

Primera encuesta, de un estudio,  
entre los ingenieros españoles para  
conocer la implantación de la  
inteligencia artificial en España.

Ref.: IM122021 V2

# Implantación de la inteligencia artificial en España

Informe de los resultados de  
una encuesta de opinión, entre  
los ingenieros españoles,  
sobre la implantación de la  
inteligencia artificial en  
España.

Comité de Sociedad Digital  
Instituto de la Ingeniería de España  
junio 2021

## Carta de presentación e identificación de este documento

Torrelavega, 14 de junio 2021

El presente documento es un informe de los resultados de una encuesta de opinión, sobre el grado de implantación de la inteligencia artificial en España, realizada entre los ingenieros españoles.

La realización de este estudio nació en el comité de Sociedad Digital y en el grupo de trabajo de Inteligencia Artificial del Instituto de la Ingeniería de España. El informe resultante se dirige, principalmente, a este comité y a este grupo de trabajo y, por supuesto, al resto de comités y a la junta directiva del Instituto de la Ingeniería de España.

Ni el autor, ni el comité, ni el grupo de trabajo de I.A., ni el Instituto han obtenido lucro económico alguno por la realización del presente estudio.

La identificación inequívoca del presente documento es: IM122021 V2. Se ha emitido en fecha: 14/6/2021 y consta de 68 páginas numeradas, y una portada que lo identifica. El correo electrónico del autor es: [luisvellido@iies.es](mailto:luisvellido@iies.es)

Este informe es propiedad del autor que, por medio del Comité de Sociedad Digital, lo dona graciosamente al Instituto de la Ingeniería de España, y sólo puede ser reproducido, en todo o en parte, por autorización expresa del autor.



Rubricado y firmado digitalmente

## Índice general

<b>CARTA DE PRESENTACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ESTE DOCUMENTO.....</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2 RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>8</b>
<b>4 METODOLOGÍA Y LIMITACIONES.....</b>	<b>11</b>
4.1 Elección de las variables de medida.....	11
4.2 Trabajo de campo.....	12
4.3 Muestra elegida y el error muestral.....	13
4.4 Ficha técnica.....	14
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
5.1 Descripción de la muestra .....	15
5.1.1 Descripción de la muestra por “Sector y posición dentro de la entidad donde ejercen” los encuestados.....	15
5.1.2 Descripción de la muestra por “Departamento o área dentro de la entidad, donde ejercen” los encuestados.....	16
5.1.3 Descripción de la muestra por “Tamaño de la empresa” donde ejercen los encuestados....	17
5.1.4 Descripción de la muestra por el “Sexo” de los encuestados.....	18
5.1.5 Descripción de la muestra por “Edad”.....	19
5.1.6 Descripción de la muestra por “Nivel Económico”.....	19
5.2 Análisis realizados.....	20
5.2.1 Presencia de la I.A. en el desempeño del trabajo.....	20
5.2.2 Medios para utilizar I.A. en los procesos productivos.....	26
5.2.3 Necesidades para el desarrollo de la I.A. en las empresas.....	28
5.2.4 Experiencia de I.A. ....	34
5.2.5 Grado de preparación y conocimiento en I.A.....	39
5.2.6 Sobre si se están formando en la actualidad.....	41
5.2.7 Consideración para formarse o instruirse en I.A. en un futuro próximo.....	43
5.2.8 Áreas de implantación y componentes implantadas.....	46
5.2.9 Opiniones sobre la formación en I.A.....	50
5.2.10 Análisis multivariable “clúster”. Grupos homogéneos de opinión.....	52
5.2.11 Opinión directa sobre el grado de implantación de la I.A.....	53

<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>58</b>
7.1	Preguntas de la encuesta.....	58
	▪ Preguntas específicas sobre <i>formación y preparación personal</i> .....	58
	▪ Preguntas específicas sobre <i>el uso y la utilización de la I.A. en el ámbito profesional</i> .....	59
	▪ Preguntas de <i>clasificación</i> .....	61
7.2	Comentarios de la última pregunta.....	63
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>68</b>

## Índice de figuras

Figura 1: Cálculo del error muestral.....	13
Figura 2: Porcentaje de los sectores en donde ejercen los encuestados.....	15
Figura 3: Porcentajes de los sectores y posiciones donde ejercen los encuestados, y ampliación del sector privado. ....	16
Figura 4: Porcentajes de los sectores y posiciones en donde ejercen los encuestados, y ampliación del sector público. ....	16
Figura 5: Porcentajes, desglosados por departamentos y áreas, de las entidades donde ejercen los encuestados. ....	17
Figura 6: Tamaño de las empresas, según su número de empleados, donde ejercen los consultados.....	18
Figura 7: Distribución de la muestra por 'Sexo' .....	18
Figura 8: Distribución de la muestra por 'Edad' .....	19
Figura 9: Distribución de la muestra por "Nivel económico" .....	20
Figura 10, percentiles de la renta de las familias españolas en 2017.....	20
Figura 11: Porcentajes de presencia de la I.A. en el trabajo de los ingenieros españoles.....	21
Figura 12: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, desglosada por: Sector y posición .....	22
Figura 13: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, entorno de <b>I+D+I de la empresa pública</b> .....	22
Figura 14: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, entorno de <b>I+D+I de la empresa privada</b> .....	22
Figura 15: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional en la <b>Universidad</b> .....	22
Figura 16: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional en la <b>Alta dirección, empresa privada</b> .....	22
Figura 17: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional en el entorno de <b>producción y administración de la empresa privada</b> .....	23
Figura 18: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional en los Altos funcionarios de la empresa pública. ....	23
Figura 19: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, desglosada por: Departamento .....	24
Figura 20: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el departamento de ' <b>Dirección ejecutiva, comité de dirección</b> ' .....	24
Figura 21: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el departamento de ' <b>Calidad</b> ' .....	24
Figura 22: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, desglosada por: Tamaño de la entidad.....	25
Figura 23: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en las empresas de más de <b>500 empleados</b> . ....	25
Figura 24: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en las empresas que tienen <b>entre 5 y 50 empleados</b> .....	25
Figura 25: Respuestas a la pregunta 13 ¿La entidad en la que usted trabaja, dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos? .....	26
Figura 26: Respuestas a la pregunta 13 ¿La entidad en la que usted trabaja, dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos? y SI está presente la I.A.....	26
Figura 27: Respuestas a la pregunta 13 ¿La entidad en la que usted trabaja, dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos? y NO está presente la I.A.....	26
Figura 28: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en: "La entidad en la que trabaja dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos", desglosadas por Tamaño de la empresa.....	27
Figura 29: Utilización de los medios adecuados para aprovechar la I.A. en sus procesos productivos? .	27
Figura 30: Necesidad de profesionales con la capacitación adecuada para el desarrollo de la I.A.....	28
Figura 31: Necesidad de profesionales con la capacitación adecuada para el desarrollo de la I.A., por edades.....	29
Figura 32: Necesidad de profesionales con la capacitación adecuada para el desarrollo de la I.A., por tamaño de empresa.....	29
Figura 33: Necesidad de profesionales con la capacitación adecuada para el desarrollo de la I.A., por sectores.....	29
Figura 34: Necesidad de acceso a las fuentes de datos o a interoperabilidad de modelos de datos.....	30

Figura 35: Necesidad de acceso a las fuentes de datos o a interoperabilidad de modelos de datos, por edades.....	31
Figura 36: Necesidad de acceso a las fuentes de datos o a interoperabilidad de modelos de datos, por tamaño de empresa.....	31
Figura 37: Necesidad de acceso a las fuentes de datos o a interoperabilidad de modelos de datos, por sectores.....	31
Figura 38: Necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos.....	32
Figura 39: Necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos, por tamaño de empresa.....	33
Figura 40: Necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos, por edades.....	33
Figura 41: Necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos, por sectores.....	33
Figura 42: Experiencia, medida en años, por haber trabajado con sistemas de I.A. ....	34
Figura 43: Experiencia, medida en años, por haber trabajado con sistemas de I.A. ....	34
Figura 44: Experiencia, medida en años, por haber trabajado con sistemas de I.A., de los encuestados en los que la I.A. SI está presente en su trabajo actual.....	35
Figura 45: Experiencia, medida en años, por haber trabajado con sistemas de I.A., de los encuestados en los que la I.A. NO está presente en su trabajo actual. ....	35
Figura 46: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el sector de la Universidad y en las que la I.A. está presente en el trabajo.....	36
Figura 47: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el sector de I+D+I de la Empresa privada, y en las que la I.A. está presente en el trabajo.....	37
Figura 48: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el sector de I+D+I de la Empresa pública, y en las que la I.A. está presente en el trabajo.....	37
Figura 49: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el entorno de producción o administración en la empresa privada, y en las que la I.A. está presente en el trabajo.....	38
Figura 50: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el entorno de producción o administración en la empresa pública, y en las que la I.A. está presente en el trabajo.....	38
Figura 51: Autoevaluación de la instrucción y formación en I.A. de los encuestados.....	39
Figura 52; Autoevaluación de la instrucción y formación en I.A. de los encuestados, desglosada por sectores y áreas.....	39
Figura 53: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en la autoevaluación de la instrucción y formación en I.A., desglosadas por sectores y áreas.....	40
Figura 54: Áreas de experiencia de los ingenieros españoles en I.A.....	40
Figura 55: Respuestas a: ¿Está formándose en algún área de I.A. en la actualidad.....	41
Figura 56: Respuestas a: ¿está formándose en I.A. en la actualidad?, desglosadas por sectores.....	41
Figura 57: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional sobre si está formándose en la actualidad, desglosadas por sectores y áreas.....	42
Figura 58: Respuestas a: ¿está formándose en I.A. en la actualidad?, desglosadas por grupos de edad.....	42
Figura 59: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional sobre si está formándose en la actualidad, desglosadas por grupos de edad.....	42
Figura 60: Respuestas a la pregunta: ¿está sopesando formarse en algún área de I.A. en un futuro próximo?.....	43
Figura 61: Respuestas a la pregunta: ¿está sopesando formarse en algún área de I.A. en un futuro próximo?, desglosadas por sectores de actividad.....	43
Figura 62: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en el interés en formarse en I.A., desglosadas por sectores de actividad.....	44
Figura 63: Respuestas a la pregunta: ¿está sopesando formarse en algún área de I.A. en un futuro próximo?, desglosadas por grupos de edad.....	44
Figura 64: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en el interés en formarse en I.A., desglosadas por grupos de edad.....	45
Figura 65: Áreas de interés en formarse.....	45
Figura 66: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en 'Interés en formación en: Herramientas de aprendizaje automático, por sectores.....	46

<i>Figura 67: Áreas de implantación de la I.A.</i> .....	47
<i>Figura 68: Áreas de implantación de la I.A. Visión desde la Universidad</i> .....	47
<i>Figura 69: Áreas de implantación de la I.A. Visión desde los comités de dirección</i> .....	48
<i>Figura 70: Áreas de implantación de la I.A. Visión desde I+D+I</i> .....	48
<i>Figura 71: Porcentajes de componentes de la I.A. implantados en las empresas españolas</i> .....	49
<i>Figura 72: Porcentajes de componentes de la I.A. implantados en las empresas españolas de menos de 5 empleados</i> .....	50
<i>Figura 73: Porcentajes de componentes de la I.A. implantados en las empresas españolas de más de 500 empleados</i> .....	50
<i>Figura 74: Consideración de la conveniencia de que los ingenieros españoles se formen en I.A.</i> .....	51
<i>Figura 75: Consideración si otros profesionales tienen mejor preparación que los ingenieros en I.A.</i> .....	51
<i>Figura 76: Consideración de que las escuelas de ingenieros deben incluir asignaturas relativas a la I.A.</i> .....	51
<i>Figura 77: Grupos de opinión sobre el impacto de la I.A. en los próximos 10 años</i> .....	52
<i>Figura 78: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en los dos grupos de opinión, por Sectores</i> .....	53
<i>Figura 79: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en los dos grupos de opinión, por Departamento</i> .....	53
<i>Figura 80: Histograma de la percepción del grado de implantación de la I.A. en España</i> .....	54
<i>Figura 81: Porcentajes de la percepción del grado de implantación de la I.A. en España</i> .....	54
<i>Figura 82: Percepción de la implantación de la I.A. en España según al tamaño de la empresa</i> .....	55
<i>Figura 83: Percepción de la implantación de la I.A. en España según los grupos de edad de los ingenieros</i> .....	55

# 1 Introducción

En las sesiones de trabajo recurrentes que celebra el Comité de Sociedad Digital, del Instituto de la Ingeniería de España, se ha estado tratando, casi constantemente, sobre la necesidad de conocer el grado de implantación de la Inteligencia Artificial (I.A., en adelante) en España, así como el grado de conocimiento de los ingenieros españoles y la necesidad de la utilización profesional de la I.A.

Esta encuesta es el primer análisis de un estudio más completo, y se persigue conseguir información general básica sobre el asunto. Los miembros del comité y los del grupo de trabajo de I.A. del Instituto de la Ingeniería de España han participado en la elaboración del cuestionario colaborando conjuntamente.

Con la información de este estudio, el Comité de Sociedad Digital y el Grupo de Trabajo de I.A. enfocarán, con mayor precisión, las jornadas que están evaluando o, en su caso, propondrán algunas nuevas. Los resultados del presente informe están a disposición de los comités y Grupos de Trabajo del Instituto, que puedan estar interesados. Con el estudio completo, que constará de más encuestas y trabajos, se pretende tener una visión clara del fenómeno, de la situación y de la previsible evolución de la I.A.

El universo del estudio lo constituyen los ingenieros españoles que pertenecen a las Asociaciones de Ingenieros, de todas las ramas, y que están asociadas al Instituto de la Ingeniería de España, lo que se considera suficiente para el objetivo que se pretende.

## 2 Resumen ejecutivo

Como se ha dicho, este estudio nace en el seno del Comité de Sociedad Digital y en el del Grupo de trabajo de I.A. del Instituto de la Ingeniería de España. Ambos grupos están interesados en conocer el estado de la I.A. en España. Aunque a las dos agrupaciones les interesa conocer más aspectos de la I.A., acordaron realizar este primer estudio para evaluar específicamente el grado de implantación en España, y el grado de preparación de los ingenieros españoles, así como su interés en la materia. Todo lo anterior generó las preguntas del cuestionario.

Para seleccionar la muestra se decidió solicitar la colaboración de todas las asociaciones de ingenieros de todas las ramas de la Ingeniería de España. Es una población suficientemente representativa, y perfecta, para poder extraer la información buscada. En el proceso de recogida de datos surgió una dificultad, ya que no todas las asociaciones transmitieron a sus afiliados la encuesta de la misma forma, con lo que la probabilidad de respuesta no fue la misma para todos los individuos. Se decidió extraer dos muestras de la población, y realizar el estudio con una sola de las dos. Este hecho ha limitado algunas posibilidades de conseguir información; sin embargo, se juzgó suficiente para obtener los objetivos que se pretendía conseguir.

Los resultados se presentan en el apartado: *6-Conclusiones*-de este mismo documento; pero aquí, resumidamente, se puede afirmar que la Inteligencia Artificial está muy poco implantada en las empresas y entidades que producen bienes y servicios en España. Se puede afirmar que solo trabajan con I.A., directa y conscientemente, tres de cada siete ingenieros. Pero no son ingenieros de producción, fabricación y mantenimiento, son ingenieros que están en los departamentos de I+D+I, tanto de entidades públicas, como privadas. Resulta importante señalar, por la capacidad de decidir estrategias y de implementarlas, que los ingenieros que están en los comités de dirección de las empresas, y los altos ejecutivos tienen entre su carga de trabajo a la I.A.

Se puede afirmar que las empresas que trabajan con I.A. disponen de medios para utilizarlas, aunque tales medios podrían ser mejor utilizados. La mayoría de los ingenieros ve carencias en sus empresas, y necesidad de profesionales con capacitación suficiente, necesidad de acceso a datos y modelos de datos, y necesidad de infraestructuras para implementar y desarrollar la I.A.

La experiencia de los ingenieros españoles en I.A. es escasa y, ampliamente, inferior a dos años. También muestran interés en formarse; pero no lo ven como una necesidad imperiosa y urgente, porque, mayoritariamente, no se están formando. La gran mayoría de los ingenieros intuye que la I.A. es un área que tiene muchas expectativas, y ven la necesidad de que los nuevos ingenieros se formen en ella en las escuelas de ingenieros, porque piensan que la I.A. tendrá un alto impacto en la productividad y en el empleo de los ingenieros españoles.

Se puede dividir los ingenieros españoles en dos grupos, según sus manifestaciones sobre la I.A. Un grupo mayoritario -tres de cada seis- cree que esta tecnología tendrá un alto impacto en un futuro próximo, dentro de los próximos diez años. El resto de los ingenieros, que forma el otro grupo, considera que la I.A. tendrá un impacto moderado en el empleo de los ingenieros y en la productividad de las empresas y entidades españolas.

En resumen: la I.A. está poco implantada, y en fase de investigación, de implementación y desarrollo, en la actualidad, en España.

### 3 Necesidades de Información y sus limitaciones

El objetivo principal de este trabajo es:

#### **Conocer el grado de implantación actual de la I.A. en España,**

y se puede concretar, más y mejor, con la inclusión de los objetivos secundarios siguientes:

- **Averiguar el interés y la importancia que se concede a la I.A. en España.**
- **Averiguar el grado de preparación y formación de los ingenieros españoles en I.A. Si ven la necesidad de formarse, y si los nuevos ingenieros, poseen ya esa formación al graduarse en las Escuelas.**

En la elaboración de este trabajo se han tenido en cuenta dos conceptos. Por un lado, está el caso de la I.A. en la que el usuario desconoce que la está utilizando, bien porque éste no conoce suficientemente todos los aspectos que la componen, o bien porque su uso no queda explícito por la aplicación usada. Por ejemplo, un buscador de páginas ‘web’, que utiliza I.A. en las peticiones de los usuarios, y que utiliza para alimentar los procesos de la I.A. toda la información que pueda disponer de los usuarios, proporcionada por sus búsquedas anteriores, o por cualquier otra fuente de datos de usuarios a la que tenga acceso. En este caso, el usuario desconoce la tecnología que hay detrás de esas búsquedas, y si la I.A. se está aplicando. Este tipo de usuario no podrá responder a la encuesta de este trabajo manifestando que la I.A. está presente en su trabajo profesional, y en qué medida.

Por otro lado, está la idea de la I.A. como tecnología que es conocida por la persona que la usa, y que lo hace conscientemente, bien porque ha participado en su creación o modificación, o bien, porque simplemente usa una herramienta con la tecnología de la I.A. en sus procesos productivos, personales o profesionales, y conoce, o quiere conocer, las posibilidades de su utilización

Este trabajo se ha diseñado con el objetivo de obtener la información con el segundo de los conceptos explicados más arriba. No se podría desprender una única conclusión con los datos provenientes de todos los que han respondido que no saben si utilizan la I.A. Sería conveniente complementar este estudio con otro que, específicamente, busque el grado de utilización e implementación de la I.A. en los procesos productivos profesionales, cuyos responsables desconocen que esta tecnología es usada.

Para alcanzar los fines descritos en los objetivos, principal y secundarios, se ha diseñado un cuestionario inédito. Consta de nueve preguntas específicas sobre la formación y preparación de los ingenieros en I.A, y otras doce preguntas sobre el uso y la utilización de la I.A. en su ámbito profesional, así como el grado de automatización e impacto en la productividad en sus empresas, y la previsión del impacto en el empleo. Finalmente, hay siete preguntas de clasificación, y una más, abierta, ésta última está dispuesta para que los encuestados puedan expresar sus opiniones abiertamente.

Por el medio elegido, “*Google Forms*” y el correo electrónico personalizado, se considera que la encuesta tiene un tamaño adecuado y, según los resultados que se obtengan, pudiera ser necesaria una investigación más específica, o enfocada a determinar y ampliar alguna otra información. En ese caso, se podría diseñar un tipo de encuesta diferente.

Fuentes secundarias de información consultadas, además de las citadas en el capítulo: 7 -  
*Bibliografía*- se podrían citar:

- [http://www.fgsic.es/lychnos/es\\_es/articulos/inteligencia\\_artificial](http://www.fgsic.es/lychnos/es_es/articulos/inteligencia_artificial)
- <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial>
- <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/inteligencia-artificial-469917>
- <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>

Es conveniente definir la I.A., como se indicó en la introducción de la encuesta. Muy resumidamente se podría decir que *la Inteligencia Artificial es el conjunto de programas y aplicaciones de software que permiten a una máquina, no solamente realizar operaciones repetitivas sin error, sino incorporar a tales operaciones, la capacidad de razonar y la forma de aprender como si fuera inteligente.*

## 4 Metodología y limitaciones

En este capítulo se explica tanto la metodología utilizada para el tratamiento de los datos, como las ideas básicas que se tuvieron en cuenta para la elaboración del cuestionario.

En la *sección:4.1*, de este mismo capítulo se explica cómo se seleccionaron las variables de medida que componen el cuestionario. Una vez constituido el cuestionario se realizó el trabajo de campo de recogida de los datos con la muestra elegida, lo que se explica en los *apartados: 4.2 y 4.3*.

Seguidamente, en este documento, se presentan los resultados de los análisis efectuados - *capítulo:5* -. En este capítulo, en primer lugar, se procede a describir la muestra con los parámetros estadísticos comunes, frecuencias, medias, modas y desviaciones. A continuación, se realizan estudios inferenciales bivariantes, comparando con los grupos de clasificación, “*Edad*”, “*Tamaño de la empresa*”, y por “*Sector de actividad*” y “*Departamento o área donde ejerce*”, para averiguar el grado de adaptación y la opinión de cada uno de ellos. Todos estos resultados se pueden inferir al universo propuesto. Finalmente, se realiza un análisis multivariable, “*Análisis clúster*”, para buscar grupos que permitan reducir y simplificar las explicaciones de los comportamientos y las opiniones manifestadas, y que permiten, también, la posibilidad de tratamientos especiales a grupos concretos.

Las pruebas estadísticas realizadas consisten en pruebas de  $\chi^2$  -Chi cuadrado-, para variables categóricas, y pruebas ‘t’ y análisis de ANOVA para variables numéricas. El nivel de significación es del 5%.

Este trabajo solo presenta los datos y los análisis matemáticos objetivos que se obtienen. No se realizan apreciaciones, o suposiciones, de comportamientos derivados de ellos, porque no es el objetivo del trabajo, ni la encuesta se diseñó con tal fin.

Por otro lado, el autor tiende a considerar el significado de los puntos centrales de las variables como, lo que son, puntos equidistantes de los extremos, pero haciendo menos caso a esta situación geométrica y más al concepto semántico que subyace, y que define a cada una de las palabras que se han elegido para especificar tales puntos centrales. Las conclusiones son muy escuetas por las razones expuestas. Lo que cabe es: plantear trabajos específicos, para confirmar aquellas suposiciones que se intuyan por los resultados aquí presentados.

Los gráficos son elaboración propia del autor, excepto donde se indica. No se reproducen los resultados de los análisis estadísticos, para no hacer este estudio muy prolijo. En los porcentajes donde no se presentan decimales, éstos han sido redondeados para una mayor claridad.

### 4.1 Elección de las variables de medida

Como se ha dicho, en la elaboración del cuestionario, han participado los miembros del comité de Sociedad Digital y los del Grupo de Trabajo de I.A. del IIE.

La idea principal que subyace en la elección de las variables de medida del grado de implantación de la I.A. en España es la consulta a los profesionales que la usan. Si se sabe cuántos usan la I.A. en su trabajo, si se sabe cuál es su experiencia, si se sabe su interés en formarse y su

formación, si se sabe en qué tipo de empresas ejercen, y en qué áreas, si se sabe cuáles son sus necesidades, se sabe cuál es el grado de implantación y utilización de la I.A. en España.

Por otro lado, que los profesionales encuestados sean ingenieros de todas las ramas, permite observar una perspectiva única; pero completa. Los ingenieros estamos presentes en todas las áreas de la actividad económica española. Hay ingenieros en hospitales, en las áreas de producción y mantenimiento de los equipos, hay ingenieros en bufetes de abogados, en áreas de informática, hay ingenieros en la administración pública, en todas las entidades, INEM, Seguridad Social, AEAT y, por supuesto hay ingenieros en todos los puestos de todas las industrias, extractiva, de transformación y en las empresas de servicios.

Las variables de medida están compuestas por dos bloques de preguntas principales, y claramente diferenciados, y ambos bloques están diseñados para complementarse y proporcionar las soluciones a las necesidades de información de los objetivos principal y secundarios planteados.

Con el diseño del primer bloque de preguntas, se desea conocer el nivel de preparación profesional en I.A. de los ingenieros españoles, como una fuente indirecta para conocer las necesidades de las empresas en las que ejercen su trabajo los ingenieros, lo que proporciona una faceta interesante de la posición de las empresas y de la sociedad españolas en I.A. Este bloque está constituido por las primeras nueve preguntas del cuestionario.

En segundo lugar, se pretende entender e indagar en qué áreas de trabajo se aplica la I.A., la disposición y necesidad de aplicar la I.A., el conocimiento y la influencia de la I.A. en las decisiones estratégicas de los equipos directivos, así como el grado de preparación, las necesidades básicas y las perspectivas de futuro que la I.A. podría proporcionar a las empresas y entidades españolas donde trabajan los ingenieros. Este bloque está constituido por las segundas doce preguntas.

Finalmente, se incorporaron al cuestionario las preguntas de clasificación que permiten realizar análisis descriptivos e inferenciales por sectores, departamentos y personas.

## 4.2 Trabajo de campo

Esta encuesta fue diseñada para que pudiesen responder a ella todos los ingenieros españoles que estuvieran afiliados a la asociación profesional de su titulación, que es una cifra cercana a setenta mil. Este universo se considera muy representativo de toda la sociedad industrial española -entendiendo este concepto de 'sociedad industrial' como el conjunto de los tres sectores de la economía, primario, o extractivo, secundario, o de transformación, y terciario o de servicios-. Lamentablemente, la encuesta no se presentó a todos estos ingenieros de la misma forma, lo que hubiera garantizado la equiprobabilidad de la respuesta.

Hubo asociaciones que enviaron la encuesta a sus asociados a través de un boletín, o una circular de información, de las que se utilizan para proporcionar información a sus afiliados recurrentemente. De esta forma, les llegó la petición de participación de la encuesta a cerca de treinta y siete mil ingenieros, -algo más de la mitad -52%- de los ingenieros afiliados-. La muestra recogida con esta forma fue de tan solo ciento diez ingenieros. Hubo otras asociaciones que enviaron un correo electrónico personalizado, o una petición expresa, como se pretendía en el diseño original de la encuesta. De esta segunda manera, le llegó a algo más de treinta y tres mil

ingenieros, -algo menos de la mitad -48%- de los ingenieros afiliados-. La muestra recogida de esta segunda manera ha sido de cuatrocientos treinta y ocho individuos.

Ante esta situación, existían dos opciones para analizar la encuesta. La primera, tomar la muestra de quinientos cuarenta y ocho individuos, con todas las respuestas recogidas. Esta opción fue desechada para mantener el principio de misma probabilidad en la respuesta. En un muestreo probabilístico, como es este, no cabe esta elección. La segunda opción era escoger una de las dos muestras recogidas con los dos métodos diferentes. Técnicamente, las dos muestras son válidas pues garantizan la ansiada aleatoriedad proporcional de las respuestas. De las dos muestras, se ha elegido la de mayor tamaño que, como se ve más adelante, tiene un error muestral del 4.65%, que es considerado suficiente para lograr los objetivos buscados.

Por lo explicado arriba, la muestra elegida es considerada representativa del colectivo de ingenieros y, por lo tanto, válida para cumplir con los objetivos fijados en el estudio. No se podrá hacer un análisis por titulaciones de ingenieros, como se podía haber obtenido. Y -aunque esto no dependa de la muestra elegida- no se podrá hacer un análisis por territorios, o comunidades autónomas de España, porque algunas asociaciones de ingenieros tienen ámbito nacional y otras regional o autonómico.

### 4.3 Muestra elegida y el error muestral

De la muestra inicial recogida se han eliminado tres registros por inconsistencia en las respuestas. No resulta útil para el análisis que una persona manifieste poseer experiencia superior a cinco años y no contestar a las demás preguntas. No es razonable que una persona solo responda al campo de comentarios con la reivindicación de una lengua, o una profesión. También se han eliminado cuatro registros por duplicidad exacta, incluyendo el campo de comentarios.

En el anexo:7.2, se han incluido todos los comentarios recibidos, incluso aquellos cuyos registros completos se han desechado por las razones explicadas anteriormente. Los comentarios se reproducen literalmente. Solamente se han eliminado las partes que incluían referencias personales, por las que podían ser identificados.

Con la muestra elegida, el error cometido es del: 4,65%, que es asumible según los estándares y buenas prácticas en este tipo de estudios. Los cálculos del error muestral se reproducen, en la *Figura 1*, mostrada a continuación:

Tamaño de la Muestra,	n =	438	(N - n) =	33.225	
Tamaño de la Población,	N =	33.663	Z <sup>2</sup> · p · (1-p) =	0,9604	
Nivel de Confianza: 95%	Z =	1,96	Z <sup>2</sup> · N · p · (1-p) =	32.330	$e^2 = \frac{(N - n) \cdot (Z^2 \cdot p \cdot (1 - p))}{n \cdot (N - 1)} = 0,216\%$
Probabilidad de Éxito,	p =	0,5	n · (N-1) =	14.743.956	
<b>Error</b>	<b>e =</b>	<b>4,65%</b>			Muestra 1 - Método directo: E-Mail o recordatorio

Figura 1: Cálculo del error muestral

## 4.4 Ficha técnica

Universo	Asociados de todas las asociaciones de ingenieros de España
Ámbito del estudio	Entidades productivas españolas y administraciones públicas
Procedimiento de muestreo	Correo electrónico personalizado dirigido al todo el universo del estudio
Recogida de la información	"Google FORMS, Formularios de Google", aleatoria simple
Fecha del trabajo de campo	Del 23 de febrero al 15 de abril de 2021
Tamaño del universo poblacional	70.714
Tamaño de la muestra	548
Software de tratamiento de datos	PASW Statistics 18, versión 18.0.0 y Microsoft Excel v.2019

## 5 Resultados

### 5.1 Descripción de la muestra

#### 5.1.1 Descripción de la muestra por “Sector y posición dentro de la entidad donde ejercen” los encuestados.

La muestra analizada consta de cuatrocientas treinta y ocho unidades. El porcentaje mayor - 56.8%- es el que está formado por los ingenieros que ejercen su profesión en la empresa privada, que son cuatro de cada siete. Los ingenieros que ejercen en la empresa pública son el siguiente grupo en tamaño -13.2%-, con una proporción del uno de cada ocho. Los ingenieros retirados y jubilados -11.4%- representan y proporcionan una de cada nueve respuestas. Los que ejercen en las universidades son el 8.4%, el mismo porcentaje que los que ejercen por su cuenta como autónomos o independientes.

Resulta especialmente interesante para los resultados que se persiguen, que las posiciones dentro de los sectores público y privado no sean escasas dentro de las áreas de producción, de I+D+i y de alta dirección.

Lo dicho en el párrafo anterior, cuyos datos provienen de la pregunta número veinticinco del cuestionario, puede revelarse con claridad en las tres gráficas siguientes, *Figura 2*, *Figura 3*, y *Figura 4*.

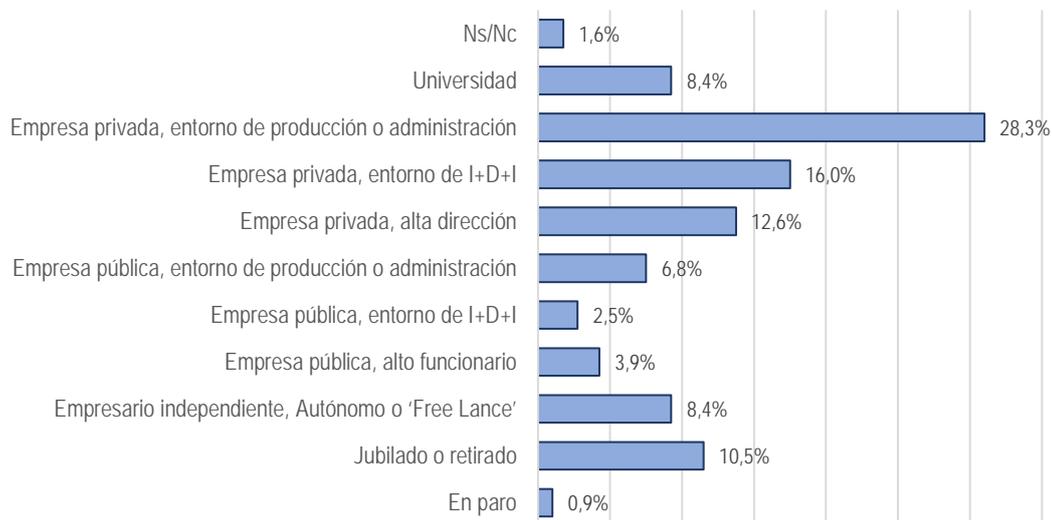


Figura 2: Porcentaje de los sectores en donde ejercen los encuestados.

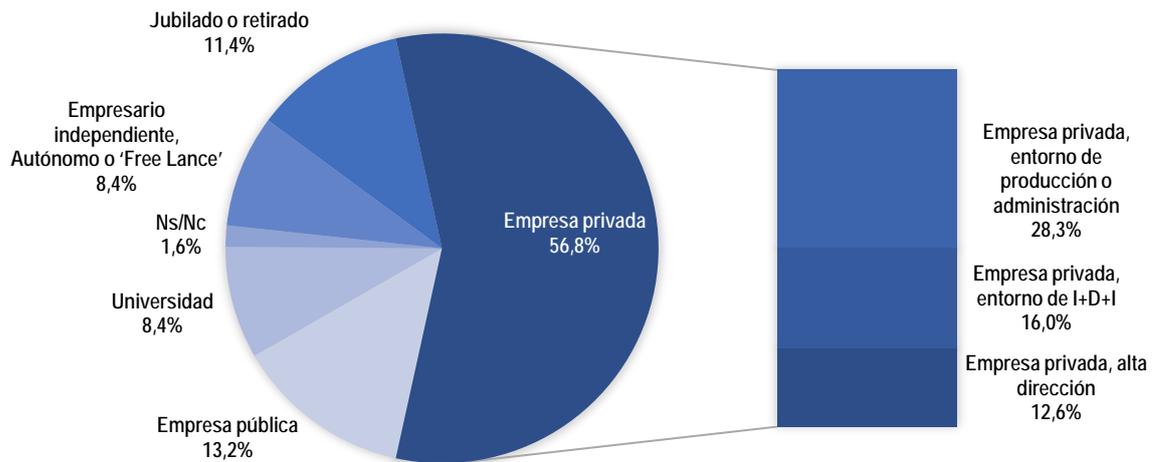


Figura 3: Porcentajes de los sectores y posiciones donde ejercen los encuestados, y ampliación del sector privado.

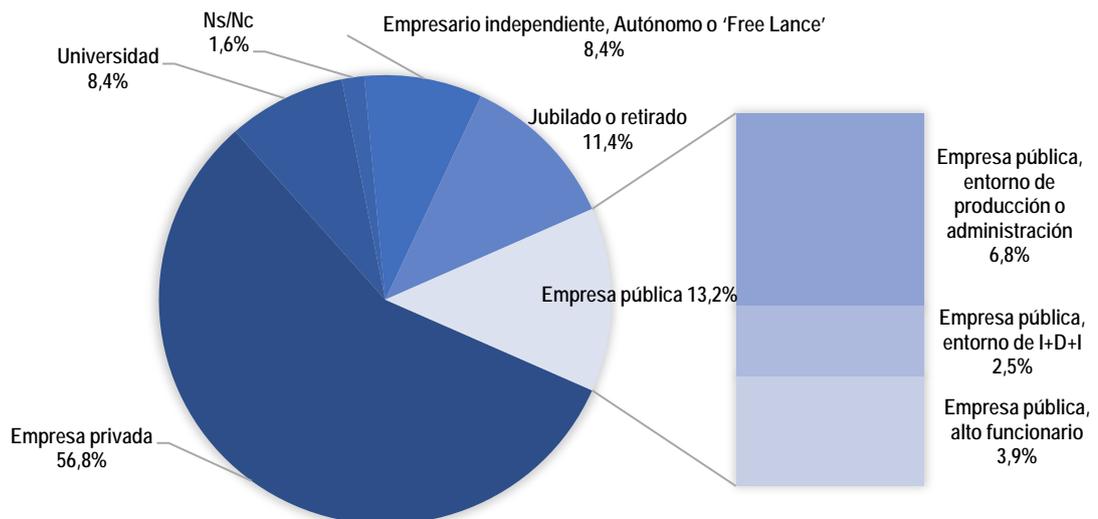


Figura 4: Porcentajes de los sectores y posiciones en donde ejercen los encuestados, y ampliación del sector público.

### 5.1.2 Descripción de la muestra por “Departamento o área dentro de la entidad, donde ejercen” los encuestados.

El departamento en el que, mayoritariamente, ejercen los ingenieros que han respondido a esta encuesta es el de ingeniería. Así lo manifiesta el 40%, de los 438 registros de la muestra analizada. El 16% manifiesta estar en la dirección ejecutiva o en los comités de dirección de las entidades donde trabajan.

Hay una clara asociación entre la categoría de esta variable, la de los que están encuadrados en el grupo que manifiestan pertenecer a la ‘*dirección ejecutiva o al comité de dirección*’ de la entidad donde ejercen el trabajo, y la categoría de ‘*alta dirección*’ de la pregunta anterior, lo cual es un indicio claro, por la coherencia que se aprecia, de la bondad de las repuestas de la encuesta. La mencionada asociación ha sido contrastada, estadísticamente, por los resultados de la correspondiente prueba de  $\chi^2$  -Chi cuadrado- entre ambas variables, la que se describe en este apartado y la del anterior.

En la figura siguiente, *Figura 5*, se puede apreciar gráficamente, lo expresado en los párrafos anteriores.

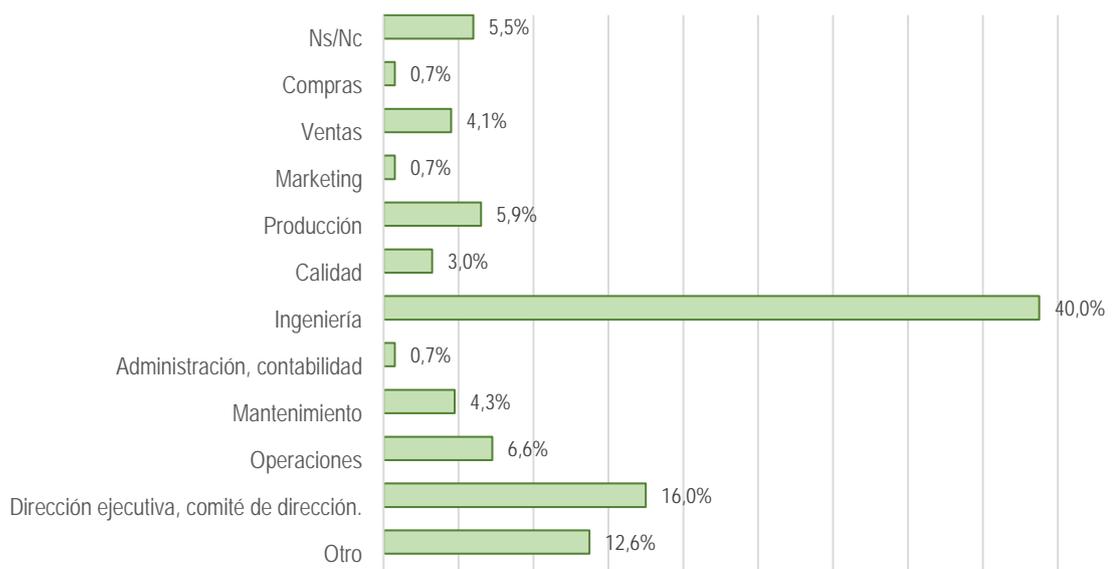


Figura 5: Porcentajes, desglosados por departamentos y áreas, de las entidades donde ejercen los encuestados.

### 5.1.3 Descripción de la muestra por “*Tamaño de la empresa*” donde ejercen los encuestados.

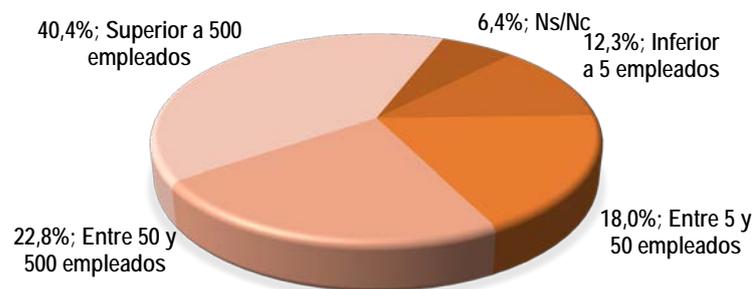
Dos de cada cinco -40.4%-, de los 438 encuestados, que se analizan en este estudio, trabajan en empresas, o entidades, cuyo número de empleados supera las quinientas personas, es decir, son empresas grandes. También dos de cada cinco -40.9%- trabaja en una *pyme*. Asumiendo que una *pyme* puede ser una empresa ‘*pequeña*’ que tenga entre cinco y cincuenta empleados, que representa el 18.0% de la muestra y una ‘*empresa mediana*’ que tenga entre cincuenta y quinientos empleados, que representa el 22.8% de la muestra.

Solo uno de cada ocho -12.3%- ejerce en empresas pequeñas, que tienen cinco, o menos, empleados.

Realizadas las pruebas de contraste adecuadas, se comprueba que los ingenieros que manifiestan ejercer como ‘*Autónomos o Freelancers*’ están trabajando en empresas de cinco, o menos, empleados, lo que es de esperar dada la condición de empresario autónomo.

Según la dirección general de la pequeña y mediana industria, del ministerio de Industria, Comercio y Turismo, aunque las empresas grandes son menos del 0.17% de las empresas españolas, el 50.25% del empleo está radicado en las empresas de más de cincuenta empleados. La proporción -63.2%- de las personas de nuestra muestra que están empleadas en empresas que tienen más de cincuenta empleados es mayor que la citada. Por otro lado, según el INE, el 49.86% de los titulados universitarios de 2014, ejercen en empresas de más de cincuenta empleados. Aunque no son cifras concluyentes, y no coinciden porque la muestra de este estudio está constituida solo por ingenieros, se considera válida para este estudio.

En el gráfico siguiente, *Figura 6*, se puede apreciar visualmente, la composición de la muestra clasificada por el tamaño de la empresa donde ejercen profesionalmente las personas que han respondido.



*Figura 6: Tamaño de las empresas, según su número de empleados, donde ejercen los consultados.*

#### 5.1.4 Descripción de la muestra por el “Sexo” de los encuestados.

No existe un dato formal que ilustre sobre la proporción entre mujeres y hombres que, siendo ingenieros, ejerzan su profesión. Sabemos por el INE y por la Dra. Sara Gómez de la Real Academia de Ingeniería y de la Universidad Politécnica de Madrid que, desde 2010, por término medio, las mujeres constituyen entre el 25 y el 30 % de las personas que se gradúan en Ingeniería y Arquitectura. No está publicado el dato de la proporción de mujeres que están afiliadas a alguna asociación de ingenieros, de las que constituyen nuestra muestra.

La proporción que aparece en la muestra del presente estudio es de una mujer por cada nueve entrevistados.

La gráfica que permite apreciar con mayor intuición lo expresado en el párrafo anterior se representa en la *Figura 7* mostrada a continuación.



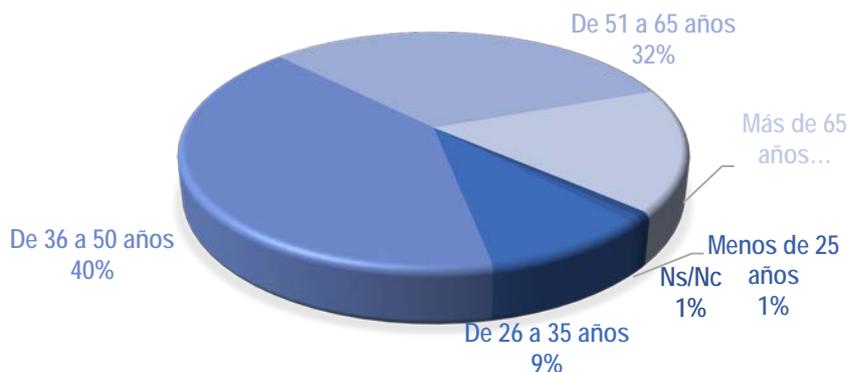
*Figura 7: Distribución de la muestra por 'Sexo'*

### 5.1.5 Descripción de la muestra por “Edad”.

Dos de cada cinco -40.6%-, de las personas que han respondido a esta encuesta tienen entre 36 y 50 años, y es la mayor proporción. A continuación, aparecen las personas que tienen entre 51 y 65 años, que representan el 32%, es decir uno de cada tres.

El porcentaje de 26 a 35 años es bajo, no llega al 10%, y el de las personas de menos de 25 años es casi irrelevante pues no alcanza al 1%. Estos datos pueden ser importantes, porque es se busca conocer la preparación de los ingenieros más jóvenes en I.A., y vendría muy bien al estudio analizar su encuentro y opinión de la I.A. en el ejercicio de su profesión. Hay que recordar que el universo de este estudio son los ingenieros afiliados a las asociaciones profesionales, y como manifiestan los Colegios y las Asociaciones profesionales, la afiliación de estas edades es muy baja. Sea por esta razón, o por otra, es necesario especificar aquí que ésta es una carencia de este estudio y que, en próximos estudios, deberá buscarse la opinión de estos grupos de edad.

Con todo lo dicho, en la *Figura 8* se representa la gráfica de los grupos de edad, y está mostrada a continuación.



*Figura 8: Distribución de la muestra por 'Edad'*

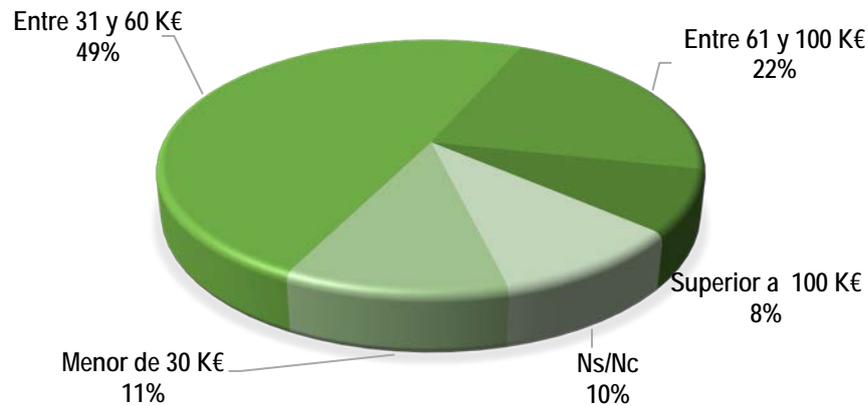
### 5.1.6 Descripción de la muestra por “Nivel Económico”.

Para tener una idea del nivel socioeconómico de la muestra, se solicita a los entrevistados que elijan uno de los grupos creados con diferentes niveles de los ingresos brutos anuales.

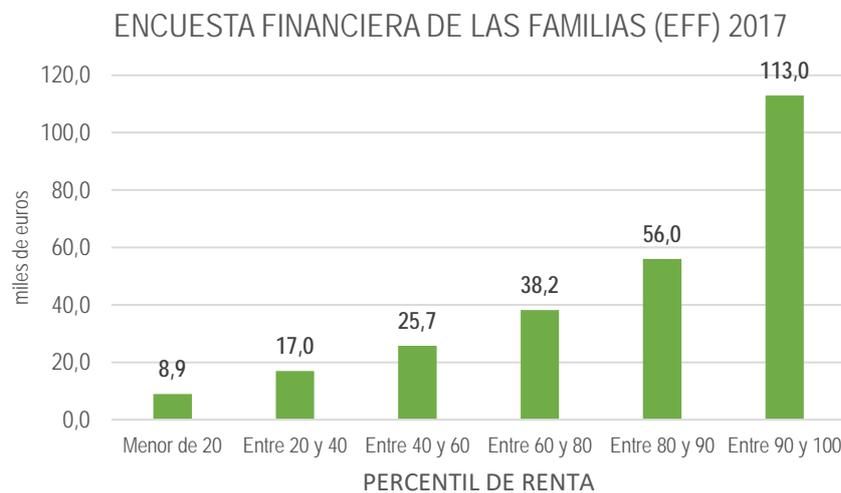
Casi la mitad -49.1%- de los entrevistados manifiesta percibir una renta comprendida entre 31 y 60 K€ anuales. Uno de cada nueve ingenieros dice ingresar menos de 30 K€ anuales y dos de cada nueve recibe más de 60 pero menos de 100 K€ anuales. Muy pocos, -8%- perciben unos ingresos superiores a 100 K€ al año.

Aunque no se puede establecer una comparación exacta, sí se puede afirmar que tres cuartas partes de las personas que han respondido se encuentran en los tres percentiles superiores de los niveles de renta de las familias en 2017, que es la última publicación conocida del Banco de España. Como solo se pretende tener una idea aproximada sobre esta variable, se da por válida la muestra, teniendo en cuenta este aspecto.

Los gráficos de la *Figura 9* y de la *Figura 10*, que se muestran a continuación, reflejan y concretan lo dicho en los párrafos anteriores.



*Figura 9: Distribución de la muestra por "Nivel económico"*



FUENTE: Banco de España

*Figura 10, percentiles de la renta de las familias españolas en 2017*

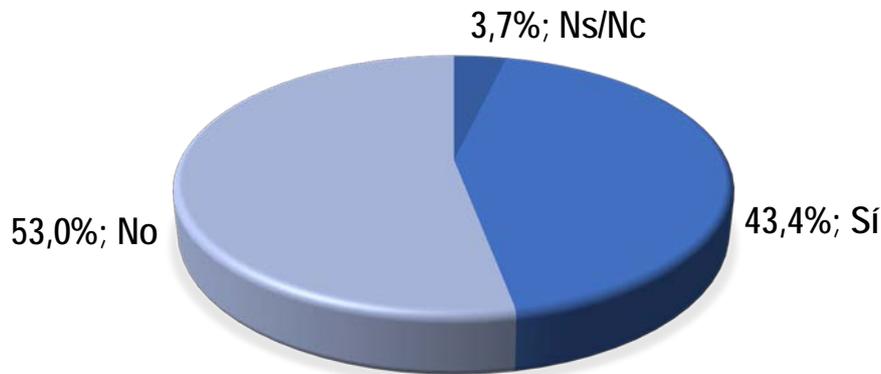
## 5.2 Análisis realizados

### 5.2.1 Presencia de la I.A. en el desempeño del trabajo.

Con esta primera pregunta del cuestionario se obtiene la primera aproximación al grado de implantación de la I.A. en España, que es el objetivo principal de este estudio. El nivel de utilización global y el que se obtiene al analizar los diferentes desgloses, por sectores de actividad, departamentos y tamaño de la empresa, permiten establecer una visión del estado actual de implantación y uso de la I.A.

Para algo más de la mitad de los encuestados -53%- la I.A. no está presente en el desempeño de su trabajo actualmente y, para tres de cada siete -43.4%-, sí está presente la I.A. en su trabajo actual. Hay un porcentaje alto -3.7%- que no se manifiesta.

El gráfico que permite una aclaración visual a lo dicho es el mostrado en la *Figura 11* siguiente.



*Figura 11: Porcentajes de presencia de la IA. en el trabajo de los ingenieros españoles*

Si se disgrega ‘*La presencia de la IA. en el desempeño del trabajo*’ por el sector -y posiciones, dentro de los sectores- al que pertenece la entidad en la que ejercen su trabajo los encuestados, se puede afirmar que la IA. está, con significación matemática, más presente en la ‘*Empresa pública, entorno de I+D+I*’, en la ‘*Universidad*’, en la ‘*Alta dirección de las empresas privadas*’ y en el ‘*Entorno I+D+I de la empresa privada*’, y que está menos presente de lo esperado matemáticamente en ‘*Los altos funcionarios de la empresa pública*’ y en el ‘*Entorno de producción o administración*’ tanto en la empresa pública, como en la privada, según se contrasta mediante las pruebas de análisis estadístico adecuadas. Se aprecia una menor presencia proporcional en los “*jubilados*” de todos los sectores, como podría intuirse sin realizar análisis alguno.

A tenor de los resultados mencionados en el párrafo anterior, cabe interpretar que la IA. está, en España, en una fase de investigación y desarrollo, porque son las áreas de los sectores en los que se manifiesta con mayor profusión.

Se debe destacar a los ingenieros que declaran estar en la alta dirección de las empresas del sector privado, que manifiestan la presencia de la IA. en su trabajo actual, justo lo contrario que los altos funcionarios del sector público, que afirman que la IA. no está presente en su desempeño actual.

Lo manifestado arriba puede apreciarse con mayor claridad mediante los gráficos siguientes, en los que se aprecian, primero, las diferencias entre los sectores -no se presentan los Ns/Nc y ni los que están en paro-, en la *Figura 12*, y entre lo respondido en la muestra y lo esperado proporcionalmente, en los sectores y en sus posiciones más significativas en la *Figura 13* en la *Figura 14*, en la *Figura 15*, en la *Figura 16*, en la *Figura 17* y en la *Figura 18*, reproducidas más abajo.

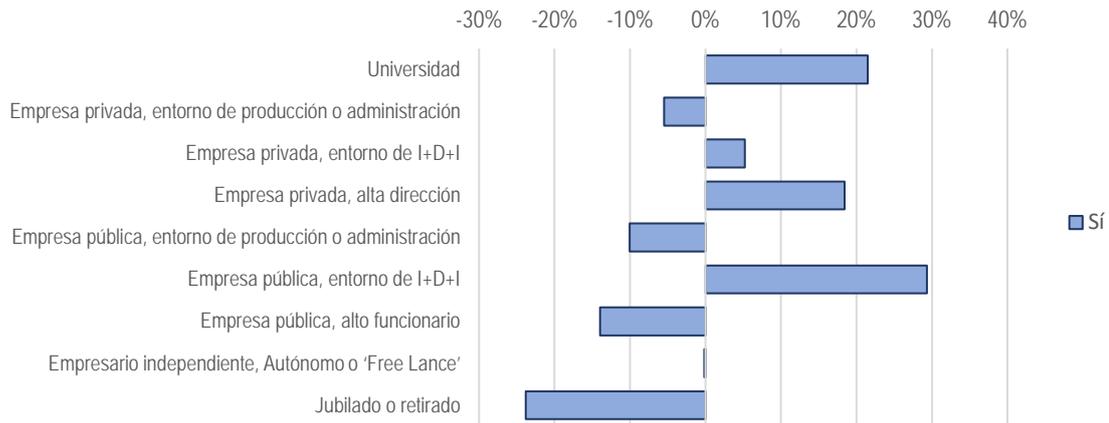


Figura 12: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, desglosada por: Sector y posición

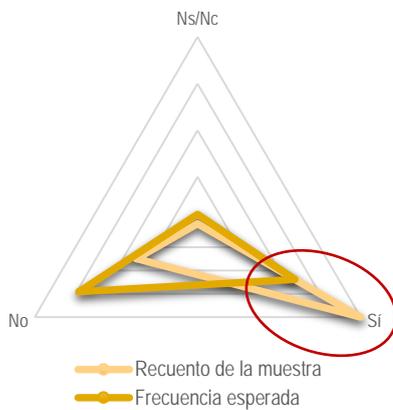


Figura 13: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, entorno de I+D+I de la empresa pública



Figura 14: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, entorno de I+D+I de la empresa privada



Figura 15: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional en la Universidad



Figura 16: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional en la Alta dirección, empresa privada

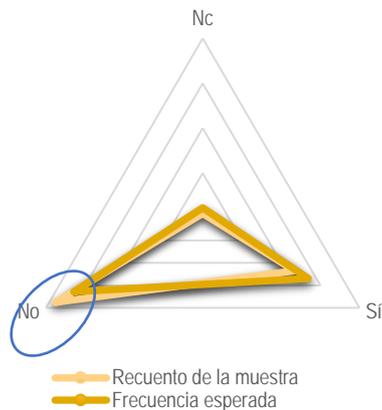


Figura 17: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional en el entorno de producción y administración de la empresa privada

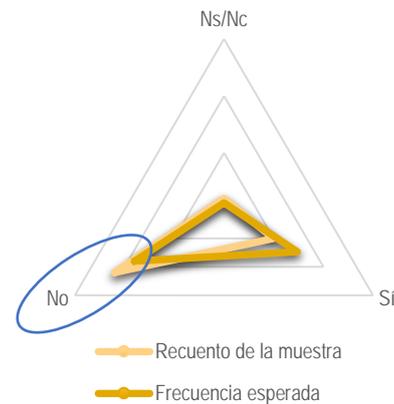


Figura 18: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional en los Altos funcionarios de la empresa pública.

Del mismo modo, descomponiendo ‘La presencia de la I.A. en el desempeño del trabajo’ por los departamentos de las empresas donde están los ingenieros entrevistados, puede deducirse que la I.A. está presente, sobre todo en el departamento de ‘Ingeniería’, aunque un poco menos de lo esperado. Está significativamente más presente en las ‘Direcciones ejecutivas y los comités de dirección’. No se presentan conclusiones de los departamentos de ‘Compras’, ‘Marketing’ y ‘Administración y contabilidad’ porque la muestra de éstos es muy pequeña, por la pequeña presencia de ingenieros en ellos.

Llama la atención que la I.A. esté significativamente menos presente en ‘Mantenimiento’, ‘Calidad’, y ‘Producción’. En los departamentos de ‘Ingeniería’, no se aprecian diferencias significativas respecto a los datos globales, es decir, la I.A. está presente en casi el 40%.

Los resultados que se infieren en este punto están en la misma línea que lo apreciado en el punto anterior: la I.A. está en fase de implantación, y no está, mayoritariamente, en los procesos productivos de las empresas.

Lo manifestado arriba puede apreciarse con mayor claridad mediante los gráficos siguientes, en los que se aprecian, primero, las diferencias entre los departamentos -no se presentan los Ns/Nc, ni los de Compras, Marketing y Administración-, en la Figura 19, y entre lo respondido en la muestra y lo esperado proporcionalmente, en los departamentos más significativos en Figura 20 y en la Figura 21, reproducidas más abajo.

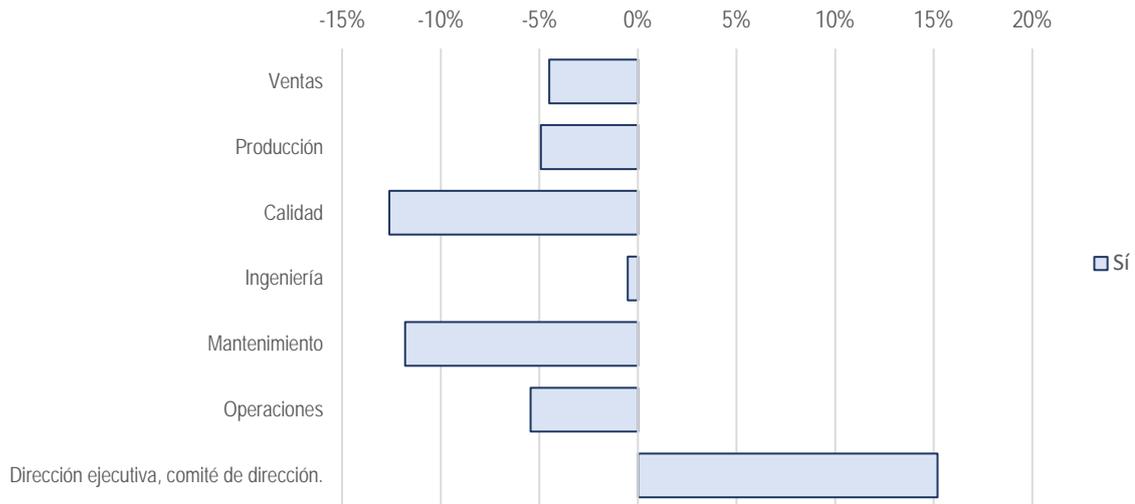


Figura 19: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, desglosada por: Departamento

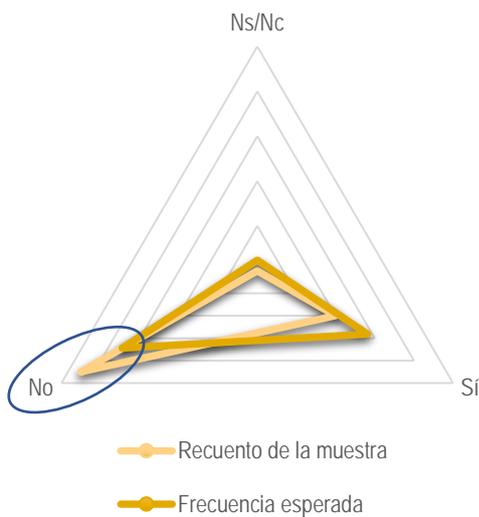


Figura 21: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el departamento de 'Calidad'.



Figura 20: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el departamento de 'Dirección ejecutiva, comité de dirección'.

Cuando se analiza la presencia de la I.A. en el desempeño del trabajo de los ingenieros por el tamaño de la empresa -medido por su número de empleados-, se aprecia claramente que está presente en las empresas que tienen más de 50 empleados, y más claramente, aún, en las empresas cuyo tamaño de plantilla es superior a quinientas personas. Conclusiones que se han obtenido después de realizar los correspondientes análisis inferenciales. Así pues, las posibles ventajas de la I.A. solo están siendo evaluadas para ser aprovechadas por las empresas grandes.

Lo manifestado arriba puede distinguirse con mayor claridad mediante los gráficos siguientes, en los que se aprecian, primero, las diferencias entre los tamaños de las empresas, en la Figura 22 y entre lo respondido en la muestra y lo esperado proporcionalmente, en los tamaños de empresa más significados en la Figura 23 y en la Figura 24, reproducidas más abajo.

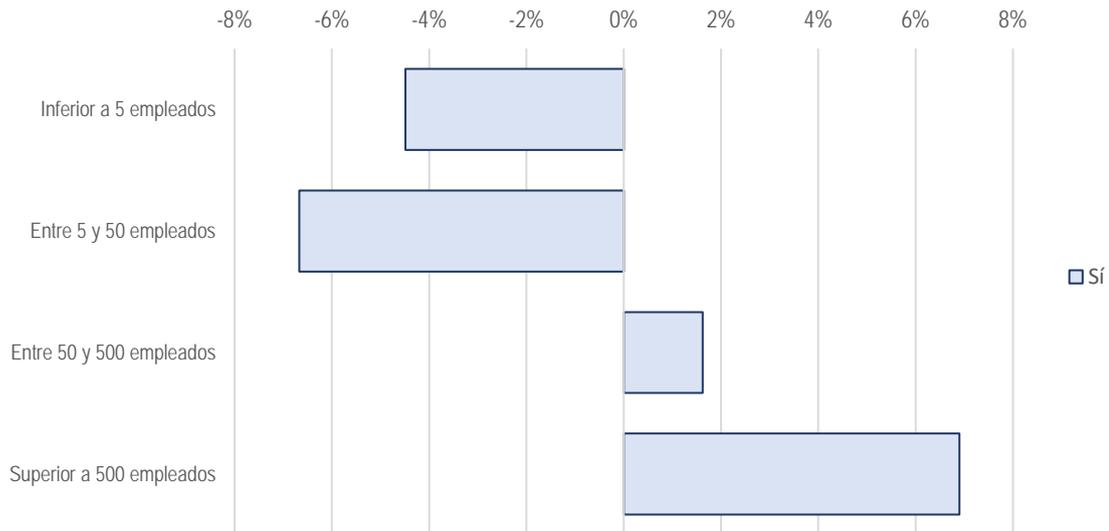


Figura 22: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en el desempeño profesional, desglosada por: Tamaño de la entidad

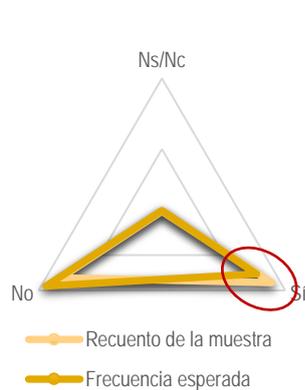


Figura 23: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en las empresas de más de 500 empleados.

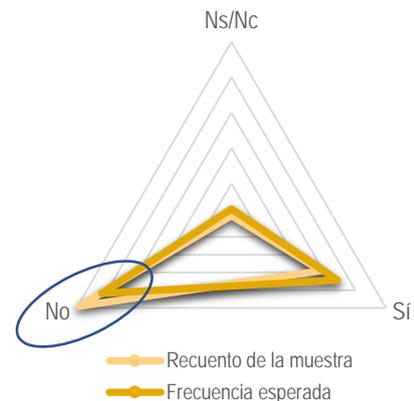


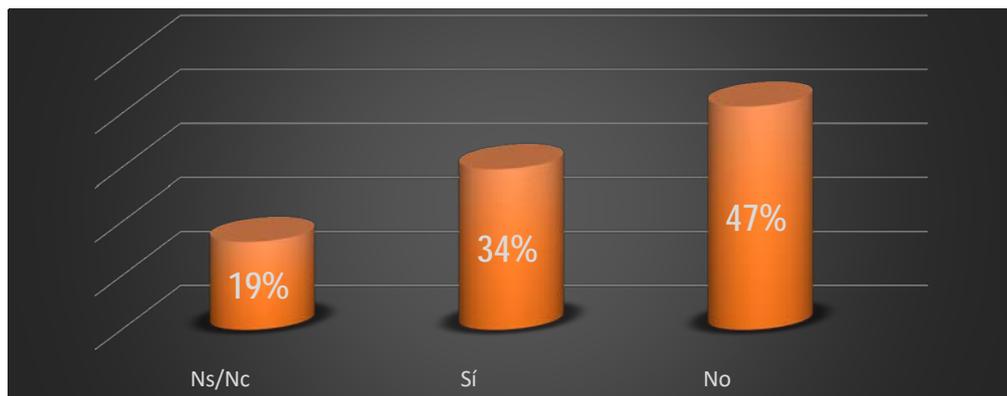
Figura 24: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcionalmente. Presencia de la I.A. en las empresas que tienen entre 5 y 50 empleados.

Finalmente, en esta sección, se han analizado los datos para inferir los resultados por los otros grupos de clasificación, 'Sexo', 'Nivel económico' y 'Edad'. Aunque estos se consideran de menor relevancia para los objetivos del estudio, se puede concluir que la presencia de la I.A. en el desempeño profesional, no presenta diferencias estadísticamente significativas en cuanto a 'Sexo' y a 'Nivel económico'; pero sí en cuanto a la 'Edad'. Se aprecia que las personas de más de 65 años la I.A. tiene menos presencia en su vida profesional, lo que parece previsible y sencillo de interpretar.

## 5.2.2 Medios para utilizar I.A. en los procesos productivos

Después de analizada la presencia de la I.A. en el trabajo actual de los ingenieros españoles, en la sección anterior de este mismo capítulo, se analiza, en esta sección, el equipamiento y la capacidad de las empresas para que la I.A. pueda ser utilizada en los procesos productivos. El concepto de esta variable es un complemento a la variable de la pregunta primera y está diseñada con la intención de averiguar el potencial de utilización de la I.A.

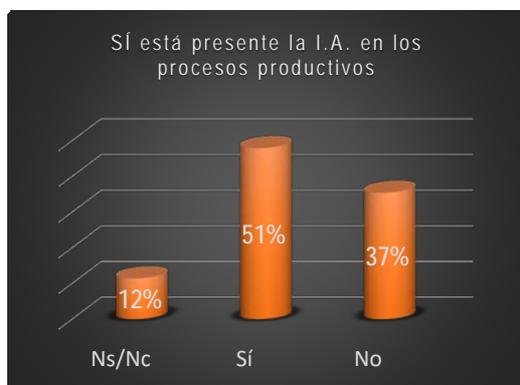
Casi la mitad -47%- de los ingenieros españoles considera que la entidad en la que trabaja no dispone, en la actualidad, de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos. Lo cual puede apreciarse gráficamente en la *Figura 25* que se muestra seguidamente.



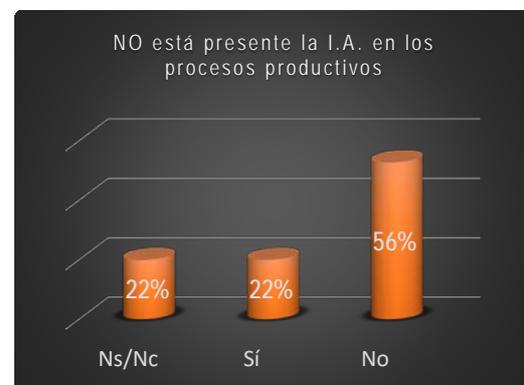
*Figura 25: Respuestas a la pregunta 13 ¿La entidad en la que usted trabaja, dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos?*

Los valores que resultan al segmentar esta variable por aquella que muestra si está presente la I.A. en los procesos productivos de las empresas explican y amplían lo indicado en el párrafo anterior. Así, algo más de la mitad -51%- de los que ejercen en empresas en las que **sí** está presente la I.A., considera que su empresa sí dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A., y solo dos de cada nueve -22%- de aquellos que trabajan en empresas en las que **no** está presente la I.A. considera que su empresa sí dispone de los medios para utilizar la I.A.

Lo que, gráficamente, puede apreciarse en la *Figura 26* y en la *Figura 27* siguientes:



*Figura 26: Respuestas a la pregunta 13 ¿La entidad en la que usted trabaja, dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos? y SI está presente la I.A.*

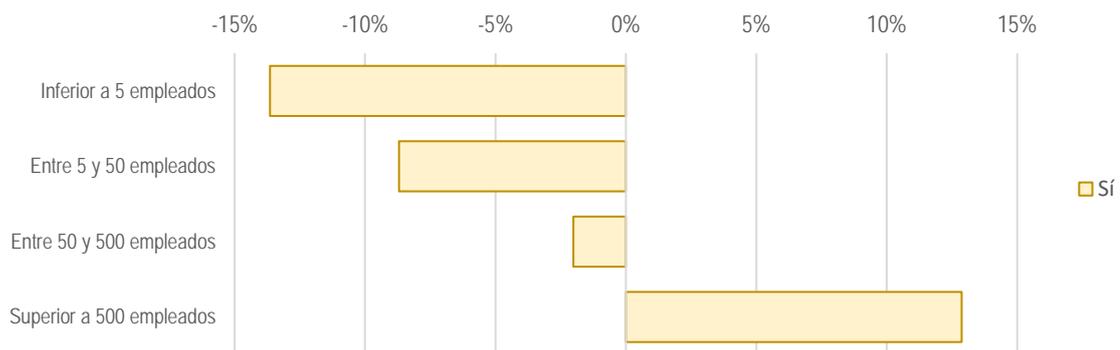


*Figura 27: Respuestas a la pregunta 13 ¿La entidad en la que usted trabaja, dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos? y NO está presente la I.A.*

Aparte de otras consideraciones que pudieran hacerse con los resultados mostrados, la principal conclusión, orientada a los objetivos de este estudio, y que dimana de lo explicado en esta sección, es que algo más de un tercio -34%- de los ingenieros españoles revela que las empresas en las que trabajan disponen de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos.

Del mismo modo, realizados los contrastes estadísticos precisos, se aprecia que son las empresas grandes, de más de quinientos empleados, las que manifiestan disponer de los medios para usar I.A. en sus procesos productivos.

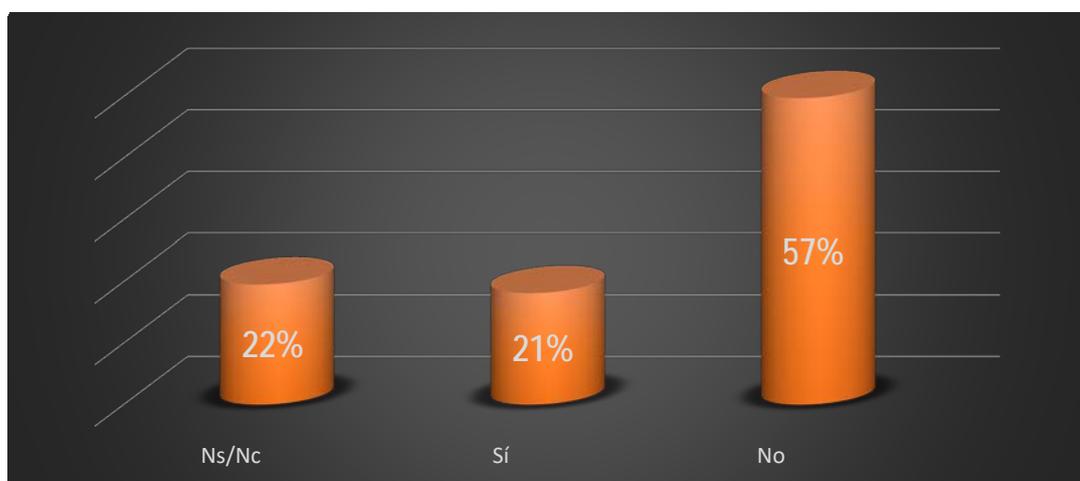
Lo dicho se muestra gráficamente en la *Figura 28*, siguiente



*Figura 28: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en: "La entidad en la que trabaja dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos", desglosadas por Tamaño de la empresa*

Por otro lado, al considerar la variable de la pregunta: *¿La entidad en la que usted trabaja, utiliza los medios adecuados para aprovechar la I.A. en sus procesos productivos*, se aprecia que cuatro de cada siete -57%- de los ingenieros encuestados declaran que sus empresas no utilizan los medios adecuados, y uno de cada cinco -21%- manifiesta que sí se utilizan los medios adecuados.

Gráficamente, lo dicho se puede percibir mejor en la *Figura 29*, mostrada a continuación



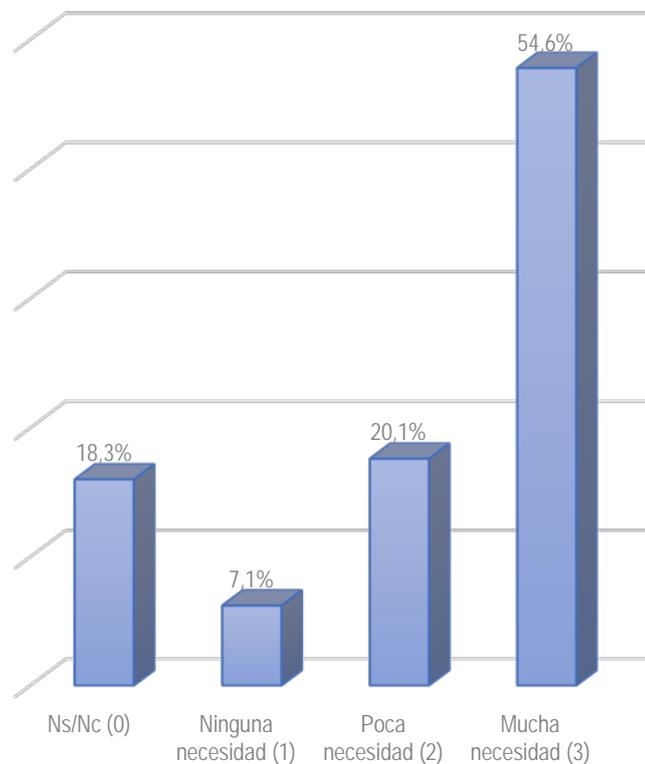
*Figura 29: Utilización de los medios adecuados para aprovechar la I.A. en sus procesos productivos?*

### 5.2.3 Necesidades para el desarrollo de la I.A. en las empresas

Para intentar averiguar las principales carencias, que impiden a las empresas españolas desarrollar e implantar la I.A. en sus procesos productivos, se diseñaron las variables simples de las preguntas quince a dieciocho del cuestionario, que se analizan a continuación.

La primera de las variables es el grado de necesidad de: “*Profesionales con la capacitación para el desarrollo de las tecnologías de IA*”. La mayoría, cinco de cada nueve -55%- de los ingenieros que responden a esta cuestión revelan que existe gran necesidad de profesionales con la capacitación adecuada para desarrollar las tecnologías relacionadas o dependientes de la I.A.

Lo dicho en el párrafo anterior puede apreciarse, con más claridad, en el gráfico de la *Figura 30*, mostrada a continuación.



*Figura 30: Necesidad de profesionales con la capacitación adecuada para el desarrollo de la I.A.*

Realizados los análisis estadísticos oportunos -pruebas de ANOVA, en este caso- se puede afirmar que, la opinión expresada en el párrafo anterior es uniforme entre los ingenieros de todas las edades, con excepción de los mayores de sesenta y cinco años, que le dan una importancia, significativamente, menor a esta necesidad.

El mismo aspecto, pero visto con la perspectiva del tamaño de las empresas, permite afirmar que los ingenieros que ejercen en empresas que tienen menos de cinco empleados ven una necesidad menor de *profesionales con capacitación*, que los que trabajan en las empresas de

mayor tamaño, que ven, uniformemente, una mayor *necesidad de profesionales capacitados para el desarrollo de la I.A.* en sus empresas.

Analizada la *necesidad de profesionales con capacitación suficiente para desarrollar la I.A.* desde el punto de vista de los sectores, se aprecia uniformidad de las respuestas expresando que la necesidad es alta, exceptuando a los ingenieros que están jubilados o retirados, que no ven un grado tan alto de *necesidad de profesionales capacitados*. Este aspecto es coincidente con el análisis de edades, antes explicado. La opinión de los ingenieros mayores en edad, jubilados o retirados es muy diversa, en ambos casos -la desviación típica es más alta para este grupo-. Esta opinión siempre es relevante y debería poder profundizarse para saber más sobre su sentir en este asunto. Este estudio solo tiene datos para llegar hasta este punto.

Finalmente, hay uniformidad matemática de criterios cuando se analiza la opinión de la *necesidad de profesionales* por departamentos de las empresas.

Todo lo expresado en los cuatro párrafos precedentes se puede distinguir en *Figura 31*, en la *Figura 32*, y en la *Figura 33* siguientes:

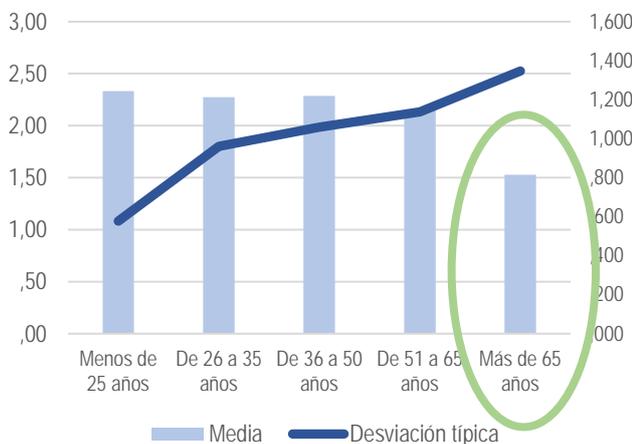


Figura 31: Necesidad de profesionales con la capacitación adecuada para el desarrollo de la I.A., por edades

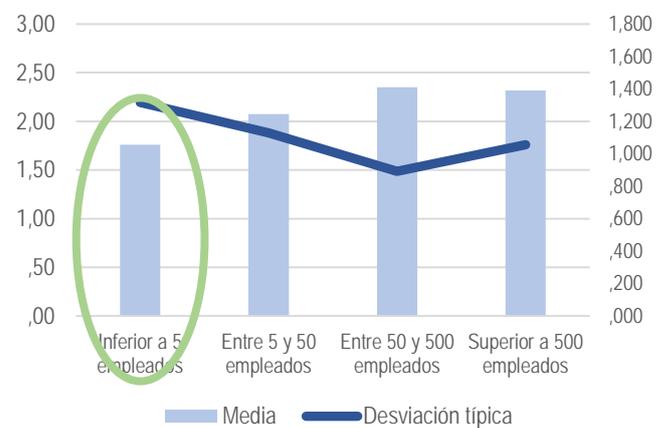


Figura 32: Necesidad de profesionales con la capacitación adecuada para el desarrollo de la I.A., por tamaño de empresa.

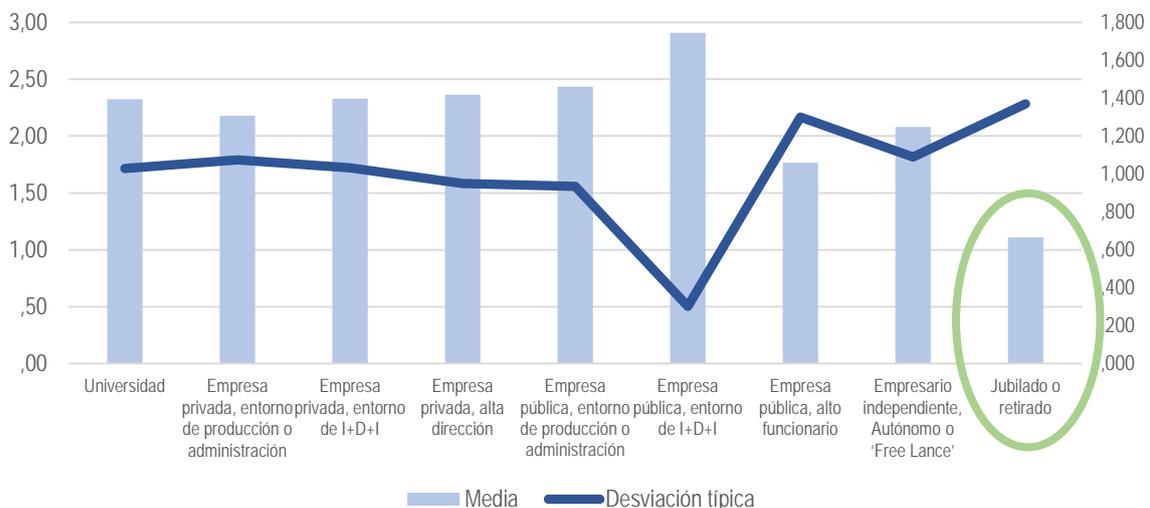
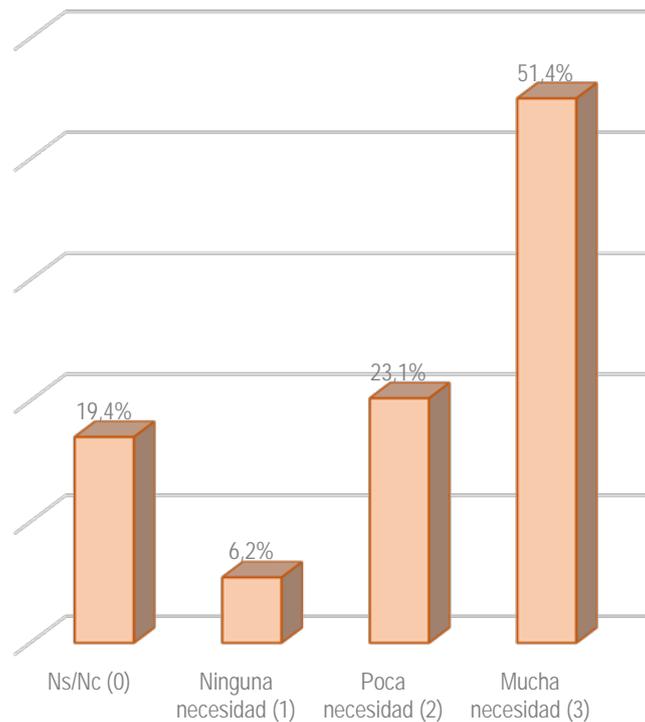


Figura 33: Necesidad de profesionales con la capacitación adecuada para el desarrollo de la I.A., por sectores

La segunda de las variables establecidas para averiguar las carencias que dificultan el desarrollo de la I.A. en España es el grado de necesidad de: “Acceso a las fuentes de datos o interoperabilidad de modelos de datos”. También, una mayoría, casi la mitad -51%- de los ingenieros que respondieron a esta cuestión manifestaron que existe una gran *necesidad del acceso a datos o interoperabilidad de modelos de datos* para desarrollar las tecnologías relacionadas o dependientes de la I.A.

Lo dicho en el párrafo anterior puede apreciarse, con más claridad, en el gráfico de la *Figura 34*, mostradas a continuación.



*Figura 34: Necesidad de acceso a las fuentes de datos o a interoperabilidad de modelos de datos*

Una vez que se han realizado las mismas pruebas de ANOVA que en el punto anterior, se puede afirmar que, la opinión expresada en este punto es uniforme entre los ingenieros de todas las edades, con excepción de los mayores de sesenta y cinco años, que le dan una importancia, significativamente, menor a esta necesidad.

Este mismo aspecto, pero apreciado desde la perspectiva del tamaño de las empresas, permite afirmar que los ingenieros que ejercen en empresas que tienen menos de cinco empleados ven una necesidad menor del *acceso a datos, o a interoperabilidad de modelos de datos*, que los que trabajan en las empresas de mayor tamaño, que ven, también uniformemente, una mayor *necesidad del acceso a datos, o interoperabilidad de modelos de datos*, para el desarrollo de la I.A. en sus empresas.

Analizada la *necesidad de acceso a datos, o a interoperabilidad de modelos de datos* para desarrollar la I.A. desde el punto de vista de los sectores, se aprecia uniformidad de las respuestas en las que la necesidad es alta, excepto para los ingenieros que están jubilados o retirados, que no

ven un grado tan alto de *necesidad del acceso a datos, o a interoperabilidad de modelos de datos*. Este aspecto es coincidente con el análisis de edades, antes explicado. La opinión de los ingenieros mayores, jubilados o retirados es muy diversa, en ambos casos -la desviación típica es más alta para este grupo-. Ya se ha dicho que esta opinión es relevante, y debería poder indagarse más en ella para saber más sobre su criterio en este asunto. Este estudio solo tiene datos para llegar hasta este punto.

Finalmente, hay uniformidad matemática de criterios cuando se analiza la opinión de la *necesidad de acceso a datos*, por departamentos de las empresas.

Todo lo expresado en los cuatro párrafos precedentes se puede distinguir en la *Figura 35*, en la *Figura 36*, y en la *Figura 37*, que se muestran a continuación.

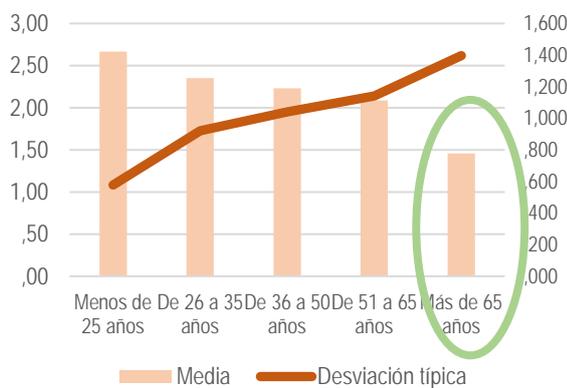


Figura 35: Necesidad de acceso a las fuentes de datos o a interoperabilidad de modelos de datos, por edades

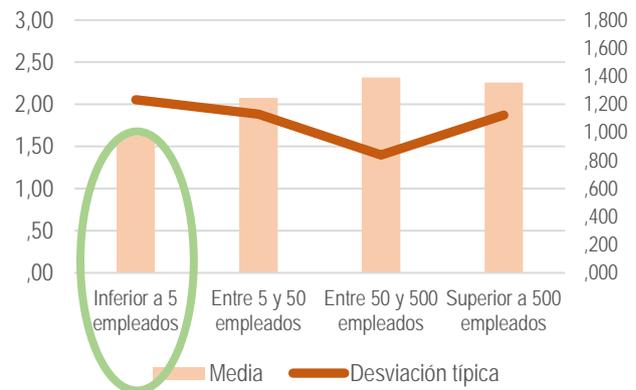


Figura 36: Necesidad de acceso a las fuentes de datos o a interoperabilidad de modelos de datos, por tamaño de empresa

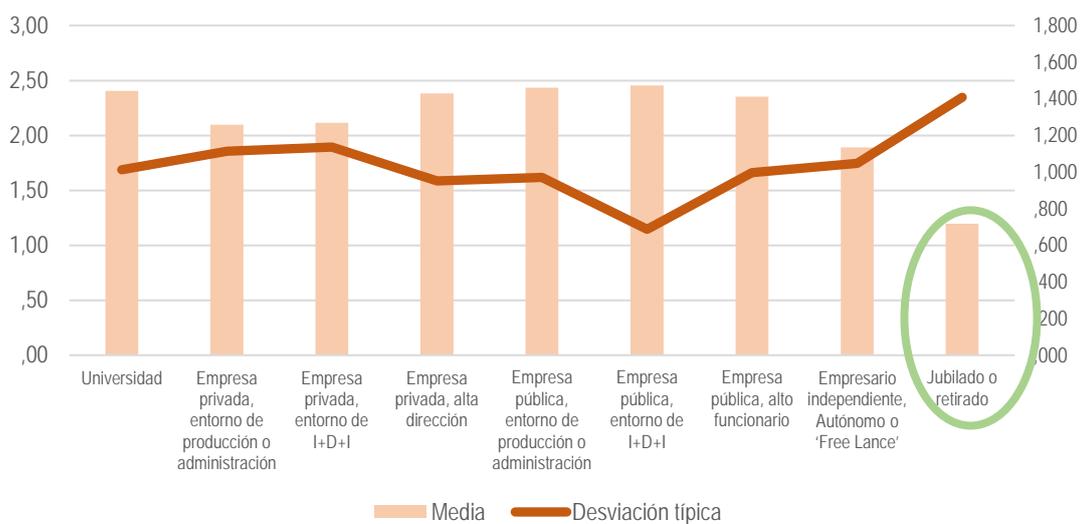
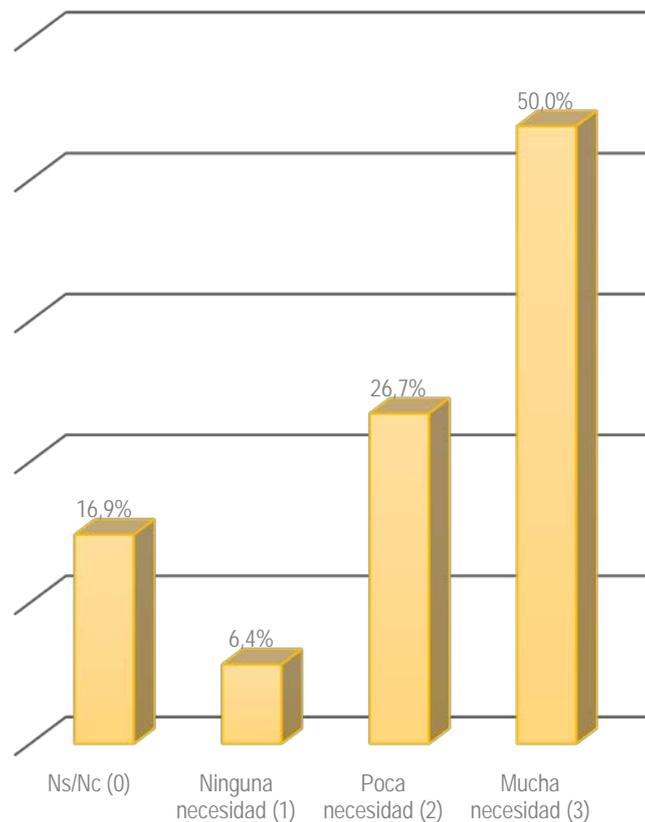


Figura 37: Necesidad de acceso a las fuentes de datos o a interoperabilidad de modelos de datos, por sectores

La tercera de las variables establecidas para averiguar las carencias que dificultan el desarrollo de la I.A. en España es el grado de necesidad de: “*Infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos*”. También, la mayoría, exactamente la mitad -50%- de los ingenieros que respondieron a esta cuestión manifestaron que existe una gran necesidad de *infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos* para desarrollar las tecnologías relacionadas o dependientes de la I.A.

Lo dicho en el párrafo anterior puede apreciarse, con más claridad, en el gráfico de la *Figura 38*, mostrada a continuación.



*Figura 38: Necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos*

Del mismo modo que en los dos puntos anteriores, y una vez que se han realizado las oportunas pruebas de ANOVA, se puede afirmar que, la opinión expresada en este punto es uniforme entre los ingenieros de todas las edades, con excepción de los mayores de sesenta y cinco años, que le dan una importancia, significativamente, menor a esta necesidad.

Esta faceta, pero apreciada desde la perspectiva del tamaño de las empresas, permite afirmar que la opinión de los ingenieros es uniforme y ven todos -no se significa estadísticamente ninguno- a pesar de que hay diferencias, el mismo grado de *necesidad* para sus empresas de *infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos*.

Analizada la *necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos para desarrollar la I.A.* desde el punto de vista de los sectores, se aprecia uniformidad de las respuestas en las que la necesidad es alta, excepto para los ingenieros que están jubilados o retirados, que no ven un grado tan alto *de necesidad del acceso a datos, o a interoperabilidad de modelos de datos*. Este aspecto es coincidente con el análisis de edades, antes explicado. La opinión de los ingenieros mayores, jubilados o retirados es muy diversa, en los tres casos de esta sección -la desviación típica es más alta para este grupo-. Como se ha dicho en los puntos anteriores, esta apreciación es, siempre, relevante y debería poder profundizarse más en ella para saber más sobre su juicio en este asunto. Este estudio solo tiene datos para llegar hasta este punto.

Finalmente, hay uniformidad matemática de criterios cuando se analiza la opinión de la *necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos*, por departamentos de las empresas.

Todo lo expresado en los cuatro párrafos precedentes se puede distinguir en la *Figura 39*, la *Figura 40*, y la *Figura 41*, que se muestran a continuación.

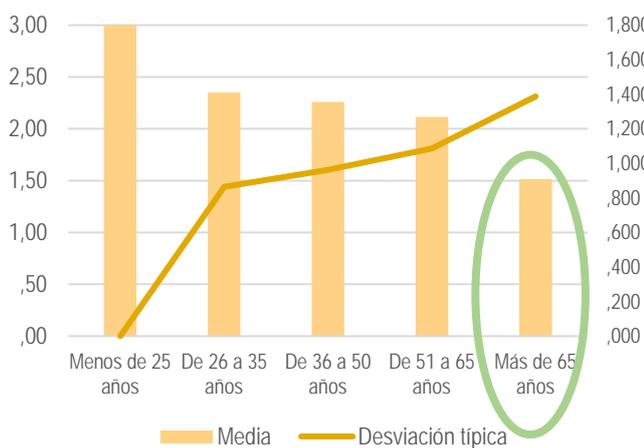


Figura 40: Necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos, por edades

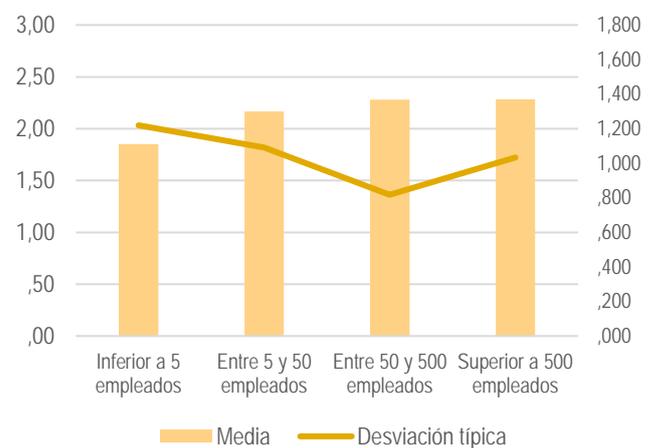


Figura 39: Necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos, por tamaño de empresa

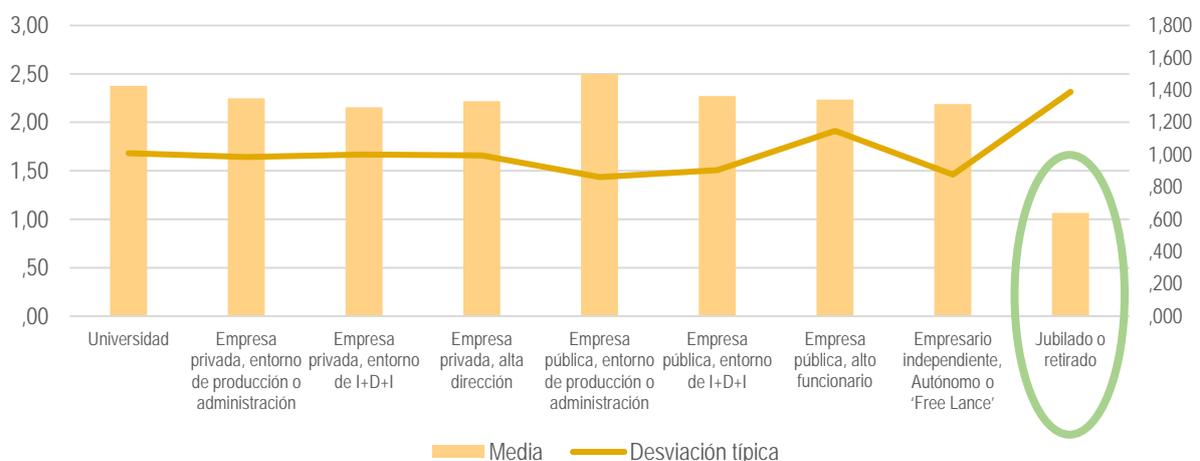


Figura 41: Necesidad de infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos, por sectores

### 5.2.4 Experiencia de I.A.

Con el análisis de este segundo aspecto, que es la octava pregunta del cuestionario, se puede apreciar el tiempo que cada ingeniero ha estado utilizando en su trabajo algo de I.A. Con esta pregunta se obtiene una ‘foto fija’ del momento actual. Será interesante continuar este estudio y ver cuál es la evolución de esta variable en un futuro próximo. Los resultados obtenidos con esta pregunta complementan, también, los obtenidos en la primera pregunta, explicados en el apartado: 5.2.1 de esta misma sección.

Cinco de cada nueve ingenieros manifiestan no poseer experiencia profesional en sistemas de I.A. Si se suman los que tienen experiencia inferior a dos años, resultan siete de cada nueve, es decir el 78% de los ingenieros encuestados no posee experiencia o ésta es inferior a dos años. Uno de cada ocho -12%- tiene una experiencia, medida en años, entre dos y cinco.

Del 44% que tiene experiencia, en la mitad de los casos -51%- ésta es inferior a dos años, y algo menos un tercio -28%- está entre dos y cinco años.

Lo dicho, puede apreciarse gráficamente en la *Figura 42* y en la *Figura 43* mostradas a continuación.

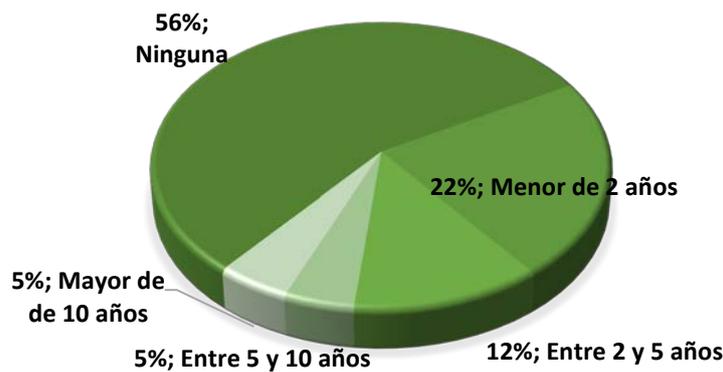


Figura 42: Experiencia, medida en años, por haber trabajado con sistemas de I.A.

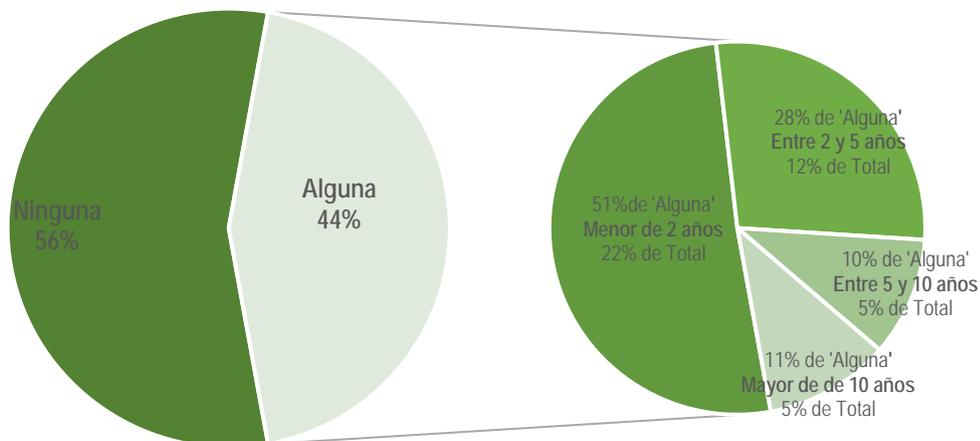


Figura 43: Experiencia, medida en años, por haber trabajado con sistemas de I.A.

A continuación, se analiza la experiencia poseída, pero separando por aquellos que tienen presencia de I.A. en su trabajo, y aquellos que no.

El 78% de los que la I.A. está presente en su trabajo actual tienen alguna experiencia. De estos, cuatro de cada nueve -45%- tiene una experiencia inferior a dos años, y uno de cada tres -31%- posee una experiencia entre dos y cinco años. Estos datos revelan que la I.A. tiene una implantación muy reciente pues el 57% de los que trabajan con I.A., o no tiene experiencia (22%) o, si la tienen es inferior a dos años.

Por otro lado, el 82 los ingenieros que manifiestan no trabajar con I.A. no tienen ninguna experiencia. Del 18% restante, que no trabajan con I.A. el 70 ha tenido alguna experiencia; pero es inferior a dos años. Los muy pocos que no trabajan con I.A. y tienen experiencia de más de 10 años están jubilados o son autónomos.

Lo dicho en los párrafos inmediatamente anteriores se puede ver gráficamente en la *Figura 44*, y en la *Figura 45*, mostradas justo debajo de estas líneas.

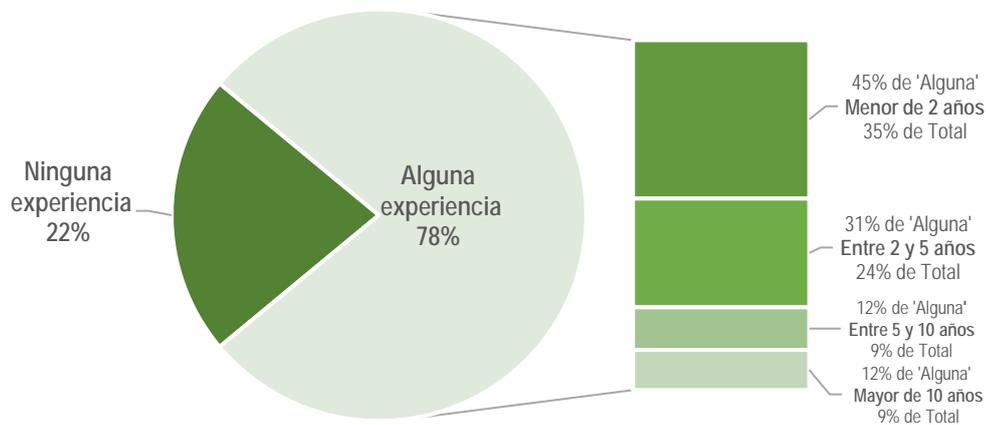


Figura 44: Experiencia, medida en años, por haber trabajado con sistemas de I.A., de los encuestados en los que la I.A. SI está presente en su trabajo actual.

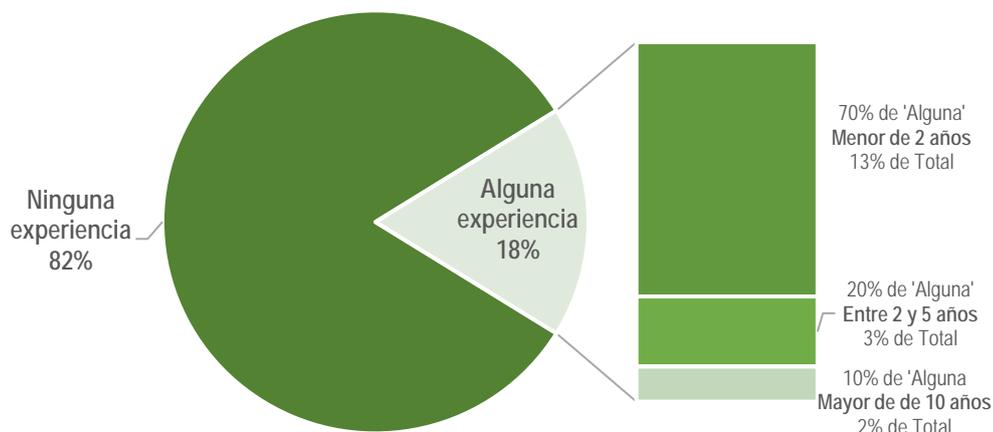


Figura 45: Experiencia, medida en años, por haber trabajado con sistemas de I.A., de los encuestados en los que la I.A. NO está presente en su trabajo actual.

El análisis conjunto de las variables: “*Experiencia en I.A.*” y “*Presencia de la I.A. en el trabajo actual*”, o inferencial bivariable, proporciona directamente la respuesta al grado de implantación de la I.A. en España, pues permite conocer en qué áreas de las diferentes empresas se encuentra la I.A. actualmente.

Las pruebas estadísticas realizadas  $\chi^2$  permiten afirmar que existe relación entre las variables: “*Experiencia en I.A.*” y “*Sector*” cuando se tratan con los datos de la muestra que manifiestan que la I.A. está presente en su trabajo actual. Y, del mismo modo, se puede afirmar que no existe relación, o que no hay ningún sector que sea significativamente relevante cuando se tratan aquellos registros en los que la I.A. no está presente en el desarrollo de su trabajo actual.

Así, entre los encuestados que manifiestan que la I.A. está presente en su trabajo actual, se aprecia que la experiencia de ‘*más de diez años*’, y la de ‘*entre cinco y diez años*’ destaca, sobre todo, los ingenieros que trabajan en la *Universidad*.

Lo cual puede apreciarse gráficamente en la *Figura 46*, mostrada más abajo.

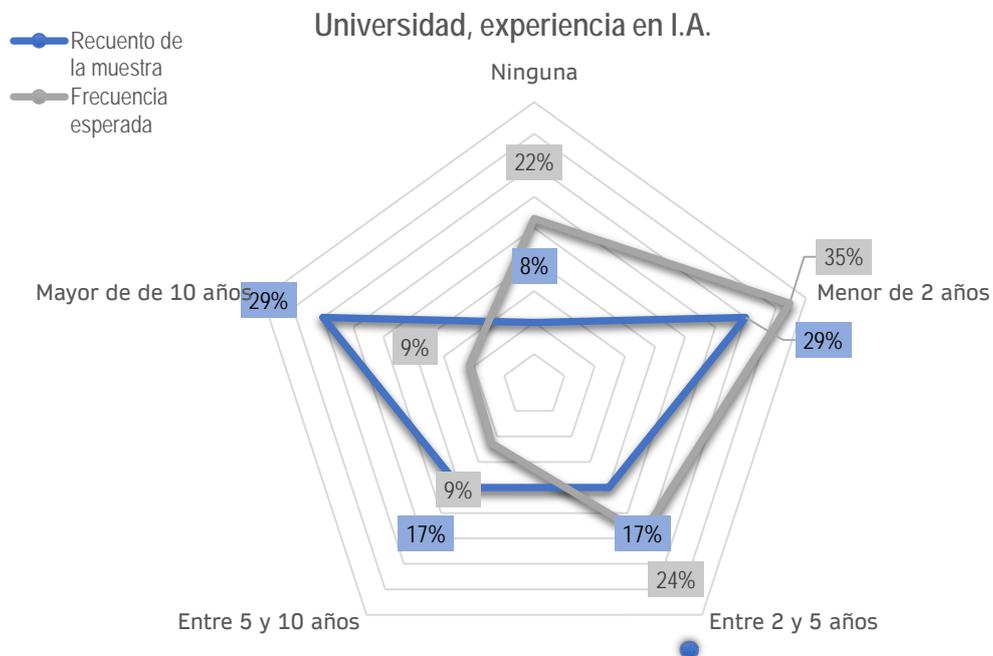


Figura 46: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el sector de la Universidad y en las que la I.A. está presente en el trabajo

Del mismo modo, hay, significativamente, más experiencia, sobre todo la de ‘*entre dos y cinco años*’ en los entornos de I+D+I, tanto de la empresa pública, como de la privada. Lo que puede apreciarse gráficamente en la *Figura 47* y en la *Figura 48*, que se muestran a continuación.

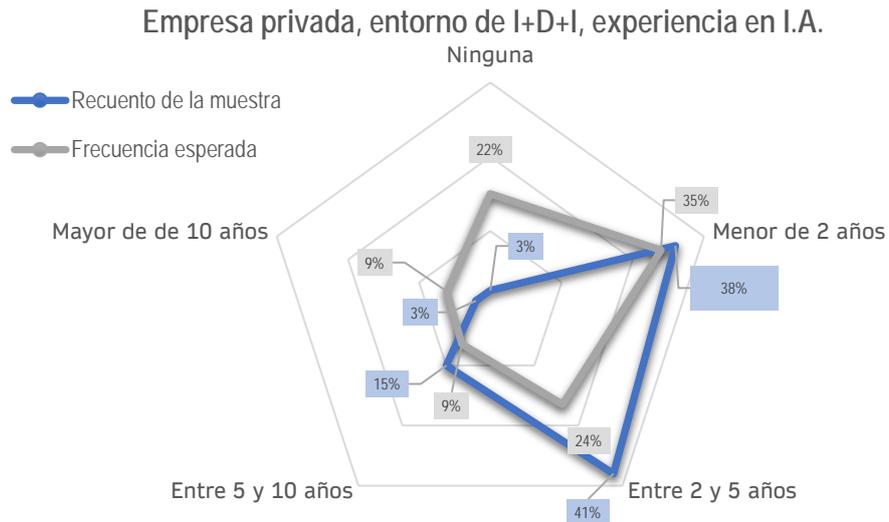


Figura 47: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el sector de I+D+I de la Empresa privada, y en las que la I.A. está presente en el trabajo

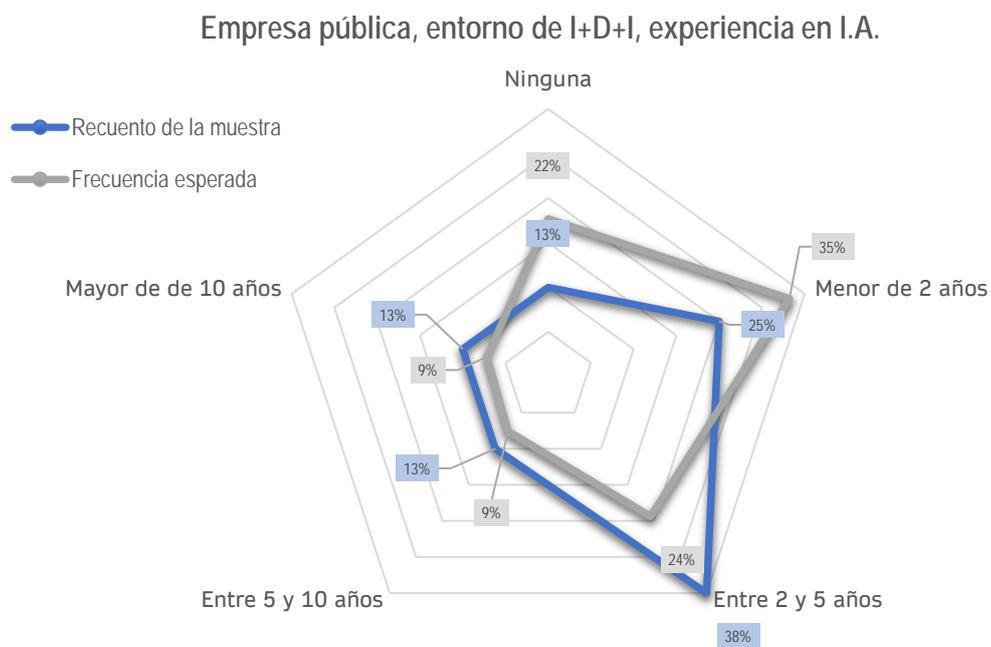


Figura 48: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el sector de I+D+I de la Empresa pública, y en las que la I.A. está presente en el trabajo

Por otro lado, las pruebas de contingencia  $\chi^2$  revelan que en los ‘Entornos de producción o administración’ hay significación matemática suficiente para afirmar que hay nula experiencia, o ésta es inferior a dos años, en aquellos trabajos en los que la I.A. está presente. Lo cual, se aprecia gráficamente en la Figura 49 y en la Figura 50, que se muestran a continuación.

Empresa privada, entorno de producción o administración, experiencia en I.A.

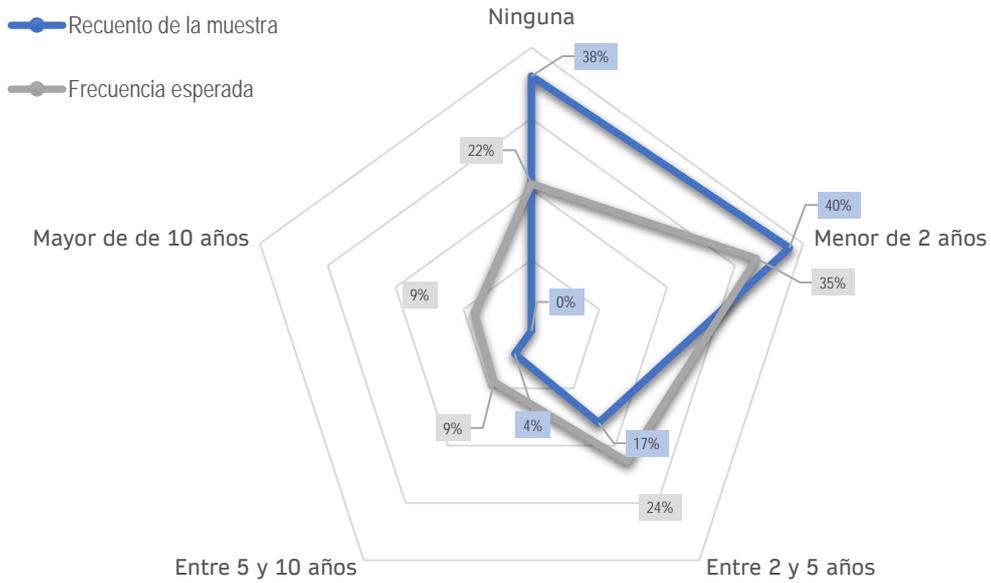


Figura 49: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el entorno de producción o administración en la empresa privada, y en las que la I.A. está presente en el trabajo

Empresa pública, entorno de producción o administración, experiencia en I.A.

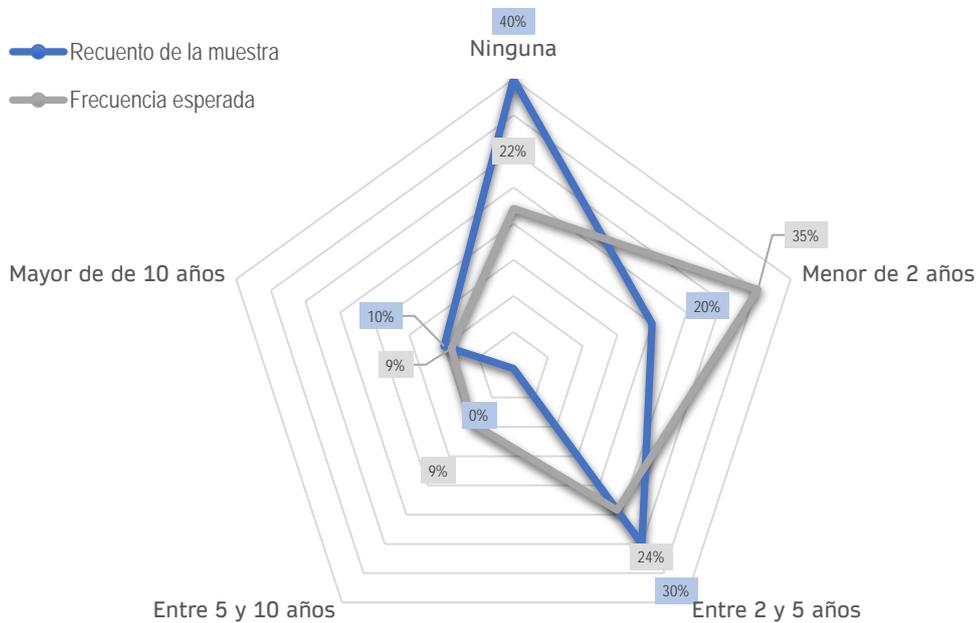
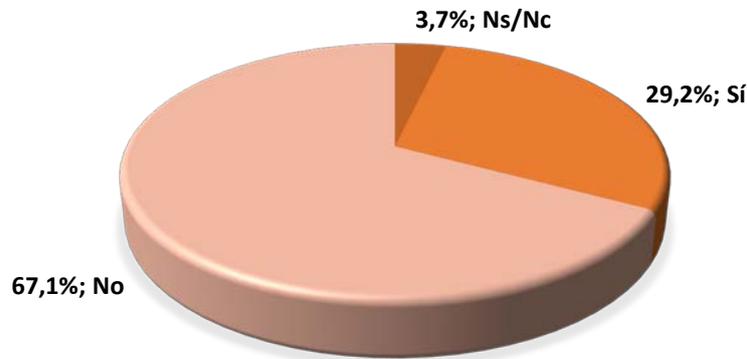


Figura 50: Diferencias porcentuales entre las frecuencias observadas y las esperadas proporcionalmente, en el entorno de producción o administración en la empresa pública, y en las que la I.A. está presente en el trabajo

### 5.2.5 Grado de preparación y conocimiento en I.A.

Los ingenieros encuestados manifiestan no estar suficientemente instruidos en el conocimiento de la I.A., así lo aseveran casi dos de cada tres.

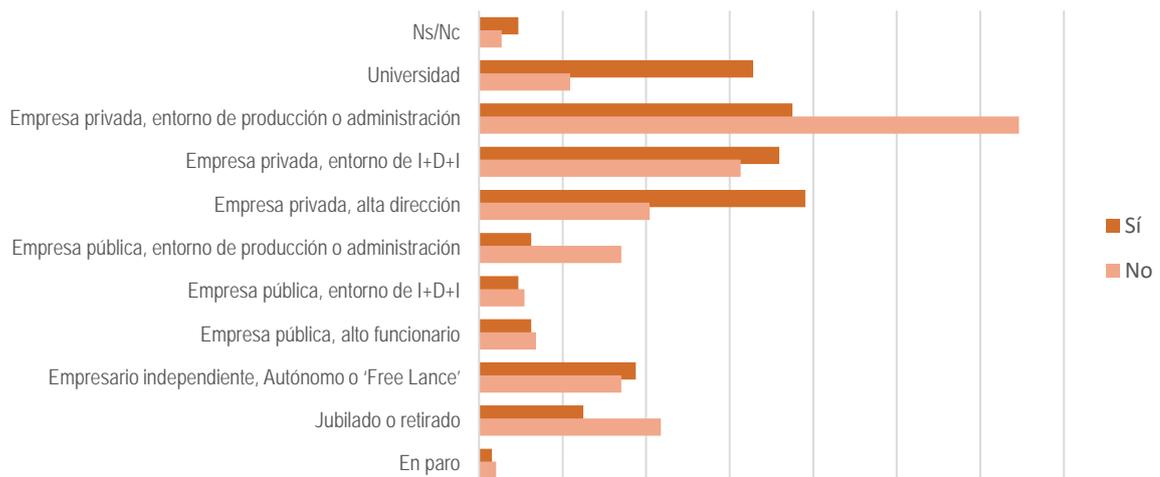
Lo dicho en el párrafo anterior, se explica, gráficamente en la siguiente *Figura 51*:



*Figura 51: Autoevaluación de la instrucción y formación en I.A. de los encuestados*

El desglose por sectores y áreas revela que los que están en puestos directivos de las empresas privadas y los que trabajan en la universidad se consideran, -se comprueba estadísticamente por los adecuados métodos matemáticos-, más formados que el resto. También, llama la atención que no se consideren suficientemente formados los que ejercen en entornos de administración y producción tanto de la empresa privada, como de la pública.

Gráficamente, lo expresado en el párrafo anterior puede apreciarse en la *Figura 52* y la *Figura 53*, mostradas más abajo.



*Figura 52: Autoevaluación de la instrucción y formación en I.A. de los encuestados, desglosada por sectores y áreas*

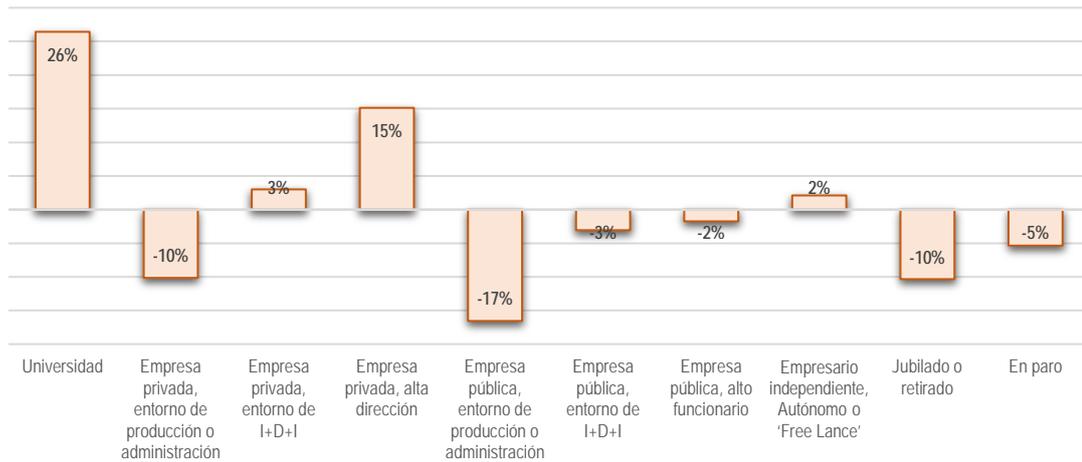


Figura 53: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en la autoevaluación de la instrucción y formación en I.A., desglosadas por sectores y áreas.

Realizados los contrastes estadísticos para buscar las asociaciones con las variables de clasificación, se comprueba que no existen diferencias significativas, ni en 'Tamaño de la empresa', ni en 'Edad', ni en 'Sexo'. Puede afirmarse, por tanto, que conocen y se consideran formados en I.A. los universitarios y los que están en puesto de alta dirección.

Las áreas en las que los ingenieros españoles manifiestan tener experiencia son, claramente, las "Herramientas de aprendizaje automático" -21%- y el "Reconocimiento de imágenes" -15%-. Tienen experiencia en menor grado en "Procesamiento de lenguaje natural" -9%-, en "Robótica" -9%-, en "Herramientas de descubrimiento" -8%-.

Por otro lado, con los datos de los que se dispone en este estudio, resulta difícil interpretar la respuesta dada por uno de cada seis ingenieros, que manifiestan tener experiencia en I.A., pero no contestan en qué área han obtenido esa habilidad. En este aspecto concreto, el estudio debe detenerse aquí, y esperar a que posteriores estudios o análisis puedan aclarar este punto. Con los análisis efectuados se alcanzan los objetivos iniciales perseguidos en este estudio.

Lo dicho en los dos últimos párrafos precedentes puede apreciarse gráficamente en la Figura 54, que se muestra seguidamente.

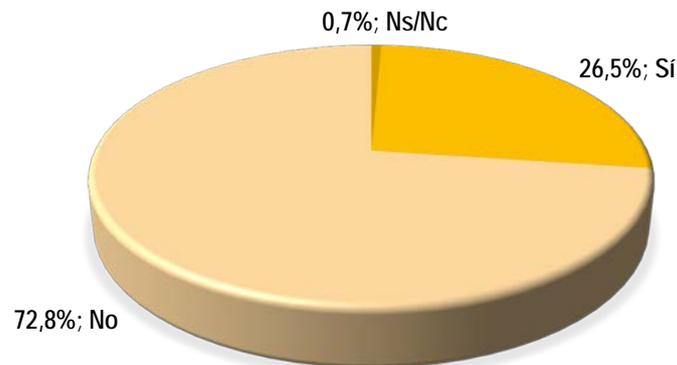


Figura 54: Áreas de experiencia de los ingenieros españoles en I.A.

### 5.2.6 Sobre si se están formando en la actualidad.

Casi las tres cuartas partes -72.8%- de los ingenieros encuestados manifiestan que no se están formando en algún área de la I.A. Este puede ser un índice del interés en la implantación de la I.A. en España. Como se verá más adelante, con mayor detalle, se están formando los ingenieros que se consideran instruidos y que la I.A. tiene presencia en su trabajo profesional.

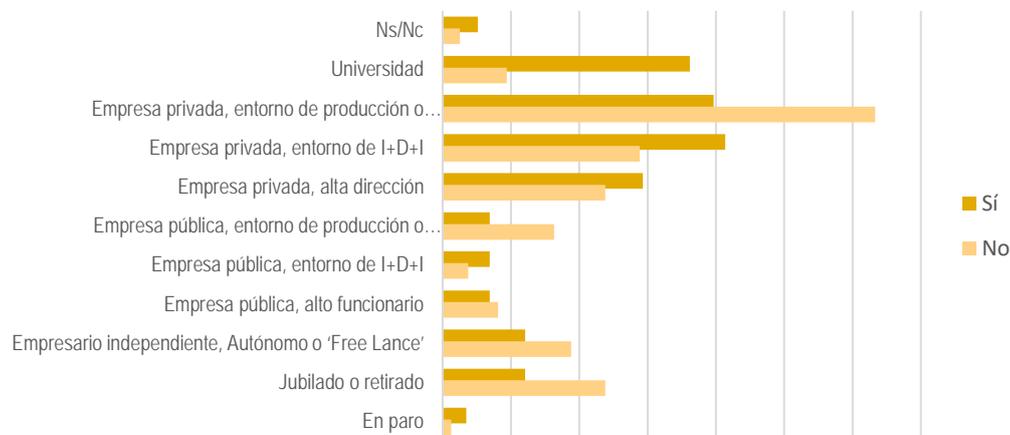
Lo dicho, gráficamente se aprecia con más claridad en la *Figura 55*, mostrada a continuación.



*Figura 55: Respuestas a: ¿Está formándose en algún área de I.A. en la actualidad*

Las pruebas de contraste revelan que hay diferencias estadísticamente significativas cuando se analiza si se están formando en I.A. actualmente, por sectores y áreas de actividad y por edades. Así, se están formando más de lo esperado, los ingenieros que trabajan en la Universidad, los que están en entornos de I+D+I, tanto de la empresa pública como de la privada, y los que están en paro. Estos datos parecen lógicos y esperables, si asumimos que la I.A. está en fase de implantación en España.

Lo dicho en el párrafo anterior puede apreciarse con mayor detalle en los gráficos de las siguientes: *Figura 56*, *Figura 57*, *Figura 58* y *Figura 59*.



*Figura 56: Respuestas a: ¿está formándose en I.A. en la actualidad?, desglosadas por sectores.*

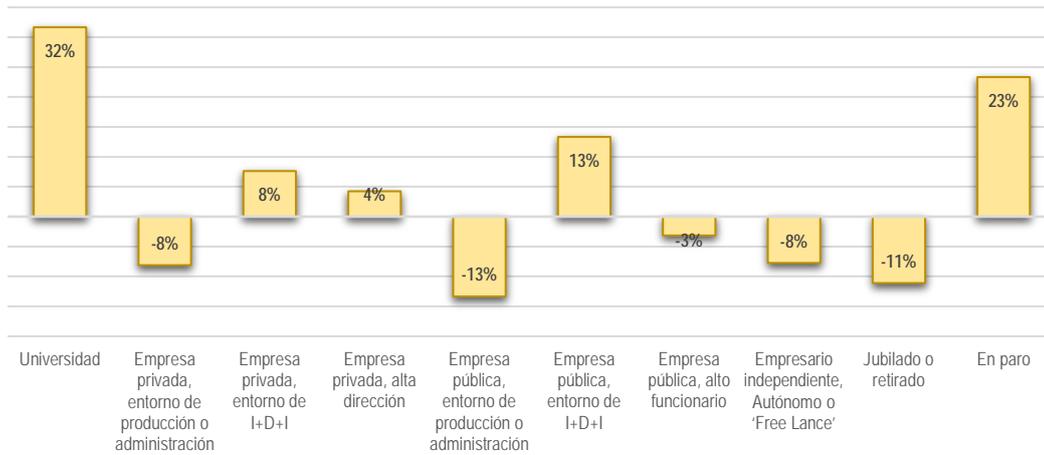


Figura 57: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional sobre si está formándose en la actualidad, desglosadas por sectores y áreas.

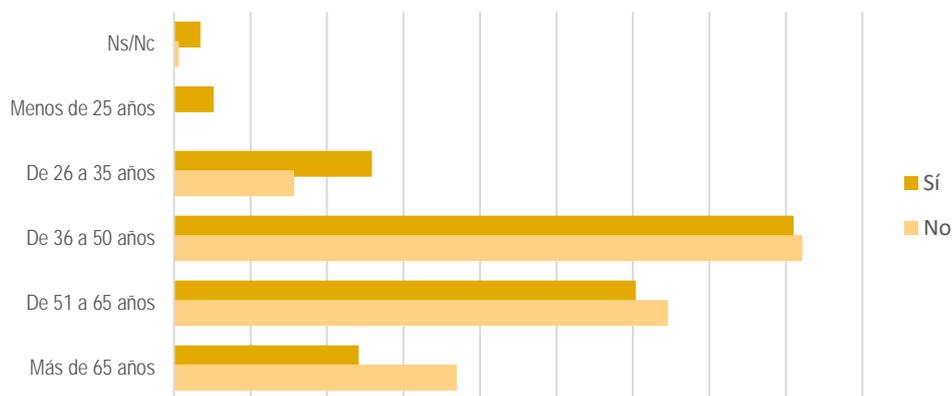


Figura 58: Respuestas a: ¿está formándose en I.A. en la actualidad?, desglosadas por grupos de edad

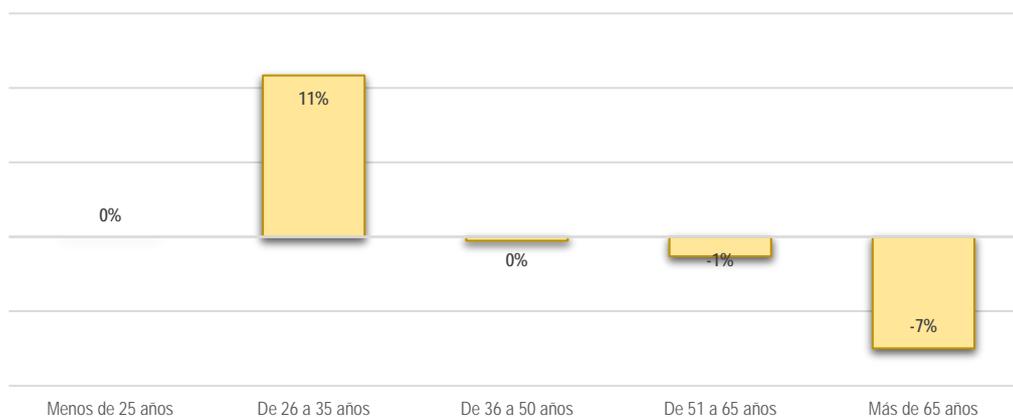
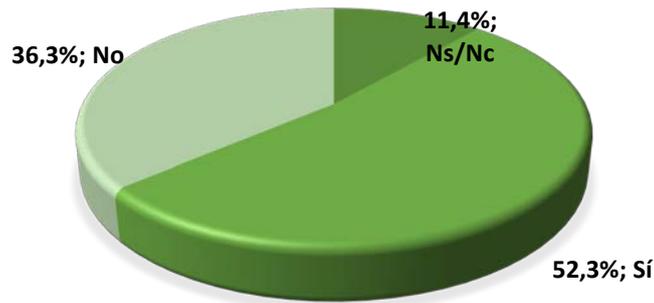


Figura 59: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional sobre si está formándose en la actualidad, desglosadas por grupos de edad

### 5.2.7 Consideración para formarse o instruirse en I.A. en un futuro próximo

Más de la mitad -52.3%- de los ingenieros que han respondido a la encuesta están evaluando si deben formarse en I.A. en un futuro próximo, algo más de un tercio -36.3%- no lo contempla y uno de cada nueve -11.4%- no sabe o no contesta. Este es un índice que señala la importancia que se le concede a la I.A., y que se podría asociar con la idea de que la I.A. está en fase de implantación y que se prevé que se despliegue en un futuro no muy lejano; pero no de forma inminente.

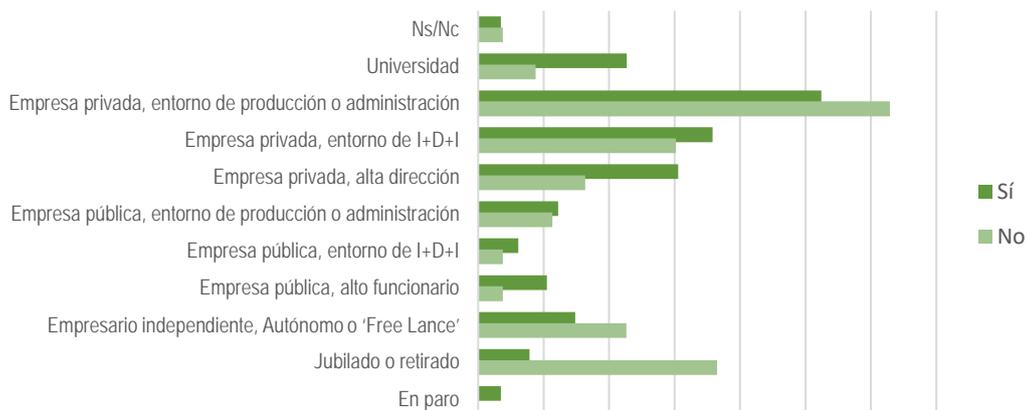
Lo dicho en el párrafo anterior, gráficamente, se puede ver en la *Figura 60* siguiente:



*Figura 60: Respuestas a la pregunta: ¿está sopesando formarse en algún área de I.A. en un futuro próximo?*

Al analizar las respuestas de la pregunta: *¿está sopesando formarse en algún área de I.A. en un futuro próximo?*, por sectores y áreas, se puede comprobar que los ingenieros que trabajan en la *universidad*, los *altos funcionarios de la empresa pública* y los *altos directivos de la empresa privada*, así como los que están en el *paro*, están considerando formarse en un futuro próximo en áreas de I.A. significativamente más que el resto de los ingenieros. Esta prueba induce a concluir que la I.A. estará implantada en un futuro próximo; pero no lo está en la actualidad.

Lo dicho puede apreciarse gráficamente en la *Figura 61* y en la *Figura 62*, mostradas seguidamente.



*Figura 61: Respuestas a la pregunta: ¿está sopesando formarse en algún área de I.A. en un futuro próximo?, desglosadas por sectores de actividad.*

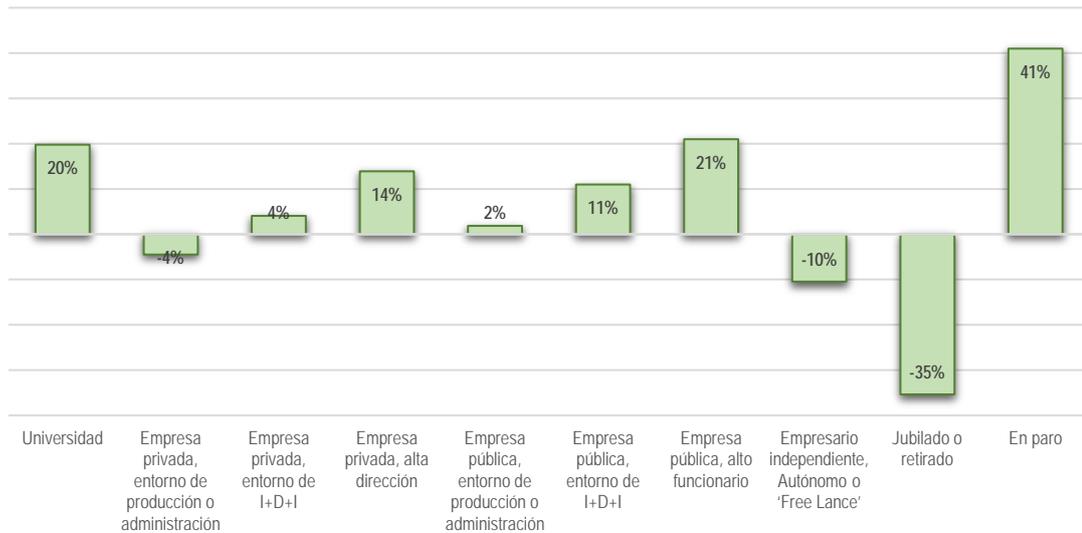


Figura 62: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en el interés en formarse en I.A., desglosadas por sectores de actividad

Las pruebas estadísticas correspondientes revelan que las personas cuya edad está entre 36 y 50 años están sopesando formarse en algún área de I.A. en un futuro próximo significativamente más que el resto de grupo de edades. Justo al contrario, es reseñable que los ingenieros mayores de 65 años no consideran formarse en I.A., lo cual parece comprensible.

Lo dicho puede apreciarse gráficamente en la Figura 63 y en la Figura 64, mostradas seguidamente.

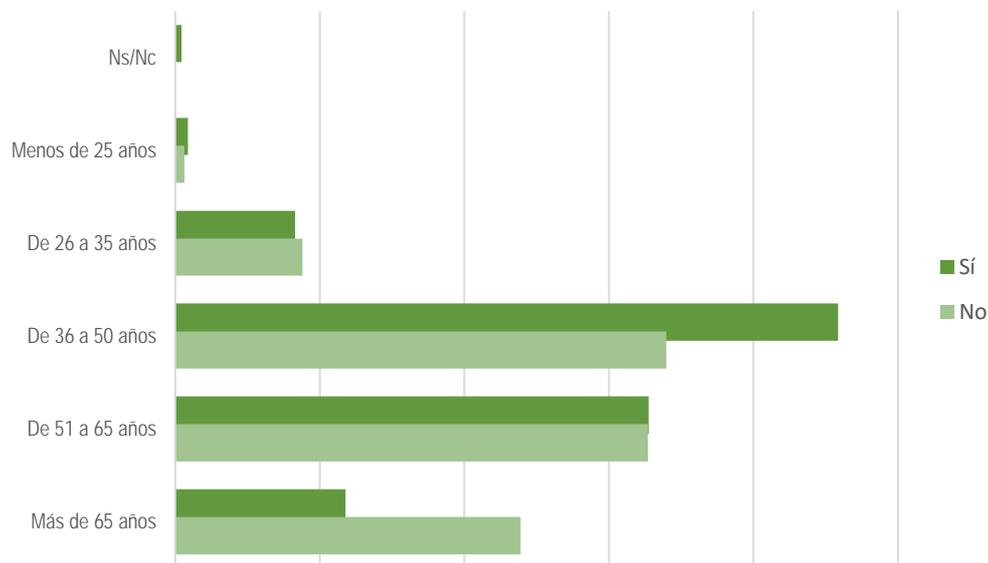


Figura 63: Respuestas a la pregunta: ¿estás sopesando formarse en algún área de I.A. en un futuro próximo?, desglosadas por grupos de edad

Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en el interés en formarse en I.A.

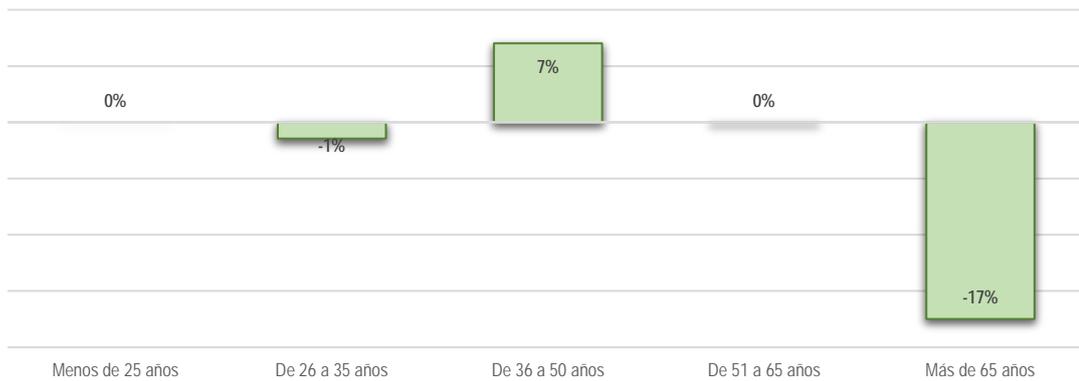


Figura 64: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en el interés en formarse en I.A., desglosadas por grupos de edad

El resto de los análisis no detecta relaciones significativas de los valores de la pregunta: *¿está sopesando formarse en algún área de I.A. en un futuro próximo?*, y los grupos de clasificación.

Las áreas en las que la mitad de los ingenieros entrevistados han mostrado interés en formarse se centran en las *“Herramientas de aprendizaje automático”*, lo que gráficamente, puede apreciarse en la *Figura 65*, siguiente:

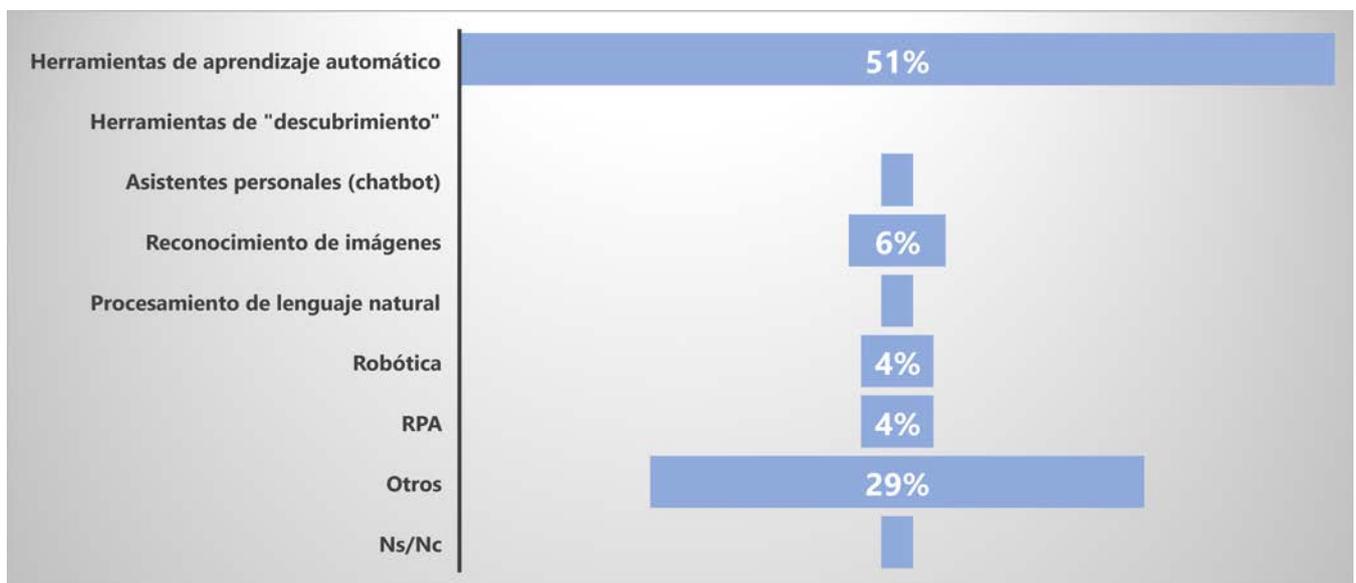


Figura 65: Áreas de interés en formarse.

Al desglosar y analizar las áreas de interés en formarse, en concreto puede tener interés en conocer el área en la que quiere formarse la mayoría, *-Herramientas de aprendizaje automático-*, se aprecia, por sectores, que el mayor interés está en los ingenieros que trabajan en la *universidad*, en la *alta dirección de las empresas privadas* y en los *entornos de I+D+I de las empresas públicas*. Lo que gráficamente, puede apreciarse en la *Figura 66*, siguiente:

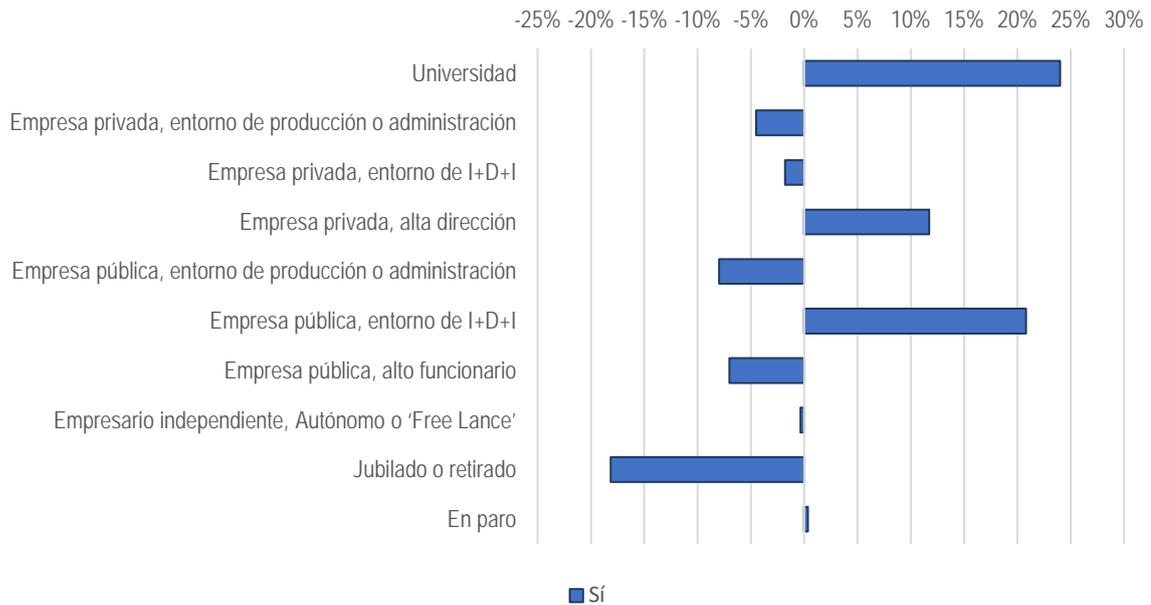


Figura 66: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en 'Interés en formación en: Herramientas de aprendizaje automático, por sectores

No se aprecian, después de realizados los análisis estadísticos oportunos, ninguna significación especial de los otros grupos de clasificación: *Tamaño de empresa y Departamento*. Es decir que los ingenieros que han manifestado formarse están igualmente interesados independientemente del tamaño de su empresa y del departamento en el que ejercen.

### 5.2.8 Áreas de implantación y componentes implantadas.

Aunque no es uno de los objetivos que se buscan con este trabajo, ni principal, ni secundario, sí resulta interesante conocer en qué áreas está implantada la I.A. en las empresas españolas.

Los ingenieros encuestados han manifestado que la I.A. radica, principalmente -12,7%- en el área de *IT -Informática-*. Se encuentra, en segundo lugar, en el área de *Innovación* -11%- . En *Servicio al cliente* -9.8%-, *Fabricación* -8.2%- y *Seguridad* -8.3%-. Prácticamente no se ve en *RRHH* -1.9%-, *Compras* -2.7%-, *Ventas* -4.1%- y en la *Cadena de suministro* -4%-.

Se podrían extraer algunas conclusiones adicionales a lo expresado en el párrafo anterior, pero, para ello, es necesario profundizar en este aspecto con estudios posteriores, sobre todo si lo que se quiere es ver la evolución de la implantación de la I.A. en España. No se puede avanzar mucho más en el análisis de este punto con los datos que se obtienen del estudio actual.

Lo expresado en los párrafos anteriores puede apreciarse gráficamente en la *Figura 67* mostrada a continuación.

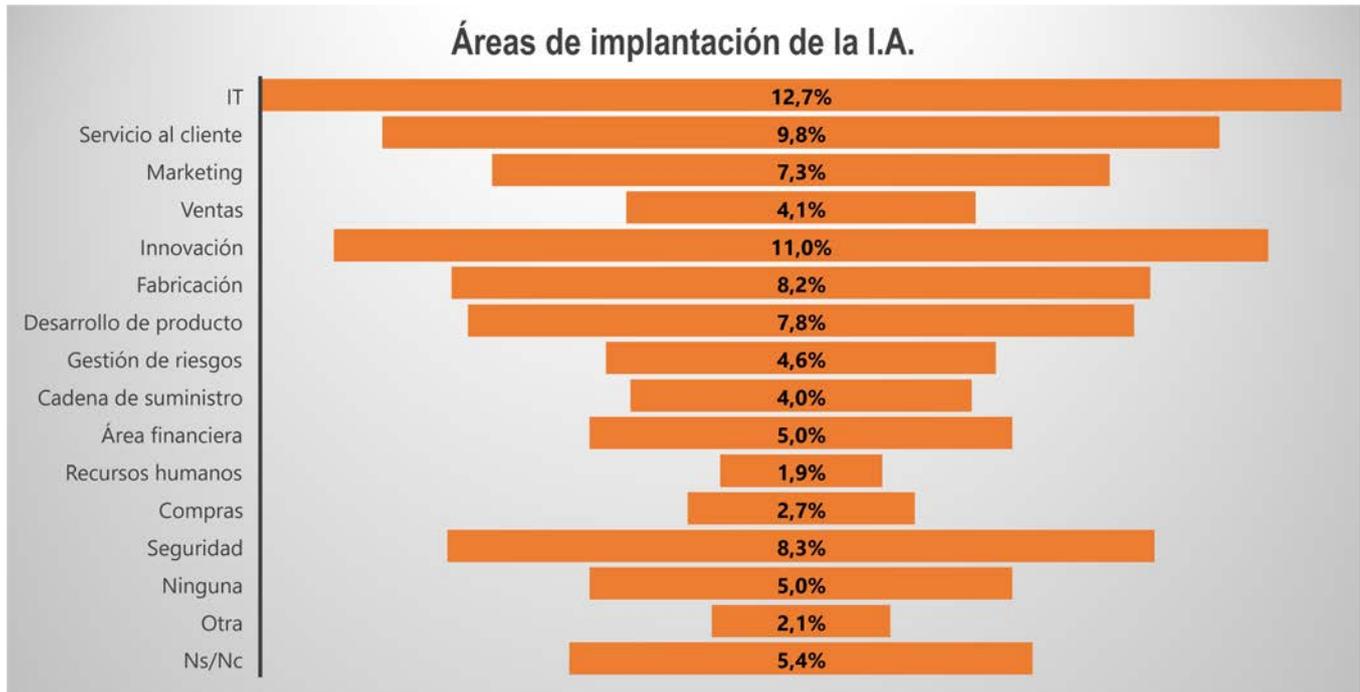


Figura 67: Áreas de implantación de la I.A.

Resulta interesante conocer que la opinión expresada en el párrafo anterior resulta diferente al desglosarla por sectores de actividad. Así los ingenieros que ejercen en la Universidad ven a la I.A. establecida en las áreas de *Innovación* -18.5%- , en *Seguridad* -12.3%- y en *IT* -10.8%- mayormente, y no lo ven –o es inferior al 15%- ni en *Compras*, ni en *Ventas*, ni en la *Cadena de Suministro*, ni en *RRHH*.

Lo que gráficamente puede apreciarse en la *Figura 68* siguiente:

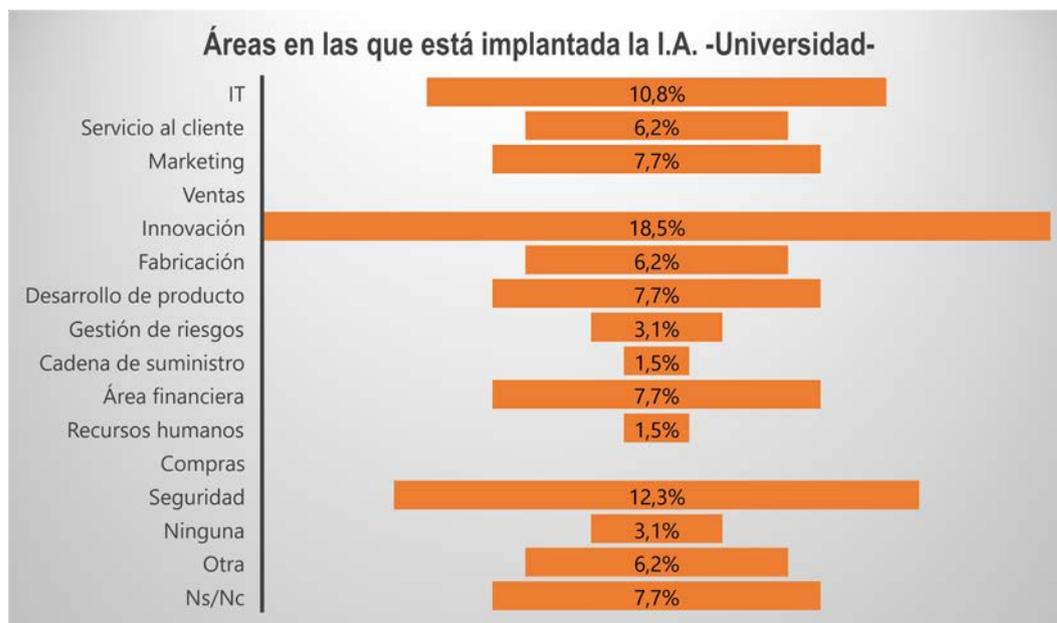


Figura 68: Áreas de implantación de la I.A. Visión desde la Universidad

Del mismo modo puede aportar alguna relevancia la visión que tienen los ingenieros que están en los comités ejecutivos de las empresas. Éstos aprecian que la I.A. está implantada, principalmente, en las áreas de *Servicio al cliente* -13.1%-, en *IT* -11.9%- y en *Desarrollo de productos* -10.2 %-.

Lo dicho puede apreciarse gráficamente en la *Figura 69* :

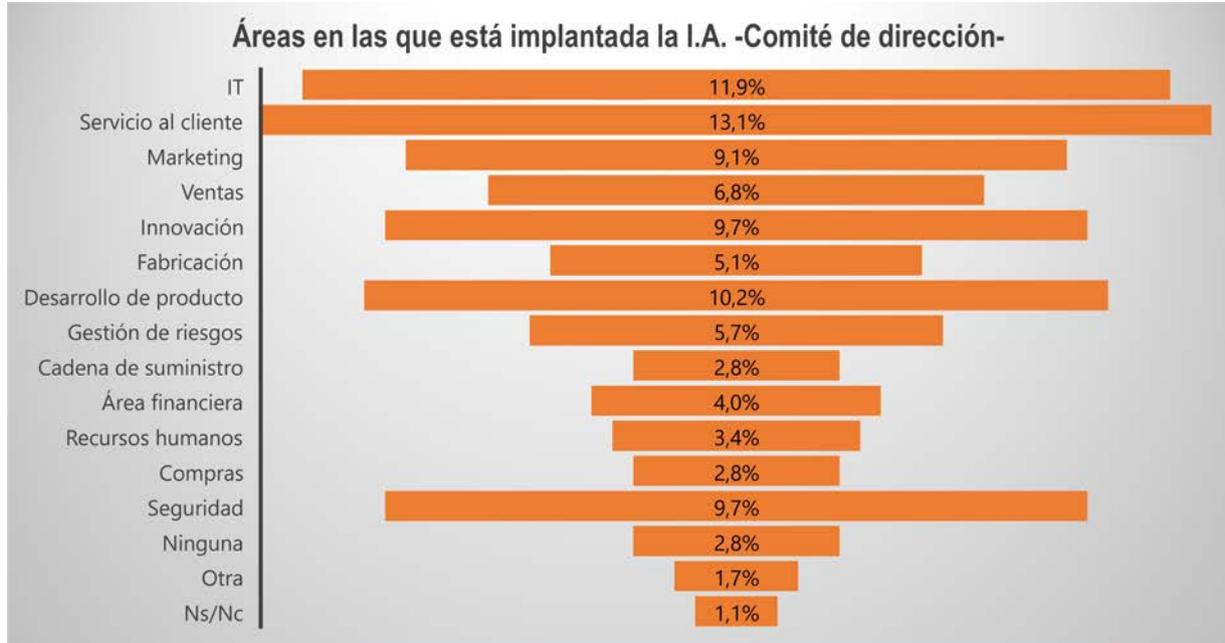


Figura 69: Áreas de implantación de la I.A. Visión desde los comités de dirección

Parece razonable prever que las conclusiones en el área de I+D+I. Tanto de la empresa pública, como la privada, esta área ve situada a la I.A., mayormente, en su área de *Innovación* -17.4%-, en *Desarrollo de producto* -9.6%-, y en *IT* -10.7%-. Finalmente, aunque no se muestre gráfico alguno, los ingenieros jubilados manifiestan que desconocen las áreas de implantación de la I.A. en las empresas españolas.

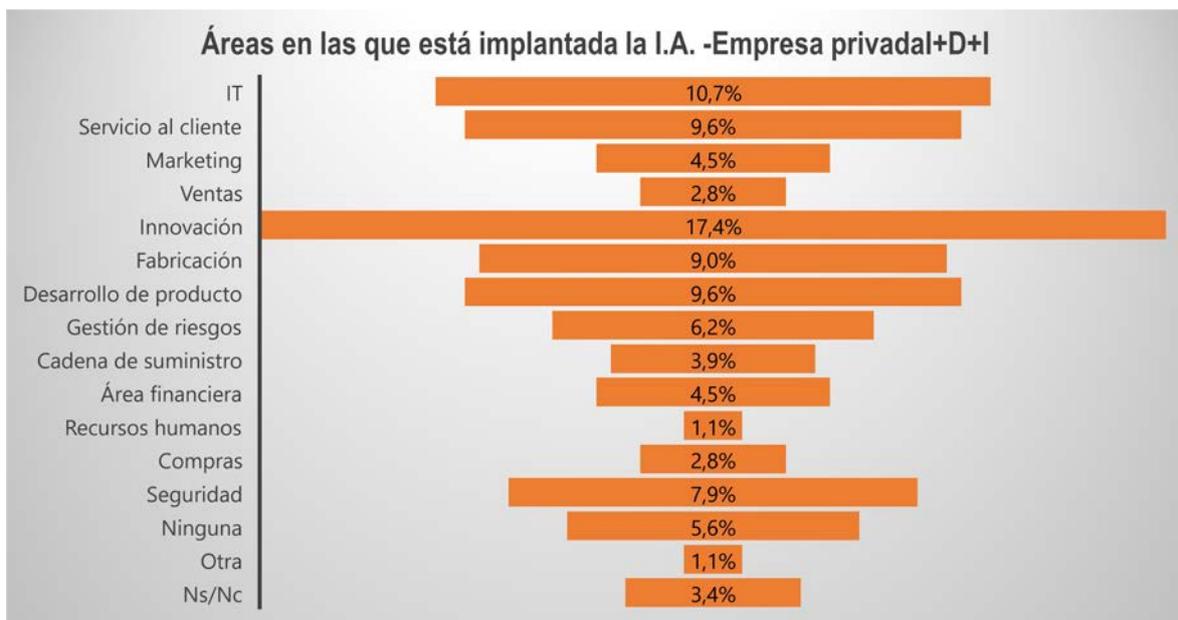


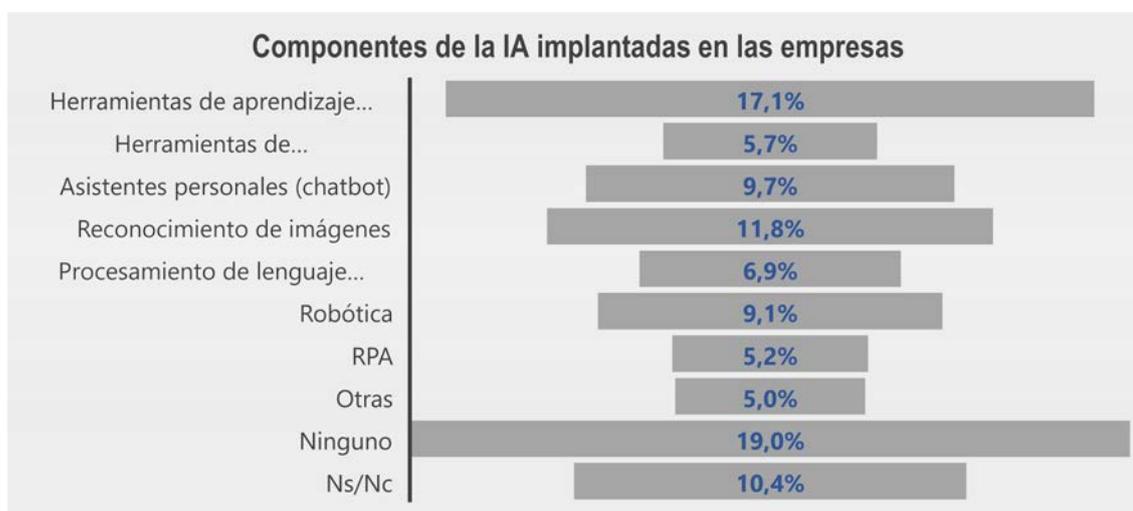
Figura 70: Áreas de implantación de la I.A. Visión desde I+D+I

Del mismo modo que con las áreas en las que está implantada la I.A., se pueden buscar cuáles son los componentes de la I.A. que están implantados en las empresas españolas.

Casi uno de cada cinco -19%- ingenieros contesta que no hay ningún componente de I.A. implantado en su empresa. Un 10% no sabe, y uno de cada seis -17.1%- responde a la encuesta que las “Herramientas de aprendizaje automático” son las que están implantadas en su empresa. La implementación del resto de componentes varía del 11.8% del “Reconocimiento de imágenes” al 5.25% del “RPA”.

Realizados los contrastes estadísticos oportunos, se puede afirmar que las aseveraciones del párrafo anterior no dependen ni del sector, ni del departamento en el que se encuadran los ingenieros que han respondido.

Lo dicho en los párrafos previos puede apreciarse gráficamente en la *Figura 71*, que se muestra a continuación:



*Figura 71: Porcentajes de componentes de la I.A. implantados en las empresas españolas*

Sin embargo, los componentes de la I.A. tienen diferentes grados de implantación cuando se analizan por el tamaño de las empresas.

Así, casi en un tercio -31.5%- de las empresas que tienen menos de cinco empleados no hay componentes de I.A. implantados. En casi una de cada siete -13.7%- hay “Herramientas de aprendizaje automático”, y en casi una de cada ocho -12.3%- hay “Reconocimiento de imágenes”. La composición es muy similar en las empresas que tienen entre 5 y 50 empleados. En estas, hay más de un tercio -36%- en las que no hay componentes de I.A. implantados. En casi una de cada cinco -19.8%- hay “Herramientas de aprendizaje automático”, y en casi una de cada ocho -12.8%- hay “Reconocimiento de imágenes”.

En las empresas de más de 500 empleados, la composición es radicalmente diferente. Así en casi una de cada cinco -18.9%- hay “Herramientas de aprendizaje automático”, en una de cada siete -13.6%- hay “Asistentes personales ‘Chatbot’”, y en un 11% “Reconocimiento de imágenes”.

Lo dicho, para las empresas más grandes y las más pequeñas se puede apreciar en los gráficos de la *Figura 72*, y la *Figura 73* que se muestran a continuación.



Figura 72: Porcentajes de componentes de la I.A. implantados en las empresas españolas de menos de 5 empleados



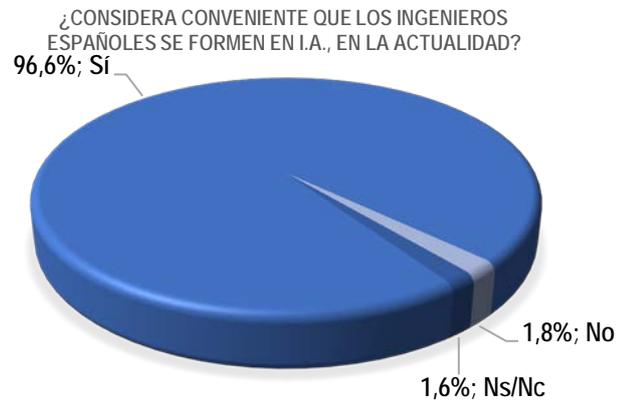
Figura 73: Porcentajes de componentes de la I.A. implantados en las empresas españolas de más de 500 empleados

### 5.2.9 Opiniones sobre la formación en I.A.

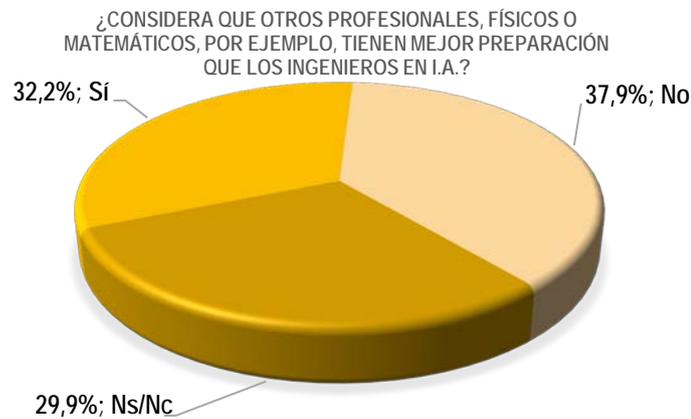
En esta sección se presentan los resultados de la opinión de los ingenieros españoles sobre la formación en I.A. En este punto hay dos coincidencias mayoritarias. Casi la totalidad -96%-de los ingenieros que respondieron a la encuesta manifiestan que **“Consideran conveniente que los ingenieros españoles se formen en I.A, en la actualidad”** y **“Creen que las escuelas de ingenieros deberían incluir en sus planes de estudio, asignaturas relativas a la I.A.”**

Sin embargo, a la pregunta: **¿Considera que otros profesionales, físicos o matemáticos, por ejemplo, tienen mejor preparación que los ingenieros en I.A.?**, las respuestas están divididas en tres partes muy parecidas -29.9%, 32.2% y 37.9%-.

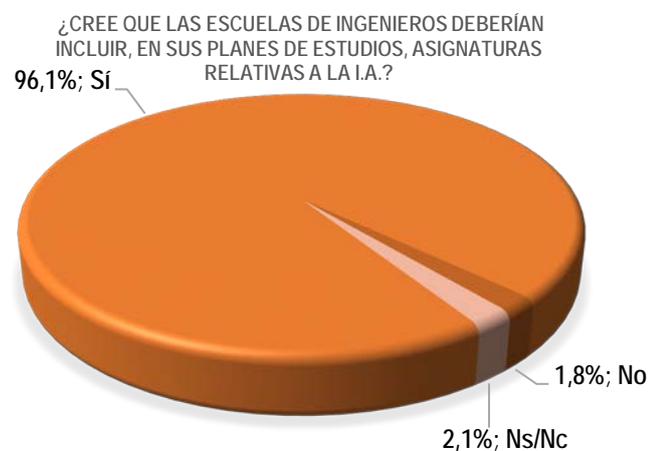
Lo expresado en los dos párrafos anteriores queda mostrado gráficamente en la *Figura 74*, en la *Figura 75* y en la *Figura 76*, siguientes:



*Figura 74: Consideración de la conveniencia de que los ingenieros españoles se formen en I.A.*



*Figura 75: Consideración si otros profesionales tienen mejor preparación que los ingenieros en I.A.*



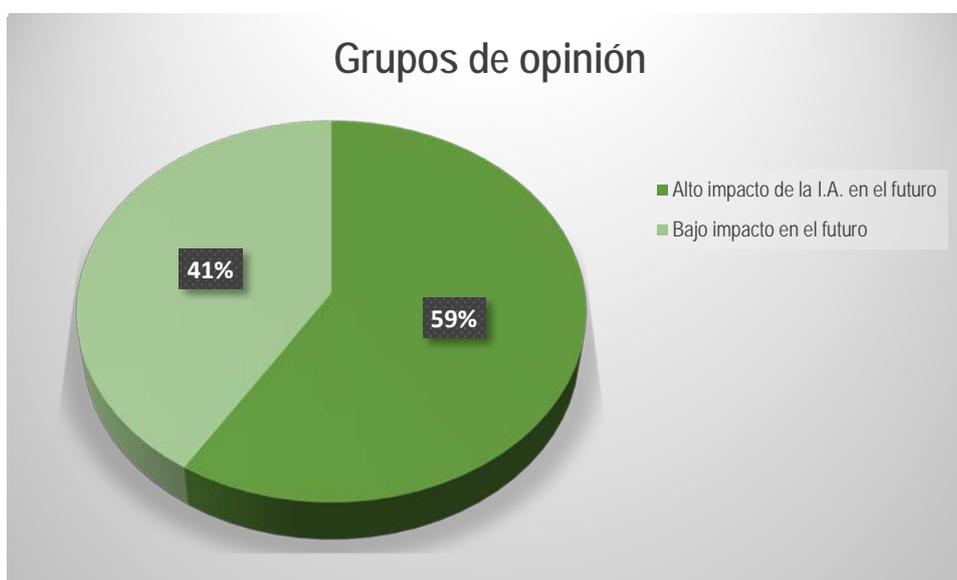
*Figura 76: Consideración de que las escuelas de ingenieros deben incluir asignaturas relativas a la I.A.*

### 5.2.10 Análisis multivariable “clúster”. Grupos homogéneos de opinión.

El análisis “clúster” es un conjunto de métodos estadísticos que permite agrupar a las personas que responden a la encuesta en función de la similitud existente entre ellos. En este estudio se realizan estas agrupaciones con las variables en las que se pregunta sobre el grado de impacto que consideran los ingenieros que tendrá la I.A. en diez años.

Una vez realizado el análisis expuesto arriba, se encuentran dos grupos que dividen a la muestra en aquellos que consideran que la I.A. tendrá un impacto significativo, entre alto y muy alto, en el futuro próximo -definido por diez años-, que son tres de cada cinco ingenieros -59%- y los que consideran que el impacto será bajo o muy bajo, que son dos de cada cinco ingenieros encuestados -41%-.

Gráficamente, lo dicho se puede apreciar en la *Figura 77* siguiente:



*Figura 77: Grupos de opinión sobre el impacto de la I.A. en los próximos 10 años*

Al desglosar los resultados de los grupos por los sectores se puede apreciar que los ingenieros que trabajan en “*I+D+I de la empresa pública*”, los “*Altos funcionarios*” y la “*Alta dirección de la empresa privada*” se significan estadísticamente más al considerar que la I.A. tendrá un impacto alto en el futuro.

El mismo análisis realizado por departamentos, señala que los ingenieros que ejercen en los departamentos de “*Calidad*” y “*Operaciones*” ven un alto impacto de la I.A. en el futuro con más significación que el resto de los ingenieros que han respondido a la encuesta.

Lo cual puede apreciarse en la *Figura 78*, y en la *79* mostradas más abajo.

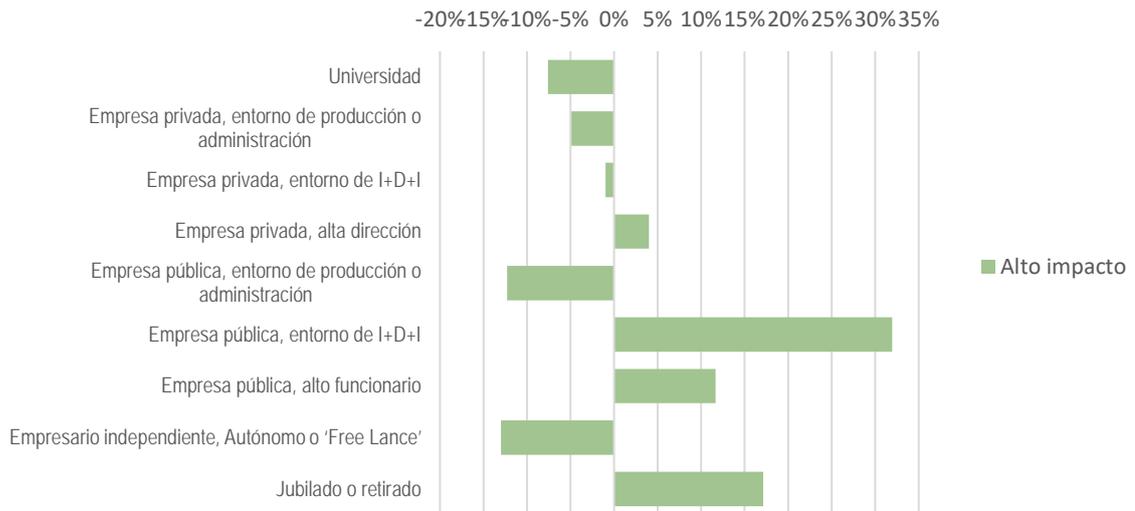
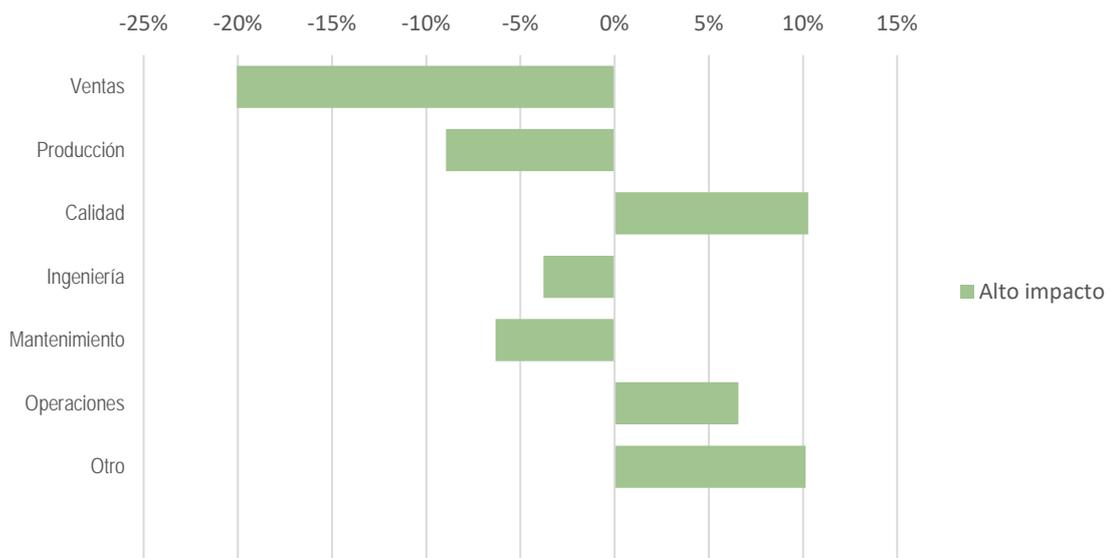


Figura 78: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en los dos grupos de opinión, por Sectores



79: Diferencias porcentuales respecto a lo esperado proporcional en los dos grupos de opinión, por Departamento

### 5.2.11 Opinión directa sobre el grado de implantación de la I.A.

En el cuestionario se incluye una pregunta directa, que se introdujo para averiguar la percepción global del grado de implantación de la I.A. en España. Esta pregunta está diseñada, además, para poder aplicar alguna técnica de I.A. una vez finalizado el presente estudio.

La pregunta dice: “Por favor, valore de 1 a 10 su PERCEPCIÓN GLOBAL sobre el grado de implantación de la I.A. en España actualmente”. Las preguntas que tienen opción de respuesta de uno a diez resultan

muy intuitivas para las poblaciones que se educaron con esa misma escala de medida de las calificaciones de las asignaturas de sus estudios.

Las respuestas indican que los ingenieros perciben que el grado de implantación de la I.A. es bajo. El valor medio es de 3,64.

Gráficamente, se puede apreciar en la Figura 80 y en la Figura 81, que se muestran a continuación.

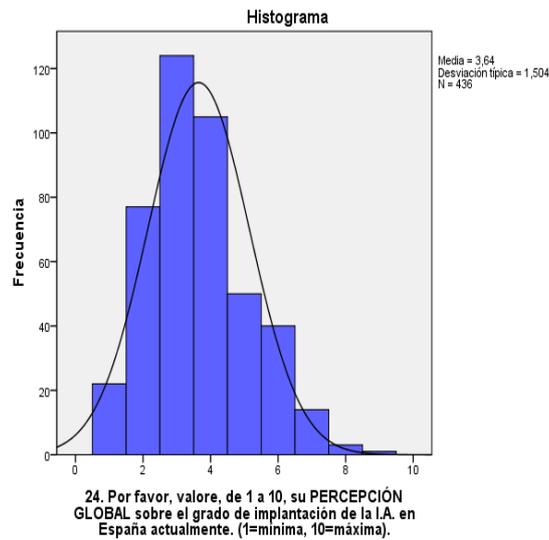


Figura 80: Histograma de la percepción del grado de implantación de la I.A. en España

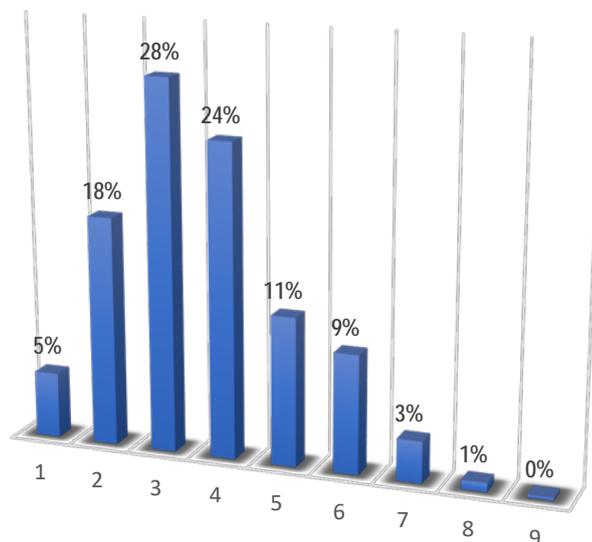
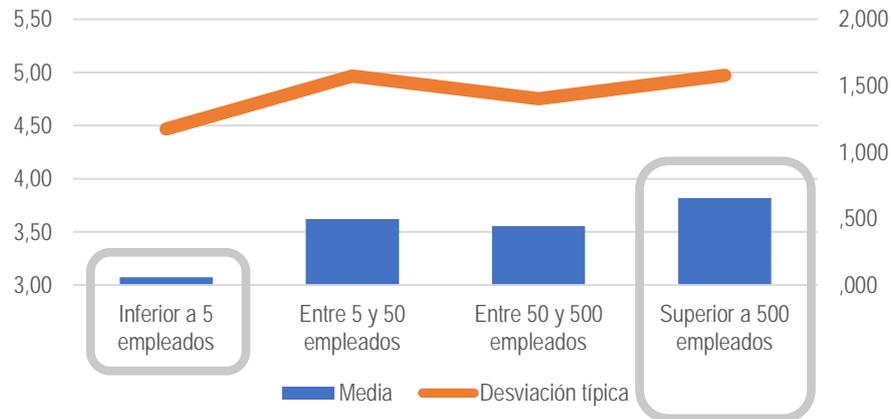


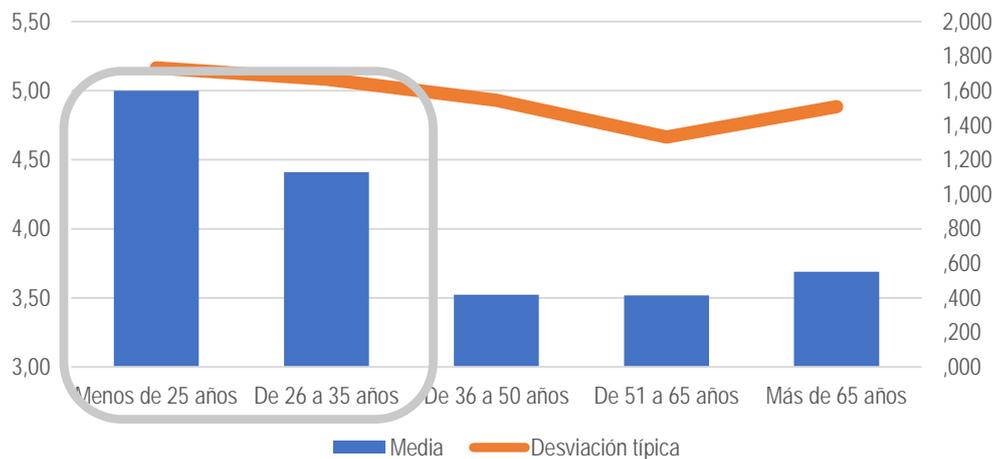
Figura 81: Porcentajes de la percepción del grado de implantación de la I.A. en España

Por otro lado, al realizar los análisis estadísticos oportunos, se puede afirmar que la percepción que se trata en este apartado es estadísticamente diferente, y mayor, para los ingenieros que trabajan en empresas grandes, de más de quinientos empleados, cuya media es 3.82. Los ingenieros que ejercen en empresas cuyo tamaño de la plantilla es inferior a cinco, también aprecian la implantación de la I.A. en España significativamente diferente. En este caso, la percepción es menor, con una media de 3.08. Lo cual se puede apreciar con más claridad en la *Figura 82*, siguiente:



*Figura 82: Percepción de la implantación de la I.A. en España según al tamaño de la empresa*

De forma similar, al realizar el mismo tipo de análisis estadístico, se puede afirmar que la percepción es estadísticamente diferente, y mayor, para los ingenieros que tienen edades inferiores a 35 años, -en los dos grupos en los que se han dividido en este estudio-, cuyas medias son 5, para los menores de 25 años y 4.41 para los que tiene su edad entre 26 y 35 años. Lo dicho se puede apreciar con más claridad en la *Figura 83*, siguiente:



*Figura 83: Percepción de la implantación de la I.A. en España según los grupos de edad de los ingenieros*

Finalmente, aunque no se muestren los gráficos, se afirma que la percepción de los ingenieros es, matemáticamente, la misma si se diferencia por sectores donde ejercen, o por los departamentos de las entidades donde trabajan.

## 6 Conclusiones

1. Tres de cada siete -43%- ingenieros españoles trabajan, en la actualidad, con sistemas que presentan I.A. Esta presencia es más significativa en entornos universitarios, y en los de investigación y desarrollo, tanto de la empresa pública, como de la privada. También tiene más relevancia la I.A. en el trabajo de los altos directivos de las empresas privadas. Se puede confirmar que la I.A. está significativamente menos presente en los departamentos de *‘Producción’*, *‘Calidad’* y *‘Mantenimiento’*. La presencia de la I.A. es más predominante en las grandes empresas que en las pymes. De todo lo cual puede concluirse que la I.A. está, en España, en una fase de investigación, de desarrollo y empezando a implantarse.
2. Casi un tercio -34%- de los ingenieros manifiesta que su empresa dispone de los medios necesarios para usar la I.A. en sus procesos productivos. Esta preparación se significa más en las empresas grandes, de más de quinientos empleados. Y casi un quinto -21%- de los ingenieros manifiesta que su empresa utiliza los medios adecuados en I.A.
3. Casi la mitad -55%, 51% y 50%- de los ingenieros manifiestan que las empresas y entidades en las que trabajan tienen necesidad, en alto grado, de: *‘Profesionales con la capacitación para el desarrollo de las tecnologías de IA’* -55%-, de *‘acceso a las fuentes de datos o interoperabilidad de modelos de datos’* -51%- y de *‘infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos’* -50%-, para poder desarrollar la I.A. en sus procesos productivos.
4. Poco más de la mitad -56%- de los ingenieros españoles no tiene experiencia en I.A., y algo más de un quinto -22%-, posee una experiencia inferior a dos años. Solo uno de cada diez -10%- tiene una experiencia superior a cinco años. Puede afirmarse que la I.A. implantada en España tiene una experiencia muy corta, ampliamente inferior a dos años.
5. Dos tercios de los ingenieros españoles -67%- no se consideran suficientemente instruidos en áreas de I.A. Se consideran significativamente más formados en I.A. los ingenieros que ejercen en la Universidad y los que ocupan puestos de alta dirección en sus empresas.
6. No se están formando en I.A. las tres cuartas partes de los ingenieros -73%-, y algo más de la mitad -52%- está sopesando formarse en un futuro próximo. Las

dos conclusiones emitidas en la frase precedente parecen confirmar que, la I.A. está en fase de implantación y tiene expectativas; pero aún no está en producción, ni se prevé que lo vaya a estar de forma inminente.

7. Casi la totalidad -96%-de los ingenieros que respondieron a la encuesta manifiestan que consideran conveniente que los ingenieros españoles se formen en I.A. y creen que las escuelas de ingenieros deberían incluir en sus planes de estudio, asignaturas relativas a la I.A. Algo más de un tercio -37.9%- cree que los ingenieros no están mejor preparados que otros profesionales que trabajan con I.A.
8. Finalmente, tres de cada cinco -59%- ingenieros considera que la I.A. tendrá un alto impacto en España en los próximos diez años. En este grupo se significan más los ingenieros que desarrollan su trabajo en la *I+D+I* y los *altos funcionarios de la empresa pública* y los *altos ejecutivos de la empresa privada*. Del mismo modo, los ingenieros que trabajan en los departamentos de *Calidad* y *Operaciones* son los que más aseguran que la I.A. tendrá un alto impacto en España en los próximos diez años.

## 7 Anexos

### 7.1 Preguntas de la encuesta

Se reproducen, a continuación, las preguntas de la encuesta, tal y como de presentaron a los encuestados.

- Preguntas específicas sobre formación y preparación personal
- ¿Está la I.A. presente en el desempeño de su trabajo actual, de alguna forma?
  - [Sí] [No] [Ns/Nc]
- ¿Se considera suficientemente formado en algún área de I.A.?
  - [Sí] [No] [Ns/Nc]
- ¿Está formándose en algún área de I.A. actualmente?
  - [Sí] [No] [Ns/Nc]
- ¿Está sopesando formarse en algún área de I.A. en el futuro próximo?
  - [Sí, ¿en cuál?] [No] [Ns/Nc]
- Si ha respondido "Sí" a la pregunta anterior, por favor, diga en qué área.
- ¿Considera conveniente que los ingenieros españoles se formen en I.A. en la actualidad?
  - [Sí] [No] [Ns/Nc]
- ¿Considera que otros profesionales, físicos o matemáticos, por ejemplo, tienen mejor preparación que los ingenieros en I.A.?
  - [Sí] [No] [Ns/Nc]
- ¿Cree que las Escuelas de ingenieros deberían incluir, en sus planes de estudios, asignaturas relativas a la I.A.?
  - [Sí] [No] [Ns/Nc]
- ¿Cuánta experiencia, medida en años, posee por haber trabajado con sistemas de I.A.?

Ninguna	Menor de 2 años	Entre 2 y 5 años	Entre 5 y 10 años	Mayor de 10 años
---------	-----------------	------------------	-------------------	------------------

- Si tiene experiencia en I.A., ¿en qué campos de I.A. ha trabajado, o trabaja actualmente?

Herramientas de aprendizaje automático
Herramientas de "descubrimiento"
Asistentes personales ( <i>chatbot</i> )

Reconocimiento de imágenes
Procesamiento de lenguaje natural
Robótica
RPA
Otros
Ns/Nc

- Preguntas específicas sobre el uso y la utilización de la I.A. en el ámbito profesional.
- ¿En qué áreas, de la entidad en la que trabaja, cree usted que está más implantada (o aporta más valor) la I.A.?

IT
Servicio al cliente
Marketing
Ventas
Innovación
Fabricación
Desarrollo de producto
Gestión de riesgos
Cadena de suministro
Área financiera
Recursos humanos
Compras
Seguridad
Ninguna
Otras
Ns/Nc

- ¿Qué componentes de la I.A. están más implantados en la entidad en la que usted trabaja?

Herramientas de aprendizaje
-----------------------------

Herramientas de "descubrimiento"
Asistentes personales ( <i>chatbot</i> )
Reconocimiento de imágenes
Procesamiento de lenguaje natural
Robótica
RPA
Otras
Ninguno
Ns/Nc

- ¿Considera que el equipo directivo, de la entidad en la que usted trabaja, está considerando la I.A. en sus previsiones estratégicas?
  - [Si] [No] [Ns/Nc]
- ¿La entidad en la que usted trabaja, dispone de los medios adecuados para utilizar la I.A. en sus procesos productivos?
  - [Si] [No] [Ns/Nc]
- ¿La entidad en la que usted trabaja, utiliza los medios adecuados para aprovechar la I.A. en sus procesos productivos?
  - [Si] [No] [Ns/Nc]
- ¿Cuáles son las principales necesidades para el desarrollo de la IA en la entidad que usted trabaja?
  - Profesionales con la capacitación para el desarrollo de las tecnologías de IA
  - Acceso a las fuentes de datos o interoperabilidad de modelos de datos
  - Infraestructuras para la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos
  - Otras
- ¿Considera que el diseño, la construcción y la explotación de máquinas, estructuras, instalaciones de cualquier rama de la ingeniería, y sistemas físicos, en general, podrían llegar a automatizarse?
  - [Si] [No] [Ns/Nc]
- ¿Cuál cree que será, dentro de diez años, el impacto de la I.A. en el empleo de los ingenieros? (Aplicado a su caso y a la entidad en la que usted trabaja)
  - [Muy alto] [Alto] [Medio] [Bajo] [Muy bajo] [Ns/Nc]
- ¿Cuál cree que será, dentro de diez años, el impacto de la I.A. en la productividad de la entidad en la que usted trabaja?
  - [Muy alto] [Alto] [Medio] [Bajo] [Muy bajo] [Ns/Nc]
- ¿Cuál cree que será, dentro de diez años, el impacto de la I.A. en la toma de decisiones de la entidad en la que usted trabaja?

- [Muy alto] [Alto] [Medio] [Bajo] [Muy bajo] [Ns/Nc]
- ¿Cuál cree que será, dentro de diez años, el impacto de la I.A. en la gestión de proyectos e instalaciones de la entidad en la que usted trabaja?
  - [Muy alto] [Alto] [Medio] [Bajo] [Muy bajo] [Ns/Nc]
- Por favor, valore de 1 a 10 su PERCEPCIÓN GLOBAL sobre el grado de implantación de la I.A. en España actualmente.
  - Preguntas de clasificación
- Elija, por favor, el sector, o sectores, al que pertenece la entidad en la que usted trabaja:

Organismo público
Universidad
Empresa privada, entorno de producción
Empresa privada, entorno de I+D+I
Empresa pública, entorno de producción
Empresa pública, entorno de I+D+I
Empresario independiente, Autónomo o 'Free Lance'
Jubilado o retirado
En paro
Ns/Nc

- Elija, por favor, elija el departamento, o área, en el que usted está, en la entidad en la que usted trabaja:

Compras
Ventas
Marketing
Producción
Calidad
Ingeniería
RRHH
Administración, contabilidad
Mantenimiento
Operaciones
Otro
Ns/Nc

- Sexo

Hombre	Mujer	Ns/Nc
--------	-------	-------

- Edad

Hasta 25 años
De 26 a 35 años
De 36 a 50 años
De 51 a 65 años
Por encima de los 65 años
Ns/Nc

- Nivel económico. Ingresos brutos anuales.

Entre 0 y 15 K€
Entre 16 y 30 K€
Entre 31 y 60 K€
Entre 61 y 100 K€
Más de 100 K€
Ns/Nc

- Rama de la ingeniería, a la que pertenece.

Aeronáutico
Agrónomo
Caminos
ICAI
Industriales
Minas
Montes
Navales
Telecomunicación
Ns/Nc

- Asociación a la que pertenece.

- Comentario. (Espacio libre para comentarios y sugerencias)

## 7.2 Comentarios de la última pregunta

Se reproducen, en esta sección, los 76 comentarios realizados en la última pregunta, tal y como se escribieron. Su valor estadístico es menor, aunque pueden ser indicio de carencias de la investigación o posibles áreas a trabajar.

Es un campo de trabajo que se va a potenciar mucho en poco tiempo
Enhorabuena por la iniciativa
Necesario potenciar estos aspectos desde los diferentes sectores de España (público, privado, universidades). Si no, llegaremos tarde y tendremos que importar tecnología.
Muchos de los Procesos Productivos dentro de la Construcción no se pueden automatizar, debido al dinamismos de los propios Proyectos.
Es absolutamente imprescindible que las ingenierías incorporen troncalmente asignaturas relacionadas con la inteligencia artificial, machine learning, deep learning, big data, robótica, programación web,..., competencias en los nuevos modelos de negocios digitales. La transformación digital pasa por la transformación de las personas, y ello pasa por tener competencias digitales en estas áreas.
La IA, actualmente, es una herramienta vital para el desarrollo de la profesión de ingeniero, lo cual requiere una potenciación de esta herramienta en los Planes de Estudio de las diferentes ingenierías existentes en España
Estamos desarrollando un producto novedoso relacionado con la movilidad personal e integrando algoritmia de inteligencia artificial en colaboración con una universidad
Creo que la aplicación de la IA en la administración está en niveles muy bajos o es casi inexistente
En su encuesta, dan por hecho que será UTIL la implantación de la I.A., pero se olvidan de plantear la cuestión relativa a PORQUE sería necesario dicha implantación o si lo Digital reemplazara a las decisiones Humanas en vez de Ayudar a Mejor las Decisiones. Les recuerdo lo que una I.A. puede llegar a hacer sin el control del humano: para ello les recomiendo ver el film "2001 UNA ODISEA EN EL ESPACIO" de KUBRICK. No metamos en la boca mas de lo que seamos capaces de masticar (proverbio Chino).
Estoy jubilado y alguna cosa he respondido pensando en la empresa en que trabaje.
El desarrollo y la aplicación de la I.A. en cualquier actividad es vital para ser competitivos. La I.A. esta implantándose globalmente de manera muy acelerada, y como particularmente llevo del orden de 5 años jubilado, ello, en cierto modo, me supone una dificultad añadida para ser más preciso en las respuestas que he facilitado. NO DEBEMOS PERDER NI UN SOLO MINUTO PARA IMPLANTAR LA I.A. MAS AVANZADA EN TODAS LAS ACTIVIDADES Y ESPECIALIDADES DEL SABER, TANTO SEAN INDUSTRIALES COMO DE OTROS TIPOS Y RAMAS AUXILIARES. UN SALUDO PARA TODOS.
He dirigido durante dos años el centro de inovacion de Inteligenica artificial para EMEA de EY (Erst & Young) que está en Madrid. Recientemente EY y mi empresa actual (Microsoft) ha publicado el informe del estado de la IA en las empresas de España y otros informes similares específicos por sectores y para Europa. Si desean conocerlos mi correo electronico es juana.fernandez@microsoft.com Tambien imparto sesiones en programas de educación a directivos en centros educativos como el IE, Universidad Carlos III, ISDI y The valey sobre como aplicar la Inteligencia artificial a los procesos de negocio.
Como jubilado me considero empleado de la Seguridad Social y en base a ellos he respondido alguna s preguntas
Para su información, especialmente en cuanto a salario, mi actual (y única) experiencia profesional tiene lugar en Países Bajos.
La competitividad y la supervivencia de las empresas va a estar en manos de la IA en un futuro inmediato

<p>Los planes de estudios de las tradicionales carreras de ingeniería necesitan urgentemente una revisión profunda, o de lo contrario, podrían verse amenazadas por nuevos grados. La inclusión de asignaturas optativas sobre inteligencia artificial me parece adecuada, pero también deberían incluirse otras relacionadas con tecnologías de vacío, tecnologías cuánticas, ciencia de datos, BIM, etc. Soy consciente de que puede que no sea viable en algunos casos un abanico tan amplio de asignaturas optativas, pero estoy seguro que cabría reducir el número de asignaturas obligatorias, algunas de las cuales están desfasadas y se estudian con libros de hace 20-30 años. Solo si se forma a los ingenieros en las tecnologías del futuro, podremos realmente afrontar la búsqueda de soluciones futuras. Es cierto que un ingeniero siempre debe seguir aprendiendo cosas nuevas y mantenerse actualizado, pero me parece una ineficiencia inasumible estudiar en la universidad disciplinas y métodos obsoletos. Gracias.</p>
<p>Me dedico al diseño y programación de sistemas basados en microcontroladores, con capacidades de cálculo y gestión de datos muy limitadas, por lo que no veo la posibilidad de aplicar en mi entorno inmediato técnicas de big data ni IA; sí que enviamos dispositivos a servidores con mayor capacidad para aplicar dichas técnicas, pero ya quedan fuera de mi ámbito.</p>
<p>Considero la IA una herramienta con gran potencial para mejorar y automatizar los procesos productivos de las empresas manufactureras. Sin embargo, es necesario hacer un gran esfuerzo en formación y en la preparación y adecuación de estas herramientas al problema concreto al que se enfrentando la empresa.</p> <p>Siempre será necesaria la intervención humana para solucionar problemas relacionados con los seres humanos, independientemente de que la aplicación de la IA pueda aumentar la productividad o la flexibilidad para solventar nuevos problemas que pudieren surgir.</p>
<p>Debería repetirse esta encuesta con preguntas relativas a las áreas de impacto de la IA en la economía, social y medioambiental y definir o adoptar algún índice del grado Implantación de la IA en España, que pueda ser comparativo con otros países o sectores</p>
<p>La Administración, las Universidades, los Centros Tecnológicos y las Empresas tienen que hacer un esfuerzo coordinado para que la revolución asociada a las tecnologías digitales penetre también en España con la intensidad que lo está haciendo ya en algunos países de la UE, USA, China, Japón, etc.</p>
<p>Hasta hace muy poco tiempo en España no se creía en IA</p>
<p>Intenten utilizar la aportación de los jubilados para tareas de estudio sobre I.A. en Construcción Naval</p>
<p>Como es habitual en nuestra Historia de las Ciencias e Ingenierías, siempre vamos a la cola. Ya se sabe: "Que inventen ellos"</p>
<p>Por favor comuniquen a los participantes los RESULTADOS COMENTADOS de la encuesta</p>
<p>La inteligencia artificial es una herramienta que está debajo de muchas aplicaciones que revolucionarán la forma de producir, prestar servicios y de gestionar los negocios. Mucha gente no será consciente de estar utilizando inteligencia artificial. Ya está ocurriendo hoy en día en muchas aplicaciones del móvil que han empezado a transformar nuestras vidas. La profesionalización de las aplicaciones que utilizan la IA es lo que transformará la productividad de los negocios.</p>
<p>Observo un cierto riesgo en la IA: que los humanos reduzcan su actividad creativa y deleguen cada vez más el diseño e ingeniería en las máquinas. Las habilidades creativas tienen que practicarse para que mejoren, y la IA no va a ayudar a que la práctica aumente.</p>
<p>He hecho un curso de programación en python e industria 4.0 anteriormente. Hay formación disponible aunque se debería implantar desde la universidad. Faltan empresas innovadoras y colaboración entre las mismas. Hay que apostar por la innovación y por un cambio de modelo más sostenible y circular.</p>
<p>Alguna otra encuesta relacionada con la Ingeniería debería ser promovida por el IIE</p>
<p>Para mí ha sido una sorpresa el grado de importancia que se le está dando al tema de la Inteligencia Artificial.</p>
<p>Gracias por vuestra iniciativa. Espero ver el informe resultante.</p>
<p>Los colegios profesionales deberían orientar los cursos de formación al Machine Learning</p>
<p>Considero importante impulsar la IA en España e ir introduciendo formación en universidades y empresas si no queremos quedarnos por detrás de otras potencias mundiales</p>
<p>Hay mucho desconocimiento y falta de voluntad respecto a la IA en los altos cargos</p>

<p>La universidad, debería incorporar profesores titulados con "ganas de trabajar" para formar en la incorporación de la IA a los nuevos procesos industriales y Biotecnológicos. La simbiosis entre ingenieros y médicos debería existir desde el principio, no que fuera una unión temporal casual... como ocurre en muchos casos. Los nuevos ingenieros actualmente no tienen capacidad de inter-relacionar las máquinas con procesos no industriales, y es una pena.</p>
<p>Por favor, envíe los resultados de esta encuesta y sus conclusiones. Gracias</p>
<p>Se agradecería más formación en IA a través de los Colegios de Ingenieros</p>
<p>Dada mi condición de jubilado, y mi edad, no puedo o no debo considerar ninguna sugerencia adecuada a este momento.</p>
<p>En el mundo del seguro m, donde desarrollé mi actividad no veo que se factible la IA</p>
<p>No se nada de IA podría decirse</p>
<p>Recientemente he realiado un Master de Ingeniería de Mantenimiento, y se hablo mucho de Inteligencia Artificial, pero la realidad de las industrias que mi empresa tiene como clientes del mundo de la Siderurgia estan muy lejos de aplicar I.A.</p>
<p>Mi primer contacto con la I.A. fue hacia 1986 por medio de dos libros de la Editorial Paraninfo: "Guía Fácil de la Inteligencia Artificial" y "Visión Artificial por Computador", el primero de J.M<sup>º</sup> Angulo y Anselmo del Moral y el segundo de Angulo y Rafael Iñigo.</p> <p>También asistí a una conferencia impartida por un vehemente impulsor de esta materia, Iñaki Goirizelaia, lleno de ideas y proyectos exportados desde Silicon Valley, y años después Rector de nuestra U.P.V.</p> <p>Después, el día a día me impidió profundizar en el tema, aunque toqué la Visión Artificial para el control de piezas seriadas o la verificación de soldaduras.</p> <p>Aparte de ésto me considero un modesto trabajador de la materia en lo que supone crear hojas de cálculo desde 1982 en base a: Visicalc, Multiplan y Excel usando a destajo las funciones lógicas SI, Y, O, ...para obtener resultados tanto numéricos como de decisión "Comprar", "Esperar", etc, "como los obtendría en mi mejor momento de lucidez", cuantas veces se plantee el problema y con la ventaja de la velocidad "de la varita mágica".</p> <p>Disponer de datos de base fiables y dominar la sintaxis de las fórmulas son las principales dificultades externas con las que me he encontrado. Internamente he debido cuidar el ser ordenado en el método de razonamiento para poder estar a la altura de mi colega el Ordenador.</p> <p>Con ello conseguí calcular los presupuestos de los distintos servicios de E.N.D. en mi primer empleo, y más adelante los de fabricación de piezas a medida del cliente (modelo, pruebas, producción de series, ensayos, certificaciones y condiciones de venta). Finalmente, en los últimos años de "jubileo" mantengo la mente despierta con los análisis de asuntos domésticos. Animo a la juventud a trabajar con este tipo de herramientas para que nos ayuden con su rapidez en lo "urgente" y nos dejen tiempo para pensar en lo "importante": la Planificación estratégica de la empresa.</p> <p>Saludos cordiales de un colega setentón</p>
<p>Trabajo en la Administración Pública, en el sector de Aguas, y si bien las instalaciones y obras que promovemos cuentan con multitud de automatismos (ejp. Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales), a nosotros, los funcionarios, nos tienen trabajando con equipos informáticos y tecnologías bastante tradicionales e incluso obsoletas.</p>
<p>Estoy jubilado. He contestado en función de lo que veo en mi entorno, pero no creo que mis respuestas deban considerarse en este estudio.</p>
<p>El concepto de IA empieza a ser demasiado amplio ante la gran variedad de campos de acción posibles y viables y, mi experiencia se circunscribe al campo médico, en el que desarrollo mi actividad</p>

<p>Sería necesaria formación al respecto para identificar posibles campos de desarrollo de la IA en los diferentes departamentos de una empresa e ir profundizando en esta materia poco a poco en función de nuestras necesidades</p>
<p>Será imposible ser competitivo sin IA</p>
<p>La programación siempre tiene errores. Habrá que pensar en cada desarrollo el grado de control de independencia de las aplicaciones realizadas.</p>
<p>Muy importante este estudio y la necesidad de publicitar mas la IA en los entornos industriales</p>
<p>Los jubilados teníamos que ser identificados al principio para no tener que responder NS/NC a la mayoría de cuestiones.</p>
<p>Gracias por la iniciativa</p>
<p>Me ha sorprendido que en la última pregunta no aparezca la ingeniería informática ni como una opción!!</p>
<p>La I.A. creo que ya es una revolución en nuestro quehacer diario que nos acerca a la ficción</p>
<p>¿Informática no es una ingeniería? Haciendo las encuestas así no sé estáis sesgando mucho las respuestas, no teniendo en cuenta a la ingeniería que está desarrollando la Inteligencia Artificial.</p>
<p>Creo que existe un gran potencial con la IA, pero actualmente el grado de utilización es bajo. Trabajo en temas de IA aplicados al sector educativo y a pesar de que existe una necesidad, hace falta bastante trabajo para una implementación efectiva y eficaz en las instituciones. Sin embargo, creo que aunque tarde, cuando se consiga incluir la IA en los distintos procesos, puede haber grandes ventajas.</p>
<p>Creo sería conveniente acelerar la implantación de la formación en IA en todas las ramas de la ingeniería debido a que se está extendiendo su uso rápidamente en todos los ámbitos de la economía y de la vida en general, incluso en los menos sospechados o aparentemente menos afectados la IA tendrá un impacto grande</p>
<p>Me ha parecido que dentro del concepto de Inteligencia Artificial, la encuesta mezcla muchas cosas... No hubiese estado mal definirlo de forma más clara al principio de la entrevista (aunque, en muchas opiniones más que IA lo que se está implantando es Machine Learning)</p>
<p>La IA es el futuro, pero queda mucho camino por recorrer.</p>
<p>En el ámbito de la Administración Pública la IA se está manejando más como marketing oportunista que como un enfoque estratégico a medio y largo plazo, que sería lo deseable. No hay enfoque real y existen graves carencias de personal cualificado. La única forma de trabajar en esta materia es compatibilizar el trabajo público con trabajo en otras entidades (privadas nacionales o extranjeras-USA, Israel- o organizaciones extranjeras (MIT, NASA, UCA, U Cornell, etc).</p>
<p>En mi opinión, una cosa es conocer la herramienta que es la I.A., pero otra muy distinta es que sea el fin. Al final, cualquier persona con un ordenador y conexión a Internet puede aprender sobre Machine o Deep learning, probar modelos en los servidores de Amazon y conseguir resultados impresionantes en el tratamiento de datos. Sin embargo, no cualquier persona, por mucho ordenador e Internet que tenga, puede aprender los conocimientos básicos de Campos Electromagnéticos que si proporciona, por ejemplo, la UPV/EHU. Creo que en vez de sucumbir a modas y tendencias, dejando de lado los conocimientos fundamentales, deberíamos centrar la educación de los futuros Ingenieros Superiores (y los que ya lo somos), en reforzar la comprensión de los conocimientos más básicos de la ciencia, y utilizar la I.A. como herramienta para ayudarnos en nuestro día a día; pero no trabajar sólo la I.A. como si ese fuese el fin.</p>
<p>La Inteligencia Artificial es un término extremadamente genérico que incluye los chatbots y los sistemas de soporte a la decisión más complejos. La integración de la IA general se está realizando sin mucho esfuerzo (sistemas ya desarrollados, seguridad TI, procesamiento de lenguaje natural, etc.) Sin embargo los proyectos específicos para añadir valor a las áreas de negocio de una organización no están desarrollados y requerirán un presupuesto elevado de las organizaciones. Supongo que esa es la via de mejora clara para las organizaciones a nivel nacional.</p>
<p>Creo que se deben actualizar los contenidos de las carreras de Ingenieria para incluir optativas como IA, BBDD, BBDD no relacionales y lenguajes como python o SQL es una de las salidas profesionales mas socorridas</p>
<p>desde hace 5 años, me dedico a viajar por Europa a los mejores eventos de AI del mundo, y la verdad, pocos Españoles veo</p>
<p>ORGANIZACIÓN DE CURSOS SOBRE IA A NIVEL BÁSICO.</p>

En general, sobreestimamos los impactos de la tecnología a corto plazo y los subestimamos a largo plazo. Es urgente incorporar asignaturas de IA como mínimo en los Másteres habilitantes para la profesión, y programar cursos de formación específicos en IA para todos los profesionales asociados y colegiados. La IA es una tecnología clave habilitadora de la transformación digital de las organizaciones y de la sociedad. Los ingenieros debemos conocerla y dominarla para aplicarla adecuadamente y liderar los cambios y transformación necesarios en nuestro entorno y ámbito de influencia. Los colegios profesionales y asociaciones, así como el IIE, deben realizar el esfuerzo de comunicación y divulgación necesario para situar a las ingenierías como referentes en relación al conocimiento de la IA y su aplicación. Vamos muy tarde y es necesario recuperar el tiempo y posición perdidos.

Supongo que se segmentarán las respuestas atendiendo a la ocupación actual del encuestado, pues a los que responden se les ha de asignar distinto "peso", y eso es muy difícil.

No estaría de más ofrecer la posibilidad de obtener copia (mediante click en el botón designado al efecto) de las respuestas del interesado. Conseguirlo es posible, pero usando métodos que no son de IA, sino de IH (inteligencia humana).

Se debería promover más la formación desde estas asociaciones a los ingenieros que lo deseen, así como la participación en diferentes iniciativas para entrar en el mundo de la IA.

Llevo muchos años jubilado y estoy muy desconectado. Sólo puedo manifestar impresiones, no hechos.

Mi caso concreto no aplica tanto la IA en el desempeño diario de mi puesto, si no en una parte externa en la que trabajo como mentor en una fundación para la formación de menores en IA. Fundación Luzia (Navarra)

El uso de la Inteligencia Artificial está creciendo en el mundo entero, y Europa va a la zaga, es necesario políticas y ayudas para su fomento, formación en las escuelas y universidades, y que las empresas privadas inviertan también en el desarrollo de esta tecnología.

Muchas gracias por la iniciativa

Considero fundamental que desde las instituciones públicas se potencie la creación de foros informativos del impacto que, en un espacio muy breve de tiempo, la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo están teniendo y van a tener en la sociedad en general.

Me dedico a la consultoría de políticas públicas, especialmente en temas de I+D+i: la IA está en fase de desarrollo e implantación en muchos ámbitos, pero en el sector público hay más barreras para su uso cotidiano, salvo en servicios encargados a empresas

Existe una gran necesidad de ingenieros con habilidades de divulgación y ejemplos reales de aplicación de la IA a mejora de la competitividad de empresas. Hasta que los directivos no entiendan la aplicación de la IA en sus procesos de compañía, la implantación será restringida únicamente a los visionarios (<10% de la sociedad). Las compañías extranjeras serán pioneras y liderarán el proceso de implantación, forzando a las compañías españolas a ponerse a la altura para poder competir con ellas.

Ya está presente la I.A. tanto en mi trabajo como en mi vida personal a diario, p.ej. cuando la aplicación de música Spotify me recomienda canciones nuevas que me podrían gustar

Las técnicas más extendidas como el machine learning deberían difundirse desde los niveles educativos de FP I y II, haciendo hincapié en aspectos más generales como los sistemas basados en conocimiento, la aplicación ética y el modelado de datos en las carreras de grado universitario y máster. Las herramientas, si son útiles, deben ser utilizadas como tales en el día a día a todos los niveles, pero, cuidado, no sirven para cualquier cosa. La conceptualización sobre el posible uso de las mismas, debe quedar al alcance de quienes pueden contrastar críticamente con otros métodos de tratamiento de información. Ya sobrevaloramos el impacto real de estas herramientas de la IA en los 80'/90' y nos llevó a un gran fiasco. No repitamos los mismos errores. Saludos

## 8 Bibliografía

- BÁEZ Y PÉREZ DE TUDELA, J. (2007): *Investigación cualitativa*. Madrid: ESIC Editorial
- CAMACHO, J. (2005): *Estadística con SPSS para Windows V.12.RA-MA 2000*
- ESTEBAN GARCIA, J. y Otros (2011): *Inferencia estadística*. Madrid: Garceta Grupo Editorial
- MARTÍN, Q. CABERO, T.: DE PAZ, Y.R (2008): *Tratamiento estadístico de datos con SPSS*. Madrid: Thomson.
- PARDO, A. (2005): *Análisis de Datos con SPSS 13*. Madrid: McGraw Hill.
- PÉREZ, C. (2005): *Técnicas estadísticas con SPSS 12*. Madrid: Pearson Prentice.
- TRESPALACIOS, J.; VAZQUEZ, R; DE LA VALLINA FJ Y SUAREZ, A. (2016): *Investigación de Mercados*. Paraninfo. Madrid
- SPIEGEL M.S., STEPHENS, L.J., (2002): *Estadística*, 3ª Edición. McGraw Hill.
- SPIEGEL M.S., (1975): *Matemáticas superiores para Ingenieros y científicos*. McGraw Hill.
- VISAUTA, B. (2007): *análisis estadístico con SPSS 14: Estadística básica*. Madrid: McGraw-Hill.
- WEBB, J.R. (2003): *Investigación de Marketing: Aspectos Esenciales*, 2ª Edición: Madrid: Thomson.
- ZIKMUND, W.G. (1998): *Investigación de Mercados*, 6ª Edición. México: Prentice Hall. Servicio
- EUROSTAT. (2021). *Digital Economy and Society Database*. Obtenido en la dirección electrónica:  
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/data/database>
- SECRETARÍA de ESTADO de DIGITALIZACIÓN. (2021). *Indicadores de uso de Inteligencia Artificial en las empresas españolas*. Obtenido en la dirección electrónica:  
<https://www.ontsi.red.es/es/dossier-de-ndicadores-pdf/indicadores-uso-inteligencia-artificial-empresas-espanolas>