



---

**Education for zero energy  
Buildings using Building  
Information Modelling**

---

Grant Agreement: 600946-EPP-1-2018-1-IE-EPPKA2-KA

## **02.5 Informe sobre el análisis de carencias y resultados de aprendizaje**



Emitido por	University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering
Fecha:	2020/04/07
Versión:	V01.2
Número de informe	O-2.5
Número de tarea:	Task 2.4
Estado:	Final
Nivel de difusión:	Public

Historial del documento				
V	Fecha	Organización	Autor	Descripción
1.0	2019/11/26	UZ-FCE	IBD	Versión inicial
1.1	2.3.2020	UZ-FCE	IBD	Versión 2
1.2	7.4.2020.	UZ-FCE	IBD	FINAL
1.3				
1.4				
1.5				
1.6				
1.7				

---

**Aprobada en nombre de UZ-FCE como líder de los paquetes de trabajo BIMzeED**

Nombre: Prof. Ivana Burcar Dunović  
Organización: Universidad de Zagreb, Facultad de Ingeniería Civil UZ-FCE  
Fecha: 2020/04/07  
Firma:

---

---

**Aprobada en nombre de LIT como Coordinadora de Proyecto BIMzeED**

Nombre: Elisabeth O'Brien  
Organización: Instituto Tecnológico de Limerick LIT  
Fecha: 2020/04/01  
Firma:

---

### **Advertencia**

La información de este documento se proporciona “tal cual” y no se ofrece ninguna garantía de que esta sea adecuada para cualquier propósito en particular. El usuario utiliza la información bajo su exclusivo riesgo y responsabilidad.

El documento refleja solo los puntos de vista de los autores y la comunidad no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en el mismo.



**Autores:**

Prof. Asoc. Ivana Burcar Dunovic., Prof. Asist. Bojan Milovanovic, Prof. Ivana Banjad Pecur, Ivana Carevic, Sanjin Gumbarevic, Marina Bagaric, (Universidad de Zagreb, Facultad de Ingeniería Civil UZ-FCE)

**Inglés supervisado:**

Elisabeth O'Brien (Instituto Tecnológico de Limerick LIT)

## Contenido

1	Resumen Ejecutivo.....	6
2	Introducción.....	6
3	Necesidades, carencias y desajustes.....	10
3.1	NZEB.....	10
3.2	BIM.....	19
4	Indicadores de la revision literaria sobre los resultados de aprendizaje deseados para las unidades formativas .	27
5	Conclusiones y recomendaciones de proyectos anteriores de la UE para describir los resultados de aprendizaje deseados para las unidades formativas.....	28
6	Conclusiones .....	32
7	REFERENCIAS.....	33

## 1 Resumen Ejecutivo

Este informe sintetiza los resultados desde el informe O2.1 hasta el O2.4 e identifica y detalla claramente las necesidades, carencias y desajustes; nivel de competencia; nivel de calificación; forma en la que se pretende aplicar las habilidades y con ello la naturaleza típica del rol.

El informe describe los resultados e indicadores de la revisión literaria, e incluye, además, las conclusiones y recomendaciones de proyectos anteriores de la UE, describiendo de este modo los resultados de aprendizaje para los módulos formativos, teniendo en cuenta la integración de EQF.

## 2 Introducción

Este informe resume los resultados del análisis realizado en el O2.1., O2.2., O2.3. y O2.4.

El informe O2.1. se centró en la escasez de habilidades, carencias, desajustes y barreras en el sector de la construcción, en particular dentro de las PYMEs, y estableció los resultados de las necesidades y los desafíos futuros. Todos los socios han contribuido a este estudio. Estos han celebrado un seminario nacional del NSG en M6 y han incorporado a miembros estratégicos de la industria de la construcción invitándolos a grupos directivos nacionales. La Universidad de Zagreb, Facultad de Ingeniería Civil (UZ-FCE) ha recopilado todos los datos en este informe de revisión literaria. Este informe proporciona una visión general del pensamiento actual y los avances en el sector de la construcción, con la necesidad de cumplir con las regulaciones actuales de NZEB y las futuras políticas BIM, inculcar el crecimiento en el mercado de la construcción y analizar los desafíos y problemas implicados en cada país socio y en la UE. Concretamente, se revisaron varios proyectos financiados por la UE, tales como; Iniciativas e intercambios nacionales de *Build Up Skills*, plan de habilidades para la industria de la construcción Erasmus + *Sector Skills Alliance Construction Blueprint Vet4LEC*, *Train-to-NZEB*, *Fit-to-NZEB*, *MEnS*, *PROF / TRAC*, *TripleA-reno*, *SkillCo*, *Women can Build*, *BIM4VET*, *BIMEET*, *BIMplement*, *Net-UBIEP*, *BIMcert*, *iCARO*.

El informe O2.2. revisa los sistemas educativos actuales y los programas existentes, incluyendo material de formación, técnicas y metodologías. Como resultado, desarrollaremos una base de datos de programas de formación en HEIs y VETs activos en el campo de BIM y nZEB en todos los países socios.

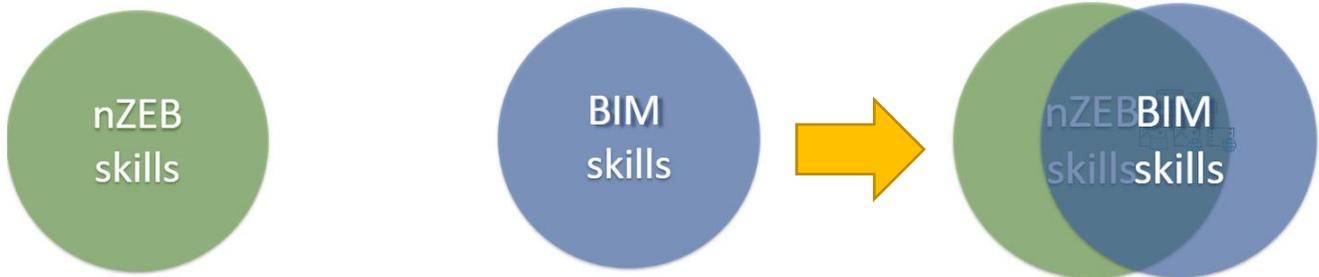
En el informe O2.3 se evalúan las necesidades de formación de los educadores para determinar su nivel de habilidad y conocimiento para BIM con capacitaciones nZEB.

En el informe O2.4 la investigación tenía como objetivo revisar las necesidades formativas de la industria de la construcción para una serie de categorías: obreros generales, aprendices, operarios, administradores, gerentes y estudiantes actuales en educación superior. Los resultados se determinaron por niveles, tipo y necesidad de formación tanto a corto como a largo plazo.

Para llevar a cabo este análisis, UZ-FCE y TEA desarrollaron el marco para analizar los datos.

Con el fin de poder evaluar las necesidades formativas, necesitábamos establecer un marco de habilidades de BIM para nZEB. La revisión literaria mostró que no existe un marco único, pero existen marcos de

habilidades y conocimientos para ambas áreas por separado. Por lo tanto, la primera parte de la investigación fue determinar la parte superpuesta de cada marco.



Para las habilidades nZEB se utilizó el marco PROF / TRAC y para BIM se utilizó el marco de conocimientos y habilidades BIM desarrollado por BuildingSmart Australia.

El marco PROF / TRAC identificó 4 grupos de habilidades: habilidades nZEB identificadas: (ilustración 1)

- Gestión de energía, *Energy Management* (EM)
- Producción de Energía, *Energy Production* (EP)
- Reducción de energía, *Energy Reduction* (ER)
- Habilidades Interdisciplinarias, *Interdisciplinary Skills* (IS)

	EM1	Smart grid systems	<b>ENERGY MANAGEMENT</b>
	EM2	Domotic systems	
	EM3	Building management systems	
	EP1	Geothermal energy	<b>ENERGY PRODUCTION</b>
	EP2	Biomass	
	EP3	Biogas	
	EP4	District Heating and Cooling	
	EP5	Heat pumps	
	EP6	Solar power systems for Electricity generation	
	EP7	Solar thermal systems for Cooling generation	
	EP8	Solar thermal systems for Domestic Hot Water and/or Heating	
	EP9	Mini wind power	
	EP10	Combined Heat and Power (CHP)	
<b>S K I L L S</b>	ER1	Insulation	<b>ENERGY REDUCTION</b>
	ER2	Air tightness building	
	ER3	Micro climates	
	ER4	Envelope systems	
	ER5	Hot Water systems	
	ER6	Window and/or glazing systems	
	ER7	Heating and Cooling emission systems	
	ER8	Electric Heating systems	
	ER9	Artificial lighting systems	
	ER10	Ventilation systems	
	IS5	Sustainable architectural design	<b>SUSTAINABLE INTEGRATED DESIGN</b>
	IS6	Integrated design	
	IS7	Sustainable building materials	
	IS8	Sustainable installation materials	
	IS9	Environmental (indoor) quality	
	IS1	Communication	<b>INTERDISCIPLINARY SKILLS</b>
	IS2	Information management	
	IS3	Collaboration	
	IS4	Quality assurance	
	IS10	Economics	
	IS11	Procurement	

Ilustración 1 Marco de habilidades PROF/TRAC nZEB

Cada grupo tenía un subgrupo de habilidades para:

- General
- Prediseño
- Diseño
- Licitación y contratación
- Realización
- Puesta en marcha
- Uso/mantenimiento

El marco de habilidades BIM también tiene habilidades agrupadas según las fases del proyecto: (ilustración 2)

- **1.000** introducción
- **2.000** puesta en marcha
- **3.000** iniciación
- **4.000** planificación
- **5.000** ejecución / operación
- **6.000** vigilancia y control
- **7.000** cierre / traspaso / comisión

Cada grupo de conocimiento está dividido en varios grupos de proceso y las habilidades y el conocimiento están conectados al concepto que se explica mediante descriptores (ilustración 2).

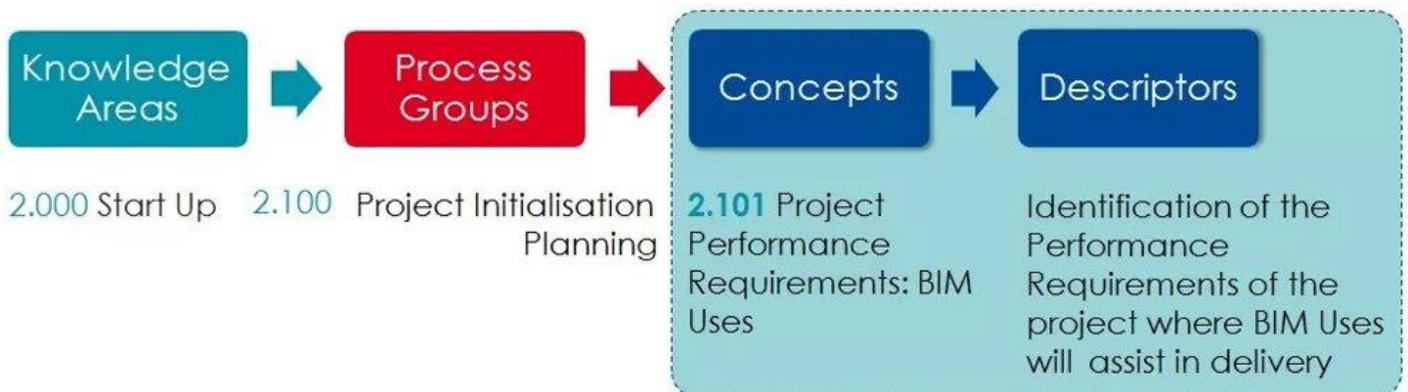


Ilustración 1. Ejemplo de habilidades BIM y marco de conocimiento.

Después de identificar estas dos áreas de habilidades (BIM y nZEB), invitamos a BIMzeED *National Steering Group* (NSG) a actuar como grupo de expertos para priorizar habilidades específicas del área superpuesta de BIM y NZEB. También involucramos al NSG para identificar las habilidades de formación de los educadores, puesto que la mayoría de estos pertenecientes a ambas áreas fueron invitados a unirse al grupo.

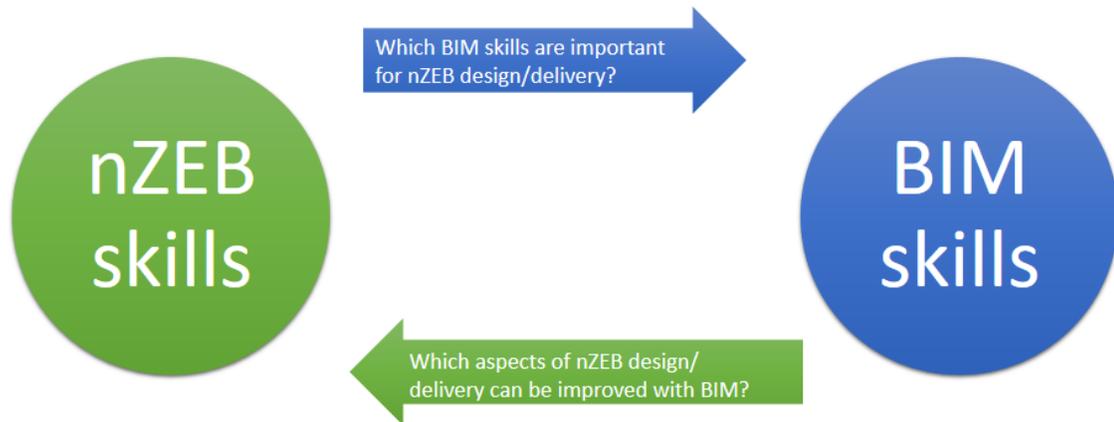


Ilustración 3 Preguntas de investigación para identificar habilidades superpuestas de nZEB y BIM

El análisis de prioridad se utilizó para seleccionar habilidades importantes en BIM y nZEB, que posteriormente se empleó para identificar las necesidades de formación en la industria de la construcción y para evaluar las habilidades de formación actuales de los educadores involucrados en estudios de construcción. Los miembros del grupo de expertos evaluaron la importancia de cada habilidad respondiendo dos preguntas de la ilustración 3. Las habilidades BIM se evaluaron remarcando la importancia para el diseño nZEB, y las habilidades nZEB evaluaron la importancia de BIM para que estas mejoren.

Las habilidades con una importancia igual o mayor a la consideración promedio de cada grupo se seleccionaron para ulteriores investigaciones. (Ilustración 4)

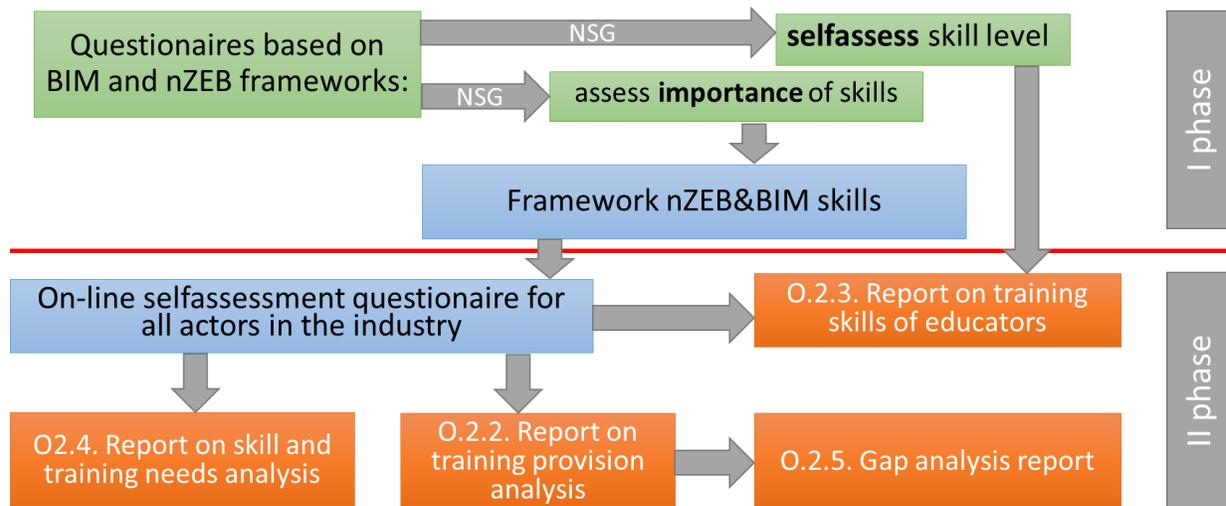


Ilustración 4 Mapa del esquema de investigación

### 3 Necesidades, carencias y desajustes

#### 3.1 NZEB

El estudio bienal sobre el sector ACE (*Architects' Council of Europe*, Consejo de Arquitectos de Europa) [1] mostró que la evolución de los proyectos diseñados según los estándares NZEB en el período 2017-2018 es negativa en comparación con la del período 2015-2016. Hay un 7% más de encuestados que diseñaron para los estándares NZEB. Solo un 10% y un 9% menos de encuestados que han diseñado un 25% o más proyectos para los estándares NZEB.

El informe O 2.1. estableció que, en la mayoría de los países europeos, existen carencias en los programas educativos oficiales para la formación profesional de los niveles EQF 3-7 en el campo de NZEB, lo que implica, una escasez de habilidades de los profesionales de la construcción en este ámbito. El desajuste se está creando entre los resultados de aprendizaje, las competencias adquiridas por los estudiantes en instituciones educativas (tanto HEIs como VETs) y las competencias que necesita el sector de la construcción en el campo de NZEB.

Debido a una variedad significativa de enfoques para la definición de NZEB en los diferentes países de la UE, se puede concluir que estos probablemente tendrán un efecto significativo en la determinación de la perspectiva depositada en diferentes países (e incluso regiones) en temas específicos relacionados con NZEB.

Mientras la simulación de los principios de NZEB se ha realizado teniendo en cuenta la situación actual y las condiciones del mercado, la evolución futura será crucial para cerrar la brecha entre los niveles óptimos de costes y los niveles de NZEB [2]. Los principios y enfoques de NZEB propuestos para implementarlos en definiciones prácticas, son consistentes con la EPBD (*Energy Performance Buildings Directive*, Directiva de Eficiencia Energética en Edificios) al asumir la metodología de optimización de costes, como un instrumento transitorio que converge hacia el requisito futuro de NZEB.

El análisis *Fit-to-NZEB* mostró que se impartió muy poca formación DER (hasta finales de 2017, cuando se realizó el análisis) y no hay evidencia de formación DER que se enfoque específicamente al estándar NZEB.

Mientras muchos de los programas de formación en eficiencia energética destinados a arquitectos (diseñadores, supervisores) e ingenieros civiles (diseñadores, gerentes de construcción, supervisores) se centran en mejorar el rendimiento de la envolvente del edificio, se mencionan poco los sistemas mecánicos como la generación del agua caliente sanitaria, almacenamiento y circulación, así como ventilación con recuperación de calor (MVHR). Los interesados no tienen que convertirse en expertos en los temas mencionados, sino que deben tener competencias básicas en el campo. Esto también puede identificarse como una escasez de habilidades y una carencia en las competencias de los interesados en muchos países de la UE.

De manera crucial, las carencias y la escasez de competencias de muchos diseñadores, gerentes de construcción y trabajadores están conectadas con la comodidad de los habitantes y los usuarios del edificio.

El enfoque de las formaciones debe extenderse desde la eficiencia energética hasta incluir parámetros como la comodidad, la calidad del aire interior y el riesgo de moho y condensación.

Un obstáculo adicional en la implementación completa de NZEB y DER proviene de la incertidumbre de los ahorros de energía reales en comparación con los proyectados. La llamada "brecha de rendimiento energético" se produce cuando los edificios supuestamente de alto rendimiento energético registran un mayor consumo de energía de lo esperado [3]. Se ha encontrado que las características y el comportamiento de los usuarios tienen un fuerte impacto en las cantidades de energía consumidas en un edificio, pero los problemas de la metodología de cálculo junto con el diseño y la calidad de la construcción también tienen un alto impacto.

Parece que hay una carencia en las competencias de un número significativo de interesados que trabajan en el campo de NZEB, bajo su responsabilidad. Por ejemplo, las consecuencias que podrían resultar de sus acciones.

A pesar de que un número de programas para la envolvente de los edificios y sistemas de trabajadores RES fueron desarrollados a través de *Build Up Skills*, como otros programas europeos, aún existe un número elevado de personal no cualificado y no profesional trabajando en obras de construcción.

Además, todavía existe la necesidad de aumentar la demanda de profesionales de la construcción cualificados y / o certificados que ofrezcan NZEB. Esto se puede hacer de muchas maneras, por ejemplo, mediante regulaciones, cláusulas específicas en los procedimientos de contratación pública (otorgando puntos adicionales si se utilizan profesionales cualificados y con conocimiento) y, de manera más amplia, sensibilizando a los inversores, propietarios e inquilinos sobre el vínculo entre las capacidades, la calidad de la construcción y el rendimiento energético de los edificios.

En términos de calificaciones para formadores y profesores, un doctorado o superior es un requisito en varios países. Esto excluiría los beneficios de aprender de oficios altamente cualificados, que podrían no haber alcanzado el título de licenciatura pero que tienen mucho conocimiento para compartir con la comunidad. Contrariamente a esto, en Croacia (a través del programa CROSKILLS), se destaca la necesidad de que los formadores de enseñanza práctica tengan al menos 6 años de experiencia in situ para formar a los obreros. Las carencias y la falta de coincidencia identificadas en este análisis son la necesidad de incluir formación de diseñadores capacitados (competentes), ingenieros supervisores y operarios como instructores.

En las encuestas que se distribuyeron a los educadores y a los participantes en la industria de la construcción, los participantes necesitaban evaluar sus habilidades y conocimientos personales y los proporcionados por la educación recibida. La escala fue:

- 1 conocimiento básico
- 2 principiante (experiencia limitada / nivel básico de competencia)
- 3 intermedio (aplicación práctica / competente)
- 4 avanzado (teoría aplicada)
- 5 experto (autoridad reconocida)

En el campo de NZEB, la oferta educativa no ofrece más conocimientos y habilidades que los participantes en la industria de la construcción. La diferencia no es significativa y básicamente se encuentra alrededor del 2,6. (Tabla 1) Esta puntuación es un poco más elevada que el nivel básico de competencia con experiencia

limitada. Para una mejora general, necesitamos un nivel de competencia promedio de al menos 3,5. Eso significaría que necesitamos que todos los componentes de habilidades y conocimientos en la oferta educativa, se eleven al nivel Intermedio o Avanzado. El hecho de que los educadores en el grupo sean formadores de NZEB y BIM, revela que para la integración de estos dos campos necesitamos formar a los educadores puesto que, en promedio su conocimiento no se encuentra en el nivel intermedio. La formación de los educadores en el campo NZEB debe incluir a formadores para niveles EQF 3, 4, 5 y superiores para educadores con antecedentes BIM.

Tabla 1 Puntuación general en el campo NZEB

Cuestionario	Promedio	Min	Max	Mejora necesaria
Provisión de educación	2,64	2,14	3,17	0,86
Educadores	2,78	2,23	3,46	0,72
Participantes en la industria de la construcción	2,62	2,15	3,24	0,88

Tabla 2 Carencias actuales en el campo NZEB

	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
Grupo general de habilidades y conocimientos de nZEB	2,91	3,20	0,29	3,00	0,09
Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el prediseño	2,76	2,81	0,05	2,48	-0,28
Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el diseño	2,60	2,73	0,13	2,47	-0,13
Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para la licitación / contratación	2,42	2,48	0,06	2,46	0,04
Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para la realización y puesta en marcha	2,42	2,60	0,18	2,52	0,10
Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el uso y mantenimiento	2,35	2,34	0,00	2,44	0,09

La Tabla 2 muestra que las carencias formativas para los educadores y todos los participantes son mínimas, lo que nos lleva a la conclusión de que actualmente se utilizan las capacidades formativas en el campo nZEB y la educación debe cambiar. Cuando analizamos los resultados de todos los participantes, nos damos cuenta de que la carencia mayor se encuentra en el grupo de conocimientos y habilidades de prediseño y diseño, lo que significa que existe una necesidad de que los profesionales mejoren sus habilidades realizando cursos y formaciones.

Observando concretamente las habilidades del grupo de prediseño NZEB, comprendemos que existe la posibilidad de aumentar las aptitudes y el conocimiento relacionados con la realización de simulaciones energéticas y estudios de viabilidad; investigar, determinar y asesorar sobre sistemas de reducción de energía; selección de tecnologías y materiales de construcción sostenible y diseño de medidas de energía

pasiva. Solo en el caso de todos los participantes encontramos una carencia adicional en las simulaciones de energía; y definición y comunicación de objetivos del diseño integrados. (Tabla 3)

Tabla 3 Carencias actuales en el grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el prediseño

Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el prediseño	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Realizar simulaciones energéticas]	2,48	2,55	0,07	2,18	-0,30
[Realizar un estudio de viabilidad]	2,58	2,52	-0,06	2,15	-0,43
[Evaluar sistemas relacionados con la función de construcción y la arquitectura]	2,68	2,65	-0,03	2,47	-0,21
[Investigar, determinar y asesorar sobre los sistemas de reducción de energía para llegar a nZEB]	2,91	2,77	-0,14	2,45	-0,47
[Seleccionar tecnologías y materiales de construcción sostenibles]	3,08	2,91	-0,17	2,71	-0,38
[Diseñar medidas de energía pasiva]	2,76	2,70	-0,06	2,36	-0,41
[Definir y comunicar objetivos de diseño integrado]	2,73	2,80	0,07	2,35	-0,38
[Conocimiento sobre varios materiales de instalación, su rendimiento, beneficios frente a costes]	2,79	3,09	0,30	2,78	-0,01
[Comprender el rendimiento, los beneficios y los costes de varias tecnologías]	2,79	3,00	0,21	2,63	-0,16
[Comprender la aplicación de tecnologías pasivas o activas]	2,86	2,98	0,12	2,67	-0,18
[Presentar el diseño y alcanzar un consenso sobre las decisiones.]	2,70	2,98	0,28	2,56	-0,14

En el grupo de diseño nZEB identificamos que los participantes actualmente pueden adquirir más habilidades y conocimientos en diseño e ingeniería de sistemas de reducción de energía para llegar a nZEB, y selección de materiales y tecnologías sostenibles para el diseño nZEB. (Tabla 4). En la Tabla 8 podemos observar que en los resultados de todos los participantes hay cierta carencia en la gestión financiera; monitorear la realización del proyecto; manejar posibles imprevistos y la supervisión del rendimiento del edificio (Tabla 5). Los educadores pueden mejorar sus habilidades y conocimientos en los siguientes ámbitos: investigar, determinar y asesorar sobre sistemas de reducción de energía para alcanzar nZEB y seleccionar tecnologías y materiales de construcción sostenibles.

Tabla 4 Carencias actuales en el grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el diseño

Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el diseño	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Diseñar e ingeniar sistemas de reducción de energía para alcanzar nZEB]	2,55	2,49	-0,06	2,40	-0,15
[Diseño de un edificio arquitectónico sostenible (incluyendo una distribución sostenible y flexible)]	2,64	2,77	0,13	2,51	-0,12
[Evaluar el diseño integrado]	2,45	2,72	0,27	2,38	-0,08
[Seleccionar materiales y tecnologías sostenibles en el diseño nZEB]	2,88	2,95	0,08	2,67	-0,21
[Usar el modelado de información en equipos de diseño y gestión del modelado de información dentro del diseño nZEB]	2,50	2,74	0,24	2,39	-0,11

Tabla 5 Carencias actuales en el grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el uso y mantenimiento

Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el uso y mantenimiento	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Garantizar el uso óptimo de diferentes sistemas de producción de energía]	2,17	2,30	0,13	2,35	0,18
[Comunicar el uso apropiado y el mantenimiento de diferentes sistemas de producción de energía]	2,42	2,30	-0,11	2,38	-0,04
[Instruir al gerente de la instalación sobre el funcionamiento y mantenimiento del rendimiento energético de los edificios]	2,33	2,35	0,02	2,46	0,13
[Garantizar el mantenimiento óptimo de materiales y tecnologías]	2,46	2,23	-0,23	2,40	-0,06
[Comunicarse con los proveedores y empleados de la instalación sobre el rendimiento energético]	2,43	2,30	-0,13	2,50	0,06
[Instruir a los usuarios y gerentes de la instalación sobre el rendimiento energético del edificio]	2,43	2,33	-0,10	2,49	0,06
[Supervisar el rendimiento del edificio]	2,17	2,58	0,41	2,50	0,33

Las carencias formativas de los educadores se presentan en la Tabla 5 en el grupo de uso y mantenimiento, donde las siguientes habilidades son insuficientes: comunicarse con los proveedores y empleados de la instalación sobre el rendimiento energético y garantizar el mantenimiento óptimo de materiales y tecnologías.

Tabla 6 Carencias actuales en el grupo general de habilidades y conocimientos nZEB

Grupo general de habilidades y conocimientos nZEB	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Comprender la influencia de la generación de calefacción y refrigeración en el rendimiento energético]	2,71	3,07	0,36	2,79	0,08
[Comprender los detalles y los parámetros básicos de calefacción y refrigeración]	2,79	3,04	0,25	2,77	-0,02
[Comprender diferentes sistemas de producción de energía en relación con el rendimiento energético]	2,80	3,09	0,29	2,85	0,05
[Comprender la importancia de los sistemas de reducción de energía en relación con el rendimiento energético]	3,08	3,47	0,39	3,24	0,16
[Comprender el impacto del diseño arquitectónico en la sostenibilidad y el rendimiento energético]	3,00	3,42	0,42	3,19	0,19
[Comprender los procesos y conceptos de diseño integrados]	3,00	3,24	0,24	3,02	0,02
[Comprender la interacción de la ubicación del edificio, el diseño, el uso y el clima]	2,84	3,36	0,52	3,10	0,26
[Comprender los materiales sostenibles y la importancia de su aplicación adecuada]	3,16	3,31	0,15	3,14	-0,02
[Comprender las tecnologías de construcción sostenibles y la aplicación adecuada]	3,12	3,13	0,01	3,06	-0,06
[Comprender la interacción entre el rendimiento energético y CAI (calidad ambiental interior)]	2,80	2,95	0,15	2,93	0,13
[Comprender los métodos de diseño para las tecnologías de energía pasiva]	2,78	3,02	0,24	2,83	0,05
[Comprender la comunicación efectiva dentro de los proyectos destinados a lograr nZEB]	2,71	3,09	0,38	2,94	0,23
[Comprender el trabajo en equipo interdisciplinario hacia objetivos comunes]	3,00	3,36	0,36	3,15	0,15

Tabla 7 Carencias actuales en el grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para la licitación / contratación

Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para la licitación / contratación	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Especificar sistemas de reducción de energía en los documentos de licitación]	2,40	2,37	-0,03	2,33	-0,07
[Definir rendimiento de los materiales en documentos de licitación]	2,45	2,49	0,04	2,51	0,06
[Comunicarse en la fase de contratación, comprender y respetar el papel de todos los agentes involucrados.]	2,40	2,57	0,17	2,52	0,12

Tabla 8 Carencias actuales en el grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para la realización y puesta en marcha

Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para la realización y puesta en marcha	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Garantizar la calidad de diferentes sistemas de producción de energía]	2,29	2,37	0,09	2,28	-0,01
[Garantizar la calidad de los sistemas de reducción de energía]	2,42	2,50	0,08	2,36	-0,06
[Coordinar el equipo del proyecto para garantizar la calidad del edificio]	2,61	2,67	0,07	2,65	0,04
[Garantizar la calidad de materiales sostenibles]	2,54	2,56	0,02	2,62	0,08
[Coordinar a contratistas y a proveedores mediante comunicación efectiva]	2,52	2,77	0,25	2,58	0,06
[Comunicarse con los clientes sobre el progreso de la construcción y el rendimiento del edificio]	2,55	2,67	0,13	2,64	0,09
[Administrar datos, mantener registros de implementación, monitorear resultados.]	2,35	2,65	0,30	2,65	0,30
[Gestión financiera]	2,14	2,50	0,36	2,37	0,23
[Monitorear la realización del proyecto y manejar los imprevistos]	2,40	2,70	0,30	2,57	0,17

Aunque no hay carencias significativas en los grupos de licitación / contratación, realización y puesta en marcha, hay habilidades que se encuentran en el grupo del 10% inferior, como las siguientes: especificar sistemas de reducción de energía en los documentos de licitación y garantizar la calidad de diferentes

sistemas de producción de energía, que también carece de disposiciones educativas junto con la gestión financiera.

Estas carencias están relacionadas con las disposiciones educativas actuales, pero, si nuestro objetivo es aumentar el nivel de las habilidades y el conocimiento al de una buena implementación, aspiramos a aumentarlo a un nivel de 3-3,5 como mínimo. Para lograr esto, debemos actualizar la mayor parte de los componentes de los programas educativos cuyo promedio es de 0,86. La Tabla 9 muestra la carencia relacionada con la mejora del 3,5, donde se marcan las actualizaciones del 10% superior e inferior.

Tabla 9 Carencias generales en el grupo de habilidades y conocimientos nZEB

Grupo	Elemento de habilidad y conocimiento	Carencias actuales de la industria	Carencias del programa educativo
Grupo general de habilidades y conocimientos de nZEB	[Comprender la influencia de la generación de calefacción y refrigeración en el rendimiento energético]	0,71	0,79
	[Comprender los detalles y los parámetros básicos de calefacción y refrigeración]	0,73	0,71
	[Comprender diferentes sistemas de producción de energía en relación con el rendimiento energético]	0,65	0,70
	[Comprender la importancia de los sistemas de reducción de energía en relación con el rendimiento energético]	<b>0,26</b>	<b>0,42</b>
	[Comprender el impacto del diseño arquitectónico en la sostenibilidad y el rendimiento energético]	<b>0,31</b>	0,50
	[Comprender los procesos y conceptos de diseño integrados]	0,48	0,50
	[Comprender la interacción de la ubicación del edificio, el diseño, el uso y el clima]	0,40	0,66
	[Comprender los materiales sostenibles y la importancia de su aplicación adecuada]	<b>0,36</b>	<b>0,34</b>
	[Comprender las tecnologías de construcción sostenibles y la aplicación adecuada]	0,44	<b>0,38</b>
	[Comprender la interacción entre el rendimiento energético y CAI (calidad ambiental interior)]	0,57	0,70
	[Comprender los métodos de diseño para las tecnologías de energía pasiva]	0,67	0,72
	[Comprender la comunicación efectiva dentro de los proyectos destinados a lograr nZEB]	0,56	0,79
	[Comprender el trabajo en equipo interdisciplinario hacia objetivos comunes]	<b>0,35</b>	0,50
	Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el prediseño	[Realizar simulaciones energéticas]	<b>1,32</b>
[Realizar un estudio de viabilidad]		<b>1,35</b>	0,92
[Evaluar sistemas relacionados con la función de construcción y la arquitectura]		1,03	0,82
[Investigar, determinar y asesorar sobre los sistemas de reducción de energía para llegar a nZEB]		1,05	0,59
[Seleccionar tecnologías y materiales de construcción sostenibles]		0,79	<b>0,42</b>

	[Diseñar medidas de energía pasiva]	1,14	0,74
	[Definir y comunicar objetivos de diseño integrado]	1,15	0,77
	[Conocimiento sobre varios materiales de instalación, su rendimiento, beneficios frente a costes]	0,72	0,71
	[Comprender el rendimiento, los beneficios y los costes de varias tecnologías]	0,87	0,71
	[Comprender la aplicación de tecnologías pasivas o activas]	0,83	0,64
	[Presentar el diseño y alcanzar un consenso sobre las decisiones.]	0,94	0,80
Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el diseño	[Diseñar e ingeniar sistemas de reducción de energía para alcanzar nZEB]	1,10	0,95
	[Diseño de un edificio arquitectónico sostenible (incluyendo una distribución sostenible y flexible)]	0,99	0,86
	[Evaluar el diseño integrado]	1,13	1,05
	[Seleccionar materiales y tecnologías sostenibles en el diseño nZEB]	0,83	0,63
	[Usar el modelado de información en equipos de diseño y gestión del modelado de información dentro del diseño nZEB]	1,11	1,00
Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para la licitación / contratación	[Especificar sistemas de reducción de energía en los documentos de licitación]	1,17	1,10
	[Definir rendimiento de los materiales en documentos de licitación]	0,99	1,05
	[Comunicarse en la fase de contratación, comprender y respetar el papel de todos los agentes involucrados.]	0,98	1,10
Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para la realización y puesta en marcha	[Garantizar la calidad de diferentes sistemas de producción de energía]	1,22	1,21
	[Garantizar la calidad de los sistemas de reducción de energía]	1,14	1,08
	[Coordinar el equipo del proyecto para garantizar la calidad del edificio]	0,85	0,89
	[Garantizar la calidad de materiales sostenibles]	0,88	0,96
	[Coordinar a contratistas y a proveedores mediante comunicación efectiva]	0,92	0,98
	[Comunicarse con los clientes sobre el progreso de la construcción y el rendimiento del edificio]	0,86	0,95
	[Administrar datos, mantener registros de implementación, monitorear resultados.]	0,85	1,15
	[Gestión financiera]	1,13	1,36
	[Monitorear la realización del proyecto y manejar los imprevistos]	0,93	1,10
Grupo de habilidades y conocimientos de nZEB para el uso y mantenimiento	[Garantizar el uso óptimo de diferentes sistemas de producción de energía]	1,15	1,33
	[Comunicar el uso apropiado y el mantenimiento de diferentes sistemas de producción de energía]	1,12	1,08
	[Instruir al gerente de la instalación sobre el funcionamiento y mantenimiento del rendimiento energético de los edificios]	1,04	1,17
	[Garantizar el mantenimiento óptimo de materiales y tecnologías]	1,10	1,04
	[Comunicarse con los proveedores y empleados de la instalación sobre el rendimiento energético]	1,00	1,07
	[Instruir a los usuarios y gerentes de la instalación sobre el rendimiento energético del edificio]	1,01	1,07
	[Supervisar el rendimiento del edificio]	1,00	1,33

### 3.2 BIM

Ha quedado claro que una mejor gestión de la información durante todo el ciclo de vida del NZEB es absolutamente necesaria para evitar errores y disponer de información fiable en todo momento / cuando sea necesaria una intervención. Esto se puede lograr utilizando el enfoque BIM.

En Europa, los países pioneros en la aplicación e implementación de BIM se consideran Francia, Alemania y el Reino Unido. Según el Informe Internacional BIM de 2016 [4], el uso de BIM está aumentando y dentro de cinco años se espera que su utilización en profesiones de diseño supere el 80% en la mayoría de los países del mundo [4]. El estudio bienal del sector ACE estableció que en los países europeos en el período de 2017-2018 solo el 37% de los proyectos han utilizado BIM, pero no hay datos sobre períodos anteriores.

En las encuestas que se distribuyeron a los educadores y a los participantes en la industria de la construcción, los participantes necesitaban evaluar sus habilidades y conocimientos personales y los proporcionados por la educación recibida. La escala fue la misma que en el ámbito de NZEB:

- 1 conocimiento básico
- 2 principiante (experiencia limitada / nivel básico de competencia)
- 3 intermedio (aplicación práctica / competente)
- 4 avanzado (teoría aplicada)
- 5 experto (autoridad reconocida)

En el campo BIM, la diferencia entre el conocimiento y las habilidades ofrecidas por los programas educativos, y el conocimiento y las habilidades de los educadores y participantes en la industria de la construcción es significativa. (Tabla 10) Las disposiciones educativas ofrecen habilidades y conocimientos por encima de un nivel superior al que adoptan los educadores y los participantes en la industria de la construcción.

Esta puntuación es un poco más alta que la del nivel básico de competencia con experiencia limitada y la educación ofrece una calificación más, en el nivel práctico y competente.

Como establecimos un umbral para la mejora general, debemos proporcionar un nivel de competencia cuyo promedio mínimo sea de 3,5. **La educación BIM casi alcanza ese umbral, pero los educadores y los participantes en la industria de la construcción deben alcanzar el nivel intermedio o avanzado.** Debido al hecho de que los educadores en el grupo pertenecen al ámbito NZEB y BIM, podemos observar que, para la integración de estos dos conceptos, **también es necesario formar a los educadores.** La educación de los instructores en el campo NZEB debe incluir formadores para los niveles de EQF 3, 4, 5 y superiores para educadores con antecedentes NZEB.

Tabla 10 Puntuación general en el campo BIM

Cuestionario	Promedio	Min	Max	Mejora necesaria
<b>Provisión de educación</b>	3,10	2,32	3,86	0,40
<b>Educadores</b>	2,47	2,16	2,98	1,03
<b>Participantes en la industria de la construcción</b>	1,93	1,71	2,32	1,57

*Tabla 11 Carencias actuales en el campo BIM por grupos*

	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
<b>Introducción al BIM</b>	3,54	2,73	-0,80	2,16	<b>-1,37</b>
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Inicio del proyecto</b>	3,36	2,58	-0,78	2,02	<b>-1,34</b>
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Licitación</b>	3,19	2,53	-0,66	1,95	-1,24
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Iniciación (Integración y Comunicación)</b>	3,52	2,42	<b>-1,09</b>	2,02	<b>-1,50</b>
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Planificación (Integración)</b>	3,12	2,43	-0,70	1,91	-1,21
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Planificación (Alcance, Tiempo, Coste, Calidad, Riesgos)</b>	2,80	2,35	-0,45	1,84	-0,96
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Monitoreo y Control</b>	<b>2,51</b>	<b>2,32</b>	-0,19	<b>1,76</b>	-0,75
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Ejecución / Funcionamiento</b>	2,85	2,36	-0,49	1,82	-1,04

La Tabla 11 muestra que actualmente, entre los educadores y todos los participantes, la carencia mayor se encuentra en el grupo Iniciación - Integración y comunicación, mientras la menor se encuentra en el grupo monitoreo y control. Se observa en la columna de los participantes de los diversos grupos, una carencia mayor, sin embargo, la más elevada y la más baja, se encuentra en los mismos grupos que el de la carencia de los educadores.

*Tabla 12 Conocimientos y habilidades del Grupo BIM - Iniciación (Integración y Comunicación)*

<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Iniciación (Integración y Comunicación)</b>	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
<b>[Demanda de mercado]</b>	3,48	2,40	<b>-1,08</b>	1,95	<b>-1,52</b>
<b>[Necesidades de negocios]</b>	3,50	2,40	<b>-1,10</b>	2,01	-1,49
<b>[Adelanto tecnológico]</b>	3,55	2,47	<b>-1,07</b>	2,08	-1,47
<b>[Roles y responsabilidades BIM]</b>	3,54	2,43	<b>-1,11</b>	2,03	<b>-1,51</b>

La mayor carencia se encuentra en la definición y comunicación del BIM para un mercado específico y las expectativas mínimas de los órganos de gobierno; la necesidad comercial de BIM, conociendo los beneficios exactos más allá de la ratificación estándar del mercado; los avances tecnológicos que se lograrían con BIM, y la función basada en los requisitos del proyecto y los usos BIM. (Tabla 12)

Tabla 13 Carencias actuales en la introducción a BIM

Introducción al BIM	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[¿Qué es BIM?]	3,65	2,98	-0,66	2,32	-1,32
[Alcance de la industria (definición y aplicación)]	3,53	2,83	-0,70	2,20	-1,33
[Requisitos BIM y valor de mercado]	3,64	2,78	-0,86	2,20	-1,45
[Impactos en las relaciones con los grupos de interés]	3,43	2,73	-0,70	2,06	-1,37
[Impactos en los activos y la gestión de la instalación]	3,48	2,51	-0,97	2,06	-1,42

La oferta educativa en temas de introducción es alta, no obstante, todavía hay una gran carencia de formación en materias básicas. Esto indica que hay capacidades formativas y de educación no utilizadas. (Tabla 13) En el grupo de inicio del proyecto, la carencia más grande se encuentra en el precontrato del plan de gestión BIM (PGM), tanto para los educadores como para los participantes en la industria de la construcción. Igualmente, hay una gran carencia en los requisitos de rendimiento del proyecto junto con los usos de BIM, el modelo de entrega, los protocolos BIM, los requisitos de información de los empleadores y los usos adicionales de BIM. (Tabla 14) Con respecto a la licitación, hay una carencia en la planificación previa al contrato (plan de gestión BIM - PGM), en el nivel de desarrollo BIM y en la revisión del modelo de diseño. (Tabla 15)

Tabla 14 Carencias actuales en el grupo de conocimientos y habilidades BIM - Inicio del proyecto

Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Inicio del proyecto	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Requisitos de rendimiento del proyecto]	3,42	2,77	-0,65	2,10	-1,32
[Roles y responsabilidades del proyecto - Jerarquía contractual]	3,25	2,75	-0,50	2,12	-1,13
[Requisitos de colaboración del proyecto]	3,33	2,87	-0,47	2,21	-1,12
[Requisitos del modelo de adquisición del proyecto]	3,17	2,65	-0,53	2,11	-1,07
[Modelo de entrega (contrato)]	3,26	2,63	-0,63	2,08	-1,18
[Protocolos BIM]	3,26	2,71	-0,55	2,06	-1,20
[Requisitos de información para empleadores]	3,26	2,56	-0,70	1,93	-1,33
[Plan de gestión BIM (PGM) - Precontrato]	3,45	2,45	-1,00	1,90	-1,56
[Uso BIM adicional: requisitos especializados y / o expertos]	3,24	2,42	-0,82	1,86	-1,38

Tabla 15 Carencias actuales en el grupo de conocimientos y habilidades BIM - Licitación

Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Licitación	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Planificación previa al contrato: Plan de gestión BIM (PGM)]	3,15	2,30	-0,85	1,83	-1,33
[Ejemplos BIM]	3,24	2,60	-0,63	1,98	-1,26
[Nivel de desarrollo BIM]	3,36	2,62	-0,74	1,92	<b>-1,44</b>
[Revisión del modelo de diseño]	3,40	2,65	-0,75	2,04	-1,36
[Estimaciones del modelo de diseño - Constructibilidad]	3,14	2,49	-0,65	1,95	-1,19
[Interpretación del modelo de diseño]	3,16	2,62	-0,54	2,04	-1,12
[Evaluación y valoración de entregables BIM, requisitos, expectativas y ponderación]	2,86	2,40	-0,47	1,87	-0,99

En la fase de planificación, tenemos una gran carencia en: el acuerdo BIM, la coordinación de la información, la interoperabilidad del software y el repositorio de datos, aunque, la mayor se encuentre en los requisitos BIM. Además, hay carencias en: la gestión y el control del alcance, la gestión de entrega - modelos, interacciones del proyecto - uso del modelo y control de calidad - diseño. (Tabla 16, Tabla 17)

Tabla 16 Carencias actuales en el grupo de conocimientos y habilidades BIM - Planificación (Integración)

Grupo de conocimientos y habilidades BIM -Planificación (Integración)	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Acuerdo BIM]	3,05	<b>2,23</b>	-0,82	1,81	-1,24
[Marco de comunicación de información]	2,96	2,36	-0,60	1,89	-1,07
[Coordinación de información]	3,26	2,45	-0,81	1,99	-1,27
[Sistemas de clasificación]	2,87	2,34	-0,53	1,86	-1,01
[Requisitos BIM]	3,33	2,55	-0,79	1,95	<b>-1,38</b>
[Interoperabilidad de software]	3,28	2,60	-0,68	1,97	-1,31
[Repositorio de datos]	3,17	2,53	-0,64	1,96	-1,20
[Flujo de trabajo BIM]	3,04	2,58	-0,46	1,98	-1,06

Tabla 17 Carencias actuales en el grupo de conocimientos y habilidades BIM - Planificación (Alcance, Tiempo, Coste, Calidad, Riesgos)

Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Planificación (Alcance, Tiempo, Coste, Calidad, Riesgos)	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Gestión y control del alcance]	3,16	<b>2,21</b>	-0,95	1,80	<b>-1,36</b>

[Gestión de entrega - Modelos]	3,25	2,35	-0,90	1,84	<b>-1,41</b>
[Interacciones del proyecto - Uso del modelo]	3,04	2,44	-0,60	1,98	-1,06
[Tiempo / Pronóstico del programa - 4D]	2,54	2,37	<b>-0,17</b>	1,78	<b>-0,76</b>
[Planes de costes oficiales - Integración de tecnología]	<b>2,32</b>	2,29	<b>-0,02</b>	1,78	<b>-0,53</b>
[Control de calidad - Normas]	2,78	2,35	-0,43	1,83	-0,95
[Control de calidad - Diseño]	3,00	2,33	-0,67	1,86	<b>-1,14</b>
[Plan de calidad BIM]	2,74	2,29	-0,45	<b>1,77</b>	-0,97
[Comprobación del modelo]	2,96	2,37	-0,59	1,92	-1,04
[Optimización de la construcción]	2,91	2,36	-0,55	1,83	-1,08
[Trazabilidad de los materiales / elementos]	2,82	2,29	-0,53	1,86	-0,96
[Seguimiento del progreso de la construcción]	2,81	2,25	-0,56	1,79	-1,02
[Coordinación de la construcción – análisis de interferencias]	<b>2,43</b>	2,47	<b>0,04</b>	1,85	<b>-0,58</b>

Tabla 18 Carencias actuales en el grupo de conocimientos y habilidades BIM - Monitoreo y control

Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Monitoreo y Control	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Informes y pruebas de sostenibilidad]	2,55	2,34	-0,21	<b>1,75</b>	-0,80
[Análisis basados en el rendimiento]	<b>2,45</b>	2,28	<b>-0,17</b>	<b>1,71</b>	<b>-0,75</b>
[Coordinación de la construcción – análisis de interferencias]	2,65	2,57	<b>-0,08</b>	1,87	-0,78
[Gestión de entregas - Mapa de costes - 5D]	<b>2,50</b>	2,25	-0,25	<b>1,71</b>	-0,79
[Tiempo / Pronóstico del proyecto - 4D]	<b>2,40</b>	<b>2,16</b>	-0,24	1,77	<b>-0,63</b>

Tabla 19 Carencias actuales en el grupo de conocimientos y habilidades BIM - Ejecución / Operación

Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Ejecución / Funcionamiento	Provisión de educación	Educadores	Carencias formativas de los educadores	Todos los participantes	Carencias formativas
[Plan de gestión BIM – Post contrato]	3,13	<b>2,22</b>	-0,91	<b>1,71</b>	<b>-1,42</b>
[Coordinación del modelo - análisis de interferencias]	2,95	2,53	-0,43	1,80	-1,16
[Coordinación del modelo - Disponibilidad]	2,81	2,37	-0,44	1,77	-1,03
[Coordinación del modelo: entorno de datos comunes]	2,83	2,35	-0,47	<b>1,77</b>	-1,05

[Flujos de trabajo colaborativos: aplicaciones nativas y no nativas]	2,70	2,41	-0,29	1,79	-0,91
[Expectativas de BIM]	3,05	2,42	-0,62	1,95	-1,10
[Distribución de información]	3,05	2,42	-0,62	1,89	-1,16
[Proceso de cambio - Registro de cambio del modelo de diseño]	2,84	2,20	-0,65	1,83	-1,01
[Validación As-Built]	2,33	2,33	-0,01	1,83	-0,50

En cuanto a la fase de ejecución / funcionamiento, tenemos una carencia significativa en: el plan de gestión BIM - Post contrato, coordinación de modelo – análisis de interferencias, expectativas de BIM y distribución de información. (Tabla 19)

Todas estas carencias están relacionadas con las disposiciones educativas actuales, pero, si nuestro objetivo es aumentar el nivel de las habilidades y el conocimiento al de buena implementación, aspiramos a aumentarlo a un nivel de 3,5. Para lograr esto, debemos actualizar significativamente los siguientes programas para el ámbito de monitoreo y control: tiempo / pronóstico del programa - 4D, planes de costes oficiales - integración de tecnología, coordinación de la construcción – análisis de interferencias, control de calidad – normas y plan de calidad BIM en la fase de planificación, informes y pruebas de sostenibilidad, análisis basados en el rendimiento, coordinación de la construcción – análisis de interferencias, gestión de entregas - Mapa de costes - 5D y el tiempo / pronóstico del proyecto - 4D. En el ámbito de ejecución / funcionamiento deberemos actualizar los programas de flujos de trabajo colaborativos: aplicaciones nativas y no nativas y validación As-Built. (Tabla 20)

Tabla 20 Carencias generales en el grupo de habilidades y conocimientos BIM

Grupo	Elemento de habilidad y conocimiento	Carencias actuales de la industria	Carencias del programa educativo
Introducción al BIM	[¿Qué es BIM?]	1,18	-0,15
	[Alcance de la industria (definición y aplicación)]	1,30	-0,03
	[Requisitos BIM y valor de mercado]	1,30	-0,14
	[Impactos en las relaciones con los grupos de interés]	1,44	0,07
	[Impactos en los activos y la gestión de la instalación]	1,44	0,02
	[Impactos en los modelos de costes (modelo de facturación)]	1,38	0,02
Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Inicio del proyecto	[Requisitos de rendimiento del proyecto]	1,40	0,08
	[Roles y responsabilidades del proyecto - Jerarquía contractual]	1,38	0,25
	[Requisitos de colaboración del proyecto]	1,29	0,17
	[Requisitos del modelo de adquisición del proyecto]	1,39	0,33
	[Modelo de entrega (contrato)]	1,42	0,24
	[Protocolos BIM]	1,44	0,24
	[Requisitos de información para empleadores]	1,57	0,24
	[Plan de gestión BIM (PGM) - Precontrato]	1,60	0,05
	[Uso BIM adicional: requisitos especializados y / o expertos]	1,64	0,26
	[Nivel de madurez BIM]	1,54	-0,05

	[Informe de requisitos o informe de trabajo]	1,70	0,55
	[Dimensiones BIM]	1,43	-0,10
	[Usos BIM]	1,39	-0,11
	[Detalles BIM / Niveles de desarrollo]	1,39	-0,36
	[Agregar: reclamos ambientales / de innovación]	1,59	0,31
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Licitación</b>	[Planificación previa al contrato: Plan de gestión BIM (PGM)]	1,67	0,35
	[Ejemplos BIM]	1,52	0,26
	[Nivel de desarrollo BIM]	1,58	0,14
	[Revisión del modelo de diseño]	1,46	0,10
	[Estimaciones del modelo de diseño - Constructibilidad]	1,55	0,36
	[Interpretación del modelo de diseño]	1,46	0,34
	[Evaluación y valoración de entregables BIM, requisitos, expectativas y ponderación]	1,63	0,64
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Iniciación (Integración y Comunicación)</b>	[Demanda de mercado]	1,55	0,02
	[Necesidades de negocios]	1,49	0,00
	[Adelanto tecnológico]	1,42	-0,05
	[Roles y responsabilidades BIM]	1,47	-0,04
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Planificación (Integración)</b>	[Acuerdo BIM]	1,69	0,45
	[Marco de comunicación de información]	1,61	0,54
	[Coordinación de información]	1,51	0,24
	[Sistemas de clasificación]	1,64	0,63
	[Requisitos BIM]	1,55	0,17
	[Interoperabilidad de software]	1,53	0,22
	[Repositorio de datos]	1,54	0,33
	[Flujo de trabajo BIM]	1,52	0,46
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Planificación (Alcance, Tiempo, Coste, Calidad, Riesgos)</b>	[Gestión y control del alcance]	1,70	0,34
	[Gestión de entrega - Modelos]	1,66	0,25
	[Interacciones del proyecto - Uso del modelo]	1,52	0,46
	[Tiempo / Pronóstico del programa - 4D]	1,72	0,96
	[Planes de costes oficiales - Integración de tecnología]	1,72	<b>1,18</b>
	[Control de calidad - Normas]	1,67	0,72
	[Control de calidad - Diseño]	1,64	0,50
	[Plan de calidad BIM]	<b>1,73</b>	0,76
	[Comprobación del modelo]	1,58	0,54
	[Optimización de la construcción]	1,67	0,59
	[Trazabilidad de los materiales / elementos]	1,64	0,68
	[Seguimiento del progreso de la construcción]	1,71	0,69
	[Coordinación de la construcción – análisis de interferencias]	1,65	<b>1,07</b>
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM - Monitoreo y Control</b>	[Informes y pruebas de sostenibilidad]	<b>1,75</b>	0,95
	[Análisis basados en el rendimiento]	<b>1,79</b>	<b>1,05</b>
	[Coordinación de la construcción – análisis de interferencias]	1,63	0,85
	[Gestión de entregas - Mapa de costes - 5D]	<b>1,79</b>	<b>1,00</b>
	[Tiempo / Pronóstico del proyecto - 4D]	1,73	<b>1,10</b>
<b>Grupo de conocimientos y habilidades BIM -</b>	[Plan de gestión BIM – Post contrato]	<b>1,79</b>	0,37
	[Coordinación del modelo - análisis de interferencias]	1,70	0,55

Ejecución / Funcionamiento	[Coordinación del modelo - Disponibilidad]	1,73	0,69
	[Coordinación del modelo: entorno de datos comunes]	<b>1,73</b>	0,67
	[Flujos de trabajo colaborativos: aplicaciones nativas y no nativas]	1,71	0,80
	[Expectativas de BIM]	1,55	0,45
	[Distribución de información]	1,61	0,45
	[Proceso de cambio - Registro de cambio del modelo de diseño]	1,67	0,66
	[Validación As-Built]	1,67	<b>1,17</b>

## 4 Indicadores de la revisión literaria sobre los resultados de aprendizaje deseados para las unidades formativas

La revisión literaria mostró que la evolución de la educación NZEB necesita cerrar la brecha entre los niveles de coste óptimo y los niveles de NZEB [87]. Los principios y enfoques de NZEB propuestos para ser implementados en definiciones prácticas son consistentes con el EPBD al asumir la metodología de optimización de costes como un instrumento transitorio que converge hacia el futuro requisito NZEB.

La digitalización se define como la mayor tendencia que afecta a la economía mundial, la sociedad y el medio ambiente y también está afectando al sector de la construcción. La modificación de las directivas EPBD II y EED (*Education and Economic Development*, Educación y Desarrollo Económico) [6] define los edificios del futuro como edificios inteligentes e integrados en redes inteligentes. El valor de los edificios inteligentes desde la perspectiva de la UE está fuertemente relacionado con el aspecto de la eficiencia energética, y se promueve el potencial de la digitalización y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para alcanzar los objetivos a corto y largo plazo para 2020, 2030 y 2050 a través de las directrices. Para promover el concepto de edificio inteligente de manera más eficiente, en la enmienda del EPBD [6], se introdujo un marco para la evaluación eficiente de los edificios inteligentes. A través del indicador propuesto, la UE busca fomentar el uso de las TIC y las tecnologías inteligentes para garantizar que los edificios funcionen de manera eficiente. Idealmente, a través de dicho sistema, sería posible identificar los sistemas técnicos, donde los resultados esperados para alcanzar los objetivos de eficiencia energética no se han presentado según lo planeado.

Varios estudios e informes han revelado una falta real de competencias (conocimiento, habilidades, responsabilidad) sobre el concepto de sostenibilidad entre los profesionales del ámbito [145] - [147]. La falta de conocimiento, confianza y comunicación entre los diversos participantes en las etapas del ciclo de vida de un edificio también se ha identificado como una barrera principal [145], [147]. Esto lleva a la pregunta de si esta falta de conocimiento especializado y colaboración (comunicación y confianza) es una de las razones del bajo rendimiento de los edificios NZEB y sostenibles. La optimización del uso energético de los edificios requiere un modelo de diseño integrado y el trabajo en equipo interdisciplinario, que dará paso a la alta calidad de los ambientes interiores y satisfará las necesidades de los ocupantes [145].

Ha quedado claro que es necesaria una mejor gestión de la información durante todo el ciclo de vida de NZEB para evitar errores y tener información confiable en cualquier momento o cuando sea necesaria una intervención. Esto se puede lograr utilizando BIM.

El análisis anterior indica que la carencia en esta situación es que los  cursos de diseño integrado (especialmente aquellos que incluyen habilidades específicas para hacer frente a los desafíos de NZEB en equipos interdisciplinarios) son escasos en todas las instituciones educativas de la UE, y hay muchos expertos que tienen un conocimiento escaso o nulo sobre el diseño integrado.

BIM ofrece una base para la gestión integral de las instalaciones, especialmente ante la tendencia hacia edificios "inteligentes". Usando modelos BIM detallados, los propietarios se pueden conectar a la información básica de un edificio mediante datos de sensores que monitorean sus actividades, optimizando así estas funciones mientras se satisfacen las necesidades de los ocupantes e incluso ofrecen nuevos servicios.

En muchos países de la UE, y entre muchos participantes en la industria de la construcción, todavía existe una gran carencia de conocimiento sobre los procesos y datos BIM y su importancia para el futuro de la

industria de la construcción. Alexander [151] afirma que esta carencia no solo se encuentra aislada en ciertas áreas de la industria; sino que se extiende en toda la cadena de valor de la industria de la construcción.

Los futuros programas educativos también deben abordar el sistema de control de calidad que integra los principios de NZEB en BIM. Este tema debe abordarse de manera diferente para los diferentes niveles de EQF, y es muy importante que esté disponible para los obreros como instrucciones, control de calidad para los supervisores y gerentes de la obra.

La educación también debe incluir el desarrollo de información sobre materiales y productos para permitir a los jefes de proyectos y arquitectos especificar y ordenar materiales a través del sistema BIM e introducirlos en la cadena de suministro de la construcción. Esto permitirá simulaciones tempranas para mejorar la toma de decisiones.

Los programas educativos deben centrarse en el desarrollo y uso de modelos BIM para ser utilizados como fuente de datos para el análisis energético, especialmente en los métodos dinámicos de análisis de energía. Solo mediante el uso de BIM, la verificación del rendimiento energético puede triunfar realmente en diferentes fases del proceso de construcción.

La interoperabilidad, como uno de los problemas más críticos para los usuarios avanzados de BIM, debe abordarse. La falta de procesos automatizados (interoperabilidad) de BIM (*Building Information Modeling*) a BEM (*Building Energy Modeling*) es una de las principales brechas que la tecnología debe superar en el futuro cercano.

Una de las cuestiones críticas con respecto a la construcción de modelos BIM y BEM es el nivel de detalle, y la educación debe abordar el problema de los modelos BEM demasiado simplificados para el diseño / planificación arquitectónica, lo que significa que la simulación no es posible sin la adaptación / reparación del modelo, que resulta necesario para redefinir el proceso de diseño.

Los futuros programas educativos deben incluir la gestión de la información para una mayor utilización de las herramientas BIM y FM.

## 5 Conclusiones y recomendaciones de proyectos anteriores de la UE para describir los resultados de aprendizaje deseados para las unidades formativas

Las iniciativas de ***Build Up Skills*** hicieron un análisis crítico de las carencias de habilidades de los obreros, en términos de sus cualificaciones técnicas en eficiencia energética, así como su formación existente. La tendencia a nivel de la UE indica que el mayor número de trabajadores que necesitan formación en eficiencia energética y energías renovables se encuentra en las siguientes profesiones [3]:

- Electricistas;
- Fontaneros (incluidos instaladores de calderas de bombas de calor, sistemas de biogás, calefacción central, equipos sanitarios y térmicos);
- Carpinteros y ebanistas;
- Albañiles;
- Técnicos (incluyendo calefacción, ventilación y aire acondicionado - HVAC).

En una segunda fase, *Build Up Skills* apoyó proyectos que convirtieron las hojas de ruta nacionales en esquemas de formación, adaptados a la situación nacional. A partir de 2014, el enfoque se ha desplazado a programas de formación y calificación de varios países a gran escala, al mismo tiempo que aborda las profesiones de "cuello blanco" (por ejemplo, ingenieros, arquitectos, gerentes de edificios, etc.). En Croacia, los resultados de aprendizaje y el programa de formación desarrollado en el proyecto CROSKILLS fueron incorporados por el Ministerio de Construcción y Planificación Física de Croacia en los reglamentos. A través de estos, se reconoció oficialmente el esquema de certificación CROSKILLS. (los resultados del aprendizaje están disponibles en O2.2. para cada tipo de trabajador de la construcción).

En Irlanda, la iniciativa *Build Up Skills* derivó en el proyecto **QualiBuild** dirigido a trabajadores de la construcción independientemente del tipo de oficio que realicen, lo que produjo una formación dividida en 6 módulos (Figura 5)



Figura 5 Esquema del curso QualiBuild FES y el Manual del aprendiz

*Train-to-NZEB: The Building Knowledge Hubs of Europe* ofrece formación para profesionales de la construcción altamente cualificados, trabajadores de la construcción, no especialistas y legisladores. Las tareas principales del proyecto incluyen el diseño y equipamiento de cuatro centros de formación totalmente activos (en Bulgaria, Rumania, Turquía y la República Checa) y un centro piloto (en Ucrania); la adaptación y el desarrollo de nuevos y existentes planes de estudio para la formación de profesionales de la construcción; formación y certificación para un total de 90 formadores, 2.400 trabajadores de la construcción, 480 diseñadores y 720 no especialistas (representantes de autoridades públicas, gerentes de empresas, ONG, grupos de consumidores, medios de comunicación, etc.).

*Fit-to-nZEB* desarrolló un innovador esquema de formación del Marco Europeo de Cualificación (EQF) de niveles 3-7 para modernizar edificios hasta niveles NZEB. Los nuevos programas de formación se dirigen a todos los grupos profesionales involucrados en el proceso de actualización. Basado en el compendio, se desarrollaron programas de formación para los siguientes niveles de EQF:[146]

- **EQF nivel 6-7:** Un programa de formación centrado en el diseño de DER para educación superior, 60 horas de formación (30 horas teóricas y 30 horas prácticas), con todos los requisitos necesarios.
- **EQF nivel 3-5:** Un programa de preparación que se incluirá en las formaciones profesionales de planes y actividades educativas para las profesiones del sector de la construcción, que consta de 24 horas teóricas y 36 horas de prácticas. También se desarrolló contenido de formación para profesiones orientadas a la ingeniería eléctrica y al sector energético, que consta de 24 horas de formación teórica y 18 horas de práctica.
- **EQF nivel 3-4:** Dos programas formativos para adquirir la cualificación profesional (especialización o cualificación similar de acuerdo con cada marco nacional de cualificación), para ser utilizados por los VTC (*Vocational Training Council, Consejo General de Formación Profesional*). Está compuesto por *16 horas de formación teórica y 24 horas de práctica*. Es un esquema integral para validar las competencias adquiridas en el lugar de trabajo, que consiste en pruebas de nivel de acceso, con formaciones teóricas, prácticas (8-12 horas) y un programa de evaluación.

**Meeting of Energy Professional Skills** desarrolló un novedoso programa educativo de construcción, de EQF nivel 7 con el objetivo de mejorar las habilidades profesionales en el diseño y construcción de NZEB. El programa educativo del nivel 7 de EQF desarrollado tiene como objetivo formar a profesionales en estrategias y tecnologías de edificios de consumos casi nulo (NZEB) para acelerar la adaptación de la EPBD [172]. Este programa educativo de nivel 7 de EQF en edificios de consumo casi nulo fue diseñado por 10 universidades y 3 agentes de mercado. Los programas de cada país incluyen todos los aspectos principales relacionados con edificios de consumo casi nulo, así como temas específicos de acuerdo con la necesidades y desafíos nacionales.

**El proyecto PROF / TRAC** cuantificó los déficits en los conocimientos mediante la asignación de las habilidades requeridas y la escasez de las mismas, de los profesionales con respecto a las tecnologías relacionadas con NZEB. *PROF / TRAC* desarrolló una plataforma abierta de formación y calificación para el desarrollo profesional continuo de profesionales del ámbito de NZEB, mediante el depósito de material formativo de uso gratuito en el sitio web del proyecto [173].

Además, el *PROF / TRAC* pone a prueba cómo se puede utilizar la aplicación de asesoramiento de Build Up Skills (proyectos H2020 BUS\_N @ W y BUStoB) para transferir información *CPD (Continuing Professional Development)* y breves "cursos de actualización" a profesionales de NZEB en los Países Bajos. *PROF / TRAC* desarrolla un esquema de calificación europeo basado en un enfoque por tareas como parte de un proceso de aprendizaje permanente para el desarrollo continuo y la formación de los profesionales. Este esquema de calificación también se utilizará para implementar la difusión de la aplicación de asesoramiento de Build Up Skills (ISSO, Rotterdam, Países Bajos). El Marco de Calificación *PROF / TRAC* NZEB se utilizó para diseñar investigaciones dentro de este proyecto.

**TripleA-reno** tiene como objetivo proporcionar a los habitantes de los edificios y a los profesionales de la construcción la información y las herramientas adecuadas para realizar reformas agradables, convenientes y asequibles. El proyecto aumentará la concienciación del comportamiento de los ocupantes, proporcionando herramientas de soporte que ayudan a que estos tomen decisiones fundamentadas y económicamente viables.

Los objetivos principales del **proyecto SkillCo** (Erasmus +) son definir e identificar las necesidades de habilidades existentes y previstas para elaborar y definir módulos de aprendizaje, con el uso de los principios ECVET (el Sistema Europeo de Crédito para la Educación y Formación Profesional), que podrían integrarse

en programas formales de EFP o utilizarse como cursos de formación [174]. En total se identificaron 4 habilidades para las cuales se desarrollarán unidades de aprendizaje y material de formación. Los campos en los que hemos identificado carencias de habilidades son: aritmética, alfabetización, competencias ecológicas y salud y seguridad ocupacional. Los módulos para estudiantes y empleados deben contener conocimientos y habilidades específicos. A través del escritorio y la investigación de campo, Skillco identificó las siguientes carencias de habilidades dentro de los campos mencionadas anteriormente [175]:

1. Competencias ecológicas en la construcción: reutilización de residuos industriales / de construcción; reciclaje (de uso seguro) de materiales potencialmente dañinos.
2. Seguridad y salud en el trabajo: medidas para la prevención de trastornos musculoesqueléticos y conceptos básicos de ergonomía.
3. Alfabetización: comprensión del cronograma de construcción, de la estructura de los trabajos de la construcción y comprensión de la documentación del proyecto, preparación de planificaciones temporales con el uso de TIC en la obra / uso de tecnología TIC para trabajos de construcción.
4. Numeración: cálculo de costes, pronósticos de gastos en la construcción para grupos de trabajo u objetos pequeños.

**El proyecto Net-UBIEP** desarrollado propone modelos de calificación BIM integrados con competencias de energía (NZEB), para una mejor comprensión de los problemas energéticos a lo largo de toda la cadena de valor de la industria de la construcción, de modo que, tanto los edificios existentes como los nuevos tengan mejores rendimientos energéticos. Las administraciones públicas, los profesionales (ingenieros / arquitectos), los técnicos (instaladores / mantenedores) y los inquilinos participarán en las actividades de Net-UBIEP [180]. Para cada grupo destinatario, se desarrollaron resultados de aprendizaje (lista completa en el O2.2.)

**BIMCERT** proporciona un portal de fácil acceso para formar a los trabajadores de la cadena de suministro de la industria de la construcción. El marco y los materiales que respaldan el portal mejorarán las habilidades BIM de los trabajadores, lo que conducirá a un mejor trabajo colaborativo que garantice edificios sostenibles y eficientes a nivel energético y una mayor calidad en toda la cadena de suministro de la construcción [163].

**ICARO** actualiza y crea desde el inicio la calificación de "Técnico de obras de construcción" en los países socios para que el conocimiento y las competencias enseñadas sean coherentes con las necesidades profesionales del sector de la construcción, que está sometido a un profundo proceso de transformación. En este contexto, ICARO también desarrollará pautas para el mantenimiento y la implementación de los aspectos innovadores relacionados con la calificación común de "Técnico en obras de construcción", que se difundirá a nivel de la UE, mejorando así la calificación general de FP en el sector de la construcción.

En el proyecto anterior, hay una buena base de aprendizaje de NZEB, especialmente mediante las iniciativas *Build Up Skills* dirigidas a diversas labores. *Fit-to NZEB* proporciona un marco muy bueno para desarrollar resultados de aprendizaje relacionados con el conocimiento, las habilidades y la responsabilidad en el área de NZEB, así como *PROF / TRAC*, que se utilizó para desarrollar el marco de la encuesta utilizada para la realización de este proyecto. *Net-UBIEP* es el primer proyecto, que desarrolló resultados de aprendizaje para NZEB y BIM mientras desarrollaba un esquema de calificación. *BIMcert* desarrolló una plataforma de aprendizaje efectiva para la formación permanente, donde el programa se dividió en pequeños módulos que se pueden seguir al ritmo del alumno, lo que permite a los trabajadores aprender habilidades BIM.

## 6 Conclusiones

Este informe sintetiza los resultados desde el informe O2.1 hasta el O2.4 e identifica y detalla claramente las necesidades, carencias y desajustes; nivel de competencia; nivel de calificación; forma en la que se pretende aplicar las habilidades y con ello la naturaleza típica del rol.

El análisis mostró que en el ámbito de NZEB, el potencial de las formaciones existentes está casi aprovechado, no obstante, necesita actualizarse a un nivel práctico y competente. Por otro lado, el campo BIM no está lo suficientemente desarrollado y las formaciones aún no están aprovechadas.

Con este análisis identificamos qué elementos necesitamos mejorar en las disposiciones educativas para mejorar la aplicación de los principios NZEB utilizando BIM.

## 7 REFERENCIAS

- [1] *The Architects' Council of Europe, "The architectural profession in Europe 2018 - a sectoral study," 2018.*
- [2] *T. Boermans et al., "Principles for nearly zero-energy buildings: Paving the way for effective implementation of policy requirements," 2011.*
- [3] *European Construction Sector Observatory, "Improving energy and resource efficiency," 2018.*
- [4] *A. Malleson, H. Kato, B. Popířilová, D. Watson, and G. Friberg, "NBS International BIM Report," 2016.*
- [5] PROF / TRAC - Plataforma de Formación Abierta y Plan de Cualificación para el Desarrollo Profesional Continuo para expertos del sector de la construcción.: Qualification\_scheme\_D3.2\_Final\_-\_protected, <http://proftrac.eu/nzeb-skills-and-qualification-scheme/the-qualification-scheme.html>
- [6] Marco de Conocimientos y Habilidades de BIM – Documento de Introducción, Foro australiano de la Industria de la Construcción y Consejo Austroasiático de Adquisiciones y Construcción, 2017, <https://buildingsmart.org.au/wp-content/uploads/BIM-Knowledge-and-Skills-Framework-Introduction-Documents-MAR2017.pdf>
- [7] Marco de Conocimientos y Habilidades de BIM , <https://buildingsmart.org.au/wp-content/uploads/BIM-Knowledge-and-Skills-Framework-FINAL-20170306.pdf>