran necesidad de formación, mejora de las competencias y apoyo. El mapeo de estas competencias representa una base esencial para el diseño del programa de formación previsto en el WP4.

4.4 Clasificación simplificada de los niveles de competencia

A partir de los resultados del segundo cuestionario, es posible proponer una clasificación inicial simplificada de los niveles de competencia digital de los/las formadores/as de FP participantes. Esta clasificación no pretende ser exhaustiva ni estar formalmente estandarizada, sino que proporciona un marco operativo útil para orientar las decisiones sobre el proyecto y la formación en los siguientes paquetes de trabajo.

El primer nivel puede describirse como «exposición teórica»: incluye a los formadores que afirman estar familiarizados con determinadas tecnologías digitales (como BIM, IoT o Digital Twin), pero que nunca las han utilizado de forma activa. Este grupo es numeroso e incluye una parte significativa de la muestra, especialmente en lo que se refiere a las tecnologías emergentes o aquellas que son complejas de integrar en las vías de formación tradicionales.

El segundo nivel, que puede definirse como «uso ocasional o experimental», incluye a los/las formadores/as que han tenido alguna experiencia práctica con herramientas digitales, a menudo en contextos marginales o piloto. Es el caso, por ejemplo, de aquellos/as que utilizan BIM solo ocasionalmente, han participado en proyectos que incluyen componentes de RV/RA o han experimentado con sensores en actividades de demostración. Estos/as formadores/as muestran interés, pero a menudo informan de dificultades para integrar estructuralmente las tecnologías en su enseñanza diaria.

El tercer nivel se refiere a una minoría de la muestra y puede describirse como «uso regular e intencionado». Este grupo incluye a formadores/as que utilizan sistemáticamente herramientas digitales en el diseño de cursos, la gestión de clases o actividades de laboratorio. Se trata de perfiles más experimentados, que a menudo participan en proyectos innovadores o están afiliados a centros de formación equipados con infraestructuras avanzadas. Este grupo sirve como un importante punto de referencia para la posible transferencia de buenas prácticas.

Aunque se trata de una clasificación empírica, estos tres niveles de competencia —teórico, experimental y avanzado— proporcionan una referencia inicial útil para diseñar itinerarios de mejora de las competencias adaptados a las necesidades reales. De cara al futuro, esta tipología podría integrarse en un mapa dinámico de las competencias digitales de los/las formadores/as, alineado con los marcos europeos (como DigCompEdu), y utilizarse como base para la personalización de los contenidos de formación en el WP4.

5. El marco de las tecnologías digitales

Este capítulo recopila y organiza de forma estructurada las pruebas relacionadas con las tecnologías digitales actualmente adoptadas, conocidas o consideradas prioritarias en el sector de la construcción. La información aquí presentada se basa principalmente en los resultados del primer

cuestionario dirigido a los/las profesionales de AECO, así como en los grupos de discusión nacionales, que ayudaron a validar y enriquecer los datos mediante la participación directa de operadores, técnicos y empresarios.

El objetivo del capítulo es ofrecer una visión general sistémica de las tecnologías más relevantes, agrupándolas por áreas funcionales y evaluando su difusión, uso, barreras percibidas y perspectivas de adopción. Este marco sirve como punto de referencia para orientar las actividades futuras del proyecto, en particular el diseño del programa de formación (WP4) y la definición de un modelo europeo de competencias digitales en el sector de la construcción (WP3).

5.1 Las tecnologías mencionadas y categorizadas en las encuestas

El análisis de las respuestas al primer cuestionario permitió identificar una amplia gama de tecnologías digitales actualmente utilizadas, conocidas o consideradas relevantes por los/las profesionales del sector de la construcción. Para facilitar la lectura de los resultados, las tecnologías se han agrupado en cinco áreas funcionales:

- Herramientas de topografía y monitorización
- Software de diseño y simulación
- Herramientas de gestión de obras
- Tecnologías innovadoras
- Herramientas complementarias

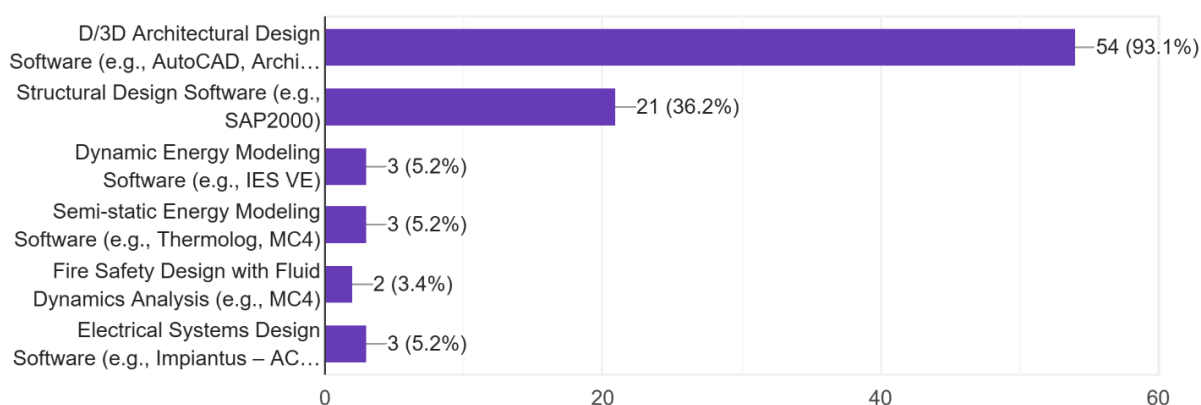
En el ámbito de la topografía y la supervisión, las tecnologías más mencionadas son el GPS (37 respuestas), el escaneo láser (29) y los drones (27), seguidas de las estaciones totales (17). Estas herramientas son ampliamente conocidas y ya se utilizan para la georreferenciación, la topografía 3D, la supervisión del progreso y la documentación digital.

En cuanto al software de diseño y simulación, AutoCAD y ArchiCAD se encuentran entre los más utilizados (ambos con 54 menciones), a menudo acompañados de software estructural como SAP2000 (21 respuestas) o MC4. También aparecen herramientas para la modelización energética

(como Thermolog o IES VE), aunque en menor medida, junto con herramientas específicas para el análisis de la seguridad contra incendios.

Which of the following design and simulation software do you use or are familiar with? (Select all that apply)

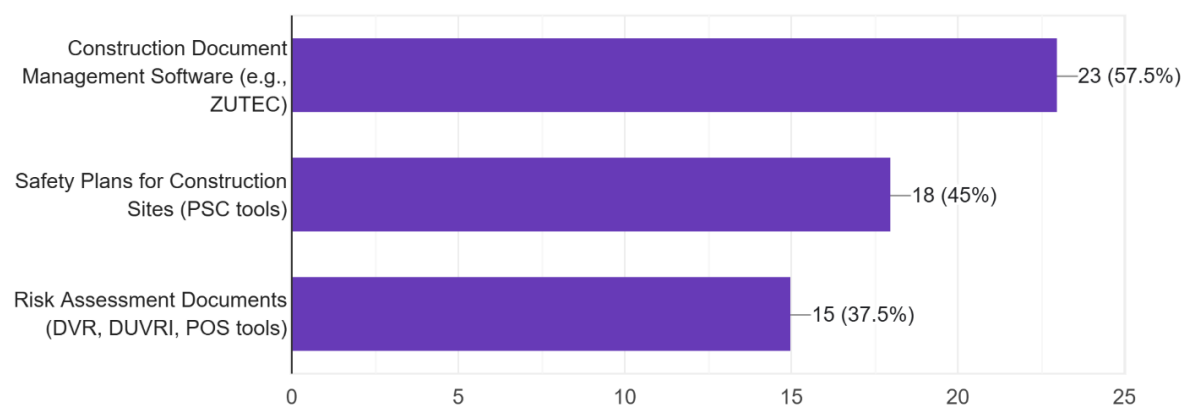
58 responses



En el ámbito de la gestión y documentación de obras, los y las encuestados/as informaron del uso de software para la gestión de documentación técnica (por ejemplo, ZUTEC, con 23 respuestas), herramientas para la elaboración de planes de seguridad (18) y aplicaciones para la evaluación de riesgos (DVR, DUVRI, POS, con alrededor de 15 cada una). Estas soluciones son utilizadas principalmente por técnicos/as de seguridad y jefes/as de proyecto.

Which of the following site management and documentation tools do you use or are familiar with? (Select all that apply)

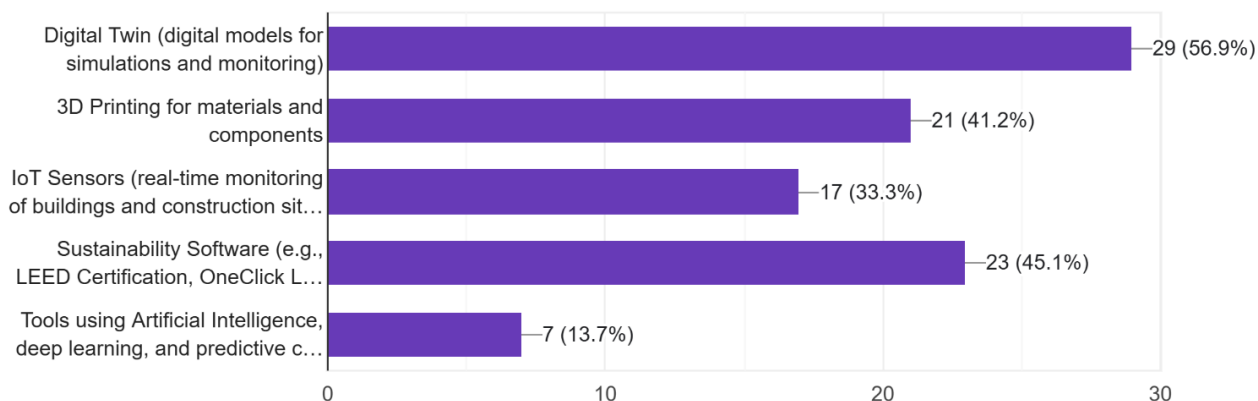
40 responses



La sección sobre tecnologías innovadoras revela un panorama más variado, aunque ya significativo en términos de atención e interés. El Digital Twin fue citado 29 veces, lo que confirma una creciente familiaridad teórica con esta tecnología, aunque su uso real sigue siendo limitado. Otras herramientas relevantes son el software para la sostenibilidad medioambiental y la certificación LEED (23), la impresión 3D para materiales y componentes (21) y los sensores IoT para la monitorización en tiempo real (17). Menos extendidas, pero en rápida expansión, son las tecnologías basadas en la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, con 7 menciones relacionadas con aplicaciones como el control predictivo de la energía (por ejemplo, BrainBox AI).

Which of the following innovative technologies do you use or are familiar with? (Select all that apply)

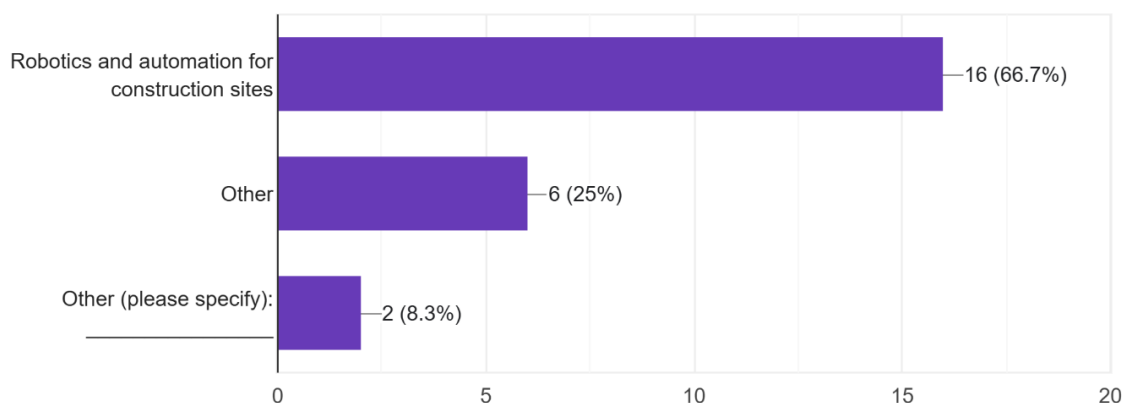
51 responses



Por último, entre las tecnologías complementarias, los y las encuestados/as mencionaron la robótica y los sistemas de automatización para obras de construcción (16 respuestas), junto con un pequeño grupo que indicó soluciones personalizadas u «otras tecnologías» (8 en total), lo que confirma la heterogeneidad de las soluciones digitales actualmente en uso o en fase de experimentación.

Which of the following other technologies do you use or are familiar with? (Select all that apply)

24 responses



En general, los datos recopilados muestran un buen nivel de conocimiento de las tecnologías relacionadas con las fases operativas tradicionales (topografía, diseño, seguridad), pero también un interés creciente por soluciones más avanzadas e integradas, que pueden explorarse y desarrollarse más a fondo en los próximos paquetes de trabajo.

5.2 Nivel de conocimiento y uso declarado

Además de identificar las tecnologías digitales conocidas o utilizadas, el primer cuestionario incluía una pregunta específica sobre el nivel general de adopción de la tecnología digital en las organizaciones de los/las encuestados/as. Las respuestas a esta pregunta proporcionan una estimación inicial del grado de digitalización en el sector de la construcción, tal y como lo experimentan directamente los y las profesionales que trabajan en los distintos países socios.

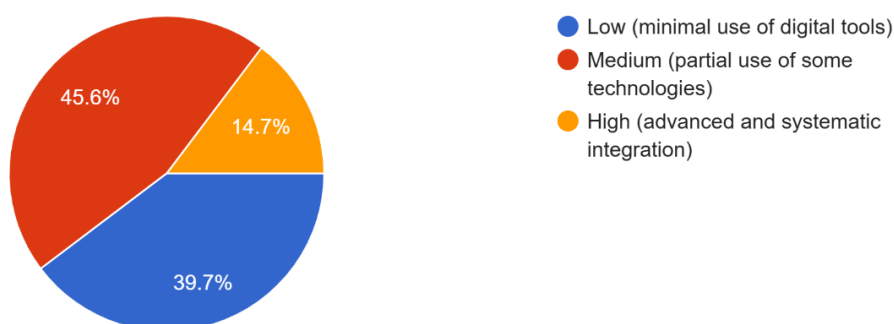
Los datos recopilados indican que la mayoría de los/las encuestados/as se encuentran en una categoría intermedia: 31 participantes seleccionaron la opción «medio», que corresponde al uso parcial de algunas tecnologías. Este grupo incluye empresas que han comenzado a integrar herramientas digitales en sus procesos, a menudo de forma no sistemática o limitada a áreas específicas (topografía, diseño, seguridad), pero que aún no han desarrollado un enfoque estratégico para la transformación digital.

Un segundo grupo significativo (27 respuestas) se identificó con un bajo nivel de adopción, indicando un uso mínimo de herramientas digitales. Este hallazgo confirma que, a pesar de la creciente disponibilidad de tecnologías, muchas empresas, en particular las microempresas y las pequeñas empresas, siguen al margen del proceso de digitalización, a menudo debido a barreras económicas o culturales o a la falta de competencias.

Solo 10 encuestados/as informaron de que trabajaban en contextos con un alto nivel de adopción, caracterizados por una integración avanzada y sistemática de las tecnologías digitales en los procesos empresariales. Aunque este grupo representa una minoría, ofrece casos prácticos útiles para identificar las mejores prácticas y los modelos replicables a nivel europeo.

What is the level of adoption of digital technologies in your organization

68 responses



En general, la distribución de las respuestas confirma la imagen de un sector que está experimentando una transición digital gradual y aún desigual. La cifra más significativa es que más del 80 % de los/las participantes se identifican con un nivel de adopción medio o bajo, lo que indica un margen de mejora sustancial y la necesidad de formación específica e intervenciones estratégicas. Este resultado refuerza aún más la relevancia de los objetivos del proyecto ET4Digital y la importancia de las acciones previstas en los próximos paquetes de trabajo.

5.3 Las barreras y oportunidades según los participantes

La adopción de tecnologías digitales en el sector de la construcción se ve obstaculizada por una serie de barreras recurrentes, que se desprenden claramente de las respuestas al primer cuestionario. Los y las participantes pudieron seleccionar varias opciones de entre las proporcionadas, lo que ofrece una visión detallada de los retos percibidos a nivel organizativo, económico y de formación.

La barrera más mencionada es la falta de competencias digitales entre el personal, indicada por 46 de los 70 encuestados/as. Este resultado pone de relieve que la escasez de conocimientos técnicos es el principal obstáculo para la introducción de herramientas digitales, especialmente en las pequeñas y medianas empresas, donde la mano de obra suele ser limitada y las oportunidades de desarrollo profesional son escasas.

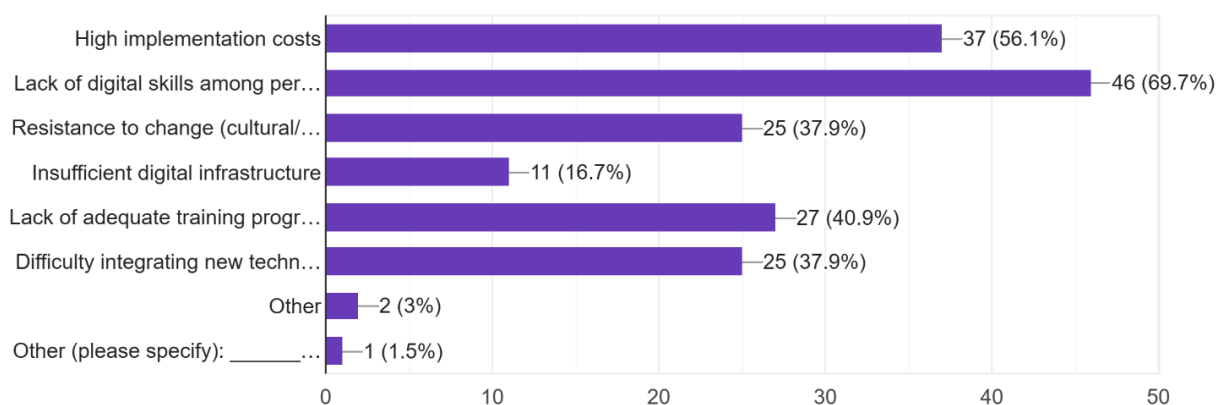
A continuación se encuentra el «alto coste de implementación», seleccionado por 37 encuestados, lo que demuestra que los factores económicos siguen representando un umbral crítico, especialmente en ausencia de incentivos públicos, economías de escala o modelos de intercambio de recursos. Estos costes no solo se refieren a la adquisición de tecnologías, sino también a la formación, la adaptación de los procesos y la posible consultoría externa.

Otras barreras relevantes son la falta de programas de formación adecuados (27 respuestas), la resistencia al cambio (25) y las dificultades para integrar las nuevas tecnologías en los procesos existentes (25). Estos resultados indican que la adopción digital no es solo una cuestión técnica, sino también cultural y organizativa: muchas empresas tienen dificultades para revisar sus métodos operativos, adaptar los flujos de trabajo o abordar el cambio de forma sistémica.

Más limitada, aunque sigue siendo significativa, es la mención de la infraestructura digital inadecuada (11 respuestas), un factor que afecta especialmente a las regiones con mala conexión o a las obras de construcción situadas en zonas remotas.

What are the main barriers limiting the adoption of digital technologies in your organization?

66 responses



A pesar de estas barreras, las respuestas abiertas y los grupos de discusión también revelan un reconocimiento generalizado del potencial de las tecnologías digitales. En particular, se considera que las tecnologías tienen la capacidad de mejorar la eficiencia, la trazabilidad, la seguridad y la sostenibilidad de los procesos de construcción. Muchos participantes expresan su disposición a invertir en la digitalización, siempre que las herramientas sean sencillas, económicamente accesibles y cuenten con el respaldo de itinerarios de formación específicos. Por tanto, comprender estas barreras es un elemento clave para diseñar políticas de apoyo, programas de desarrollo de capacidades y herramientas operativas que se ajusten mejor a las necesidades reales de las empresas y los profesionales del sector.

5.4 Tecnologías prioritarias según los formadores

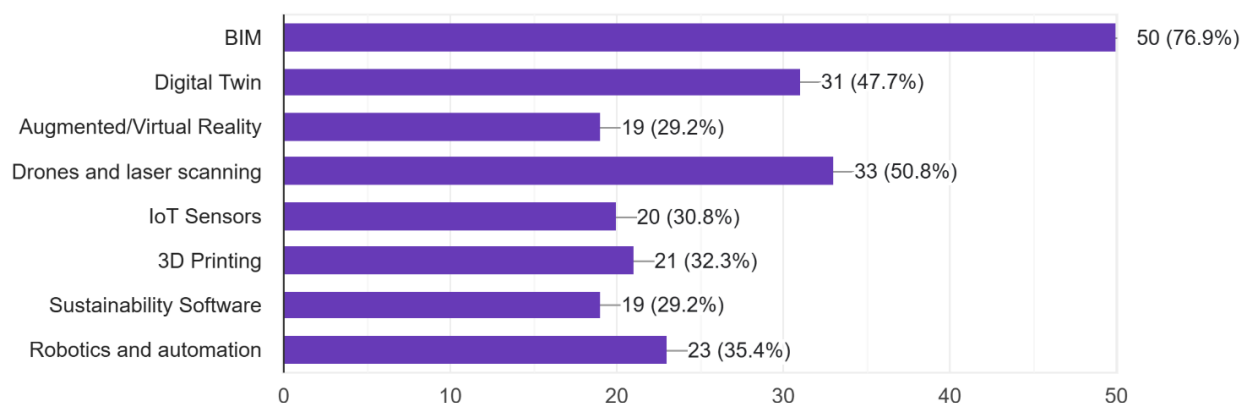
Además de identificar las tecnologías que se utilizan actualmente, el cuestionario pedía a los y las participantes que indicaran, desde una perspectiva de futuro, qué herramientas digitales deberían considerarse prioritarias para el futuro del sector de la construcción. Las respuestas confirman en gran medida las conclusiones que surgieron de los grupos de discusión y esbozan un panorama de convergencia entre las percepciones de los/las profesionales y las tendencias tecnológicas emergentes.

La tecnología identificada como la máxima prioridad es el modelado de información de construcción (BIM), seleccionada por 50 de los 70 encuestados. El BIM se considera no solo una herramienta para el diseño integrado, sino también una plataforma de interoperabilidad capaz de conectar las distintas fases del ciclo de vida de la construcción. Por lo tanto, se confirma la importancia del BIM como piedra angular de la transformación digital del sector.

Le siguen de cerca, con puntuaciones significativamente altas, los drones y los escáneres láser (33), el gemelo digital (31) y la robótica y la automatización en las obras de construcción (23). Estas tecnologías se consideran a menudo complementarias: por un lado, permiten una recopilación de datos cada vez más precisa y automatizada ; por otro, abren nuevas posibilidades para la supervisión, el control y la optimización de las actividades in situ.

Otras tecnologías mencionadas con frecuencia son la impresión 3D (21), los sensores IoT (20) y las soluciones de realidad aumentada y virtual (19), utilizadas como apoyo visual en el diseño, la formación inmersiva y la simulación de escenarios operativos. Se presta la misma atención al software para la sostenibilidad medioambiental (19), lo que refleja una creciente conciencia de la necesidad de integrar criterios energéticos y medioambientales en los procesos de toma de decisiones.

Which technologies do you consider priorities for the future of the construction sector? (Select up to 3 options)
65 responses



En general, las respuestas sugieren que las partes interesadas del sector se orientan hacia tecnologías que combinan precisión, automatización, eficiencia y sostenibilidad. Las preferencias expresadas reflejan una demanda madura de innovación, que va más allá de la adopción aislada de herramientas y busca soluciones sistémicas e interoperables. Esta orientación deberá tenerse muy en cuenta en el diseño del marco de formación y las competencias digitales en los próximos paquetes de trabajo.

5.5 Recomendaciones para la adopción de tecnología

Los resultados del primer cuestionario y de los grupos de discusión muestran claramente que la adopción de tecnologías digitales en el sector de la construcción sigue siendo desigual, obstaculizada por barreras culturales, económicas y educativas. Sin embargo, también existe una fuerte demanda de cambio y un interés creciente por las soluciones tecnológicas que pueden mejorar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad dentro del sector. En este contexto, el desarrollo de recomendaciones concretas para la adopción de tecnología es un paso crucial para orientar las actividades de los próximos paquetes de trabajo.

La primera recomendación se refiere a la necesidad de simplificar el acceso a las tecnologías digitales, en particular para las PYMES. Los y las profesionales encuestados a menudo destacaron la complejidad técnica y los altos costes como obstáculos principales. La difusión de herramientas más fáciles de usar, ligeras y de bajo coste, potencialmente en formato de código abierto o a través de plataformas compartidas, podría ayudar a aumentar la adopción de tecnologías básicas (por ejemplo, topografía, gestión de documentos) incluso en entornos menos estructurados.

Una segunda recomendación es combinar cada herramienta digital con una ruta de formación específica que apoye no solo el aprendizaje técnico, sino también la comprensión de las implicaciones operativas y organizativas. Los resultados del WP2 muestran que muchas tecnologías se conocen a nivel teórico, pero siguen estando infrautilizadas debido a la falta de ejemplos concretos o contextos de aplicación. En este sentido, es esencial la integración de estudios de casos, demostraciones, simulaciones y cursos breves de «aprendizaje práctico».

Un tercer elemento clave es la participación directa de los formadores en el diseño y la difusión de las tecnologías. Los y las formadores/as no deben ser solo usuarios finales de los contenidos, sino actuar como verdaderos mediadores de la transición digital, capaces de transmitir valor y significado al alumnado, las empresas y los entornos profesionales. Para ello, necesitan herramientas sencillas y adaptables que se ajusten a la realidad práctica de la formación profesional.

Por último, es esencial crear un ecosistema de apoyo para la adopción, que incluya incentivos públicos, redes de apoyo técnico, políticas de contratación orientadas a la innovación y una colaboración estable entre instituciones, proveedores de formación y empresas. En esta perspectiva, el papel de los socios de ET4Digital será apoyar la adopción de la tecnología no solo con soluciones técnicas, sino también a través de modelos organizativos y educativos replicables, inclusivos y orientados al impacto.

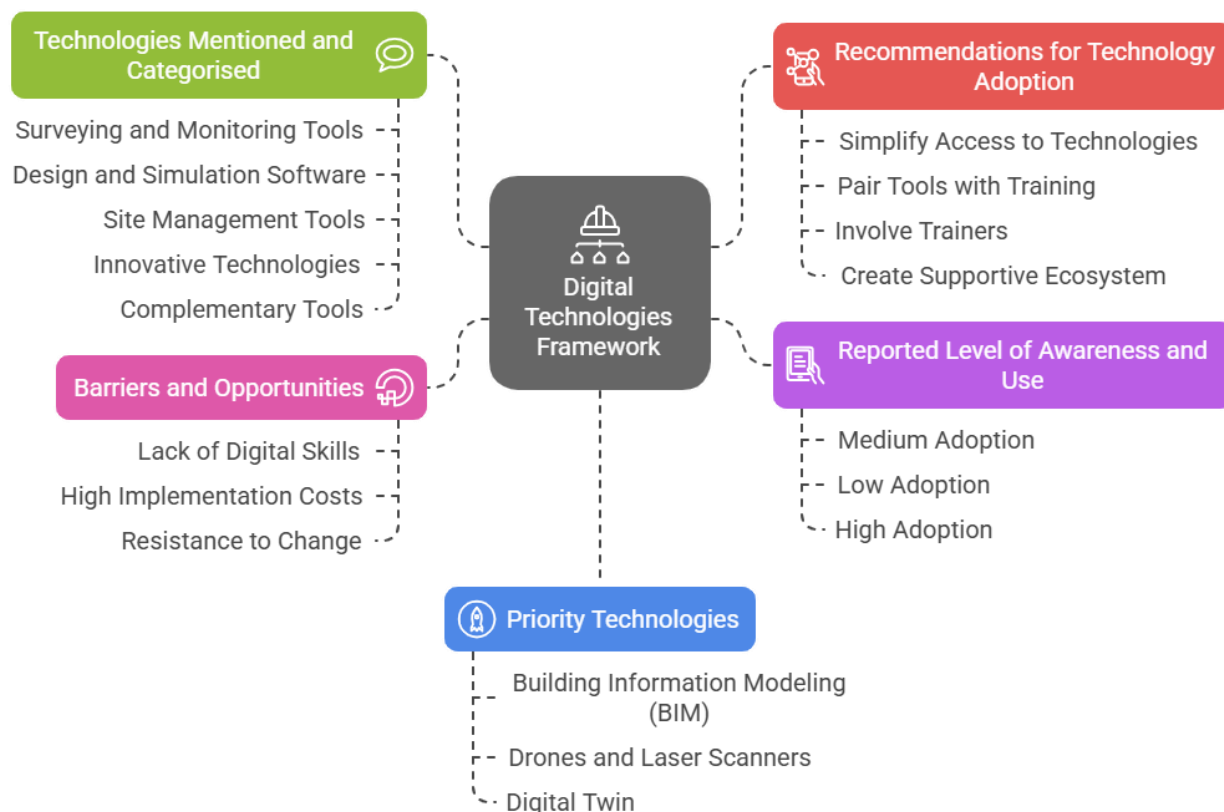


Figura1 Marco y adopción de tecnologías digitales en la construcción

6. Cartografía de las competencias digitales de los/las formadores/as

Este capítulo está dedicado a mapear las competencias digitales que actualmente poseen, perciben o requieren los/las formadores/as que trabajan en la educación y formación profesional (EFP) dentro del sector de la construcción. La información que aquí se presenta se basa principalmente en el segundo cuestionario y en la segunda ronda de grupos focales realizados en los siete países socios. El objetivo es identificar los puntos fuertes, las carencias y las áreas prioritarias sobre las que construir, en los siguientes paquetes de trabajo, un programa de formación específico alineado con las necesidades reales del sector

A diferencia del marco tecnológico, que describe la oferta de herramientas disponibles en el mercado, el mapeo de competencias se centra en la demanda de conocimientos y habilidades digitales desde la perspectiva de los/las formadores/as. Explora no solo los niveles de uso de las herramientas, sino también la familiaridad con las tecnologías emergentes, las dificultades encontradas y la capacidad de transferir las innovaciones a las vías educativas. Este trabajo

representa un paso clave en el desarrollo del mapa de habilidades digitales para el proyecto ET4Digital.

6.1 Las áreas de competencia relevantes

Las respuestas recopiladas a través del segundo cuestionario permiten esbozar varias áreas de competencia digital que los/las formadores/as de EFP consideran actualmente esenciales para operar con eficacia en el contexto de la construcción y la educación técnica. Estas competencias no se limitan al conocimiento técnico de las herramientas, sino que también incluyen la capacidad de integrarlas en actividades docentes coherentes, útiles y transferibles.

Una primera área relevante está relacionada con el modelado de información de construcción (BIM). Aunque muchos/as formadores/as afirman no utilizarlo habitualmente, la mayoría reconoce el papel central de esta tecnología en los procesos contemporáneos de diseño y construcción. El interés por el BIM está muy extendido, pero la competencia real parece limitada, lo que pone de manifiesto una clara necesidad de desarrollo profesional.

Una segunda área se refiere a los gemelos digitales, que generan curiosidad e interés, pero que aún se comprenden mal en términos de funcionalidad y aplicación educativa. Los gemelos digitales se perciben a menudo como una tecnología avanzada y abstracta, con un gran potencial para la simulación, la supervisión y la gestión predictiva, pero aún alejada de las prácticas de formación cotidianas.

El Internet de las cosas (IoT) también se perfila como un área de competencia importante y en crecimiento. Muchos/as formadores/as son conscientes del valor de los sensores y la recopilación de datos en las obras de construcción, especialmente en relación con la seguridad y la supervisión del rendimiento. Sin embargo, las competencias necesarias para traducir estos conceptos en programas de formación siguen siendo débiles y fragmentadas.

Las tecnologías inmersivas, como la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), representan una cuarta área de gran potencial. Los/las formadores/as reconocen la relevancia de estas herramientas para la simulación, la orientación, la visualización en 3D y la gestión de la seguridad, pero a menudo carecen de las habilidades necesarias para desarrollar experiencias de aprendizaje estructuradas.

Por último, los y las participantes en la encuesta destacaron la creciente importancia de las plataformas digitales para el aprendizaje en línea y las herramientas colaborativas. La competencia en este ámbito está más extendida, gracias a la experiencia adquirida durante y después de la pandemia, pero sigue siendo necesario contar con soluciones más interactivas, integradas y adecuadas para la EFP.

En general, el cuestionario muestra que los/las formadores/as son conscientes de las áreas tecnológicas en las que necesitan reforzar sus competencias y, en general, muestran una actitud abierta y motivada hacia la mejora de sus habilidades. Identificar estas áreas representa un primer paso fundamental para crear un mapa de competencias digitales en el que basar el contenido formativo del WP4.

6.2 Las lagunas destacadas en la encuesta

El análisis de las respuestas al segundo cuestionario revela una serie de lagunas significativas en la preparación digital de los/las formadores que trabajan en la formación profesional para el sector de la construcción. Estas lagunas de competencias no se limitan al dominio técnico de herramientas específicas, sino que también implican la capacidad de integrar de forma consciente y sistemática las tecnologías en los itinerarios formativos.

Una de las principales carencias se refiere al modelado de información de construcción (BIM). Aunque la mayoría de los y las participantes reconocen la importancia del BIM en la práctica profesional, una parte considerable afirma no saber cómo utilizarlo o tener solo conocimientos teóricos. Muchos/as formadores/as expresan su deseo de aprender a utilizar el BIM, pero se quejan de la falta de formación accesible, de herramientas adecuadas y de contextos de enseñanza aplicables. Por lo tanto, el BIM se percibe como una competencia necesaria, pero que sigue estando poco desarrollada en la práctica docente cotidiana.

Otra laguna notable se refiere a los gemelos digitales, que a menudo son poco conocidos o se malinterpretan en cuanto a su funcionamiento. La falta de experiencia práctica, combinada con la ausencia de casos de aplicación concretos, dificulta que los/las formadores/as comprendan cómo traducir esta tecnología en actividades educativas claras y significativas.

Las respuestas relacionadas con el IoT y los sensores inteligentes muestran un nivel intermedio de familiaridad: los/las formadores/as comprenden el potencial de estas tecnologías, en particular para la supervisión de la seguridad y el rendimiento, pero a menudo carecen de las habilidades necesarias para utilizar los datos de forma pedagógicamente eficaz. También señalan obstáculos relacionados con el acceso limitado a dispositivos, software, entornos simulados y recursos financieros.

Las tecnologías inmersivas (RV y RA) representan un área de gran potencial que actualmente está infrautilizada. Los/las formadores/as expresan su interés y disposición a experimentar, pero destacan barreras clave como la complejidad técnica, los costes de los equipos, la falta de contenidos ya preparados y la dificultad para evaluar la eficacia de las actividades inmersivas en relación con los objetivos de aprendizaje.

Un último ámbito crítico es el de la integración pedagógica de las tecnologías. Incluso cuando los/las formadores/as afirman conocer y utilizar herramientas digitales (plataformas en línea, LMS, herramientas colaborativas), a menudo tienen dificultades para diseñar experiencias formativas que

sean verdaderamente interactivas, modulares y basadas en competencias. Existe una falta de apoyo metodológico para diseñar actividades de aprendizaje digital coherentes, eficaces y personalizables.

En general, el cuestionario confirma que existe una clara demanda entre los formadores de EFP de desarrollo profesional digital, que va más allá de la simple introducción de nuevas herramientas y requiere el refuerzo de las competencias transversales necesarias para diseñar, gestionar y evaluar itinerarios de formación digital en el sector de la construcción. Colmar estas lagunas será uno de los principales objetivos del programa de formación desarrollado en el WP4.

6.3 Casos clave y comentarios abiertos

Las respuestas abiertas del segundo cuestionario, junto con las ideas recopiladas durante los grupos de discusión nacionales, ayudaron a identificar una serie de temas recurrentes y casos emblemáticos que ilustran cómo los/las formadores/as están viviendo la transición digital. Estos elementos cualitativos enriquecen los datos cuantitativos y ayudan a comprender los retos operativos y las expectativas relacionadas con la integración de las tecnologías en la educación y la formación profesionales.

Un primer tema destacado se refiere a la fragmentación y la accesibilidad de las oportunidades de formación. Muchos/as formadores/as señalan la dificultad de encontrar itinerarios de aprendizaje estructurados y actualizados para adquirir competencias digitales específicas del sector de la construcción. Hay una escasez de cursos específicos, especialmente en el ámbito del BIM, así como una falta de materiales didácticos diseñados para el contexto de la EFP. Algunos/as participantes señalaron que habían adquirido competencias digitales principalmente a través del autoaprendizaje o de proyectos europeos, pero que les costaba traducir estas experiencias en actividades de formación estables u oficialmente reconocidas.

Una segunda área crítica se refiere a la brecha entre la teoría y la práctica. Aunque conocen tecnologías como BIM, Digital Twin o IoT, muchos/as formadores/as afirman que carecen de las condiciones técnicas o metodológicas para aplicarlas en el contexto de la enseñanza diaria. Esta dificultad suele dar lugar a un uso limitado o marginal de estas herramientas, que se limita a iniciativas piloto o actividades extracurriculares.

Otra cuestión que se menciona con frecuencia es la existencia de barreras infraestructurales y organizativas. Algunos/as formadores/as señalan el equipamiento obsoleto de los centros de formación, la falta de tiempo para el desarrollo profesional, el apoyo técnico insuficiente y la disponibilidad limitada de software educativo intuitivo y adecuado para la EFP. En varios casos, también se pide que se sensibilice a los/las responsables de los centros educativos y a las instituciones sobre la importancia de invertir en la digitalización.

No obstante, los y las participantes también presentan sugerencias y propuestas concretas. Esperan que se desarrollen entornos de aprendizaje virtuales, laboratorios digitales de bajo coste, herramientas interactivas fácilmente personalizables y recursos de código abierto para simular situaciones en obras de construcción, mantenimiento, seguridad o gestión energética. Las tecnologías que permiten experiencias inmersivas y prácticas, que fomentan la participación activa del alumnado, se consideran especialmente valiosas.

En general, las observaciones recopiladas revelan una comunidad de formadores/as atenta, motivada y consciente, pero que necesita herramientas prácticas, apoyo metodológico y condiciones propicias para desempeñar plenamente su papel como impulsores de la innovación. Estos elementos serán fundamentales para el diseño del mapa de competencias y el contenido de la formación en los próximos paquetes de trabajo.

6.4 Mapa visual de competencias y recomendaciones educativas

A partir de los datos recopilados en el segundo cuestionario y en los grupos de discusión nacionales con formadores/as, se ha podido elaborar un mapa cualitativo inicial de las competencias digitales necesarias en la formación profesional para el sector de la construcción. Aunque este mapa aún no se ha formalizado como una herramienta visual definitiva, permite identificar los grupos de competencias clave que posteriormente se pueden traducir, en los próximos paquetes de trabajo, en módulos de enseñanza, contenidos formativos y itinerarios de mejora de las competencias.

Las competencias identificadas pueden agruparse en cuatro áreas principales:

1. **Competencias operativas en herramientas digitales:** incluyen el uso de software como BIM, entornos de modelado 3D, simuladores, plataformas colaborativas, sensores y herramientas de realidad aumentada y virtual. En esta área, los conocimientos suelen ser fragmentados y mayoritariamente teóricos, con una fuerte demanda de apoyo práctico para integrar estas herramientas en las prácticas docentes.
2. **Diseño instruccional y competencias metodológicas:** se refieren a la capacidad de integrar las tecnologías en los programas de formación de manera que se ajusten a los objetivos educativos. Los/las formadores/as señalan la necesidad de desarrollar estrategias para diseñar cursos híbridos, gestionar laboratorios virtuales, utilizar herramientas de evaluación digital y adaptar la enseñanza a las características de los entornos digitales.
3. **Competencias de adaptabilidad y mejora de las habilidades:** incluyen la capacidad de seguir los avances tecnológicos y actualizar los contenidos de forma independiente. Este ámbito está estrechamente relacionado con la conciencia crítica del papel de las tecnologías en la transformación del trabajo y la educación, y con la voluntad de participar activamente en los procesos de innovación.
4. **Competencias relacionales y de facilitación:** están relacionadas con el papel del/la formador/a como facilitador del aprendizaje digital, capaz de involucrar, motivar y guiar al alumnado en la

exploración de las tecnologías. Esta dimensión se considera crucial para superar la resistencia y promover un uso responsable e informado de las herramientas digitales.

Las recomendaciones educativas derivadas de este análisis pueden resumirse en varios principios rectores: crear itinerarios de aprendizaje modulares diferenciados por nivel y función; promover el aprendizaje experiencial a través de simulaciones, proyectos y entornos inmersivos; integrar herramientas de autoevaluación y seguimiento del progreso; fomentar la accesibilidad y la escalabilidad de los contenidos; apoyar a la comunidad de formadores con herramientas prácticas, tutoriales, ejemplos replicables y entornos colaborativos.

Aunque cualitativo, este mapa inicial de competencias sirve como referencia estratégica para el diseño de la formación en el WP4 y como punto de partida para la posible formalización de un marco europeo de competencias digitales para formadores de EFP en el sector de la construcción.

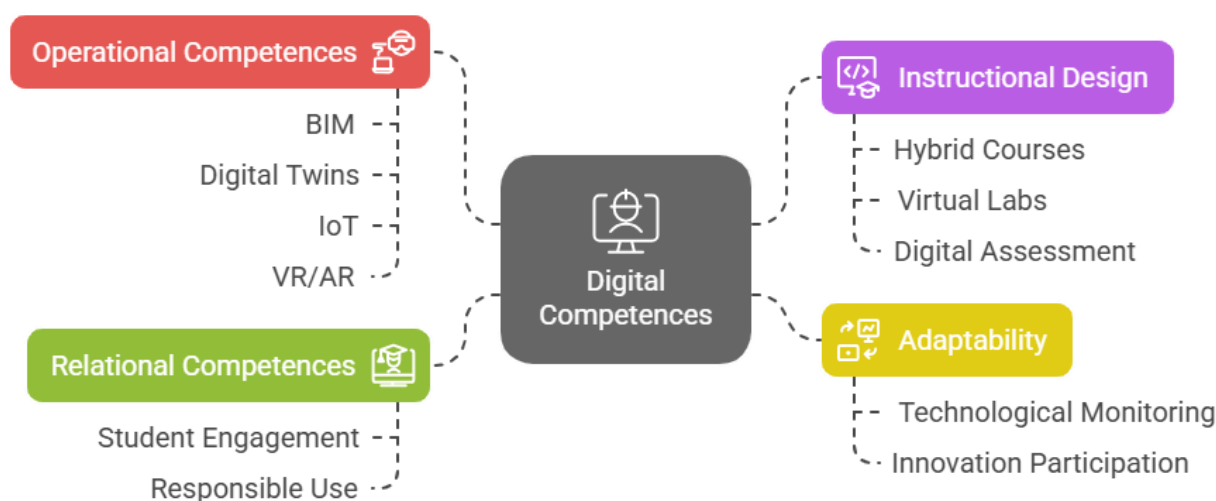


Figura2 . Competencias digitales para formadores/as de EFP en la construcción

7. Conclusiones y recomendaciones estratégicas

El paquete de trabajo 2 (WP2) del proyecto ET4Digital ha constituido una fase exploratoria crucial destinada a comprender el estado actual de la transformación digital en el sector de la construcción europeo, con especial atención al papel y la preparación del ecosistema de formación profesional. Mediante la integración de metodologías cuantitativas y cualitativas —dos encuestas en línea, 14 grupos de discusión nacionales y una revisión bibliográfica estructurada—, este paquete de trabajo ha permitido recopilar un sólido conjunto de pruebas, que ponen de relieve tanto las tendencias comunes como las especificidades locales de los países participantes.

Los resultados revelan un doble escenario: por un lado, el sector de la construcción muestra una creciente concienciación e interés por las herramientas digitales, especialmente en las áreas de topografía, diseño y seguridad. Tecnologías como el modelado de información de construcción (BIM), los gemelos digitales, el Internet de las cosas (IoT), la impresión 3D y la realidad aumentada/virtual son ampliamente reconocidas por su potencial. Sin embargo, su aplicación real sigue siendo fragmentada y limitada, especialmente en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) y entre los proveedores de formación, que a menudo carecen de la infraestructura y las competencias necesarias.

Por otro lado, la imagen que se desprende del lado de los/las formadores/as es de oportunidad y dinamismo, pero también de retos importantes. Si bien algunos/as formadores/as demuestran un alto nivel de madurez digital e integran activamente las nuevas tecnologías en su enseñanza, muchos otros señalan una falta de confianza, de apoyo técnico y de oportunidades de formación estructurada. Las encuestas y los grupos de discusión revelaron una clara demanda de herramientas digitales prácticas y fáciles de usar, junto con un fuerte deseo de vías de desarrollo profesional continuo que estén en consonancia con las aplicaciones del mundo real y la eficacia pedagógica.

Se señalaron de forma sistemática varias barreras estructurales, entre ellas el elevado coste de las herramientas digitales, el acceso limitado a equipos actualizados, la falta de tiempo y de apoyo institucional para la mejora de las competencias y una resistencia general al cambio, especialmente entre las partes interesadas más tradicionales. A estos obstáculos se suma la rápida evolución de las tecnologías digitales, que a menudo supera la capacidad de las instituciones de formación para adaptar los planes de estudios, adquirir hardware o actualizar las metodologías de enseñanza.

A pesar de estas limitaciones, el WP2 ha sentado las bases para una hoja de ruta sólida y viable. Ha dado dos resultados clave:

1. Un marco estructurado de tecnologías digitales relevantes aplicables al sector AECO (arquitectura, ingeniería, construcción y operación), clasificadas según su impacto actual y potencial, sus áreas de aplicación y su grado de adopción.
2. Un mapeo preliminar de las competencias digitales que necesitan los/las formadores/as para apoyar eficazmente la transición del sector, destacando tanto las dimensiones técnicas como pedagógicas de la preparación digital.

Estos dos marcos servirán de base y guía para el desarrollo de las siguientes fases del proyecto:

1. En el WP3, contribuirán al diseño de un modelo de formación europeo, incorporando la diversidad de perfiles de formadores y niveles de madurez digital.
2. En el WP4, servirán de base para la creación conjunta de recursos y planes de estudios de formación modulares, adaptables y sensibles al contexto, que se pondrán a prueba y se validarán a nivel nacional y europeo.

7.1 Recomendaciones estratégicas

Basándose en las conclusiones del WP2, se proponen las siguientes orientaciones estratégicas para apoyar la mejora de las competencias de los/las formadores/as y fomentar la innovación digital en el sector de la construcción:

- Invertir en el desarrollo profesional de los/las formadores/as, ofreciendo itinerarios de aprendizaje personalizados y multinivel que se centren no solo en la alfabetización tecnológica, sino también en la pedagogía digital y las aplicaciones prácticas. Se debe fomentar el aprendizaje entre pares, la tutoría y las comunidades de práctica como formatos eficaces.
- Promover la accesibilidad de las herramientas y los contenidos digitales, integrando soluciones de código abierto, software asequible y plataformas de simulación que puedan implementarse fácilmente incluso en entornos con recursos limitados. Esto incluye proporcionar a los/las formadores/as repositorios de ejemplos, plantillas y estudios de casos listos para usar.
- Fomentar un ecosistema de innovación colaborativa en el que los proveedores de EFP, las empresas, los desarrolladores de tecnología, los responsables políticos y las partes interesadas locales trabajen juntos. Esto incluye el establecimiento de asociaciones estables, la promoción del diseño y la validación conjuntos de los contenidos de formación y la facilitación de los intercambios entre el mundo académico y el mercado laboral.
- Fomentar el apoyo institucional y político a la transformación digital, incluyendo planes de financiación para la infraestructura digital en los centros de formación, incentivos para proyectos de innovación y la integración de las competencias digitales en los marcos nacionales de cualificaciones.
- Supervisar y evaluar la eficacia de las iniciativas de formación digital para garantizar una mejora continua. Las métricas deben evaluar no solo la adquisición de conocimientos, sino también la aplicabilidad en la vida real, la participación del alumnado y el impacto en las prácticas organizativas de las empresas de construcción.

El proyecto ET4Digital se concibió como respuesta a las crecientes necesidades de digitalización del sector de la construcción y al papel estratégico de los/las formadores/as para hacer posible esta transformación. El WP2 ha proporcionado una base sólida de conocimientos y una orientación basada en pruebas para la acción. Ha demostrado que, aunque siguen existiendo retos, los/las formadores/as y las partes interesadas europeas están dispuestos a innovar, aprender y colaborar.

De cara al futuro, el éxito del proyecto dependerá de nuestra capacidad para traducir este potencial en soluciones escalables, crear entornos de formación inclusivos y preparados para el futuro, y empoderar a los/las formadores como agentes de cambio dentro de un sector de la construcción en evolución y cada vez más digitalizado.

ANEXO

A. ESTRUCTURA DE LAS ENCUESTAS.

ENCUESTA N.º 1

Mapeo de las tecnologías digitales en el sector AECO (Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operación)

Sección 1. Información general

1. **¿Cuál es su función principal en el sector de la construcción?**

- ☐ Propietario/a o gerente de una PYME
- ☐ Ingeniero/a o arquitecto/a
- ☐ Formador/a o profesor/a de FP
- ☐ Técnico/a u Operario/a in situ
- ☐ Experto/a en tecnología digital
- ☐ Otro (especifique): _____

2. **¿En qué país opera principalmente?**

- ☐ Italia
- ☐ España
- ☐ Alemania
- ☐ Grecia
- ☐ Estonia
- ☐ Macedonia del Norte
- ☐ Austria

3. **¿Cuál es el tamaño de su organización?**

- ☐ Micro (1-9 empleados)
- ☐ Pequeña (10-49 empleados)
- ☐ Mediana (50-249 empleados)
- ☐ Grande (más de 250 empleados)

Sección 2. Uso de tecnologías digitales

4. ¿Cuáles de las siguientes tecnologías digitales utiliza o conoce en el sector de la construcción? *(Seleccione todas las que correspondan)*

A. Herramientas de topografía y monitorización

- ☐ Estación total (teodolito)
- ☐ GPS (georreferenciación)
- ☐ Escaneo láser (Scan2BIM: nube de puntos y modelo 3D)
- ☐ Drones para topografía y monitorización

B. Software de diseño y simulación

- ☐ Software de diseño arquitectónico 2D/3D (por ejemplo, AutoCAD, ArchiCAD)
- ☐ Software de diseño estructural (por ejemplo, SAP2000)
- ☐ Software de modelización energética dinámica (por ejemplo, IES VE)
- ☐ Software de modelización energética semiestática (por ejemplo, Thermolog, MC4)
- ☐ Diseño de seguridad contra incendios con análisis de dinámica de fluidos (por ejemplo, MC4)
- ☐ Software de diseño de sistemas eléctricos (por ejemplo, Impiantus – software ACCA)

C. Herramientas de gestión y documentación de obras

- ☐ Software de gestión de documentos de construcción (por ejemplo, ZUTEC)
- ☐ Planes de seguridad para obras de construcción (herramientas PSC)
- ☐ Documentos de evaluación de riesgos (herramientas DVR, DUVRI, POS)

D. Tecnologías innovadoras

- ☐ Gemelo digital (modelos digitales para simulaciones y supervisión)
- ☐ Impresión 3D para materiales y componentes
- ☐ Sensores IoT (monitorización en tiempo real de edificios y obras de construcción)
- ☐ Herramientas de sostenibilidad (por ejemplo, certificación LEED, OneClick LCA)
- ☐ Inteligencia artificial (por ejemplo, BrainBox o herramientas similares)

E. Otras tecnologías

- ☐ Robótica y automatización para obras de construcción
- ☐ Otras (especifique): _____

5. ¿Cuál es el objetivo principal del uso de estas tecnologías? *(Seleccione todas las opciones que correspondan)*

- ☐ Inspección y supervisión de obras de construcción
- ☐ Diseño arquitectónico/estructural
- ☐ Simulación energética y sostenibilidad
- ☐ Gestión y control de documentos de construcción

- ☐ Seguridad (en la obra y dentro de la empresa)
- ☐ Formación y desarrollo de habilidades
- ☐ Otros (especifique): _____

6. ¿Cuál es el nivel de adopción de las tecnologías digitales en su organización?

- ☐ Bajo (uso mínimo de herramientas digitales)
- ☐ Medio (uso parcial de algunas tecnologías)
- ☐ Alto (integración avanzada y sistemática)

Sección 3. Beneficios y barreras

7. ¿Qué beneficios ha observado al adoptar herramientas digitales? (Seleccione todas las opciones que correspondan)

- ☐ Aumento de la productividad
- ☐ Reducción de los costes operativos
- ☐ Mejora de la calidad del trabajo
- ☐ Mayor seguridad
- ☐ Ahorro energético y sostenibilidad medioambiental
- ☐ Colaboración más eficaz entre equipos
- ☐ Reducción de los plazos de los proyectos
- ☐ Otros (especifique): _____

8. ¿Cuáles son los principales obstáculos que limitan la adopción de tecnologías digitales en su organización?

- ☐ Altos costes de implementación
- ☐ Falta de competencias digitales entre el personal
- ☐ Resistencia al cambio (cultural/organizativa)
- ☐ Infraestructura digital insuficiente
- ☐ Falta de programas de formación adecuados
- ☐ Dificultad para integrar las nuevas tecnologías en los procesos existentes
- ☐ Otros (especifique): _____

Sección 4. Necesidades futuras y sugerencias

9. ¿Qué tecnologías considera prioritarias para el futuro del sector de la construcción? (Seleccione hasta 3 opciones)

- ☐ BIM
- ☐ Gemelo digital
- ☐ Realidad aumentada/virtual
- ☐ Drones y escaneo láser
- ☐ Sensores IoT

- ☐ Impresión 3D
- ☐ Software de sostenibilidad
- ☐ Robótica y automatización

10. ¿Qué facilitaría la adopción de estas tecnologías en su organización?

- ☐ Programas de formación específicos para el personal
- ☐ Incentivos financieros o financiación
- ☐ Acceso a herramientas digitales más asequibles
- ☐ Asesoramiento técnico y operativo
- ☐ Otros (especifique): _____

11. ¿Tiene alguna sugerencia o comentario sobre el uso de las tecnologías digitales en el sector de la construcción?

ENCUESTA n.º 2

Competencias digitales y necesidades de formación de los formadores en el sector de la construcción.

Sección 1. Información general

1. ¿Cuál es su función principal en la formación en construcción?

- ☐ Formador/a de FP (Formación Profesional)
- ☐ Profesor/a universitario
- ☐ Profesor/a de escuela técnica
- ☐ Consultor/a o formador/a corporativo
- ☐ Otro (especifique): _____

2. ¿En qué país trabaja principalmente?

- ☐ Italia
- ☐ España
- ☐ Alemania
- ☐ Grecia
- ☐ Estonia
- ☐ Macedonia del Norte
- ☐ Austria

3. **¿Cuántos años lleva trabajando en la formación en construcción?**

- ☐ Menos de 1 año
- ☐ Entre 1 y 5 años
- ☐ 6-10 años
- ☐ Más de 10 años

Sección 2. BIM y gemelos digitales en la formación

4. **¿Tiene experiencia en el uso de BIM (modelado de información de construcción) en sus actividades docentes?**

- ☐ Sí, lo utilizo habitualmente
- ☐ Sí, pero solo ocasionalmente
- ☐ No, pero me gustaría aprender a utilizarlo
- ☐ No, no es relevante para mi función

5. **¿Ha oído hablar de los gemelos digitales para la formación en el sector de la construcción?**

- ☐ Sí, y ya los utilizo en mis cursos
- ☐ Sí, pero no entiendo del todo cómo aplicarlos
- ☐ No, pero me gustaría aprender más
- ☐ No, no me interesa

¿Cuáles son los principales retos a la hora de utilizar BIM/Digital Twin en la formación?

(Seleccione todas las opciones que correspondan)

- ☐ Falta de formación específica
- ☐ Altos costes de software
- ☐ Dificultad para integrarlo en los cursos existentes
- ☐ Resistencia al cambio por parte de los estudiantes/profesores
- ☐ Otros (especifique): _____

Sección 3. IoT y sensores para la supervisión de obras en la formación.

7. **¿Está familiarizado con el uso de sensores y el IoT (Internet de las cosas) para supervisar la seguridad y el rendimiento en las obras de construcción?**

- ☐ Sí, y los utilizo en la formación
- ☐ Sí, pero nunca he tenido la oportunidad de utilizarlos
- ☐ No, pero me interesa explorar su potencial
- ☐ No, no es un área que me interese

8. **¿Qué datos recopilados por sensores podrían ser útiles para la formación?** *(Seleccione todos los que correspondan)*

- ☐ Supervisión de la seguridad de los trabajadores
- ☐ Calidad del aire y análisis de materiales
- ☐ Control de la estabilidad estructural

- ☐ Optimización del consumo energético
- ☐ Otros (especifique): _____
- 9. **¿Cuáles son las principales dificultades para integrar el IoT en la formación?**
(Selecione todas las que correspondan)
 - ☐ Coste del equipo y la instalación
 - ☐ Complejidad de uso e interpretación de datos
 - ☐ Falta de software educativo compatible
 - ☐ Falta de formación sobre estas herramientas
 - ☐ Otros (especifique): _____

Sección 4. Realidad virtual y aumentada (RV/RA) en la formación.

- 10. **¿Ha utilizado alguna vez la realidad virtual (RV) o la realidad aumentada (RA) en sus cursos?**
 - ☐ Sí, con regularidad
 - ☐ Sí, pero solo de forma experimental
 - ☐ No, pero me interesa probarla
 - ☐ No, no lo considero útil para mi función
- 11. **¿Qué aplicaciones de RV/RA podrían ser útiles para la formación?** (Selecione todas las que correspondan)
 - ☐ Simulación de procedimientos de seguridad
 - ☐ Visitas virtuales a obras y edificios
 - ☐ Formación práctica sobre maquinaria
 - ☐ Otras (especifique): _____
- 12. **¿Cuáles son los principales obstáculos para la adopción de la RV/RA en la formación?**
(Selecione todas las opciones que correspondan)
 - ☐ Coste de los dispositivos y el software
 - ☐ Complejidad técnica y necesidad de habilidades específicas
 - ☐ Dificultad para integrarla en los cursos tradicionales
 - ☐ Falta de estudios de casos y ejemplos concretos
 - ☐ Otros (especifique): _____

Sección 5. Plataformas digitales e IA para la formación.

- 13. **¿Qué herramientas digitales utiliza para la formación en línea?** (Selecione todas las que correspondan)
 - ☐ Plataformas LMS (Moodle, Blackboard, etc.)
 - ☐ Software de aulas virtuales (Zoom, Teams, etc.)
 - ☐ IA para el aprendizaje personalizado
 - ☐ Ninguna, pero me gustaría empezar a utilizarlas
 - ☐ Otras (especifique): _____

14. **¿Qué mejoras le gustaría ver en las plataformas de formación digital?** *(Seleccione todas las que correspondan)*

- ☐ Más interactividad y gamificación
- ☐ Funciones basadas en IA para el aprendizaje personalizado
- ☐ Mejor integración con herramientas de simulación y realidad virtual
- ☐ Otros (especifique): _____

Sección 6. Comentarios y sugerencias.

15. ¿Tiene alguna sugerencia o comentario sobre cómo mejorar el uso de las tecnologías digitales en la formación en construcción? Además, ¿tiene alguna propuesta general o idea innovadora sobre avances tecnológicos que podrían beneficiar al sector de la construcción?

B. BIOGRAFÍA.

1. Claßen, H., Bartels, N., Riedlinger, U. y Oppermann, L. (2024). *Transformación del sector AECO a través del metaverso: potencialidades y retos*. Discover Applied Sciences, 6, artículo 461.
2. Dou, Y., Li, T., Li, L., Zhang, Y. y Li, Z. (2023). *Seguimiento de la investigación sobre diez tecnologías digitales emergentes en la industria AECO*. Journal of Construction Engineering and Management, 149(3), 03123003.
3. Lahn, L. C. y Berntsen, S. K. (2023). *Marco de competencias digitales de los profesores de formación profesional: revisión bibliográfica integradora y síntesis*. Nordic Journal of Comparative and International Education (NJCIE), 7(2).
4. Würges, S. y Aprea, C. (2024). *Implementación de herramientas digitales en la EFP: apoyo experimentado y aceptación de la tecnología*. Revista Nórdica de Educación y Formación Profesional, 14(2), 78-104.
5. Zhong, Z. y Juwaheer, S. (2024). *Desarrollo de la competencia digital en la EFPT con un enfoque institucional integral basado en las competencias*. Revista VTE, 1(13).
6. Redecker, C. (2017). *Marco europeo para la competencia digital de los educadores: DigCompEdu* (S. Bocconi, J. Earp y S. Panesi, trad. y eds., versión italiana). Comisión Europea, Centro Común de Investigación.
7. Attwell, G., Deitmer, L., Perini, M., Roppertz, S. y Tutlys, V. (2020). *Digitalización, inteligencia artificial y ocupaciones y habilidades profesionales: ¿Cuáles son las necesidades de formación de los profesores y formadores?* Proyecto Tackle AI (Preimpresión).
8. Attwell, G., Karadog, A. M. G., Stieglitz, D., Bekiaridis, G., DePryck, K., Wambacq, I. J. A., ... y Correia, F. (2023). *Transformar la educación y la formación profesionales: Aprovechar el poder de la evaluación digital – Informe y recomendaciones políticas del proyecto e-assessment in VET*. Pontydysgu Ltd.
9. Osservatorio Europeo sul Settore delle Costruzioni. (2021). *La digitalización en el sector de la construcción: Informe analítico*. Bruselas: Comisión Europea.
10. Maltese, T., Santarcangelo, M., Santarcangelo, V., Sinitò, D. C., Poniszewska-Marańda, A., Šuligoj, J., Jesus, A., & Sanchis, E. (2023). *Digital.VET: Un enfoque innovador para la enseñanza y la formación*. En E. di Bella, L. Fabbris y C. Lagazio (Eds.), *ASA 2022 - Toma de decisiones basada en datos: Libro de artículos breves* (pp. 215-220). Firenze University Press y Genova University Press.
11. Zhong, Z. y Juwaheer, S. (2024). *Desarrollo de la competencia digital en la EFPT con un enfoque institucional integral basado en las competencias*. VTE Journal, 1(13).



Cofinanciado por
la Unión Europea

ET4Digital

Capacitación de formadores para la innovación digital en el ecosistema de la construcción

PROYECTO n.º 2024-1-IT01-KA220-VET-000249119

ET4D



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser considerados responsables de ellos.