

El trabajo del futuro

Julio de 2017



c/ Marqués de Villamejor, 5
28006 Madrid
Tlf.: 34-91-520 01 00
Fax: 34-91-520 01 43
e-mail: afi@afi.es
www.afi.es

Índice

1. Resumen ejecutivo.....	3
2. Introducción.....	4
3. Empleo y revoluciones tecnológicas	5
4. El trabajo del futuro	6
4.1. ¿Qué ocupaciones van a crecer en los próximos años?	6
4.2. El trabajo del futuro	8
4.3. El reto de la educación, capacitación y competencias necesarias	12
5. Adaptación al cambio tecnológico y políticas públicas	15
5.1. Políticas educativas. Reorientar el sistema formativo.	15
5.2. Políticas de empleo. Articular un sistema de orientación, intermediación e inclusión laboral.....	15
5.3. Políticas de innovación. Generar un verdadero ecosistema innovador.....	16
5.4. Políticas de defensa de la competencia. Extender los beneficios al tejido productivo y los consumidores.	17

1. Resumen ejecutivo

- **Hasta el momento el balance de las revoluciones tecnológicas ha sido muy positivo en términos de crecimiento económico, empleo y bienestar social.** Las economías occidentales han transitado en los últimos doscientos años de sociedades eminentemente rurales a sociedades post-industriales modernas. Al mismo tiempo, tanto la población como la renta per cápita han crecido inequívocamente, y la tasa de empleo se ha mantenido estable.
- En la actualidad, el impacto de los avances tecnológicos asociados a la denominada cuarta revolución industrial en el mercado de trabajo están generando un amplio debate en la sociedad. En particular, por **el grado de autonomía que las máquinas inteligentes pueden alcanzar en algunos entornos productivos** y la exigencia de adaptación y complementariedad del factor humano.
- El centro del debate parece estar enfocado en la potencial destrucción de puestos de trabajo, pero a **las nuevas oportunidades que este proceso promete generar en el futuro** se le ha dedicado una atención comparativamente más modesta. De hecho, el progreso tecnológico puede elevar simultáneamente la riqueza y el número de empleos de la economía.
- Si se articulasen las políticas adecuadas para la adopción de las nuevas tecnologías y la incorporación de los valores y principios técnicos de la economía digital en las nuevas generaciones de trabajadores, **el PIB per cápita podría elevarse desde los 24.000 euros actuales hasta los 33.000 euros en 2030.** Ello gracias a un aumento medio anual de la productividad del trabajo del 1,3%.
- La economía española podría aumentar el número de empleados en más de 2 millones de personas, en un contexto de transformación digital. Este aumento se descompondría en (i) un incremento de 3,2 millones de empleos adaptados a la digitalización, (ii) un aumento de 0,6 millones de los puestos de trabajo que requieren un alto componente “humano”, poco susceptibles de ser desplazados por máquinas inteligentes y (iii) la desaparición de 1,4 millones de empleos en aquellas ocupaciones fácilmente reemplazables por robots. En 2030, la tasa estructural de desempleo podría situarse en el entorno del 7%.
- Acomodar el proceso de cambio tecnológico disruptivo y sus efectos sobre el empleo de manera satisfactoria, potenciando los efectos positivos y limitando los negativos, exige replantear los esquemas de incentivos actuales en una serie de ámbitos con influencia en el desempeño del mercado laboral: la educación, las políticas de empleo, de innovación y de defensa de la competencia.

2. Introducción

El impacto de los avances tecnológicos asociados a la denominada cuarta revolución industrial¹ y el proceso de digitalización en el mercado de trabajo están generando un amplio debate en la sociedad. Si bien parece existir consenso en que estos cambios permitirán alcanzar mayores cotas de eficiencia y, por tanto, una mayor productividad del trabajo, existen diferentes posiciones a la hora de predecir el efecto neto en términos de empleo. Hasta ahora, **las miradas parecen concentrarse en la potencial sustitución² de tareas y empleos por las máquinas inteligentes**. La renovada capacidad de las computadoras para aprender y modular el comportamiento a partir del procesamiento de información de manera instantánea (*machine learning*) o los nuevos avances en la producción industrial -como la impresora 3D o el vehículo autónomo- tendrán un impacto en los empleos tradicionales o emblemáticos del s. XX. Muchos de estos avances tecnológicos son complementarios del empleo existente, mientras que el grado de autonomía que las máquinas inteligentes pueden alcanzar en algunos entornos productivos sugiere que ni siquiera será necesario el “factor humano”.

Sin embargo, a las nuevas oportunidades que este proceso está generando -y que promete generar en el futuro³- se le ha dedicado una atención comparativamente más modesta. Y ello, a pesar de que existen evidencias⁴ y expresiones⁵ que alientan una visión optimista del proceso. Quizá, la razón que lo explica es la dificultad para poder realizar conjeturas fundadas sobre un aspecto tan cambiante e innovador como es la tecnología. Y es que resulta complejo aventurar nuevas ocupaciones que a día de hoy son inexistentes e, incluso, inimaginables. En cualquier caso, **este proceso merece ser contemplado desde una perspectiva que atienda también a la capacidad para generar nuevos puestos de trabajo, impulsar otros modelos de negocio y emprendimiento, y mejorar el nivel de vida⁶ de la sociedad**. Este es el objetivo que persigue el presente trabajo, centrado en analizar el impacto potencial de este proceso en España.

En el tercer apartado de este informe se realiza una breve revisión de lo sucedido en revoluciones tecnológicas de la edad contemporánea, poniendo de manifiesto la contribución del progreso técnico a elevar el empleo total y el bienestar de los ciudadanos. En el apartado 4 se estima la creación de empleo que generará la economía española en la era digital, a partir de las tendencias observadas en los últimos años, la evidencia de aquellos países que ya han avanzado en esta transformación y las perspectivas demográficas. Asimismo, se identifican los retos educativos, de capacitación y de competencias necesarias para aprovechar las oportunidades laborales que ofrece esta cuarta revolución industrial. En el apartado 5 se describen las recomendaciones de política pública que permitirían aprovechar este proceso en marcha.

¹ En la terminología de Jeremy Rifkin.

² Frey y Osborne (2013): “The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?”, Bowles (2014): “The computerisation of European jobs”.

³ McKinsey (2017): “Where machines could replace humans and where they can’t (yet)”; CEOE (2016): “Plan Digital 2020”; International Federation of Robotics (2013) “Positive Impact of Industrial Robots on Employment”.

⁴ Arntz, M, Gregory, T. y Zierahn, U. (2016): “The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries”; Comisión Europea (2016): “Analysis of the impact of robotic systems on employment in the European Union”.

⁵: “(...) *the biggest worry I have about Artificial Intelligence: that we do not have enough of it*” Jason Furman, jefe del Council of Economic Advisers del expresidente de los EEUU Barak Obama; Jean Tirole (2016) “*Los robots no son un problema para el empleo*”.

⁶ Las cuestiones relativas a la distribución de la renta quedan excluidas del alcance del análisis.

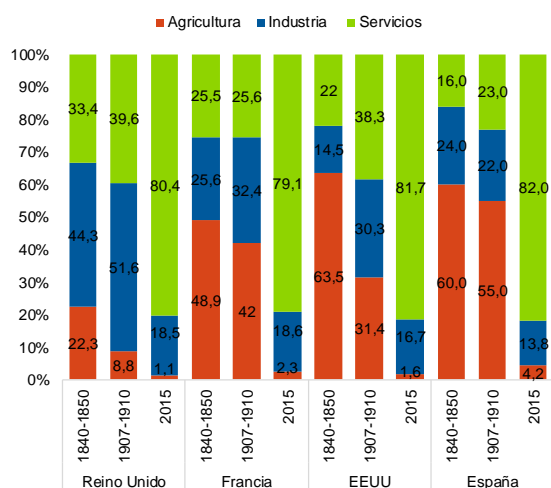
3. Empleo y revoluciones tecnológicas

Del balance de otros episodios pasados de disrupción tecnológica es posible extraer un denominador común, un patrón⁷ que se reproduce en todas las “revoluciones industriales” sucedidas hasta el momento:

- **En el corto plazo**, la introducción de nuevas tecnologías sustituye a los trabajadores que desempeñan tareas más fácilmente reemplazables. Al mismo tiempo, complementan al empleo restante, liberando horas de trabajo y elevando la productividad de los trabajadores. A pesar de la creación de nuevas tareas⁸ y mejores empleos, en esta primera fase el balance puede ser desfavorable.
- **En el largo plazo**, la demanda de nuevos empleos para producir los nuevos bienes y servicios y la reducción de los costes por la mayor eficiencia de los procesos productivos **generan un mayor empleo total**.

El progreso técnico, entre otros, ha permitido a las economías occidentales transitar de sociedades eminentemente rurales a sociedades post-industriales modernas, reduciendo drásticamente la ocupación en las actividades agrarias. Pero, al mismo tiempo, tanto la población como la renta per cápita han crecido inequívocamente, y la fracción de empleados sobre población se ha mantenido relativamente estable.

Gráfico 1: Evolución comparada de la composición sectorial del empleo (% total)



Fuente: Afi, Eurostat, Di Vittorio, Maddison

Tabla 1: Evolución comparada de la renta per cápita (\$ constantes de 2015) y empleados sobre población.

País	Periodo	Empleados / población	Renta per Cápita
Reino Unido	1840-1850	49%	2.330
	1907-1910	44%	4.611
	2015	48%	43.902
EEUU	1840-1850	35%	1.806
	1907-1910	38%	4.964
	2015	51%	56.083
España	1840-1850	38%	1.079
	1907-1910	38%	1.895
	2015	39%	25.843

Fuente: Afi, Eurostat, Di Vittorio, Maddison, US National Bureau of Economic Research

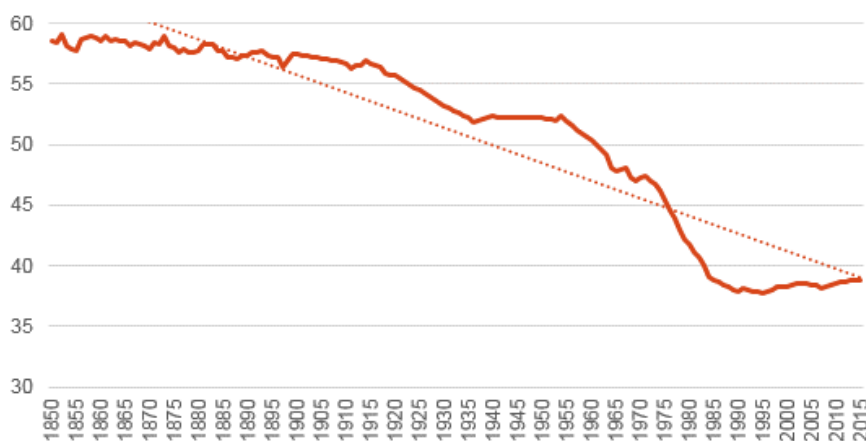
Asimismo, las horas trabajadas a la semana han disminuido significativamente (de las cerca de 60 horas a la semana en 1850 a las 40 horas en 2011), conforme la mecanización y el

⁷ Desde la Revolución neolítica (hace diez mil años) hasta nuestros días, las innovaciones tecnológicas han acumulado avances que han tenido como consecuencia la mejora del nivel de vida y la expansión de la actividad económica y el empleo.

⁸ Walwei, U. (2016): “Digitization and structural labour market problems”, International Labour Office.

progreso tecnológico han impregnado los procesos productivos, lo que ha permitido avanzar en la conciliación de la vida laboral con la profesional, sin renunciar al incremento de la renta.

Gráfico 2: Evolución del número de horas semanales trabajadas por empleado en España (1850-2015)



Fuente: Leandro Prados de la Escosura⁹.

El aspecto diferencial de esta revolución es que una importante base de tareas no rutinarias o que requieren un uso intensivo de habilidades cognitivas, emocionales o artesanales pasan a ser susceptibles de ser más eficientemente realizadas por *robots*, drones o dispositivos inteligentes.

4. El trabajo del futuro

Rara vez las perspectivas sobre el empleo y las ocupaciones incorporan un futuro de disrupción tecnológica. El ejercicio que se presenta a continuación contempla esta eventualidad. Asimismo, considera las perspectivas demográficas, que en el caso de España avanzan una fuerte disminución de la población en edad de trabajar. Este fenómeno mitigará el problema del desempleo y permitirá afrontar la robotización, siempre y cuando se forme para ello a las nuevas generaciones de trabajadores.

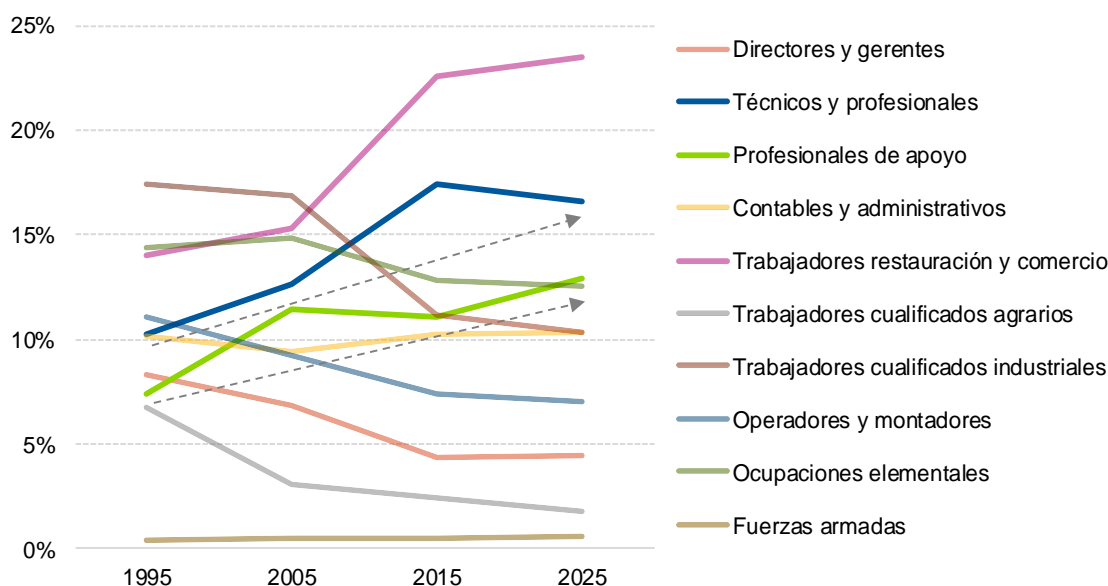
4.1. ¿Qué ocupaciones van a crecer en los próximos años?

En las dos últimas décadas, las ocupaciones que han crecido y ganado importancia relativa en el conjunto de las tareas desarrolladas por los trabajadores en España han sido las asociadas a las ocupaciones avanzadas (desempeñadas por los técnicos y profesionales, así como los profesionales de apoyo), al igual que ha sucedido con los trabajadores de la restauración y el comercio.

⁹ Fundación Rafael del Pino (2017): <http://espacioinvestiga.org/bbdd-chne/>

Las ocupaciones avanzadas son las que tienen mayor potencial de crecimiento, las que más han aumentado en las últimas décadas y las que tienen mayor grado de complementariedad con la robotización.

Gráfico 3: Empleados según ocupaciones en España (% total)



Fuente: Afi, INE, Cedefop

La presente nota se centra, por tanto, en las primeras. En primer lugar, porque son aquellas sobre las que se espera un mejor comportamiento en la próxima década, especialmente, si se compara con el resto de ocupaciones. **Según Cedefop¹⁰**, organismo dependiente de la Comisión Europea, **las ocupaciones avanzadas son las que mayor potencial de crecimiento tendrán en el periodo de proyección contemplado desde 2015 hasta 2025** (además de las asociadas al sector de la hostelería y el comercio). Y, en segundo lugar, porque **son también las que presentan un mayor grado de complementariedad con la robotización y la revolución digital** o, lo que es lo mismo, un menor riesgo de automatización¹¹. Si bien es innegable el efecto disruptor de la robotización sobre el empleo, existe evidencia¹² que apunta a un impacto positivo y compensatorio derivado de este mismo proceso (centrado en empleos avanzados).

La creciente presencia de estas ocupaciones en el mercado de trabajo español no es más que el reflejo de los cambios estructurales que se están produciendo, no sólo a

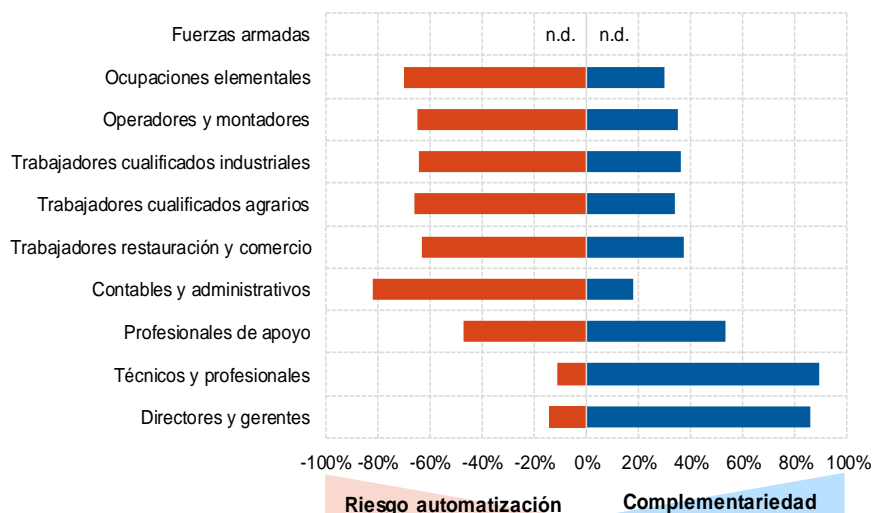
¹⁰ Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional.

¹¹ Además de las referencias indicadas en la nota al pie 1, se ha considerado el análisis para el caso español realizado por CaixaBank Research (2016): “¿Llegará la Cuarta Revolución Industrial a España?”

¹² Comisión Europea (2015): “Analysis of the impact of robotic systems on employment in the European Union”; International Federation of Robotics (2013): “Positive Impact of Industrial Robots on Employment”; Autor (2017): “Will automation take away all our jobs?”.

escala nacional, sino también en aquellas economías desarrolladas en las que el inicio de la transformación digital ha sido más temprano y a las que estamos llamados a emular¹³.

Gráfico 4: Grado de complementariedad y riesgo de automatización según ocupaciones en España (% total), 2015



Fuente: Afi, CaixaBank Research (2016).

Si la tendencia natural está orientada hacia la convergencia con dichas economías, como ha ocurrido hasta la fecha, a la economía española le **queda un largo camino por recorrer**.

4.2. El trabajo del futuro

En esta sección se presentan las estimaciones realizadas sobre el número de empleos que podría generar la economía española en un contexto de digitalización. Las hipótesis sobre las que descansa este ejercicio son dos:

1. **Convergencia de las ocupaciones avanzadas con los países de referencia.** La representatividad de las ocupaciones avanzadas todavía es modesta en España. El conjunto de empleados que desempeña este tipo de ocupaciones representaba el 28,5% del total en 2016 y apenas llegaría a alcanzar el 30% en el horizonte previsto por Cedefop para 2025. En paralelo, la media de los países de referencia (EE.UU., Reino Unido y Alemania) se situaría ya hoy en día en el 43% del total, casi 15 puntos porcentuales superior a la media española, y próxima al 45% del total en el año 2025¹⁴.

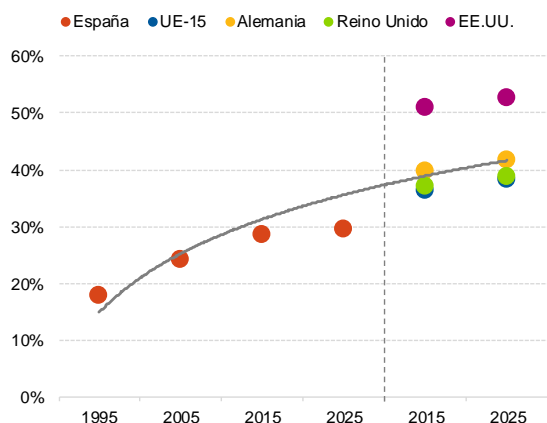
No es este un horizonte deseable, especialmente si se tiene en cuenta, como se ha dicho anteriormente, que estas ocupaciones avanzadas son las que mayor grado de complementariedad tienen con la robotización. La evidencia y perspectivas mostradas para los países de referencia indican que se puede aspirar a algo similar. La hipótesis adoptada en el ejercicio que se describe a continuación es que en 2025

¹³ Felgueroso (2011): "Profesiones con o sin empleo: la polarización ocupacional".

¹⁴ Cedefop para el caso de las economías europeas y Bureau of Labor Statistics para la estadounidense.

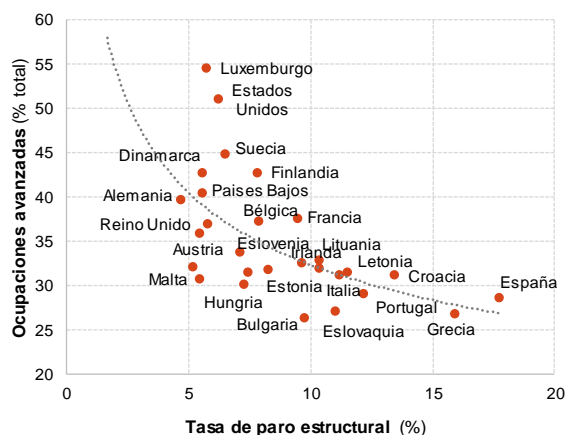
las ocupaciones avanzadas en España alcanzarán el mismo porcentaje que exhibirían Alemania, el Reino Unido o la UE-15 (gráfico 4).

Gráfico 5: Empleados desempeñando ocupaciones avanzadas (% total). Previsiones Cedefop y Bureau of Labor Statistics 2025



Fuente: Afi, Eurostat, Cedefop, Bureau of Labor Statistics

Gráfico 6: Empleados desempeñando ocupaciones avanzadas (% total) y tasa de paro estructural, 2015



Fuente: Afi, AMECO

- La reducción de la población en edad de trabajar y de la tasa de paro estructural.** El mayor protagonismo que está llamado a adquirir este tipo de tareas u ocupaciones avanzadas en la era digital se producirá en un contexto de previsible reducción de la población española y, en particular, de aquella que se encuentra en edad de trabajar¹⁵ (16-67 años). Según el INE, entre 2016 y 2030, la primera decrecerá un 1,1%, mientras que la segunda lo hará un 4,0%. Aunque estas perspectivas impliquen un límite a la creación potencial de empleo neto, la economía española, en un contexto de **transformación digital, podría asistir, si se adoptan las medidas adecuadas, a un aumento de la tasa de empleo hasta los niveles observados en 2007, a la vez que a una reducción de la tasa de paro hasta su nivel estructural.**

La evidencia observada en otros países desarrollados donde ha proliferado el empleo de carácter avanzado asociado a la digitalización de las economías demuestra, junto con otros factores (principalmente, regulatorios), que la tasa de paro estructural es menor y que la tasa de empleo es incluso mayor que la contemplada para España en este ejercicio, lo que denota un mayor grado de aprovechamiento de los recursos disponibles (gráfico 6).

Bajo estas dos hipótesis, las estimaciones realizadas indican que, **en el contexto de la transformación digital, la economía española podría llegar a crear algo más de 2 millones de empleos netos hasta 2030** si se generalizasen las tendencias descritas con anterioridad y se implementasen las políticas económicas, formativas y laborales que las impulsasen (gráfico 7).

¹⁵ Se ha considerado que la regulación del sistema de pensiones, concretamente, lo que atañe a la edad legal de jubilación, se mantendrá inalterable en el periodo de estimación contemplado (2016-2030).

La mayor parte de estos empleos (alrededor de 3,2 millones de empleos) se corresponderían con ocupaciones avanzadas o de tipo 1. Las ocupaciones de tipo 2 crecerían también, pero lo harían de forma más modesta (podrían crearse alrededor de 600.000 puestos de trabajo de este tipo en los próximos 15 años).

Cuadro 1. Clasificación de las ocupaciones

Habitualmente, las ocupaciones se clasifican según la CNO-11, que identifica 10 categorías principales, aunque se pueden llegar a descomponer en 62, 170 y 502 tipos según el detalle del que se trate (dos, tres y cuatro dígitos, respectivamente). En esta ocasión, se han agregado en tres categorías, con objeto de reflejar el grado de complementariedad que presentan con la robotización:

- **Ocupaciones “d-avanzadas” o de tipo 1:** físicos, ingenieros y matemáticos, especialistas en finanzas, profesionales de las tecnologías de la información y comunicación (analistas y diseñadores de software, especialistas en bases de datos y redes informáticas, científicos de datos, etc).
- **Ocupaciones “personalizadas” o de tipo 2.** Tareas que requieren un alto componente de trabajo “humano” que convivirán con la robotización: trabajadores de los servicios de hostelería y restauración, cuidados personales, servicios de protección y seguridad, así como directores y gerentes.
- **Ocupaciones automatizables o de tipo 3.** Trabajos susceptibles de ser reemplazados por robots o con alto riesgo de automatización: contables y administrativos, trabajadores agrarios e industriales, operadores y montadores, así como ocupaciones elementales (personal de limpieza, peones, etc.).

Por el contrario, las que podrían sufrir en este proceso de transformación, al desarrollar tareas automatizables y potencialmente sustituibles por robots, serían las de tipo 3, a las que se les presumiría una destrucción de 1,4 millones de empleos¹⁶ (gráfico 8).

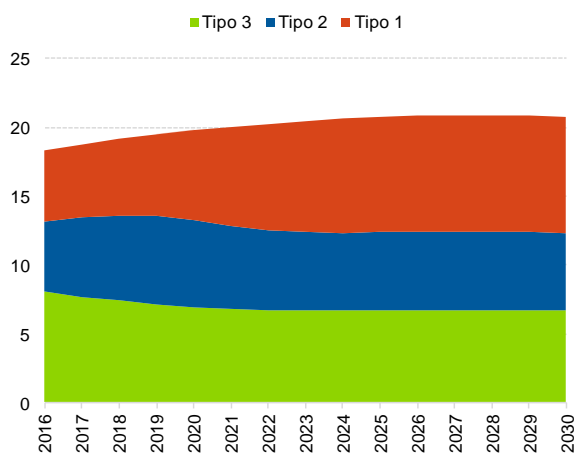
La repercusión positiva del desarrollo de estas ocupaciones avanzadas se manifestaría también por la vía de la productividad asociada con las herramientas digitales y en la mejor remuneración salarial de los trabajadores. De hecho, este tipo de ocupaciones no sólo presenta una mayor productividad que la media, sino que además ha crecido¹⁷ y se espera que lo siguiese haciendo a medida que los avances tecnológicos se insertasen en los procesos productivos.

La economía española, en un contexto de revolución digital, podría, si se adoptasen las políticas adecuadas, reducir la tasa de paro estructural y crear algo más de 2 millones de puestos de trabajo netos en los próximos 15 años.

¹⁶ OCDE (2016): Future of Work.

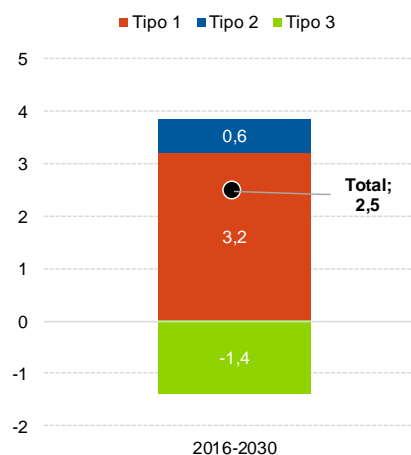
¹⁷ De la Rica y Gortazar (2015): “Differences in Job De-Routinization in OECD countries: Evidence from PIAAC”.

Gráfico 7: Empleados según ocupaciones desempeñadas (millones de personas). **Estimaciones Afi 2017-2030**



Fuente: Afi, INE, Cedefop, Bureau of Labor Statistics

Gráfico 8: Variación acumulada de empleados según ocupaciones desempeñadas (millones de personas). **Estimaciones Afi 2017-2030**



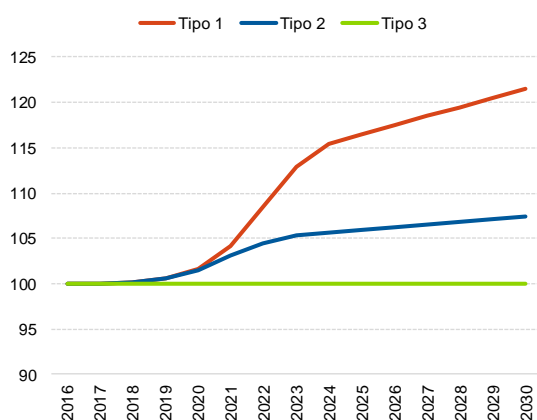
Fuente: Afi, INE, Cedefop, Bureau of Labor Statistics

El avance de la productividad, en cambio, no será homogéneo para todos los trabajadores, pues los que desempeñen tareas de tipo 2, aunque lograrán aumentarla, es probable que no lo hagan con la misma intensidad que los eminentemente digitales (tipo 1), mientras que para los de tipo 3 no cabría esperar una mejora de su productividad (gráfico 9). En cualquier caso, la productividad laboral del conjunto de la economía española podría llegar a incrementarse a razón de un 1,3% medio anual en el periodo 2015-2030.

Este aumento de la remuneración de los asalariados se traduciría en una mejora del bienestar económico y social del conjunto de los ciudadanos españoles, ya que **el PIB per cápita pasaría de los 24.000 euros actuales hasta los 33.000 euros en 2030** si se produjese con éxito la transformación digital de la economía anteriormente descrita (gráfico 10).

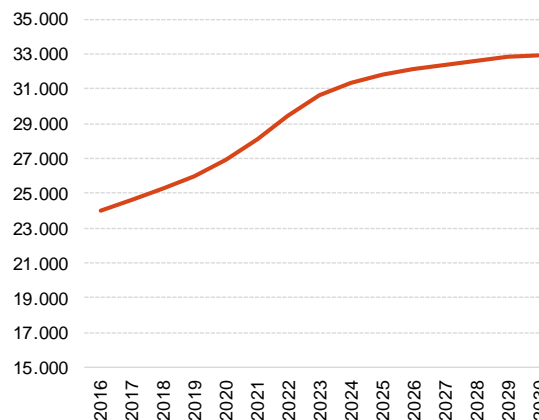
En los 15 próximos años, en el contexto de la disrupción digital y si se cumplen las condiciones descritas, el PIB per cápita podría aumentar desde los 24.000 euros actuales hasta los 33.000 euros en 2030, sobre la base del aumento del empleo y de la productividad (1,3% medio anual hasta 2030).

Gráfico 9: Productividad laboral según ocupaciones desempeñadas (índice base 100=2016). Estimaciones Afi 2017-2030



Fuente: Afi, INE

Gráfico 10: PIB per cápita en España (euros). Estimaciones Afi 2017-2030



Fuente: Afi, INE

4.3. El reto de la educación, capacitación y competencias necesarias

El impulso de las ocupaciones que presentan un mayor grado de complementariedad con el proceso de automatización y robotización requiere de un replanteamiento de la educación, capacitación y competencias que deben reunir los trabajadores del futuro. **El índice DESI** (Digital Economy and Society Index), publicado por la Comisión Europea, **sitúa a España** por encima de la media de la UE-28 en su concepción global, pero cuando se descompone **para el capital humano** (destrezas de la población en el uso de las tecnologías de la información y comunicaciones), la ubica **en una posición intermedia del ranking europeo** (16º en 2017).

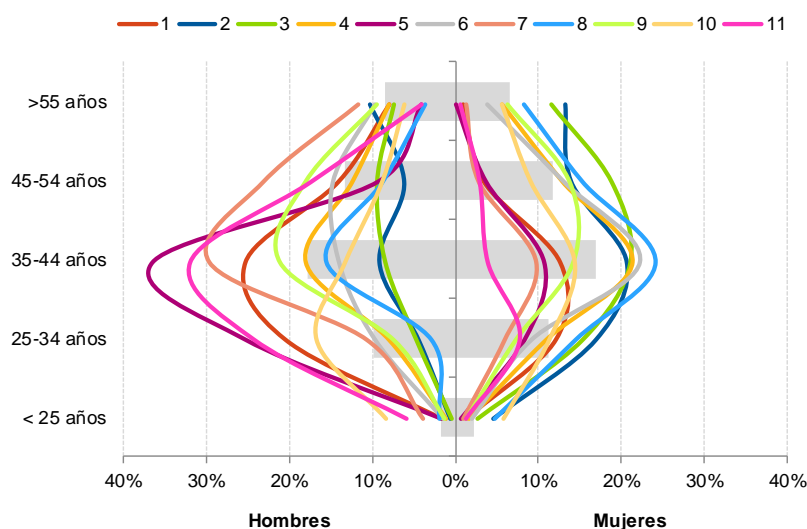
Con el objetivo de diseñar políticas que formen a los trabajadores del futuro, conviene, en primer lugar, analizar qué perfiles personales desarrollan este tipo de tareas en la actualidad. De la pirámide de edad y género de estos trabajadores (gráfico 10), se obtienen las siguientes conclusiones:

- **Predominan los menores de 45 años**, con mayor relevancia de lo que ocurre en el conjunto de trabajadores.
- **Son eminentemente hombres** los que, hasta la fecha, desempeñan este tipo de tareas de carácter avanzado. La inclusión de la mujer en otro tipo de ocupaciones avanzadas comienza a observarse en las matriculaciones.
- **Las ocupaciones desarrolladas por trabajadores de apoyo permiten la entrada de los jóvenes al mercado laboral**, contribuyendo a corregir los importantes niveles de desempleo que soportan.

En segundo lugar, la velocidad a la que avanza la transformación digital exige la necesidad de programar e invertir decididamente en planes de formación continuos y a largo plazo para todos los trabajadores¹⁸, incluidos los que desempeñen ocupaciones más avanzadas (aun cuando son los que presentan un menor grado de infracualificación, gráfico 12).

¹⁸ Walwei (2016): "Digitization and structural labour market problems".

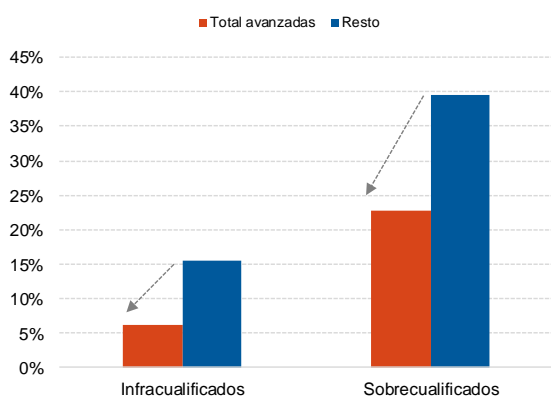
Gráfico 11: Pirámide de empleados que desempeñan ocupaciones avanzadas con detalle CNO-11* según edad y género (% total) en España, 2015



* Ocupaciones: 1: Profesionales de las ciencias físicas, químicas, matemáticas y de las ingenierías; 2: Profesionales de la salud; 3: Profesionales de la enseñanza; 4: Especialistas en organización de la Administración Pública y de las empresas y en la comercialización; 5: Profesionales de las tecnologías de la información y comunicación; 6: Profesionales en derecho, ciencias sociales, la cultura y el espectáculo; 7: Técnicos de las ciencias y de las ingenierías; 8: Técnicos sanitarios y profesionales de las terapias alternativas; 9: Profesionales de apoyo a la gestión administrativa; 10: Profesionales de apoyo de servicios jurídicos, sociales, culturales, deportivos y afines; 11: Técnicos de las tecnologías de la información y las comunicaciones. El área gris hace referencia a la distribución del total de ocupaciones.

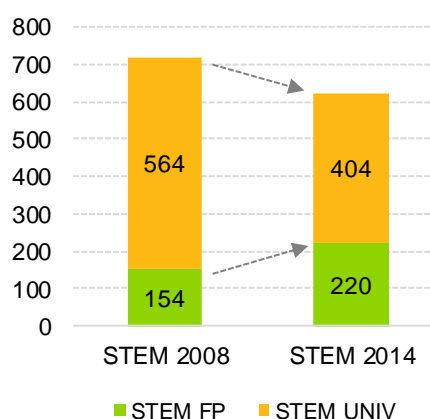
Fuente: Afi, INE

Gráfico 12: Infracualificación y sobrecualificación de los empleados que desempeñan ocupaciones avanzadas y total empleados (% total) en España, 2015



Fuente: Afi, INE

Gráfico 13: Número de estudiantes matriculados en áreas de STEM en Formación Profesional y Universidad (miles de personas), 2008 y 2014



Fuente: Afi, Ministerio de Educación y Cultura

En tercer lugar, conviene identificar hasta qué punto las nuevas generaciones de trabajadores cubrirán los requerimientos formativos exigidos por el mercado. Los empleados que ya hoy desempeñan ocupaciones avanzadas han cursado formación relacionada con las STEM (Ciencias, Ingeniería, Ciencias de la Salud, Electrónica, Informática, Arquitectura y Construcción). Sin embargo, se observa un **descenso del número de matriculados en áreas STEM** (de casi 720.000 estudiantes en 2008 a 620.000 en 2014) (gráfico 13).

Además de lo anterior, sería recomendable **desarrollar las habilidades “en forma de T”** (*T-shaped skills*), que consisten en tener una formación profunda en un área de especialización y la versatilidad suficiente para emplear esa formación en cualquier materia. Igualmente, cada vez son más valoradas las habilidades de carácter organizativo, resolutivo, adaptativo, etc¹⁹.

Por último, **la estructura económica española debe transformarse adaptándose a la nueva realidad**, no sólo si se tiene en cuenta que está especializada en sectores en los que todavía la presencia de este tipo de tareas es baja, sino que la convergencia con los países de referencia implica un creciente protagonismo de las mismas en prácticamente todos los sectores económicos. Serán necesario, por tanto, políticas sectoriales que estimulen la transformación digital de las empresas, especialmente, de aquellas en las que el impacto sobre el empleo sea positivo²⁰.

El espacio que estén llamadas a cubrir estas ocupaciones en la estructura productiva española dependerá también de la capacidad de crecer que exhiban los sectores económicos en los que existe un mayor potencial de demanda de este tipo de habilidades, así como de la natalidad empresarial y, en definitiva, de la configuración de un clima de negocios propicio para el desarrollo de las mismas²¹.

Gráfico 14: Grado de especialización de ocupaciones avanzadas y total de ocupaciones por sector económico* en España (índice base 1 = UE15), 2015

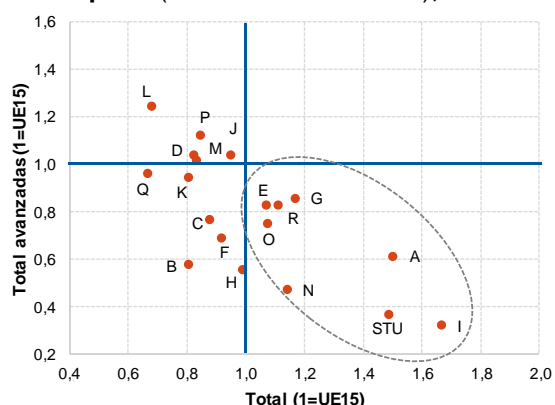
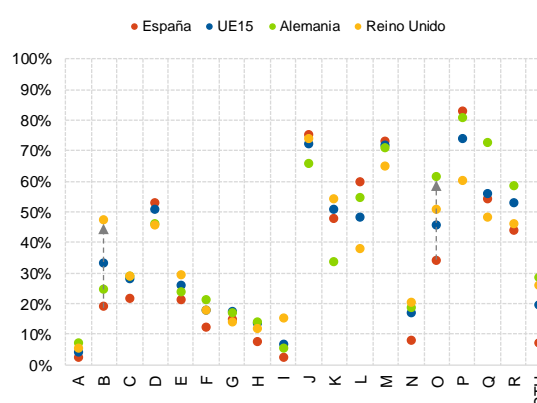


Gráfico 152: Presencia de ocupaciones avanzadas por sector económico* (% total empleo en cada sector), 2015



* Sector económico: A: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; B: Industrias extractivas; C: Industria manufacturera; D: Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado; E: Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación; F: Construcción; G: Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas; H: Transporte y almacenamiento; I: Hostelería; J: Información y comunicaciones; K: Actividades financieras y de seguros; L: Actividades inmobiliarias; M: Actividades profesionales, científicas y técnicas; N: Actividades administrativas y servicios auxiliares; O: Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria; P: Educación; Q: Actividades sanitarias y de servicios sociales; R: Actividades artísticas, recreativas y de entrenamiento; STU: Otros servicios. Las diferentes clasificaciones en EE.UU. imposibilitan la incorporación de esta referencia en el análisis.

Fuente: Afi, INE, Eurostat

¹⁹ World Economic Forum (2016): “The future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution”.

²⁰ OCDE (2016): “ICTs and jobs: Complements or Substitutes? The effects of ICT investment on labour market demand by skills and by industry in selected OECD countries”.

²¹ World Bank (2017): “Doing Business Regional Profile 2017: OECD High Income”.

5. Adaptación al cambio tecnológico y políticas públicas

Las líneas de acción que se detallan a continuación y que afectan a la educación, las políticas de empleo, y otras políticas económicas (innovación y defensa de la competencia), pueden servir de base para facilitar y acompañar una mejor adaptación a este escenario de transición tecnológica.

5.1. Políticas educativas. Reorientar el sistema formativo.

- **Transformar el sistema formativo**, complementado con nuevos ciclos y cualificaciones, con el objetivo de facilitar que los jóvenes que entran al mercado de trabajo cada año transiten exitosamente por un entorno empresarial y laboral que exigirá capacidades y cualificaciones muy diferentes a las actuales.
- **Fortalecer las habilidades STEM en el contexto de la formación básica u obligatoria** para evitar la segmentación digital de las nuevas generaciones de trabajadores. En caso contrario, la brecha digital agudizaría los problemas de exclusión social.
- **Potenciar el atractivo de la formación voluntaria** (ocupacional, superior, postgrados, auto-educación, etc.) **en las disciplinas vinculadas a las habilidades que demandará el entorno digital**. Asimismo, se debe impulsar el componente social y humanístico para mejorar “la capacidad de juicio” de los trabajadores²², que deberán dar sentido e interpretar los resultados del procesamiento de millones de datos que las nuevas tecnologías pondrán a su disposición.
- **Reforzar la formación continua a lo largo de toda la vida laboral**, bien en el seno de las empresas (*learning by doing*), bien en la formación profesional y universitaria.

El papel de las Administraciones será fundamental para que este proceso se realice con éxito. La financiación de estas políticas debe contar con la participación pública, si se tiene en cuenta que la provisión privada tiene sus limitaciones y está expuesta a “fallos de mercado²³”. Existen iniciativas en otros países, como los cheques de formación o las cuentas personales de formación. La creación de redes inteligentes de autoeducación puede ser una alternativa a las infraestructuras educativas tradicionales.

5.2. Políticas de empleo. Articular un sistema de orientación, intermediación e inclusión laboral.

El cambio tecnológico tendrá un impacto mayor en determinados colectivos. El sistema público debe responder tratando de reubicarlos en otras ocupaciones a través de políticas activas de empleo. En particular:

- **Transformar los servicios de empleo y las agencias colaboradoras** del sector privado, enfocándolos en la caracterización (perfilado) de los demandantes de empleo, la identificación de su grado de empleabilidad y el tratamiento personalizado que permita su inserción en las nuevas ocupaciones. Uso intensivo de la tecnología (*big data*) para estos procesos.

²² Fundación Rafael del Pino (2016).

²³ Expectativas de que los beneficios de la formación sean aprovechados por otras empresas.

- **Fomentar la recualificación de los colectivos más vulnerables**, como, por ejemplo, los trabajadores de más de 45 años. Este es el principal reto, en la medida en que la permeabilidad del aprendizaje disminuye con la edad.
- **Reflexionar sobre las figuras contractuales que regulan las relaciones laborales y su adecuación a la economía digital**. Las nuevas normas que deban surgir, deberán ser más tendentes a la alianza entre trabajadores y máquinas inteligentes en el seno de las nuevas empresas.

5.3. Políticas de innovación. Generar un verdadero ecosistema innovador.

El diseño de nuevas estrategias de fomento de la innovación y de planes coordinados de acción entre el sector privado y las administraciones públicas en materia de I+D+i son los principales ejes sobre los que debe girar la política de innovación²⁴ en España. A imagen y semejanza de la trayectoria que han seguido en EE.UU., Canadá²⁵ o Alemania, donde la participación pública ha jugado un papel clave, conviene articular las siguientes estrategias:

- **Financiar²⁶ los programas de innovación** en los que las administraciones se vuelquen en el conocimiento de las realidades sectoriales y apoyen a las empresas a lo largo de las distintas fases de desarrollo de las inversiones en I+D+i.
- **Fomentar el uso de otras fórmulas de financiación**, alternativas al canal bancario (como por ejemplo, el *crowdfunding*, los fondos de capital riesgo, etc.) y a los recursos públicos.
- **Compartir con el sector privado los desarrollos frontera de la innovación e incentivar el acceso público a los mismos**, de manera que se estimule el emprendimiento (*self-discovery*) y los nuevos desarrollos tecnológicos puedan ser aprovechados en otros ámbitos.

²⁴ Myro, R. (2017): Una nueva política industrial para España.

²⁵ Recientemente, cabe destacar el plan de inversión en innovación en diversas áreas relacionadas con la tecnología, dirigidas por el gobierno de Justin Trudeau.

²⁶ National Science and Technology Council (2016): The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan.

5.4. Políticas de defensa de la competencia. Extender los beneficios al tejido productivo y los consumidores.

El funcionamiento poco competitivo de los mercados puede limitar la expansión y la transferencia de los beneficios de esta nueva ola tecnológica. Aquellas actividades más alejadas de entornos de verdadera competencia son menos proclives a incorporar avances tecnológicos, a crear barreras de entrada o a difundir el conocimiento. Si bien el nuevo entorno digital ha desdibujado muchas de aquellas barreras de entrada que existían en actividades tradicionales, todavía existe un importante margen de actuación en esta materia, como ponen de manifiesto los propios organismos reguladores en España²⁷. Las instituciones deben **promocionar la competencia** -eliminación de barreras regulatorias o normativas- **y vigilar las prácticas que obstruyan la emergencia de nuevas ideas y modelos de negocio (start ups, etc.) innovadores.**

²⁷ Comisión Europea (<http://ec.europa.eu/competition/>) y CNMC (<https://www.cnmc.es/>).