



## **Impacto de la inteligencia artificial generativa en el mercado laboral colombiano**

Alexander Gonzalez Garcia

Monografía presentada para optar al título de Economista

Asesor

José Daniel Salinas Rincón, Magíster (MSc) en Economía

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ciencias Económicas  
Economía  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2023

---

<b>Cita</b>	(Gonzalez Garcia, 2023)
<b>Referencia</b>	Gonzalez Garcia, A. (2023). <i>Impacto de la inteligencia artificial generativa en el mercado laboral colombiano</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	

---



Centro de Documentación Economía

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Tabla de contenido

Resumen .....	7
Abstract .....	8
1. Introducción .....	9
2. Revisión de literatura .....	10
3. Capacidades de la inteligencia artificial generativa .....	13
4. Fundamentos económicos del mercado laboral y la automatización .....	15
4.1. Modelo de tareas .....	15
4.1.1. Automatización .....	16
4.1.2. Creación de nuevas tareas .....	17
4.1.3. Aumento de los factores .....	17
4.2. Cambio tecnológico sesgado por las habilidades .....	18
5. Metodología .....	19
5.1. Datos sobre actividades y tareas realizadas por ocupación en Colombia .....	20
5.2. Método para la construcción de las puntuaciones de exposición a nivel de tarea .....	22
5.3. Evaluación y limitaciones de las predicciones .....	23
6. Resultados .....	24
6.1. Puntuaciones de exposición ocupacional .....	24
6.2. Cálculos de la afectación a nivel de ocupación .....	28
7. Conclusiones .....	34
Referencias .....	36
Anexos .....	39

### Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Estructura de ocupaciones y tareas CUOC .....	20
<b>Tabla 2</b> Ejemplo de ocupación y funciones CUOC .....	21
<b>Tabla 3</b> Prueba de consistencia de puntuación.....	24

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Puntuaciones medias de automatización por ocupación.....	26
<b>Figura 2</b> Tareas con exposición media y alta a GPT, por categoría ocupacional .....	27
<b>Figura 3</b> Potencial de aumento versus automatización a nivel ocupacional .....	30
<b>Figura 4</b> Ocupaciones con alto potencial de automatización .....	31
<b>Figura 5</b> Ocupaciones con alto potencial de aumento.....	33

---

### **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>API</b>	Interfaz de programación de aplicaciones
<b>CUOC</b>	Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia
<b>GPT</b>	Generative Pre-Trained Transformers
<b>GPT-4</b>	Generative Pre-Trained Transformer 4
<b>IA</b>	Inteligencia artificial
<b>IAG</b>	Inteligencia artificial generativa
<b>LLM</b>	Large Language Models

## Resumen

El presente estudio investiga el impacto potencial de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG), particularmente los Modelos de Lenguaje Grande (LLM) como GPT-4, en el mercado laboral colombiano. Se busca identificar cuáles ocupaciones presentan un mayor potencial de “automatización” debido a la implementación de LLM. Para esto se asignaron puntuaciones de exposición a la automatización a nivel de tarea y ocupación para todas las ocupaciones listadas en el Clasificador Único de Ocupaciones para Colombia 2021 (CUOC), utilizando una serie de llamadas secuenciales a la API del modelo GPT-4. Los resultados revelan una variabilidad significativa en la exposición a la automatización, siendo notablemente más alta en ocupaciones que involucran tareas administrativas y repetitivas. Sin embargo, se destaca que el número de ocupaciones con potencial de “aumento”, es decir, aquellas en las que la inteligencia artificial puede incrementar la eficiencia y productividad, supera a aquellas con alto potencial de “automatización” donde la IA podría suplantar completamente ciertas funciones y roles. Esto sugiere un rol más significativo de la IA en la optimización y el enriquecimiento de las tareas laborales, más que en su reemplazo total.

*Palabras clave:* Futuro del trabajo, inteligencia artificial, automatización, empleo

**Clasificación JEL:** J20, O14, O33

---

## Abstract

This study investigates the potential impact of Generative Artificial Intelligence, particularly Large Language Models (LLM) like GPT-4, on the Colombian labor market. With the purpose of finding which occupations have a higher potential for "automation" due to the implementation of LLMs, we assigned scores for exposure to automation to each task and occupation listed in the Unique Classification of Occupations for Colombia 2021 (CUOC) using a series of sequential API calls to the GPT-4 model. The results reveal significant variability in automation exposure, with notably higher levels in occupations involving administrative and repetitive tasks. However, it is highlighted that the number of occupations with potential for "augmentation" - those in which artificial intelligence can increase efficiency and productivity - exceeds those with a high potential for "automation" where AI could completely replace certain functions and roles. This suggests a more significant role for AI in optimizing and enriching job tasks, rather than completely replacing them.

*Keywords:* Future of work, artificial intelligence, automation, employment

**Clasificación JEL:** J20, O14, O33

## 1. Introducción

En el siglo XXI, la transformación tecnológica ha desencadenado un rápido y profundo cambio en los paradigmas laborales y económicos. La irrupción de la inteligencia artificial (IA) en sus diversas modalidades ha remodelado la forma en que se conciben y ejecutan las actividades productivas (Albrieu et al., 2018). Particularmente, la inteligencia artificial generativa (IAG), capaz de crear contenido original basado en datos previos, ha surgido como un componente crucial en esta nueva era de desarrollo tecnológico. Esta tecnología tiene una rápida adopción y un gran potencial para reconfigurar los mercados laborales en todo el mundo (Chui et al., 2023), ya que puede influir en la demanda de habilidades laborales, la creación y destrucción de empleo, y las condiciones de trabajo de los diferentes sectores económicos. Si bien es incierto predecir cómo se desarrollará la IAG, las capacidades actuales y el potencial futuro de esta tecnología son fundamentales para las discusiones sobre su impacto en el empleo (Gmyrek et al., 2023).

El objetivo principal de este trabajo es identificar cuáles son las ocupaciones en el mercado laboral colombiano que tienen un mayor potencial de automatización por la implementación de la IAG, y en particular por los LLM con capacidades similares a las de los últimos modelos GPT. Para lograr esto se adopta un enfoque basado en tareas, el cual permite identificar el grado de exposición de las diferentes ocupaciones al modelo GPT-4. Se parte del principio de que la adopción de la IAG en el entorno laboral depende de la compatibilidad entre las capacidades de los LLM y las tareas específicas de una ocupación. En este sentido, se anticipa que las ocupaciones con tareas que se alinean con las habilidades actuales de los LLM, como el análisis de datos, la automatización de procesos y la toma de decisiones algorítmicas, tienen una mayor propensión a integrar con éxito estas tecnologías.

Esta investigación se justifica por varias razones. Primero, permite anticipar y, de alguna manera, preparar al mercado laboral y a los trabajadores para las posibles transformaciones y desafíos que emergen a raíz de la adopción de estas tecnologías. Segundo, proporciona una base analítica que puede informar las decisiones y políticas públicas, orientando estrategias de educación, formación y reubicación laboral que faciliten una transición más suave y adaptativa hacia un futuro más automatizado. El documento CONPES 3975 (Departamento Nacional de Planeación, 2019) en el cual se define la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial establece 14 principios para el desarrollo de la IA en Colombia. Dentro de

estos principios se encuentra la necesidad de políticas basadas en evidencia sobre el futuro del trabajo, lo que implica un seguimiento sobre el impacto de la IA en el mercado laboral.

Aunque ya existen algunos índices de exposición a la IA para países desarrollados, extrapolar estos índices a los contextos de países en desarrollo podría generar resultados sesgados. Esto se debe a que las tareas realizadas dentro de ocupaciones similares o idénticamente codificadas en países en desarrollo podrían diferir significativamente de las tareas realizadas en dichas ocupaciones en países desarrollados (Arntz et al., 2017; Carbonero et al., 2023). Frente a este desafío, y considerando el alto costo de los enfoques tradicionales que dependen de encuestas de expertos en IA (Carbonero et al., 2023), el uso del modelo GPT4 se presenta como una solución más eficiente y económica para estimar puntajes de exposición a nivel de tarea. Esta aproximación permite generar nuevas puntuaciones de automatización adaptadas a contextos específicos, en lugar de depender de las ya existentes, diseñadas para Estados Unidos. La efectividad de este enfoque se ha demostrado con la notable coincidencia entre las puntuaciones generadas por el modelo GPT-4 y aquellas asignadas por expertos en IA para tareas concretas (Eloundou et al., 2023).

Este documento se estructura en siete secciones, comenzando con esta introducción. La segunda sección ofrece una revisión detallada de la literatura, proporcionando un marco comprensivo sobre el impacto de la IA y la automatización en el ámbito laboral. La tercera sección se dedica al análisis de las capacidades de la IAG y su relevancia en mercado laboral. En la cuarta parte, se aborda el modelo de producción basado en tareas y el concepto de cambio tecnológico sesgado por las habilidades; los cuales son el fundamento económico para el estudio de la influencia de la tecnología en el empleo. La quinta sección describe la metodología empleada en la investigación. La sexta parte del trabajo sintetiza los hallazgos del estudio. Por último, se presentan las conclusiones.

## **2. Revisión de literatura**

Los avances en IA se han convertido en el foco central de los debates contemporáneos acerca del futuro del trabajo y las transformaciones impulsadas por las tecnologías digitales. Sin embargo, el mayor número de investigaciones se han concentrado en las economías avanzadas, limitadas principalmente a Estados Unidos. Autores como Eloundou et al. (2023), y Felten & Seamans (2023), exploraron las implicaciones potenciales de los LLM en el mercado laboral de

Estados Unidos. Sus estudios revelaron que una mayoría sustancial de profesionales podría ver alteraciones en una porción de sus tareas laborales debido a la integración de la IAG. Entre las ocupaciones más susceptibles a la influencia de los LLM se encuentran vendedores telefónicos y diversos profesores de educación postsecundaria, especialmente aquellos especializados en lengua y literatura inglesa, lenguas extranjeras e historia. Además, identificaron a los servicios legales y al sector de inversiones como las industrias más susceptibles a estos avances.

El efecto de la IAG en el empleo y los salarios es ambiguo y dependerá de múltiples factores, como el tipo y la implementación de la IAG (Lane & Saint-Martin, 2021). Los estudios varían en sus hallazgos, algunos indican una correlación positiva entre la exposición a la IA y los niveles salariales, mientras que otros subrayan cambios en el diseño de las tareas laborales sin una disminución evidente en empleo y salarios a nivel agregado. Felten et al., (2019) revelaron que las ocupaciones influenciadas por la IA experimentaron aumentos modestos, pero consistentes en los salarios. Esta tendencia salarial positiva fue especialmente notable en roles que requieren habilidades avanzadas en software y posiciones con mejor remuneración. Por otra parte Acemoglu et al. (2020) observaron un rápido aumento de las vacantes relacionadas con la IA. Sin embargo, no encontraron una relación evidente entre la exposición a la IA y el crecimiento del empleo o los salarios, sugiriendo que la IA está afectando actualmente solo un subconjunto de tareas sin tener efectos importantes a nivel agregado. En cambio Webb (2020) descubrió que ocupaciones altamente expuestas a tecnologías de automatización, experimentaron caídas en empleo y salarios.

Algunos autores han optado por el desarrollado de índices para cuantificar el impacto de la IA en distintas ocupaciones en Estados Unidos. Felten et al., (2019) desarrollaron el índice "AI Occupational Impact" (AIOI), el cual vincula los progresos en funciones específicas de la IA a diferentes tipos de habilidades de la fuerza laboral. Posteriormente Felten & Seamans, (2023) adaptaron el índice, incorporando consideraciones sobre los recientes avances en LLM. Su estudio encontró una correlación positiva notable entre el salario de una ocupación y su nivel de exposición a los LLM. Por su parte, Brynjolfsson et al., (2018) desarrollaron medidas de "Suitability for Machine Learning" (SML), aplicables a diversas ocupaciones en la economía. Sus conclusiones enfatizan que la mayoría de las ocupaciones, en la mayoría de las industrias, poseen al menos algunas tareas que son susceptibles de ser mejoradas u optimizadas mediante el uso de ML.

Para otros países desarrollados los resultados encontrados han sido similares. Georgieff & Hyee, (2021) exploraron la conexión entre la IA y el empleo en 23 países de la Organización para

la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Aunque no se encontró una relación clara entre la exposición a la IA y el aumento del empleo en general, identificaron que las profesiones que hacen un uso frecuente de computadoras mostraron una asociación positiva entre mayor exposición a la IA y un incremento en el empleo. Además, observaron respaldo empírico para una relación inversa entre la exposición a la IA y el aumento de las horas promedio trabajadas en ocupaciones con un uso limitado de computadoras. Por su parte, Aly (2022) abordó la relación entre la transformación digital, y las tendencias de la IA en relación con el desarrollo económico, la productividad laboral y el empleo. Su análisis de diversos índices de transformación digital en países desarrollados reveló una asociación positiva entre estos índices y los indicadores económicos y laborales.

Aunque los estudios sobre el impacto de la IA en el empleo en países desarrollados son de gran valor, su aplicación directa a economías en desarrollo es problemática debido a diferencias estructurales significativas en los mercados laborales. Además, la aplicación de métodos de evaluación basados en encuestas detalladas y el análisis de expertos en IA para asignar puntuaciones de impacto resulta costosa en estos países (Carbonero et al., 2023). En respuesta a estas limitaciones, se han desarrollado estrategias alternativas para ajustar las puntuaciones de impacto existentes, adaptándolas a las condiciones locales. Se ha encontrado que los países en desarrollo enfrentan una menor exposición a la IA que los países desarrollados debido a una menor proporción de empleo en ocupaciones profesionales y gerenciales. Sin embargo, al tomar en cuenta la complementariedad potencial, las diferencias en la exposición entre países son despreciables (Pizzinelli et al., 2023).

En Colombia, los estudios se han centrado en analizar la interacción entre las tecnologías digitales y el mercado laboral, así como la susceptibilidad de las ocupaciones a la automatización en relación con las características específicas del mercado laboral colombiano y su fuerza laboral. Esto se ha hecho mediante el emparejamiento de una serie de medidas de automatización, skills e impacto tecnológico a nivel de ocupación y sector sector (Ministerio del Trabajo, 2021). Se encontró que ciertos subgrupos ocupacionales, como directores administrativos y comerciales, profesionales de negocios y administración, oficinistas, y operadores de instalaciones y máquinas, tienen una alta probabilidad de ser automatizados. En contraste, las ocupaciones en los campos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) presentan una menor susceptibilidad a la automatización.

### 3. Capacidades de la inteligencia artificial generativa

Para comprender el impacto de la IAG en ocupaciones y tareas, es necesario analizar primero sus habilidades y competencias. La IA consiste en sistemas computacionales diseñados para monitorear continuamente su entorno, aprender de él y responder con acciones alineadas con objetivos preestablecidos por humanos (IFC, 2021). En los últimos años, la adopción de la IA ha experimentado una aceleración notable, impulsada por la difusión de tecnologías digitales y avances significativos en las capacidades algorítmicas. Además, el acceso a conjuntos de datos más completos y el incremento en la capacidad de procesamiento computacional han sido factores clave que han impulsado esta tendencia (IFC, 2021). En este contexto de rápida adopción, la IAG, en particular, los transformadores generativos preentrenados (GPTs), ha marcado un hito importante al ampliar la exposición del público a las herramientas de IA. El lanzamiento de ChatGPT ha democratizado la interacción con la IA, permitiendo que personas sin conocimientos de programación puedan interactuar con esta tecnología a través de un chatbot con una comunicación de tono humano (Gmyrek et al., 2023).

Los GPTs forman parte de los LLM, fundamentados en redes neuronales y técnicas de aprendizaje automático no supervisado y auto supervisado. A través de un extenso entrenamiento inicial en grandes conjuntos de datos de texto, estos modelos, adquieren la habilidad de generar contenidos creativos, a menudo indistinguibles de los textos humanos, aprendiendo a predecir palabras enmascaradas y perfeccionándose posteriormente mediante datos etiquetados y aprendizaje por refuerzo. Su arquitectura, conocida como "transformers", utiliza mecanismos de atención y autoatención, esto les permiten asignar pesos específicos a elementos dentro de los textos para realizar predicciones (Eloundou et al., 2023). Esta capacidad generativa de los GPTs tiene un potencial transformador en el entorno laboral; esto se debe a que puede cambiar tanto el contenido como el diseño de las ocupaciones, la forma en que los trabajadores interactúan entre sí y con las máquinas, y cómo se monitorean el esfuerzo y la eficiencia del trabajo (Brynjolfsson et al., 2023; Lane & Saint-Martin, 2021).

Los modelos de lenguaje de última generación, como LaMDA y GPT-4, destacan en diversas aplicaciones como traducción, clasificación, escritura creativa y generación de código (OpenAI, 2023; Thoppilan et al., 2022). Desde una perspectiva analítica, estos modelos pueden llevar a cabo tareas como el análisis de sentimientos y la síntesis de textos extensos, contribuyendo

así a la eficiencia en la interpretación y comprensión de contenidos. En el contexto educativo, los LLM emergen como herramientas pedagógicas robustas, ofreciendo explicaciones coherentes y detalladas de conceptos intrincados y asistencia en la resolución de consultas educativas diversas. En algunos casos, los LLM avanzados también exhiben capacidades de procesamiento y análisis de imágenes, lo que les permite integrar y sintetizar información visual y textual de manera cohesiva y articulada. Los LLM se han transformado en arquitectos digitales sofisticados, mostrando un enorme potencial para manipular, programar y controlar herramientas digitales avanzadas, como APIs y motores de búsqueda.

La capacidad que tienen los LLM para coordinar e integrar diversas herramientas y sistemas de IAG muestra un avance considerable, permitiendo una interoperabilidad y eficiencia sin precedentes (Eloundou et al., 2023). Según Brynjolfsson et al. (2023) el acceso a los LLM eleva la productividad de la fuerza laboral. Este aumento tiene un impacto más significativo en los trabajadores novatos y menos capacitados, mientras que el efecto es mínimo en los trabajadores experimentados y altamente cualificados. Además, demuestra que la asistencia de IA no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que también contribuye a crear un ambiente laboral más armonioso y satisfactorio, y mejora la calidad del servicio percibida por los clientes, resultando en una experiencia más positiva y satisfactoria para todas las partes involucradas.

La IA se distingue de otras tecnologías, como los robots industriales, por su capacidad avanzada para diversificar el rango de tareas que pueden ser automatizadas, incluyendo aquellas centradas en la toma de decisiones, resolución de problemas e interacciones complejas (Lane & Saint-Martin, 2021). Esta característica subraya la habilidad de la IA para superar la automatización de tareas mecánicas y repetitivas, y explorar la automatización de roles más estratégicos y cognitivos. A pesar de ciertas limitaciones, como imprecisiones, sesgos y preocupaciones relacionadas con la privacidad y desinformación, los LLM continúan ganando terreno, siendo cada vez más incorporados en una variedad de aplicaciones especializada (Eloundou et al., 2023). demostrando así la adaptabilidad y la expansión continua en diversos campos profesionales.

## 4. Fundamentos económicos del mercado laboral y la automatización

### 4.1. Modelo de tareas

El modelo de tareas es considerado el marco estándar para comprender la influencia de las tecnologías de automatización sobre el empleo y las tareas laborales (Eloundou et al., 2023). Este modelo fue prominentemente desarrollado y popularizado por economistas como David Autor, Frank Levy y Richard Murnane (Acemoglu & Restrepo, 2018b), y se centra en descomponer los trabajos en tareas específicas que pueden ser susceptibles o resistentes a la automatización. En el modelo basado en tareas, las tareas constituyen la unidad fundamental del proceso productivo; según este modelo, la producción puede descomponerse en diversas tareas las cuales pueden ser ejecutadas ya sea por trabajo humano o mediante el uso de capital. Algunas de estas tareas son rutinarias y predecibles, mientras que otras son no rutinarias y requieren habilidades cognitivas y de resolución de problemas (Acemoglu et al., 2020; Acemoglu & Autor, 2011; Acemoglu & Restrepo, 2018b, 2019; Autor et al., 2003).

Siguiendo a Acemoglu & Restrepo (2018) la producción para un sector económico se puede representar como una función de elasticidad de sustitución constante (CES) del capital y el trabajo.

$$Y = \Pi(I, N) \left( \Gamma(I, N)^{\frac{1}{\sigma}} \left( \frac{A^L L}{\sigma} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \Gamma(I, N))^{\frac{1}{\sigma}} \left( \frac{A^K K}{\sigma} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

Las tareas se encuentran indexadas por  $i$  y normalizadas para situarse entre  $N - 1$  y  $N$ . Las tareas donde  $i > I$  no están automatizadas y son ejecutadas exclusivamente por trabajo humano. En cambio, las tareas donde  $i \leq I$  están automatizadas, facilitando su realización mediante el uso de capital. Un incremento en  $I$ , representa la introducción de tecnología de automatización, mientras que un aumento en  $N$ , representa la incorporación de nuevas tareas que requieren una intensiva mano de obra. El estado tecnológico de este sector está determinado por  $A^L$  (tecnología de aumento de mano de obra) y  $A^K$  (tecnología de aumento de capital), las cuales mejoran la productividad de estos factores en todas las tareas. La elasticidad de sustitución,  $\sigma$ , indica la facilidad con la que una tarea puede ser reemplazada por otra y también refleja la

elasticidad inherente en la sustitución entre capital y trabajo. El parámetro de participación para el trabajo,  $\Gamma(I, N)$ , es el contenido de tarea laboral de la producción, indica qué tan centrada en el trabajo es una producción. Inversamente,  $(1 - \Gamma(I, N))$  es el contenido de tarea de capital de la producción. Bajo el modelo basado en tareas para un solo sector tres clases de efectos de la tecnología impactan sobre la demanda laboral: la automatización de las tareas, la creación de nuevas tareas y aumento de los factores de producción (Acemoglu & Restrepo, 2019).

#### ***4.1.1. Automatización***

La automatización se refiere a la incorporación de nuevas tecnologías que sustituyen la labor humana por capital. Este proceso transforma las tareas de producción, afectando adversamente a los trabajadores, dado que el capital asume roles y responsabilidades que previamente eran ejecutadas por personas. Esto genera un “efecto desplazamiento”, reduciendo la contribución de la mano de obra en el valor agregado (Acemoglu & Restrepo, 2018a). Sin embargo, la tecnología de automatización también potencia la productividad, facilitando una distribución de tareas más flexible y eficiente entre los diferentes factores de producción. Este aspecto, denominado “efecto de productividad”, impulsa la demanda de trabajadores en áreas y tareas que aún no pueden ser automatizadas (Acemoglu & Restrepo, 2018a, 2019). Aun así, este aumento en productividad no necesariamente se traduce en un crecimiento proporcional del empleo y los salarios, debido a que la IA podría acelerar la automatización, reduciendo así la demanda laboral (Lane & Saint-Martin, 2021).

Por consiguiente, el efecto global de la automatización en la demanda laboral depende del equilibrio entre el “efecto desplazamiento”, donde la tecnología reemplaza el trabajo humano, y el “efecto de productividad” que mejora la eficiencia de los trabajadores; en esta dinámica la tecnología redefine continuamente el rol y la participación de los trabajadores en varios sectores (Acemoglu & Restrepo, 2018b). En una economía con múltiples sectores surge un margen adicional de ajuste en respuesta a la automatización, denominado el efecto de composición. El efecto de composición capta las implicaciones de las reasignaciones sectoriales (Acemoglu & Restrepo, 2019). Esto implica que la automatización no solo impacta dentro de los sectores individualmente, sino que también provoca ajustes y cambios en la distribución del valor agregado entre diferentes sectores de la economía.

#### ***4.1.2. Creación de nuevas tareas***

El conjunto de tareas necesarias para producir un producto evoluciona con el tiempo. A medida que la tecnología asume responsabilidades que son rutinarias y repetitivas, emergen oportunidades para que los trabajadores se enfoquen en roles más complejos y creativos que requieren habilidades humanas únicas. Las nuevas tareas generadas a menudo involucran la gestión, supervisión, diseño y mejora de la tecnología y los sistemas automatizados. Además, también pueden surgir roles centrados en la interpretación y aplicación de los resultados producidos por sistemas automatizados, asegurando que se utilicen de manera efectiva y ética. Estas nuevas tareas no solo aumentan la productividad, sino que también generan un “efecto de reinstalación”, reincorporando a los trabajadores en un espectro más amplio de tareas, modificando así el contenido de las tareas de producción en favor de la mano de obra. El efecto de reinstalación es lo opuesto al efecto de desplazamiento y directamente impulsa la participación y la demanda laboral (Acemoglu & Restrepo, 2019).

#### ***4.1.3. Aumento de los factores***

Las tecnologías que aumentan los factores de producción influyen predominantemente en la demanda laboral mediante el “efecto de la productividad”, ejerciendo un impacto relativamente menor en la participación laboral. Estas mejoras tecnológicas optimizan la eficiencia del trabajo y el capital en todas las tareas, resultando en un aumento en la productividad que es proporcional a su contribución al valor agregado. Además, dichas tecnologías afectan la demanda laboral por medio del “efecto de sustitución”, alterando la distribución del trabajo, pero manteniendo inalterado el contenido específico de las tareas de producción (Acemoglu & Restrepo, 2019). Las diferentes tecnologías van acompañadas de efectos en la productividad de diversas magnitudes y, por lo tanto, no podemos suponer que un conjunto de tecnologías afectará la demanda laboral de la misma manera que los demás (Agrawal et al., 2019). Esto sugiere que, mientras algunas tecnologías pueden mejorar la eficiencia y la producción, también pueden tener efectos negativos en el empleo y los salarios si los beneficios de productividad no son suficientemente significativos como para contrarrestar el desplazamiento laboral.

## 4.2. Cambio tecnológico sesgado por las habilidades

El concepto económico de "Cambio Tecnológico Sesgado por las Habilidades" se refiere a cómo la introducción y la adopción de nuevas tecnologías pueden afectar la demanda de diferentes tipos de habilidades laborales en la economía. Específicamente, algunas tecnologías pueden beneficiar a los trabajadores que tienen habilidades específicas, generalmente habilidades más avanzadas o especializadas, mientras que pueden desplazar a los trabajadores con habilidades menos avanzadas o especializadas. Este fenómeno puede contribuir a aumentar la desigualdad salarial y la polarización laboral, donde las oportunidades y los beneficios de la tecnología se acumulan desproporcionadamente en ciertos segmentos de la población laboral. Los trabajadores que poseen habilidades avanzadas y especializadas a menudo se benefician de salarios más elevados y mejores oportunidades laborales gracias a la adaptabilidad de sus habilidades frente a las nuevas tecnologías (Acemoglu & Restrepo, 2020).

Históricamente, el progreso tecnológico se vinculaba principalmente a la automatización de tareas rutinarias, es decir, aquellas tareas caracterizadas por seguir un proceso sistemático, repetitivo e invariable, y que podían ser completamente especificadas mediante instrucciones programadas (Autor et al., 2003). En este contexto, las computadoras y los robots industriales reemplazaron a los trabajadores en ocupaciones de baja y mediana calificación (Acemoglu & Restrepo, 2020). No obstante, las implicaciones actuales de la IA en el mercado laboral presentan un escenario nuevo. Desde la década de 2010, el desarrollo tecnológico, en particular el rápido progreso del ML ha centrado su atención en la capacidad de las computadoras para llevar a cabo tareas cognitivas no rutinarias, desempeñadas frecuentemente por trabajadores administrativos de mediana a alta calificación (Gmyrek et al., 2023). Cabe destacar cómo incluso ocupaciones altamente calificadas, que antes se consideraban a salvo de la automatización debido a la naturaleza no rutinaria de sus tareas (Autor et al., 2003), se encuentran actualmente expuestas a la IA.

El hallazgo de que las ocupaciones altamente calificadas están expuestas a la IA se puede contrastar con otras investigaciones que encuentran que las ocupaciones poco calificadas están altamente expuestas a las tecnologías de automatización y, por lo tanto, corren el mayor riesgo de automatización. Frey & Osborne, (2017) se centraron en evaluar la susceptibilidad de los trabajos a la informatización, concluyendo que las ocupaciones menos calificadas y con salarios más bajos enfrentan un mayor riesgo de automatización. Por otro lado, Nedelkoska & Quintini, (2018)

determinaron que las ocupaciones más propensas a la automatización son aquellas que no requieren habilidades o formación específica avanzada, mientras que trabajos que involucran altos niveles de interacción social, creatividad y resolución de problemas tienen menos riesgo. Es importante notar que diferentes estudios pueden tener enfoques diferentes, considerando un espectro más amplio de avances tecnológicos más allá de la IA, lo cual podría influir significativamente en los resultados.

## 5. Metodología

En la literatura se han propuesto dos enfoques principales para el análisis de la automatización de ocupaciones (Georgieff & Hye, 2021). El primer enfoque utiliza datos de demanda laboral, especialmente de plataformas de empleo en línea, para analizar la influencia de la IA en distintas ocupaciones, sectores y regiones (Acemoglu & Restrepo, 2020; Squicciarini & Nachtigall, 2021). Este método se enfoca en la frecuencia con la que se mencionan tecnologías específicas en las descripciones de los puestos para inferir la demanda de habilidades relacionadas con la IA y la adopción tecnológica. Sin embargo, este enfoque es más efectivo en países con una alta presencia en línea en el ámbito de la contratación y puede no reflejar completamente las industrias afectadas por la subcontratación.

El segundo enfoque se basa en las capacidades actuales de la IA y su relación con diferentes ocupaciones (Brynjolfsson et al., 2018; Eloundou et al., 2023; E. Felten & Seamans, 2023; E. W. Felten et al., 2018; Frey & Osborne, 2017; Gmyrek et al., 2023; Tolan et al., 2020; Webb, 2020). Este método implica analizar las estructuras ocupacionales para estimar el potencial de automatización de tareas o habilidades específicas de un trabajo. La ventaja de este enfoque es que se pueden vincular con las estadísticas oficiales del mercado laboral, lo que es crucial para comprender las diferencias en la automatización a nivel global, regional y según niveles de ingreso. Estos indicadores evalúan la potencial exposición a la IA y no necesariamente la efectiva adopción de esta (Georgieff & Hye, 2021).

El presente estudio adopta un enfoque basado en las capacidades de la IA para explorar cómo la adopción de LLM con capacidades equiparables a los modelos GPT más recientes puede repercutir en diferentes ocupaciones y sus respectivas funciones y responsabilidades. El enfoque adoptado en este trabajo se fundamenta en el método previamente validado por Eloundou et al., (2023) replicado por Gmyrek et al., (2023) y Eisfeldt et al., (2023). Se basa en el uso de llamadas

API secuenciales al modelo GPT-4 para asignar puntuaciones de exposición a los LLM a nivel tarea. Estas puntuaciones se utilizan para calcular la exposición ocupacional, mediante el cálculo de la media de las puntuaciones de todas las tareas asociadas a una ocupación específica. Además, se calcula la afectación a nivel ocupacional examinando la media y la desviación estándar de las puntuaciones por ocupación, permitiendo así clasificar las ocupaciones en categorías de alto potencial de automatización o de aumento.

### 5.1. Datos sobre actividades y tareas realizadas por ocupación en Colombia

El Clasificador Único de Ocupaciones de Colombia 2021 (CUOC) es un instrumento normativo y técnico de estructura jerárquica piramidal de cinco niveles diseñada para la clasificación exhaustiva del universo ocupacional en Colombia, la cual agrupa ocupaciones en función de similitudes en las competencias necesarias y la especialización de estas, permitiendo la generación de estadísticas detalladas, resumidas y comparables a nivel internacional (DANE, 2021a, 2021b). El nivel más alto de 1 dígito cubre 10 tipos diferentes de grupos ocupacionales, los cuales se dividen en 43 subgrupos principales, 136 subgrupos, 449 grupos primarios, y 676 ocupaciones, cada vez representados por un número creciente de dígitos (**Tabla 1**).

**Tabla 1**

*Estructura de ocupaciones y tareas CUOC*

Código	Grandes grupos	Subgrupos principales	Subgrupos	Grupos Primarios	Ocupaciones	Funciones
0	Fuerzas Militares	3	3	3	3	32
1	Directores y gerentes	4	11	31	46	470
2	Profesionales, científicos e intelectuales	6	27	92	138	1765
3	Técnicos y profesionales del nivel medio	5	20	84	155	1420
4	Personal de apoyo administrativo	4	8	29	38	367
5	Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	4	13	40	66	517
6	Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios forestales y pesqueros	3	9	18	28	208
7	Oficiales, operarios, artesanos y oficios relacionados	5	20	77	100	939
8	Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores	3	14	41	56	452
9	Ocupaciones elementales	6	11	34	46	364
	<b>Total</b>	43	136	449	676	6534

Para construir el marco de datos principal de tareas y ocupaciones, utilizamos como base el sistema de consulta CUOC (DANE, 2021b) [Click or tap here to enter text.](#), la cual dispone de un índice de denominaciones ocupacionales que establece conexiones entre los nombres de empleos y oficios empleados en el mercado laboral y las descripciones correspondientes. Cada ocupación incluye un perfil ocupacional que consolida descripciones, funciones y responsabilidades. Una ocupación se define como la agrupación de tareas, trabajos o roles que incluyen un conjunto uniforme de funciones (DANE, 2021a). En la **Tabla 2** se presenta como ejemplo los profesores de educación básica primaria (CUOC-23419) y las funciones asociadas.

**Tabla 2***Ejemplo de ocupación y funciones CUOC*

Código	Ocupación	Funciones CUOC
23410	Profesores de educación básica primaria	<p>Elaborar los programas curriculares anuales para el grado a cargo, o áreas fundamentales a cargo de acuerdo con el plan de estudios diseñado.</p> <p>Preparar los programas de clases diarios y a largo plazo de acuerdo con las orientaciones curriculares.</p> <p>Desarrollar e implementar procesos formativos acorde con el diseño, perspectiva pedagógica y didáctica, modelo y plan de estudios.</p> <p>Orientar, instruir y enseñar a los estudiantes individualmente y en grupo, empleando un plan sistemático de lecciones, experiencia formativa, trabajo en grupo y el uso de estrategias de interacción, apropiación de diversos medios, procesos, métodos, medios y materiales didácticos educativos, como: computadores, libros, juegos, entre otros, adaptados a las múltiples necesidades de los educandos.</p> <p>Mantener y promover la disciplina, convivencia y buenos hábitos de interacción en los escenarios de aprendizaje.</p> <p>Planificar y llevar a cabo actividades con los estudiantes, como actividades lúdicas, de actividad física y actividades de campo acorde a la experiencia formativa.</p> <p>Dirigir a estudiantes en actividades que promuevan su desarrollo físico, mental y social y su buena disposición para el colegio.</p> <p>Asignar y evaluar las experiencias, actividades, tareas y proyectos educativos.</p> <p>Diseñar, aplicar, valorar y calificar las estrategias evaluativas con base en variadas alternativas como ejercicios, cuestionarios, sustentaciones, pruebas y exámenes que posibiliten reconocer el progreso del aprendizaje.</p> <p>Observar, hacer seguimiento y valorar el desempeño, comportamiento y ritmos de aprendizaje de los estudiantes aplicando y corrigiendo las estrategias de reconocimiento de aprendizajes.</p> <p>Acompañar los estudiantes durante las sesiones de aprendizaje y en los demás momentos de la jornada escolar, incluyendo áreas de descanso y recreación, aulas y otros lugares habilitados para estancia de los estudiantes.</p> <p>Planear y participar en reuniones de padres para revisar el progreso de los niños, en cuanto a fortalezas, talentos, aspectos por mejorar y situaciones de mayor seguimiento.</p> <p>Analizar, presentar, divulgar y discutir el progreso de los estudiantes y plantear planes de avance y desarrollo de aprendizajes.</p> <p>Participar en las reuniones y demás encuentros de la comunidad académica, conferencias educativas, talleres formativos y de capacitación para profesores y mantener consultas con otros profesionales a propósito de situaciones de interés educativo.</p>

*Nota.* Adaptado de DANE (2021a).

## 5.2. Método para la construcción de las puntuaciones de exposición a nivel de tarea

Siguiendo a Felten & Seamans (2023), el término "exposición" se emplea con una perspectiva neutral respecto a los efectos de la IA en distintas ocupaciones. Esto implica que la IA podría tener un rol de sustitución o de aumentación, dependiendo de diversos factores intrínsecos a cada ocupación. Esta terminología permite una consideración objetiva y equilibrada de los impactos potenciales de la IA, sin preconcebir resultados específicos. Para medir la "exposición" a la IA a nivel de tarea, se desarrolla un script en Python, que utiliza la librería OpenAI, para recorrer la estructura de tareas CUOC y realizar una serie de llamadas API secuenciales al modelo GPT-4. Solicitamos a GPT-4 que genere una puntuación entre 0 y 1, que representa una automatización potencial con tecnología basada en GPT para cada tarea en la colección de tareas CUOC, y le pedimos al modelo que justifique su decisión. El API prompt utilizado como parte de la función ChatCompletion.create() en la librería OpenAI de Python sigue la estructura propuesta por Gmyrek et al., (2023):

```
{“role”: “system”, “content”: “Eres un especialista en habilidades e inteligencia artificial.” + “Aportarás una puntuación de automatización potencial con tecnología GPT para una tarea determinada. Siga las instrucciones de cerca.”},  
{“role”: “user”, “content”: ““Mira esta tarea de trabajo:” + str(Task) + “Proporcionar una puntuación de automatización potencial de esta tarea con tecnología GPT, dado que el trabajo está ubicado en Colombia” + “La puntuación debe oscilar entre 0 y 1. Proporcionar una puntuación en una línea y una justificación en la siguiente línea. No proporcione ningún otro comentario, sólo la puntuación y justificación. ” + “No dé ningún rango, solo una puntuación para cada tarea”.}
```

Se espera obtener como resultado las puntuaciones previstas de exposición a los LLM para cada tarea de la CUOC. Para asegurar respuestas más precisas y menos aleatorias, se ajusta el parámetro de temperatura a cero; esto contribuye a una salida más coherente y enfocada. Aunque esto puede mejorar la consistencia de las puntuaciones, también podría limitar la capacidad del modelo para capturar y reflejar la complejidad y la diversidad de las tareas y ocupaciones evaluadas. Además, se configura el parámetro max\_tokens en 200, estableciendo así una longitud

máxima para las respuestas generadas forzando al modelo a ser conciso. Esta configuración ayuda a mantener las respuestas centradas y fácilmente manejables. Al igual que Gmyrek et al., (2023) se considera que puntuaciones por debajo de 0.25 representan una exposición muy baja y aquellas entre 0.25 y 0.5 como baja exposición. La exposición media está representada en puntuaciones en el rango de 0.5-0.75, mientras que las tareas con puntuaciones por encima de 0.75 se consideran altamente expuestas. Los mismos puntos de corte se aplican a las puntuaciones a nivel ocupacional, calculadas como una puntuación media de las tareas que pertenecen a cada ocupación.

### 5.3. Evaluación y limitaciones de las predicciones

Para evaluar la coherencia de las puntuaciones asignadas por el modelo a nivel de tarea seguimos el método empleado por Gmyrek et al. (2023). Inicialmente realizamos una revisión exhaustiva de 6534 tareas en todas las ocupaciones CUOC. No se encuentra evidencia de sesgo en las puntuaciones; por ejemplo, las tareas comparables a las capacidades actuales de GPT-4 reciben de manera consistente puntuaciones elevadas. Por otro lado, las tareas que requieren una destreza manual especializada reciben puntuaciones más bajas de manera uniforme. Además, el GPT-4 suministra justificaciones escritas lógicas y comprensibles sobre las diferencias en las puntuaciones otorgadas a tareas, lo cual respalda la validez y confiabilidad de las puntuaciones asignadas por el modelo<sup>1</sup>.

Adicionalmente realizamos una prueba de consistencia evaluando la puntuación entre diferentes tareas y la variabilidad de la puntuación a nivel de tarea, utilizando 50 predicciones para 5 tareas seleccionadas aleatoriamente de la lista CUOC. Se calcula la puntuación media y la desviación estándar para cada tarea, y se encuentra que las puntuaciones son consistentes entre diferentes tareas, con desviaciones estándar que no superan 0.05 (**Tabla 3**). Esta mayor consistencia probablemente se origine en la minimización de la variabilidad aleatoria, en contraste con las puntuaciones otorgadas por individuos, quienes enfrentan incertidumbre y fluctuaciones en sus evaluaciones (Gmyrek et al., 2023).

El modelo GPT, influenciado por datos de entrenamiento tecnológicamente orientados y literatura sobre automatización, podría reflejar un optimismo tecnológico excesivo, exagerando

---

<sup>1</sup> La lista detallada de las puntuaciones de exposición a nivel de tarea y las justificaciones proporcionadas por GPT-4, debido a su extenso contenido, está disponible bajo solicitud.

algunas puntuaciones a nivel de tarea (Gmyrek et al., 2023). Las puntuaciones asignadas por el modelo no consideran la variación de tareas a nivel ocupacional ni determinantes cruciales de la difusión tecnológica (Arntz et al., 2017), como la viabilidad de adopción en diferentes entornos y las dinámicas locales del mercado. Factores como las condiciones infraestructurales, incluyendo el acceso a electricidad e internet, y las dinámicas específicas del mercado laboral, tales como costos relativos de la mano de obra versus tecnología, niveles de alfabetización digital y acceso a financiamiento, no están adecuadamente representados en las puntuaciones.

En el análisis ocupacional, se enfrenta el desafío de asignar de manera adecuada el grado en que una tarea particular es relevante para una ocupación y el tiempo dedicado a cada tarea individual dentro de una ocupación (Carbonero et al., 2023). En este estudio, la escasez de datos detallados y específicos en la CUOC restringe la exactitud de estas asignaciones, por lo que hemos adoptado una estrategia simplificada y pragmática, asignar pesos uniformes a cada tarea.

**Tabla 3**

*Prueba de consistencia de puntuación*

Función	Media $\pm$ SD
Verificar equipos de emergencia para la seguridad de los pasajeros y elaborar los reportes necesarios	0.39 $\pm$ 0.04
Inspeccionar, evaluar y certificar las instalaciones asistidas, los sistemas de protección y ventilación en la infraestructura de las instalaciones para suministro de gas	0.20 $\pm$ 0.00
Realizar uniones mediante técnicas de ensamble y soldadura, eliminando rebabas y sobrantes del hierro y otros metales, con la ayuda de herramientas manuales	0.10 $\pm$ 0.00
Apoyar en el diseño, desarrollo y prueba de equipos y sistemas de generación de energía y componentes eléctricos	0.31 $\pm$ 0.02
Participar en la preparación de cálculos, estimaciones detalladas de cantidades y costos de los materiales y mano de obra necesarios para fines de fabricación e instalación de conformidad con las especificaciones establecidas	0.67 $\pm$ 0.05

## 6. Resultados

### 6.1. Puntuaciones de exposición ocupacional

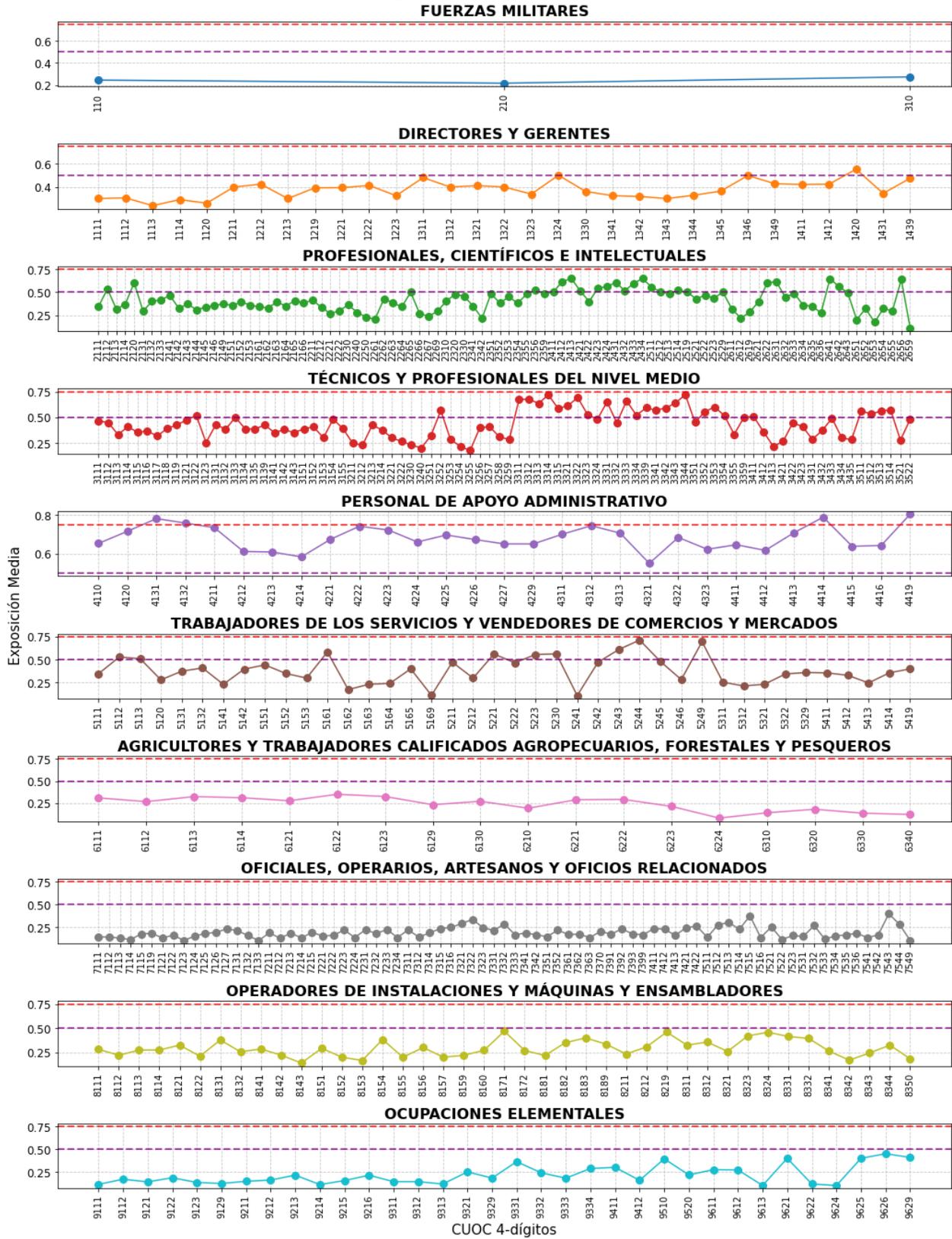
La **Figura 1** muestra las puntuaciones medias de exposición a la automatización de las ocupaciones, clasificadas según CUOC a cuatro dígitos, se presentan los dos límites superiores de exposición marcados con líneas horizontales: 0.5 para exposición media y 0.75 para alta exposición. Las puntuaciones de exposición asignadas a cada tarea y ocupación son indicativos directos del nivel de susceptibilidad a la influencia de la IAG. Los resultados evidencian una

marcada heterogeneidad en la exposición a la automatización tanto dentro como entre los principales grupos ocupacionales. Las ocupaciones enmarcadas dentro de los grupos principales de oficiales, operarios, artesanos y oficios relacionados, así como fuerzas militares, y agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros, tienden a estar menos expuestas a la automatización. Esta categoría incluye a cazadores, tramperos, revocadores, limpiadores de fachadas y deshollinadores, quienes exhiben una menor susceptibilidad a la automatización. La razón principal de esto radica en que estas ocupaciones dependen en gran medida de habilidades físicas y psicomotoras, y menos de habilidades cognitivas, campo en el cual la inteligencia artificial ha avanzado significativamente.

En contraste, el personal de apoyo administrativo muestra una exposición media alta a la automatización, lo cual indica una susceptibilidad considerable a las transformaciones impulsadas por LLM. Esto sugiere una capacidad significativa para la integración de tecnologías de lenguaje automatizado en estas áreas ocupacionales. Las ocupaciones que muestran una mayor exposición a la automatización incluyen roles como asistentes administrativos, operadores de procesamiento de texto, y grabadores de datos, los cuales emplean de manera intensiva habilidades donde la IA ha avanzado substancialmente. Finalmente, los grupos de directivos, gerentes, y profesionales científicos e intelectuales presentan variabilidades notables en la exposición a la automatización, lo cual podría reflejar la diversidad de roles y responsabilidades dentro de estas categorías y su variada adaptabilidad hacia la integración de tecnologías basadas en LLM.

La medida de exposición ocupacional se centra estrictamente en los impactos directos de la IAG sobre las habilidades ocupacionales, sirviendo las habilidades como la conexión única entre las ocupaciones y los avances en IAG. Esta evaluación está diseñada para apreciar los efectos intrínsecos de la IA, aislándola de influencias indirectas o el aporte de tecnologías correlacionadas, como la robótica, y no considera cómo la IA podría potenciar la eficiencia de otras tecnologías. Esto significa que ciertos efectos, como la mejora de la eficiencia de otras tecnologías a través de la IAG, no se reflejan en esta evaluación de exposición ocupacional.

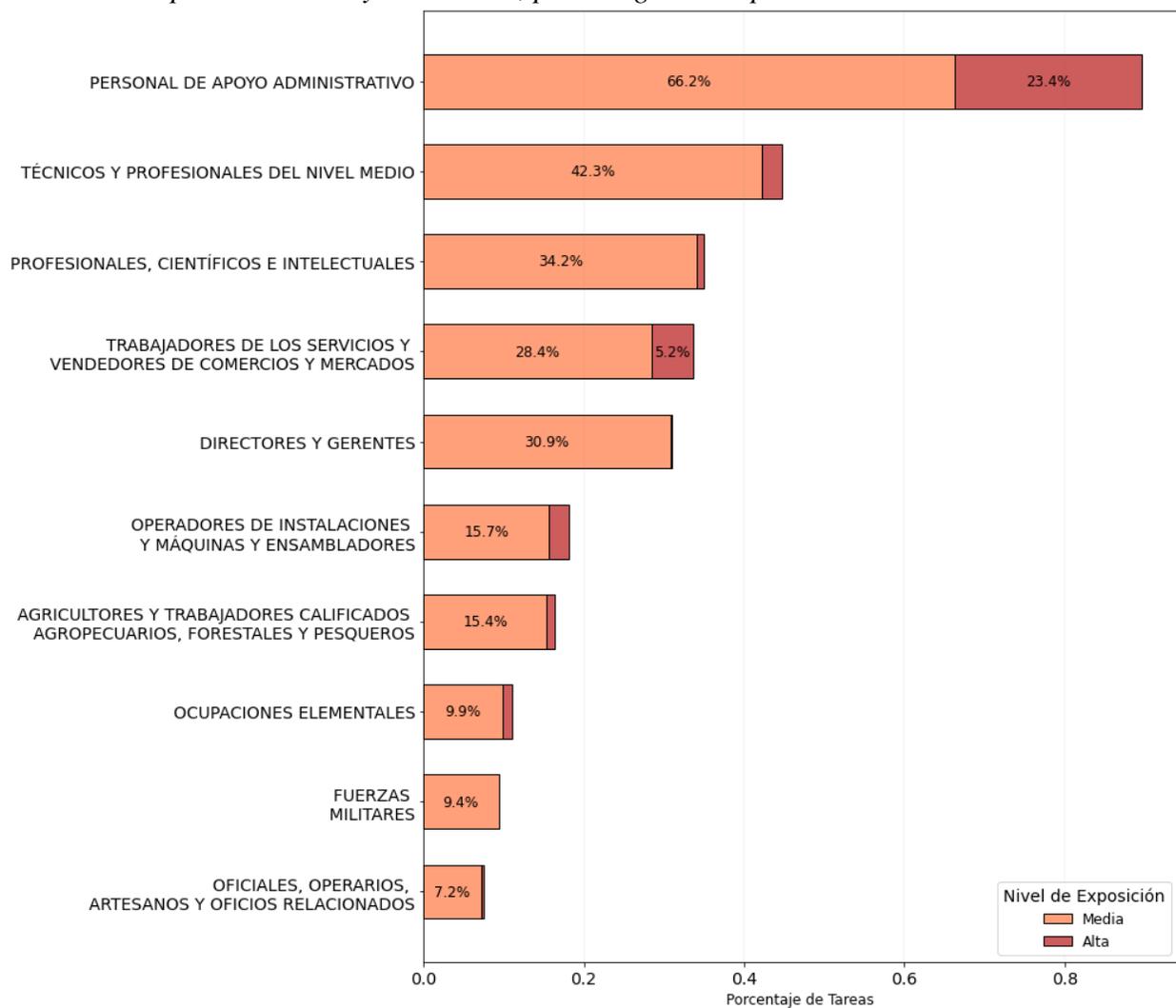
**Figura 1**  
Puntuaciones medias de automatización por ocupación



Como siguiente paso, calculamos la proporción de tareas con exposición alta y media en cada grupo de 1 dígito de la CUOC. La **Figura 2** revela que el mayor grado de exposición corresponde a las ocupaciones pertenecientes al grupo de “personal de apoyo administrativo”, entre los cuales alrededor del 23 por ciento de todas las tareas caen en la categoría de alta exposición. Si también tenemos en cuenta las tareas con un nivel de exposición medio (66 por ciento de todas las tareas), un 89 por ciento de las tareas laborales de oficina están expuestas a los modelos LLM. Esto contrasta con los otros grupos ocupacionales, en los que la mayor proporción de tareas altamente expuestas no superan el 6 por ciento.

**Figura 2**

*Tareas con exposición media y alta a GPT, por categoría ocupacional*



## 6.2. Cálculos de la afectación a nivel de ocupación

Como se señaló previamente, el efecto de la exposición a la inteligencia artificial sobre el empleo es teóricamente ambiguo y está influenciado por diversos efectos tecnológicos sobre la demanda laboral. Para analizar cómo la exposición a tecnología similar a GPT podría afectar potencialmente las ocupaciones recurrimos al análisis de la distribución de tareas para cada una de las ocupaciones de 5 dígitos de la CUOC. Para determinar si la tecnología tiene un mayor potencial de automatización o aumento en todas las ocupaciones, empleamos un método similar al utilizado por Gmyrek et al., (2023) y Carbonero et al., (2023). Cuando se estudia una ocupación desde la perspectiva de un conjunto de tareas con diversos niveles de exposición a una tecnología específica, el enfoque se encuentra en la puntuación promedio de una ocupación en particular y su desviación estándar.

Las ocupaciones con una puntuación promedio alta y una desviación estándar baja se consideran de alto potencial de automatización, ya que sus tareas tienden a ser homogéneas y susceptibles a la automatización. Por otro lado, las ocupaciones con una alta variabilidad se sitúan en el otro extremo, caracterizándose por tener una puntuación promedio baja a nivel ocupacional pero una desviación estándar elevada en las puntuaciones de las tareas. Estos empleos abarcan una diversidad de tareas, algunas de las cuales son fácilmente automatizables, mientras que otras requieren una mayor intervención y juicio humano (Carbonero et al., 2023; Gmyrek et al., 2023). En estas circunstancias, es probable que la tecnología tenga un efecto de aumento en la productividad de los factores, mejorando el desempeño ocupacional al automatizar las tareas más rutinarias y permitiendo a los trabajadores centrarse en aspectos que requieren habilidades humanas únicas, como la toma de decisiones complejas o la interacción empática.

Para garantizar una clara separación de las ocupaciones con alto potencial de automatización y aumento, se sigue la fórmula aplicada por (Gmyrek et al., 2023) enfocada en los extremos de esta distribución. Sean  $\mu_i$  y  $\sigma_i$  la media y la desviación estándar de las puntuaciones a nivel de tarea para una ocupación dada  $i$ , respectivamente. Se define que una ocupación tiene "potencial de aumento" si se cumple:

$$0.4 > \mu_i \text{ Y } \mu_i + \sigma_i > 0.5$$

De manera similar, se dice que una ocupación tiene "potencial de automatización" si:

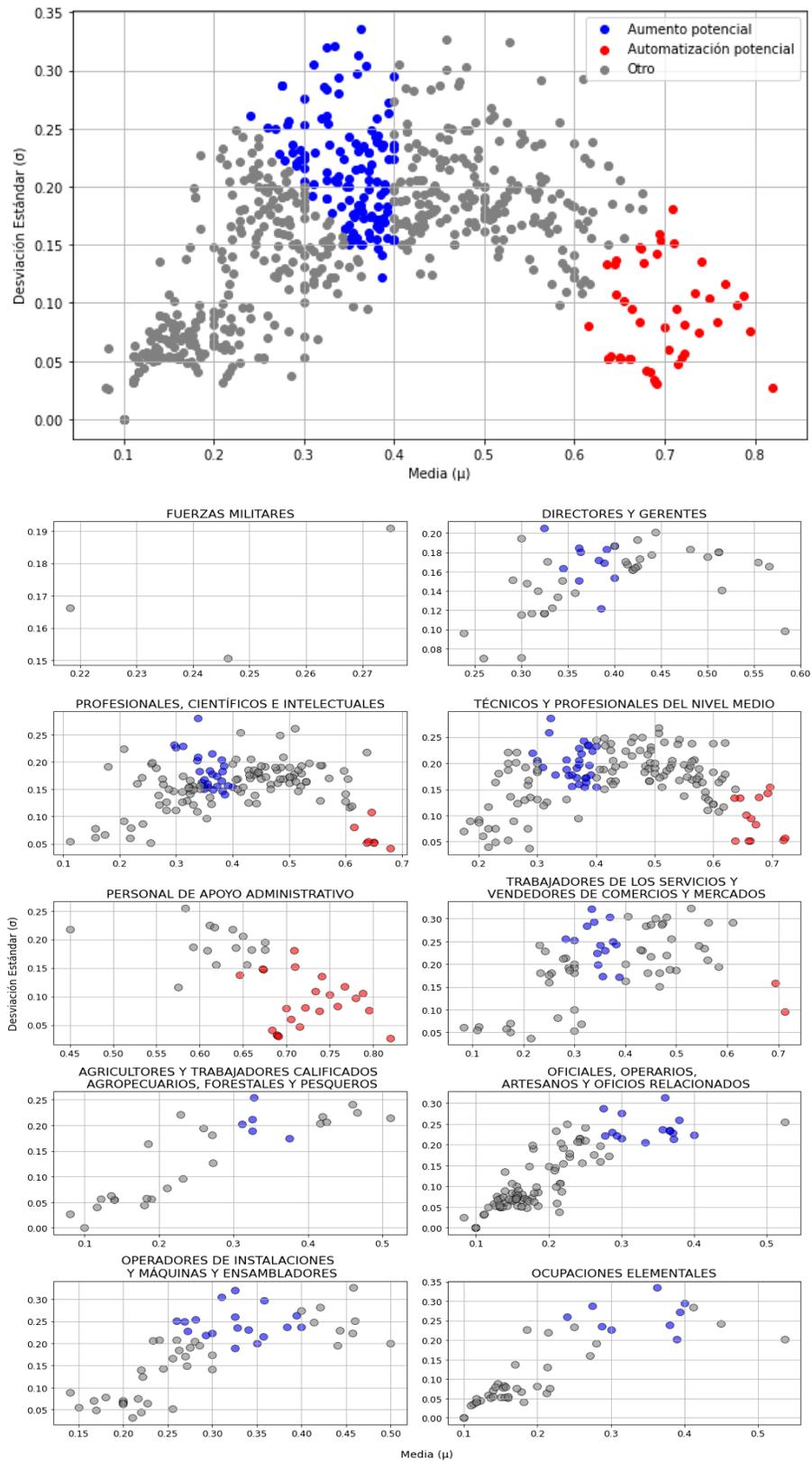
$$\mu_i > 0.6 \text{ Y } \mu_i - \sigma_i > 0.5$$

La **Figura 3** muestra representaciones visuales que categorizan las ocupaciones a 5 dígitos CUOC en ocupaciones que tienen "potencial de aumentación" y ocupaciones que tienen "potencial de automatización" basadas en sus puntuaciones. El panel superior presenta todas las ocupaciones CUOC, mientras que el panel inferior ofrece un análisis más detallado, dividiendo las ocupaciones según la categoría de 1 dígito CUOC. Entre las 676 ocupaciones de 5 dígitos de la CUOC, un total de 129 ocupaciones han sido clasificadas con 'Aumento potencial', y 45 ocupaciones han sido clasificadas como 'Automatización potencial'. Hay una concentración de puntos hacia el lado izquierdo de la gráfica, sugiriendo que muchas ocupaciones tienen una media de exposición más baja, pero con variabilidad en la desviación estándar.

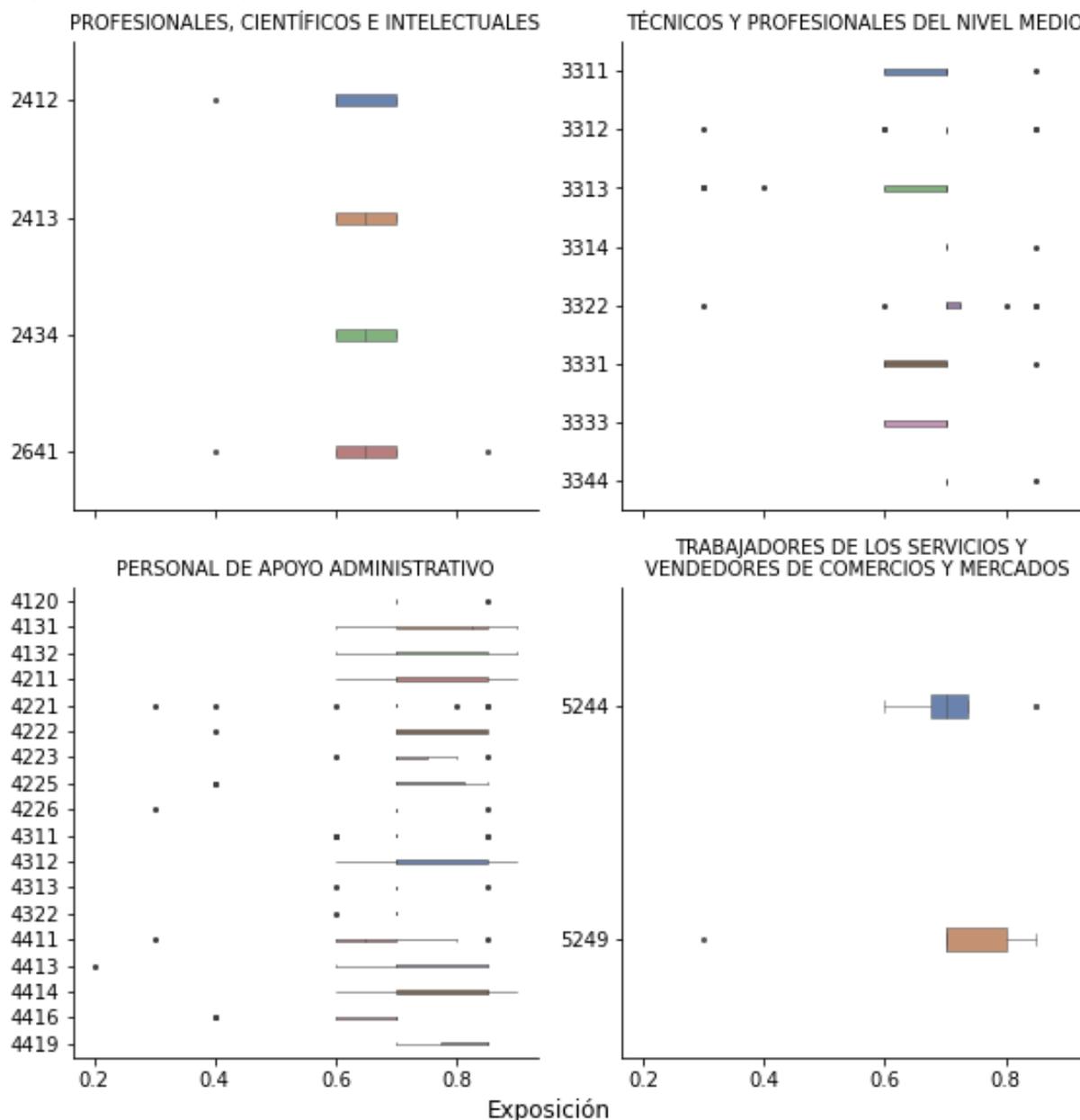
Con base en estas definiciones, se crearon dos listas separadas de ocupaciones: una con un alto potencial de automatización y otra con un alto potencial de potenciación. Cada lista categoriza las ocupaciones según su susceptibilidad a ser influenciadas por la tecnología. En la **Figura 4**, se enlistan las ocupaciones a 4 dígitos con un alto potencial de automatización, estas ocupaciones que no solo tienen una puntuación media alta a través de sus tareas, sino que también tienen una baja desviación estándar. En las ocupaciones con potencial de automatización se encuentran, personal de apoyo administrativo, escribientes públicos y afines, grabadores de datos y digitadores, operadores de máquinas de procesamiento de texto y mecanógrafos, auxiliares de servicios estadísticos, financieros y de seguros, empleados de centros de llamadas, cajeros de bancos y afines, entre otros. Estas ocupaciones están compuestas principalmente por tareas que podrían eventualmente ser automatizadas, siempre que se cumplan otras condiciones. Estas ocupaciones están consistentemente alineadas hacia la automatización, y las tareas dentro de estas ocupaciones probablemente podrían ser realizadas por tecnologías LLM en el futuro, reduciendo la necesidad de intervención humana.

**Figura 3**

*Potencial de aumento versus automatización a nivel ocupacional*



**Figura 4**  
*Ocupaciones con alto potencial de automatización*

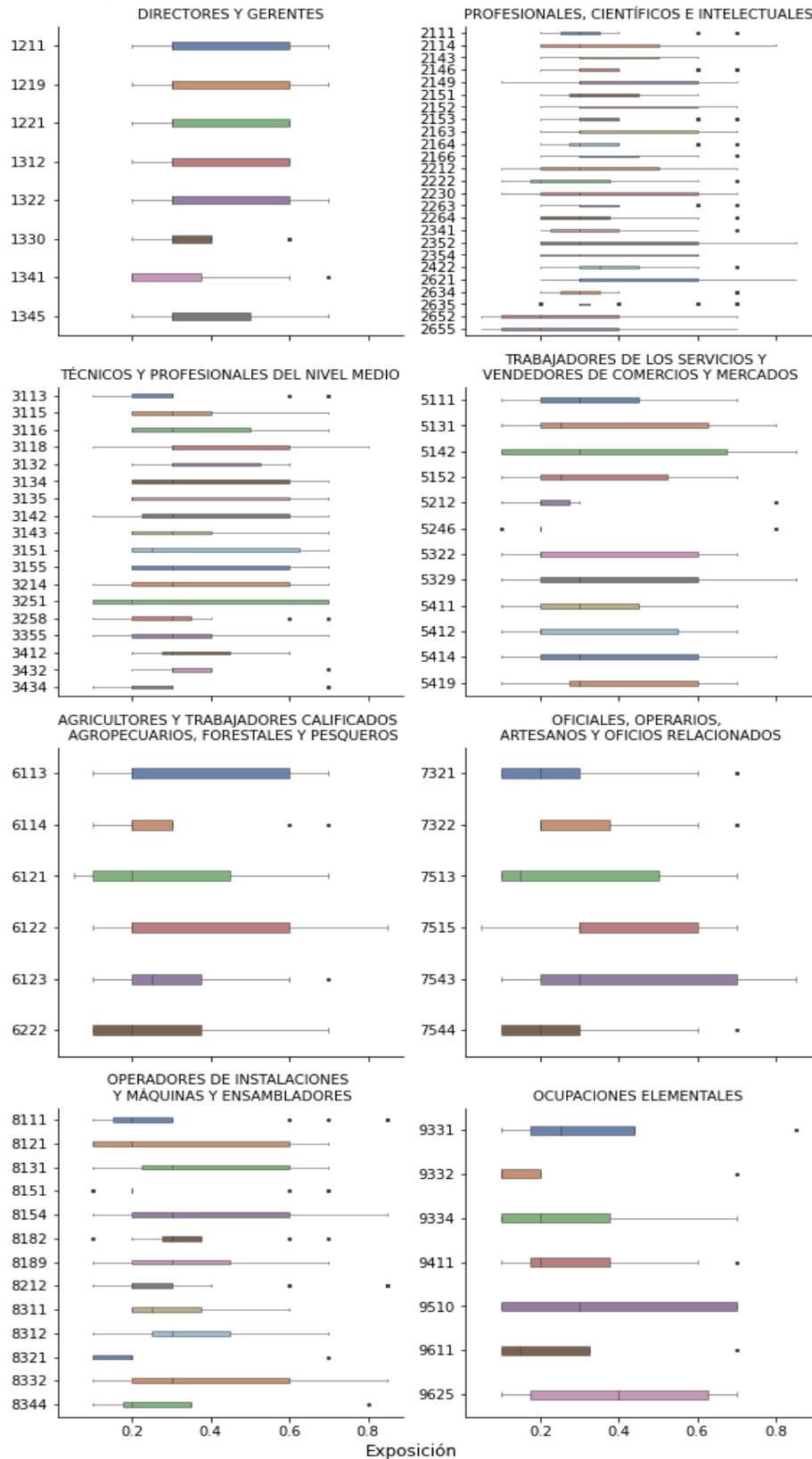


Por otro lado, la **Figura 5**, presenta las ocupaciones a 4 dígitos con un alto potencial de aumento. Entre estas ocupaciones se encuentran personal de apoyo administrativo, escribientes públicos y afines, grabadores de datos y digitadores, operadores de máquinas de procesamiento de texto y mecanógrafos, auxiliares de servicios estadísticos, financieros y de seguros, empleados de centros de llamadas, cajeros de bancos y afines, conductores de vehículos accionados a pedal o a brazo, Recolectores de dinero y surtidores de máquinas de venta automática, entre otros. Estas

ocupaciones tienen una puntuación media baja y una desviación estándar alta, donde la suma de la media y la desviación estándar supera el límite de exposición media. Tales ocupaciones son aquellas que podrían beneficiarse significativamente de la integración de tecnologías avanzadas, mejorando la eficiencia y productividad de los trabajadores, pero sin reemplazarlos completamente. Las tareas dentro de estas ocupaciones requieren juicio humano, empatía, creatividad y otras habilidades intrínsecamente humanas. Esta coexistencia de tareas automatizables y no automatizables dentro de una ocupación sugiere una transformación de roles y responsabilidades más que una eliminación completa de la intervención humana.

El grupo de ocupaciones, ubicadas entre la automatización y la aumentación, son ocupaciones las cuales el marco de trabajo definido no permite una clasificación clara. En general, estos empleos tienen una alta puntuación media ocupacional y una alta varianza de las puntuaciones a nivel de tareas, lo que significa que su exposición a la tecnología GPT puede tener efectos variados e idiosincrásicos. Dependiendo del progreso tecnológico de la IAG, así como de las aplicaciones construidas sobre la tecnología, algunas de las tareas podrían volverse más automatizables, mientras que podrían surgir nuevas tareas en estas profesiones, acercándolas más al clúster de aumentación o automatización o, en el escenario más probable, evolucionando hacia nuevas ocupaciones. Las ocupaciones situadas hacia la izquierda, cercanas al origen, exhiben puntuaciones bajas de exposición a la automatización en todas sus tareas. Para estas ocupaciones, el impacto de la automatización impulsada por los LLM parece ser mínimo. Estos roles están actualmente menos influenciados por las tendencias de automatización y probablemente continuarán siendo predominantemente manuales o requerirán una intervención humana significativa.

**Figura 5**  
*Ocupaciones con alto potencial de aumento*



## 7. Conclusiones

Este estudio ha explorado la susceptibilidad de diversas ocupaciones a la automatización mediante el uso de LLM, como GPT-4, en el contexto laboral colombiano. A través de un análisis basado en la CUOC, hemos identificado y evaluado el potencial de automatización y aumentación de diferentes tareas y ocupaciones. Los hallazgos revelan una variabilidad en la susceptibilidad de las tareas a la automatización mediante tecnologías LLM. El número de ocupaciones con potencial de aumento supera a aquellas que tienen un alto potencial de automatización. Se observa que este potencial de automatización es particularmente notable en ocupaciones que implican tareas administrativas y repetitivas. Esta tendencia sugiere que la IA tiene un rol más significativo en la optimización y el enriquecimiento de las tareas laborales, en lugar de reemplazar completamente los empleos. Las ocupaciones que se benefician de la IA a través de la mejora suelen involucrar actividades que requieren juicio humano, creatividad y habilidades interpersonales, áreas en las que la IA actúa como una herramienta complementaria más que sustitutiva.

En ocupaciones administrativas, como personal de apoyo y escribientes públicos, los LLM pueden facilitar la gestión de la comunicación escrita, organización de datos y elaboración de informes. En el sector de servicios financieros y atención al cliente, tales como cajeros y empleados de centros de llamadas, los LLM pueden ser utilizados para mejorar la atención al usuario, automatizando respuestas y procesando transacciones de manera más eficiente. En el ámbito de servicios y ventas, incluyendo especialistas en tratamientos de belleza y trabajadores ambulantes, los LLM pueden ayudar en la personalización de servicios y recomendaciones, basándose en el análisis de datos y preferencias del cliente. Asimismo, en roles relacionados con el transporte y la operación de maquinaria, los LLM pueden contribuir a la optimización de rutas, manejo de logística y monitoreo de condiciones de operación y mantenimiento. En conjunto, el uso de LLM en estas ocupaciones puede resultar en una mejora significativa en la eficiencia, precisión y calidad de los servicios y operaciones realizados.

Es esencial considerar que las puntuaciones de exposición obtenidas en este estudio están centradas en los impactos directos de la IA generativa y no consideran completamente factores externos como las condiciones infraestructurales y las dinámicas específicas del mercado laboral. Además, la variabilidad en las puntuaciones de exposición sugiere que la adaptabilidad de las ocupaciones a las tecnologías basadas en LLM puede ser idiosincrásica y sujeta a cambios futuros

en la tecnología y el mercado laboral. Las tecnologías de IA, incluyendo GPT, actúan como instrumentos neutrales, sin atribuciones intrínsecas de ser buenas o malas. El impacto que generan está determinado por su administración, aplicación e integración en el entorno laboral y social.

Aunque las tecnologías como GPT muestran un mayor potencial para el aumento de los factores producción que un potencial para automatizarlos, es crucial gestionar la transición laboral mediante políticas bien definidas que no solo aborden la transición laboral, sino que también garanticen la calidad y dignidad de los nuevos empleos generados por el avance tecnológico. La estrategia de adaptación es esencial en esta era de transición tecnológica; sectores que presentan una alta prevalencia de ocupaciones susceptibles a la automatización necesitan una revisión exhaustiva y una planificación meticulosa para anticiparse a las futuras demandas de la fuerza laboral. Es crucial realizar inversiones significativas en capacitación, poniendo especial énfasis en la actualización hacia nuevas tecnologías y adaptación de métodos de trabajo.

En el transcurso de la investigación, se ha identificado áreas clave que podrían beneficiarse de un estudio más detallado. En futuras investigaciones, sería beneficioso diversificar el enfoque de investigación para incluir una variedad de tecnologías emergentes, más allá de los modelos de lenguaje grande, para obtener una comprensión más completa de la exposición ocupacional a la automatización. Una profundización en el análisis sectorial también podría ser valiosa, permitiendo adaptaciones y estrategias específicas que se alineen con las necesidades y desafíos únicos de cada sector. Es esencial considerar los impactos socioeconómicos más amplios de la automatización, incluyendo efectos en el empleo, salarios y condiciones laborales, para desarrollar estrategias de adaptación y mitigación efectivas. Además, se debe prestar atención a los factores contextuales y ambientales que podrían influir en la adopción y efectividad de la IA, como la cultura organizacional, la economía y las políticas locales.

## Referencias

- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. En *Handbook of Labor Economics* (Vol. 4, Número PART B).
- Acemoglu, D., Autor, D., Hazell, J., & Restrepo, P. (2020). *AI and Jobs: Evidence from Online Vacancies*. National Bureau of Economic Research, Inc, NBER Working Papers: 28257.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018a). *Artificial Intelligence, Automation and Work*. <https://doi.org/10.3386/w24196>
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018b). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. En *American Economic Review* (Vol. 108, Número 6, pp. 1488–1542). American Economic Association. <https://doi.org/10.1257/aer.20160696>
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. En *Journal of Economic Perspectives* (Vol. 33, Número 2, pp. 3–30). American Economic Association. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). *Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets*. <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c>
- Agrawal, A., Gans, J. S., & Goldfarb, A. (2019). Artificial intelligence: The ambiguous labor market impact of automating prediction. En *Journal of Economic Perspectives* (Vol. 33, Número 2, pp. 31–50). American Economic Association. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.31>
- Albrieu, R., Rapetti, M., Brest López, C., Larroulet, P., & Sorrentino, A. (2018). *Inteligencia artificial y crecimiento económico. Oportunidades y desafíos para Colombia*.
- Aly, H. (2022). Digital transformation, development and productivity in developing countries: is artificial intelligence a curse or a blessing? *Review of Economics and Political Science*, 7(4), 238–256. <https://doi.org/10.1108/REPS-11-2019-0145>
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2017). Revisiting the risk of automation. *Economics Letters*, 159, 157–160. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.07.001>
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333. <https://doi.org/10.1162/003355303322552801>
- Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. (2023). *Generative AI at Work*.
- Brynjolfsson, E., Mitchell, T., & Rock, D. (2018). What Can Machines Learn and What Does It Mean for Occupations and the Economy? *AEA Papers and Proceedings*, 108, 43–47. <https://doi.org/10.1257/pandp.20181019>

- Carbonero, F., Davies, J., Ernst, E., Fossen, F. M., Samaan, D., & Sorgner, A. (2023). The impact of artificial intelligence on labor markets in developing countries: a new method with an illustration for Lao PDR and urban Viet Nam. *Journal of Evolutionary Economics*. <https://doi.org/10.1007/s00191-023-00809-7>
- Chui, M., Hazan, E., Roberts, R., Singla, A., Smaje, K., Sukharevsky, A., Yee, L., & Zimmel, R. (2023). *The economic potential of generative AI The next productivity frontier*.
- DANE. (2021a). *Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia CUOC-2021*.
- DANE. (2021b). *Sistema de Clasificaciones Estadísticas*. Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia (CUOC). [https://clasificaciones.dane.gov.co/cuoc/cuoc\\_descripcion](https://clasificaciones.dane.gov.co/cuoc/cuoc_descripcion)
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Política Nacional Para La Transformación Digital e Inteligencia Artificial* (3975; Documento CONPES).
- Eisfeldt, A. L., Gregor, S., & Zhang, M. Ben. (2023). *Generative AI and Firm Values*.
- Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). *GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models*. <http://arxiv.org/abs/2303.10130>
- Felten, E., Raj, M., & Seamans, R. (2019). The Occupational Impact of Artificial Intelligence: Labor, Skills, and Polarization. *NYU Stern School of Business*. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3368605](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3368605)
- Felten, E., & Seamans, R. (2023). *How will Language Modelers like ChatGPT Affect Occupations and Industries?* <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4375268>
- Felten, E. W., Raj, M., & Seamans, R. (2018). A Method to Link Advances in Artificial Intelligence to Occupational Abilities. *AEA Papers and Proceedings*, 108. <https://doi.org/10.1257/pandp.20181021>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Georgieff, A., & Hye, R. (2021). Artificial intelligence and employment: New cross-country evidence. En *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*. Éditions OCDE / OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c2c1d276-en>
- Gmyrek, P., Berg, J., & Bescond, D. (2023). *Generative AI and Jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality* (96; ILO working paper). ILO. <https://doi.org/10.54394/FHEM8239>
- IFC. (2021). *Artificial Intelligence in Emerging Markets: Opportunities, Trends, and Emerging Business Models*. International Finance Corporation, Washington, DC. <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2020/artificial-intelligence-in-emerging-markets>

- Lane, M., & Saint-Martin, A. (2021). The impact of Artificial Intelligence on the labour market: What do we know so far? En *OECD Social, Employment and Migration Working Papers* (Número 256).
- Ministerio del Trabajo. (2021). *Previsión Del Impacto De La Automatización Y De Las Tecnologías De La Cuarta Revolución Industrial (4ri) En El Mercado De Trabajo Colombiano*. <https://publicacionessampl.mintrabajo.gov.co/handle/123456789/105>
- Nedelkoska, L., & Quintini, G. (2018). *Automation, skills use and training*. <https://doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>
- OpenAI. (2023). *GPT-4 Technical Report*.
- Pizzinelli, C., Panton, A., Tavares, M., Cazzaniga, M., & Li, L. (2023). *Labor Market Exposure to AI: Cross-country Differences and Distributional Implications*.
- Squicciarini, M., & Nachtigall, H. (2021). *Demand for AI skills in jobs: Evidence from online job postings*. <https://doi.org/10.1787/3ed32d94-en>
- Thoppilan, R., Freitas, D. De, Hall, J., Shazeer, N., Kulshreshtha, A., Cheng, H.-T., Jin, A., Bos, T., Baker, L., Du, Y., Li, Y., Lee, H., Zheng, H. S., Ghafouri, A., Menegali, M., Huang, Y., Krikun, M., Lepikhin, D., Qin, J., ... Le, Q. (2022). LaMDA: Language Models for Dialog Applications. *CoRR*, *abs/2201.08239*. <https://arxiv.org/abs/2201.08239>
- Tolan, S., Pesole, A., Martinez-Plumed, F., Fernandez Macias, E., Hernandez-Orallo, J., & Gomez Gutierrez, E. (2020). Measuring the Occupational Impact of AI Tasks, Cognitive Abilities and AI Benchmarks. *Journal of Artificial Intelligence Research*, *71*, 191–236.
- Webb, M. (2020). *The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market*. <https://web.stanford.edu/>

## Anexos

### Anexo 1. Lista de ocupaciones 4-dígitos CUOC ordenados por puntuación de exposición

4 dígitos	Grupos Primarios	Exposición
4419	Otro personal de apoyo administrativo no clasificados en otros grupos primarios	0.80
4414	Escribientes públicos y afines	0.79
4131	Operadores de máquinas de procesamiento de texto y mecanógrafos	0.78
4132	Grabadores de datos y digitadores	0.76
4312	Auxiliares de servicios estadísticos, financieros y de seguros	0.74
4222	Empleados de centros de llamadas	0.74
4211	Cajeros de bancos y afines	0.73
3344	Secretarios médicos	0.72
4223	Telefonistas	0.72
3314	Técnicos y profesionales del nivel medio de servicios estadísticos, matemáticos y afines	0.72
4120	Secretarios generales	0.72
5244	Vendedores a través de medios tecnológicos	0.71
4413	Codificadores de datos, correctores de pruebas de imprenta y afines	0.71
4313	Auxiliares de nómina y prestaciones	0.71
4311	Auxiliares de contabilidad, costos y tesorería	0.70
4225	Empleados de ventanillas de información	0.70
5249	Otros vendedores no clasificados en otros grupos primarios	0.69
3322	Representantes comerciales	0.69
4322	Empleados de servicios de apoyo a la producción	0.68
3312	Analistas y asistentes financieros préstamos y créditos	0.68
4221	Empleados de ventas y servicios de viajes	0.67
4226	Recepcionistas generales	0.67
3311	Agentes de bolsa, cambio y otros servicios financieros	0.67
3333	Agentes de empleo y contratistas de mano de obra	0.66
4224	Recepcionistas de hoteles	0.66
4110	Oficinistas generales	0.65
2413	Analistas financieros	0.65
2434	Profesionales de ventas de tecnología de la información y las comunicaciones	0.65
4227	Entrevistadores de encuestas y de investigaciones de mercados	0.65
4229	Otros empleados de servicios de información al cliente no clasificados en otros grupos primarios	0.65
3331	Declarantes o gestores de aduana	0.65
2641	Autores y otros escritores	0.65
4411	Empleados de bibliotecas	0.65
4416	Empleados del servicio de personal	0.64
3343	Secretarios y asistentes administrativos y ejecutivos	0.64
2656	Locutores y presentadores de radio, televisión y otros medios de comunicación	0.64
4415	Empleados de archivos	0.64
3313	Técnicos de contabilidad, asistentes y afines	0.64
4323	Empleados de servicios de transporte	0.62
4412	Empleados de servicios de correos	0.62
2412	Asesores financieros y de inversiones	0.62
3321	Agentes y corredores de seguros	0.61
4212	Receptores de apuestas y afines	0.61
2631	Economistas	0.61
5243	Vendedores puerta a puerta	0.61
4213	Prestamistas	0.61
2622	Bibliotecólogos, documentalistas y afines	0.61
2431	Profesionales de la publicidad y la comercialización	0.61
2120	Matemáticos, actuarios y estadísticos	0.60
3353	Funcionarios e inspectores de servicios de seguridad social	0.60
2433	Profesionales de ventas técnicas y médicas (excluyendo las TIC)	0.60
3339	Agentes de servicios comerciales no clasificados en otros grupos primarios	0.59
3342	Secretarios jurídicos	0.59

---

3315	Tasadores, evaluadores y liquidadores de seguros	0.59
5161	Astrólogos, adivinos y afines	0.58
4214	Cobradores, auxiliares de cartera y afines	0.58
3514	Técnicos de la web	0.57
3341	Supervisores de oficina	0.57
3252	Técnicos en documentación sanitaria	0.57
3511	Técnicos en operaciones de tecnología de la información y las comunicaciones	0.56
2642	Periodistas, editores y redactores	0.56
5230	Cajeros de comercio, taquilleros y expendedores de boletas	0.56
3513	Técnicos en redes y tecnologías de la información	0.56
2424	Profesionales en formación, desarrollo de personal y evaluación de competencias	0.56
5221	Comerciantes de tiendas	0.56
3352	Agentes de administración tributaria	0.56
5223	Vendedores y auxiliares de venta en tiendas, almacenes y afines	0.56
1420	Gerentes de comercios al por mayor y al por menor	0.55
2511	Analistas de sistemas	0.55
4321	Empleados control de abastecimientos e inventario y de almacén	0.55
2423	Profesionales de gestión de talento humano	0.54
2112	Meteorólogos	0.54
3512	Técnicos en asistencia y soporte al usuario de tecnología de la información y las comunicaciones	0.53
3323	Agentes de compras	0.53
5112	Revisores y cobradores de los transportes públicos	0.53
2356	Instructores de tecnología de la información	0.52
2514	Programadores de aplicaciones	0.52
3334	Agentes inmobiliarios	0.52
3122	Supervisores de industrias manufactureras	0.52
2432	Profesionales de relaciones públicas y comunicaciones	0.52
3354	Funcionarios e inspectores gubernamentales de expedición de licencias	0.52
2421	Profesionales y analistas de gestión y organización	0.52
5113	Guías de turismo y anfitriones turísticos locales	0.51
3411	Técnicos y profesionales del nivel medio del derecho, de servicios legales y afines	0.51
2512	Desarrolladores de software	0.51
2411	Contadores y auditores financieros	0.51
1324	Directores y gerentes de abastecimiento, distribución, transporte y afines	0.50
1346	Directores y gerentes de sucursales de bancos, de servicios financieros y de seguros	0.50
3133	Controladores de instalaciones de procesamiento de productos químicos	0.50
2519	Desarrolladores y analistas de software y multimedia no clasificados en otros grupos primarios	0.50
2529	Profesionales en bases de datos y en redes de computadores no clasificados en otros grupos primarios	0.50
2265	Dietistas y nutricionistas	0.50
3359	Agentes de gobierno y profesionales del nivel medio para la aplicación de regulaciones no clasificados en otros grupos primarios	0.50
2643	Traductores, intérpretes y otros lingüistas	0.49
3433	Técnicos en galerías de arte, museos y bibliotecas	0.49
2633	Filósofos, historiadores y especialistas en ciencias políticas	0.49
2351	Especialistas en métodos y procesos pedagógicos	0.48
2513	Desarrolladores web y multimedia	0.48
3154	Controladores de tráfico aéreo, marítimo y ferroviario	0.48
1311	Directores y gerentes de producción agropecuaria y silvicultura	0.48
3522	Técnicos y operadores de ingeniería de las telecomunicaciones	0.48
2359	Otros profesionales de la educación no clasificados en otros grupos primarios	0.48
2355	Otros profesores de artes	0.48
5245	Expendedores de combustibles para vehículos	0.48
2320	Profesores de formación profesional	0.48
3324	Agentes de operaciones comerciales y consignatarios	0.48
1439	Otros gerentes y administradores de servicios no clasificados en otros grupos primarios	0.48
3121	Supervisores de minas y perforación	0.47
5211	Vendedores en quioscos y puestos de mercado	0.47
5242	Demostradores de tiendas, almacenes y afines	0.47
8171	Operadores de instalaciones para la preparación de papel y de pasta para papel	0.47
2522	Administradores de sistemas	0.47
5222	Supervisores de tiendas y almacenes	0.47

---

---

2141	Ingenieros industriales y de producción	0.47
3111	Técnicos en ciencias de la tierra, físicas y químicas	0.47
8219	Ensambladores no clasificados en otros grupos primarios	0.46
8324	Conductores de taxis	0.46
2330	Profesores de educación secundaria	0.46
2353	Otros profesores de idiomas	0.45
3351	Inspectores de aduana y fronteras	0.45
9626	Lectores de medidores	0.45
3112	Técnicos en ingeniería civil	0.45
3422	Entrenadores, instructores y árbitros de actividades deportivas	0.45
2632	Sociólogos, antropólogos y afines	0.45
3332	Coordinadores y productores de conferencias, eventos y espectáculos	0.45
5151	Supervisores de mantenimiento y limpieza en oficinas, hoteles y otros establecimientos	0.44
2523	Profesionales en redes de computadores	0.44
2521	Diseñadores y administradores de bases de datos	0.43
2262	Farmacéuticos y químicos farmacéuticos	0.43
1349	Directores y gerentes de servicios profesionales no clasificados en otros grupos primarios	0.43
3131	Operadores de plantas de generación y distribución de energía	0.43
1412	Gerentes y administradores de servicios de alimentos y restaurantes	0.43
1212	Directores y gerentes de recursos humanos	0.43
3119	Técnicos en ciencias físicas y en ingeniería no clasificados en otros grupos primarios	0.43
3139	Técnicos en control de procesos no clasificados en otros grupos primarios	0.43
3213	Técnicos y asistentes farmacéuticos	0.43
1411	Directores y gerentes de servicios hoteleros y hospedaje	0.42
8323	Conductores de camionetas y vehículos livianos	0.42
2133	Profesionales de la protección medioambiental y gestión de riesgo de desastres	0.42
1222	Directores y gerentes de publicidad y relaciones públicas	0.41
2211	Médicos generales	0.41
8331	Conductores de buses, microbuses y tranvías	0.41
1321	Directores y gerentes de industrias manufactureras	0.41
5132	Bármanes y baristas	0.41
9629	Otras ocupaciones elementales no clasificadas en otros grupos primarios	0.41
2165	Cartógrafos e ingenieros topográficos y catastrales	0.41
3423	Instructores de educación física y actividades recreativas	0.41
3114	Técnicos en electrónica, automatización e instrumentación	0.41
3257	Inspectores de seguridad, salud ocupacional, medioambiental y afines	0.41
2310	Profesores de instituciones de educación superior	0.41
3152	Capitanes y oficiales de cubierta	0.41
2132	Agrónomos, silvicultores, zootecnistas y afines	0.40
5165	Instructores de conducción	0.40
9621	Mensajeros, mandaderos, maleteros y repartidores	0.40
1211	Directores y gerentes de servicios financieros	0.40
1312	Directores y gerentes de producción acuícola, piscícola y de pesca	0.40
1322	Directores y gerentes de producción primaria (excepto agricultura)	0.40
3256	Asistentes médicos	0.40
8183	Operadores de máquinas de embalaje, embotellamiento y etiquetado	0.40
9625	Recolectores de dinero y surtidores de máquinas de venta automática	0.40
2422	Profesionales en políticas sociales y de administración	0.40
5419	Personal de los servicios de protección no clasificados en otros grupos primarios	0.40
2621	Archivistas, curadores de arte y restauradores	0.40
5142	Especialistas en tratamientos de belleza, asesores de imagen y afines	0.40
2152	Ingenieros electrónicos, automatización y afines	0.40
2163	Diseñadores industriales, de moda, espacios y servicios	0.40
7543	Clasificadores y probadores de productos (excluyendo alimentos y bebidas)	0.40
8332	Conductores de camiones y vehículos pesados	0.39
1221	Directores y gerentes de ventas y comercialización	0.39
9510	Trabajadores ambulantes de servicios y afines	0.39
1219	Directores y gerentes de administración y servicios no clasificados en otros grupos primarios	0.39
3118	Delineantes y dibujantes técnicos	0.39
3155	Técnicos en seguridad aeronáutica e instrumentos de aeronavegación	0.39
3134	Operadores e inspectores de instalaciones de refinación de petróleo y gas natural	0.39
3151	Oficiales maquinistas en navegación	0.39

---

---

2263	Profesionales de la salud y la higiene laboral y ambiental	0.39
3135	Controladores de procesos de producción y tratamiento de metales	0.39
2166	Diseñadores gráficos y multimedia	0.38
8154	Operadores de máquinas de blanqueamiento, teñido y limpieza de tejidos	0.38
2352	Profesores de educación especial e inclusiva y reeducadores	0.38
3132	Operadores de incineradores, instalaciones de tratamiento de agua y desechos	0.38
2354	Otros profesores de música	0.38
3142	Técnicos, supervisores e inspectores agropecuarios	0.38
8131	Operadores de plantas y máquinas de productos químicos	0.38
2149	Ingenieros no clasificados en otros grupos primarios	0.38
3214	Técnicos de prótesis médicas y dentales	0.38
5131	Meseros y capitanes de meseros	0.38
2143	Ingenieros medioambientales	0.37
7515	Catadores y clasificadores de alimentos y bebidas	0.37
3432	Decoradores de interiores	0.37
2114	Geólogos, geofísicos y geoquímicos	0.37
3116	Técnicos en química industrial	0.37
1345	Directores y gerentes de programas y servicios de educación	0.36
2230	Profesionales de medicina tradicional y alternativa	0.36
9331	Conductores de vehículos accionados a pedal o a brazo	0.36
1330	Directores de servicios de tecnología y las comunicaciones	0.36
5329	Trabajadores de los cuidados personales en servicios de salud no clasificados en otros grupos primarios	0.36
2153	Ingenieros de telecomunicaciones, audio y sonido	0.36
2634	Psicólogos	0.36
3412	Trabajadores y asistentes sociales y comunitarios	0.36
5414	Vigilantes y guardias de seguridad	0.36
8312	Guardafrenos, guardaguas y agentes de maniobras	0.36
2151	Ingenieros electricistas	0.36
5411	Bomberos	0.36
3115	Técnicos en ingeniería mecánica	0.35
2146	Ingenieros de minas, metalúrgicos, petróleo y afines	0.35
3141	Técnicos en ciencias biológicas (excluyendo la medicina)	0.35
5152	Ecónomos y mayordomos domésticos	0.35
6122	Avicultores y trabajadores calificados de la avicultura	0.35
8182	Operadores de máquinas de vapor y calderas	0.35
2164	Planificadores urbanos, regionales y de tránsito	0.35
2341	Profesores de educación básica primaria	0.35
3143	Técnicos forestales	0.35
2635	Profesionales del trabajo social y consejeros	0.35
5111	Personal de servicio a pasajeros	0.35
2111	Físicos y astrónomos	0.35
1431	Directores y gerentes de deportes, esparcimiento y cultura	0.35
5322	Trabajadores de los cuidados personales a domicilio	0.34
2161	Arquitectos	0.34
2264	Fisioterapeutas	0.34
1323	Directores y gerentes de empresas de construcción	0.34
2145	Ingenieros químicos	0.34
2212	Médicos especialistas	0.34
8189	Otros operadores de máquinas y de instalaciones fijas no clasificados en otros grupos primarios	0.34
3355	Inspectores de policía, detectives e investigadores criminalísticos	0.33
7322	Impresores de artes gráficas	0.33
3113	Técnicos en electricidad	0.33
2162	Arquitectos paisajistas	0.33
5412	Policías	0.33
1344	Directores y gerentes de servicios de bienestar social, comunitario y correccional	0.33
2142	Ingenieros civiles	0.33
2654	Directores, editores y productores de cine, teatro y afines	0.33
8121	Operadores de instalaciones de procesamiento de metales	0.33
1223	Directores y gerentes de ingeniería, investigación y desarrollo	0.33
6123	Criadores y trabajadores calificados de la apicultura y la sericultura	0.33
8344	Operadores de montacargas	0.33

---

---

1341	Directores y gerentes de servicios de cuidados infantiles	0.33
8311	Maquinistas de transporte ferroviario	0.33
6113	Agricultores y trabajadores calificados de huertas, invernaderos, viveros y jardines	0.32
2652	Compositores, músicos y cantantes	0.32
3251	Higienistas y asistentes odontológicos	0.32
2611	Abogados	0.32
2113	Químicos	0.32
1342	Directores y gerentes de servicios de salud	0.32
3117	Técnicos de minas y metalurgia	0.32
6114	Agricultores y trabajadores calificados de cultivos mixtos	0.31
2144	Ingenieros mecánicos, navales y aeronáuticos	0.31
3258	Técnicos en atención prehospitalaria	0.31
6111	Agricultores y trabajadores calificados de cultivos extensivos	0.31
1112	Directores del gobierno	0.31
8212	Ensambladores de equipos eléctricos y electrónicos	0.31
1213	Directores y gerentes de políticas y planeación	0.30
1111	Directores formuladores y ejecutores de políticas y normas	0.30
1343	Directores y gerentes de servicios de atención a personas mayores	0.30
2222	Profesionales de partería	0.30
3153	Pilotos, ingenieros e instructores de vuelo	0.30
3221	Técnicos y profesionales del nivel medio en enfermería	0.30
3434	Chefs	0.30
5153	Conserjes y afines	0.30
5212	Vendedores ambulantes de alimentos preparados para consumo inmediato	0.30
7513	Operarios de la elaboración de productos lácteos	0.30
8156	Operadores de máquinas para la fabricación de calzado y afines	0.30
9411	Cocineros de comidas rápidas	0.30
2655	Actores	0.30
2131	Biólogos, botánicos, zoólogos y afines	0.29
2269	Otros profesionales de la salud no clasificados en otros grupos primarios	0.29
8151	Operadores de máquinas de preparación de fibras, hilado y devanado	0.29
6222	Capitanes, patronos y pescadores de agua dulce y en aguas costeras	0.29
1114	Dirigentes de organizaciones con un interés específico (partidos políticos, sindicatos y organizaciones sociales)	0.29
6221	Productores y trabajadores calificados de explotaciones de acuicultura	0.29
9334	Surtidores de estanterías	0.29
7321	Preimpresores, tipógrafos y afines	0.29
8141	Operadores de máquinas para fabricar productos de caucho	0.29
3431	Fotógrafos	0.28
3253	Trabajadores comunitarios de la salud	0.28
3259	Otros técnicos y profesionales del nivel medio de la salud no clasificados en otros grupos primarios	0.28
5246	Vendedores de comidas en mostrador	0.28
7332	Tejedores con agujas	0.28
2619	Profesionales en derecho no clasificados en otros grupos primarios	0.28
8111	Mineros y operadores de instalaciones mineras	0.28
2240	Paramédicos e instrumentadores quirúrgicos	0.28
3435	Otros técnicos y profesionales del nivel medio en actividades culturales y artísticas	0.28
5120	Cocineros	0.28
7544	Fumigadores y otros controladores de plagas y malas hierbas	0.28
2636	Profesionales religiosos y ministros de culto	0.28
6121	Criadores de ganado y trabajadores de la cría de animales domésticos (excepto aves de corral)	0.28
3521	Técnicos de radiodifusión y grabación audio visual	0.28
0310	Otros miembros de las fuerzas militares	0.28
9611	Recolectores de basura y material reciclable	0.28
8114	Operadores de máquinas para fabricar cemento y otros productos minerales	0.28
8113	Perforadores y sondistas de pozos y afines	0.27
7512	Panaderos, pasteleros, confiteros y paneleros	0.27
8160	Operadores de máquinas para elaborar alimentos y productos afines	0.27
9612	Clasificadores de desechos	0.27
6130	Productores y trabajadores calificados de explotaciones agropecuarias mixtas cuya producción se destina al mercado	0.27

---

---

2266	Fonoaudiólogos y terapeutas del lenguaje	0.27
8172	Operadores de instalaciones de procesamiento de la madera	0.27
2221	Profesionales de enfermería	0.27
6112	Agricultores y trabajadores calificados de plantaciones de árboles y arbustos	0.27
7532	Patronistas y cortadores de tela, cuero y afines	0.27
3421	Atletas y deportistas	0.26
3222	Técnicos y profesionales del nivel medio en partería	0.26
8341	Operadores de maquinaria agrícola y forestal móvil	0.26
7422	Instaladores y reparadores en tecnología de la información y las comunicaciones	0.26
1120	Directores y gerentes generales	0.26
8321	Conductores de motocicletas	0.26
8132	Operadores de máquinas y procesadores fotográficos y de películas	0.26
5311	Cuidadores de niños	0.26
3123	Supervisores de la construcción, maestros generales de obra, instalación y reparación	0.25
7521	Operarios del tratamiento de la madera	0.25
9321	Empacadores manuales	0.25
5413	Cuerpo de custodia y guardianes de prisión	0.25
3211	Técnicos en aparatos de diagnóstico y tratamiento médico	0.25
7316	Rotulistas, pintores decorativos y grabadores	0.25
0110	Oficiales de las fuerzas militares	0.25
8343	Operadores de grúas, aparatos elevadores y afines	0.24
7323	Encuadernadores y afines	0.24
5164	Cuidadores de animales	0.24
2267	Optómetras	0.24
7421	Ajustadores, reparadores e instaladores en electrónica	0.24
9332	Conductores de vehículos y maquinaria de tracción animal	0.24
1113	Jefes de comunidades étnicas	0.24
8211	Ensambladores de maquinaria mecánica	0.23
7411	Electricistas de obra, residenciales y afines	0.23
5163	Personal de servicios funerarios y embalsamadores	0.23
5321	Trabajadores de los cuidados personales en instituciones	0.23
5141	Peluqueros	0.23
6129	Criadores y trabajadores pecuarios calificados, avicultores y criadores de insectos no clasificados en otros grupos primarios	0.23
3230	Técnicos y profesionales del nivel medio en medicina tradicional y alternativa	0.23
7315	Operarios y artesanos de la fabricación, moldeo y acabado del vidrio	0.23
2250	Veterinarios	0.23
7392	Artesanos del hierro y otros metales	0.23
3212	Técnicos de laboratorios médicos	0.23
7127	Mecánicos montadores de aire acondicionado y refrigeración	0.23
7412	Mecánicos y ajustadores electricistas	0.23
7514	Operarios de la conservación de frutas, legumbres, verduras y afines	0.23
8142	Operadores de máquinas para fabricar productos de material plástico	0.22
7233	Mecánicos y reparadores de máquinas agrícolas e industriales	0.22
2612	Jueces	0.22
7231	Mecánicos y reparadores de vehículos de motor	0.22
8112	Operadores de instalaciones de procesamiento de minerales y rocas	0.22
8159	Operadores de máquinas para fabricar productos textiles y artículos de piel y cuero no clasificados en otros grupos primarios	0.22
0210	Suboficiales de las fuerzas militares	0.22
2342	Profesores de primera infancia y preescolar	0.22
7311	Mecánicos y reparadores de instrumentos de precisión	0.22
8181	Operadores de máquinas para la elaboración de productos de vidrio y cerámica	0.22
3254	Técnicos en óptica	0.22
3413	Auxiliares laicos de las religiones	0.22
9520	Vendedores ambulantes (excluyendo comidas de preparación inmediata)	0.22
7223	Ajustadores y operadores de máquinas herramientas	0.22
5312	Auxiliares de maestros y primera infancia	0.21
7352	Decoradores de piezas artesanales en madera	0.21
9213	Obreros y peones de explotaciones agropecuarias	0.21
9216	Obreros y peones de pesca y acuicultura	0.21
6223	Capitanes, patronos y pescadores de pesca en alta mar	0.21

---

---

7131	Pintores y empapeladores	0.21
7331	Tejedores con telares	0.21
8122	Operadores de máquinas pulidoras, galvanizadoras y recubridoras de metales	0.21
2261	Odontólogos	0.21
2651	Escultores, pintores artísticos y afines	0.20
8152	Operadores de telares y otras máquinas tejedoras	0.20
3240	Técnicos y asistentes veterinarios	0.20
7370	Artesanos del cuero	0.20
8155	Operadores de máquinas de tratamiento de pieles y cueros	0.20
8157	Operadores de máquinas de lavandería	0.20
6210	Trabajadores forestales calificados y afines	0.19
7215	Aparejadores, instaladores y empalmadores de cables	0.19
7126	Fontaneros, instaladores y operarios de mantenimiento de tuberías	0.19
7314	Alfareros y ceramistas (barro y arcilla)	0.19
7211	Operarios de fundición, moldeadores y macheros	0.19
9122	Lavadores de vehículos	0.19
8350	Marineros de cubierta y afines	0.18
7341	Cesteros y mimbreros	0.18
9329	Obreros y peones de la industria manufacturera no clasificados en otros grupos primarios	0.18
7213	Chapistas y caldereros	0.18
9333	Obreros y peones de carga, portuarios y de transporte	0.18
7536	Zapateros y afines	0.18
6320	Trabajadores pecuarios de subsistencia	0.18
7119	Oficiales y operarios de la construcción de obra gruesa y afines no clasificados en otros grupos primarios	0.18
7125	Cristaleros y vidrieros	0.18
7232	Mecánicos y reparadores de sistemas y motores de aeronaves	0.18
2653	Coreógrafos y bailarines	0.18
3255	Técnicos y asistentes terapeutas	0.18
5162	Acompañantes	0.18
7115	Carpinteros de armar y de obra blanca	0.17
7393	Artesanos de las semillas y cortezas vegetales	0.17
7391	Artesanos de papel	0.17
7362	Orfebres y plateros	0.17
8342	Operadores de máquinas de movimiento de tierras, construcción de vías y afines	0.17
9112	Aseadores de oficinas, hoteles y otros establecimientos	0.17
7361	Joyeros	0.17
8153	Operadores de máquinas de coser y bordar	0.17
7342	Sombrereros artesanales	0.16
7333	Otros tejedores	0.16
7399	Artesanos de otros materiales no clasificados en otros grupos primarios	0.16
7535	Apelambradores, pellejeros y curtidores	0.16
7542	Dinamiteros y pegadores	0.16
7122	Enchapadores, parqueteros y colocadores de suelos	0.16
9212	Obreros y peones de explotaciones ganaderas	0.16
7222	Herramientistas y afines	0.16
9412	Ayudantes de cocina	0.16
7413	Instaladores y reparadores de líneas eléctricas	0.16
7523	Ajustadores y operadores de máquinas para trabajar madera	0.16
7132	Barnizadores y afines	0.15
9215	Obreros y peones forestales y de silvicultura	0.15
7221	Herreros y forjadores	0.15
7124	Instaladores de material aislante y de insonorización	0.15
7534	Tapiceros, colchoneros y afines	0.15
9211	Obreros y peones de explotaciones agrícolas	0.15
7531	Sastres, modistos, peleteros y sombrereros	0.15
7351	Talladores de piezas artesanales de madera	0.14
9311	Obreros y peones de minas, canteras y producción de hidrocarburos	0.14
9312	Obreros y peones de obras públicas, mantenimiento y cementerios	0.14
6310	Trabajadores agrícolas de subsistencia	0.14
7112	Albañiles y oficiales de construcción	0.14
8143	Operadores de máquinas para fabricar productos de papel	0.14

---

---

9121	Lavanderos y planchadores manuales	0.14
7111	Constructores de casas	0.14
7312	Fabricantes y afinadores de instrumentos musicales	0.14
7511	Carniceros, pescaderos y afines	0.14
6330	Trabajadores agropecuarios de subsistencia	0.14
7224	Pulidores de metales y afiladores de herramientas	0.13
7234	Reparadores de bicicletas y afines	0.13
7363	Bisutereros	0.13
7516	Preparadores y elaboradores de cigarrillos y productos del tabaco	0.13
9123	Limpiadores de ventanas y vitrinas	0.13
7541	Buzos	0.13
7214	Montadores de estructuras metálicas	0.13
7121	Techadores	0.13
7113	Labrantes, tronzadores y grabadores de piedra	0.13
7212	Soldadores y oxicortadores	0.13
9129	Otro personal de limpieza no clasificados en otros grupos primarios	0.12
6340	Pescadores, cazadores, tramperos y recolectores de subsistencia	0.12
7533	Costureros, bordadores y afines	0.12
9313	Obreros y peones de la construcción	0.12
9622	Personas que realizan trabajos varios	0.12
5169	Otros trabajadores de servicios personales no clasificados en otros grupos primarios	0.11
9111	Personal de servicio doméstico	0.11
2659	Artistas creativos e interpretativos no clasificados en otros grupos primarios	0.11
7522	Ebanistas y carpinteros (excluye carpinteros de armar y de obra blanca)	0.11
5241	Modelos de moda, arte y publicidad	0.11
7114	Operarios en cemento armado, enfoscadores y afines	0.11
9214	Obreros y peones de jardinería y horticultura	0.11
7549	Otros oficiales, operarios y oficios relacionados no clasificados en otros grupos primarios	0.10
9613	Barrenderos y afines	0.10
9624	Acarreadores de agua y recolectores de leña	0.10
7123	Revocadores	0.10
7133	Limpiadores de fachadas y deshollinadores	0.10
6224	Cazadores y tramperos	0.08

---