



# CONTART

## EL OTRO PUNTO DE MIRA DE LA CONSTRUCCIÓN 4.0 DEL QUE NADIE HABLA.

**Antolín Valero, Beatriz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Colegio oficial de aparejadores, arquitectos técnicos e ingenieros de la edificación de Santa Cruz de Tenerife, Santa Cruz De Tenerife, España

**PALABRAS CLAVE:** La robótica en la construcción, Construcción 4.0, Tecnología, Cuarta Revolución Industrial, Arquitecto Técnico.

### RESUMEN

---

Que estamos inmersos en las nuevas tecnologías es algo obvio que todos sabemos y vivimos, pues ya es posible ver drones que ayudan en los repartos de paquetes, vehículos que se desplazan solos o software que conocen los hábitos de compra del consumidor. Pero la cuarta revolución industrial apenas acaba de comenzar y una gran brecha economía se abre ante la nueva era digital, grandes cambios se aproximan. ¿Estamos listos para lo que se nos viene encima?

La industria 4.0 pretende "industrializar" la construcción haciendo de nuestro sector "fábricas inteligentes" para hacer más casas en menos tiempo, abaratando costos y obteniendo un mayor beneficio. Pero, ¿no es antagónico que por un lado hagamos apología por salvar el planeta introduciendo nuevos materiales y nuevos sistemas de construcción "Passivhaus" ayudando así a mejorar el impacto medioambiental ahorrando en recursos naturales y por otro lado pretendamos industrializar la construcción pensando en hacer más casas en menos tiempo, absorbiendo así los recursos naturales?

Una de las mayores desventajas que la cuarta revolución industrial trae con las nuevas tecnologías es la sustitución del capital humano, se predice que un robot sustituirá a tres empleos ¿qué empleos quedarán sustituidos por robots?, ¿crees que el arquitecto técnico quedará sustituido por un robot?

Se habla de Construcción 4.0 como un nuevo impulso del sector hacia un cambio de paradigma, transformando el sector para convertirlo altamente productivo, eficiente, sostenible, competitivo y rentable. Muchos hablan del "Lean construction" como la nueva biblia de la organización en la construcción. Pero, igual que una herramienta no puede suplir el golpe de vista de un buen cantero, las nuevas herramientas digitales no pueden sustituir el pilar básico de la construcción, saber construir.

¿Realmente sabemos construir?, ¿podemos ser capaces de utilizar todas las herramientas que el nuevo sector de la construcción está poniendo a nuestra disposición sin saber construir?

Es importante reflexionar sobre todos los aspectos que pueden hacer mejorar, avanzar o evolucionar nuestra profesión valorando adecuadamente su influencia en la vida real.

## INTRODUCCIÓN

---

El objetivo de este trabajo es exponer tanto los beneficios como los inconvenientes que la cuarta revolución industrial está implantando a toda velocidad, concienciarnos del gran cambio al que estamos expuestos, saber a qué nos enfrentamos exactamente e intentar adoptar la mejor decisión para corregir aquellos hábitos que hemos adquirido y que no nos dejan avanzar.

Si hacemos un pequeño repaso por la historia y por su producción podemos ver que, una vez las revoluciones industriales se ponen en marcha, los cambios se producen con mucha rapidez, pero hoy en día la sociedad está profundamente interconectada y eso hace que la cuarta revolución industrial crezca a un ritmo exponencial.



Figura 1. Resumen gráfico de las diferentes revoluciones industriales mundiales. Fuente google.

El primer gran cambio en nuestra forma de vida fue hace diez mil años con la revolución agrícola, gracias a la domesticación de los animales se pudo combinar el esfuerzo humano con el de los animales. La primera revolución industrial (1760 - 1840), marcó el comienzo de la producción mecánica con la invención del motor de vapor, la construcción del ferrocarril redujo los tiempos en la logística mecanizando la industria del textil, lo cual, aumentó la productividad y la eficiencia, de tal manera que el viejo taller artesanal quedó sustituido por la nueva fábrica mecanizada. [3]

La segunda revolución industrial (1870- 1914), fue marcada por la electricidad que ganó terreno al vapor como fuente de energía y el petróleo contribuyó al desarrollo del motor de explosión y a nuevas formas de transporte como el automóvil o el avión. [3]

La tercera revolución industrial o revolución digital comienza por los años 60.

Las bases sobre las que se asentó esta revolución fue la transformación de las comunicaciones y las tecnologías de la información, principalmente por el nacimiento de internet y el desarrollo de nuevas formas de energía y su almacenamiento. Sin duda, el desarrollo de las telecomunicaciones y de las energías renovables han generado un cambio no solo en los procesos de producción, sino en la creación de nuevas oportunidades de negocios y cambios en diversos aspectos sociales. [3]

Y a día de hoy, nos encontramos haciendo la inmersión en la cuarta revolución industrial o industria 4.0, basada en la inteligencia artificial (IA) bautizada así por el economista alemán y fundador del Foro Económico Mundial Klaus Schwab en 2016 y que se define como una inteligencia llevada a cabo por máquinas. Estamos hablando de la era de los robots.



# CONTART

*"Estamos al borde de una revolución tecnológica que modificará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. En su escala, alcance y complejidad, la transformación será distinta a cualquier cosa que el género humano haya experimentado antes", vaticina Klaus Schwab, autor del libro "La cuarta revolución industrial". [1]*

Está claro que nos encontramos ante una nueva era económica, social y tecnológica que obliga al sector industrial a reinventarse para poder adaptarse a esta nueva realidad. Pero, ¿cómo impacta la industria en la construcción?, ¿cómo será dicha transformación en el sector de la construcción 4.0?, ¿estamos preparados?

Éstas son las tecnologías que están cambiando el panorama y construyendo el universo de la industria 4.0: [2]

- **Big Data.** Donde se almacenan los datos de casi todo lo que hacemos. Por ejemplo: cuando ponemos el modo aleatorio del reproductor Spotify o Netflix, cuando usamos Google Maps o pedimos un Uber, cuando Amazon nos presenta las recomendaciones de compra en base a nuestros gustos, etc.
- **Robots autónomos.** Capaces de operar sin intervención humana. Pueden llevar a cabo tareas logísticas y de producción de manera automática. Pueden llevar a cabo muchas de las tareas que hasta ahora sólo llevaban las personas. Por ejemplo: el Robot Sam, que trabaja seis veces más rápido que un albañil y es capaz de poner 3000 ladrillos en un día.
- **Fabricación aditiva = impresión 3D:** Puede fabricar piezas sin restricciones geométricas y testar el producto de manera rápida y eficaz.
- **Realidad aumentada.** Gracias a esta tecnología podemos enviar instrucciones de montaje a través de gafas de realidad aumentada o de móvil, hacer diagnósticos de errores e incluso reparaciones de manera remota. Por ejemplo: ponerte una gafa de realidad aumentada y dar unavuelta virtual por tu futura casa.
- **IOT.** Internet de las cosas, es la interconexión de objetos cotidianos con internet. Las tecnologías se interconectan a través de una red IP, máquinas, productos y piezas se pueden comunicar entre sí. El 5G pronto llegará.
- **Ciberseguridad.** Se necesita que todos los procesos y todos los accesos a nuestros datos, trabajo e información estén a salvo de cualquier amenaza o fallo en los sistemas de producción.
- **Cloud computing.** La computación en la nube es un paradigma que permite ofrecer servicios de computación a través de Internet. Gracias a este paso el software se ha librado del hardware, cosa que ha dado acceso a muchas empresas del sector industrial a trabajar con este tipo de servicio.
- **BIM:** building Information Modeling es toda una realidad en el sector de la construcción. Su aplicación en proyectos de edificación permite ahorrar tiempo y dinero gracias a su capacidad de gestionar los datos de un edificio o construcción durante su propio ciclo de vida.

*La tecnología no es una fuerza exógena sobre la cual no tenemos control. No estamos limitados por una elección binaria entre «aceptarla y vivir con ella» y «rechazarla y vivir sin ella». [1]  
...las innovaciones tecnológicas más importantes están a punto de generar un cambio trascendental en todo el mundo, algo inevitable. [1]*



# CONTART

## DESARROLLO

---

Tal y como ya sabemos la industria 4.0 pretende "industrializar" a la construcción convirtiendo el sector en "fábricas inteligentes" con el objetivo de construir más casas en menos tiempo, abaratando costos y obteniendo un mayor beneficio. [6]

Pero, el gran número de preguntas que invaden la cabeza tiende a infinito, ¿qué pasará en el futuro?

¿estamos preparados para la nueva era digital? ¿cómo afecta la industria 4.0 a la economía? ¿y al capital humano? ¿desaparecerá el oficio del albañil? ¿qué oficios desaparecerán? ¿habrá mucho desempleo? ¿el arquitecto técnico quedará sustituido por un robot?, si industrializamos la construcción ¿habrá más contaminación? ¿absorbemos más o menos recursos naturales? ¿seremos capaces de utilizar las herramientas que el nuevo sector de la construcción pone a nuestra disposición? ¿sabemos realmente construir o sólo lo creemos?

Éstas son a día de hoy algunas de las cuestiones que más nos preocupan y que sin duda, necesitamos aclarar para comprender mejor el futuro que nos espera.

En éste trabajo vamos a responder a todas esas preguntas. Hablaremos sobre los tres pilares a los que la industria 4.0 afecta más directamente a la construcción. Economía y trabajo, industrialización y medio ambiente, construcción y nuevos métodos.

### **Economía 4.0**

Si hablamos sobre economía, sabemos que la industria 4.0 producirá cambios económicos y sociales tan descomunales que son casi imposibles de prever. Pero a día de hoy, por el momento, sin sumergirnos mucho entendemos que la economía de la cuarta revolución industrial ocasionará:

- Un aumento de la desigualdad social, ya que la clase media será la que más sufrirá, la más afectada por la automatización hasta tal punto que desaparecerá. Se excluirá al personal poco cualificado o semicualificado y se concentrará el trabajo en los mandos de alta cualificación. Quedando así una brecha social bastante preocupante donde los ricos serán los más beneficiados.
- Un mayor consumismo a menor precio y de manera más rápida = más producción= calidad de trabajo (menos horas de trabajo) = aumento de vida= envejecimiento más longevo= menos dinero para jubilaciones.
- Destrucción de desempleo actual y creación de nuevos oficios.

Como ya se ha mencionado, la era digital transformará personas, procesos y tecnología abarcando todos los niveles de una empresa, afectará tanto a empleados como a su forma de trabajo, entonces, ¿realmente estamos preparados para la nueva era digital?, la respuesta según un estudio realizado por el doctor en sociología Rafael Conde nos dice que *"la tecnología, a día de hoy en lugar de resolver los problemas que la sociedad tenía, los está acelerando, "no estamos preparados para esta revolución tecnológica, principalmente porque hay preguntas que son nuevas y que no somos capaces de responder", "La tecnología está incrementando las brechas. Está dejando todavía más fuera a la gente mayor, sin recursos o con discapacidad. "Falta formar a la población sobre todas éstas tecnologías para poder digerir todo lo que está ocurriendo"* [4]. Y es cierto, por desgracia, a día de hoy, todavía hay personas que piensan que navegar por internet es subir a un barco de algún bonito lugar del mundo.

También sabemos que con la llegada de la automatización muchos de los puestos de trabajos serán destruidos y desaparecerán, *"cualquier trabajo que sea rutinario o predecible, será hecho por un algoritmo matemático en cinco o 10 años más"*. Esa es la proyección de John Pugliano, autor de *"Vienen los robots: una guía de supervivencia humana para ganar dinero en la era de la automatización"*. [10]

A día de hoy, se predice que 1 robot sustituirá el trabajo de tres humanos, que habrá una pérdida de 75 millones de puestos de trabajos para el 2025, pero que se crearán 133 millones de nuevos empleos y que algunos de ellos todavía no existen en la actualidad. [11]

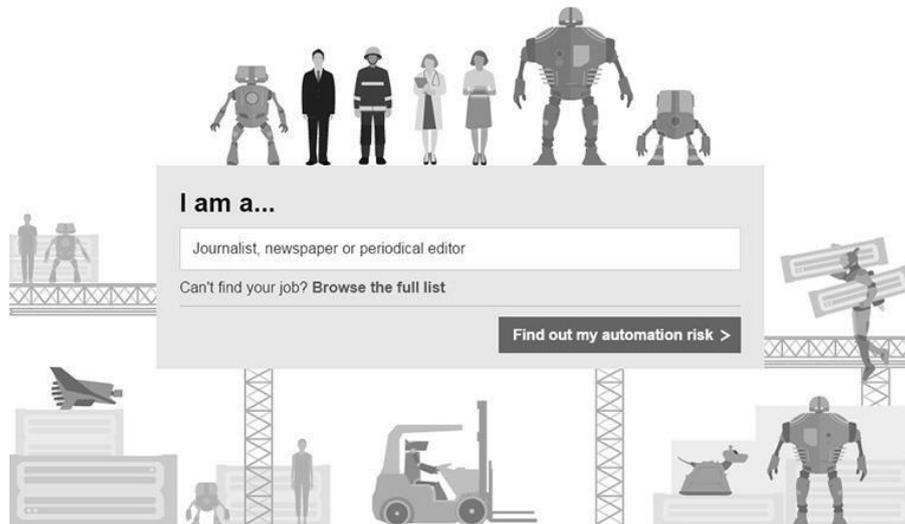


Figura 2. sustitución del capital humano. Fuente google.

Algunas de las profesiones con más riesgo de automatización:

¿Y qué ocurre en el sector de la construcción? ¿desaparecerá el oficio del albañil?

Ya hay en el mercado varios robots albañil, conocemos a HADRIAN X un robot capaz de colocar, cortar y pegar 1000 ladrillos a la hora. Cuenta con un brazo de 28 metros con una cinta transportadora por la que viajan los ladrillos. Según sus creadores, FastBrick Robotics, podría construir una casa en 2 días y 150 hogares en un año, también conocemos al robot SAM que coloca 3000 ladrillos en un día y está formado por una plataforma móvil, una cinta transportadora, un brazo mecánico y una bomba de cemento. A diferencia de HADRIAN X, SAM necesita dos operarios para funcionar: uno para cargar ladrillos en la plataforma y otro para alisar el mortero que la máquina deposita sobre los bloques.

Mientras un albañil humano coloca 500 ladrillos al día, un robot puede colocar hasta seis veces más.



# CONTART

Tabla 1. libro cuarta revolución industrial de Klaus Schwab [1]

<i>Probabilidad</i>	<i>Ocupación</i>
0,99	Vendedores vía telefónica
0,99	Preparadores de impuestos
0,98	Evaluadores de seguros de daños en automóviles
0,98	Árbitros y otros jueces deportivos
0,98	Secretarios jurídicos
0,97	Camareros de restaurantes, salones y cafés
0,97	Compraventa de bienes inmuebles
0,97	Contratistas de trabajo agrícola
0,96	Secretarías y asistentes administrativos, excepto los jurídicos, médicos y ejecutivos
0,94	Entregas y mensajería

El precio de venta de SAM es de 500.000 dólares y el de HADRIAN X es de 2 millones de dólares. [7][8][9]



Figura 3. Hadrian X trabajando. Imagen de FastBrick Robotics

Ni HADRIAN ni SAM pueden afrontar situaciones complejas, no pueden improvisar. Los robots están pensados para realizar el trabajo pesado y colaborar con los humanos.

Y los arquitectos técnicos, ¿serán sustituidos por robots?

Según el estudio *The Future of Jobs*, realizado durante la celebración de El Foro Económico Mundial en 2018 sobre el futuro de los empleos, los trabajos relacionados con la ingeniería y la arquitectura, entre otros, muestran un crecimiento sólido, debido al aumento de los mercados emergentes, el cambio climático, la masificación de impresión 3D y la volatilidad geopolítica, entre otros factores.



# CONTART

Según sostiene Hasan Bakhshi, director de Economía Creativa - *"empleos como artistas, músicos, diseñadores, programadores, arquitectos, relaciones públicas son esenciales no solo en las industrias estrictamente creativas, sino en casi todos los sectores de la economía"*. [12]

Y en este mismo sentido, Mark Cuban (empresario estadounidense) afirma que los trabajos relacionados con las habilidades cognitivas, el pensamiento crítico y la creatividad están menos expuestos a ser reemplazados por robots.

¿cómo será el arquitecto técnico del 2030?

Los Arquitectos Técnicos somos los técnicos con mayor versatilidad de adaptación en circunstancias cambiantes del mercado de trabajo. Ya lo hicimos recientemente en la crisis del 2008 y ahora, día a día seguimos formándonos para trabajar mano a mano con la tecnología del futuro.

Si los robots no improvisan ni son creativos ni resolutivos tendrá que haber un técnico preparado y dispuesto a resolver cada una de las improvisaciones que vayan surgiendo en el transcurso de la obra. Tal y como hoy en día, pero con herramientas tecnológicas más potentes que faciliten resolver la tarea de manera más eficiente.

Según DaVinci Institute ha analizado las profesiones que serán las más buscadas (y por ahora ni se conocen). Las ha clasificado en 16 áreas. Algunos de los empleos más sorprendentes serán éstos: [5]

1. Optimizadores en el tráfico de drones.
2. Chef de alimentos en impresoras en 3-D.
3. Minimizadores del impacto del medio ambiente.
4. Banqueros, abogados y reguladores de criptomonedas.
5. Arquitectos e ingenieros de tráfico automatizado.
6. Ingenieros de sistemas operativos sin conductor.
7. Diseñadores de viajes sin conductor.
8. Secuenciadores de genes.
9. Científicos de ADN.
10. Gastrónomos moleculares.
11. Psicólogos y terapeutas de plantas.
12. Diseñadores de avatares.
13. Diseñadores de sistema de energía en el espacio.
14. Terapeutas de aumento de la memoria.
15. Conductores de lombrices robóticas.
16. Cirujanos de la amnesia (médicos que serán expertos en la eliminación de malos recuerdos o comportamiento destructivo).

En la siguiente tabla (tabla2) se muestra algunas de las profesiones actuales con menos riesgo de automatización.



Tabla 2. libro cuarta revolución industrial de Klaus Schwab [1]

<i>Probabilidad</i>	<i>Ocupación</i>
0,0031	Salud mental y trabajadores sociales de abuso de sustancias
0,0040	Coreógrafos
0,0042	Médicos y cirujanos
0,0043	Psicólogos
0,0055	Gestores de recursos humanos
0,0065	Analistas de sistemas de cómputo
0,0077	Antropólogos y arqueólogos
0,0100	Ingenieros marinos y arquitectos navales
0,0130	Gerentes de ventas
0,0150	Altos ejecutivos

## La industrialización de la construcción 4.0 y la filosofía medio ambiental

La industria 4.0 pretende modernizar el sector de la construcción e “industrializarlo” con el objetivo de conseguir dos propósitos. Por un lado, conseguir que la construcción pueda avanzar al ritmo de las nuevas tecnologías emergentes evitando así que se quede estancada en el pasado. Y, por otro lado, hacer más casas en menos tiempo, abaratando costos y obteniendo un mayor beneficio.

Es curioso que por un lado se haga apología para salvar el planeta, se luche contra la contaminación, se investiguen en nuevos materiales inteligentes y menos contaminantes, se piense en el ahorro de energía con la construcción de viviendas “Passivhaus”, y sin embargo por otro lado sólo se piense en industrializar la construcción con el objetivo fijado de construir más en menor tiempo para ganar más.

¿Nos preocupa el medio ambiente o el bolsillo? ¿oportunidad o filosofía medio ambiental? Construir más significa acabar con los pocos recursos naturales que le quedan al planeta. Las casas necesitan agua, las casas generan residuos, las casas contaminan.

El 50% de todos los recursos naturales se destinan a construcción. El 45% de la energía generada se utiliza para calentar, iluminar y ventilar edificios. El 40% del uso global del agua es para la construcción. El 60% de la mejor tierra cultivable que deja de utilizarse para la agricultura se utiliza para la construcción. El 50% del calentamiento mundial lo produce el consumo de combustible fósil utilizado para la construcción. Sólo el 2,7% del agua consumida al día es para beber. [13]

El sector de la construcción representa el 39% del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido a la atmósfera la vez que genera el 30% de los residuos sólidos y el 20% de la contaminación de las aguas. Por lo que podríamos concluir que la mitad del CO<sub>2</sub> expulsado a la atmósfera está relacionado con la construcción de edificios a lo largo de todas sus fases: construcción, uso y posterior demolición. En consecuencia, el sector de la construcción tiene que desempeñar un papel importante en la reducción de la amenaza del cambio climático.



# CONTART

Según Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la humanidad vive como si tuviera 1,75 planetas a su disposición. La actual sobreexplotación de los recursos naturales está generando un enorme déficit, ya que cada año se consume un 20% más de los que se pueden regenerar y ese porcentaje no deja de crecer. Los seres humanos estamos agotando esos recursos naturales del planeta y los niveles de calidad de vida empezarán a declinar hacia el año 2030 a menos que se tomen medidas inmediatas.

Si seguimos a este ritmo, necesitaríamos 2,5 planetas para abastecernos en el año 2050, según el último informe Planeta Vivo. [14]

Según un estudio que realizó Jaime Flexas, doctor en Biología por la Universidad de las Islas Baleares, los tres desafíos medioambientales más importantes a nivel nacional son *"reducir las emisiones de CO2, racionalizar el uso del agua y avanzar en la transición hacia las energías renovables"*. Aunque existen muchos otros, como la descontaminación de los océanos o la desalinización de los suelos, el experto destaca estos porque *"por un lado, España es de los pocos países europeos que no solo no ha cumplido con los compromisos del Protocolo de Kyoto que firmó hace más de 20 años, sino que ha aumentado sus emisiones anualmente, por ejemplo, en 2017 fueron de un 4,4% más"*. Además, añade, *"por su clima mediterráneo, la sequía es un factor ambiental de peso y la sociedad no se toma en serio el consumo de agua. Al ser un producto de primerísima necesidad, está muy subvencionado, pero si se sometiera a las reglas de la oferta y la demanda, su elevadísima demanda y su baja disponibilidad la convertirían en un producto de lujo"*. Por último, *"también choca que un país conocido por su sol produzca menos energía solar que los 'perennemente nublados' como Holanda o Alemania. España a día de hoy desperdicia sus recursos medioambientales"*. [15]

¿Aumentará la construcción en 10 años?

Según La Asociación de Promotores y Constructores de España (APCEspaña) se calcula que el mercado español necesitará cada año entre 120.000 y 150.000 viviendas de nueva construcción hasta 2030 para cubrir la demanda [16]. A día de hoy se construyen unas 100.000 viviendas por año. Son 20.000 viviendas más por año. Dentro de 10 años se prevé que habrá 49.000.000 millones de habitantes.

Con lo cual, si dividimos 49.000.000 millones de habitantes entre 26.000.000 millones de casas, el resultado es de (1,88) dos personas por casa.

Lo cierto es que ese nuevo parque de viviendas será construido por los criterios de Edificios de Consumo que verá reducido el CO2.

Si hacemos un comparativo más o menos aproximado de las emisiones de CO2 que produce una casa estándar y otra pasivas podemos ver que:

Un hogar estándar de unos 90 m2 emite 12,5 toneladas de CO2 al año. [17]

Para hacernos una idea vamos a compararlo con el volumen de una piscina de 8m\* 4m \* 1.5m = 48m3 1 tonelada de CO2 = 510m3 con lo cual equivale a unas 10 piscinas.

Si hacemos la misma operación para una casa, el resultado sería 125 piscinas por vivienda. Si ahora multiplicamos 125 piscinas por 26.000.000 millones de casas el resultado es de 3.250.000.000 de piscinas.

Ahora bien, si queremos saber que superficie en km2 ocupa la cantidad de 3.250.000.000 piscinas el resultado es 104.000 km2 que equivaldría a llenar con piscinas de 1,5 m de profundidad más de dos veces la superficie de la comunidad de Extremadura. La construcción necesita realizar un giro de 180º urgentemente.

Si ahora hacemos ese cálculo para una casa pasiva, una casa pasiva lanza 10 Tn de CO2 menos al año a la atmósfera, eso quiere decir que una casa pasiva produce alrededor de 2,5 Tn de CO2 al año.

Si hacemos la misma operación para una casa, el resultado sería 25 piscinas por vivienda. Si ahora multiplicamos 25 piscinas por 26.000.000 millones de casas el resultado es de 650.000.000 de piscinas. Pero el CO2 sería lo único que se reduce en comparación con una casa no pasiva ya que la generación de residuos y la contaminación de las aguas producidos por las nuevas viviendas aumentarían, al igual que el consumo de los recursos naturales. Porque todos sabemos que las casas se tienen que construir en algún trozo de tierra, solar, parcela. Y eso no hace falta que se justifique con ninguna fuente científica ni con ningún estudio, no hay que demostrar nada, no hace falta ninguna tesis. Construir casas nuevas es consumir recursos naturales, es generar residuos, es contaminar.



# CONTART



Figura 4. Arquitectura verde. Fuente Google

## Construcción 4.0 y nuevos métodos

Si seguimos hablando sobre la Construcción 4.0 como un nuevo impulso del sector hacia un cambio paradigmático con el fin de transformarlo en un sector más productivo y competitivo, eficiente y sostenible y además rentable, está claro que lo primero que tenemos que hacer es reaprender, aprender a desaprender para dejar de hacer lo mismo de la misma manera. Y es lo que pasa con la introducción del "Lean construction" a la construcción, aparece como la nueva biblia de la organización donde se planifican reuniones semanales, se genera un compromiso general entre todos los participantes de la obra y se liberan restricciones con el fin de evitar sobrecostes y retrasos.

Pero, ¿se puede organizar sin saber construir?, ¿se puede hacer una medición sin saber construir?, ¿se puede realizar un presupuesto sin saber construir?, ¿se puede realizar un planning de obra sin saber construir? La respuesta es SI cuando debe de ser NO y eso es lo preocupante, creemos que sabemos construir, pero la realidad responde en % de patologías.

A continuación, podemos ver % del origen de las patologías que se producen en las construcciones [18]:

- Proyecto 40-50%
- Ejecución 30-35%
- Materiales 10-15%
- Uso y mantenimiento 10-12%

Como podemos comprobar, la mitad de los problemas son generados por patologías de proyectos mal redactados, mal estudiados, mal definidos, invenciones que el papel puede aguantar, pero que la realidad demuestra que no. Se construye lo que se plasma. Y si queremos buscar justificación de éstos resultados quizá tengamos que volver al lugar de donde salimos, la universidad. Quizá tengamos que poner la vista en el docente que nos forma.

A lo mejor, quizá ese sea el problema. ¿Es adecuada la formación que recibimos en la universidad? ¿El perfil de los docentes es el adecuado? ¿Tienen los docentes una visión práctica de los contenidos que imparten, avalada por una experiencia profesional suficiente?

Hasta que la política de formación no haga el giro correspondiente da igual que se introduzcan nuevas herramientas como el "Lean Construction" o el "BIM", seguiremos en el mismo punto de partida, cometiendo los mismos errores de siempre, con los mismos sobrecostes, con los mismos retrasos y planificando obras irreales, sólo que ahora a lo mejor con un margen de error un poco más pequeño ya que al venir de fábrica y disponer de algún que otro aparato nuevo algo puede mejorar.

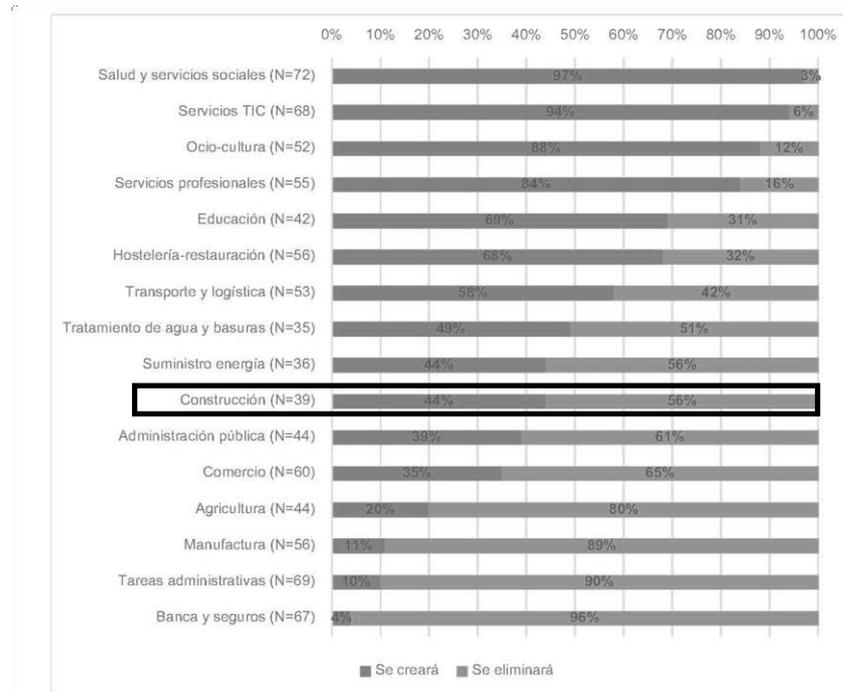
Figura 5. la realidad en la calle. Fuente google.



## RESULTADO

La información desarrollada de la primera parte del estudio ha sido obtenida del libro de Klaus Schwab. La cuarta revolución industrial [1] y del estudio realizado por Ramón Alós. [19] A continuación, se muestra el porcentaje de creación y destrucción de empleo en España con previsión futura al 2025 según un estudio realizado por Ramón Alós. [19]

Tabla 3. Cuestionario 2018. Nuevas tecnologías y futuro del empleo. Fuente Ramón Alós [19]



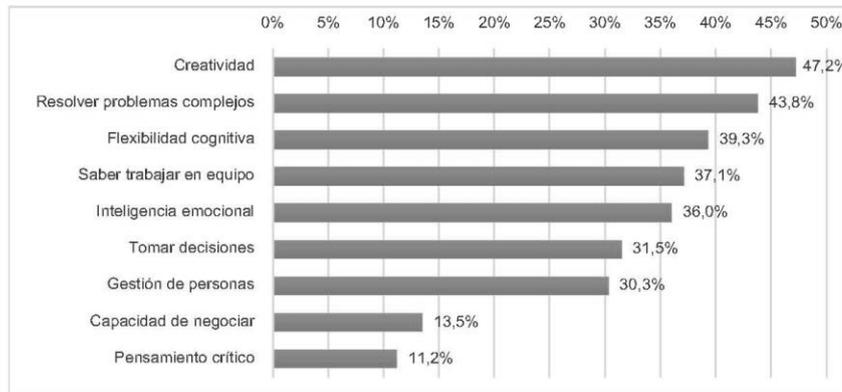
En la tabla 3, se muestran los diferentes sectores de actividad ordenados de mayor a menor respuesta de creación y eliminación de empleo.



# CONTART

Se puede apreciar que el sector de la construcción elimina un 56% y crea un 44%. Eso quiere decir que los robots aparte de colaborar con los oficios también los destruyen.

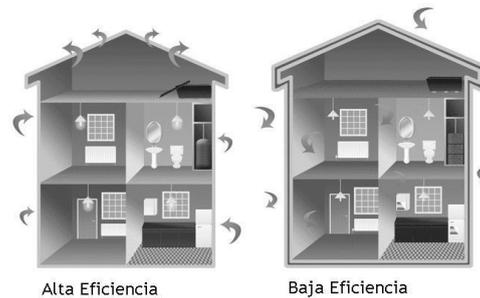
Tabla 4. cuestionario 2018.Nuevas tecnologías y futuro del empleo. Fuente Ramón Alós [19]



La tabla 4, muestra una lista de competencias buscadas para los trabajos de los próximos años. Podemos observar que todas esas competencias son habilidades y cualidades desarrolladas por el arquitecto técnico a día de hoy en nuestra profesión. Somos el técnico más polivalente de la construcción a día de hoy.

Y si hablamos del medio ambiente y la construcción 4.0, muchos son lo que hablan de construir obras nuevas, pero pocos los que nombran la rehabilitación. Con una política de rehabilitación energética más dinámica y activa, se puede reducir de forma significativa el consumo de energía de la edificación, y al mismo tiempo, contribuir a la creación de empleo (unos 390.000, según datos de CCOO). Asimismo, se lograría transformar el sector con edificios de muy bajo consumo energético, al igual que ya están haciendo otros países de nuestro entorno. El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) defiende que la rehabilitación es la mejor manera de reducir las emisiones del sector residencial. Asimismo, subraya que, aislando en profundidad las viviendas, los ciudadanos podrían ahorrar hasta un 85% en sus facturas energéticas. Rehabilitar es la clave, los edificios existentes reducirían el CO2, se ahorraría en recursos naturales, las ciudades se mostrarían más bonitas, se produciría empleo, etc. Todo son ventajas.[20]

Evangelina Nucete, Técnico en eficiencia energética de WWF España, sostiene: *"La rehabilitación de edificios es clave para cumplir con los objetivos comunitarios para 2020 del 20% de ahorro energético y del 30% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero"*. Y añade: *"El sector de la construcción está listo para afrontar este reto, pero necesita los marcos políticos y normativos adecuados para que se implanten de forma satisfactoria"*.[20]



### Potencial de Ahorro Energético y de Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> del Parque Residencial existente en España en 2020



Figura 6. fuente google

Y si hablamos de industrializar la construcción es **condición sine qua non** acceder a un modelo de enseñanza 4.0. No basta con el simple uso de tecnologías digitales, sino que se requiere de un cambio en diferentes órdenes, desde la universidad a partir de los diseños curriculares que incorporen los aprendizajes centrados en “aprender haciendo” método que favorece la creatividad, el espíritu crítico y la motivación en el alumno en aprender. Esto representa un nuevo rol del profesor universitario que, debe entender cuáles son los procesos que cada acto de enseñanza provoca en sus estudiantes a fin de poder ajustar el proceso y su transformación en un verdadero coaching educativo. La Universidad 4.0 debe reorientar la producción científica y tecnológica hacia el ámbito socio productivo, para poder construir espacios reales y virtuales para el desarrollo productivo y hacia el talento 4.0 con tecnología avanzada. [21]

Tabla 5. Las generaciones y su contexto tecnológico (Recreado de Ricaurte y Ortega, 2013, p. 19)

#### La generación millennials

Generación	Baby Boomer 1946-1964	Generación X 1965-1980	Generación Y 1981-1997	Generación Z 1998-2009	Generación alfa 2010-2025
Contexto histórico-cultural	Idealista, pacifistas Liberación sexual Libertad de expresión Beatles, Rolling Stone, Elvis Priestley	Guerra fría Críticos activistas Cultura de masas, Trova, Nirvana, Madonna, U2 Migrantes digitales	Globalización, Fin de la guerra fría, Revolución digital, Ambientalistas. Primeros nativos digitales. Britney Spears, Eminem, tecno, reggaeton	Ultramodernidad 11S Guerra de Irak Crisis financiera 2008 Nativos digitales, Hiperconectados, Multitareas, Justin Bieber Emos	Primavera árabe 2011 Era post panóptica Hackers Snowden. Wikileaks Narcotráfico Conciencia ecológica Hipsters, Uber, Aibnd
Contexto tecnológico	Teléfono de radio, cine, discos de acetato, cámara polaroid, primeras computadoras	TV blanco y negro, TV color, TV por cable, Beta, Atari, celular, Walkman, ARPA; LAN	Teléfono de teclas, beeper, Nintendo, Playstation, CD, DVD, MTV, Nickelodeon, Discman, mp3, www, Yahoo, Hotmail, Windows, email, Chat, Webcam, Disquete. Web 1.0	Cámaras digitales, Google, Wikipedia, You Tube, Celulares 3G, GPS, Web 2.0, Videochat, Facebook, Twitter, Ipod, Iphone, SMS, USB, Netbook, Ipad, Gmail, Bluetooth, Wireleses, Routers, Geolocalizadores.	Web 3.0 Touch, Cámara frontal, Selfie, Spotify, Whatsapp, Waze, Big data, Netflix, Tinder, Snapchat, Instagram, Iwatch



# CONTART

En la tabla 5, se muestra una comparación entre las diferentes generaciones y sus contextos principales histórico y cultural.

El futuro próximo es de la generación Millennials, desafiantes de la educación tradicional a través de la apropiación de nuevas formas de aprendizaje. Son jóvenes que, nacidos en un contexto social con medios tecnológicos y de comunicación a su alcance, utilizan estos recursos de forma productiva y los consideran parte de la vida cotidiana.

Las redes sociales (dándole el uso adecuado) son unas de las mejores herramientas de trabajo para poder aprender, enseñar y seguir formándose de una manera diferente, de una manera más real sin necesidad de desplazarse del sitio.

Pero resulta que la generación que ha nacido con medios tecnológicos reciben clase de la generación que nació con las cámaras polaroid o con la TV en blanco y negro. Seguro que todavía hay un grupo llamado la resistencia que sigue dando clases con transparencias de papel de acetato. [21]

La nueva era reclama redes sociales, ¿se puede enseñar construcción a través de redes sociales?, la respuesta es SI.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de perfiles de Instagram:

Tabla 6. redes sociales. Formación a través de Instagram. Tabla elaboración propia.

	<p>Enrique Alario <a href="#">@enriquealario</a> <a href="http://www.enriquealario.com">www.enriquealario.com</a></p> <p>Nuestro compañero Enrique Alario, pionero de las redes sociales escribe pequeños post en su blog de construcción explicando cómo se ejecutan paso a paso algunos de los trabajos de obra. También habla y debate en su “Onsite Podcast de construcción” en spotify los temas más relevantes del estado actual con especialistas del sector.</p>
	<p>Piscinas de Cemento <a href="#">@piscinas_de_cemento</a> <a href="http://www.piscinasdecemento.com">www.piscinasdecemento.com</a></p> <p>En éste perfil nos introducimos en el mundo del cemento, su autor nos enseña a construir piscinas de cemento llevándonos mediante sus historias de Instagram a pie de obra y viendo desde primer plano la construcción de una piscina paso a paso .</p>
	<p>e-struct <a href="#">@e_struct.app</a> <a href="http://www.e-struct.com">www.e-struct.com</a></p> <p>Empresa especializada en cálculo de estructura de una manera sencilla y económica. Tiene un blog que hablan de construcción, estructuras, rehabilitación y siempre aportando soluciones fáciles de ejecutar. Empresa que facilita la vida del técnico.</p>



# CONTART

	<p>Beatriz Antolín @atbeatrizantolin <a href="http://www.beatrizantolin.com">www.beatrizantolin.com</a> Arquitecto técnico de humor sarcástico que expone las peripecias del día a día en el mundo de la construcción de manera animada, demostrando a través de sus historias a todos los públicos que es una “arquilocura”, incluso concienciando mediante “obras de arte” que en construcción no todo es válido.</p>
	<p>En Instagram hay muchos perfiles de ingeniería que te muestran las nuevas tecnologías del futuro y su funcionamiento, también los desastres y locuras constructivos, nuevos materiales y sus aplicaciones, etc. Seguimos formándonos día a día digitalmente a través de las redes sociales.</p>

-Ventajas que nos ofrecen las redes sociales en el proceso formativo: [22]

**Contactos y conexiones:** usando estas redes para compartir, aprender y “unir lazos”. Las redes funcionan como un gran escenario en el que los alumnos entienden su formación como un objetivo de grupo. Inciden en el trabajo colaborativo.

**Diálogo abierto:** intercambiando ideas, conocimientos, estableciendo acciones colaborativas

**Acceso a expertos:** poder “conversar” con expertos en campos específicos ayuda a los alumnos y a docentes a promover la iniciativa personal.

**Efecto multiplicador:** no hay un emisor y múltiples receptores. Los emisores se multiplican exponencialmente.

**Adquisición de nuevas habilidades:** personales y profesionales ya que el uso de las redes por parte del alumno incentiva que éste sea cada vez más autónomo y se familiarice a un ecosistema en constante cambio y evolución. Desde el punto de vista del desarrollo profesional, los alumnos adquieren destrezas en el uso de estas redes y otras aplicaciones tecnológicas que son fundamentales y esenciales en acceso al mercado laboral actual.

**Visibilidad y marca personal:** tanto para docentes como para alumnos las redes sociales funcionan como un enorme amplificador de nuestros puntos fuertes como profesionales. Cada vez que compartimos información nos transformamos en “content curator” recomendando uno u otros contenidos.

**Aprender haciendo:** ayudando a los alumnos a tomar decisiones identificando qué es información de valor y qué no lo es, por lo que también se promueve su autonomía.

**Formación permanente:** en un mundo tan cambiante el docente no puede quedarse atrás y ha de estar al día.

**Refuerzo del liderazgo:** el docente no solo genera y apuntala su propia marca personal, sino que además puede convertirse en un verdadero líder de opinión para sus alumnos, ya que localiza, agrupa, organiza y comparte online el contenido mejor y más relevante sobre un tema concreto.

También presentan inconvenientes si no se le dan el uso adecuado, como por ejemplo, distracción, dependencia, reducción de relaciones humanas, adicción a redes sociales, falta de consenso en los aspectos jurídicos, publicación de información personal.



# CONTART

## CONCLUSIONES

---

Es evidente que la tecnología 4.0 afectará a la economía y al empleo del país, pero todo evolucionará satisfactoriamente si los técnicos seguimos formándonos y adaptándonos a los nuevos tiempos.

Por otro lado, no hagamos apología del medio ambiente si lo que realmente nos importa es el dinero que entra a nuestros bolsillos. Apoyemos la rehabilitación y la construcción verde. Hagamos de la arquitectura un mundo más sostenible respetando los recursos naturales que nos ofrece la naturaleza.

Y por últimos y con ello termino, modernicemos la enseñanza universitaria. Sin modernización no hay progreso. Intentemos eliminar esos errores de patologías que nos van persiguiendo desde hace muchas décadas y no nos dejan avanzar. Aprendamos a construir y a transmitir de manera diferente. Enterremos de una vez por todas la frase "eso se ha hecho así toda la vida". Evolucionemos junto con las nuevas tecnologías. Concienciémonos de una vez por todas que en construcción no todo vale, que existen límites y los límites sólo los pones tú.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y CITAS EN EL TEXTO

---

- [1] Klaus Schwab. La cuarta revolución industrial. Accedido el 20 de enero del 2020 desde [http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20\(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20(1).pdf)
- [2] Hablemos de empresas. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://hablemosdeempresas.com/grandes-empresas/tecnologias-en-la-industria-4-0/>
- [3] Instituto europeo de postgrado. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://www.iep.edu.es/proxima-parada-quinta-revolucion-industrial/>
- [4] Open mind BBVA. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/mundo-digital/estamos-preparados-para-absorber-la-revolucion-tecnologica/>
- [5] La información. Accedido el 20 de enero del 2020 desde [https://www.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/interes-humano/curiosidades/estos-seran-los-empleos-mas-demandados-a-partir-de-2030-que-todavia-ni-existen\\_m3PK9EB8s1j7wyUfio6xA7/](https://www.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/interes-humano/curiosidades/estos-seran-los-empleos-mas-demandados-a-partir-de-2030-que-todavia-ni-existen_m3PK9EB8s1j7wyUfio6xA7/)
- [6] Instituto tecnológico de Aragón. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://www.itainnova.es/blog/industria-4-0/que-es-la-construccion-4-0-el-sector-en-la-industria-4-0/>
- [7] Digital Trends. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://es.digitaltrends.com/tendencias/robot-para-construccion/>
- [8] Autodesk. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://www.autodesk.com/redshift/es/robot-albanil/>
- [9] Xataka. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/este-robot-construye-paredes-a-un-ritmo-endiablado-e-inalcanzable-para-un-albanil-1-000-ladrillos-por-hora>
- [10] BBC. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46596183>
- [11] PWC. Trabajar en 2033. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://www.pwc.es/es/publicaciones/espana-2033/assets/trabajar-en-2033.pdf>
- [12] El mundo. Accedido el 20 de enero del 2020 desde <https://www.elmundo.es/economia/2016/01/20/5697d766268e3e76078b46d4.html>
- [13] Econoticias.com. Accedido el 24 de enero del 2020 desde <https://www.ecoticias.com/bio-construccion/47014/noticias-medio-ambiente-medioambiente-medioambiental-ambiental-definicion->



# CONTART

[contaminacion-cambio-climatico-calentamiento-global-ecologia-ecosistema-impacto-politica-gestion-legislacion-educacion-responsabilidad-tecnico-sostenible-obama-greenpeace-co2-naciones-unidas-ingenieria-salud-Kioto-Copenhague-Mexico-Cancun-marm](#)

[14] El confidencial. Accedido el 24 de enero del 2020 desde [https://www.elconfidencial.com/mundo/2019-07-29/los-recursos-naturales-de-la-tierra-se-agotan-hay-solucion\\_2150463/](https://www.elconfidencial.com/mundo/2019-07-29/los-recursos-naturales-de-la-tierra-se-agotan-hay-solucion_2150463/)

[15] El confidencial. Accedido el 24 de enero del 2020 desde [https://blogs.elconfidencial.com/tecnologia/tribuna/2019-06-05/dia-mundial-medio-ambiente-retos-espana\\_2053118/](https://blogs.elconfidencial.com/tecnologia/tribuna/2019-06-05/dia-mundial-medio-ambiente-retos-espana_2053118/)

[16] Ejeprime. Accedido el 24 de enero del 2020 desde <https://www.ejeprime.com/residencial/los-promotores-calculan-que-se-necesitaran-120000-nuevas-viviendas-al-ano-hasta-2030.html>

[17] Innergy Heavy Industries. Accedido el 24 de enero del 2020 desde <https://innergy-global.com/es/actualidad/noticias/el-co2-y-el-nivel-de-emisiones-en-comparativas-sencillas>

[18] E. González Valle. Presidente de INTEMAC. Accedido el 27 de enero del 2020 desde <https://web.ua.es/es/seus/cursos-verano-2010/documentos/la-nucia/apuntes-hormigon/patologias-debidas-a-errores-de-proyecto.pdf>

[19] Ramón Alós. El empleo en España en un horizonte del 2025. Accedido el 27 de enero del 2020 desde [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2019/205105/205105\\_Alos\\_El\\_empleo\\_en\\_Espana\\_en\\_un\\_horizonte\\_2025\\_def.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2019/205105/205105_Alos_El_empleo_en_Espana_en_un_horizonte_2025_def.pdf)

[20] Fundación la casa que ahorra. Accedido el 27 de enero del 2020 desde <https://lacasaqueahorra.org/actualidad/72-rehabilitacion-energetica-de-edificios-una-asignatura-pendiente/c-4-General>

[21] Scielo. Revista ciencia y cultura. Accedido el 27 de enero del 2020 desde

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-33231997000100020](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33231997000100020)

[22] Cursos Femxa.es. Accedido el 27 de enero del 2020 desde <https://www.cursosfemxa.es/blog/13691-179-ventajas-de-las-redes-sociales-para-la-formacion>