

MEMORIA ANUAL 2023



**CÁTEDRA
DE INDUSTRIA
CONECTADA**





MEMORIA ANUAL 2023

CÁTEDRA
DE INDUSTRIA
CONECTADA





CARTA DE LOS DIRECTORES

Queridos amigos de la cátedra,

La Cátedra de Industria Conectada, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI) ha cumplido su séptimo año, un ejercicio que sin duda ha estado marcado por la emergencia de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG).

A lo largo del año 2023 hemos visto una competición sin precedentes entre las grandes empresas tecnológicas tratando de mostrar su potencial en el desarrollo de infraestructuras, plataformas y modelos de IAG. Los grandes protagonistas han sido NVIDIA por su capacidad para diseñar y producir las GPUs necesarias para la computación eficiente de los algoritmos que soportan la inteligencia artificial, y OpenAI por sus modelos de lenguaje ChatGPT que han acaparado titulares y captado la atención de líderes políticos, empresariales y académicos en todo el mundo. Además, hemos visto como la velocidad de inversión e implantación ha sido muy superior al que se produjo con el desarrollo de Internet, que fue la tecnología que impulsó la 4ª revolución industrial.

En este periodo volvimos a organizar encuentros y jornadas de gran interés y actualidad. Comenzamos con una jornada dedicada a la digitalización de PYMES que son la base de la economía productiva en España. También, como no podía ser de otra forma en este año, tuvimos una jornada dedicada a la Inteligencia Artificial Generativa en la que exploramos su potencial. El tercer encuentro lo dedicamos al Talento en la era de la IA para tratar de entender cómo esta tecnología está redefiniendo el perfil profesional que necesitan las empresas.

Los desayunos siguen siendo un foro de gran interés para directivos. Nuestro primer invitado fue Charles Powell, Director del Real Instituto Elcano; que nos explicó de forma sencilla y clara la compleja situación geopolítica que afrontamos en Europa. También pudimos disfrutar de la visión de Bernardo Kanahuati, Consejero Delegado de Bayer para España y Portugal, sobre la industria farmacéutica tras el COVID. Fue especialmente inspirador el desayuno con Alejandro Oñoro, Consejero Delegado de ILUNION, que compartió con nosotros cómo hacer rentable una empresa que contrata principalmente personas con discapacidad en un contexto tan competitivo como el que vivimos. Finalmente, nuestro último invitado del año fue Marc Murtra, Presidente de INDRA, que expuso su visión de los desafíos geopolíticos y tecnológicos que afrontamos y cómo convertirlos en oportunidades para INDRA y para España.

Como en años anteriores, las actividades con estudiantes también han formado parte del trabajo de la cátedra. En los meses de junio y julio, el CIC LAB, nuestro laboratorio de investigación e innovación, volvió a combinar el talento de los estudiantes de nuestros grados y másteres en ingeniería con los retos industriales formulados por las empresas patrono para ofrecer soluciones innovadoras. En octubre celebramos nuestro VII Hackathon, en el que Repsol propuso a los alumnos participantes cómo podrían trasladar a la sociedad la importancia de la transición energética a través del uso de herramientas de IA. El año pasado también organizamos el primer encuentro #AlumniCIC, abierto a todos los profesionales que han cursado alguno de los programas formativos vinculados con la cátedra.

Sin duda el 2024 será un año en el que afrontaremos nuevos retos y en el que trataremos de seguir sirviendo a nuestra misión fundacional, ayudar a la industria española a afrontar con éxito los retos y oportunidades que ofrece la tecnología.

Mariano Ventosa







Vicerrector de Investigación y Profesorado, Codirector de la Cátedra

Bernardo Villazán

Miembro de Honor del Observatorio de la Industria 4.0, Codirector de la Cátedra



TABLA DE CONTENIDO

Carta de los Directores	5
Tabla de Contenido	7
 EVENTOS PÚBLICOS	9
1. PYMES INDUSTRIALES 4.0 – 2 de marzo	10
2. IA GENERATIVA – 18 de abril	14
3. EL TALENTO EN LA ERA DE LA IA – 29 de noviembre	18
 EVENTOS PRIVADOS	23
1. IMPACTO DE CHAT GPT – 16 de febrero	24
2. PROSPECTIVA TECNOLÓGICA – 18 de marzo	26
3. ALMUERZO CON ROBERT ENGLE – 11 de mayo	28
4. I ENCUENTRO FAMILIAS #AlumniCIC – 7 de octubre	30
5. EL TALENTO EN LA ERA DE LA IA – 29 de noviembre	32
 DESAYUNOS CON CEO	35
1. CHARLES POWELL, Director Real Instituto Elcano – 17 de enero	36
2. BERNARDO KANAHUATI, CEO Bayer Iberia – 8 de marzo	38
3. ALEJANDRO OÑORO, Consejero Delegado Ilunion – 16 de mayo	40
4. MARC MURTRA, Presidente Indra – 10 de octubre	42
 HACKATHONES	45
1. VII HACKATHON FOR SMART INDUSTRY	46
2. I HACKATHON IA GENERATIVA (DBA - CIC)	48
 INVESTIGACIÓN (CIC LAB)	51
1. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN: La edición del CIC LAB de 2023	52
1.1. ANTOLIN: Aplicación de técnicas de IA para analizar el estado emocional de los ocupantes de un vehículo	54
1.2. ENAGÁS: Digitalización del Protocolo sin SCADA	62
1.3. ENDESA: Análisis de tecnología de prevención de incendios en instalaciones eléctricas ...	69
1.4. ENDESA: Aplicación de tecnologías de IA para analizar y resumir conversaciones telefónicas de servicios de atención al cliente	78
1.5. GESTAMP: Aplicación de técnicas de computación cuántica a problemas industriales	86
1.6. ID LOGISTICS: Optimización de los procesos y funcionamiento de los Robots autónomos para una operación de picking unitario de e-commerce	92
1.7. PACKBENEFIT: Análisis exploratorio de las variables de la formadora	103
PROYECTOS PROMOVIDOS POR LA CÁTEDRA DE INDUSTRIA CONECTADA:	
1.8. Análisis de tolerancias en planos de ingeniería mediante Inteligencia Artificial	110
1.9. Aplicaciones de Inteligencia Artificial a tareas de oficina	124
1.10. Sidequest I: AI Whisperer	132
1.11. Sidequest II: Herramienta Secretaría	136
 FORMACIÓN	141
1. Doble Máster Universitario en Ingeniería Industrial e Industria Conectada (MII-MIC)	142
2. Programa Ejecutivo en Liderazgo y Transformación Digital de la Industria (PELTi)	146
3. Máster Ejecutivo en Transformación Digital de la Industria (METDi)	150





EVENTOS PÚBLICOS

Uno de los objetivos clave de la cátedra es organizar jornadas abiertas al público sobre los desafíos de la Industria Conectada y las tecnologías emergentes que las organizaciones más innovadoras están comenzando a implementar.

Estos eventos brindan la oportunidad de debatir con expertos de reconocido prestigio y profesionales con una amplia trayectoria en la industria, quienes a través de este formato pueden difundir los progresos que están logrando en sus organizaciones.

Las temáticas de este año han estado centradas en temas de plena actualidad como son **la digitalización de las pequeñas y medianas empresas, el tejido principal empresarial en España, los diferentes usos y aplicaciones de la Inteligencia Artificial Generativa**, así como **cuál es el talento necesario en las organizaciones para afrontar esta digitalización y el uso de la IA**.

En definitiva, estos eventos son un lugar de encuentro entre empresas industriales y tecnológicas, profesores e investigadores universitarios, así como profesionales en ejercicio interesados en explorar las oportunidades que brinda la cuarta revolución industrial.



Visita el **Canal de TV Comillas**
de la Cátedra de Industria Conectada:





1 PYMES INDUSTRIALES 4.0



El paradigma de la Industria 4.0 ofrece nuevas oportunidades a las **PYMES industriales** para progresar en eficacia y competitividad, ampliando sus mercados, y contribuyendo a aumentar su tamaño a través de un crecimiento rentable y sostenible. En este encuentro de la **Cátedra de Industria Conectada**, conoceremos de primera mano las experiencias de PYMES industriales, sus inquietudes y necesidades, las tendencias en la evolución del paradigma, de interés para las PYMES, y las soluciones a disposición de las empresas, para acompañarlas en sus actividades.



La introducción a la sesión fue realizada por **Mariano Ventosa Rodríguez**, Vicerrector de Investigación y Profesorado de la Universidad Pontificia Comillas y codirector de la Cátedra de Industria Conectada, que inauguró el primer evento público de 2023, dedicado a cómo la digitalización puede transformar la gestión de las PYMES industriales.

La primera ponente, **María Muñoz**, Directora General de Industria y PYME, Ministerio de Industria y Turismo, que trasladó a la audiencia que la digitalización y la sostenibilidad de las PYMES son actualmente dos cuestiones inseparables que generan una **dobles transición** en la que todos los estados miembro de la Unión Europea se han puesto de acuerdo en que sean el vector de crecimiento europeo.

En palabras de María, *“la COVID-19 nos hizo ver la importancia y el valor de la digitalización, incluso para las PYMES más pequeñas, que tuvieron que tomar medidas aceleradas en la gestión interna y la venta online, implantando nuevas tecnologías de digitalización”*.



La guerra entre Rusia y Ucrania ha supuesto un incremento de precios, tensiones en las cadenas de suministro, escasez de materias primas fundamentales, etc., y es en este contexto en el que la Unión Europea se ha vuelto a replantear la “transición verde”, por la necesidad urgente de lograr una mayor independencia lo más rápidamente posible del gas ruso y los combustibles fósiles. Por lo tanto, el “Pacto Verde” vuelve a tener más relevancia que nunca, y todo el desarrollo de tecnologías verdes energéticas, lo que afecta directamente a la industria.

Resaltó que el sector industrial tiene una oportunidad única para acelerar estas dos transiciones, la **digitalización** y la **transición verde**, puesto que **el sector industrial supone el 12% del PIB español**, y el 17% del PIB europeo. Además, **representa el 10% del empleo español**, que es un empleo de calidad, con mayores salarios y mayor valor añadido que la media de empleos en otros sectores. Para lograrlo, se ha desplegado una enorme inversión por parte de la UE, que se materializa en “Fondos de Recuperación *Next-Gen*”, dirigidos a la descarbonización, el “Plan de Recuperación”, en el que casi el 40% va a ir dedicado a la sostenibilidad y el 29% a la digitalización, y el “Plan Industrial *Net-Zero*”, que supone un empujón al desarrollo de tecnologías verdes.

Seguidamente, se dio paso al resto de participantes de la mesa redonda, que fue moderada por **Álvaro López López**, coordinador de la Cátedra de Industria Conectada, e investigador del Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) de ICAI.



PackBenefit, nuestra nueva empresa patrono, es una empresa de fabricación de envases de celulosa moldeada sostenibles, que está orientada a la sustitución de los envases de plástico. En 2022 fabricaron 42 millones de envases, siendo líderes mundiales en este tipo de envases, aunque hay que tener en cuenta que en Europa la fabricación de envases alimentarios es de 460 mil millones, por lo que el reto que tienen es todavía muy grande.

El primer participante de la mesa redonda fue **Philippe Fèvre**, Director General de **PackBenefit**, y nueva empresa patrono de la cátedra en 2024, que comentó que ellos se enfrentan principalmente a 2 retos:

- Ser una *start-up* industrial tiene mayor complejidad que una de servicios, puesto que la inversión necesaria en los equipos industriales complica mucho el crecimiento del negocio.
- La adaptación a las nuevas tecnologías, ya que los recursos disponibles son muy escasos y el acceso a dichas tecnologías suelen ser bastante elevados.

Para Philippe, una de las claves del éxito de PackBenefit fue que desde el principio se marcaron unos objetivos estratégicos muy bien definidos, resaltando que como para todas las pequeñas empresas, el fondo de maniobra es crítico, cuando empiezan a dimensionarse, puesto que éste estrangula muchísimo la capacidad de crecimiento.



El segundo ponente fue **Iñigo Guinea**, CEO de GHI Smart Furnaces, una empresa familiar con un recorrido de 86 años en el sector que fabrica hornos industriales, principalmente de aluminio y acero.

Iñigo contó cómo en 2015 hicieron una profunda transformación estratégica, realizando una inversión muy fuerte en instalaciones de industria 4.0, y un esfuerzo muy importante de captación de talento. Dentro de las tecnologías 4.0 apostaron sobre todo por el *Big Data*, y debido a ello han conseguido que ya un 20% de la facturación esté ligada a servicios de asistencia técnica y servicios digitales. Actualmente, su empresa cuenta con un equipo de 150 personas, de las cuales 13 personas están centradas en analítica avanzada y mejora de procesos.

La intención inicial de su plan estratégico era buscar un desacoplamiento del ciclo económico, buscando un modelo de servicios.

Comentó que sus **principales retos** están ligados a la **captación de talento cualificado y la escalabilidad de las plataformas**, ya que las necesidades de conectividad entre ellas se van incrementando a una velocidad exponencial. Su apuesta para enfrentar el primer reto ha sido invertir la formación interna para conseguir tener el nivel de conocimiento y habilidades que requerían esa transformación digital.

La siguiente intervención estuvo a cargo de **Elias Fullana**, Director Global de Marketing y Canal Digital de Prosegur, que explicó cómo realizaron en una completa transformación digital del negocio con Inteligencia Artificial, sensores, IoT, robótica, etc.

Conscientes del reto que supone para las PYMES enfrentarse a la digitalización, han desarrollado una iniciativa llamada "**Zona PYME**", que es un portal de información, herramientas y recursos dirigida a las PYMES españolas, para ayudarlas a gestionar de forma segura y eficaz sus negocios.



Los temas principales sobre los que asesoran, están relacionados con la gestión, la legislación y la normativa actual, la tecnología y la digitalización, así como la seguridad y la gestión del efectivo en una empresa.



Finalmente, el Secretario General del Observatorio Industria 4.0, **Eduardo Rodríguez** trasladó cuáles han sido las principales conclusiones del **“V Estudio Smart Industry 4.0”**:



- Las prioridades de inversión se centran en “Big Data & Analytics” y “Industrial IoT”, seguidas por “Machine Learning & AI” y “Ciberseguridad”.
- Las principales barreras son las dudas sobre el ROI en la inversión realizada, así como la preocupación por la ciberseguridad y la falta de formación interna en las empresas, junto a la resistencia al cambio.
- La competencia indispensable para avanzar en la transformación digital es sin duda el manejo de datos, seguida por la analítica y la ciberseguridad.
- Las principales preocupaciones en transformación digital son los costes energéticos, la automatización, la planificación a demanda y el mantenimiento de las instalaciones.
- **Un 43% de las empresas no cuenta con un plan de formación y capacitación para nuevas tecnologías.**
- **Sólo un 36% reconocen estar preparadas para la implantación de nuevas tecnologías.**
- **Un 68% de los activos industriales tiene más de 15 años.**

El debate de la mesa redonda finalizó con un rico debate entre los ponentes y los asistentes, centrado en cómo desbloquear las palancas necesarias para el despliegue de la digitalización.



Si te perdiste el evento puedes acceder al contenido completo en [este enlace](#):



Aquí podrás ver [todas las fotos del encuentro](#):





2 | IA GENERATIVA

La **Inteligencia Artificial Generativa** es una tecnología fascinante con numerosas aplicaciones potenciales para la sociedad, que sin duda ha sido un área tremendamente importante y de actualidad en 2024. En este evento, se exploró en profundidad la Inteligencia Artificial Generativa.

Para este evento, se contó con profesionales de las empresas patrono de la **Cátedra de Industria Conectada**, como Gestamp, IBM y Prosegur, así como con un alumno de ICAI, que también ha sido colaborador del CIC LAB, dirigido por **Álvaro López López**, quien fue el encargado de moderar la mesa redonda y el debate posterior con la audiencia.



Mariano Ventosa Rodríguez, Vicerrector de Investigación y Profesorado de la Universidad Pontificia Comillas y codirector de la Cátedra de Industria Conectada, inauguró la sesión citando a Marvin Minsky, considerado padre del área de Inteligencia Artificial, y uno de los fundadores del MIT, quien dijo que “no creo que la historia de la filosofía puedan explicarnos cómo los seres humanos aprenderán a crear inteligencia artificial, porque la creación de inteligencia artificial será una

empresa de descubrimiento de un nivel de complejidad y organización sin precedentes”. En palabras de Mariano, estamos ante la segunda gran revolución industrial que es sin duda la Inteligencia Artificial. Todavía es imposible averiguar de qué forma estas tecnologías van a cambiar nuestra forma de vivir y trabajar, pero sin duda va a cambiar la sociedad. Estamos ante un cambio mucho más profundo de lo que pudo ser la anterior revolución industrial, marcada por el uso de internet. Se prevé que hasta un 25% de las tareas que hoy en día realizamos sean sustituidas por la tecnología de la inteligencia artificial.



Álvaro López López, coordinador de la **Cátedra de Industria Conectada** e investigador en el Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) de Comillas ICAI fue el encargado de moderar la mesa redonda. Señaló que *“la Inteligencia Artificial Generativa tiene un potencial de disrupción diferente a otras tecnologías que hemos visto, y prueba de su potencial es que Samsung, uno de los principales actores en el mercado de los teléfonos móviles en Android*

ha decidido sustituir a Google como su buscador predeterminado y cambiarlo por Bing, que actualmente tiene una cuota de mercado minúsculo, tras 4 meses del lanzamiento de ChatGPT”.

Esta dinámica mesa redonda comenzó con la intervención de **María Borbonés Garcé**, **Client Engineering Manager & Solutions Architect, IBM**, que fue la encargada de hacer una introducción sobre la IA Generativa y cómo una empresa como IBM está trabajando en éste área desde hace ya muchos años, poniendo como ejemplo cómo debido a la IA generativa muchas veces en la prensa ya no podemos distinguir qué es una noticia o imagen real o cuál es falsa. Por lo tanto, la IA generativa presenta muchísimas oportunidades, pero también tiene asociada una gran problemática si no se utiliza correctamente desde un punto de vista moral o ético.



Para poner un poco de contexto a la IA generativa y entender bien cómo funcionan los Modelos Fundacionales en los que se basa, María Borbonés lo explicó relacionando los modelos fundacionales con el diseño o arquitectura de los edificios en función del uso que se les vaya a dar. *“Lo que tienen de diferenciador estos modelos fundacionales es que nos van a permitir pasar de lo que se hacía antes con la Inteligencia Artificial, que era desarrollar un modelo por cada tarea específica que se quería realizar, a obtener modelos más flexibles que nos van a permitir realizar cualquier tipo de tarea. Además, se entrenan con grandes volúmenes de datos, utilizan autoaprendizaje y son muy versátiles”*.

Dentro de los MF, hay modelos específicos que son los Modelos de Lenguaje (MLs), que son los que actualmente se están escuchando mucho, debido a ChatGPT. **Un ML mide la probabilidad de que una palabra o secuencia de palabras aparezcan en una determinada frase y su utilidad consiste en adivinar la siguiente palabra más probable.**



Para ser conscientes de lo que cuesta entrenar un LLM, se puso el ejemplo de Chat GPT-3, en el que se utilizó la misma energía que 30.000 casas de EEUU en un único día.

Un aspecto que hay que considerar cuando se utilizan este tipo de modelos es la fuente de datos y hasta cuándo han sido actualizados dichos datos, así como cómo podemos asegurarnos de que los orígenes de datos son de calidad. Cuanto más complejos y más grandes sean los modelos, más difícil va a ser actualizar la información, puesto que la información cambia constantemente y mantener estos sistemas actualizados es intensamente costoso.

Hoy en día, las grandes corporaciones aún tienen problemas para encontrar los conocimientos necesarios para trabajar en proyectos de IA.



La siguiente intervención fue a cargo de **Nera González Romero, Innovation & Product Development Manager en Prosegur.**

Explicó cómo están aplicando la IA generativa en el mundo de la seguridad. En Prosegur llevan mucho tiempo haciendo pruebas, ya que estas tecnologías están siendo muy disruptivas y aunque en el corto plazo no están generando productos, sí que les están ayudando a mejorar la eficiencia

en los procesos. En Prosegur están seguros de que en el medio plazo la **IA Generativa va a cambiar las reglas del juego, pero, sobre todo, va a cambiar la forma que tenemos de interactuar con las máquinas.**

En Prosegur tienen un modelo de seguridad híbrida, basada en las personas, en los datos y la tecnología. Lo aplican en su área de videovigilancia, en el desarrollo de nuevos servicios, y para mejorar procedimientos internos.

En la parte de videovigilancia, han trabajado con redes neuronales para la generación de rostros hiperrealistas, así como para generar imágenes en casos de uso especiales de difícil obtención de datos, como son, por ejemplo, incendios en el interior de edificios, inundaciones, así como ataques con personas armadas en medios de transporte públicos.

En Prosegur están trabajando con GPT. No trabajan con ChatGPT porque es un modelo open source, y hay que tener en cuenta que cuando lo estás utilizando, estás compartiendo tus datos, por lo que la privacidad corporativa puede quedar comprometida. Utilizan GPT porque así tienen todo el control de lo que entra y sale en el modelo, y por lo tanto se evita el riesgo de fuga de información.

Nera finalizó su exposición con una demostración en directo de una de las herramientas de Prosegur, haciendo énfasis en la importancia del uso ético y responsable de esta tecnología.

El siguiente participante en la mesa redonda fue **Diego Mallada Conte, IT Digital Tech Director, Gestamp**, que centró su exposición en contar cuáles son los proyectos y los retos relacionados con IA, IOT, ciberseguridad industrial, gemelos digitales o metaverso que están observando desde Gestamp, que cuenta con 13 centros de I+D.



En Gestamp han establecido comunidades de software, para digitalizar el conocimiento interno y extenderlo a lo largo de la organización a nivel mundial, de forma que se puedan beneficiar empleados de plantas o países diferentes y se mejore la productividad global. Desde hace años se trabaja con la premisa “*Just In Time*” y es completamente necesario no ir solo sino acompañado con una gran cantidad de partners a lo largo de las cadenas de suministro, cada vez más interrelacionadas.

Diego hizo un repaso histórico del desarrollo de la IA, remontándose a 1950, cuando se desarrolló el Test de Turing, matizando que no todo es IA. El concepto de IA se puede clasificar desde un punto de vista más general a otros más específicos, considerando subconjuntos más acotados, como son el *Machine Learning* y el *Deep Learning*. También hizo un repaso de la escala que estas tecnologías han alcanzado en los últimos años, poniendo de relieve el gran consumo de energía que están teniendo los Modelos de Lenguaje (MLs), especialmente los “*Transformers*”. Muchos de estos MLs han nacido en modelos de colaboración *open source*, que está facilitando su aceleración de uso y desarrollo, tanto en el volumen de plataformas, como en la calidad que se está desarrollando en ellos. Así como hizo la ponente anterior, Diego también resaltó que debemos prestar especial atención a la privacidad de los datos. Finalizó hablando sobre los principales casos de uso de IAG que están utilizando en Gestamp están centrados en inspección de calidad automatizada, co-desarrollo de software, soporte de usuarios *Helpdesk*, generación de datos sintéticos, *troubleshooting* de incidencias, procesos de mantenimiento, *data* análisis, etc.

El último participante fue **Francisco Barragán Castro**, alumno del **Máster de Ingeniería Industrial (MII)** en ICAI, y recientemente ha sido premiado por su proyecto “*Implementación de algoritmos de navegación en un Turtlebot3*” y que tuvo lugar en la “**XXI Edición de Entrega de Premios al Mejor Proyecto Fin de Carrera**” de la **Escuela Superior Técnica de Ingeniería (Comillas ICAI)**. Francisco centró su intervención en la utilidad del uso de Modelos LLM en el ámbito educativo, que se basan principalmente en dos compañías: los modelos de *Open IA* y los modelos de *Meta IA*. Estos modelos se pueden centrar en el procesado de los datos o en la generación de nuevos datos, como las herramientas de *ChatGPT* y *GitHub Copilot*.



Si te perdiste el evento puedes acceder al contenido completo en [este enlace](#):



Aquí podrás ver [todas las fotos del encuentro](#):





3 | EL TALENTO EN LA ERA DE LA IA



Álvaro López López, coordinador de la **Cátedra de Industria Conectada** e investigador en el Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) de Comillas ICAI fue el encargado de dar comienzo a la última jornada del año, centrada en el impacto de la Inteligencia Artificial en el mercado laboral.

Como no podía ser de otra manera, éste fue uno de los eventos que mayor público atrajo, debido a la Inteligencia Artificial (IA) es uno de los temas de mayor relevancia, trascendencia y actualidad, y que tiene impacto en prácticamente todos los sectores y profesiones.



Este evento, con formato de mesa redonda en el que participaron un panel de expertos de algunas de las empresas patrono de la cátedra, IBM e Indra, así como Amazon Web Services (AWS), tuvo

como moderadora a **Marina Lettieri Palencia**, antigua alumna del **Doble Máster en Ingeniería Industrial (MII) y en Industria Conectada (MIC)**.

Los participantes en este encuentro sobre "Talento en la era de la Inteligencia Artificial (IA)" contó con:

- **Irene Barrena Vitores**, Directora de RRHH en **IBM**
- **Sofía Collado Echaure**, Directora de RRHH en **Indra**
- **Carlos Carús**, *Digital Skills Strategist*, EMEA Tech Leader, CTO en **Amazon Web Services (AWS)**



El objetivo de la sesión era reflexionar sobre cómo la IA está redefiniendo la gestión del talento y cómo podemos prepararnos los profesionales para un futuro laboral en el que el talento humano será aumentado por la IA.

Los ponentes discutieron cómo la automatización y las nuevas tecnologías están transformando diversos sectores, desde la manufactura hasta los servicios financieros. Se destacaron tanto los desafíos como las oportunidades que esta revolución tecnológica presenta.



En particular, **Irene Barrena Vitores**, Directora de RRHH en **IBM**, comentó que algo muy importante a tener en cuenta es que **“la IA es un medio para facilitarnos la vida, no un fin”**, refiriéndose al uso que le están dando los especialistas en selección de personal en IBM. La IA se está utilizando en IBM para hacer lo más eficiente y automático posible los procesos de selección, especialmente en aquellas tareas que son muy repetitivas, y en las que añade poco valor

que sean las personas las que realicen estas tareas. El objetivo que busca IBM es mejorar la experiencia del candidato y de los profesionales que están llevando a cabo dichos procesos de selección. Mencionó varias herramientas que utilizan, entre ellas **WatsonX**. Además de para los procesos de selección, IBM utiliza la IA en todo el ciclo de vida del empleado para mejorar la retención de talento dentro de la organización.





Carlos Carús, *Digital Skills Strategist*, EMEA Tech Leader, CTO en **Amazon Web Services (AWS)**

habló sobre cómo utilizan herramientas de *Machine Learning* más que Inteligencia Artificial en AWS, tanto para sus procesos de selección, como para la medición del desempeño de sus empleados. Estas herramientas permiten extraer datos para “hacer filtrados porque cada perfil requiere requisitos funcionales muy diferentes”. Carlos Carús continuó trasladando la impor-

tancia de “ser curiosos y tener ganas y capacidad de aprender”. En Amazon, **más que expertos lo que se busca son personas con potencial de aprendizaje y liderazgo**, y utilizan estas herramientas de *Machine Learning* como ayuda en el proceso de toma de decisiones. La tecnología avanza tanto y tan rápido, que las tecnologías pronto se quedan obsoletas, por eso lo importante es centrarse en que los profesionales tengan esa capacidad de adaptación al cambio y constante aprendizaje y actualización profesional. Finalizó comentando que **“se necesitan profesionales que crezcan con el negocio”**. La mentalidad que buscan en AWS es premiar la visión a largo plazo y el “customer obsession”, que son comportamientos que buscan el beneficio a medio y largo plazo.

Sofía Collado Echaure, Directora de RRHH en **Indra** comentó que la IA impacta en tres vertientes en su negocio:

1. La eficiencia en los procesos de selección y gestión del talento
2. Como la IA impacta en los procesos de trabajo de los sectores e industrias en los que participan
3. Cómo se gobierna el dato y las herramientas de IA dentro de las organizaciones con las que colabora Indra.



Sofía mencionó que lo realmente relevante de la IA es cómo va a cambiar la fuerza de trabajo en los próximos años, y por lo tanto, los perfiles que deben tener las empresas, como consecuencia de la aplicación de la IA en los negocios de cada organización. Coincidiendo con las dos intervenciones anteriores, Sofía resaltó que **“la IA impacta en la eficiencia de los procesos de búsqueda de talento”**.

Los tres ponentes compartieron datos y experiencias sobre cómo la IA está impactando tanto a los propios negocios en sí, como a la forma y los procesos de selección y gestión del talento. Llegaron a la conclusión de que la IA debe considerarse como una herramienta de aprendizaje a todos los niveles.

Carlos Carús, argumentó por qué sin lugar a dudas, la IA es una herramienta que ayuda a retener talento: “Facilita el trabajo y nos dota de capacidad para permitir que el empleado crezca”, a lo que Sofía Collado añadió que “los expertos en RRHH deben tener indicios preventivos y ser proactivos, puesto que las medidas reactivas en la retención de talento llegan cuando ya es tarde”.



Además, **la tecnología en sí atrae talento**: no es lo mismo poder entrar en una compañía a la última en tecnología que en otras no tan avanzadas, coincidieron los ponentes. Porque **lo que se busca es gente inquieta, curiosa y con ganas de aprender**. Según Irene Barrena “**si hay una habilidad estrella esa es la de propensión al aprendizaje, porque es algo que no cambiará en toda nuestra carrera profesional**”; todos los días nos tenemos que formar, leer, estimular el cerebro... porque lo que sepas ahora no te va a servir más de seis meses”. En este sentido, Carlos Carús recomendó a los asistentes a la jornada “aprender y ser curiosos, porque buscamos gente a la que le gusta aprender, ya que la tecnología cambia, y lo realmente importante es saber adaptarse al cambio sin tener miedo de aprender cosas nuevas”.

Los expertos invitados señalaron la necesidad de desarrollar nuevas habilidades y competencias para mantenerse relevantes en un entorno laboral en constante cambio. También se enfatizó la importancia de la educación continua y la formación profesional para adaptarse a las demandas del mercado.

Después de un animado debate con los asistentes, el evento concluyó con una nota optimista, destacando que, si bien la Inteligencia Artificial presenta desafíos significativos, también ofrece la oportunidad de mejorar la eficiencia en las organizaciones y los puestos de trabajo a través de innovaciones en múltiples y muy diversas herramientas.



Si te perdiste el evento puedes acceder al contenido completo en [este enlace](#):



Aquí podrás ver [todas las fotos del encuentro](#):







EVENTOS PRIVADOS

Como cada año, se han organizado sesiones específicas en temas de especial relevancia o interés, con el propósito de fomentar el *networking* y la colaboración entre los profesionales vinculados a la cátedra, generando espacios de debate comunes entre los especialistas de las empresas patrono de la cátedra.

Durante estas reuniones, se intercambian experiencias, se comparten inquietudes o desafíos, y se exploran posibilidades de colaboración entre las distintas organizaciones. Estas sesiones representan una oportunidad para que las empresas patrono descubran nuevas formas de innovar, en las que se promueve la sinergia entre ellas.

Por lo general, la dinámica consiste en que un invitado dirige o guía la sesión, compartiendo su perspectiva y explicando cómo su organización ha afrontado los desafíos de la digitalización, con el propósito de inspirar a los profesionales presentes.

La diversidad de perspectivas y conocimientos que se reúnen en estos encuentros enriquecen el abordaje de los temas tratados y generan el ambiente propicio para el aprendizaje y el desarrollo conjunto. En definitiva, estas reuniones son un espacio donde el *know-how* y la colaboración se fusionan para impulsar el progreso y la excelencia en el ámbito empresarial e industrial.



Visita el **Canal de Youtube**
de la Cátedra de Industria Conectada:





EVENTOS PRIVADOS

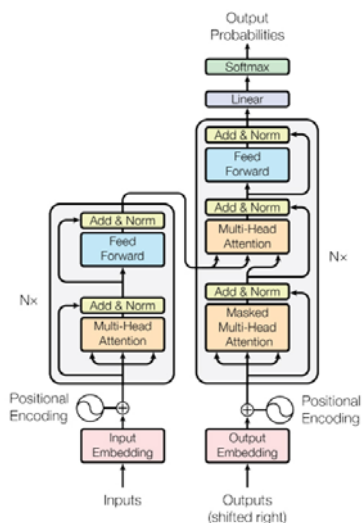
1 IMPACTO DEL CHAT GPT



Esta sesión fue el primer encuentro privado del año, liderada por **Álvaro López López**, coordinador e investigador principal de la Cátedra de Industria Conectada, y experto en Inteligencia Artificial (IA).

Este evento fue uno de los más concurridos del año, ya que reunió a numerosos profesionales de cada empresa patrono de la cátedra. Esto demuestra el gran interés que ChatGPT estaba generando en ese momento.

Para comenzar la sesión, Álvaro explicó cómo aprenden los modelos de Inteligencia Artificial (IA), haciendo un breve repaso sobre cómo se realiza el “aprendizaje no supervisado”, el “aprendizaje no supervisado”, y los métodos de “prueba y error”, así como los modelos de Deep Learning.



Se presentó cuál es la idea detrás de GPT-3, modelo que ha sido creado tras muchísimos estudios de investigación previos en las “Redes Convolucionales” (CNNs) y las “Redes Recurrentes” (RNNs), mencionando el paper de “**Attention is all you need**”, de 2017, publicado por Google, lo que dio lugar a una explosión en los modelos de lenguaje, basados en esta arquitectura de atención que propusieron. También se presentaron los modelos asociados de redes generativas, y su trascendencia en la generación de contenidos, aplicable a innumerables sectores.

Con el objetivo de impulsar la participación y el debate entre los participantes, se llevaron a cabo varias demostraciones en directo usando ChatGPT para mostrar el potencial de esta herramienta.



Estas demostraciones no solo sirvieron para ilustrar las funcionalidades de la herramienta, sino que también fomentaron la interacción entre los asistentes, quienes pudieron plantear sus preguntas y compartir sus impresiones en tiempo real. La atmósfera dinámica y participativa contribuyó a enriquecer la experiencia de todos los presentes, creando un ambiente de colaboración y enriquecimiento mutuo entre los participantes.

Durante esta reunión se discutieron aspectos técnicos específicos sobre la creación y evolución de ChatGPT, su influencia en los negocios y en diversas industrias, y cómo los expertos pueden sacar provecho de esta innovadora tecnología para obtener beneficios. También se exploraron los posibles riesgos relacionados con esta tecnología.

En definitiva, este encuentro generó un debate muy enriquecedor sobre las últimas tendencias en inteligencia artificial. Durante el mismo, los participantes intercambiaron ideas innovadoras y experiencias recientes en sus campos de trabajo, destacando el valor añadido que aportaron en sus equipos. Sin lugar a dudas, esta ocasión supuso una oportunidad única para aprender y establecer conexiones con otros compañeros de profesión, fortaleciendo así la red de contactos y fomentando colaboraciones futuras.





EVENTOS PRIVADOS

2 | PROSPECTIVA TECNOLÓGICA



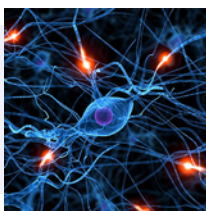
El objetivo de la sesión fue averiguar si dentro de las empresas patrono tienen retos o problemas que se pudieran desarrollar desde la cátedra mediante proyectos de investigación.

Durante la reunión, se discutieron diversas ideas y propuestas para abordar los posibles desafíos que enfrentan las empresas patrono. Se identificaron áreas de oportunidad donde los proyectos de investigación podrían generar soluciones innovadoras y beneficios tanto para las empresas como para la academia. El intercambio de conocimientos y experiencias entre ambas partes se reveló como una estrategia clave para promover la colaboración y el crecimiento mutuo.

Al finalizar la sesión, se acordó establecer un plan de trabajo conjunto para abordar los retos identificados y fomentar una relación de colaboración a largo plazo.

Álvaro López López, coordinador y líder de investigación de la Cátedra de Industria Conectada, ofreció una visión general de las áreas de trabajo actuales de la cátedra. Presentó las principales líneas de investigación y detalló el enfoque que se les está otorgando a cada una de ellas.

Entre los principales proyectos de investigación, se mencionaron los siguientes:



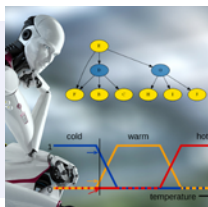
- Transferencia de experiencia sintética a la realidad, a través de técnicas avanzadas de IA.



- Generación controlada de muestras para aplicar técnicas avanzadas en problemas industriales.



- Procesamiento de lenguaje natural (NLP).



- Aprendizaje de representaciones avanzadas.



- Proyectos desarrollados en el CIC LAB, de la mano de las empresas patrono.

Durante su presentación, compartió de manera detallada la importancia y relevancia de cada una de estas líneas, resaltando el impacto positivo que están teniendo en el campo de estudio. Su exposición fue inspiradora y motivadora, demostrando el compromiso y la pasión que guían el trabajo de la cátedra hacia la excelencia y la innovación en la investigación.

A esta reunión acudieron también **Lucía Güitta López** e **Ignacio de Rodrigo Tobías**, dos doctores que realizan proyectos de investigación dentro de la cátedra.



3 | ALMUERZO CON ROBERT ENGLE



Robert Engle, profesor emérito de la Escuela de Negocios Stern de la Universidad de Nueva York, visitó la Universidad Pontificia Comillas y mantuvo un encuentro con las empresas patrono de la cátedra, para debatir sobre los retos actuales de la economía y la sociedad.

El evento, organizado por la **Cátedra de Industria Concertada**, tuvo lugar el 11 de mayo y nos brindó el honor de contar como conferenciante invitado con el Profesor Robert F Engle, reconocido con el **premio Nobel de Economía en 2003** (compartido con Clive W.J. Granjer), por haber desarrollado “métodos de analizar las series temporales con volatilidad variante en el tiempo (ARCH)”. Engle desarrolló este concepto de volatilidad no constante y lo desarrolló en el campo de las finanzas, dando lugar al nacimiento de la econometría financiera.

En esta reunión, Robert Engle mantuvo una animada conversación con el resto de participantes sobre cómo la invasión de Rusia en Ucrania había acelerado todos los procesos de transición hacia una economía descarbonizada. También conversó sobre las tensiones políticas entre EEUU y China y cómo éstas han contribuido a la alta inflación de los últimos dos años.

Al margen de la geoeconomía, Robert Engle destacó que **la Inteligencia Artificial ya está teniendo un gran impacto en el mercado de trabajo, los negocios y la educación**. Aprovechó para subrayar que **la necesidad de desarrollar el pensamiento crítico en los jóvenes estudiantes es más importante que nunca**, ya que les permitirá adaptarse de manera efectiva a los cambios constantes en el mercado laboral.

Asimismo, hizo hincapié en la importancia de la formación continua en cualquier tipo de profesión, pues la tecnología nos está demandando a todos una mayor capacidad de adaptación a los cambios del mercado laboral. Remarcó que el aprendizaje constante es la clave para prosperar en esta era digital.



Robert Engle participó en un encuentro junto a representantes de las empresas patrono de la Cátedra de Industria Conectada

Robert Engle se despidió señalando que ha disfrutado mucho de su visita a España, que le encanta nuestra cultura y que las distintas reuniones y encuentros con profesores, estudiantes y alumni de Comillas habían sido muy enriquecedores.



La jornada tuvo un componente didáctico, en el que contamos con Fernando Tobías Moreno, experto en **coaching y formador en las áreas de Mindfulness y Focusing**.

Los participantes exploraron nuevas formas de estar y reaccionar en el día a día a través de juegos interactivos y divertidos, descubriendo así la importancia de la atención plena y consciente. El objetivo de la sesión fue ofrecer técnicas sencillas que contribuyan a aumentar nuestra productividad y satisfacción personal.

Actualmente todos los profesionales nos enfrentamos a entornos altamente competitivos que a veces nos dificultan estar presentes y conectados con lo que sucede a nuestro alrededor o con los retos a los que debemos responder. Por este motivo, se aportaron diferentes pautas y consejos que ayudaron a los asistentes a regular la atención de manera eficiente y situarla en cada momento donde sea necesario. Mediante ejemplos, se puso en práctica cómo fijar nuestra atención en lo importante de cada momento o situación, ya sea en el aspecto profesional o personal.

Los participantes también practicaron cómo aprender a calmar la mente para establecer una nueva conexión con ella, de modo que se pueda emplear la mente como una herramienta efectiva a su disposición.



Tras esta dinámica sesión, se llevó a cabo un almuerzo al aire libre para que los **#AlumniCIC** pudieran conocerse y promover el intercambio de experiencias y aprendizajes.



5 | EL TALENTO EN LA ERA DE LA IA



El 29 de noviembre de 2023 se celebró la reunión privada de la cátedra de industria conectada dedicada a tratar el tema “Talento en la era de la Inteligencia Artificial”. En esta sesión de trabajo, se reunieron personas relevantes en el ámbito de la gestión de personas de las empresas patrono de la cátedra.

Enrique Fernández Puertas, Director de Talento y Cultura en Repsol, fue el encargado de liderar la introducción y moderación de la sesión. En términos generales, en la reunión se exploró la relación bidireccional entre “talento” e “inteligencia artificial”, tratando de abordar dos interrogantes en este ámbito:

- **¿Qué puede hacer la IA por el talento?**
- **¿Qué puede hacer el talento por la IA?**

La sesión se dividió en dos partes diferenciadas. En un primer tramo, los representantes de las empresas patrono expusieron su visión sobre la relación entre talento e inteligencia artificial.

A modo de nota metodológica, se solicitó a los participantes que estructuraran sus presentaciones de la siguiente manera:

- **¿Cuál es la relevancia de este tema en sus organizaciones?**
- **¿Cuáles son los retos o desafíos a los que se enfrentan?**
- **¿Qué experiencias, tanto positivas como negativas, están atravesando?**



La totalidad de las empresas industriales reunidas declararon que **la IA está más extendida en las plantas que en las oficinas**, en especial en departamentos técnicos. Una de las cuestiones más importantes referidas por los ponentes en lo relativo a la adopción de IA por las compañías tuvo que ver con **el impulso que se da desde la alta dirección**. Algunos altos directivos presentes en la reunión hablaron de la importancia de analizar en el momento de diseño del **plan estratégico** si estas herramientas están alineadas o si nos pueden ayudar a conseguir los objetivos de la compañía. Se reconoce en general el gran potencial asociado a estas tecnologías, pero encuentran un freno claro al uso dentro de sus competencias por la **sensibilidad de los datos** que manejan.

En el ámbito de la gestión de personas parecieron varios puntos muy relevantes. En primer lugar, se trató el **dilema entre construir equipos internos para optimizar la adopción de la tecnología frente a la adquisición de servicios externos**. Se describieron varios retos importantes dentro de esta estrategia de construcción de equipos, tales como la posibilidad de detectar y atraer a personas con perfiles híbridos, que combinen una profunda comprensión de negocio con el manejo competente de las nuevas tecnologías de IA y el reto de retenerlos en la empresa. Respecto a la segunda estrategia referida, la de comprar frente a construir, se habló de la gran indefinición relacionada con la forma que tendrán los ecosistemas para interactuar con proveedores de esta tecnología o compartir experiencias/recursos con otros.

Durante la reunión, los participantes también mostraron su preocupación respecto a varias cuestiones relevantes relacionadas con esta tecnología, como la necesidad de que **el contacto humano se mantenga en el proceso de reclutamiento**, la incertidumbre que plantea la desaparición de ciertos puestos de trabajo y la dificultad de hacer predicciones sobre el futuro, las **consideraciones éticas** en el uso de la IA y los límites que habrá que imponer para utilizar esta tecnología de manera responsable.



Principales ideas sobre las que trataron las presentaciones y el debate

Tras finalizar las conclusiones, hubo una segunda parte, dedicada al tiempo de debate, y que también fue moderada por Enrique Fernández Puertas.

Durante la reunión se compartió información de gran relevancia en la materia y, una vez finalizada, la Cátedra de Industria Conectada elaboró un informe que resume las principales reflexiones y conclusiones emitidas en dicho encuentro privado.





DESAYUNOS CON CEO

Como ya es tradicional en la cátedra, cada año se organiza un ciclo de desayunos con CEO, con el objetivo de servir de foro de reflexión, debate y puesta en común de buenas prácticas, casos de éxito, así como para analizar las tendencias de un sector. En ellos, el Presidente/CEO de una empresa expone, ante destacados representantes de empresas industriales y otros directivos relevantes de las empresas patrono, la situación de su sector, las tendencias actuales, así como el peso de la tecnología en el proceso de digitalización de sus organizaciones.

Estos encuentros sirven como una oportunidad de hacer *networking* entre altos cargos de una gran variedad de empresas ligadas a la industria 4.0. y a la digitalización de sus organizaciones, y que siguen siendo un foro de gran interés para directivos.

Nuestro primer invitado fue **Charles Powell**, Director del REAL INSTITUTO ELCANO; que nos explicó de forma sencilla y clara la compleja situación geopolítica que afrontamos en Europa. También pudimos disfrutar de la visión de **Bernardo Kanahuati**, Consejero Delegado de BAYER para España y Portugal, sobre la industria farmacéutica tras el COVID. Fue especialmente inspirador el desayuno con **Alejandro Oñoro**, Consejero Delegado de ILUNION, que compartió con nosotros cómo hacer rentable una empresa que contrata principalmente personas con discapacidad en un contexto tan competitivo como el que vivimos. Finalmente, nuestro último invitado del año fue **Marc Murtra**, Presidente de INDRA, que expuso su visión de los desafíos geopolíticos y tecnológicos que afrontamos y cómo convertirlos en oportunidades para INDRA y para España.

En todos los desayunos hubo un gran debate entre los asistentes, que compartieron cuáles son los retos a los que se enfrentan sus empresas u organizaciones, y compartieron opiniones sobre cómo afrontarlos.



Visita el **Canal de Youtube**
de la Cátedra de Industria Conectada:





1 | CHARLES POWELL, Director Real Instituto Elcano

17 de enero



La Cátedra de Industria Conectada (Comillas ICAI), dentro de su ciclo "Desayunos con CEO", organizó el primer encuentro del año de este tipo, en esta ocasión junto a **Charles Powell**, director del **Real Instituto Elcano**, como invitado.



Charles Powell es director del Real Instituto Elcano, el principal centro de estudios sobre relaciones internacionales de España.

Es autor de seis libros y docenas de artículos sobre la historia política y la política exterior de España, con especial énfasis en su dimensión europea. Powell ha sido profesor en la Universidad de Oxford, en donde se doctoró con una tesis sobre la transición de España a la democracia. En 2017 fue nombrado Compañero de la Orden de San Miguel y San Jorge (CMG) por sus servicios a las relaciones británico-españolas.



El rector de la universidad, Enrique Sanz, SJ, fue el encargado de inaugurar el acto. Bernardo Villazán, director de la Cátedra de Industria Conectada, acompañó al rector y presentó al invitado ante los asistentes, entre ellos, varios de los patronos de la cátedra.

Charles Powell repasó las causas, reacciones y consecuencias de la guerra en Ucrania. También aprovechó para ampliar la reflexión explicando los condicionantes que han llevado a la actual situación en el tablero geopolítico mundial, destacando las fortalezas y debilidades de las distintas alianzas que han emergido como consecuencia de la guerra. Powell explicó un término cada vez más utilizado sobre el nuevo rol de la Unión Europea tras la invasión, la autonomía estratégica, que apunta a la necesidad de convertir a la Unión en una potencia con capacidad de ejercicio del poder.

Finalizó su exposición compartiendo con los asistentes sus impresiones sobre los distintos escenarios que se dibujan sobre el final de la guerra y la posguerra.

Tras la exposición, tuvo lugar un interesante coloquio con los asistentes, que profundizó en las implicaciones que tiene la guerra para Europa y España a medio y largo plazo.



Aquí podrás ver **todas las fotos del encuentro:**





2 | BERNARDO KANAHUATI, CEO Bayer Ibérica

8 de marzo



El segundo invitado del ciclo “Desayunos con CEO”, fue **Bernardo Kanahuati**, Consejero Delegado de **Bayer** para España y Portugal, y Country Division Head para la División Pharma en España.

El rector de la universidad, Enrique Sanz, SJ, fue el encargado de inaugurar el acto. Bernardo Villazán, director de la Cátedra de Industria Conectada, acompañó al rector y presentó al invitado ante los asistentes, entre ellos, varios de los patronos de la cátedra.



Bernardo Kanahuati compartió con los invitados la importancia de la innovación colaborativa y abierta, cada vez más necesaria. Además, explicó por qué sigue siendo clave tener siempre como objetivo empresarial la innovación para desarrollar soluciones a los retos que plantea la sociedad, que cada vez se dan de forma más rápida, lo que requiere una apuesta real por la inversión en investigación. En un mundo cada vez más tecnológico y digitalizado, los líderes de las organizaciones deben



realizarlo bajo criterios que mejoren la equidad y la accesibilidad, de forma que no se generen desigualdades entre diferentes países o regiones.

Bayer apuesta por ser un agente clave en la "Biorevolución", ser pioneros y participar activamente en los sectores de la alimentación y la salud, que serán las industrias con mayor impacto en los próximos años. Además, explicó que España está muy bien posicionada en ambas áreas, puesto que

ocupa la 9ª plaza mundial en producción de biotecnología y que somos el 4º exportador europeo en productos agroalimentarios y el 7º en el mundo. En particular, los proyectos de innovación disruptiva que ha llevado a cabo Bayer, les han permitido aportar soluciones en: Biomoléculas, Biosistemas, Biomáquinas y Biocomputación.

Bernardo Kanahuati continuó trasladando a los asistentes cuáles son las tendencias que se ven en la industria, ligadas a la innovación tecnológica, y al empoderamiento del paciente. Este empoderamiento es el resultado del gran cambio vivido en el acceso a la información, y también en los dispositivos tecnológicos que tenemos, que nos permiten hacer el seguimiento de múltiples aspectos de nuestra salud. Hoy en día cualquier individuo es una máquina de generar datos médicos gracias a los dispositivos móviles.

Como resultado de todos estos avances tecnológicos, en los próximos años podremos ver un punto de inflexión en estos sectores, en los que el foco ya no será "curar" sino "cómo prevenir". La medicina y la ciencia de precisión son las que sin duda mejorarán la sociedad. Tras la exposición, tuvo lugar un interesante coloquio con los asistentes, que estuvo centrado en el impacto de esta biorevolución, cómo hacer que estos avances sean accesibles y estén disponibles a todas las personas que lo necesiten, qué competencias y habilidades deberemos tener los profesionales para que estos proyectos sean exitosos, así como qué soluciones de innovación abierta intersectorial se van a necesitar.



Aquí podrás ver **todas las fotos del encuentro:**





3 | ALEJANDRO OÑORO, Consejero Delegado Ilunion

16 de mayo



El tercer invitado del año al ciclo "Desayunos con CEO" fue **Alejandro Oñoro**, Consejero Delegado de **ILUNION**, quien explicó a los asistentes cómo es perfectamente factible llevar a cabo un negocio rentable en el que la inclusión sea el pilar fundamental sobre el que se construye y dirige una empresa.

La presentación de este encuentro estuvo a cargo del rector de la universidad, Enrique Sanz, SJ, quien resaltó que los principales pilares de ILUNION, las empresas del Grupo Social ONCE, "**Personas**", "**Transformación**", "**Excelencia**" y "**Sostenibilidad**" son valores compartidos por la universidad.





Alejandro Oñoro describió cómo este grupo empresarial ha redefinido su propósito hacia **“construir un mundo mejor con todos incluidos”**. Según sus palabras, es responsabilidad de todos transformar el mundo empresarial y multiplicar el impacto social. Con este propósito ILUNION ha creado su modelo empresarial, cuyo objetivo es el de crear empleo de calidad, siendo un negocio muy rentable económicamente, con una completa integración de las personas con discapacidad. Con 50 líneas de negocio, ILUNION es un importante proveedor de servicios, tanto a otras empresas (Lavanderías Industriales, Contact Center, Seguridad, Servicios Industriales, Accesibilidad, entre otros), como a particulares (Hoteles, Sociosanitario, Retail, etc.).

ILUNION es un grupo empresarial referente en transformación y diversidad, además de un gran empleador de personas con discapacidad, el 43% de su plantilla. Como curiosidad Alejandro Oñoro resaltó que la **“Torre ILUNION”**, sede central de este grupo empresarial, alberga a empleados en los que más del 50% tienen una discapacidad, lo que le convierte en **el edificio de oficinas en el que trabajan más personas con discapacidad en todo el mundo**.

ILUNION aspira a transformar el mundo empresarial, convenciendo a los directivos de que contratar personas con discapacidad es no solo posible sino rentable. Respecto al uso de la tecnología y la digitalización, para ILUNION supone un doble reto, puesto que el objetivo último de ILUNION es crear empleo, lo que significa que continuamente tienen que adaptar las personas a los puestos de trabajo. Sin embargo, la tecnología ha de ser vista como una oportunidad de empleo. Gracias a ella actualmente se pueden crear puestos de trabajo en zonas rurales, como el que están desarrollando muchos trabajadores desde sus casas trabajando para un *call center*, en los que hace algunos años esas personas habrían estado excluidas del mercado laboral.



Los invitados al desayuno mantuvieron un extenso debate con el ponente, en el que mostraron gran interés en conocer su opinión sobre cómo integrar en el resto de empresas mucho mejor a personas con discapacidad, a lo que Alejandro Oñoro respondió que el primer paso es que eliminemos el sesgo y las barreras mentales que tenemos sobre una persona con discapacidad.



Aquí podrás ver **todas las fotos del encuentro**:





4 | MARC MURTRA, Presidente Indra

10 de octubre



El último invitado del año al ciclo “Desayunos con CEO” organizado por la Cátedra de Industria Conectada fue **Marc Murtra**, Presidente de **Indra**.

La reunión dio cita a representantes de todas las empresas que forman parte de la Cátedra de Industria Conectada, así como al rector de Comillas, Enrique Sanz, SJ, que dio la bienvenida a los asistentes y aseguró que Indra tiene los mismos valores de internacionalización que la universidad.



En los próximos diez años, España va a necesitar un buen número de profesionales en numerosos campos, pero los ingenieros son los que más oportunidades tendrán. Murtra aseguró que sin lugar a dudas los datos actuales reflejan que **“En la próxima década van a faltar 200.000 ingenieros”**.



Durante su intervención, Murtra aseguró que **“el tipo de país que seremos depende mucho de lo que invirtamos en capacitación tecnológica, y esto tiene mucho que ver con la calidad y la cantidad de ingenieros que seamos capaces de formar”**.

El desarrollo tecnológico y económico tiene muchísimo que ver con la universidad, con el talento y con las personas, “por eso es tan importante el papel de las universidades”,

aseveró Murtra, cuya intervención se centró en aspectos relacionados con la tecnología, con la estrategia y con la necesidad de “convertirnos en un país referente depende la inversión que hagamos en I+D+I para conseguir la capacitación tecnológica necesaria a la vez que simplificamos los procesos industriales”.

Ahí es donde entra en juego el talento. “Esto es lo más importante que las universidades tienen que trasladar a sus alumnos y por eso es tan importante la formación continuada a lo largo de toda la trayectoria profesional”, aseguró Murtra. “La genialidad no surge de forma espontánea si no que es el resultado de años de dedicación y esfuerzo”, zanjó mientras explicaba por qué “lo más importante son las personas y la tecnología siempre seguirá siendo un *commodity* al servicio de la profesionales”.



Aquí podrás ver **todas las fotos del encuentro:**







HACKATHONES

A través de la organización de su tradicional Hackathon, la **Cátedra de Industria Conectada** promueve un **espacio de colaboración entre alumnos y empresa** en la que los estudiantes pueden poner en práctica los conocimientos que están adquiriendo en sus estudios en un problema real y en un marco temporal que los obliga a centrarse en lo esencial, y la empresa obtiene una visión innovadora que resuelve el reto que plantea.

Como novedad, este año se ha organizado un Hackathon conjunto entre los alumnos de ICAI y los profesionales senior que participan en el programa ejecutivo de doctorado **DBA in Management and Technology (ICADE-ICAI)**, perteneciente a la nueva Escuela de Postgrado y Lifelong Learning de la Universidad Pontificia Comillas, con el objetivo de colaborar conjuntamente en la resolución de un problema de investigación empresarial, utilizando herramientas de la Inteligencia Artificial Generativa.

Además de la dimensión formativa, los hackathones también suponen un medio en los que universidad y empresa comparten tiempo y espacios, acercando conocimientos y contexto actual de cuáles están siendo los nuevos paradigmas y retos industriales a los que los profesionales tienen que hacer frente para liderar la digitalización.



Visita el **Canal de Youtube**
de la Cátedra de Industria Conectada:





Esta séptima edición del *Hackathon for Smart Industry* se celebró los días 27 y 28 de octubre. La empresa que propuso el reto fue **Repsol**, cuyo desafío consistía en **crear un proyecto para informar a la sociedad sobre la implicación y los compromisos que ha adquirido Repsol respecto a la transición energética**, mediante el uso de Inteligencia Artificial Generativa (IA generativa).

Esta iniciativa contó con más de 60 participantes de Grado y Máster, repartidos en 9 equipos, que trabajaron para dar una respuesta innovadora al reto real planteado por Repsol. Además de los alumnos de la **Universidad Pontificia de Comillas**, también participaron alumnos de la **Universidad de Loyola**. Esta edición ha sido la edición que ha atraído a un mayor número de alumnos, lo que significa que el *Hackathon for Smart Industry* continúa siendo una herramienta muy atractiva de formación para los alumnos.





Durante el fin de semana, los equipos contaron con el apoyo de un gran panel expertos de **Repsol**, que les fueron guiando y compartiendo su experiencia y conocimiento. Además, pudieron asistir a sesiones formativas relacionadas con cuáles son los retos actuales de la transición energética, cuáles son los desafíos y barreras de la IA Generativa, cómo es la carrera de un *Data Scientist* como profesión, y qué tipo de talento busca Repsol en sus procesos de selección.

El jurado estuvo formado por: Elena Tomás Herruzo, Emilio Martín Gallardo, Enrique Fernández Puertas, Isabel Morales Morilla y Julia Díaz. También estuvieron presentes durante el Hackathon Jaime Martín Juez y Juan Manuel García, por parte de Repsol, y Álvaro López López y Bernardo Villazán Gil, investigador principal y codirector de la cátedra, respectivamente.

Tras la evaluación de las propuestas, el jurado valoró el gran esfuerzo y talento que habían demostrado, además de dedicar unas palabras a cada equipo, resaltando en qué aspectos habían destacado sus soluciones.

Los tres equipos ganadores de esta séptima edición fueron:



- **Primer puesto para el equipo de alumnos formado por:** Alberto Martínez, Alberto Quintana, Francisco Barragán, Manuel Aldeguez y Lorenzo Rodríguez.



- **Segundo puesto para el equipo compuesto por:** Álvaro Martín, Beatriz Sicilia, Mario Ripoll, Raúl Morán y Sofía Amores.



- **Tercer puesto para el equipo de:** Claudia Coduras, Iván Júdez, Jon Toledo, Juan Diego Bustos y María Blanco.



2 | I HACKATHON IA GENERATIVA (DBA - CIC LAB)



La **Cátedra de Industria Conectada (CIC)** de **Comillas ICAI**, junto al programa ejecutivo de doctorado **DBA in Management and Technology** (ICADE-ICAI), perteneciente a la nueva Escuela de Postgrado y Lifelong Learning de la Universidad Pontificia Comillas, han organizado por primera vez un hackathon conjunto, con el objetivo de acercar a estudiantes de posgrado, o profesionales junior, con profesionales senior que están cursando este programa ejecutivo de doctorado.

El desafío de este **I Hackathon IA Generativa** consistía en proponer una solución innovadora para acelerar el proceso de búsqueda de las últimas tendencias y oportunidades de negocio en un mercado específico, a partir de un determinado conjunto de documentos, facilitando así la toma de decisiones estratégicas en el ámbito de la consultoría.





Una vez desarrollado un esbozo de este proyecto, cada grupo presentó ante el jurado, compuesto por Pablo García, Director de la Escuela de Postgrado y LLL, Marta Cepeda (Enagas), David Linares (Pladur) y Eduardo Martín Sobrino (Endesa), profesionales pertenecientes a las empresas patrono de la Cátedra de Industria Conectada, y se sometieron a sus preguntas.

Según el testimonio de algunos de los alumnos senior del DBA que han participado en la actividad, *“Este hackathon conjunto es una muy buena oportunidad para unir el mundo de la empresa y la universidad para resolver retos actuales”,* así como que *“el nivel de los alumnos es excelente y han comunicado muy bien el resultado a pesar de la dificultad del reto”.*

La decisión final del jurado fue bastante difícil por el alto nivel que demostraron todos los equipos. En palabras de varios miembros del jurado, *“los alumnos nos han sorprendido en la profundidad de sus soluciones y han conseguido mostrar cómo se pueden aprovechar al máximo las poderosas herramientas de IA generativa que ya están al alcance de todos”.*

El equipo premiado fue que mejor respondió a los 5 criterios de evaluación propuestos: diseño y funcionalidad, creatividad e innovación, factibilidad, escalabilidad y por supuesto la habilidad para impresionar al jurado.



Los ganadores del Hackathon: Sara Gómez, Francisco Barragán, Artur Alsina, Cristina Velasco y Carlos Bellón





INVESTIGACIÓN (CIC-LAB)

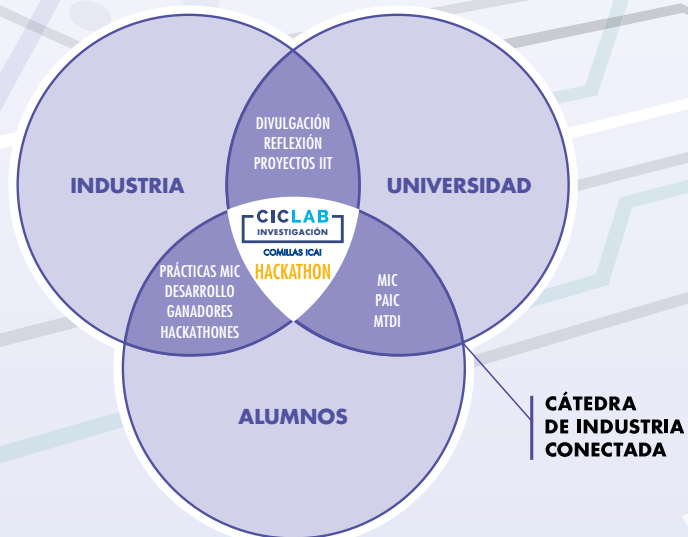
El CIC LAB es el laboratorio de investigación de la Cátedra de Industria Conectada, creado en 2019, dando lugar a la quinta edición del campus intensivo de verano, además de los proyectos de investigación continuos que tienen lugar durante todo el curso académico.

El objetivo del CIC LAB es **canalizar todo el talento que hay en la escuela (ETSI-ICAI) hacia retos reales de la industria**, que nos proponen las empresas patrono de la cátedra, así como complementarlos con proyectos de investigación relacionados con la vanguardia tecnológica actual, relacionada con el desarrollo de nuevas tecnologías.

Por lo tanto, el CIC LAB se podría definir como un punto de encuentro entre universidad, industria y estudiantes, en el que se consigue:

- Canalizar el talento estudiantil de la universidad hacia la creación de valor para la industria.
- Proveer a los alumnos con formación en la vanguardia de las técnicas y tecnologías que están revolucionando la sociedad.
- Importar/ampliar conocimiento para transferirlo mediante programas de formación o proyectos aplicados.

Gracias al CIC LAB, los alumnos pueden comenzar a aportar valor antes de finalizar sus estudios, y se establece una relación más estrecha entre universidad y empresa.



Visita el **Canal de Youtube**
de la Cátedra de Industria Conectada:





1 | PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN: La edición del 2023



El CIC LAB es una iniciativa que se desarrolla a lo largo de todo el curso académico, aunque en verano se desarrolla de forma más intensa, ya que los estudiantes becados dedican aproximadamente 25 horas semanales, lo que permite acelerar el ritmo de los proyectos. Este campus de verano representa una parte importante de la actividad de investigación que se ha desarrollado durante 2023. No obstante, hay líneas de trabajo de más recorrido que también empiezan a dar sus frutos, notablemente en forma de publicaciones científicas.

Como en años anteriores, el campus de verano involucró a los estudiantes del Máster en Industria Conectada y otros programas de la ETSI ICAI en la resolución de retos reales planteados por las empresas patrono de la Cátedra de Industria Conectada. Durante ocho semanas intensivas, los participantes tuvieron la oportunidad de trabajar en equipo y aplicar sus conocimientos a problemas reales de la industria. Además, algunos de los equipos pudieron visitar las instalaciones de las empresas que proponían sus retos, con el objetivo de que pudiesen conocer mejor el funcionamiento y organización de los procesos productivos en los que su reto estaba involucrado.

Los alumnos perciben en el CIC LAB una oportunidad única para aplicar sus conocimientos a problemas reales y desarrollar habilidades clave en investigación y pensamiento crítico. Además, por el diseño del campus, tienen la oportunidad de interactuar con expertos en la materia y ampliar (o estrenar) su red de contactos profesionales durante sus estudios. Al final del programa, tanto por el trabajo en su reto como por las dinámicas de colaboración y compartición de desarrollos y resultados entre grupos, los alumnos adquieren una comprensión profunda de la industria conectada y desarrollan habilidades clave en la resolución de problemas y la innovación.





En el verano de 2023, **25 alumnos trabajaron en 7 retos propuestos por las empresas patrono**, junto a otros 4 proyectos promovidos por la Cátedra de Industria Conectada, que vamos a presentar en este capítulo de investigación.

Los profesores e investigadores de la ETSI-ICAI y expertos externos que colaboraron en el CIC LAB de la edición de verano 2023 fueron los siguientes:

- Jaime Boal Martín-Larrauri
- Lucía Güitta López
- Javier Jarauta Sánchez
- Mariano Jiménez Calzado
- Gregorio López López
- Álvaro López López
- Luis Manuel Mochón Castro
- Eva Paz Jiménez
- José Portela González
- Ignacio de Rodrigo Tobías

Profesionales de las empresas patrono que colaboraron en el CIC LAB del verano 2023:

- **Antolin:** Javier Villacampa, Ramón Moreno, Juan Antonio Santamaría, Benito Moralejo
- **Enagás:** Marta Cepeda Prieto, Rolando Antonino Silva Martínez, Daniel Peña García
- **Endesa:** María Ávery, Luis Sierra, Manuel Rodríguez, Antonio Becerra
- **Gestamp:** Diego Mallada
- **ID Logistics:** Anais Vaufrey, Tomás Reina, Jorge Uceta
- **PackBenefit:** Philippe Fèvre, Pablo Villarino, Javier Villa



A continuación, se detallan los proyectos en los que trabajamos en verano de 2023.



Si quieres conocer más detalles no dudes en ponerte en contacto con nosotros.





1.1

GRUPO ANTOLIN

Aplicación de técnicas de IA para analizar el estado emocional de los ocupantes de un vehículo

Alumnos: Artur Alsina Piró
Patricia Amo Peletier
Carlota Ciruelos Marcilla

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Grupo Antolin es una multinacional española que diseña y fabrica componentes para el interior de los vehículos. Trabaja con el fin de liderar la transformación de la industria automovilística, siendo parte del proceso de desarrollo de automóviles más sostenibles, tecnológicos y adaptados a las nuevas necesidades de los pasajeros.

Nos encontramos en la Industria 4.0. Esta se caracteriza por la creciente automatización y monitorización por medio de sistemas inteligentes y autónomos. El objetivo de este proyecto es hacer uso de estas nuevas tecnologías para mejorar la experiencia de los ocupantes dentro de un vehículo.

El 90% de los accidentes de tráfico provienen del factor humano, para resolver este problema se quiere implementar un sistema que disminuya esta cifra. Se busca conocer el estado de las técnicas de IA para analizar el estado de los pasajeros dentro de un coche. Y de esa forma, identificar posibles situaciones de peligro y dar una solución antes de que ocurra un accidente.

Para solucionar este reto, se propone hacer uso de un Transformer capaz de analizar los sentimientos que provienen de un audio. Los Transformers son redes neuronales diseñadas para aprender del contexto y así poder manipular datos secuenciales. Se usan principalmente en el campo del procesamiento de lenguaje natural. Tienen aplicaciones en traducción, predicción de texto, resumización y predicción de valores. En este caso se utilizará como analizador de sentimientos.

Otra cuestión por considerar es la obtención de audios del coche, estos se conseguirán gracias a unos micrófonos acoplados a una Raspberry Pi. Estos audios pasarán por la red neuronal y darán como resultado un gráfico de los sentimientos de los ocupantes. Datos que serán muy útiles para identificar situaciones de riesgo en el interior del vehículo.

1.1. Objetivos

- Buscar qué modelos de redes neuronales existen y compararlos.
- Encontrar una base de datos para entrenar el modelo para hacer el *fine tuning* de la tarea concreta.
- Adaptar el modelo a nuestro objetivo y entrenarlo.
- Entender cómo funciona el hardware proporcionado.
- Automatizar las grabaciones.



2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Metodología

Para la realización de este proyecto, se ha empleado la herramienta de GitHub. Un repositorio de código online, al que todos los integrantes del proyecto tenemos acceso. Todos los archivos que se mencionan en este documento se encuentran en el siguiente [link](#) [1]. Al abrir el enlace, se ha añadido un README con la información más relevante de la implementación.

La metodología de trabajo ha sido en cascada. Las primeras semanas todos buscamos modelos y bases de datos. Después, se adaptó el modelo y se trabajó en paralelo en aprender a usar la matriz del micrófono y entrenar el modelo. Por último, se automatizaron los procesos y se integraron las dos partes.

2.2. Tecnologías empleadas

Para llevar a cabo este proyecto tenemos dos grandes partes: el *hardware* y el *software*. El *hardware* es el micrófono que se instalará dentro del coche. El *software* es la red neuronal que extrae las emociones, este a su vez, se divide en tres partes: base de datos, modelo, resultados.

2.2.1. Hardware

Durante este curso académico, otros compañeros de la CIC han estado trabajando con el sistema. Decidieron implementar una matriz de micrófonos a una Raspberry Pi modelo 4. Se hace uso de Matrix Creator, un modelo de MATRIX que se encuentra equipado con 8 micrófonos situados en el perímetro de su circunferencia además de otros dispositivos (giroscopio, termómetro, LEDs, etc) [2].

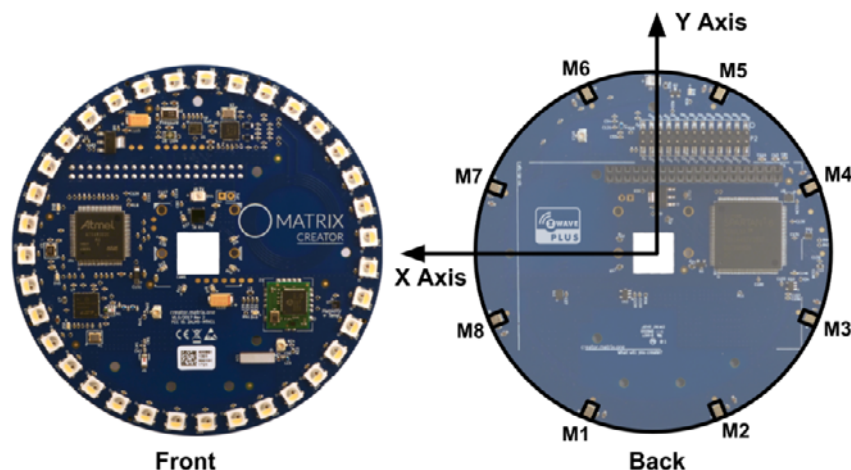


Ilustración 1: Vistas del MATRIX Creator

En este proyecto se ha automatizado el proceso de grabación con un script, gracias al cual, no debemos preocuparnos del funcionamiento interno del MATRIX Creator, si se quiere conocer más al respecto se puede ver en la documentación y videos proporcionados.

No obstante, se debe recalcar que, para la grabación, se emplea la librería ODAS contiene una aplicación llamada *odaslive* que es la encargada de realizar todo el seguimiento de las fuentes de sonido.



Dentro de la *app*, encontramos un archivo llamado *matrix_creator.cfg* que es el más relevante a la hora de configurar la matriz de micrófonos. Desde este archivo, se puede configurar el número de ocupantes del vehículo para recuperar los audios por separado, la forma de extracción de los audios, la dirección de los micrófonos y otros detalles [3].

Para comprobar que los audios se graban correctamente hay dos sistemas de visualización: ODAS Studio y Audacity.

• **ODAS Studio:**

Nos permite comenzar y finalizar las grabaciones conectándonos por remoto, además de separar los audios, y visualizar y monitorizar las fuentes de voz. Una gran ventaja, es el filtro para descartar el ruido de fondo y las voces con muy poca intensidad. Sin embargo, aunque la parte gráfica funcione a priori de una manera efectiva, la separación de audios no funcionaba correctamente, ni indicaba quien era él locutor y los audios eran muy cortos. Se muestra la interfaz a continuación.

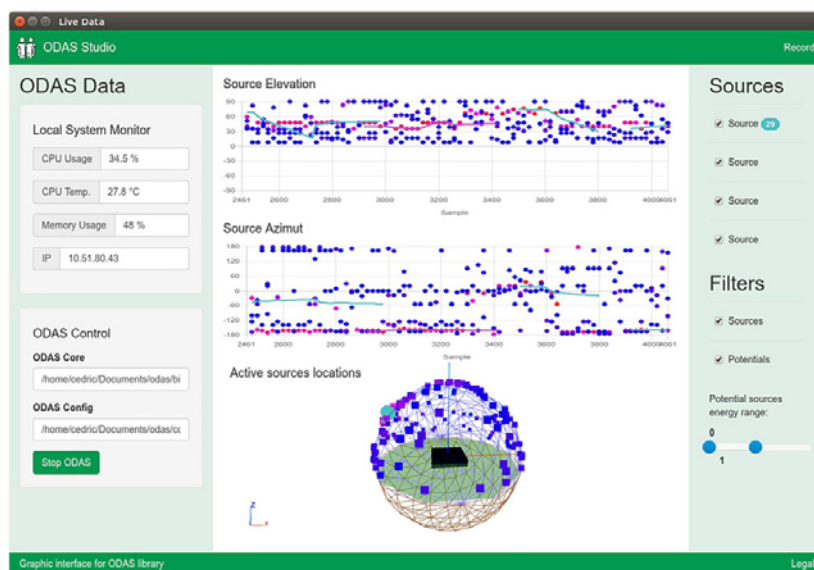


Ilustración 2: Interfaz de Odas Studio

Como se observa en la ilustración previa, la esfera azul clara en la parte inferior es una persona hablando, el resto de los cuadrados morados es ruido de ambiente. Esta herramienta fue muy útil para visualizar y entender como la matriz reconocía y seguía la trayectoria de distintas voces

• **Audacity**

Permite analizar los audios de cuatro fuentes a partir de un único archivo raw y los divide en 4 archivos wav. Lo hace de esta forma, puesto que hemos especificado que ese es el número de ocupantes de nuestro vehículo. Permite analizar audios de mayor longitud que la herramienta anterior. Se puede observar en la imagen siguiente.

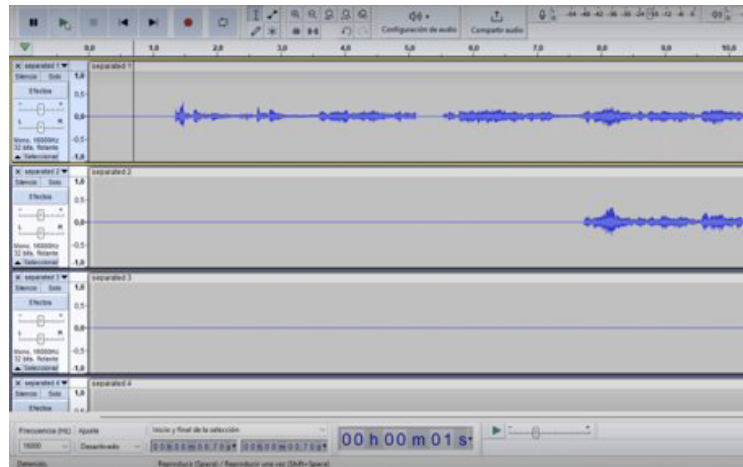


Ilustración 3: Interfaz Audacity

Sin embargo, esta aproximación no nos servía, al ser muy complicado automatizar los pasos en una interfaz gráfica. Por lo que decidimos implementar nuestro propio *script*. Una vez se observó que la división se realizaba, y las voces se grababan.

Es relevante indicar, que las pruebas se hicieron en una mesa, en un aula de la universidad. Si este sistema se va a implementar en un vehículo, se deben hacer pruebas modificando los parámetros de *matrix_creator.cfg*.

2.2.2. Software

En el desarrollo del modelo, hay dos partes clave: la elección del modelo y la base de datos con la que lo entrenamos.

2.2.3. Elección de modelo

Nuestro objetivo principal es detectar la emoción de una conversación. Para ello, debemos emplear un modelo que utilice información de contexto, ya que, para entender una oración, debemos observar todas sus palabras. Una oración se puede entender como una secuencia, es decir, una serie de elementos que se suceden unos a otros y guardan relación entre sí.

Tradicionalmente se empleaban RNN¹, son redes en las que se comparten características entre nodos y permiten utilizar salidas anteriores como entradas de otros nodos. Sin embargo, este tipo de redes contienen algunas limitaciones como la lentitud de computación, la memoria cortoplacista y la explosión del gradiente.

En 2017, se publica un artículo: “*Attention is all you need*” [4]. En él se define el concepto de Transformer, una arquitectura que convierte una secuencia en otra con ayuda de un *encoder* y un *decoder*. El codificador se utiliza para analizar el contexto de la secuencia de entrada y el decodificador genera la secuencia del *output* a partir de este contexto. La ventaja más relevante de estos modelos es el mecanismo de autoatención, permite saber con qué otra palabra de la secuencia está relacionada la palabra que se procesa en ese instante de tiempo, creando así una ventana infinita.

¹ Redes neuronales recurrentes.



Después de comparar varios modelos de procesamiento de lenguaje natural, se ha llegado a la conclusión que HuBERT es el modelo de audio que mejores resultados obtienen. Añade análisis de características de audio mejora las predicciones, y se puede hacer un refinamiento para adaptarlo al análisis de emociones, sin tener que entrenarlo de cero.

En la siguiente figura, se puede ver el modelo de HuBERT más en detalle. Se base en el aprendizaje auto supervisado de Deep Clúster de Facebook AI. Después, emplea K-means y predicción de clústeres para obtener características del lenguaje. Por último, altera entre pasos de agrupación y predicción.

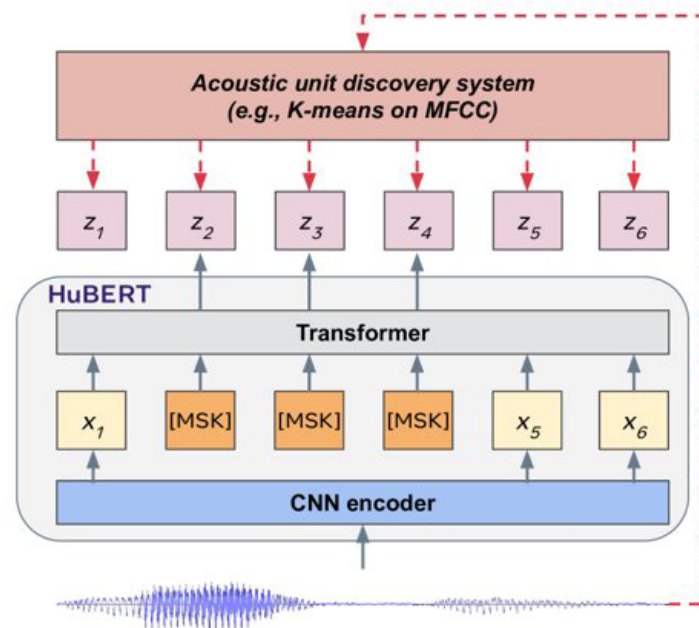


Ilustración 4: Modelo de HuBert

2.2.4. Base de datos

Para hacer el *fine tuning* del modelo se buscaron bases de datos de audios de conversaciones que indicasen la emoción de dicha conversación. Encontramos las siguientes: IEMOCAP, CREMA-D, MESD, TESS, RAVDESS, EMOFIM y MES. Y se han usado dos bases, CREMA-D y RAVDESS, ya que el resto eran de difícil acceso. Ambas bases están en inglés, y proporcionan frases cortas y videos de distintos actores con distintas emociones. Para este proyecto nos quedamos solo con los audios y con seis emociones: neutra, felicidad, tristeza, enfado, miedo, asco.

Como las bases de datos que hemos encontrado están en inglés, y las encontradas en español, contienen muy pocos datos o son de difícil acceso. Se ha optado por crear nuestra propia base de datos con BARK. A partir de la API de OPENIA, se generarán conversaciones breves con las seis emociones mencionadas con anterioridad. Y se emplea el modelo de IA BARK, ya pre entrenado, para que genere audios a partir de esas conversaciones.



Se adjunta en el GitHub un archivo .py con la forma de generar el audio a partir de un texto. Para crear las conversaciones, modificamos ligeramente el código de generar *dataset* de nuestros compañeros del proyecto de resúmenes de llamadas de Endesa [5]. Modificamos los métodos *generar_parametros_aleatorios_llamada* y *generar_prompt_llamada*. Para que genere las conversaciones que se adapten a nuestro caso de uso.

Entrenamiento del modelo

El entrenamiento del modelo se realizó hasta las 10 épocas, cuando empezó a aparecer sobre-entrenamiento.

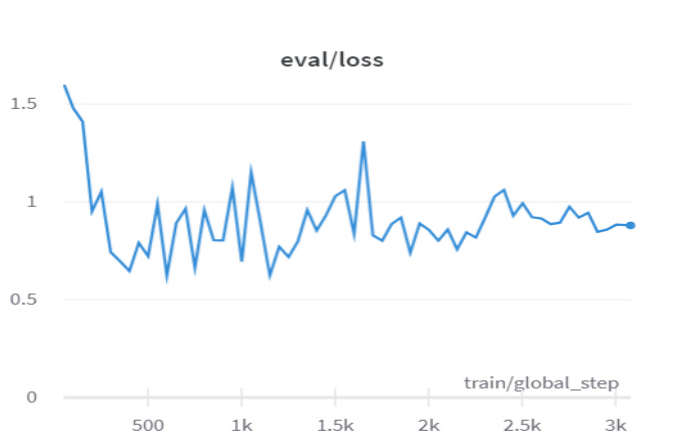


Ilustración 5



Ilustración 6



Con este tiempo de entrenamiento se alcanzó una precisión de alrededor del 90%

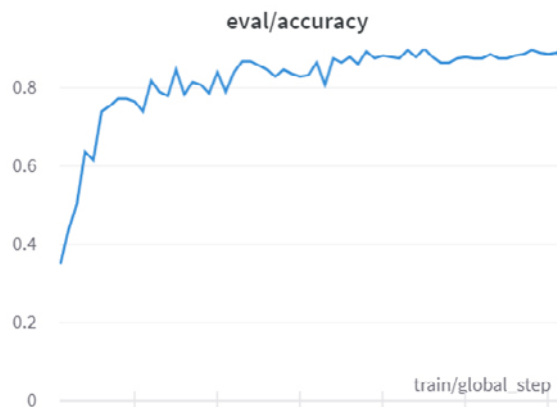


Ilustración 7

2.3. Implementación

Una vez entendido el funcionamiento del micrófono y elegido el modelo, pasamos a desarrollar la parte funcional de nuestro proyecto, con la cuál podremos ver resultados de una forma más cuantitativa.

Hay dos scripts principales en nuestro sistema: `script1.sh` y `script2.py`. El primero interactúa con el *hardware* para hacer grabaciones de 10 segundos. El segundo analiza los audios y gráfica las emociones. Mirémoslos más en detalle:

2.3.1. Script1.sh

Para interactuar con la Raspberry se emplean comandos en la terminal, por ello se ha decidido escribir un programa con Bash que automatice estos pasos. Bash es un lenguaje de comandos y Shell de Unix. Permite automatizar labores repetitivas a una sola línea de comandos a través de expresiones como puertas lógicas, condiciones y bucles.

Alguna de las partes más importantes de nuestro código que se pueden adaptar para otros dispositivos y objetivos son las siguientes. Primero especificar la dirección IP a la que está conectada la Raspberry. Segundo, definir el número de grabaciones que queremos realizar y la duración de dichas grabaciones. Tercero, definir la ruta donde se almacenan los audios. Esta más detallado en el README del repositorio de GitHub

2.3.2. Script2.py

Para analizar los audios y extraer las emociones, se utiliza un programa en Python. Este script, ve si hay audios en la carpeta especificada y los pasa por el modelo que habíamos entrenado para dar como resultado el porcentaje de cada una de las seis emociones que contiene nuestro audio.

El resultado de este *script*, tal y como podemos observar en la siguiente gráfica, es un diagrama de araña con el porcentaje de cada emoción por pasajero. Cada diagrama tiene ocho lados que corresponden con cada emoción y cada color representa a un ocupante: piloto, copiloto, pasajero trasero izquierdo y pasajero trasero derecha.

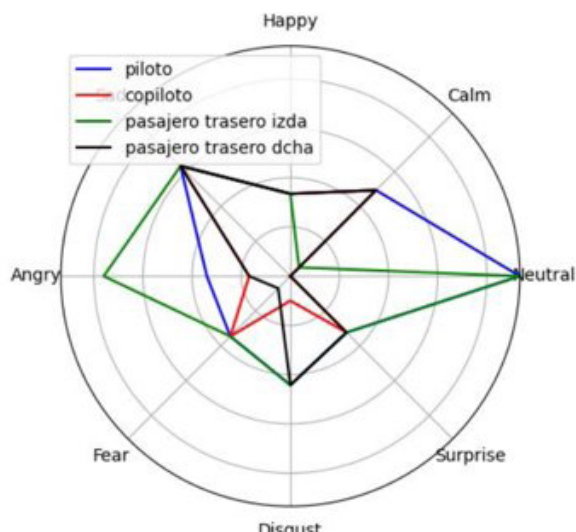


Ilustración 8: Diagrama de araña de las emociones

3. CONCLUSIONES Y FUTUROS PASOS

3.1. Objetivos cumplidos

En este proyecto se han cumplido los objetivos definidos al principio. La primera semana se hizo un estudio de los modelos neuronales existentes y se eligió HuBERT. Después, se encontraron las bases de datos para entrenar. Las siguientes semanas entrenamos el modelo y automatizamos la grabación de audios. Y generamos los resultados con los gráficos. Por último, empezamos a crear nuestra propia base de datos con BART.

3.2. Retos encontrados y futuros pasos

- Elección del modelo y base de datos: esto supuso un reto al principio, ya que por la limitación temporal del proyecto solo hemos podido probar en detalle un modelo. La base de datos también es una limitación, al no haber encontrado ninguna base útil en español.
- Entrenamiento: para entrenar un modelo, se necesitan muchos datos y muchos intentos. Y aunque nuestro refinamiento haya proporcionado buenos resultados, esta adaptación se podría mejorar.
- BARK: para solucionar la limitación de la base de datos, empezamos a generar la nuestra gracias a la IA. No obstante, no nos ha dado tiempo a entrenar el modelo con esos audios.

4. REFERENCIAS

- [1] <https://github.com/CICLAB-Comillas/EMOTIONSCoche>
- [2] <https://www.matrix.one/products/creator>
- [3] <https://github.com/introlab/odas/wiki/configuration>
- [4] <https://arxiv.org/pdf/1706.03762.pdf>
- [5] https://github.com/CICLAB-Comillas/CallSum/blob/main/dataset/generar_dataset.py



1.2 ENAGÁS

Digitalización del Protocolo sin SCADA

Alumnos: María del Carmen García Pardo
Álvaro Martín Martín
Jaime Jarauta Gastelu

1. INTRODUCCIÓN

El desafío planteado por Enagás GTS consiste en crear una réplica digital del sistema gasístico que gestiona Enagás GTS como parte del proceso de digitalización del protocolo de operación sin SCADA. Dado que esta herramienta se utilizará por muchas personas, debe ser fácilmente manejable ante cambios. Para ello se tomó la decisión de desarrollar todo en el entorno de Microsoft. Esto ofrece ventajas como facilidad de uso e implementación, amplios recursos para distribuir la herramienta a un gran grupo de personas y facilidad de edición del producto.

El sistema consta de varias etapas. La primera etapa es la recopilación de datos, que se realiza a través de Microsoft Power Apps. Este entorno de desarrollo de aplicaciones compartir con los operarios encargados de introducir datos. El personal de mantenimiento puede proporcionar datos como presión, caudal y comentarios al centro de control a través de la aplicación.

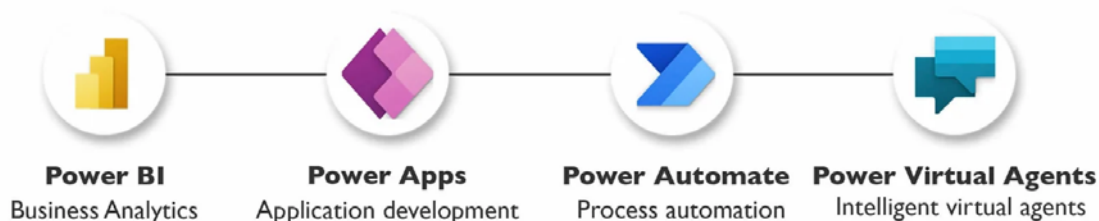
La segunda etapa es el procesado y la organización de los datos. Para ello, se usan flujos de Power Automate y archivos de Excel. Cuando se introducen las medidas en la aplicación, se procesan y se insertan automáticamente en una tabla de Excel mediante un flujo.

Por último, para desarrollar la herramienta de visualización del estado del sistema, se usa la herramienta de Power BI. Esto permite presentar de manera dinámica e interactiva los datos recibidos por los operarios. Se han usado diferentes filtros, mapas y esquemas, considerando las recomendaciones de los jefes de turno y otros empleados de Enagás GTS, para que sea una herramienta lo más similar posible al sistema SCADA al que están acostumbrados.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Primeros pasos

El primer paso que se siguió al recibir las instrucciones del proceso fue familiarizarse con el entorno en el que se quería que desarrollásemos el sistema, Microsoft Power Platform. Se realizó un curso que permitió empezar a desarrollar unas pruebas iniciales para así tener unos conocimientos básicos sobre las utilidades que este sistema proporciona.



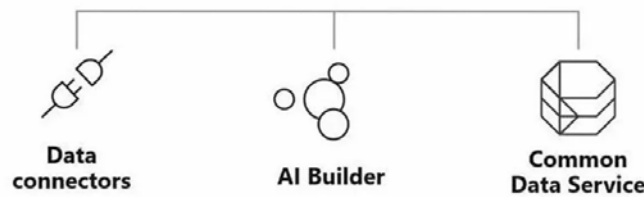


Figura 1 - Herramientas de Microsoft Power Platform

El siguiente paso fue analizar en detalle el documento de requisitos proporcionado por Enagás GTS. A continuación, se presentan algunos:

1. Aplicación de fácil acceso a través de un móvil o PC.
2. Diferentes interfaces dependiendo del usuario y sus necesidades.
3. Recopilación de datos de líneas, así como la hora en la que se ha realizado la medida.
4. Envío automatizado de correos dependiendo de la situación del sistema.
5. Checklist sobre el proceso de actuación.
6. Perfiles diferentes dependiendo de quien introduce los datos.
7. Backup de ciertos datos del SCADA antes de que se haya caído el sistema.
8. Uso y edición del sistema fácil debido a la cantidad de personas que tendrá acceso.

2.2. Recopilación de datos

El primer paso que se sigue al usar este sistema es la recopilación de datos. Esto requiere de soluciones accesibles e intuitivas que incluyen una fácil visualización pero que a su vez restringen quién puede introducir estos datos. Como solución propuesta, se ha desarrollado tanto una aplicación, como formularios de Microsoft. La idea de desarrollar esta segunda opción surge de la necesidad de obtener datos de empresas externas, que no tengan licencias de Microsoft 365.



Figura 2 - Flujo de datos

Para el desarrollo de la app, se han hecho numerosas iteraciones que han permitido la adición de nuevas funcionalidades para recibir los datos de la mejor forma posible. Recibir y almacenar los datos de una forma sencilla de procesar es esencial, dado que la aplicación es la principal herramienta utilizada para recopilar estos datos.



Figura 3 – Aplicación de Power Apps

- La primera pantalla consta de un filtrado inicial con perfiles que restringen las posiciones a las que un operario tiene acceso. Posteriormente, se da la opción de introducir un nuevo dato tanto de posición como de Estación de Compresión, así como poder ver el historial de medidas introducidas anteriormente. Si se selecciona introducir una nueva medida, se abre una pantalla que permite seleccionar la posición y hora, así como los datos a introducir como presión, caudal y otros comentarios. Si se introduce una información fuera de rango, la aplicación muestra una pantalla de advertencia antes de enviar datos.
- En esencia, el formulario de Microsoft recopila la misma información, pero tiene algunas limitaciones como la imposibilidad de ver el historial o de que aparezca un aviso si una medida está fuera de rango. Se han creado formularios diferentes para cada empresa para limitar las posiciones en las que se puede aportar información.



Figura 4 – Formulario Microsoft



2.3. Análisis y procesado de datos

- Para el procesado de datos, una vez se ha enviado el formulario, se ejecutan flujos de Power Automate instantáneos que introducen la información aportada en tablas de Excel. Se recogen tanto en históricos (para poder tener un registro completo de todo lo recibido) así como en tablas que recogen la última medida de cada posición. Dicho Excel es la piedra angular que permite conectar la recogida de datos con la visualización.
- Para poder realizar un seguimiento del sistema, es también importante tener datos previos al supuesto fallo del sistema. Para ello, Enagás GTS posee un sistema llamado "Orión" que recoge cada cierto tiempo el estado de la red. Se ha añadido la opción de descargar datos históricos desde esta plataforma e introducirlos en el Excel para poder así tener información sobre el estado de la red, aunque no se hayan recibido datos por parte de los operarios. Es recomendable introducir hasta 12 horas previas de información. Un modelo de tabla para la recopilación de datos se presenta a continuación.

Posición	Descripción	Fecha	Hora	Caudal Total	Posición	Presión Posición
BAÑERES		20/07/2023		5		
BAÑERES		20/07/2023		6		
BAÑERES		20/07/2023		7		
BAÑERES		20/07/2023		8		
BAÑERES		20/07/2023		9		
BAÑERES		20/07/2023		10		
BAÑERES		20/07/2023		11		
BAÑERES		20/07/2023		12		
ALICANTE NORTE		20/07/2023		4		
ALICANTE NORTE		20/07/2023		5		
ALICANTE NORTE		20/07/2023		6		
ALICANTE NORTE		20/07/2023		7		

Figura 5 – Modelo de Tabla de Recogida de datos

2.4. Visualización de datos

La parte más importante de todo este desarrollo es la visualización de la información recopilada. Esto es lo que permite a los jefes de Turno poder gestionar la red de gas de manera correcta. Para ello, se ha creado un informe de Power BI.

Este informe está compuesto por varias páginas que representan los datos recopilados en los archivos Excel. La pantalla de inicio incluye botones que permiten enviar de forma automática correos a aquellas personas con las que hay que contactar en esta situación. Estos botones desencadenan flujos de Power Automate. También se incluye una checklist para realizar un seguimiento de los pasos a seguir en caso de operación sin SCADA.

Operación sin SCADA

▶ FASE 1 CON IP

▶ FASE 1 SIN IP

▶ Importar datos ORIÓN

▶ FASE 2

▶ FASE 3 RECUPERACIÓN SCADA

CHECKLIST

- 1 - Contacto con CAU
- 2 - Movilización CCR/CCOUR
- 3 - Comunicación Fase 1
- 4 - Movilización O&M
- 5 - Operación Sistema Power Apps/Power BI
- 6 - Comunicación Fase 2
- 7 - Comprobación Recuperación SCADA
- 8 - Comunicación Fase 3 - Recuperación

* para seleccionar varias cajas a la vez en un mismo filtro mantener ctrl pulsado

Figura 6 – Pantalla de Inicio



Para la visualización de las medidas recogidas usando la app para cada posición, se han incluido representaciones tanto unifilares como sobre un mapa de España. Para facilitar la interpretación de los datos, se han utilizado códigos de colores para indicar el estado de la presión y la antigüedad de una medida.

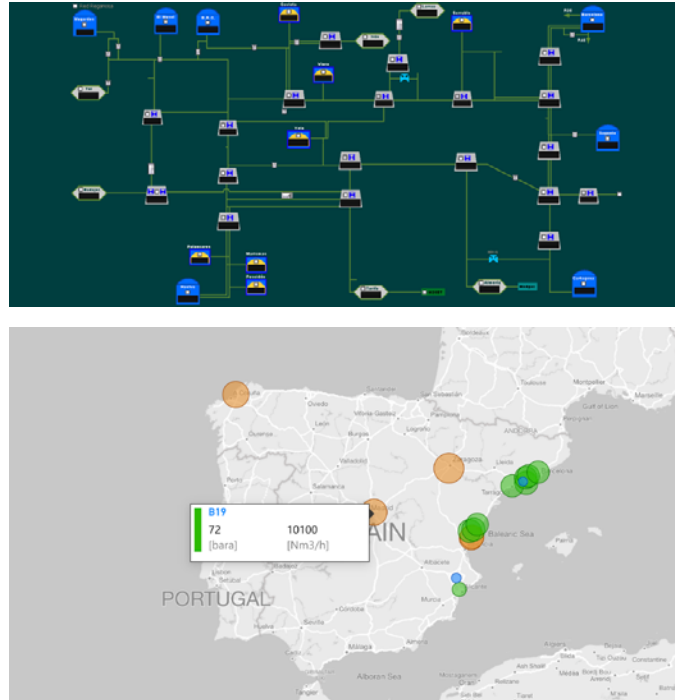


Figura 7 – Representación Unifilar y Mapa

Por último, se han introducido pestañas que permiten seleccionar filtros de posiciones para un fácil análisis, así como la representación gráfica de la presión de la línea seleccionada. También se incluye una visualización de las tablas contenidas en el archivo Excel junto con los comentarios introducidos en la app.

enagas
GTS

Fecha/Hora	Código de Posición	Descripción	Caudal	Presión
07/07/2023 11:11:00			10400	72
06/07/2023 12:11:00			10300	72
12/07/2023 11:50:00			10900	65
10/07/2023 20:01:00			42000	69
06/07/2023 11:55:00			30100	73
07/07/2023 10:08:00			30000	50
10/07/2023 6:46:00			36475	54
07/07/2023 10:10:00			45000	56

Figura 8.1 – Pantalla de Medidas Power BI

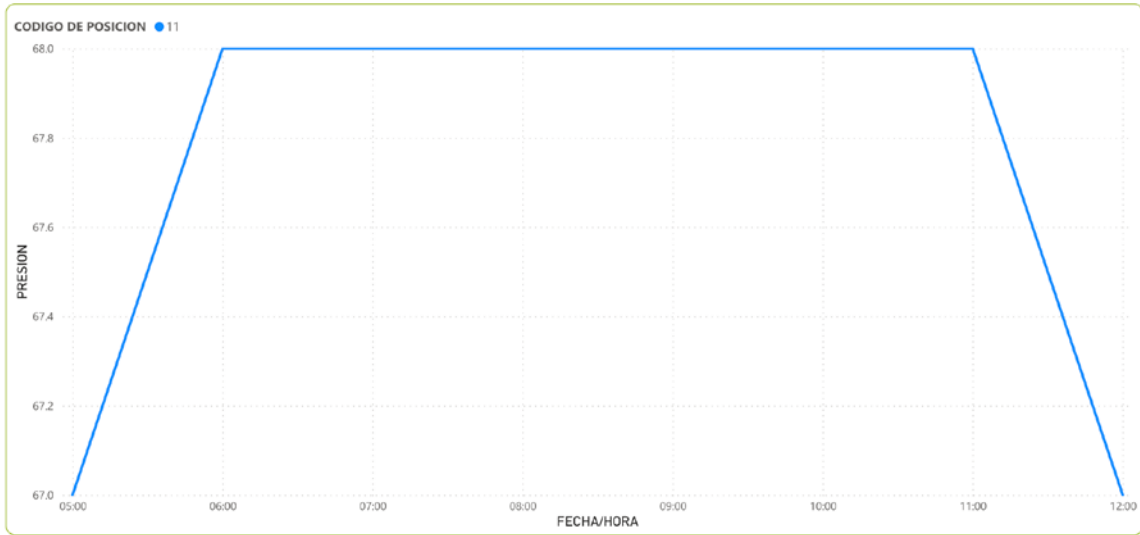


Figura 8.2 – Pantalla de Gráfico Power BI

enagas GTS ⓘ

- Código de Posición Search
- Descripción Search
- Centro de Transporte Search
- Provincia Search
- Tipo Search
- Distribuidora Aguas Abajo Search
- Titular
- Tramo Search
- Area de Limitación
- Demanda Search
- Borrar todas las segmentaciones
- Antigüedad
- Estado Presión

Figura 8.3 – Pantalla de Filtros Power BI



3. CONCLUSIONES Y FUTUROS PASOS

El proyecto de digitalización del protocolo sin SCADA para Enagás GTS ha logrado desarrollar un sistema redundante que permite recopilar y visualizar datos en el improbable caso de haya interrupciones del sistema principal. Se ha utilizado el entorno de Microsoft Power Platform debido a sus ventajas en términos de facilidad de uso, implementación y edición del producto. El sistema consta de varias secciones, comenzando con la recopilación de datos a través de Microsoft Power Apps, un posterior procesamiento de datos usando flujos de Power Automate y Excel y una visualización final con Power BI. A lo largo del desarrollo del proyecto, se han ido realizando entregas con mejoras y adición de funcionalidades conforme el proyecto se desarrollaba.

Como próximos pasos a seguir, se han propuesto las siguientes ideas:

- Incluir en el informe de Power BI, en la página SCADA: presiones críticas, plantas de regasificación, almacenamientos y plantas de biogás.
- Añadir una tabla de personal y la posibilidad de filtrar por Centro de Transporte.
- Crear un workspace Premium en Power BI para que se pueda llevar a cabo una actualización automática del conjunto de datos.

En conclusión, el proyecto provee a Enagás GTS de una nueva herramienta más para gestionar la red gasística de España. La implementación de herramientas de Microsoft ha facilitado el desarrollo y la accesibilidad del sistema, brindando una solución eficiente y fácil de usar para los operarios y otros usuarios involucrados. El uso de Power Apps, Power Automate y Power BI ha permitido una gestión eficaz de los datos y una visualización dinámica que se asemeja al sistema SCADA existente. Con estas mejoras, Enagás GTS cuenta ahora con un sistema redundante robusto y adaptable que garantiza la continuidad y seguridad de sus operaciones.



1.3 ENDESA

Análisis de tecnología de prevención de incendios en instalaciones eléctricas

Alumnos: Ignacio Aguilar Escribano
Leticia Oriol Guerra

1. INTRODUCCIÓN / DESCRIPCIÓN / OBJETIVOS DEL RETO

Endesa nos propone analizar la tecnología de prevención de incendios en instalaciones eléctricas. Para ello, realizamos investigaciones sobre las últimas tecnologías y tendencias en prevención de incendios, evaluando sistemas de detección temprana, sistemas de extinción y medidas de seguridad adicionales para mejorar la protección de las infraestructuras eléctricas, centrándonos en subestaciones de transformación.

2. EVOLUCIÓN / DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Estrategias de protección contra incendios

Las estrategias de protección contra incendios se pueden desarrollar mediante la protección pasiva y la protección activa. La primera consiste en impedir que aparezca el riesgo y se inicie el incendio (medidas de prevención), y la segunda busca limitar los efectos del incendio mediante sistemas de protección constructivos (medidas de protección).

2.1.1. Protección pasiva

No implica ninguna acción directa sobre el fuego, evita su propagación mediante la correcta localización de los equipos o la utilización de muros contra incendios, impidiendo que el calor del fuego llegue a las estructuras de los materiales, estructuras y equipos, y los debilite produciendo su derrumbe o caída. Permite facilitar tanto la extinción del incendio como la evacuación.

Algunos ejemplos:

- Morteros especiales aligerados.
- Recubrimientos sublimantes/intumescentes.
- Paneles de fibras ignífugas.

2.1.2. Protección activa

Engloba todas las actuaciones que implican una acción directa sobre el fuego; esto es, el conjunto de medios, equipos y sistemas instalados para detectar el incendio, alertar sobre él, señalizarlo, extinguirlo, etc.

Algunos ejemplos:

- Protección activa mediante agua (es el más común y barato de todos).
- Protección activa mediante gases (basado en los criterios de sofocación, ruptura y enfriamiento).
- Protección activa mediante polvo (se basa en la rotura de la reacción en cadena). Se utiliza polvo muy fino como agente extintor.

La elección de la estrategia de extinción más adecuada a cada caso viene determinada por el tipo de combustible implicado, el tipo de fuego producido y la instalación o tanque afectados.



2.2. Estado del arte de los sistemas de detección de incendios

En el mercado actual, existen diversos sistemas de detección de incendios que ofrecen soluciones eficientes para la protección contra este tipo de emergencias. Como parte de la investigación, se ha realizado una búsqueda exhaustiva y se ha elaborado una tabla que detalla estos sistemas, los cuales se describirán con mayor detalle en el anexo adjunto. [1]

Detectores térmicos		Ventajas		Inconvenientes	
Temperatura fija o termostáticos	Metal eutéctico fusible	Temperaturas precisas de actuación. Bajo consumo de energía	Resistencia a factores ambientales	Alcance limitado No es reutilizable	Susceptible a falsas alarmas
	Ampolla de cuarzo				
	Lámina bimetálica				
	Cable termosensible	Facilidad de instalación y mantenimiento. Fiabilidad y estabilidad de funcionamiento.	Ajustes y calibraciones periódicas Malo ante vibraciones		
Termovelocimétricos	Cámara neumática	Detección temprana.	Buenos ante polvo, suciedad y humedad	Costo elevado Ubicación adecuada Áreas específicas	Mayor necesidad de calibración Falsas alarmas por flujos de aire
	Termoeléctricos	Revisión y puesta en servicio más rápida que los termostáticos.			
	Electrónicos	Menor susceptibilidad a falsas alarmas. Robustez			

Fuentes: BOE, NFPA, FM GLOBAL, Comercializadoras, Aseguradoras

Tabla 1: Detectores térmicos

Detectores		Ventajas		Inconvenientes	
Humos y gases	Fotoeléctricos	Poca cantidad de humo para alarma Muy resistente a corrientes de aire Fácil montaje	Falsas alarmas por polvo Coste elevado		
	Iónicos	Detección de partículas por combustión	Mantenimiento regular Falsas alarma por polvo y corrientes de aire		
	Puente de resistencia	Buena detección del monóxido de carbono	Reaccionan con cualquier gas Muchas falsas alarmas		
	Análisis de muestra (ASD)	Detección temprana Mayor sensibilidad a impurezas Detección en múltiples áreas gracias a la red de tuberías	Mayor costo y complejidad de instalación		
Llama	Ultravioleta (UV)	Respuesta a alta velocidad Capacidad de responder a incendios de hidrocarburos, hidrógeno y metales	Respuesta a la soldadura a larga distancia Pueden responder a los rayos, chispas, etc.		
	Infrarrojos (IR)	Respuesta a alta velocidad Sensibilidad a llamas invisibles	La radiación infrarroja emitida por las llamas, sino también por hornos, lámparas Mayor riesgo de falsa alarma		
	Espectroscopia	Alta precisión en la detección de llamas	Requiere calibración y ajustes periódicos Mayor costo y complejidad		

Fuentes: BOE, NFPA, FM GLOBAL, Comercializadoras, Aseguradoras

Tabla 2: Detectores de llama, humos y gases



Información reglamentaria		
Región	Marcas de calidad/cumplimiento normativo	
Alemania	VdS	G220006 FCS-LHD-2EN (ProReact EN Analogue)
Europa	CE	FCS-LHD-2EN
EE. UU.	UL	FCS-LHD-2EN

<https://www.proreact-fire.com/datasheets/Pro-React-EN-2011-2012.pdf>

Detección de alarma de temperatura fija configurable y termovelocimétrica.

Costes de mantenimiento mínimos.

Se puede utilizar en espacios reducidos y bajo condiciones ambientales extremas.

Cumple los requisitos de seguridad, sanidad y protección del medio ambiente exigidos por la UE (marcado CE).

Debe de estar conectado a red

Imagen 3: Cable termosensible

Además, se presentó un sistema de aspiración de aire:

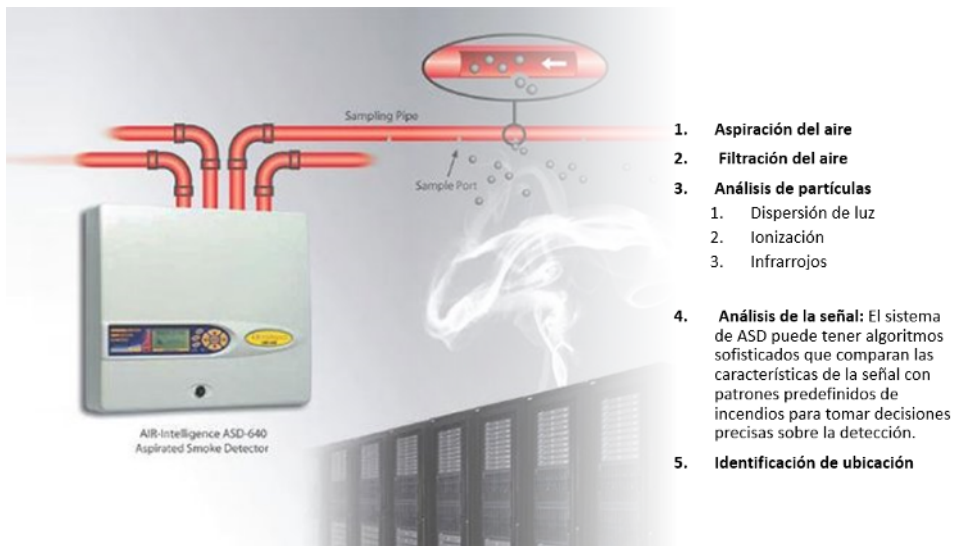


Imagen 4: Sistema de aspiración de aire



2.3. Estado del arte de los sistemas de extinción de incendios

Dentro de las estrategias de protección activa contra incendios, también hemos investigado la extinción dada su relevancia. La manera en la que se acaba con el fuego da lugar a los siguientes tipos de extinción:

- Enfriamiento: Eliminar energía (calor).
- Sofocación: Evitar aportación del comburente o reducir su concentración.
- Eliminación del combustible: Retirar combustible (*dilución: diluirlo en agua).
- Inhibición: Neutralización química de radicales de la reacción en cadena para cortar la combustión.

Es importante tener en cuenta esta clasificación ya que según el tipo de fuego varía la eficacia del método utilizado. [1]

CLASE	CARACTERÍSTICAS	EXTINCIÓN	AGENTE EXTINTOR
A	Combustibles sólidos	- Reducción temperatura - Reducción energía calorífica	- <u>Agua pulverizada</u> - Agua a chorro - Espuma - Hidrocarburos halogenados
B	Combustibles líquidos	- Eliminación oxígeno - Interrupción reacción en cadena	- <u>Polvo convencional</u> - Espuma - Polvo polivalente - Anhídrido carbónico - Hidrocarburos halogenados - Agua pulverizada
C	Combustibles gaseosos *Puede provocar explosiones	- Inhibición - Sofocación	- Polvo convencional - Polvo polivalente - Hidrocarburos halogenados
D	Combustión metales inflamables		- Extintores polvo seco
K	Combustión de grasas animales o aceites vegetales	- Saponificación de las grasas	- Extintores solución acuosa de acetato de potasio

Tabla 3: Extinción por clase de fuego



Además, se ha estudiado los agentes extintores más utilizados y las ventajas e inconvenientes que presentan para poder compararlos.

AGENTE EXTINTOR		EXTINCIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES		
AGUA	NEBULIZADA	<ul style="list-style-type: none"> - Sofocación (dilución) - Enfriamiento - Desplazamiento del oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> - Económica, abundante - Inmediato - Eficaz - Pocos daños - Respetuoso con el medioambiente - No tóxico, inerte 	<ul style="list-style-type: none"> - Conduce - Extiende líquidos inflamables - Daños materiales 		
	PULVERIZADA					
ESPUMA		<ul style="list-style-type: none"> - Sofocación - Enfriamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - No tóxica 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede conducir - Daños materiales - Riesgo de explosión 		
POLVO QUÍMICO SECO		<ul style="list-style-type: none"> - Inhibición - Apantallamiento radiación térmica - Sofocación 	<ul style="list-style-type: none"> - Polivalente - No tóxico - No conduce 	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de reignición - Sucio, deteriora - Ligeramente corrosivo 		
GASES	INERTES	<ul style="list-style-type: none"> - Dilución del oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> - Efectivos, rápidos - Sin residuos - No conductores - No corrosivos - No dañan equipos eléctricos - Respetuosos con el medioambiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Huella C nula - Limpio, no tóxico 	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de filtración - Riesgo de reigniciones - Riesgo de sobrepresión (especialmente en construcciones ligeras) - Riesgo de 	
	FM-200	<ul style="list-style-type: none"> - Sofocación inmediata 		<ul style="list-style-type: none"> - Más económico que Novec-1230 - Limpio, no tóxico - Ocupa menos que el CO₂ 		<ul style="list-style-type: none"> - Menos respetuoso con el medioambiente
	Novec-1230	<ul style="list-style-type: none"> - Absorción del calor 		<ul style="list-style-type: none"> - Ocupa menos que el CO₂ - Poca concentración necesaria 		<ul style="list-style-type: none"> - Descomposición térmica, productos corrosivos, irritantes y tóxicos (500) - PFAS
	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Enfriamiento y sofocación 		<ul style="list-style-type: none"> - Altamente eficaz - Muy económico 		<ul style="list-style-type: none"> - No limpio ya que es tóxico

Tabla 4: Agentes extintores



En cuanto a los gases, a pesar de que la mayoría de los tipos que están clasificados en la tabla están siendo utilizados, hoy en día se intenta evitar el FM-200 y otros gases refrigerantes ya que agotan la capa de ozono o tienen potencial de contribuir al calentamiento atmosférico.

Esto se mide gracias a los siguientes índices:

- PAO (Potencial de agotamiento de la capa de ozono): Es el nivel de degradación que puede causar sobre la capa de ozono en un tiempo determinado.
- PCA (Potencial de Calentamiento Atmosférico) (Potencial de calentamiento atmosférico): Es la medida de la influencia del gas en el efecto invernadero comparándolo con el CO₂.

En la transición a fluidos de cero PAO y bajo PCA se ha pasado por varios grupos y tipos de gases a los que ha dividido en generaciones. La 1ª (1940-1990) fueron los gases CFC, no eran tóxicos ni inflamables y eran utilizados principalmente para la refrigeración y el aire acondicionado. Tanto el PAO como el PCA eran muy altos. La 2ª (1990-2010), llamados HCFC fueron la siguiente alternativa al ser dañinos en menor medida ya que tanto su PAO como su PCA eran altos, pero menos que en los CFC. La 3ª generación fueron los HFC, más caros que los CFC, pero con PAO nulo a pesar de su alto PCA.

Hoy en día, se utilizan fluidos de bajo PCA y nulo PAO. Estos son los gases de 4ª generación y entre estos están los hidrocarburos, CO₂ y el NH₃. [2]

También es importante tener en cuenta que, en la extinción por gases, especialmente utilizando CO₂ al ser la concentración requerida mayor, hay que tener muy presente la seguridad. Por esto estuvimos profundizando en la extinción por CO₂ y sus riesgos.

Como el CO₂ es invisible, inodoro e insípido, es peligroso. Para asfixiar a una persona, basta con que el CO₂ esté en concentración del 7.5%. Con una concentración del 30%, hay riesgo de muerte y para apagar un fuego hace falta niveles de 34% o superiores. Hay muchos dispositivos y procedimientos de seguridad que se implementan para mantener a las personas seguras con sistemas de CO₂. Por ejemplo: retardos de tipo neumáticos, sirena neumática, odorizador, señales de advertencia, válvulas de bloqueo, interruptores de seguridad... [3]

Otro factor a tener en cuenta cuando se están comparando sistemas de extinción es su almacenamiento. Esto nos llevó a investigar sobre depósitos de agua y sus recubrimientos:

TIPO DE DEPÓSITO	CARACTERÍSTICAS
DEPÓSITOS POR GRAVEDAD	- Suelen ser de chapa de acero y apoyarse sobre torres de hormigón armado.
DEPÓSITOS DE ASPIRACIÓN DE BOMBAS CONTRA INCENDIOS	- Suelen ser de acero - En general están apoyados sobre el suelo con base plana y forma cilíndrica. - El techo suele ser de acero o aluminio.
DEPÓSITOS A PRESIÓN	- Depósitos cilíndricos horizontales de acero. - Alrededor de 2/3 se llena de agua, el resto es aire a presión - Utilizados solos o complementando sistemas que no logran la presión mínima necesaria.
DEPÓSITOS DE RUPTURA	- Utilizados cuando se prohíbe la conexión directa entre el sistema público y el privado. - Más susceptibles a fallos mecánicos y coste más alto.

Tabla 5: Tipos de depósitos



RECUBRIMIENTO	COMPOSICIÓN	CARACTERÍSTICAS
MAGNELIS	Acero al carbono recubierto con aleación de Zn, Al 3.5% y Mg 3% EN 10346:2015	<ul style="list-style-type: none"> - Anticorrosivo - Consume 58% menos de recursos y 20% menos de energía en su fabricación que el acero galvanizado - Efecto de autorreparación - Conduce
PVC	Policloruro de vinilo Ideal para necesidad de resistencia a la tracción alta	<ul style="list-style-type: none"> - Amplia gama de flexibilidad - Fácil de soldar - Fuerte resistencia química
EDPM	Caucho de etileno, propileno y dieno Usado en tanques de acero por encima de la tierra Reemplazo ideal para caucho butílico viejo	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente resistencia UV (40 años) - Prefabricado para tanques hasta 30 m de diámetro, 10m altura
CAUCHO BUTÍLICO	Combinación de isobutileno e isopreno	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente resistencia UV - Pasa B6920 para crecimiento de microbios, olor y sabor - Se encoge menos que el EPDM a lo largo de su vida - Más caro que el EPDM
ACERO INOXIDABLE	AISI304: 8% Ni, 18% Cr AISI316: 2.1%Mo, 17%Cr	<ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia mecánica - Bajo coste de mantenimiento - Buenas propiedades de mecanizado y corte - Resistencia a majas y altas temperaturas

Tabla 6: Recubrimiento de depósitos

3. CONCLUSIONES Y FUTUROS PASOS

Se ha aplicado y concretado todo lo investigado a subestaciones eléctricas. Para ello, después de estar investigando sobre las distintas formas de clasificar subestaciones, hemos llegado a la conclusión de que la manera que más sentido tiene es según el tipo de edificio.

Se ha utilizado la clasificación de establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno [4]. Se podría resumir en la siguiente tabla:

	CARACTERÍSTICAS	DETECCIÓN	EXTINCIÓN	
SUBESTACIONES DE EXTERIOR	66kV, 132kV, 220kV, 400kV... sistemas de alta tensión	<ul style="list-style-type: none"> - Cámara UV-IR - Cable termosensible 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua pulverizada - CO₂ descarga local - Polvo químico seco 	
SUBESTACIONES DE INTERIOR	11kV, 33kV... (hasta 66kV)	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de aspiración - Cable termosensible - Detectores de humo 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua nebulizada - Gases inertes - CO₂ 	
SUBESTACIONES MONTADAS SOBRE POSTE	generalmente no superan los 33kV	<ul style="list-style-type: none"> - Cámara UV-IR 	<ul style="list-style-type: none"> - CO₂ descarga local 	
SUBESTACIONES SUBTERRÁNEAS	suelen estar entre los 34500/19920 V hasta 4160/2400 V	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de aspiración - Cable termosensible - Detectores de humo 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua nebulizada - Gases inertes - CO₂ 	

WitElectrical: Types of Electrical Substations and Functions. [Consulta: 03-07-2023]. Disponible en: <https://www.wit-electrical.com/types-of-electrical-substations-and-functions/>

Tabla 7: Aplicación de extinción y detección a subestaciones según el tipo



En cuanto a futuros pasos, sería interesante investigar sobre el futuro de los detectores que utilizan varios tipos de sensores e inteligencia artificial para evitar falsas alarmas y procesar señales y estudiar gases alternativos a los que usados ahora que no fueran tóxicos y no tuvieran potencial de dañar al medioambiente.

4. ANEXO

- [1] Extinción y detección https://upcomillas-my.sharepoint.com/:w:/r/personal/202108251_alu_comillas_edu/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7BA66C702A-2F10-421D-91DF-3C8A9E3ED88F%7D&file=fuego.docx&action=default&mobileredirect=true
- [2] Gases y medioambiente https://upcomillas-my.sharepoint.com/:w:/r/personal/202108251_alu_comillas_edu/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B8CB2FE41-DFBE-47CB-9883-3F86919D6F41%7D&file=gasesymedioambiente.docx&action=default&mobileredirect=true
- [3] CO₂ https://upcomillas-my.sharepoint.com/:w:/r/personal/202108251_alu_comillas_edu/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B6D632A65-6F38-4E94-9AF9-AEF839285B0C%7D&file=CO2.docx&action=default&mobileredirect=true
- [4] Aplicación a subestaciones según el tipo https://upcomillas-my.sharepoint.com/:p:/r/personal/202108251_alu_comillas_edu/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B53F9D37D-C650-4814-B86A-F026A02CC757%7D&file=UltimaPresentaci%C3%B3n.pptx&action=edit&mobileredirect=true
- [5] Análisis sistemas de detección https://upcomillas-my.sharepoint.com/:w:/r/personal/202108251_alu_comillas_edu/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B94D87654-8C23-4858-B09F-DCAC2FF42285%7D&file=An%C3%A1lisis%20SISTEMAS%20DE%20DETECCI%C3%93N.docx&action=default&mobileredirect=true



1.4 ENDESA

Aplicación de tecnologías de IA para analizar y resumir conversaciones telefónicas de servicios de atención al cliente

Alumnos: David Egea Hernández
Jaime Mohedano Aragón

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los servicios de atención y venta al cliente utilizando diversos medios, como las comunicaciones telefónicas, desempeñan un papel fundamental en la gestión eficiente de los recursos de una empresa. Sin embargo, el creciente volumen de llamadas y la complejidad de su análisis plantean desafíos significativos para los analistas, quienes se enfrentan a una carga de trabajo abrumadora.

Endesa, empresa patrono de la Cátedra de Industria Conectada, propuso el reto de utilizar tecnologías de Inteligencia Artificial como herramienta para llevar a cabo análisis automatizados de sus llamadas. Para ello, se han utilizado técnicas de aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural con el objetivo principal de reducir la carga de trabajo de los analistas.

Al aprovechar las capacidades de la inteligencia artificial, nuestro modelo será capaz de sintetizar las llamadas telefónicas con el fin de extraer información relevante. Esta información incluye el tipo de problema o categoría de la llamada, la actitud de los participantes o el estado de la llamada al finalizar, es decir, si ha quedado resuelto el problema y cómo ha quedado resuelto.

Las técnicas de síntesis mediante Procesamiento Natural del Lenguaje (NLP por sus siglas en inglés) crean una versión abreviada de un texto que recoge toda la información importante. Dentro de estas técnicas se pueden distinguir dos grupos:

- Extractivas: obtienen la información más relevante de un documento utilizando frases del propio texto.
- Abstractivas: generan un nuevo texto que captura la información más relevante.

En resumen, nuestro proyecto busca transformar la forma en que se gestionan las llamadas telefónicas mediante el uso de la inteligencia artificial. Al reducir la carga a los analistas y facilitarles el trabajo, lograremos una mayor eficiencia y una mejor atención al cliente. El desarrollo o *pipeline* del proyecto se puede disgregar en 4 pasos:

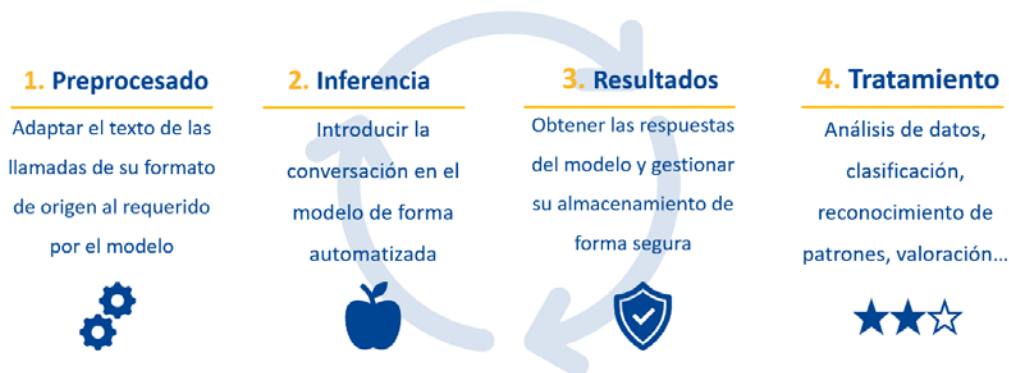


Figura 1. Pipeline del proyecto



2. DESARROLLO DEL PROYECTO

En un primer lugar, se realizó una revisión del estado del arte a fin de encontrar modelos de aprendizaje automático capaces de resumir conversaciones telefónicas, en base a transcripciones de estas. Esta búsqueda permitió identificar varias opciones en distintas plataformas como *Hugging Face*, *GitHub* o *Papers With Code*, todas ellas basadas en *transformers*.

Un transformador o *transformer* (más conocido por este anglicismo) es un modelo de red neuronal orientado al procesamiento del lenguaje natural, que fue introducido por primera vez en el artículo *Attention Is All You Need* (Vaswani, 2017). Los *transformers* son un tipo de arquitecturas que son capaces de llevar a cabo tareas complejas con textos, existiendo multitud de tipos dependiendo de su categoría de aplicación en el campo de NLP, como pueden ser la clasificación de texto (*Text Classification*), traducción (*Translation*), conversacional (*Conversational*), generación de texto (*Text Generation*) o resumen (*Summarization*).

Pese a que usualmente la información suele estar en forma de archivos de texto simple, los modelos basados en *transformers* únicamente son capaces de trabajar con vectores numéricos. Por ello es necesario incluir el elemento del *tokenizer*, cuya función es vectorizar el texto en fragmentos o *tokens* para preparar la entrada de texto antes de enviarla al modelo.

Por lo general, la forma de trabajar en estos casos consiste en partir de un modelo previamente entrenado por un tercero. Los modelos preentrenados han aprendido representaciones de alto nivel con grandes conjuntos de datos, y son ideales para realizar tareas generales. Después, sobre el modelo escogido se lleva a cabo un proceso denominado como *fine tuning*, que busca adaptar los pesos del modelo base para enfocarlo a una tarea más específica, realizando un entrenamiento con un conjunto de datos más reducido y concreto.

En una primera aproximación, se encontraron modelos preentrenados de BERT capaces de procesar texto en español, en concreto, se encontró el modelo BETO (mrm8488, 2021). Sin embargo, se identificó una limitación con el número de *tokens* máximo de entrada, 512, que equivalen a 400 palabras aproximadamente, una cantidad inviable atendiendo a la longitud de las conversaciones. Por este motivo, se descartó esta opción.

Aunque la opción de utilizar alguna de las tecnologías de OpenAI resultaba lógica por las buenas prestaciones que ofrecen, resultaba del todo incompatible con la política de privacidad de la empresa, que prohíbe el envío de información sensible de los clientes contenida en las conversaciones telefónicas.

De esta forma, se buscaba encontrar un modelo que cumpliera con los anteriores requisitos, es decir, que tuviese una capacidad suficiente de *tokens* de entrada, y que a su vez garantizase la política de privacidad. Esta búsqueda condujo hasta Alpaca, un modelo de pesos públicos que permite 4096 *tokens* de contexto, adaptado para poder usarse en local sin compartición de datos a terceras partes.

Alpaca es una versión *fine tuned* del modelo LLaMA desarrollado por Meta con 7 billones de parámetros (Meta AI, 2023). Su rendimiento es comparable al modelo *davinci-03* de OpenAI, con un menor tamaño y coste. Específicamente, en su versión *Low Rank Adaptation* de Alpaca (Alpaca-LoRA) (tloen, 2023), es una adaptación de Alpaca que reduce la memoria necesaria y aumenta la velocidad de entrenamiento reduciendo las dimensiones de su matriz de pesos.



progreso del modelo con plataformas como *TensorBoard* o *Weights & Biases*. Esto permite obtener en tiempo real valores en distintas métricas como la pérdida o *loss*. Para este caso se escogió *Weights & Biases*, ya que presentaba una mayor facilidad de implementación. Tras el entrenamiento de 3k *steps*, se obtuvieron las siguientes curvas:

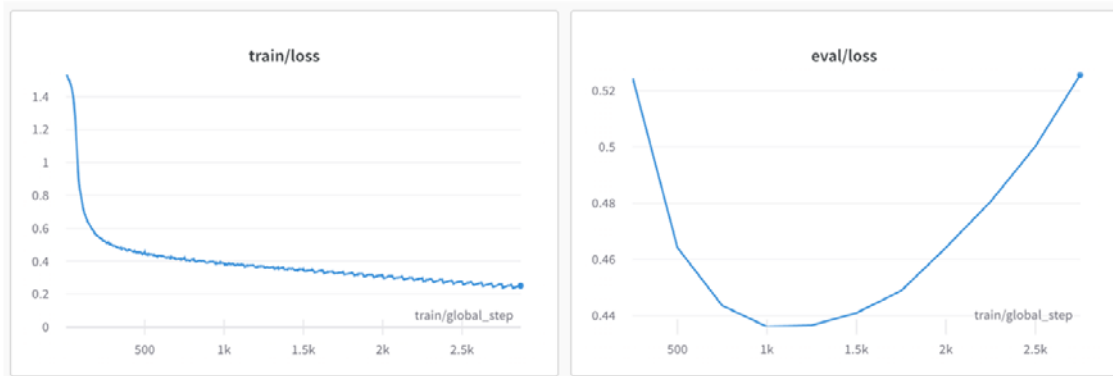


Figura 4. Curvas de pérdidas del modelo basado en Alpaca

De acuerdo con las curvas obtenidas, se decidió utilizar el *checkpoint* del *step* 1k por ser ahí mínimo el *eval/loss*, y guardar los pesos del modelo en ese punto. De haber elegido un número mayor, se hubiesen obtenido pérdidas de evaluación mayores al producirse sobreaprendizaje u *overfitting*, en otras palabras, el modelo aprende el resultado de las muestras de entrenamiento, perdiendo la capacidad de generalizar con nuevas conversaciones.

2.3. Inferencia de AlpaCalls

Pese a que las curvas de entrenamiento invitaban a ser optimistas con respecto a obtener buenos resultados, la realidad es que las inferencias del modelo distaban de ser buenas. Utilizando la librería *Gradio* para *apps* interactivas, se desarrolló una interfaz simple e intuitiva para facilitar este proceso. Su uso es muy sencillo, a la izquierda se coloca la conversación, se pulsa el botón de *Enviar* y se obtiene el resumen generado en el cuadro de texto de la derecha. A continuación, se muestra un ejemplo de una inferencia en la interfaz de la aplicación.

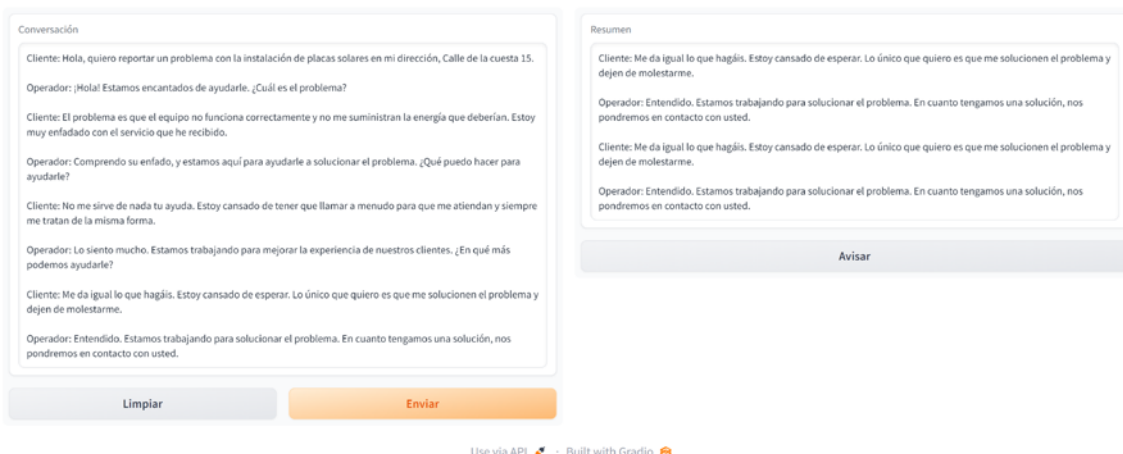


Figura 5. Ejemplo de inferencia de Alpaca-LoRA con Gradio



Sin embargo, como se puede deducir del anterior resumen, el modelo no era capaz de resumir conversaciones correctamente, simplemente replicaba las últimas líneas de la conversación hasta llegar al número máximo de *tokens* especificado.

En primera instancia, se pensó que el problema de nuestro modelo podría deberse a que el modelo base de LLaMA se encuentra entrenado con texto en inglés, mientras que el *fine tuning* realizado era con conversaciones y resúmenes en español. Para confirmar la hipótesis del problema con el idioma, se decidió hacer un nuevo *fine tune* del modelo de Alpaca LoRA, similar al primero, pero con un conjunto más reducido de datos, de tan solo 50 muestras, solo que en este caso, en inglés. Nuevamente, se observó como el modelo seguía presentando el resultado, lo que condujo a descartar esta hipótesis.

Tras un periodo de investigación, se identificó un campo de la configuración de LoRA que hace referencia al tipo de tarea del modelo. Hasta ese momento, se había definido el *task_type* como CAUSAL_LM, cuando hubiese sido más acertado poner SEQ2SEQ, ya que tanto entrada (conversación) como salida (resumen) son secuencias de símbolos. En tareas *Sequence-to-Sequence*, el modelo se entrena para maximizar la probabilidad de la secuencia correcta de salida dada la secuencia entrada. Desgraciadamente, esta tarea no es soportada correctamente Alpaca, de manera que era necesario buscar un nuevo modelo.

2.4. Fine tuning de BART

De nuevo en el punto de partida, pero con el conocimiento y la experiencia adquirida tras el anterior paso, se decidió apostar por otro modelo basado en *transformers*, BART, más especializado en resúmenes de texto. De hecho, una de las aplicaciones más comunes es precisamente el resumen de conversaciones en inglés, usando para ello el *dataset Samsun*. En *Hugging Face*, se localizaron varios de estos modelos ya entrenados, como BART Large Xsum Samsun (Lidiya, 2021).

Siguiendo el mismo cronograma que con Alpaca, se llevó a cabo un *fine tuning* del modelo base de BART mencionado con el conjunto sintético de 10k conversaciones, obteniendo los siguientes resultados del entrenamiento con *Weights & Biases*.

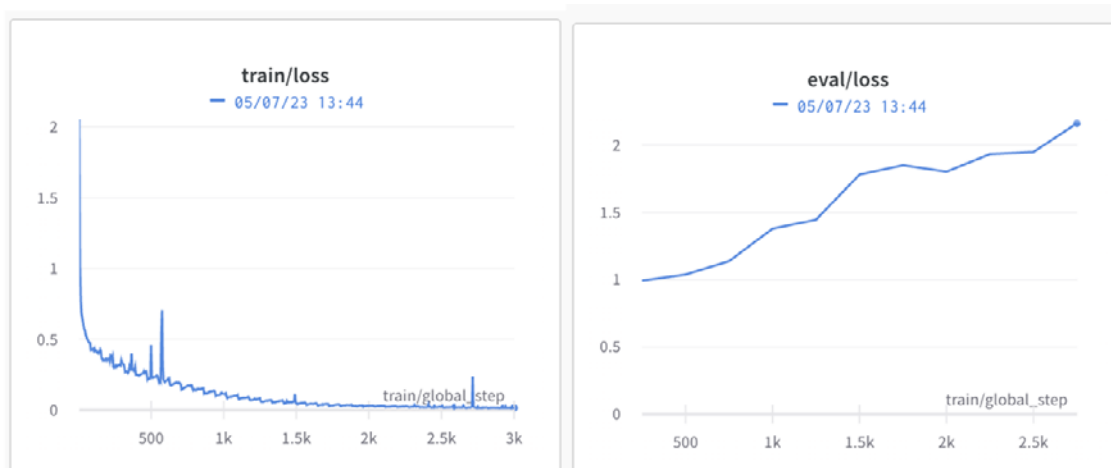


Figura 6. Curvas de pérdidas del modelo basado en BART

De acuerdo con los datos que iban obteniendo, se decidió detener el entrenamiento del modelo en el *step* 3k, ya que las pérdidas de entrenamiento eran prácticamente nulas (0,0153). Por otro lado, las pérdidas de evaluación continuaban creciendo, en parte por un ligero sobreaprendizaje del modelo,



pero fundamentalmente debido a la diferencia en las categorías del conjunto de entrenamiento y de evaluación, siendo las muestras de este último conversaciones reales proporcionadas por el cliente.

2.5. Inferencia de BART

De igual forma se realizaron distintas pruebas de inferencia para comprobar el funcionamiento de este nuevo modelo BART, primero con conversaciones sintéticas de longitud inferior a la máxima permitida por modelo. En esta ocasión, los resultados obtenidos eran significativamente mejores, similares a los resúmenes de las muestras empleadas en el entrenamiento. En la siguiente figura se indica el resumen generado por BART para la misma conversación del ejemplo previo con Alpaca-LoRA.



Figura 7. Ejemplo de inferencia de BART con Gradio

A través de los nuevos resultados, destaca la capacidad del modelo de BART para plasmar la información relevante de las conversaciones en el resumen generado, como son la incidencia o causa de la llamada, la actitud del cliente y la resolución o resultado final. No obstante, pese a estos prometedores resultados, quedan algunos aspectos por mejorar. El primero es sin duda eliminar la palabra *imiento*, que aparece al comienzo de todos los resúmenes que genera el modelo y cuya causa no ha sido posible averiguar. El segundo está relacionado con el número de incidencias distintas que el modelo es capaz de reconocer. Actualmente, solo identifica aquellas declaradas en el *dataset* sintético, por lo que sería interesante ampliar dicha base de conocimiento con los diferentes problemas tratados en las conversaciones reales con clientes de la empresa.

Una vez analizado el comportamiento del modelo al hacer inferencia con muestras sintéticas, el siguiente paso era realizar el mismo ejercicio con muestras reales. Antes de introducir la conversación, es necesario un preprocesado de los datos, para convertir cada archivo *.transcription* (formato proporcionado por el cliente) a CSV. De esta forma, se obtiene el texto de la conversación en un único campo *Transcription* del fichero.

Desafortunadamente, se descubrió que no era posible hacer inferencia con muestras reales, ya que la longitud de las conversaciones excedía considerablemente el límite de tokens de entrada de nuestro modelo BART, establecido en 1024 *tokens*. Por ello, hubo que extraer la longitud en *tokens* de todas las conversaciones de cada categoría de problemas proporcionadas por el cliente, resultando en las distribuciones que se incluyen a continuación.

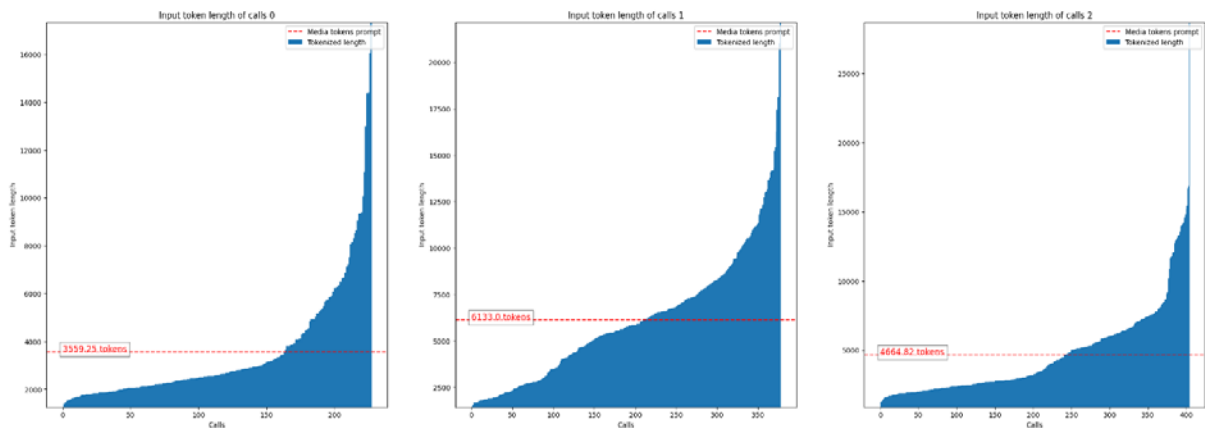


Figura 8. Distribución de la longitud de las conversaciones del cliente

Como es posible comprobar, la media de *tokens* supera ampliamente el límite máximo de *tokens* nuestro modelo (1024), concretamente de las más de mil conversaciones telefónicas, únicamente era posible resumir una. Además, como se ilustra en las gráficas, en cada una de las tres categorías existen conversaciones realmente extensas de más de 10k *tokens*, cifra a la que muy pocos modelos actuales son capaces de tolerar.

Finalmente, debido a los problemas mencionados con respecto a la longitud de los textos/conversaciones de entrada al modelo, se ha programado una función en Python que limita estos textos a la longitud máxima del modelo. Como el modelo BART admite entradas de hasta 1024 *tokens*, se realiza una extracción de las partes más relevantes de la conversación, que son el comienzo y fin, donde se ubican respectivamente incidencia y resolución. Gracias a la información proporcionada por Endesa, conocimos que en los primeros 95 segundos de conversación se concentra la razón principal que permite la clasificación del problema a tratar, y en los últimos 20-30 segundos, la resolución de la llamada. Considerando¹ que nuestro modelo permite 1024 *tokens* de entrada y aproximando una relación *tokens*/palabras de 100/75, se podrían introducir alrededor de 750 palabras al modelo. Además, según los expertos, las personas en una conversación normal hablan en torno a 200 palabras por minuto. Con matemáticas de alto nivel, obtenemos que se puede recortar la entrada para que soporte aproximadamente 3 minutos y 45 segundos. Cabe destacar que este proceso de recortar llamadas implica perder una parte importante de la información de la conversación.

Asimismo, para evitar truncar los textos de entrada se consideró alternativa de buscar otros modelos de mayor capacidad, aunque esto planteaba nuevos desafíos. Los modelos basados en T5 destacan por usar mecanismos de atención relativa, que se traduce en que no hay límite de *tokens* de entrada. A cambio, necesitan de unas mayores prestaciones computacionales. Por defecto, el límite de *tokens* es 512, solo que al duplicar esta cantidad base, se cuadruplican los requerimientos de memoria (GitHub Issues, 2020).

Dentro de la organización CICLAB-Comillas en GitHub, podrás consultar más información relativa al código desarrollado, así como la de otros proyectos a través del siguiente enlace <https://github.com/CICLAB-Comillas>. Nuestros repositorios son *SynthAI-Datasets* para la generación de datasets sintéticos con OpenAI API y *CallSum* para un modelo resumidor de conversaciones telefónicas.

¹ Las consideraciones se han establecido con valores al alza para suponer el peor de los casos.



3. FUTUROS PASOS

De acuerdo con la planificación, se dejan abiertas varias líneas para la continuación de este proyecto:

- I. Procesar las conversaciones reales aplicando la función de acotado para que la longitud de los textos no supere el límite del modelo, almacenando el resultado como un nuevo *dataset*.
- II. Analizar más detenidamente los resúmenes generados a partir de conversaciones reales truncadas, empleando el método desarrollado para acotar la entrada al límite del modelo actual de BART.
- III. Llevar a cabo una revisión manualmente de los resúmenes generados por el modelo, para identificar posibles mejoras o plantear un cambio en el formato del mismo.
- IV. Proceder con un *fine tuning* del modelo BART con una muestra significativa de las conversaciones y resúmenes revisados en pasos anteriores.

4. CONCLUSIONES

Durante la elaboración de este proyecto se ha trabajado con técnicas de Inteligencia Artificial que han permitido comprender el proceso de utilización de un modelo pre entrenado para ajustarlo a un caso de uso específico. A lo largo del periodo de desarrollo, se han encontrado modelos que no permiten solucionar el reto propuesto, al carecer de la capacidad necesaria para funcionar con textos extensos. Para este tipo de casos se proponen dos principales soluciones: (i) Utilizar modelos que permitan un límite de *tokens* de entrada más amplio (T5), contando con los requisitos de procesamiento y memoria necesarios, que resultan económicamente costosos. (ii) Acortar los textos de entrada mediante la función proporcionada como entregable, la cual trata de expresar el límite de longitud del texto de entrada del modelo actual, 1024 *tokens*. Esta última solución tiene en cuenta las partes de la conversación donde se concentran los aspectos clave, aunque siempre conlleva a una pérdida de información relevante.

5. REFERENCIAS

- mrm8488 (7 de Mayo de 2021). *Spanish BERT2BERT (BETO) fine-tuned on MLSUM ES for summarization*. (Hugging Face). Obtenido de <https://huggingface.co/mrm8488/bert2bert-shared-spanish-finetuned-summarization>
- Vaswani, A. (12 de Junio de 2017). *Attention Is All You Need*. (Cornell University). Obtenido de <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
- Meta AI (23 de Febrero de 2023). *LLaMA: Open and Efficient Foundation Language Models*. (Meta AI). Obtenido de <https://research.facebook.com/publications/llama-open-and-efficient-foundation-language-models/>
- tloen (18 de Abril de 2023). *Alpaca-LoRA*. (GitHub) Obtenido de <https://github.com/tloen/alpaca-lora>
- SynthAI-Datasets (21 de Julio de 2023). *SynthAI-Datasets*. (GitHub) Obtenido de <https://github.com/CICLAB-Comillas/SynthAI-Datasets>
- Valkov, V. (30 de Marzo de 2023). *Fine-tuning Alpaca and LLaMA: Training on a Custom Dataset*. (MLExpert). Obtenido de <https://www.mlexpert.io/machine-learning/tutorials/alpaca-fine-tuning>
- Lidiya (26 de Mayo de 2021). *BART Large Xsum Samsun*. (Hugging Face). Obtenido de <https://huggingface.co/lidiya/bart-large-xsum-samsun>
- GitHub Issues (23 de Junio de 2020). *T5 Model : What is maximum sequence length that can be used with pretrained T5 (3b model) checkpoint?* (GitHub). Obtenido de <https://github.com/huggingface/transformers/issues/5204>



1.5

GESTAMP

Aplicación de técnicas de computación cuántica a problemas industriales

Alumnos: Arturo Gómez
Marta Hervás
Mauro Liz
Alberto Quintana

1. INTRODUCCIÓN

Gestamp cuenta con una amplia gama de productos que se integran en la carrocería del vehículo y definen su estructura. La empresa se dedica a todos los procesos de fabricación de componentes, abarcando así toda la cadena de valor. Desde la creación de prensas y troqueles hasta la fabricación y acabado del producto, Gestamp se encarga de cada etapa. Esto incluye el diseño, desarrollo y fabricación de sus propias prensas y troqueles, así como la producción de diversos componentes de carrocería, subconjuntos estructurales y el posterior acabado y montaje. Al cubrir todos estos procesos, Gestamp es capaz de proporcionar soluciones completas y adaptadas a las necesidades de la industria automotriz.

Este proyecto se ha concebido con la idea de buscar aplicaciones de técnicas de computación cuántica en el ámbito industrial para Gestamp, empresa patrono de la Cátedra de Industria Conectada.

Los ordenadores cuánticos (y el software cuántico) se basan en un modelo completamente diferente de cómo funciona el mundo clásico. En la física convencional, un objeto existe en un estado bien definido. En el mundo de la mecánica cuántica, los objetos solo se encuentran en un estado bien definido después de que los observamos. Antes de nuestra observación, los estados de dos objetos y cómo están relacionados son cuestiones de probabilidad. Desde una perspectiva informática, esto significa que los datos se registran y almacenan de una manera diferente, a través de cúbits de información no binarios en lugar de bits binarios, reflejando la multiplicidad de estados en el mundo cuántico. Esta multiplicidad puede permitir cálculos más rápidos y a menor costo para la aritmética combinatoria.

Si eso suena desconcertante, es porque lo es. Incluso los físicos de partículas tienen dificultades para comprender la mecánica cuántica y las muchas propiedades extraordinarias del mundo subatómico que describe, y este no es el lugar para intentar una explicación completa. Pero lo que podemos decir es que la mecánica cuántica hace un mejor trabajo al explicar muchos aspectos del mundo natural que la física clásica, y acomoda casi todas las teorías que la física clásica ha producido.

En el ámbito de la informática comercial, lo cuántico se traduce en máquinas y software que, en principio, pueden hacer muchas de las cosas que los ordenadores digitales clásicos pueden hacer y, además, realizar rápidamente cálculos combinatorios, algo que los ordenadores clásicos no pueden hacer. La oportunidad de la computación cuántica de resolver problemas combinatorios a gran escala de manera más rápida y económica ha incentivado miles de millones de dólares de inversión en los últimos años. La mayor oportunidad puede estar en encontrar más aplicaciones nuevas que se beneficien de las soluciones ofrecidas a través de la computación cuántica.



2. DESARROLLO DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto consiste principalmente de 3 fases claramente diferenciadas. En un principio el grupo se dedicó a aprender de los fundamentos básicos de la librería Qiskit. A continuación, con estos conocimientos se realizó una búsqueda de los principales algoritmos utilizados en computación cuántica para evaluar si alguno de dichos algoritmos podría servir para las ideas iniciales concebidas. Por último, se exploraron las diferentes aplicaciones y se desarrollaron versiones iniciales de código cuántico utilizados en “Edge computing” y “Traveling Salesman Problem”.

2.1. Qiskit: Circuitos cuánticos

Qiskit es una biblioteca de software de código abierto desarrollada por IBM para la programación y manipulación de computadoras cuánticas. Está diseñada para facilitar el desarrollo de algoritmos y programas cuánticos, así como para permitir la ejecución y simulación de circuitos cuánticos en hardware real o en simuladores.

La biblioteca Qiskit proporciona una interfaz de programación de aplicaciones (API) que permite a los usuarios interactuar con las computadoras cuánticas y realizar diversas operaciones. Algunas de las principales funcionalidades de Qiskit incluyen:

1. Construcción y manipulación de circuitos cuánticos: Qiskit permite la creación de circuitos cuánticos utilizando compuertas y operaciones cuánticas predefinidas. Los usuarios pueden construir circuitos a medida, agregar o eliminar compuertas, y combinar circuitos para crear algoritmos más complejos.
2. Simulación de circuitos cuánticos: Qiskit incluye simuladores cuánticos que permiten a los usuarios probar y depurar sus algoritmos sin la necesidad de ejecutarlos en hardware real. Esto ayuda a comprender y visualizar el comportamiento de los circuitos cuánticos antes de su implementación.
3. Ejecución en hardware real: Qiskit ofrece acceso a computadoras cuánticas reales a través de la nube de IBM Quantum. Los usuarios pueden enviar sus circuitos cuánticos para que se ejecuten en hardware real y obtener resultados experimentales.
4. Herramientas de optimización y análisis: Qiskit proporciona herramientas para la optimización de algoritmos cuánticos, incluyendo optimización de puertas y medidas, reducción de errores y mejora de rendimiento. Además, ofrece capacidades de análisis de resultados y visualización de datos.
5. Desarrollo de aplicaciones cuánticas: Qiskit es una plataforma completa para el desarrollo de aplicaciones cuánticas. Permite la integración con lenguajes de programación populares como Python y ofrece módulos adicionales para tareas específicas, como la química cuántica, la optimización cuántica y el aprendizaje automático cuántico.

En resumen, la biblioteca Qiskit proporciona las herramientas y la infraestructura necesarias para programar y manipular computadoras cuánticas, desde la construcción de circuitos hasta la simulación y ejecución en hardware real. Es una herramienta fundamental en el desarrollo y avance de la computación cuántica y permite a los investigadores y desarrolladores explorar y aprovechar el potencial de esta tecnología emergente.



2.2. Algoritmos

1. Algoritmo de Grover: Es un algoritmo de búsqueda cuántica que permite buscar de manera eficiente un elemento deseado en una lista no ordenada. Grover puede proporcionar una aceleración cuadrática en comparación con los algoritmos clásicos.
2. Algoritmo de Shor: Es un algoritmo cuántico para factorizar enteros grandes de manera eficiente. Shor tiene implicaciones significativas para la criptografía, ya que puede romper la seguridad de muchos algoritmos criptográficos comúnmente utilizados, como el algoritmo RSA.
3. Algoritmo de Deustch-Jozsa: Es un algoritmo cuántico que se utiliza para determinar si una función es constante o balanceada. Proporciona una aceleración exponencial en comparación con los algoritmos clásicos correspondientes.
4. Algoritmo de Simulación Cuántica de Feynman: Este algoritmo se utiliza para simular la física cuántica, lo que permite modelar y entender el comportamiento de sistemas cuánticos complejos.
5. Algoritmo de Estimación de Fase Cuántica: Se utiliza para estimar la fase de una transformación cuántica, lo que tiene aplicaciones en algoritmos de búsqueda cuántica, algoritmos de optimización y algoritmos de simulación cuántica.
6. Algoritmo de Amplitud de Estados Cuánticos: Es un algoritmo que permite manipular y analizar amplitudes de estados cuánticos de manera eficiente, lo que tiene aplicaciones en algoritmos de optimización y algoritmos de búsqueda cuántica.

2.3. Aplicaciones de uso de la computación cuántica

2.3.1. Comunicación cuántica

La información confidencial ahora se cifra y se entrega con frecuencia a través de Internet, a través de cables de fibra óptica, satélites de telecomunicaciones y otros canales junto con las "claves criptográficas" digitales necesarias para cifrar y descifrar los datos. Tanto los datos como las claves se transmiten como bits tradicionales y ese nivel de cifrado deja los datos abiertos a ataque hackers experimentados.

Para compensar esta vulnerabilidad del intercambio de datos, la física cuántica se aplica a la comunicación cuántica para salvaguardar los datos. Los bits cuánticos (qubits) serán los encargados de transmitir esta información. Algunas empresas están utilizando esta tecnología para construir redes seguras para enviar datos extremadamente confidenciales utilizando un método conocido como "Quantum key distribution" (QKD). QKD es una forma de distribuir claves criptográficas altamente segura e inexpugnable, de tal manera que se envía la información utilizando bits cuánticos que solo el remitente y el receptor pueden leer. Cualquier dato confidencial que se cifre con esta clave totalmente secreta tendrá un nivel de protección sin precedentes.

2.3.2. Química cuántica. Desarrollo de nuevas moléculas y materiales

El diseño de nuevas moléculas pequeñas o polímeros se basa en predicciones precisas de las propiedades moleculares. Si bien los investigadores químicos han avanzado mucho con herramientas de química computacional para abordar cuestiones que, en última instancia están gobernadas por la mecánica cuántica, las herramientas actuales solo pueden proporcionar aproximaciones. Por ejemplo, herramientas como la teoría del funcional de la densidad (DFT) brindan aproximaciones de sistemas moleculares y son algo efectivas para la investigación de moléculas pequeñas, pero están severamente limitadas para áreas como sólidos, moléculas con átomos pesados o moléculas grandes (como proteínas).



El aumento en la capacidad predictiva de la computación cuántica aplicada al diseño molecular podría tener importantes aplicaciones en el desarrollo de productos químicos como, por ejemplo, la protección de cultivos y muchos otros segmentos de la industria. Además, en el caso particular de productos químicos especializados, la visión precisa de las propiedades de nuevas moléculas mediante computación cuántica acelerará notablemente el proceso. Tomando como ejemplo los nuevos materiales en estado sólido: el potencial de diseño abierto por la computación cuántica podría ayudar en el desarrollo de nuevos materiales para varios segmentos vanguardistas, como materiales para baterías, semiconductores, imanes e incluso superconductores.

De manera similar, con moléculas luminiscentes para pantallas OLED, podría ser posible modelar con un alto grado de precisión nuevas moléculas que podrían proporcionar el brillo y la tonalidad de color deseados antes de fabricarlas, en lugar del proceso actual que, en gran medida, sigue siendo de prueba y error.

También se abrirían nuevas posibilidades en la identificación y diseño de blancos moleculares que interactúen mejor con proteínas, adaptados a la energía de acoplamiento de proteínas y sustratos pequeños. Las computadoras actuales tienen limitaciones en su capacidad para predecir la estructura de las proteínas, sin embargo, utilizando el poder de la computación cuántica, podría ser posible avanzar en este tipo de identificación de blancos, nuevamente con aplicaciones importantes en el desarrollo de productos químicos para la protección de cultivos, biocidas y ciertos otros segmentos de la industria de productos químicos especializados, así como la industria farmacéutica.

2.3.3. Desarrollo de nuevas formulaciones

La computación cuántica podría ayudar en la formulación de mezclas al permitir una comprensión mejorada de los complejos procesos moleculares involucrados, así como respaldar la optimización de dichas mezclas para crear productos más efectivos para toda la gama de aplicaciones que los productos químicos respaldan.

Por ejemplo, el desarrollo de una nueva formulación de productos de limpieza se basa actualmente en la triangulación de la experiencia de un técnico, experimentos de prueba y error y modelos teóricos (en parte basados en cálculos convencionales, aunque los modelos utilizados a menudo son simplificaciones groseras de la realidad). La computación cuántica podría ayudar en este proceso mediante cálculos de optimización para comprender exactamente cómo interactúan las moléculas del detergente, por ejemplo, con una mancha de vino en una fibra, y para identificar los mejores ingredientes activos y formulaciones para eliminarla. Un equipo que utilice una computadora cuántica y el algoritmo adecuado podría reducir el tiempo de cálculo requerido a segundos.

La computación cuántica también podría ayudar en el trabajo de desarrollo en el área relacionada de ensamblajes complejos, como compuestos, pigmentos de efecto y dispositivos optoelectrónicos para pantallas. Estos requieren enfoques híbridos que combinan simulaciones, optimización e inteligencia artificial para identificar los mejores materiales a utilizar (en términos de espesores, concentraciones y estructura), todo lo cual se relaciona directamente con la promesa de la computación cuántica. Algunas empresas químicas ya están trabajando en esta área, utilizando métodos de computación existentes para desarrollar arquitecturas de OLED para su uso en televisores y pantallas de teléfonos inteligentes. Aprovechar las capacidades de la computación cuántica en este campo tiene el potencial de acelerar sustancialmente el proceso de investigación.



2.3.4. Travelling Salesman Problem

El TSP es muy importante en el ámbito de la computación teórica y la investigación operativa. Siempre se intenta encontrar un algoritmo que pueda resolverlo en tiempo polinómico. La razón de esta importancia no es específicamente el TSP, sino más bien la clase de problemas a la que pertenece el TSP, la clase NP. Si podemos encontrar un algoritmo para el TSP, se abrirá un amplio abanico de posibilidades para los miles de otros problemas que pertenecen a este mismo conjunto.

¿Por qué se están usando ordenadores cuánticos para resolver estos problemas en lugar de los ordenadores convencionales?

Los ordenadores cuánticos están siendo utilizados para abordar este tipo de problemas utilizando diversas técnicas. Esto se debe a lo que un ordenador cuántico puede hacer en comparación con un ordenador clásico, aprovecha las peculiaridades de la mecánica cuántica, todas las diferentes propiedades y algoritmos de los que dispone. Aunque el uso de un ordenador cuántico no garantiza la resolución del problema, representa una nueva forma de abordar este tipo de problemas clásicos. Algunas de las técnicas empleadas en la resolución del TSP son el algoritmo de Grover generalizado o QAOA (*Quantum optimization algorithms*). La principal ventaja que implica el uso de ordenadores cuánticos sobre los ordenadores clásicos es la reducción de las posibilidades de n factorial a raíz de n factorial, siendo n el número de nodos o ciudades planteadas en el problema. Por otra parte, esto supone una reducción del tiempo de resolución de este tipo de problemas.

Resolución del problema

El proceso llevado a cabo para la resolución de este tipo de problemas es el siguiente:

- Se aborda el problema codificando las distancias/costos proporcionados entre las ciudades como fases.
- Cada ciudad está conectada a otras ciudades con un costo específico asociado a cada conexión.
- Construimos operadores unitarios cuyos autovectores son los estados de la base computacional y cuyos autovalores son diversas combinaciones de estas fases.
- Luego aplicamos el algoritmo de estimación de fase a ciertos estados propios, lo cual nos proporciona todas las distancias totales posibles para todas las rutas.
- Después de obtener las distancias, podemos buscar a través de esta información utilizando el algoritmo de búsqueda cuántica para encontrar el mínimo y determinar la distancia mínima posible, así como la ruta tomada.

Esto nos proporciona una aceleración cuadrática en comparación con el método clásico de fuerza bruta para un gran número de ciudades.

2.3.5. Otras aplicaciones

Dentro del ámbito de aplicación de la computación cuántica, entran también los problemas de satisfactibilidad, área de gran importancia en ciencias de computación y matemáticas. Estos problemas involucran determinar si existe una asignación de valores a variables que satisfaga una fórmula determinada.

La planificación de la producción es un desafío complejo que implica optimizar el uso de recursos, minimizar costos y maximizar la eficiencia en la producción de bienes o servicios. La computación cuántica tiene el potencial de abordar este problema al aprovechar las capacidades únicas de los algoritmos y las propiedades de la mecánica cuántica.



Uno de los enfoques más prometedores es utilizar la computación cuántica para resolver problemas de programación lineal o entera, que son fundamentales en la planificación de la producción. Estos problemas implican asignar recursos limitados a diferentes tareas y optimizar una función objetivo, como minimizar los costos de producción o maximizar la capacidad de producción.

Además, la computación cuántica también puede ayudar en la simulación de sistemas de producción complejos. La capacidad de los computadores cuánticos para procesar grandes cantidades de información y modelar sistemas a nivel molecular puede permitir una simulación más precisa y detallada de los procesos de producción. Esto, a su vez, puede ayudar a identificar cuellos de botella, optimizar flujos de trabajo y mejorar la eficiencia general de la planificación de la producción.

3. CONCLUSIONES

En conclusión, la computación cuántica ha logrado avances positivos significativos que ofrecen nuevas perspectivas en la resolución de problemas clásicos. Una de las ventajas clave es la capacidad de traducir problemas clásicos a un lenguaje cuántico, lo que permite abordarlos de manera más eficiente utilizando algoritmos cuánticos específicos.

La compresión de algoritmos cuánticos como el VQE (*Variational Quantum Eigensolver*) o el QAOA (*Quantum Approximate Optimization Algorithm*) ha demostrado ser un hito importante. Estos algoritmos permiten abordar problemas complejos de optimización y química cuántica de manera más rápida y eficiente, abriendo nuevas oportunidades en campos como la simulación molecular y el diseño de fármacos.

Si bien los avances son alentadores, es importante tener en cuenta las limitaciones actuales en el hardware cuántico disponible. Las librerías y herramientas disponibles pueden estar obsoletas y la capacidad de los simuladores cuánticos está limitada a un número relativamente pequeño de qubits, como máximo 25. Esto resalta la necesidad de disponer de ordenadores cuánticos más potentes para futuros trabajos.

Un aspecto clave a destacar es la ventaja de tiempo que ofrece la computación cuántica en comparación con los ordenadores convencionales. La capacidad de realizar cálculos simultáneamente a través de superposición y la exploración de múltiples soluciones a través de interferencia cuántica puede acelerar significativamente la resolución de problemas complejos en áreas como la optimización, el aprendizaje automático y la simulación.

En resumen, la computación cuántica ha demostrado su potencial al proporcionar herramientas para abordar problemas clásicos, comprimir algoritmos cuánticos y acelerar los tiempos de resolución. Aunque aún existen limitaciones en el hardware actual, la disponibilidad de ordenadores cuánticos más avanzados en el futuro promete abrir nuevas fronteras en la solución de problemas complejos en diversas áreas de investigación y aplicaciones prácticas.



1.6 ID LOGISTICS

Optimización de los procesos y funcionamiento de los Robots autónomos para una operación de picking unitario de e-commerce

Alumnos: Juan Manuel García-Pérez Merino
María Cinta Urgel Fernández
María Paloma Vázquez Pérez-Palencia

1. INTRODUCCIÓN

El reto presentado por ID Logistics consiste en el estudio de la implementación de robots autónomos en el proceso de elaboración de los pedidos en un almacén. ID Logistics es el encargado de almacenar los productos y desarrollar las operaciones de los pedidos e-commerce del grupo textil Tendam, concretamente en dos almacenes.

Con la finalidad de optimizar y aumentar el rendimiento de sus actividades, ID Logistics tiene implementados los robots Locus en su almacén de Seseña. Por ello, propone el reto de estudiar la viabilidad de dicha implementación en sus diferentes almacenes.

Actualmente, se dispone de un simulador en Python que muestra una interfaz con *tkinter* (librería de Python) y simula el funcionamiento de los robots en los diferentes almacenes de Seseña y Tarancón. Además, se puede representar dicha simulación mediante la lectura de unos documentos *pickle* y su representación en Python.

Se nos propone la mejora de dicha interfaz y la optimización del simulador, y para la creación de una interfaz más dinámica y visual haremos uso de React.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Primeros pasos

En primer lugar, nos familiarizamos con el código desarrollado por nuestros compañeros en el curso anterior. El código ya desarrollado constaba de un conjunto de archivos de Python que al introducir los parámetros pedidos por una interfaz de usuario, realizaba una simulación del almacén caótico y se podían ver los resultados de dicha simulación. Para ello, se tenía que ejecutar el archivo de la interfaz de usuario, introducir los datos y en caso de querer ver los resultados, ejecutar también el archivo que representase los mapas.

Una vez entendido el código existente, procedimos a realizar una nueva interfaz de usuario la cual fuera más atractiva visualmente y fuera necesario tan solo ejecutar un archivo que presentase la interfaz de usuario, introducir los datos y una vez terminada la simulación ver los resultados ahí mismo tanto de simulaciones pasadas como de la realizada en ese momento.

La nueva interfaz de usuario se realizó con React como se comentará a continuación más detalladamente.



2.2. Funcionamiento del almacén

Antes de comenzar con el desarrollo del proyecto, es necesario explicar el funcionamiento del almacén, concretamente el de Seseña; pues es en el cual los robots están ya en funcionamiento. El almacén está dividido en filas de estanterías y en cada estantería hay huecos en los que están dispuestas caóticamente las prendas.

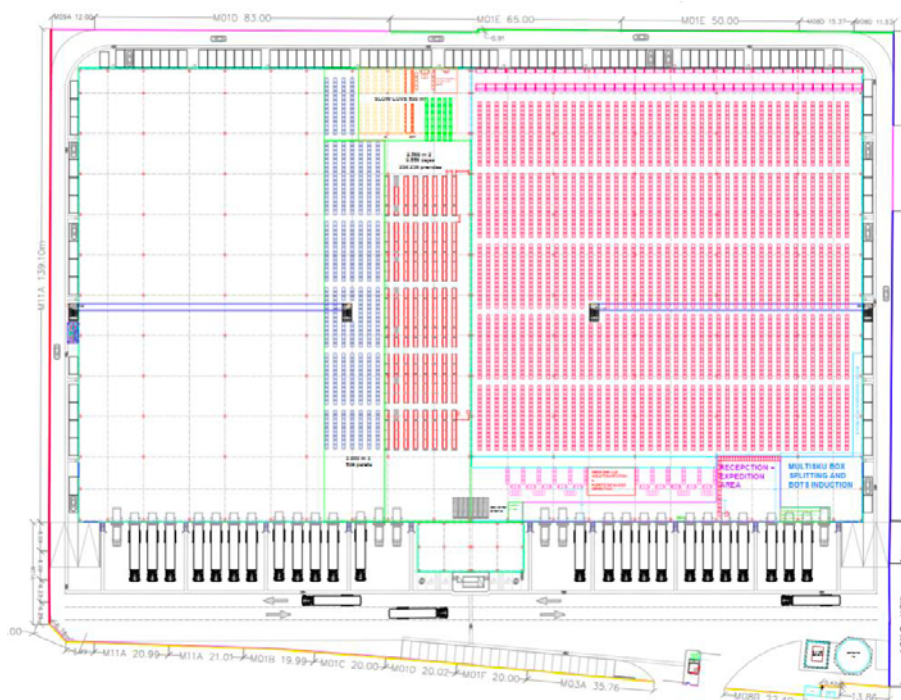


Ilustración 1. Layout de la planta de Seseña

El flujo del almacén es tal que se generan olas de pedidos a diferentes horas. Las olas están compuestas por "misiones", las cuales se asignan a cada robot. Una misión está formada por un número diferente de pedidos en función del volumen de las prendas, ya que los robots tienen un límite de capacidad de transporte, y se divide en tres etapas: "start", "picking" y "packing":

- **"Start"** corresponde con el momento en el que se le asigna dicha misión al robot y este genera la ruta óptima que va a recorrer durante el "picking". Además, se le asigna un "tote", que es el contenedor en el que se van depositando las prendas. Dichos "totes" pueden disponer de 6, 9 o 12 departamentos, de tal forma que cada uno corresponde con un pedido. Estos departamentos albergan las prendas correspondientes a dicho pedido.
- **"Picking"** es la etapa en la que el robot recorre las localizaciones de las prendas y completa los pedidos. Esta etapa comienza cuando el robot empieza a moverse hacia la primera localización. Cuando la alcanza, el robot se para y un operario se acerca a la posición para realizar el "pick" de la prenda. Este escanea su referencia y la coloca en el departamento correspondiente. Una vez la ha colocado, el robot está listo para ir a la siguiente localización y comienza un ciclo de recogida de prendas.

En esta etapa cabe mencionar los distintos tiempos en los que el robot se encuentra haciendo varias actividades.

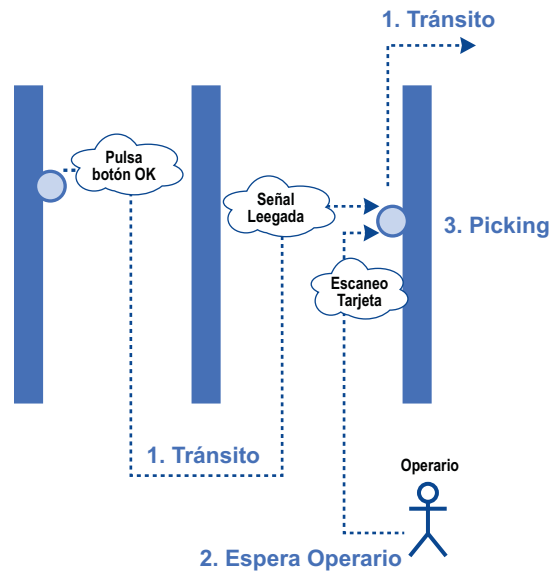


Ilustración 2. Representación gráfica del proceso de elaboración de un "pick"



Ilustración 3. Tiempos implicados en la elaboración de un "pick"

- **Momento salida:** Empieza el recorrido hacia la primera localización.
Tiempo de tránsito: tiempo que tarda en ir de una localización a la siguiente.
- **Momento llegada:** Llega a la localización del artículo.
Tiempo de espera al operario: Locus ha llegado a la localización y está a la espera de que un operario realice la operación de picking.
- **Momento tarjeta:** El operario llega a la localización y por Bluetooth Locus le reconoce.
Tiempo de picking: lo que tarda el operario en realizar la operación de picking.
- **Momento salida:** El picking actual ha terminado y Locus se dirige hacia la siguiente localización.



- Una vez ha recogido todas las prendas, finaliza la etapa de “picking” y comienza la de “**packing**”. El robot se dirige a la zona de descarga de los pedidos, y una vez llega, finaliza su misión. En la zona de descarga, los operarios vacían el “tote” y empaquetan los pedidos de tal forma que están listos para su envío.

Comprehensive Robotic-Enabled WAREHOUSE EXECUTION PLATFORM

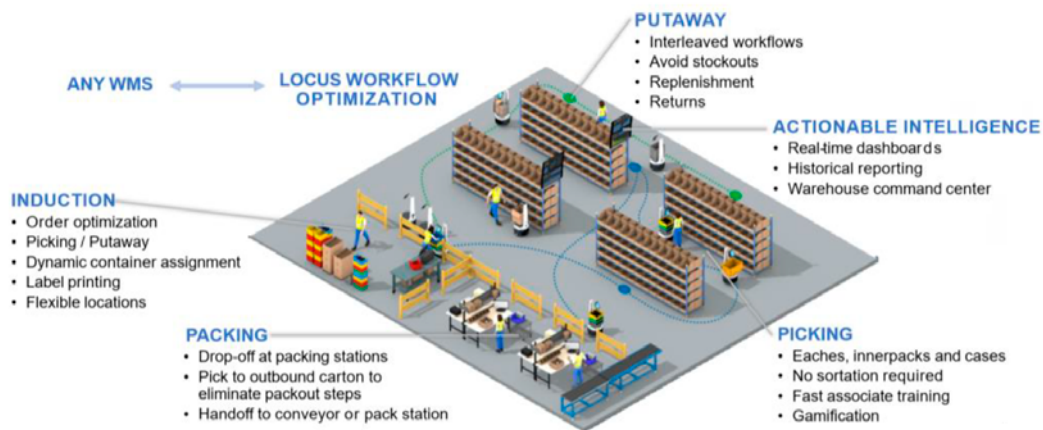


Ilustración 4: Proceso de elaboración de los pedidos por los robots

2.3. Interfaz

Se ha desarrollado una nueva interfaz en React. React es una librería de JavaScript para el desarrollo web, que permite construir interfaces de usuario a partir de componentes. Para su desarrollo, se tuvo que aprender a programar en JavaScript.

La nueva interfaz, contiene nuevas modalidades que la interfaz anterior no incluía. A continuación, se adjunta una imagen de la interfaz anterior. Esta interfaz se mostraba directamente cuando se ejecutaba el script de Python.

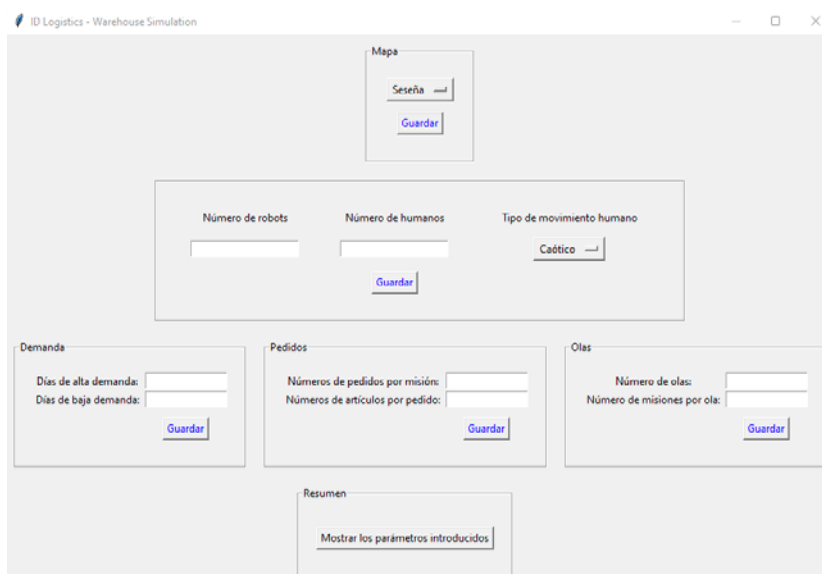


Ilustración 5. Antigua interfaz para la definición de los parámetros



La nueva interfaz, también mostrada al ejecutar el main script de Python, difiere un poco con la original. En primer lugar, muestra una pantalla de inicio que da opción al usuario para crear una nueva simulación o acceder a una simulación pasada. Además, en todas las ventanas que se abren, hay una opción de "Exit" que permite al usuario volver a la pantalla de inicio, y en algunas, otra opción de "Go Back" que permite acceder a la ventana anterior, si la hay.

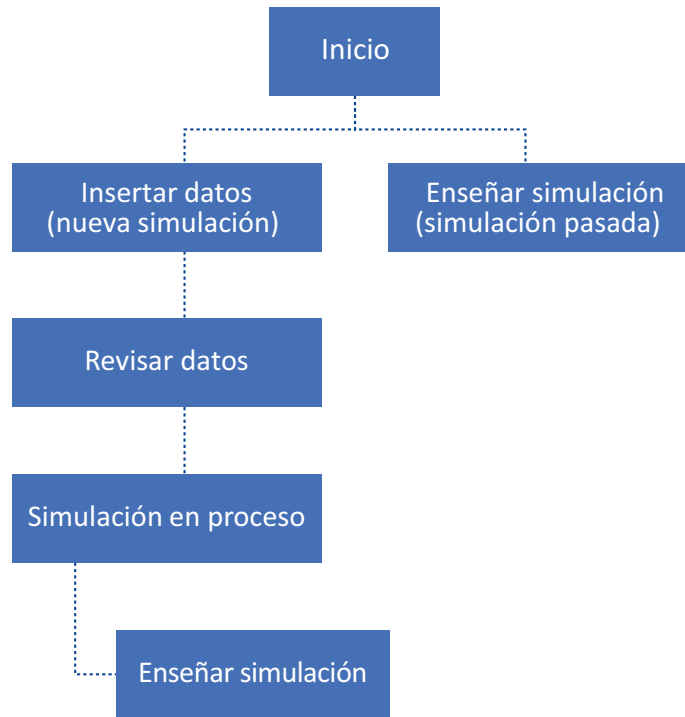


Ilustración 6. Diagrama del funcionamiento general de la simulación

Inicio

Esta ventana le permite al usuario generar una nueva simulación con los datos que se deseen o representar una simulación pasada.



Ilustración 7. Ventana de inicio de la nueva interfaz



Insertar datos (nueva simulación)

Esta ventana contiene casillas donde insertar los datos de interés para la realización de la simulación. Estos datos son exactamente los mismos que se le pedían al usuario en la anterior interfaz, y son los siguientes:

- Selección del mapa del almacén.
- Elección del número de robots.
- Elección del número de humanos.
- Elección del número de días de alta y baja demanda.
- Elección del número máximo y mínimo de "picks" por misión.
- Elección del tiempo entre olas.
- Elección del número máximo y mínimo de misiones por ola.

Las casillas no permiten la inserción de números negativos. Además, esta ventana contiene unos botones en la parte inferior que permiten guardar los datos insertados o volver hacia atrás. No permite guardar los datos si no se han rellenado todas las casillas.

ID Logistics Simulator

Map?
Select a map:
Cortefiel Springfield Seseña

Agents?
Number of robots:
Number of humans:

Demand?
Number of high demand days:
Number of low demand days:

Picks?
Minimum number of picks:
Maximum number of picks:

Waves?
Time between waves:
Minimum missions per wave:
Maximum missions per wave:

Go Back **Save Data**

Ilustración 8. Ventana de inserción de datos de la nueva interfaz



Revisar datos

Esta ventana muestra un resumen de los datos insertados por el usuario y le permite volver a la ventana anterior si se desea modificar un valor específico, mediante un botón de volver hacia atrás. Si al revisar los datos se comprueba que son los deseados, hay otro botón que permite iniciar la simulación. Al pulsar este botón, se envían los datos a Python en un archivo JSON y comienza la simulación del movimiento del almacén.

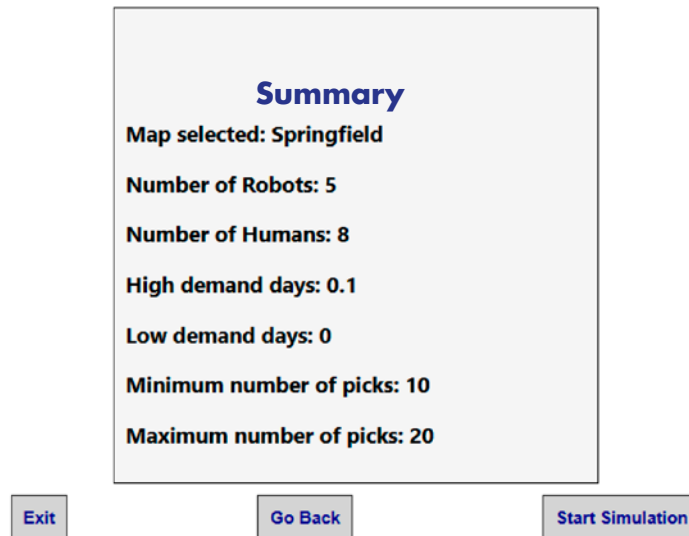


Ilustración 9. Ventana de resumen de datos de la nueva interfaz

Simulación en proceso

En esta ventana se muestra el estado de la simulación mediante una barra de progreso con el porcentaje de lo que ya se ha simulado. Contiene dos botones en la parte inferior que permiten salir de la simulación y enseñar la simulación en el mapa, una vez el progreso ha llegado al 100%. Por ello, si se presiona ese botón durante la simulación, no lleva a ninguna ventana, sólo cuando esta ha terminado.

Simulation in Progres

Progress: 42%



Ilustración 10. Ventana de simulación en progreso de la nueva interfaz

El simulador de Python genera un archivo JSON cada hora de simulación, que contiene información de las rutas de los robots. Este archivo será útil para la representación gráfica del almacén.



Enseñar simulación

La última ventana que aparece en la interfaz es la que permite la representación de la simulación del almacén. Hay un botón que permite el acceso al explorador de archivos para hacer la selección del archivo JSON que se desea representar. Una vez se selecciona el archivo, este se representa en una matriz.

Mediante el botón "Exit" se vuelve a la pantalla de inicio. Mediante los botones de "Play" y "FF" se reproduce la simulación del movimiento de los robots y operarios. "Play" reproduce la simulación en tiempo real, y "FF" a cámara rápida (fast forward).

Esta ventana es la misma que se muestra al pulsar el botón de simulaciones pasadas en la ventana de inicio.

Map Simulation

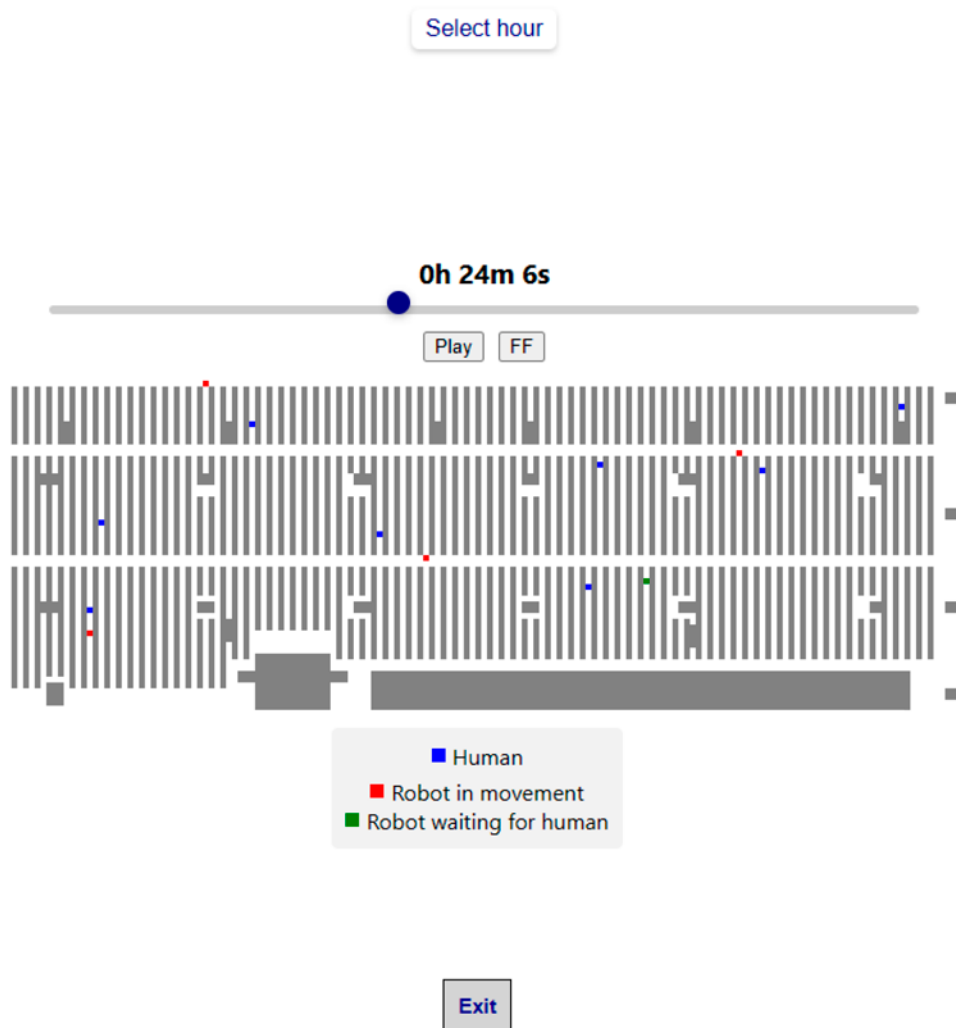


Ilustración 11. Ventana de simulación del mapa en la nueva interfaz



2.4. Comunicación React-Python

Para lograr una comunicación efectiva entre el front-end de React y el back-end de Python, donde se encontraba alojado nuestro simulador, fue fundamental encontrar una solución ágil y eficiente. Para ello, optamos por utilizar FastAPI, una moderna y poderosa biblioteca de Python que nos permitió diseñar rápidamente las comunicaciones react-python.

Inicialmente, exploramos la posibilidad de utilizar WebSockets para establecer una conexión bidireccional entre el frontend y el backend, ya que esta tecnología permite una comunicación en tiempo real y proporciona una experiencia más interactiva. Sin embargo, durante el proceso de desarrollo, encontramos que la implementación de WebSockets resultaba más compleja y requería una gestión adicional de eventos y control de estado, por lo que nos acabamos decantando por FastAPI para gestionar las solicitudes HTTP.



*High performance, easy to learn,
fast to code, ready for production*

Ilustración 12. Logo de FastAPI

Para manejar el front-end de react utilizamos la biblioteca Axios, que es una herramienta popular para realizar las solicitudes HTTP. Mediante el comando 'axios.post()' enviábamos datos en formato json, con esta funcionalidad mandamos los parámetros introducidos en la interfaz al puerto 3000, mientras que con el comando 'axios.get()' mandamos una solicitud de información que python responde mandando el progreso total de la simulación, número que mostraremos por pantalla.

2.5. Multiprocessing

Para llevar a cabo tres procesos simultáneamente en Python, que incluyen la ejecución del simulador, la apertura de la interfaz y la comunicación entre ambos, investigamos diversas opciones para lograr una coordinación eficiente. Durante nuestra búsqueda, encontramos la biblioteca de multiprocessing, con la pudimos crear y administrar múltiples procesos de forma concurrente.

Esta biblioteca nos permitió además crear 'multiprocessing values' y 'multiprocessing queues', que son unos valores compartidos entre procesos los cuales fueron fundamentales para mejorar la interacción interfaz-simulador. En el caso de una queue, es una estructura de datos que sigue el principio FIFO que hay que gestionar mediante comandos 'get' y 'put', mientras que el value se actualiza constantemente.

A la hora de utilizar esta biblioteca, iniciamos primero los procesos de iniciar la interfaz y el de la comunicación, para recoger los datos iniciales, y una vez obtenidos estos, recibirlos en el back-end y empezar el proceso del simulador con los datos recibidos.



2.6. Simulador en Python

Definición de los parámetros de la simulación

La definición de los parámetros se realiza en una interfaz, tal y como se ha comentado previamente. En dicha interfaz, que se puede observar en la Ilustración 8, se pueden configurar los siguientes parámetros:

- Selección del mapa: Seseña, Springfield, Cortefiel.
- Elección del número de robots.
- Elección del número de humanos.
- Elección del número de días de alta y baja demanda.
- Elección del número máximo y mínimo de "picks" por misión.
- Elección del tiempo entre olas.
- Elección del número máximo y mínimo de misiones por ola.

Inicialización del sistema

En esta parte del proceso se realizarán todas aquellas operaciones que solo sea necesario obtener una vez. En la inicialización se obtendrán los siguientes parámetros:

- Generar el mapa seleccionado.
- Crear las instancias de los robots y colocarlos en su posición inicial.
- Crear instancias de los operarios y colocarlos en la posición requerida.

Ciclo de trabajo principal

El ciclo de trabajo principal presentará la siguiente forma:

1. En primer lugar, se generará una ola de misiones en el caso de que haya pasado el tiempo entre ola y ola. En caso contrario se avanzará a la siguiente operación.
2. A continuación, se llevará a cabo un proceso de asignar misiones a robots. En el caso de que en la lista de misiones haya una misión sin un robot asignado y exista un robot que no esté realizando ninguna misión, ambos se enlazarán.
3. El siguiente paso es generar las rutas tanto de los robots como de los operarios. Un robot generará una nueva ruta cuando esté parado y no esté esperando a un operario, es decir, el operario ya habrá realizado el picking. Un operario generará una nueva ruta cuando exista un robot parado y esperando a un operario, y dicho operario sea el humano inactivo más cercano.
4. Después de esto se realizará un proceso de gestión de conflictos entre rutas. Esta función tendrá en cuenta las dos siguientes posiciones que tendrá cada robot. Gracias a esta información detectará un posible conflicto entre rutas y recalculará la ruta de los robots en caso de ser necesario, para que en la siguiente iteración no haya colisión.
5. Una vez se han depurado las rutas, se actualizará la posición tanto de operarios como de robots. Se modificará su posición a la siguiente de la ruta en caso de ser necesario, teniendo en cuenta para ello la velocidad de cada robot, el espacio recorrido y el tiempo transcurrido.



6. A continuación, se actualizará el estado de cada agente. Los distintos estados que puede presentar los agentes son los siguientes:

Robot:

- a. Espera.
- b. Movimiento.
- c. Llegada al artículo.
- d. Esperando a que el humano realice el picking.
- e. Yendo a la zona de packing.

Operario:

- a. Parado.
- b. Movimiento a por un robot.
- c. Realizando picking.

7. Guardar los datos necesarios:

- a. ID del robot.
- b. Número de picks realizados.
- c. Tiempo total en realizar el pedido completo.
- d. Tiempo de espera al humano.
- e. Tiempo de salida.
- f. Misiones que ha completado el robot.
- g. Distancia en casillas.
- h. Distancia en metros.
- i. Intersecciones.

8. Actualizar el tiempo de la simulación, en función del periodo de muestreo.

3. CONCLUSIONES Y FUTUROS PASOS

La continuación de este proyecto durante este período de tiempo ha logrado una interfaz de usuario mucho más dinámica y atractiva visualmente en la cual el usuario puede interactuar para llevar a cabo tanto nuevas simulaciones como visualizar simulaciones pasadas.

Un posible paso futuro que se ha planteado es conseguir que para abrir la interfaz de usuario no sea necesario abrir la carpeta con el archivo 'Main.py' y ejecutarlo, sino que directamente el usuario pueda clicar en un icono disponible en el escritorio de la pantalla y se abra la interfaz de usuario. Otro aspecto que se podría modificar es el hecho de que cuando generes una nueva simulación y llegues al final de ésta, si quieres volver a generar una nueva simulación pulsando 'Exit' para volver a la pantalla de inicio, se reinicie todo para poder realizar una nueva simulación ya que actualmente no es posible. El último aspecto sería asegurar que la barra del progreso no llegue al cien por cien hasta que se genere el último json.



1.7 PACKBENEFIT

Análisis exploratorio de las variables de la formadora

Alumnos: Cristina Velasco Ruiz
Ana Llorente Areses
Javier Andersen Muñoz
Sara Gómez Lorenzo

1. INTRODUCCIÓN, DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS DEL RETO

PackBenefit, empresa líder mundial en el sector de bioenvases, se dedica a la fabricación de bandejas sostenibles. Una de las principales máquinas del proceso de fabricación y en la cual se centra este proyecto es la Formadora. La Formadora está compuesta por una serie de moldes que se sumergen en una bañera de celulosa y agua. Una vez se someten a diferentes temperaturas y presiones se obtienen las bandejas que a continuación pasarían a la Laminadora para terminar el proceso. Una serie de sensores recogen datos de la Formadora, los cuales pasan a estar disponibles en la plataforma cloud Helix.

El reto tiene como principal objetivo realizar un análisis de las variables que se recogen para encontrar tendencias y anticipar la detección de defectos en las bandejas. El proyecto comenzó con el estudio de la metodología más eficiente para la obtención y descarga de los datos del proceso, lo cual ha terminado centrando la mayor parte del trabajo. Así pues, el proyecto se reorientó a detectar en primer lugar los cuellos de botella en la extracción de datos, posteriormente, se propuso una clasificación de las variables que aparecían en la base de datos, y finalmente se realizó un análisis exploratorio y de componentes principales preliminar en base a los datos de los que se dispuso.

En este documento se recogen los resultados de dicho análisis, centrándose en las variables sobre la Formadora. Además, se describe la metodología empleada para dicho estudio, y se concluye con una serie de cuestiones y recomendaciones para mejorar la extracción de datos.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Trabajo previo y preparación del setup

En primer lugar, se realizó un estudio sobre las diferentes librerías de análisis y representación de datos que ofrece Python. Tras analizar varias herramientas se decidió emplear *D-Tale*, una librería gráfica que permite de una manera sencilla realizar distintos tipos de gráficos variables y determinar relaciones entre las mismas.

Una vez seleccionada la librería con la que se iba a realizar una inspección de los datos preliminar, se preparó un programa para leer directamente los datos de un .csv y sacar conclusiones en base a gráficas y medidas de correlación entre variables. Por otro lado, se diseñó un código para detectar periodos en los que saltan las alarmas y guardar en archivos csv esos periodos junto con los datos anteriores y posteriores. Esto último se realizó con el objetivo de detectar variables que cambian y analizar si son la causa por la que saltó la alarma. Todos estos programas se probaron con un conjunto de datos obtenidos del repositorio público Kaggle, con el fin de ir preparando el setup.



2.2. Análisis exploratorio de variables

Una vez que se tuvo acceso a la plataforma Helix desde donde se pueden ver y descargar todas las variables del proceso relativas a la Formadora, se procedió a trabajar con la sección de Data Analytics y Data Set. Dado que se dispone de una gran cantidad de variables, las cuales son muy difíciles de inspeccionar y clasificar sólo por su nombre, se realizó como paso previo al análisis de las alarmas, un análisis exploratorio de las variables disponibles.

Para realizar esta inspección, se exportó y descargó toda la información de las variables de la Formadora disponible en el aplicativo de Backend. A continuación, se eliminaron todas las columnas que se consideró que no aportaban información relevante, que estaban vacías o que contenían simplemente el mismo valor para todas las variables.

Para tener un control de alto nivel sobre las variables, éstas se agruparon por categorías. Para ello, el procedimiento fue crear una categoría si había un número suficiente de variables que compartían un mismo término en su descripción, si la variable pertenecía a un elemento de la Formadora reconocido o si era parte del proceso.

La categoría "0 – Desconocidos" contiene variables que no han sido posible clasificar ya que su nombre no es lo suficientemente explicativo o descriptivo como para poder, con un conocimiento limitado del dominio, clasificarla en alguna de las otras categorías.

La categoría "1 – No analizar" son variables que se ha considerado que no tienen relevancia a la hora de analizar los datos inherentes al funcionamiento de la Formadora y poder diseñar algoritmos de aprendizaje automático.

En el resto de las categorías ha predominado la naturaleza de la variable en caso de ser conocida frente a su localización, es decir, si una variable se denominaba "TEMP MAX M1 M CA" se ha incluido en la categoría "Temperaturas" antes que en "Mesa C A", que es la mesa central A. Se ha optado por este enfoque pensando en el futuro análisis de los datos, aunque puede ser modificado en base a recomendaciones o según las necesidades que surjan.

Por último, en lo relacionado con la definición de las categorías, cabe destacar el grupo "Programa". En éste se han incluido todas aquellas variables que se ha considerado que están relacionadas con el funcionamiento interno del programa del TiaPortal y que es poco probable que tengan influencia en un análisis de los datos por fallos o del funcionamiento normal del proceso, por lo que tampoco se analizarán.

Respecto al significado de las categorías, hay varias de las cuales éste se desconoce, puesto que el nombre no es lo suficientemente explícito, pero la cantidad de variables que aparecen es suficiente como para agruparlas. Este es el caso de las categorías: BB, BG, Dif neg/pos, GNB, P, PT, VC, y VM. Como parte de las sugerencias y futuros pasos que se detallan más adelante, será conveniente la revisión de un experto para completar la descripción de estas variables y comprobar que la categorización es adecuada.

Así pues, esta solución se adoptó con el fin de facilitar a un agente externo al proceso la interpretación de la gran cantidad de variables que actualmente se están guardando en Helix y que, como se ha comentado, no todas son significativas de cara a un análisis de los datos.

2.3. Análisis de las variables repetidas

Ante la sospecha de que había un número no despreciable de variables repetidas (con el mismo nombre, pero valores diferentes) se ha realizado un análisis cuyos resultados están guardados en el Excel "AnálisisFormadora.xlsx".

En la hoja "Resultados" se puede ver en la columna "Variable" la variable en cuestión que se repite y en la siguiente columna el número de veces que se repite. En total se han detectado 1854 variables repetidas.

Por otro lado, en la hoja "Totales" se han agrupado el número de variables repetidas por Grupo al que pertenecen. En este caso puede observarse que la categoría con mayor número de variables repetidas es BB, seguida de BG, Dif neg/pos y Programa.

Analizando de manera más detallada dichas variables repetidas, se ha percibido que, a pesar de tener el mismo nombre, los datos que recogen son completamente distintos. A continuación, se puede ver un ejemplo en el que se ha seleccionado la variable "Infratemperatura_z1()" que estaba repetida tres veces con el mismo nombre y, sin embargo, tienen valores distintos. Esto último puede deberse a un factor de escala, pero creemos que debería ser revisado dado el elevado número de variables repetidas y con el fin de optimizar qué variables se guardan y el espacio que ocupan.

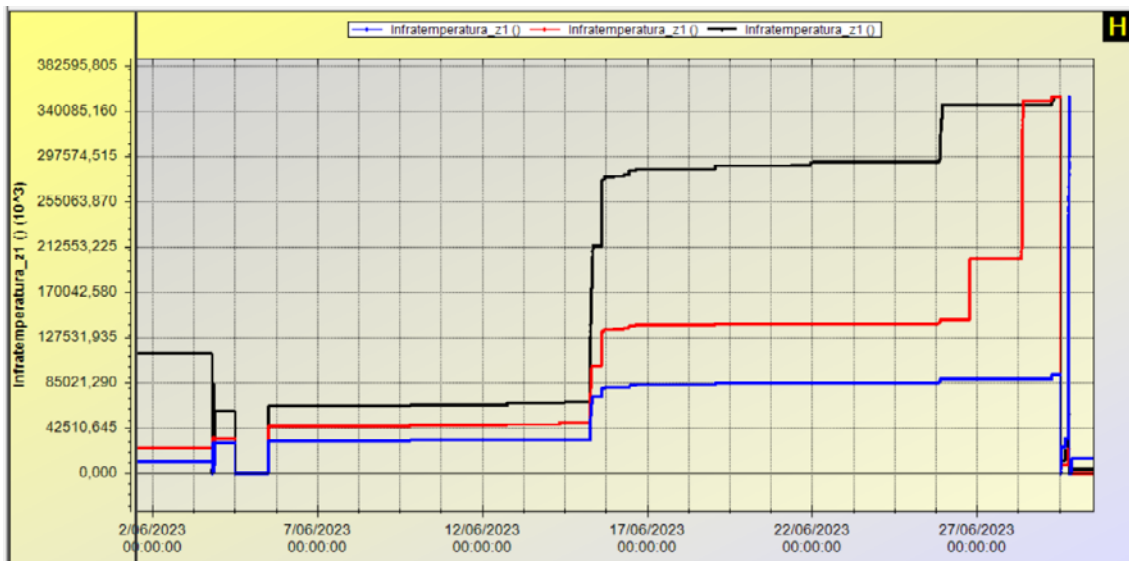


Figura 1: Gráfica de las infratemperaturas_z1_()

Las variables con el mismo nombre generan un difícil problema a la hora de descargar los datos, ya que al tener el mismo nombre resulta imposible bajarlos desde el aplicativo Data Set ya que salta un error de "Variable duplicada".

Visualizando los datos a través del aplicativo Data Analytics, sí que se pueden representar las variables con el mismo nombre, pero distintos valores. Sin embargo, esta opción cuenta con la restricción de que solo permite descargar variables de 8 en 8, lo que haría el proceso de obtención de datos con nombres repetidos inabarcable.



2.4. Procedimiento de descarga de datos

Para disponer de un número suficiente de datos como para entrenar un algoritmo de aprendizaje automático es necesario arrastrar en la plataforma de Helix cada variable individualmente, resultando una tarea tediosa para el volumen de datos que se podría requerir.

Otra forma de proceder con el análisis de datos, pero que consideramos que limita las capacidades de los algoritmos de aprendizaje automático, es partir de escenarios con variables seleccionadas por el experto del proceso. En este caso el número de variables a analizar se reduce, pero, se puede caer en el error de olvidar alguna variable que, aunque intuitivamente no sea relevante, pueda estar causando el fallo del proceso. Precisamente gracias al uso de determinados algoritmos de aprendizaje automático, esta "ingeniería de variables" deja de ser necesaria y es el propio modelo el que determina qué variables son determinantes y cuáles no.

Por otro lado, dependiendo del volumen de datos a descargar, al seleccionar un intervalo temporal amplio, el tiempo de descarga es elevado (por ejemplo, con el escenario que se nos proporcionó, no se han podido descargar 3 semanas de datos aun dejando el ordenador trabajando más de 5 horas). Así mismo, hemos detectado que los datos que se descargan para una semana, no siempre se encuentran en este periodo temporal, si no que a veces son sólo 2 días, y pueden venir con o sin segundos en la marca de tiempo. Estos dos hechos son totalmente arbitrarios y no dependen de la semana de datos que se descargue.

La alternativa a este proceso de lectura y descarga de datos es realizarla a través de la conexión a la base de datos SQL sobre la que opera Helix. En primera instancia se descartó porque es un proceso que requiere conocer en detalle las queries que hay que emplear, así como la forma de cifrado y descifrado de datos en los que se encuentran las variables en la base de datos. Por ello, ésta no resultaba una opción viable para el plazo del que se disponía en esta colaboración. No obstante, para futuras colaboraciones sería una alternativa a considerar.

2.5. Análisis exploratorio y de Componentes Principales para el escenario definido

Partiendo del escenario proporcionado, se procedió a un análisis exploratorio y de componentes principales para dichas variables cuyos objetivos eran analizar las posibles causas de las alarmas. Teniendo 12 variables de alarmas agrupadas diferentes, se ha intentado encontrar si hay alguna relación con el resto de las variables que haga que salten dichas alarmas. Si se encontrase dicho patrón podría ayudar a prevenir las alarmas y en consecuencia errores y defectos en el proceso de fabricación.

Para llevar a cabo este estudio se ha creado un en primer lugar un script de cuya función es detectar cuando se activa una alarma, es decir, cuando tiene un valor distinto de 0. Cuando esto ocurre, se guardan en un .csv distinto los valores de aquellas variables cuya varianza sea mayor a un determinado umbral para un determinado periodo de tiempo anterior a la activación de la alarma, durante su activación, y para un periodo posterior a la desactivación de la alarma. Tanto el umbral de la varianza como el periodo que se extiende el análisis pre y post alarma son determinados por el usuario. Hemos detectado que, de las 12 alarmas presentes, únicamente los grupos 0, 2, 4 y 6 se activan durante los días de los que hemos podido descargarnos los datos (del 3 al 5 de julio de 2023). Cabe destacar que, en el caso de variables relacionadas con la temperatura, la varianza es superior al resto de tipos de variables, pues un cambio de 1°C no es significativo. Con este código lo que conseguimos es la visualización de todas las variables que han podido verse influenciadas, bien por ser la causa, o bien como consecuencia, por la activación del grupo de alarma.

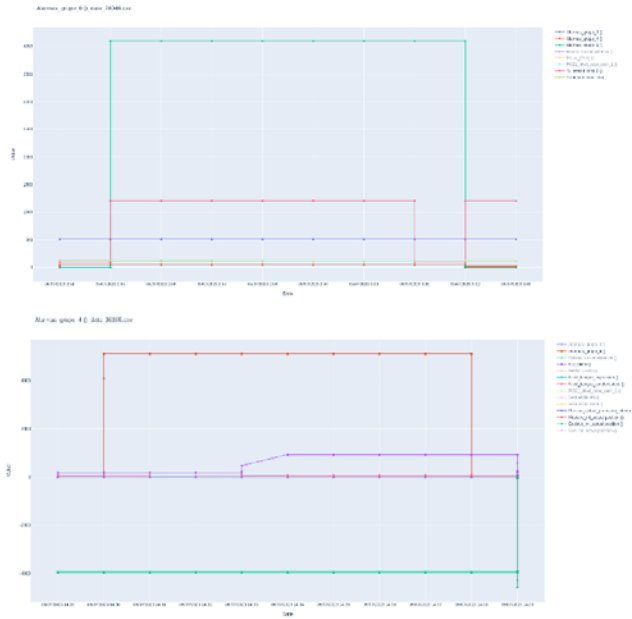


Figura 2: Ejemplo de visualización de los datos antes, durante y después de la activación de una alarma.

Por otro lado, se ha diseñado un último programa cuya función consiste realizar un Análisis de Componentes Principales (PCA), con el objetivo de tratar de determinar si existe algún patrón de comportamiento distinto entre datos que se han obtenido durante un periodo de tiempo de funcionamiento normal de la Formadora, y datos obtenidos durante un periodo de tiempo previo a la posterior activación de la alarma. Algunos de los resultados obtenidos de este análisis se muestran en los siguientes gráficos. En análisis del caso del grupo de alarma 2 podría resultar interesante puesto que hay una diferencia entre ambos patrones, pero no es concluyente.

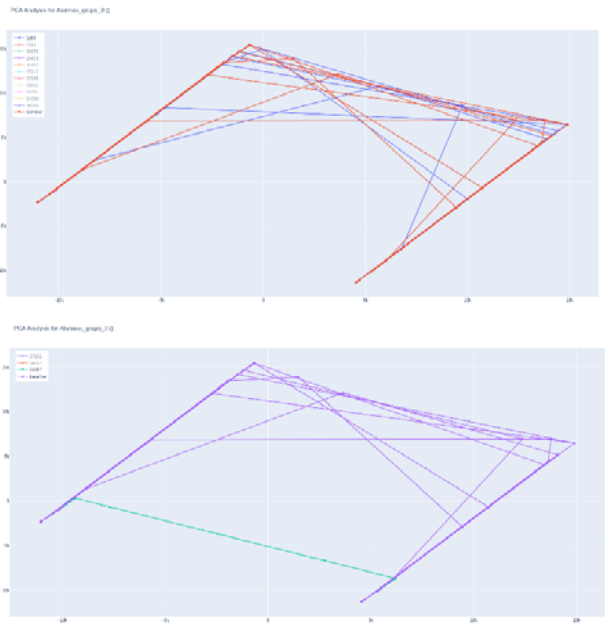


Figura 3: PCA de 2 dimensiones para el grupo de alarma 0 y el 2. Se muestran el conjunto de datos de no fallo (rojo en la izquierda y morado en la derecha) así como uno de los lotes de datos previos a una activación de la alarma (azul en la izquierda y verde en la derecha).



Aunque para este conjunto concreto de datos no hemos obtenido ningún resultado concluyente, El PCA es una herramienta de análisis muy interesante que se utiliza para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Al reducir la dimensionalidad, el PCA busca encontrar las combinaciones lineales de las variables originales que explican la mayor varianza en los datos.

Así pues, se puede determinar qué variables originales son más explicativas o contribuyen más a la variabilidad general de los datos. Esto puede ser útil para simplificar y resumir la información en un conjunto de datos con muchas variables, permitiendo un análisis más fácil y una visualización más efectiva de los datos. Además, el PCA también ayuda a identificar patrones o tendencias en los datos. Al reducir la dimensionalidad, es más fácil visualizar y explorar las relaciones entre variables y cómo se agrupan los puntos de datos en el espacio transformado por los componentes principales. Este hecho es el que buscábamos mediante la comparación de patrones de datos obtenidos durante el funcionamiento normal de la Formadora, con datos obtenidos momentos previos a la activación de una alarma.

Para concluir, consideramos conveniente señalar que el proceso de distinción del tipo de alarma cuando lo que se analizan son las variables "grupo_alarma_X ()" no es escalable y puede ser un cuello de botella importante a la hora de automatizar todo el proceso de análisis de los datos. En la situación actual, estas variables que agrupan distintos tipos de alarmas tienen valores que deben ser comparados y "descifrados" con las posiciones de memoria de las alarmas individuales en el TiaPortal para saber qué alarma individual dentro del grupo es la que está saltando. Entendemos que esto se debe al tipo de variable empleado, pero de cara a la automatización y escalabilidad del análisis habría que buscar una alternativa para poder conocer la alarma individual causante del fallo de forma automática.

3. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y FUTUROS PASOS

Una vez concluida la clasificación de las variables en diferentes grupos y el análisis de algunas de ellas se pueden extraer varias conclusiones respecto al proyecto. Se cuenta con una gran cantidad de datos que con total seguridad podrían resultar de utilidad en futuros análisis y modelos. No obstante, el proceso lento de descarga de los mismos dificulta la labor. A esto se suma la descripción de algunas variables que, en caso de no tener conocimiento de primera mano del funcionamiento de las propias máquinas, resulta complicado determinar lo que representa la variable.

Es por ello por lo que se proponen las siguientes recomendaciones:

- Los nombres de muchas variables no son lo suficientemente explícitos como para entender su significado sin tener un conocimiento experto sobre el proceso. De ahí que muchas se hayan clasificado en "0 – Desconocidos".
- Sería conveniente unificar los términos que son comunes a las variables de cara a facilitar un futuro procesado de estas. Por ejemplo, si el nombre de una variable debe incluir que pertenece a la Mesa Inferior, sería recomendable que todas estas variables tuviesen como parte de su descripción MI o similar, ya que ahora mismo nos hemos encontrado varias nomenclaturas para designar lo mismo (M.I., mesa inferior, MI, Mesa I...).
- Documentar las diferentes variables que aparecen en el portal Hélix, dotándolas de una descripción que permita identificarlas fácilmente.
- Eliminar variables repetidas o, en el caso de que compartan el mismo nombre, pero representen variables diferentes, cambiar su nombre.

- Revisar el proceso de descarga de datos, tanto en lo relativo a los tiempos necesarios para exportarlos, como la fiabilidad del proceso, es decir, la arbitrariedad con la que aparecen fenómenos como la falta de segundos en las marcas de tiempo, o que no se descargue correctamente el periodo de tiempo seleccionado.
- Revisar la decodificación de los valores de las variables grupos de alarmas para poder hacer escalable y automático su análisis.

Dentro de los futuros pasos a seguir en el proyecto se recomendaría buscar cómo acceder a los datos mediante SQL. De esta manera a lo mejor se lograría ahorrar tiempo en la descarga de estos y descargar un volumen mucho mayor de datos que el que es posible en estos momentos. Una vez se tenga acceso a todos los datos se podría determinar cuáles son las variables que más influyen en cada una de las posibles alarmas mediante herramientas como el PCA. Con esto es posible desarrollar un modelo de inteligencia artificial que permita relacionar dichas variables con las alarmas, pudiendo llegar a prevenir la aparición de las mismas en la fábrica.





1.8

CÁTEDRA DE INDUSTRIA CONECTADA

Análisis de tolerancias en planos de ingeniería mediante Inteligencia Artificial

Alumno: Galo Iglesias Aramburu

1. INTRODUCCIÓN:

En los últimos años, la Inteligencia Artificial ha visto un crecimiento exponencial en todos los sectores profesionales, ofreciendo ventajas increíblemente innovadoras en numerosos ámbitos. La digitalización de procesos que hasta hace unos años se realizaban de manera manual ha permitido mejorar la eficiencia y realización de los mismos. El mundo de la IA es un mundo que, a pesar de los avances que ha experimentado en estos años, está por explorar; si bien en los últimos meses se ha asociado la idea de IA con Chat GPT, lo cierto es que sus posibilidades van más allá.

Una de las aplicaciones donde la Inteligencia Artificial se ha mostrado más útil es en la detección de objetos y en Computer Vision. La idea de que una máquina sea capaz de identificar y clasificar objetos de manera autónoma, sin necesidad de ayuda humana, se presenta como increíblemente disruptiva, pues abre la puerta a infinitud de nuevas herramientas y ventajas.

La detección de objetos mediante Computer Vision se lleva a cabo mediante el uso de redes convolucionales. Estas redes se basan en la aplicación sucesiva de la convolución, una operación matricial que permite modificar y alterar matrices. Dado que una imagen es, al fin y al cabo, una matriz numérica donde cada número implica un color en un determinado píxel, la aplicación de estas redes al tratamiento de imágenes es especialmente interesante.

Existen dos métodos principales a la hora de diseñar redes neuronales aplicadas a la detección de objetos en imágenes: el método de la ventana deslizante y el método YOLO o You Only Look Once.

- El método de la ventana deslizante se basa en el análisis de una imagen mediante una cuadrícula que se va desplazando por esta, analizando en cada región de la imagen si hay o no un objeto y qué tipo de objeto es. Se trata de un método que, a priori, tiene una lógica sencilla pero que presenta dos problemas fundamentales:
 - Coste computacional: si bien este método es sencillo de comprender, requiere de un consumo elevado de recursos. Hasta que la red detecta y localiza correctamente el objeto, esta puede tener que estudiar una cantidad exacerbada de recortes de la imagen. En otras palabras, se presenta como un método algo ineficiente.
 - Dimensiones de los objetos: además de la ineficiencia inherente al método de por sí, este problema se acentúa si tenemos objetos de dimensiones rectangulares, pues es más difícil para la red localizarlo de manera precisa.

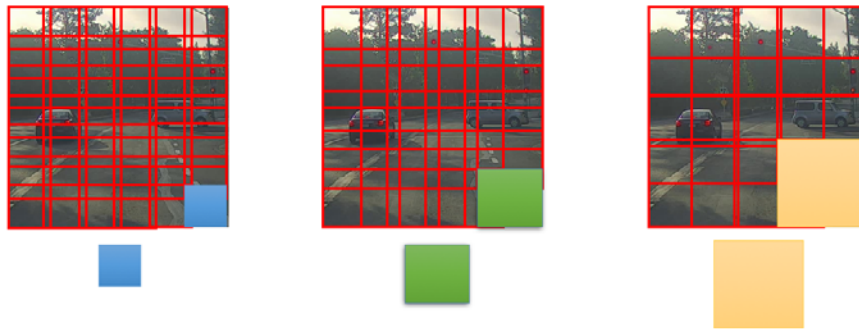


Ilustración 1: Método de la ventana deslizante (Fuente: Medium)

- Otro de los métodos más empleados en la detección de imágenes es el YOLO o You Only Look Once. Se trata de una arquitectura basada en la división de la imagen a estudiar en recortes por medio de una cuadrícula y el análisis de cada uno de esos recortes de manera independiente. La red divide la imagen en recortes más pequeños y analiza uno a uno hay o no un objeto y determinando qué objeto es. De esta manera, una vez analizada la imagen entera, la red crea un cuadro delimitador donde cree que se encuentra cada uno de los objetos. La arquitectura YOLO presenta una serie de ventajas frente a otros métodos de detección de objetos; entre ellas:
 - Rapidez: la estructura del YOLO es muy sencilla en comparación con otros métodos, pues requiere de un menor coste computacional, lo que la convierte en la candidata ideal para el análisis de imágenes en tiempo real.
 - Precisión: el YOLO otorga grandes resultados a nivel de precisión frente a otros métodos; ofrece mejores resultados con menos recursos.
 - Generalización: a diferencia de muchas estructuras de redes neuronales aplicadas a detección de objetos, la estructura YOLO ofrece mejores resultados en cuanto a generalización, algo fundamental para su implementación en tareas cotidianas y en situaciones reales.
 - Código abierto: la estructura YOLO es open source, lo que facilita su análisis, desarrollo, mejora e implementación.

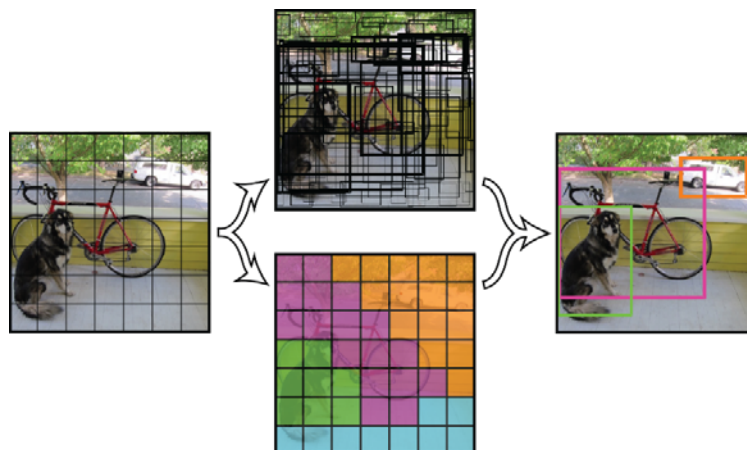


Ilustración 2: Funcionamiento del YOLO (Fuente: PyImageSearch)



Para analizar cómo de bueno es una red destinada a la detección de objetos, es muy común utilizar el Mean Average Precision o mAP. Para obtener dicho parámetro, es necesario entender una serie de conceptos:

- IoU (Intersection over Union): a la hora de analizar cómo de buena ha sido la detección de un objeto por parte de la red neuronal se calcula el IoU, consistente en dividir la intersección entre la unión. Un IoU alto quiere decir que la estimación ha sido buena mientras que un IoU bajo quiere decir que la estimación ha sido mala.

$$IOU = \frac{\text{area of overlap}}{\text{area of union}} = \frac{\text{Diagram showing two overlapping rectangles (one green, one red) and their intersection (blue) and union (combined area)}}{\text{Diagram showing the combined area of the two overlapping rectangles (blue)}}$$

Ilustración 3: Concepto de IoU (Fuente: ResearchGate)

- Umbral de confianza: a la hora de analizar la precisión de la red al detectar objetos, se debe construir una matriz de confusión. Para ello, se recurre a un valor de corte que determina el umbral de confianza. Si el valor de corte es 0.5, todos los objetos detectados con un IoU superior al 0.5 se considerarán como positivos (o como un 1); es decir, se considerará que la red ha detectado correctamente un objeto. En caso contrario, se considerará que, aunque se ha detectado un objeto, la detección es errónea (o un 0) por tener el IoU muy bajo; es decir, se considerará que la red no ha detectado correctamente un objeto. De esta forma, se puede construir una matriz de confusión con 1s y 0s compuesta por:
 - Verdadero positivo (TP): el IoU es alto por lo que se considera que ha detectado correctamente el objeto y su clase correspondiente.
 - Verdadero negativo (TN): el IoU es 0. La red no ha creado una caja delimitadora y, por ende, ha detectado correctamente que no hay objeto.
 - Falso positivo (FP): se produce cuando el IoU es muy bajo (ha detectado que hay objeto pero la caja delimitadora no la ha trazado de manera correcta), la clase es incorrecta o cuando ha detectado que hay un objeto cuando en realidad no lo hay.
 - Falso negativo (FN): el IoU es nulo. La red ha detectado que no hay objeto cuando en realidad sí lo hay.

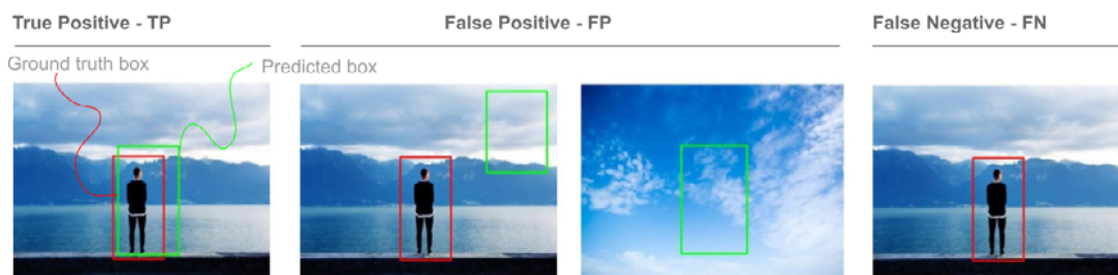


Ilustración 4: Ejemplos de TP, FP y FN (Fuente: Medium)









° Precisión: se trata de una métrica que permite determinar cómo de bien detecta el modelo los 1s o los positivos.

$$Precisión = \frac{TP}{TP + FP}$$

Una vez entendido esto, se procederá a explicar el concepto de mAP. En primer lugar, se calcula la Average Precision o AP de cada una de las clases, obteniendo la precisión que arroja el modelo para diferentes valores de corte y haciendo la media. Una vez hecho esto, se halla el mAP haciendo la media de las AP de cada una de las clases. El valor obtenido, en forma de porcentaje, da una idea de lo bien o mal que clasifica un modelo. Además, si se tienen varios modelos y se quiere determinar cuál es el mejor, también permite compararlos si la métrica se calcula con el mismo set de imágenes/datos.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

La idea principal del proyecto fue diseñar y entrenar, a partir de la estructura YOLO, un modelo que permitiese detectar tolerancias en planos de ingeniería, digitalizando un proceso que siempre ha requerido de intervención humana para ser realizado. La red se preparó para que detectara y localizara 6 clases de tolerancias:

1. Planicidad		4. Posición	
2. Paralelismo		5. Concentricidad	
3. Perpendicularidad		6. Oscilación circular	

Para entrenar una red como esta de manera óptima se requiere de un set de datos amplio y, en el caso que se presenta, solo se contaba con un set de planos etiquetados de 376 muestras. Como se puede apreciar en la Figura 1, apenas se contaba con ejemplos de cada una de las clases, siendo la más numerosa la clase de Posición.

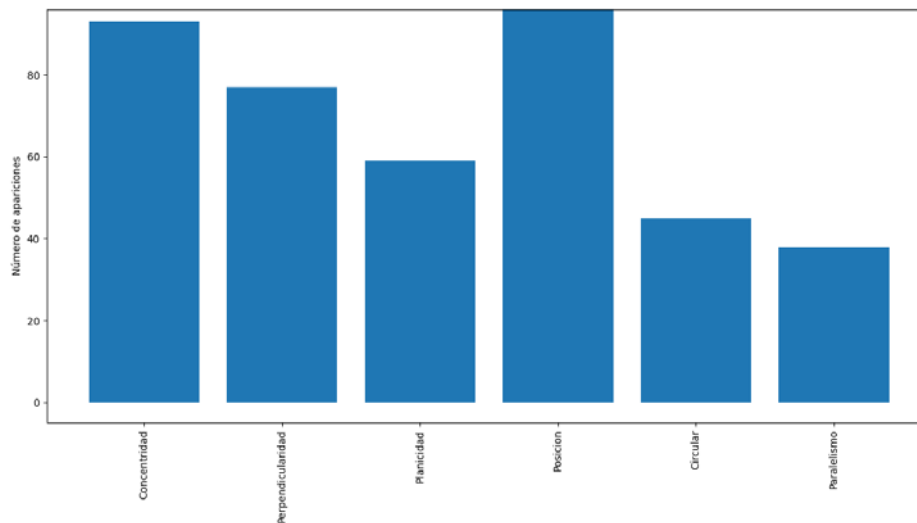


Figura 1: Distribución de tolerancias en el dataset de planos originales

Dada la imposibilidad de entrenar un modelo con un dataset tan limitado, en un proyecto anterior se diseñó un generador de planos sintéticos. La idea era introducir, sobre un plano base (sin ningún tipo de tolerancia) y por medio de un programa de Python, tolerancias de manera aleatoria. Con el objetivo de que las imágenes generadas fuesen lo más útiles y realistas posibles, las tolerancias también se rotaban, añadiendo números y letras de vez en cuando de manera aleatoria; además, se añadían tolerancias de ruido, tolerancias que la red no debía detectar o clasificar, con la intención de que esta aprendiese de la manera más precisa posible a localizar las clases de tolerancias de interés. De esta manera, se podía generar un dataset sintético más amplio, con muchos más ejemplos de cada una de las clases.

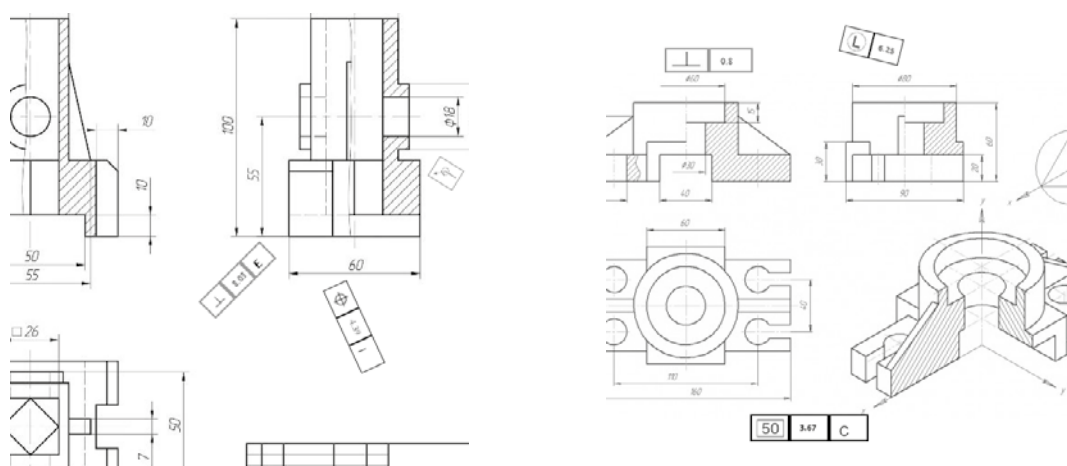


Ilustración 5: Planos generados de manera artificial

Así, al proyecto se le añadía un nuevo objetivo además del expuesto unas líneas más arriba. Además de obtener un modelo que permitiese detectar las tolerancias de un plano, se buscó analizar la efectividad



de entrenarlo con imágenes generadas de manera sintética. Así, se entrenaron tres modelos diferentes, entrenados con datasets diferentes, con la intención de estudiar cuál era el que arrojaba mejores resultados:

- **Modelo 1:** Red neuronal entrenada con el dataset original, al cual se le aplicó un croppeo para obtener imágenes de 512x512.
- **Modelo 2:** Red neuronal entrenada con el dataset sintético, creado por el generador de planos sintéticos.
- **Modelo 3:** Red neuronal entrenada con un dataset híbrido, conteniendo tanto planos originales como planos sintéticos.

Para obtener estos modelos, se partió de una red neuronal ya desarrollada, llamada Darknet (<https://github.com/pjreddie/darknet>), a la cual se le realizaría un proceso de Fine Tuning para obtener los pesos en cada uno de los modelos.

Así, el proyecto se estructuró en tres fases fundamentales:

- **Aprendizaje acerca de la estructura YOLO, de la red neuronal Darknet y del generador de planos sintéticos.** El primer paso era familiarizarse con la tecnología a emplear, entendiendo el código y lógica detrás de esta para poder avanzar con el proyecto de la manera más eficiente posible.
- **Creación de los datasets.** El siguiente paso era generar los datasets que se iban a emplear en cada uno de los modelos.
- **Entrenamiento de los modelos.** Obtención de los pesos generados con cada uno de los modelos. Para el entrenamiento de estos, se emplearía Google Colaboratory, plataforma de Google que permite emplear GPUs de manera remota.
- **Análisis y estudio.** Comparación de los tres modelos obtenidos y análisis de la efectividad de entrenar la red con planos sintéticos.

3. EVOLUCIÓN DEL PROYECTO:

Dado que durante el proyecto se realizaron presentaciones de seguimiento para monitorizar el avance del mismo, la evolución del proyecto que se detallará en la presente memoria seguirá la misma estructura. El proyecto estuvo supervisado por Álvaro Jesús López López y José Portela González, miembros e investigadores del Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia Comillas.

Semana 1 y 2: Aprendizaje acerca de la estructura YOLO, de la red neuronal Darknet y del generador de planos sintéticos y creación de los datasets.

La primera semana se destinó a aprender acerca de las redes neuronales, su aplicación a la detección de objetos y su posible implementación en el presente proyecto. Resultaba fundamental comprender el funcionamiento de la tecnología a emplear, las bases de su funcionamiento, las operaciones que realiza, para poder posteriormente aplicarla al análisis de planos de ingeniería.

Durante la segunda semana, los supervisores del proyecto, José Portela y Álvaro López, explicaron los objetivos del proyecto, los puntos a tratar y las acciones a realizar durante el mismo. Dado que en anteriores proyectos, se había diseñado un generador de planos sintéticos, se explicó su funcionamiento y la necesidad de estudiar su posible efectividad en el entrenamiento de una red neuronal destinada a detectar objetos. Así, los principales checkpoints que se marcaron en esta primera reunión fueron:



- Generación del dataset creado a partir de los planos originales.
- Generación del dataset creado a partir de planos sintéticos.
- Entrenamiento de cada uno de los modelos.
- Obtención de gráficas.
- Testeo de los modelos y comparación.
- Obtención de conclusiones.

Una vez entendido el camino que seguiría el proyecto, durante la segunda semana de trabajo, se procedió a entender el código del generador de planos sintéticos y a comenzar a crear los datasets que se emplearían.

El dataset que se emplearía en el Modelo 1 se obtuvo recortando los 376 planos originales de los que se disponía. La red neuronal que se usó requería de imágenes de 512x512 píxeles. Así, los planos se recortaron en imágenes más pequeñas de 512x512 píxeles con un cierto solape entre ellas. De 376 planos se obtuvieron 22694 croppeos, con un total de 395 ejemplos de clases etiquetadas, cuya distribución se aprecia en la Figura 2. El recorte de los planos supuso perder algunos ejemplos de tolerancias que, al quedar recortadas, ya no se detectaban como etiquetadas. No obstante, se adaptó el solape para que esta pérdida no fuese extremadamente grave.

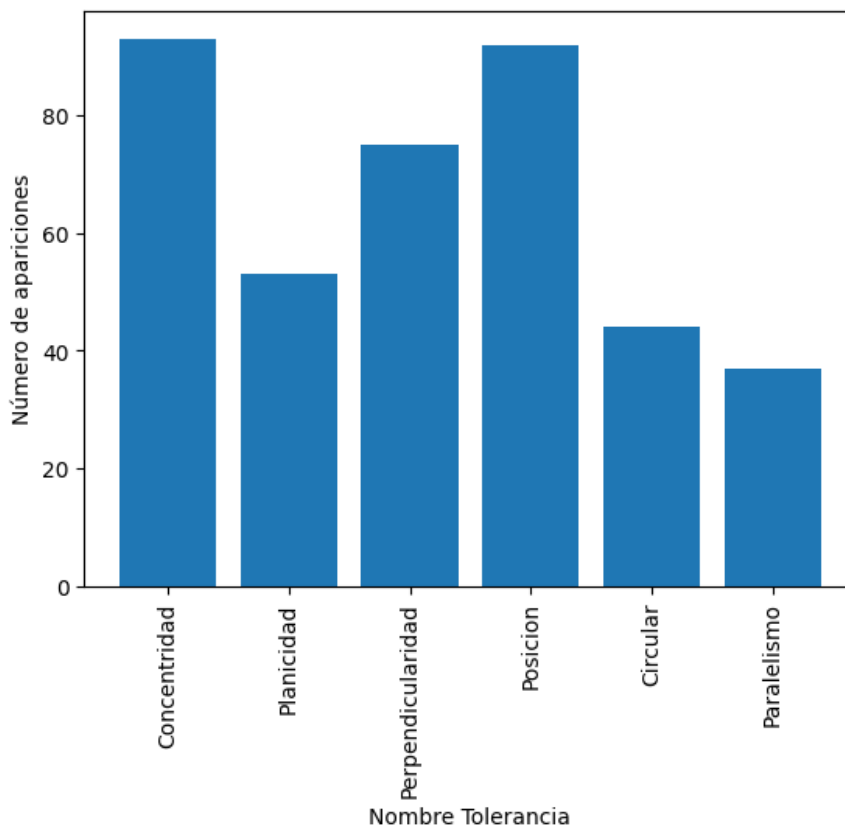


Figura 2: Distribución de tolerancias en el dataset del Modelo 1



El dataset que se emplearía en el Modelo 2 se obtuvo con el generador de planos sintéticos. Este dataset estaba compuesto por 22694 imágenes de 512x512 píxeles generados de manera sintética. La creación de este conjunto de datos fue algo más laboriosa pues cada plano tardaba una media de 20 segundos en generarse. Así, la creación de este dataset necesitó de un par de semanas en obtenerse. Como se observa en la Figura 3, la obtención de planos de manera sintética permitió diseñar un dataset con una mayor cantidad de ejemplos de cada clase, pasando de 395 a 25703 tolerancias etiquetadas.

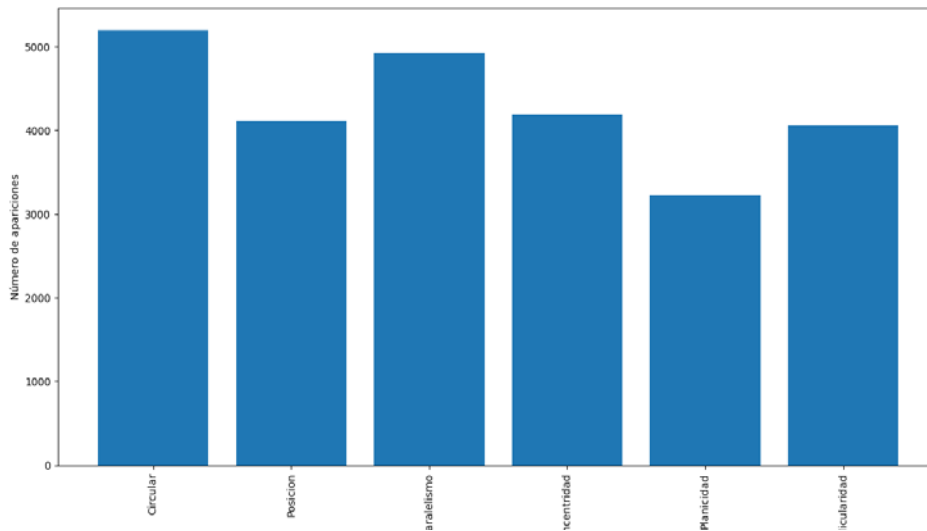


Figura 3: Distribución de tolerancias en el dataset del Modelo 2

A partir de los datasets del Modelo 1 y Modelo 2, se crearía el dataset del Modelo 3, que incorporaría tanto los 22694 croppeos obtenidos de los modelos originales como los 22694 planos obtenidos de manera sintética.

Semana 3 y 4: Entrenamiento del Modelo 1 y generación de planos sintéticos

Como el dataset sintético requería de tiempo, durante las siguientes dos semanas se continuó generando planos sintéticos en segundo plano, con el objetivo de que estuviese listo para poder entrenar el modelo en las siguientes semanas.

Mientras tanto, se procedió a entrenar el primer modelo. En el repositorio de la red empleada, Darknet, se recomendaba que el entrenamiento de la red se realizase con un número máximo de iteraciones equivalente a . Como la red iba a tener que identificar 6 clases de tolerancias, el entrenamiento se diseñó para que terminase a las 12000 iteraciones. El entrenamiento, como se ha mencionado anteriormente se realizaría con Google Colab. El 85% de las imágenes se destinaron al set de entrenamiento mientras que el 15% restante se reservó para la validación. Cada cierto número de iteraciones, la red validaba los pesos calculados, usando el set de validación para calcular el mAP o Mean Average Precision. De esta forma, guardaba los mejores pesos (los que arrojaban mayor mAP con el set de validación), los pesos finales (los obtenidos al llegar a las 12000 iteraciones) y los pesos que se obtenían cada 1000 iteraciones (1000, 2000, 3000...).

Como se puede apreciar en la Figura 4, el Modelo 1 obtenía, en el set de validación, un mAP máximo del 82%, cuyos valores más detallados figuran en la Ilustración 4. Si bien los resultados obtenidos resultaban útiles para observar cómo había sido la evolución del entrenamiento, estos no serían repre-



sentativos para estudiar el modelo frente al resto de modelos. Para comparar los modelos, se crearía un set de testeo común para los tres modelos que se usaría al final para compararlos, y con el que se obtendría el mAP en cada uno de ellos.

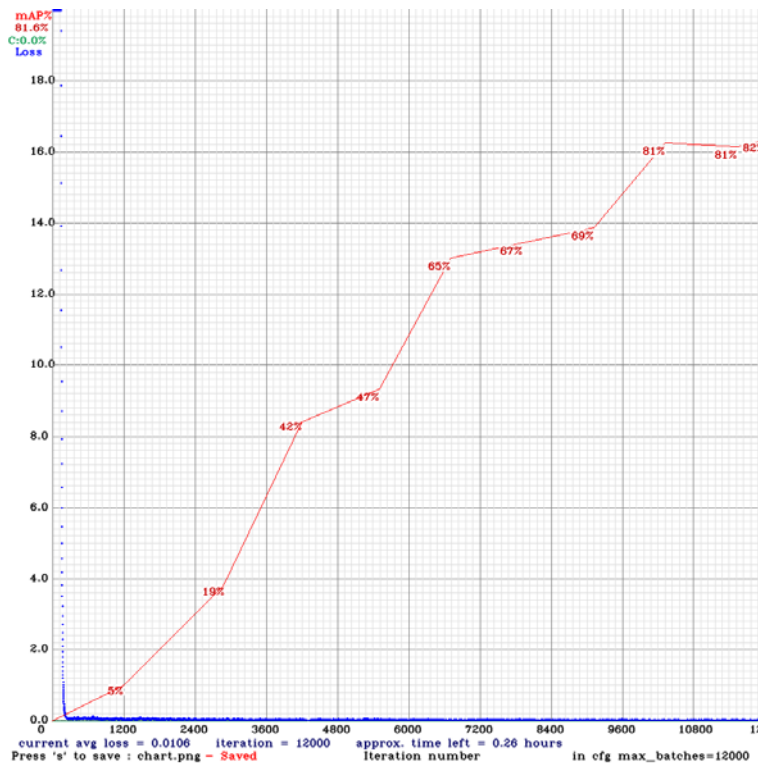


Figura 4: Gráfica del entrenamiento del modelo 1

```

detections_count = 1235, unique_truth_count = 69
class_id = 0, name = Planicidad, ap = 90.00% (TP = 9, FP = 6)
class_id = 1, name = Paralelismo, ap = 53.08% (TP = 3, FP = 5)
class_id = 2, name = Perpendicularidad, ap = 85.61% (TP = 12, FP = 8)
class_id = 3, name = Posicion, ap = 94.75% (TP = 11, FP = 6)
class_id = 4, name = Concentricidad, ap = 87.18% (TP = 13, FP = 11)
class_id = 5, name = Circular, ap = 79.07% (TP = 10, FP = 7)
    
```

Ilustración 6: Average Precision por clases del modelo 1

Últimas semanas: entrenamiento de los modelos 2 y 3 y comparación de los modelos.

En la semana 5, con el dataset sintético ya creado, se procedió a entrenar el Modelo 2, que sería entrenado exclusivamente con planos generados de manera artificial. Este dataset, con el mismo número de imágenes que el del Modelo 1, contaba con un mayor número de ejemplos de tolerancias etiquetadas. Al igual que con el Modelo 1, se reservó el 15% de los datos para ser usados como set de validación. La gráfica obtenida durante el entrenamiento se aprecia en la Figura 5. En este caso, el mejor mAP



obtenido fue del 100%, cuyos valores detallados figuran en la Ilustración 5 . Aunque pudiese parecer que este modelo era increíblemente preciso y mejor que el Modelo 1, esto se analizaría más tarde con un dataset de testeo común.

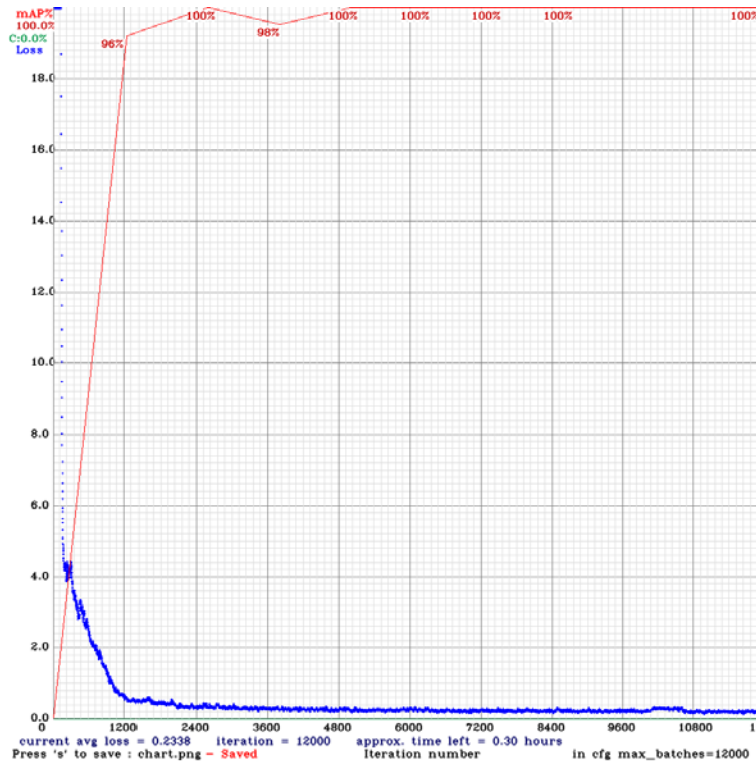


Figura 5: Gráfica del entrenamiento del modelo 2

```

detections_count = 4824, unique_truth_count = 3803
class_id = 0, name = Planicidad, ap = 100.00%      (TP = 494, FP = 0)
class_id = 1, name = Paralelismo, ap = 100.00%    (TP = 722, FP = 2)
class_id = 2, name = Perpendicularidad, ap = 100.00% (TP = 588, FP = 0)
class_id = 3, name = Posicion, ap = 99.83%       (TP = 592, FP = 4)
class_id = 4, name = Concentricidad, ap = 100.00% (TP = 611, FP = 3)
class_id = 5, name = Circular, ap = 100.00%     (TP = 795, FP = 1)
    
```

Ilustración 7: Average Precision por clases del modelo 2

En la semana 6, se creó el dataset del Modelo 3, un dataset híbrido que se generó combinando los datasets del Modelo 1 y el Modelo 2. Después de reservar el 15% de los datos para validación, se procedió a su entrenamiento, obteniéndose la gráfica que se aprecia en la Figura 6. El mejor mAP que se obtuvo fue del 100%, cuyos valores detallados figuran en la Ilustración 6. No obstante, en el proceso de comparación, se calcularía de nuevo el mAP con un set de testeo común para los tres modelos.

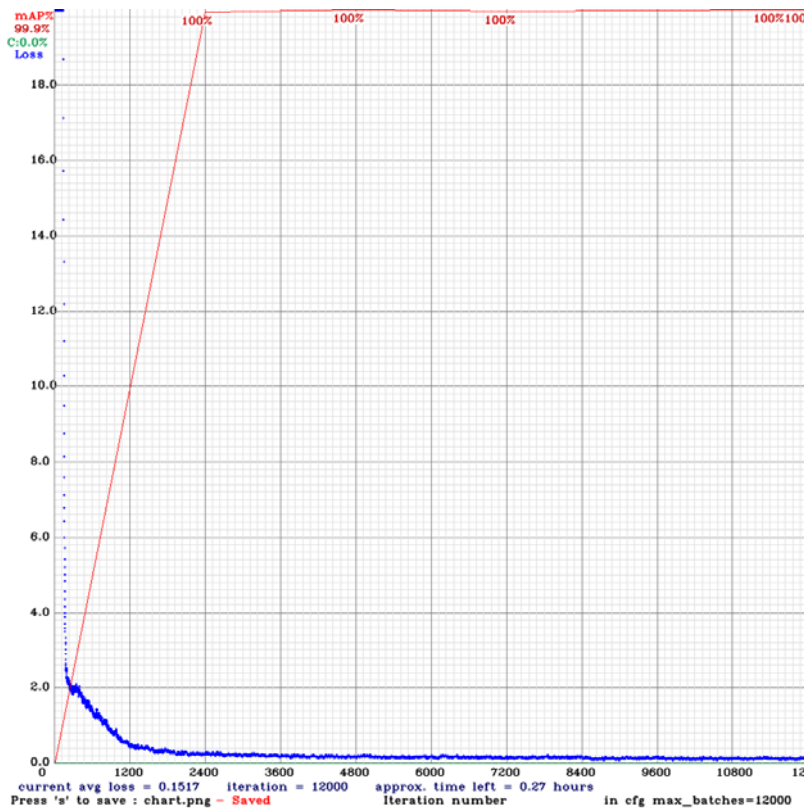


Figura 6: Gráfica del entrenamiento del modelo 3

```

detections_count = 7279, unique_truth_count = 3988
class_id = 0, name = Planicidad, ap = 99.99% (TP = 498, FP = 11)
class_id = 1, name = Paralelismo, ap = 99.85% (TP = 781, FP = 15)
class_id = 2, name = Perpendicularidad, ap = 99.98% (TP = 627, FP = 15)
class_id = 3, name = Posicion, ap = 99.83% (TP = 628, FP = 12)
class_id = 4, name = Concentricidad, ap = 100.00% (TP = 627, FP = 7)
class_id = 5, name = Circular, ap = 99.88% (TP = 823, FP = 1)
    
```

Ilustración 8: Average Precision por clases del modelo 3

En la última semana, se procedió a realizar el estudio de los modelos y la comparación entre ellos. Para ello se usó un dataset distinto a los empleados hasta el momento destinado específicamente para el testeo final.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:



```

detections_count = 4761, unique_truth_count = 257
class_id = 0, name = Planicidad, ap = 75.67%      (TP = 27, FP = 27)
class_id = 1, name = Paralelismo, ap = 43.12%    (TP = 9, FP = 10)
class_id = 2, name = Perpendicularidad, ap = 71.53% (TP = 21, FP = 35)
class_id = 3, name = Posicion, ap = 74.25%      (TP = 78, FP = 65)
class_id = 4, name = Concentricidad, ap = 86.22% (TP = 48, FP = 36)
class_id = 5, name = Circular, ap = 44.31%      (TP = 20, FP = 23)

for conf_thresh = 0.25, precision = 0.51, recall = 0.79, F1-score = 0.62
for conf_thresh = 0.25, TP = 203, FP = 196, FN = 54, average IoU = 38.28 %

IoU threshold = 50 %, used Area-Under-Curve for each unique Recall
mean average precision (mAP@0.50) = 0.658504, or 65.85 %
Total Detection Time: 433 Seconds

```

Figura 7: mAP del modelo 1 con el dataset de testeo

```

detections_count = 6361, unique_truth_count = 257
class_id = 0, name = Planicidad, ap = 66.53%    (TP = 25, FP = 14)
class_id = 1, name = Paralelismo, ap = 40.23%   (TP = 13, FP = 32)
class_id = 2, name = Perpendicularidad, ap = 31.09% (TP = 12, FP = 17)
class_id = 3, name = Posicion, ap = 35.32%     (TP = 31, FP = 12)
class_id = 4, name = Concentricidad, ap = 52.89% (TP = 31, FP = 14)
class_id = 5, name = Circular, ap = 32.53%     (TP = 14, FP = 37)

for conf_thresh = 0.25, precision = 0.50, recall = 0.49, F1-score = 0.50
for conf_thresh = 0.25, TP = 126, FP = 126, FN = 131, average IoU = 35.78 %

IoU threshold = 50 %, used Area-Under-Curve for each unique Recall
mean average precision (mAP@0.50) = 0.430999, or 43.10 %
Total Detection Time: 439 Seconds

```

Figura 8: mAP del modelo 2 con el dataset de testeo

```

detections_count = 4129, unique_truth_count = 257
class_id = 0, name = Planicidad, ap = 75.76%    (TP = 29, FP = 16)
class_id = 1, name = Paralelismo, ap = 62.76%   (TP = 17, FP = 26)
class_id = 2, name = Perpendicularidad, ap = 75.56% (TP = 21, FP = 12)
class_id = 3, name = Posicion, ap = 71.86%     (TP = 61, FP = 27)
class_id = 4, name = Concentricidad, ap = 84.64% (TP = 46, FP = 18)
class_id = 5, name = Circular, ap = 68.84%     (TP = 25, FP = 18)

for conf_thresh = 0.25, precision = 0.63, recall = 0.77, F1-score = 0.69
for conf_thresh = 0.25, TP = 199, FP = 117, FN = 58, average IoU = 50.66 %

IoU threshold = 50 %, used Area-Under-Curve for each unique Recall
mean average precision (mAP@0.50) = 0.732363, or 73.24 %
Total Detection Time: 437 Seconds

```

Figura 9: mAP del modelo 3 con el dataset de testeo

Se observa que el modelo que presenta mejores resultados es el Modelo 3 con un mAP de 73,23%, seguido del Modelo 1 con un mAP de 65,85% y del Modelo 2 con un mAP de 43,10%. Sorprende ver unos resultados tan pobres en el Modelo 2, dejando ver la necesidad de mejorar el generador de planos sintéticos.

Se procede a mostrar un ejemplo de un plano que se ha pasado por cada uno de los modelos y el resultado ofrecido por cada uno de ellos:

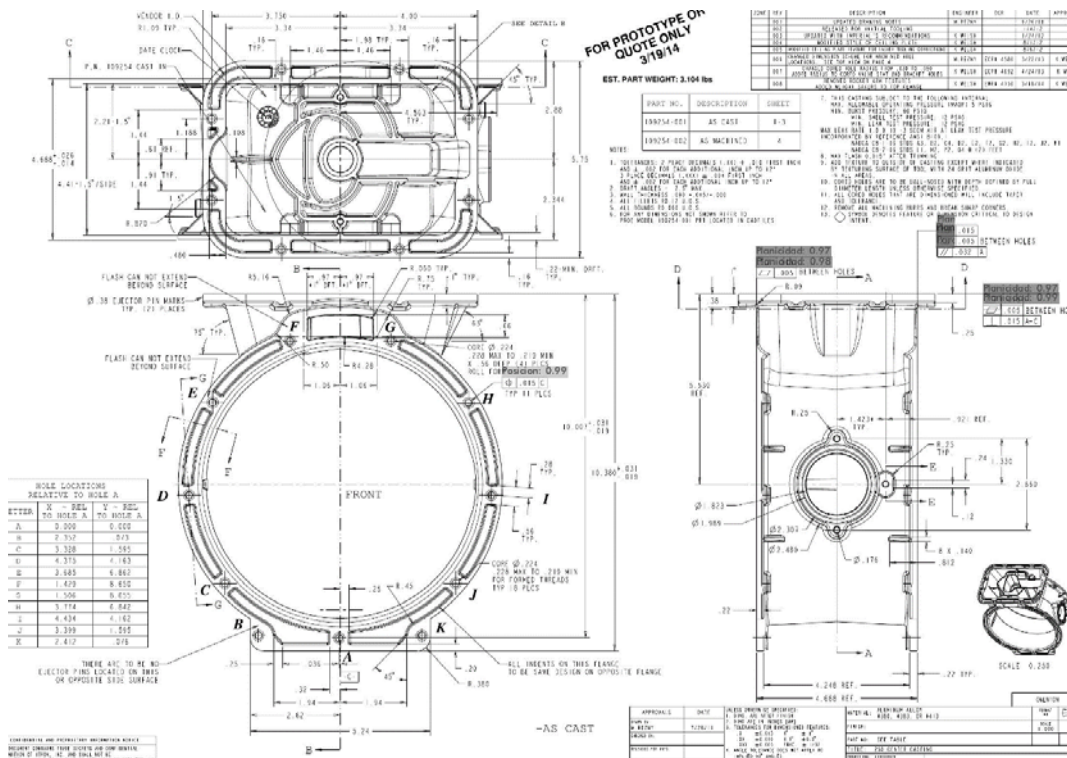


Ilustración 11: Plano etiquetado por el Modelo 3

4. CONCLUSIONES Y FUTUROS PASOS:

Este proyecto ha permitido explorar la posibilidad de entrenar un modelo de detección de objetos con planos generados de manera artificial.

Los resultados no han sido los esperados, lo que obliga a buscar mejoras en el generador de planos que ayuden a alcanzar el objetivo deseado. Aunque los planos sintéticos no han podido entrenar de manera correcta un modelo eficiente de detección de tolerancias, su combinación con planos originales sí ha arrojado unos buenos resultados, lo que deja ver las posibilidades que la generación artificial de planos puede ofrecer en el campo de detección de tolerancias.

La continuación del proyecto buscará mejorar el generador de planos para incrementar la precisión de un modelo entrenado únicamente por planos sintéticos. A pesar de todo, se ha cumplido el objetivo de concluir que los planos sintéticos han contribuido a mejorar el modelo entrenado exclusivamente con planos originales.

Se ha conseguido entrenar 3 modelos diferentes y compararlos para observar cuál es el mejor. Se han analizado las deficiencias que presenta el actual generador de planos, tomando nota para poder ser mejorado en futuros avances.

A lo largo del proyecto se han debido sobrepasar numerosos contratiempos para llegar a ese resultado. El primero que se encontró fue aprender sobre la tecnología a emplear, las redes neuronales, la arquitectura YOLO y la red específica a usar, Darknet. Este obstáculo era de esperar al embarcarse en el proyecto, pero no por ello fue más sencillo de superar que los demás. Otro de los principales obstáculos que se presentó fue el uso de *Google Colab*, que limitaba el uso de GPUs de manera remota con el plan estándar. Esta limitación obligó a adquirir un plan de pago para poder avanzar sin limitaciones de computación.



1.9

CÁTEDRA DE INDUSTRIA CONECTADA Aplicaciones de Inteligencia Artificial a tareas de oficina

Alumnos: Álvaro Aragón
Lucía Atucha
Bea Martínez

1. INTRODUCCIÓN

1.1. 2.1 Descripción del proyecto

Este proyecto consta de dos partes. Los primeros pasos tienen que ver con una parte de investigación que empieza por los diferentes modelos de lenguaje existentes (Large Language Models o LLM) y su evolución a lo largo de los últimos años, y que continúa por la identificación de tareas de oficina automatizables y su posterior clasificación por departamentos.

Una vez finalizada la etapa de investigación, para la segunda parte se propuso automatizar una de las tareas que resultaba de interés para la Cátedra. Esta consiste en grabar y transcribir reuniones para después obtener un informe de las mismas. El foco del informe está en resumir la reunión e identificar las acciones que deben llevar a cabo los participantes, así como la fecha para la que han de finalizarlas. Como objetivo adicional se propuso la creación automática de tareas en Teams que reflejaran las acciones identificadas en los informes. El flujo desarrollado por nuestro equipo permite crear una tarea a partir de un correo electrónico que se envía por medio del código.

Las tecnologías que permiten realizar el proyecto son las siguientes:

- Para la programación del código:
 - Lenguaje de programación: Python.
 - Entorno de programación: Visual Studio Code.
 - Librerías.
 - Openai.
 - Tkinter.
 - Sounddevice.
 - Soundfile.
- Para la creación de flujos que permiten automatizar la creación de tareas en Teams:
 - Microsoft Power Automate.

1.2. 2.2 Objetivos

- Estudio de LLMs actuales:
 - Identificar tareas de oficina automatizables.
 - Optimizar prompts.
 - Transcribir audios y reuniones.
 - Realizar informes de reuniones e identificar tareas.
 - Creación automática de tareas en Teams.



2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Estudio de LLMs actuales

Como ya se ha comentado, el primer paso del proyecto fue hacer un estudio de los modelos de lenguaje (LLMs) que existen en la actualidad. Se identificaron las características principales de cada uno, con el objetivo de entender en qué se diferencian unos de otros y así poder elegir cual se debe usar en cada situación.

Como guía para realizar este estudio se ha utilizado este post de LinkedIn de Yann LeCun, científico jefe de inteligencias artificiales en Meta, en el que se observa la evolución desde los primeros lenguajes hasta los actuales y cómo se pueden clasificar en tres tipos según la arquitectura que utilizan.

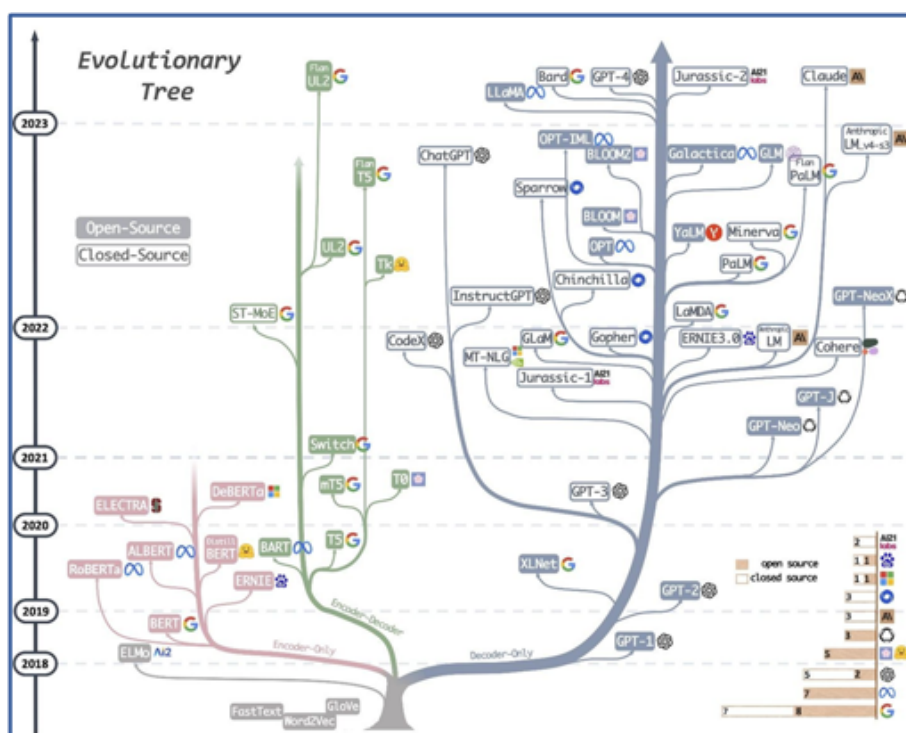


Ilustración 1: Large Language Models

La primera rama la componen los lenguajes de tipo ‘Encoder con decoder no autorregresivo’. Estos modelos generan todo el texto de manera simultánea, esto implica que no se toma en cuenta el contexto secuencial y se pierde cierta coherencia, pero a cambio permiten una generación más rápida en comparación con los modelos autorregresivos.

El segundo tipo son los ‘Encoder con decoder autorregresivo’. En estos tipos de lenguaje sí generan la salida de manera secuencial esto significa genera las palabras de salida una por una en secuencia, teniendo en cuenta las palabras generadas anteriormente, lo que consigue una mayor coherencia.

El tercer tipo son los ‘Encoder y decoder autorregresivos’ en los que tanto el encoder como el decoder siguen una estructura autorregresiva.

Después de entender esta clasificación, se recogieron las características principales de los modelos en una tabla, incluyendo: la empresa a la que pertenecen, el año de creación, el número de parámetros que utilizan, el número de tokens máximos de entrada y una descripción con las funciones principales.



2.2. Identificar tareas de oficina automatizables

El siguiente paso del proyecto fue crear una lista de tareas de oficina para posteriormente decidir cuáles pueden ser automatizables con ayuda de inteligencias artificiales. Con la ayuda de personas con más experiencia laboral en oficinas se construyó esta tabla organizando tareas específicas dentro de tareas más generales:

Tarea general	Tareas específicas
Gestión de correo electrónico	Resumir correos
	Responder correos
	Organizar y etiquetar correos
	Recordatorios y seguimientos
	Eliminar correo no deseado
Gestión de agendas y calendarios	Crear eventos y recordatorios
	Programar reuniones (al buscar disponibilidad en tus agendas y en las de los participantes)
	Sincronización de calendarios
	Resumen de la agenda del día
	Gestionar cambios y cancelaciones
Lectura y comparativa de documentos	Archivos pdf
	Curriculum
	Contratos
	Informes (tanto propios como de la competencia)
	KPIs
Resumen de reuniones	Reuniones de Teams
	Tomar notas en reuniones presenciales
Resumen	Informes (tanto propios como de la competencia)
	Documentos legales
	Reseñas
	Artículos
Tareas de traducción	Emails, informes, artículos, etc.
Tareas periódicas	Revisar y mantener al día los contratos
	Informes periódicos
Presentaciones	Redacción del contenido
	Diseño de las diapositivas
Atención al cliente	Telefónica
	Chatbots
Realización de investigaciones y recopilación de información	
Análisis de datos	Predicciones
	Extracción de tendencias (financieras, compraventa, clientes, etc.)
Marketing	Creación de contenido

Tabla 1: Tareas de oficina automatizables



2.3. Optimizar prompts

En el contexto actual, marcado y moldeado por la irrupción de los modelos de lenguaje explicados con anterioridad, y concretamente de ChatGPT de OpenAI, el prompting, esto es, la entrada que un usuario proporciona al modelo con el objetivo de que este le devuelva una salida específica con las particularidades que el primero determina, se ha convertido en una herramienta cuyo manejo es fundamental para mantenerse a la vanguardia de la industria y del sector tecnológico.

Para la realización de este proyecto, dado que el tratamiento y la utilización de los LLM ha resultado fundamental para múltiples tareas, como puede ser para generar código, resumir textos largos y responder preguntas de una manera clara y concisa, fue preciso para los integrantes del equipo el familiarizarse con la tarea del prompting.

Para ello se propuso un curso online gratuito y facilitado por la empresa tecnológica situada en Palo Alto, California, DeepLearning.AI, en colaboración con OpenAI, la cual, como bien se puede descifrar tras el éxito de ChatGPT y otras tecnologías similares publicadas por la corporación, es considerada como una de las compañías más relevantes en el panorama tecnológico internacional.

Dicho curso permitió al equipo adquirir conocimientos clave, como pueden ser términos o expresiones concretas que permiten obtener el mejor rendimiento posible de los modelos de lenguajes en tareas de resumen; deducción de los sentimientos evocados en un texto (lo cual es particularmente relevante en el caso, por ejemplo, de que una empresa, como podría ser restaurante, quisiese automatizar respuestas a reseñas online); traducciones, deletreos y correcciones gramaticales; y la escritura automática.

Los instructores mencionan principios que han de seguirse a la hora de elaborar prompts adecuados, como pueden ser el uso de delimitadores, pedir formatos concretos, o dar al modelo tiempo para pensar. Por último, cabe destacar que los profesores recuerdan en todo momento que el modelo puede cometer errores y llegar a conclusiones objetivamente incorrectas. Es por ello por lo que el equipo elaborador de este proyecto se une a la recomendación de las dos compañías consistente en contrastar información por medio de la consulta de varias fuentes.

Para finalizar con este apartado, el equipo recomienda encarecidamente este curso a todos aquellos que se interesen por el prompting y los modelos de lenguaje grandes que, como ya se ha avanzado con anterioridad, serán de vital importancia para la industria del presente y del futuro.

2.4. Transcribir, resumir y realizar informes de reuniones

El producto final que se obtiene por medio del código además de la transcripción que se consigue gracias a Whisper, es un resumen de la reunión y un informe formal de la misma utilizando las técnicas de mejora y optimización de prompts mencionadas en apartados anteriores. En esta sección se muestran tanto el código como los prompts que han hecho posible el cumplimiento de estos objetivos.

Para la transcripción se ha hecho uso de Whisper, una herramienta muy potente de OpenAI capaz de convertir audio en texto de manera precisa. Esta herramienta además permite traducir al inglés la transcripción, aunque en este proyecto no se hace uso de esta funcionalidad.

Por otra parte, ya se ha introducido que tanto para el resumen como para el informe de la reunión se ha elaborado y optimizado un prompt que se muestra en la ilustración a continuación, donde la variable *response* hace referencia a la transcripción obtenida previamente con la herramienta Whisper.



```

text= response

prompt = f"""Tu tarea es proporcionar un resumen ordenado y formal de una
transcripción de reunión: {text}, identificando claramente las tareas asignadas
a cada participante.
El informe debe estar escrito de manera clara y concisa, siguiendo el formato
adecuado para un informe empresarial.
Por favor, incluya detalles precisos sobre las tareas asignadas a cada
participante y cualquier fecha límite relevante para completarlas.
Asegúrese de seguir un orden lógico al presentar la información y utilizar un
lenguaje profesional apropiado para el contexto empresarial.
Tenga en cuenta que su respuesta debe ser flexible y permitir diferentes
enfoques para presentar la información, siempre y cuando la estructura
y el formato del informe sean claros y profesionales."""
response3 = get_completion(prompt)
print(response3)
    
```

Además, con la librería *tkinter* de Python, nuestro equipo ha creado una interfaz de usuario sencilla que permite obtener la transcripción, resumen e informe. Esta interfaz es la siguiente:

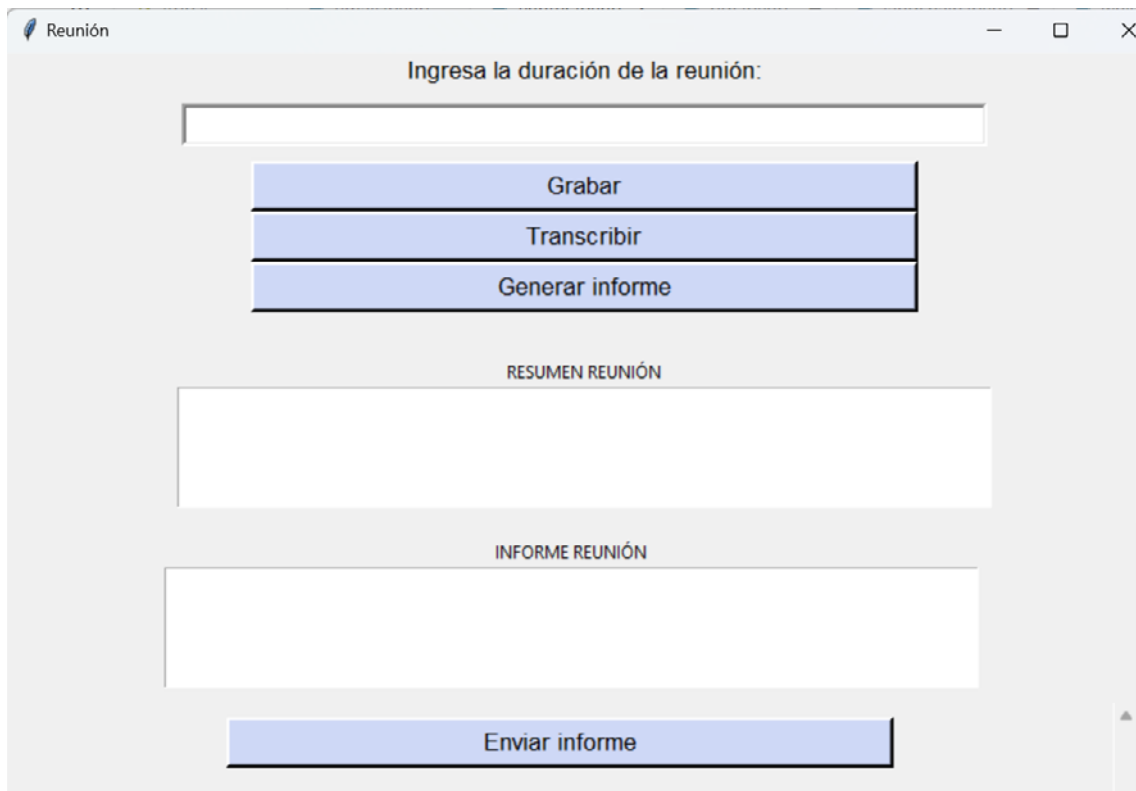


Ilustración 2: Interfaz de usuario



2.5. Creación automática de tareas en Teams

Como objetivo adicional, se planteó la automatización de la creación de tareas de Teams por medio de un flujo de Microsoft Power Automate. Para ello, la solución planteada por el equipo ha sido la siguiente:

1. Formulación de un prompt que devuelva los datos de las tareas en formato JSON para una mayor facilidad de manipulación de la información en el código:

```
text= response

prompt = f"""Tu tarea es identificar en el texto {text} que tarea tiene que hacer cada participante para crear una agenda. Si un participante tiene más de una tarea ponlas todas. Da la respuesta en formato JSON con tantos diccionarios como participantes. Cada diccionario debe tener tres claves: nombre, tarea y fecha límite. El nombre de cada diccionario será el nombre del participante correspondiente.
"""

response2 = get_completion(prompt)
print(response2)
```

2. Recorrer la respuesta obtenida en formato JSON para añadir una nueva clave a cada diccionario: email. De esta manera es posible enviar un correo electrónico a cada participante con la tarea que le ha sido asignada.
3. El flujo creado en Power Automate comienza cuando cada participante recibe el correo electrónico con su tarea asignada. Se ha programado de manera que cuando el miembro del equipo recibe un email con el asunto "Trigger", el cuerpo de este es la tarea identificada gracias al prompt mostrado en el punto 1.
4. Una vez recibido el correo electrónico se crea una tarea en Teams con el asunto que se ha recuperado del cuerpo del email.

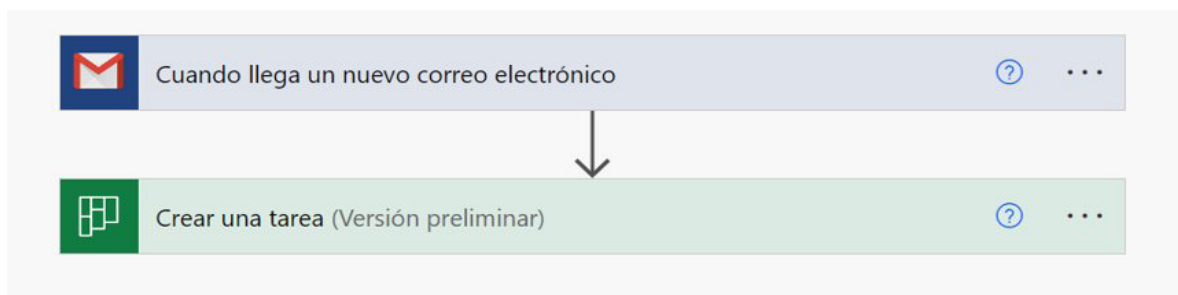


Ilustración 3: Flujo creado en Microsoft PowerAutomate

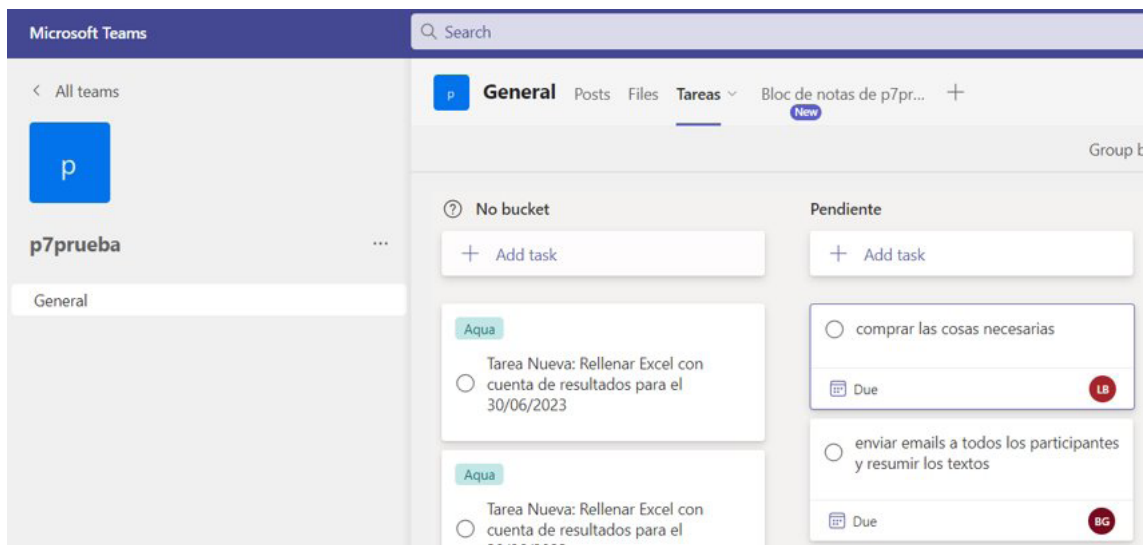


Ilustración 4: Ejemplo de la creación automática de una tarea en Teams

3. CONCLUSIONES Y PASOS FUTUROS

Este proyecto pretende ilustrar posibles aplicaciones de la inteligencia artificial a tareas de oficina, habiéndonos enfocado específicamente en uno a petición de la Cátedra. Tras haber estudiado los diferentes modelos de lenguaje grandes, destinados a dominar la industria del futuro, haber hecho cursos para aprender y mejorar el prompting y herramientas útiles como Langchain, y haber desarrollado por medio de código y Power Automate herramientas y flujos funcionales; se puede concluir que las posibles aplicaciones de estas tecnologías revolucionarias ascienden hasta valores hasta hace poco tiempo insospechados. El equipo se enfocó en la transcripción de reuniones, selección de acciones y automatización para la creación de tareas en Microsoft Teams, lo que no deja de ser una mera aplicación dentro de un nuevo mundo lleno de posibilidades.

En la elaboración del proyecto para la tarea concreta asignada, el equipo encontró una serie de dificultades y obstáculos que han de ser tenidas en cuenta a la hora de automatizar tareas similares. En primer lugar, destacamos la ausencia en el momento en el que se redacta este informe de tecnologías que permitan la distinción de hablantes únicamente por su voz, lo que dificulta la transcripción del audio mostrando qué hablante dice cada cosa, fundamental a la hora de determinar a qué miembro de la reunión se le asigna una tarea concreta. Para ello, el equipo propone el uso de terminología clave para indicar al modelo en qué momento se va a establecer una acción y a qué miembro está dirigida. Cabe destacar por ser digno de mención que existen varias aplicaciones, ya sean gratuitas o de pago, que permiten diferenciar hablantes en una reunión online atendiendo a qué micrófono está siendo utilizado, como puede ser el caso de MeetGeek, siendo esta la razón por la que el proyecto fue enfocado a las reuniones de carácter presencial, donde esta facilidad técnica queda anulada.

La transcripción del audio se hizo por medio de Whisper, tecnología de la ya mencionada en el informe OpenAI, y por medio del uso de una clave API, que fue facilitada en todo momento por la Cátedra y que elimina las limitaciones que la versión sin esta clave puede tener. Tras haber sido utilizada y probada por el equipo, se concluye que constituye una gran opción para la transcripción en múltiples idiomas, pues comete muy pocos errores y es muy superior a otras opciones disponibles en el mercado.



En lo referente a la automatización de la creación de tareas en Microsoft Teams por medio de un flujo originado en Microsoft Power Automate explicado en este informe, se destaca el hecho de que tiene bastantes limitaciones, muchas de ellas solucionadas por el equipo realizador del proyecto.

Para finalizar, se reitera la gran cantidad de posibilidades que los LLMs ofrecen, motivo por el cual se considera recomendable su aprendizaje y familiarización con su uso. La identificación de los hablantes en un mismo audio sigue siendo una tarea pendiente para la industria, lo cual permitiría avanzar a pasos agigantados para la consecución de la automatización de la tarea concreta que fue asignada. Se recomienda también la utilización de Whisper de OpenAI, pues para la transcripción ha resultado ser mucho más efectiva que librerías de Python como Pyaudio o Pyannote, al mismo tiempo que se determina que uno de los posibles pasos futuros del proyecto podría ser mejorar y reducir las limitaciones del flujo de Microsoft Power Automate para la creación automática de tareas de Microsoft Teams tras la extracción de acciones de una transcripción obtenida en una reunión presencial.





1.10 CÁTEDRA DE INDUSTRIA CONECTADA

SIDEQUEST I - AI WHISPERER

Alumnos: Arturo Gómez
Marta Hervás
Mauro Liz
Alberto Quintana

1. INTRODUCCIÓN:

El proyecto desarrollado ofrece una solución eficiente para la transcripción de audios, ya sean grabaciones en tiempo real o archivos importados en formatos como MP3 u otros. Esta herramienta utiliza una API especializada que permite convertir los audios a texto en cualquier idioma, lo que brinda una amplia versatilidad y adaptabilidad a las necesidades de los usuarios.

Esta API es capaz de procesar y analizar el contenido de los audios, transformándolo en texto de manera precisa y confiable. Además, la aplicación ofrece la posibilidad de trabajar con audios en múltiples idiomas.

Una vez que el audio ha sido transcrito, la herramienta proporciona diferentes acciones y funcionalidades que permiten aprovechar al máximo la información obtenida. Una de estas acciones es la capacidad de resumir el contenido del audio.

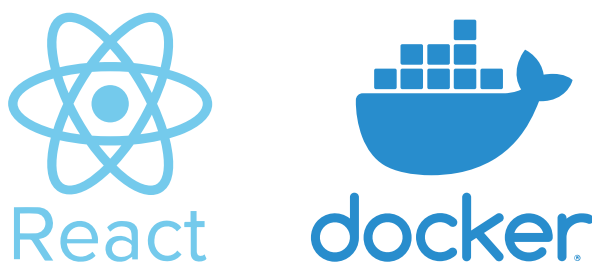


Ilustración 1: React y Docker

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

Durante la realización de este proyecto, se han desarrollado varios componentes en JavaScript que desempeñan un papel fundamental en la funcionalidad general de la aplicación.

El primer componente, denominado "AudioRecorder", se presenta en la interfaz como un botón que permite iniciar la grabación de audio que se desea transcribir posteriormente. Una vez finalizada la grabación, el usuario tiene la opción de guardar el audio como un archivo MP3 o proceder directamente a la transcripción.

El segundo componente "UploadButton" abre un acceso a los documentos del usuario, permitiéndole seleccionar los archivos que desea subir a la aplicación. Esta función facilita la carga de archivos adicionales para su posterior transcripción.



El tercer componente, denominado "Transcribe", activa la función de transcripción una vez que el audio ha sido grabado o se ha subido un archivo MP3. Al hacer clic en este botón, se inicia el proceso de conversión del audio a texto, proporcionando al usuario la transcripción correspondiente.

Por último, el componente llamado "Buttons", alberga los botones que ofrecen diversas opciones sobre el texto una vez que ha sido transcrito. En este caso, se ha desarrollado específicamente la opción de resumir el contenido, lo cual brinda al usuario la capacidad de acceder rápidamente a los puntos clave de la transcripción.

Es importante destacar que, además del desarrollo de los componentes en JavaScript, se ha definido la apariencia visual de la interfaz mediante la implementación de los correspondientes archivos CSS.

3. INTERFAZ

En cuanto a la interfaz, representa los componentes previamente explicados:

- En primer lugar, un botón designado para la carga de archivos de audio desde documentos permite al usuario subir los archivos necesarios para su posterior procesamiento.
- En segundo lugar, se encuentra otro botón destinado a iniciar y finalizar la grabación, en caso de que el usuario desee realizar una grabación en tiempo real. Este botón permite controlar el inicio y la finalización del proceso de grabación.

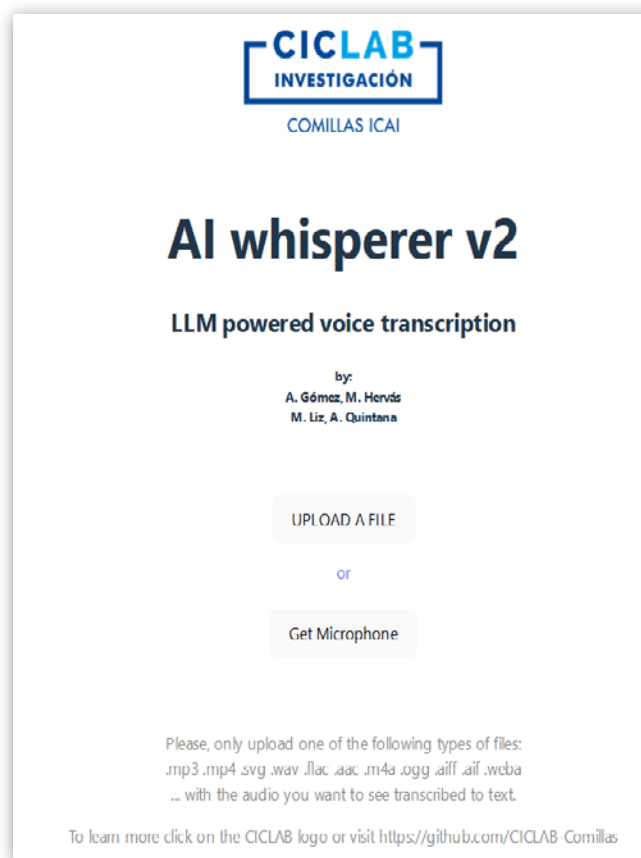


Ilustración 2: Botones para acceder al audio en la interfaz



Además, el botón de transcripción genera una caja de texto desplazable y ajustable en tamaño. Esta caja de texto permite visualizar el texto transcrito resultado del procesamiento de los archivos de audio o de la grabación en tiempo real.



Ilustración 3: Caja para transcribir el texto

Finalmente, se dispone de la opción de resumen, la cual genera otra caja de texto independiente que muestra el resumen del contenido transcripción previamente realizado.

4. EMPAQUETADO DEL PROYECTO

Para concluir el proceso de empaquetado de la herramienta, se ha utilizado Docker, segmentando el backend y el frontend en dos contenedores independientes y, posteriormente, fusionándolos en un único paquete mediante el comando "compose". Este enfoque permite que la herramienta se pueda abrir directamente en cualquier ordenador, una vez se haya instalado el paquete creado previamente.

El uso de Docker garantiza una mayor portabilidad y facilita la configuración del entorno, ya que los contenedores encapsulan todas las dependencias y configuraciones necesarias. Al fijar un puerto específico para "localhost", se permite un acceso libre y directo a la herramienta para su utilización, sin la necesidad de realizar configuraciones adicionales.

Este paso fue uno de los mayores retos en el desarrollo de la herramienta a la hora de la implementación y el correcto funcionamiento de la API al empaquetarla en el entorno Docker.

5. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

En conclusión, el desarrollo de esta aplicación de transcripción de audios, que incluye la funcionalidad de resumir el contenido, representa una solución efectiva para la conversión precisa y eficiente de audios en texto.

En cuanto a futuros desarrollos, existen varios aspectos en los que se puede expandir la herramienta. Oportunidades para mejorar y expandir la funcionalidad de la aplicación. Se podría considerar la implementación de funciones de edición y corrección del texto transcrito. Esto permitiría a los usuarios realizar ajustes o correcciones directamente en la transcripción. Además, se podría desarrollar la opción de traducción, ya que de momento sirve para transcribir desde todos los idiomas, pero habría que seguir desarrollando este punto.

Más información sobre el proyecto en este link: <https://github.com/CICLAB-Comillas>





1.11 CÁTEDRA DE INDUSTRIA CONECTADA

SIDEQUEST II - HERRAMIENTA SECRETARÍA

Alumnos: Arturo Gómez
Marta Hervás
Mauro Liz
Alberto Quintana

1. INTRODUCCIÓN:

Este proyecto tiene como objetivo asistir a la Secretaría de ICAI y consiste en la creación de un programa diseñado para agilizar y facilitar el proceso de digitalización de las notas de los alumnos de nuevo ingreso. Hasta la fecha, las notas de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y de Bachillerato eran enviadas en formato PDF, lo cual implicaba que el personal de la Secretaría tuviera que introducir manualmente la información en su base de datos.

Con el fin de simplificar esta tarea, se ha desarrollado una herramienta que permite extraer de manera automática las asignaturas cursadas por cada alumno y sus respectivas notas a partir de los PDF proporcionados por los alumnos. Esto elimina la necesidad de realizar una transcripción manual y reduce significativamente el tiempo y los errores asociados a este proceso.

En el proceso de construcción del frontend de esta aplicación, se ha empleado la poderosa librería de React para crear una interfaz de usuario moderna e intuitiva. Los usuarios pueden incorporar fácilmente los archivos PDF proporcionados. Una vez que estos están cargados, y realizada una verificación de la información proporcionada por el backend se puede generar el archivo JSON final con toda la información final.

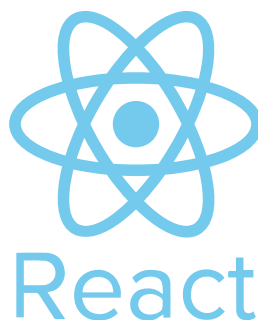


Ilustración 1: React

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la realización del proyecto se ha desarrollado un código en JavaScript. La implementación se ha llevado a cabo mediante el uso de diversos componentes que se integran de manera eficiente en el archivo "App.jsx", actuando como piezas clave del sistema.



- El primer componente, denominado "UploadButton", facilita la carga rápida y sencilla de los archivos necesarios para el procesamiento de los PDF de los alumnos.
- El segundo componente, llamado "Tinder", permite mostrar las imágenes de los PDF junto con sus correspondientes archivos JSON, revisar y realizar las correcciones necesarias en cada imagen.
- El tercer componente, denominado "SaveButton", se encarga del guardado de los archivos finales corregidos. Al hacer clic en este botón, se genera un archivo JSON que contiene las correcciones realizadas y se comprime en formato ZIP.

El mayor reto en el desarrollo de esta herramienta, y que queda como tarea pendiente para futuros años, es guardar todos los archivos de los alumnos a la vez al darle al botón de "save as zip", ya que de momento tan solo guarda el pdf abierto en ese momento.

Otra dificultad fue conseguir mostrar los archivos json asociados a las imágenes junto a los pdf adecuados.

En cuanto al proceso de creación de la interfaz de usuario, se ha dividido el proyecto en tres componentes principales:

2.1. Zona I

En primer lugar, en la zona superior de la herramienta, se ha desarrollado una zona de "drag and drop" que permite a los usuarios interactuar de manera intuitiva con la carpeta que contiene los archivos PDF de los alumnos. Con esta función, una vez cargados los archivos, los usuarios tienen la libertad de explorar y moverse libremente entre las diferentes carpetas de los alumnos, lo que facilita enormemente la organización y el acceso a la información. El usuario podrá seleccionar con facilidad el estudiante cuyas notas desee comprobar.



Ilustración 2: Zona para arrastrar los archivos



2.2. Zona II

La segunda parte, ubicada en la parte inferior izquierda, es la parte más visual. Aquí se presenta la imagen del PDF del alumno, con la opción de navegar entre las distintas imágenes proporcionadas por el estudiante. Además, se ha incorporado un botón de zoom, que permite ampliar la imagen en caso de que el contenido se perciba demasiado pequeño.

2.3. Zona III

En la tercera zona, ubicada en la parte derecha, se presentan las asignaturas junto a sus correspondientes notas, obtenidas por el backend a partir de la imagen proporcionada. Junto a cada asignatura y nota, se encuentra una casilla donde los usuarios pueden escribir correcciones en caso de que la lectura no haya sido precisa. Esta función de corrección personalizada asegura la exactitud y la integridad de los datos.

Por último, una vez que se han realizado las correcciones y las verificaciones necesarias, se puede guardar el archivo corregido como un fichero JSON. Mediante un botón, la información se comprime en un archivo ZIP, facilitando su posterior almacenamiento y manejo.

The screenshot displays a user interface for managing academic data. On the left, a PDF certificate from 'IES San Roque' is shown, containing student information and a list of subjects. On the right, a table lists these subjects with their corresponding grades and input fields for corrections.

Asignatura	Nota	Acción
lengua castellana 3 de la eso	8	Enter subject text
tecnología 3 de la eso	1	Enter subject text
biología 3 de la eso	6	Enter subject text
biología 3 de la eso	4	Enter subject text
informática 3 de la eso	2	Enter subject text
ciencias naturales 3 de la eso	0	Enter subject text
latín 3 de la eso	9	Enter subject text
ciencias del mundo 3 de la eso	7	Enter subject text
música 3 de la eso	4	Enter subject text
educación física 3 de la eso	4	Enter subject text
inglés 3 de la eso	5	Enter subject text
grupos 3 de la eso	4	Enter subject text
tecnología 4 de la eso	7	Enter subject text
educación plástica 4 de la eso	0	Enter subject text
ciencias naturales 4 de la eso	5	Enter subject text
informática 4 de la eso	10	Enter subject text
ciencias del mundo 4 de la eso	2	Enter subject text
filosofía 4 de la eso	3	Enter subject text
genéric 4 de la eso	7	Enter subject text
lengua castellana 4 de la eso	5	Enter subject text
dibujo técnico 4 de la eso	0	Enter subject text
biología 4 de la eso	7	Enter subject text
francés 4 de la eso	2	Enter subject text

Ilustración 3: Zona de representación del pdf y las notas



3. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

En conclusión, el proyecto desarrollado para facilitar la digitalización de las notas de los alumnos ha demostrado ser una solución efectiva para optimizar el trabajo de la secretaría. La implementación de esta herramienta permitirá agilizar el proceso de captura y almacenamiento de datos, reduciendo significativamente el tiempo y los errores asociados a la tarea manual.

Para futuros desarrollos, se pueden considerar varias mejoras y ampliaciones. Por ejemplo, se podría ampliar la compatibilidad de formatos para permitir la importación de notas en diversos formatos. Además, habría que trabajar en asegurar el correcto funcionamiento con diferentes navegadores. Otro posible futuro desarrollo sería incorporar funcionalidades analíticas y generación de informes según unos criterios previamente establecidos. Estas mejoras permitirían disponer una herramienta más completa y efectiva para optimizar la administración académica.

Más información sobre el proyecto ver EL siguiente link: <https://github.com/CICLAB-Comillas>





FORMACIÓN

Nuestro objetivo es respaldar la educación continua a lo largo de la vida profesional, algo cada vez más crucial debido a la rapidez con la que se producen los cambios en el entorno laboral. Estos cambios están mostrándonos, cada vez más, el valor trascendental del reciclaje en el ámbito profesional, y así nos lo han transmitido los diversos ponentes que han acudido a nuestras jornadas formativas..

Hemos conseguido crear vínculos entre los miembros de la **Red Alumni CIC (#AlumniCIC)**, que sirve como punto de encuentro entre todos los profesionales que se han formado en ICAI en ámbitos de Industria Conectada. Esta Red #AlumniCIC, sirve como un foro de puesta en contacto de talento de distintas generaciones, y que está resultando en un mayor fomento de la comunicación de nuestros egresados, donde están generando vínculos, compartiendo experiencias e incluso está sirviendo como foro de debate. Este acercamiento entre profesionales sin duda fomenta que se puedan compartir *Best Practices*, y que el vínculo con la escuela y la cátedra se mantengan a lo largo del tiempo, puesto que nuestros egresados nos confirman que les resulta muy útil estar en contacto con otros profesionales para sus trayectorias en el ámbito laboral.

Esta red además supone una fuente de información para conocer el interés de los profesionales en los temas a abordar en los próximos meses, para seguir acercando intereses y generar sinergias con alto valor añadido entre universidad y empresa.



Visita el **Canal de Youtube**
de la Cátedra de Industria Conectada:





1 Doble Máster Universitario en Ingeniería Industrial e Industria Conectada (MII-MIC)



Nuestros alumnos del máster habilitante para la profesión regulada de Ingeniero Industrial (MI), tienen la oportunidad de complementar simultáneamente sus estudios otro máster adicional, el **Máster en Industria Conectada (MIC)**. Esto les permite explorar el potencial de las nuevas tecnologías y prepararse para roles emergentes que han surgido debido a los avances en la tecnología e innovación industrial..

Este máster, **Máster en Industria Conectada (MIC)** está dirigido a alumnos del **Máster en Ingeniería Industrial (MI)**, de forma que se desarrollen las habilidades y capacidades que requiere el mercado laboral, y permita a nuestros alumnos estar a la vanguardia de la educación en el ámbito de la Ingeniería. Ambos se realizan durante 2 años académicos, lo que supone un aumento de la carga lectiva para los alumnos, que necesita contar con alta capacidad de organización, estudio y trabajo.

La combinación de rigor académico y prácticas en proyectos reales, permite al alumno responder con solvencia y criterio a los nuevos retos de la industria (*machine learning, big data, IoT, cloud computing, digital manufacturing, cybersecurity, etc.*).

Además de la posibilidad de colegiarse en el **Colegio Nacional de Ingenieros del ICAI** y ejercer la profesión como Ingeniero Industrial según lo que establece la ley, los estudiantes que completen esta doble titulación se convertirán en líderes innatos en el proceso de transformación digital de la industria. Asimismo, este título les brindará la oportunidad de acceder a programas de Doctorado.

Esta es la 7ª Edición del Doble Máster Universitario en Ingeniería Industrial e Industria Conectada (MI-MIC), que cuenta ya con más de 125 egresados



El acto de entrega de los reconocimientos tuvo lugar en la **XXI Edición de los Premios Mejor Proyecto Fin de Carrera Comillas ICAI**, acto presidido por el rector Enrique Sanz Giménez-Rico, SJ, quien estuvo acompañado por el director de ICAI, Antonio Muñoz, y el director de Comillas ICAI Initiative Next Generation Industry y codirector de la Cátedra de Industria Conectada, Bernardo Villazán.



XXI Edición de los Premios Mejor Proyecto Fin de Carrera Comillas ICAI

Francisco Barragán Castro fue reconocido por su proyecto *“Implementación de algoritmos de navegación en un Turtlebot3”*, entregado por el coordinador y líder de investigación en la Cátedra de Industria Conectada, **Álvaro Jesús López López**.



La información de este trabajo se encuentra disponible en el **Repositorio Comillas**





FORMACIÓN

Puedes leer brevemente aquí el testimonio de varios de los alumnos que han cursado este máster:

DOBLE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
E INDUSTRIA CONECTADA (MII-MIC)

COMILLAS
ICAI




ESTEFANÍA ZULAICA
Data & Artificial Intelligence Sales Specialist, en Microsoft

[in Perfil LinkedIn](#)

“Cursar el Doble Máster en Industria Conectada e Ingeniería Industrial me permitió empezar en el mundo profesional con conocimientos sólidos en *Cloud Computing, Big Data, Machine Learning* y ciberseguridad; áreas específicas de conocimientos, que unida a las habilidades transversales que he adquirido en ICAI, han sido fundamentales para mi desarrollo en Microsoft España”.

DOBLE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
E INDUSTRIA CONECTADA (MII-MIC)

COMILLAS
ICAI



LUIS CABOT
Business Analyst, en Kearney

[in Perfil LinkedIn](#)

“El MIC ha sido un impulsor clave en mi carrera profesional al proporcionarme una comprensión profunda de los desafíos empresariales actuales y las habilidades indispensables, como el análisis de datos y el manejo de *softwares* especializados, siendo capaz de abordarlos con confianza”.

DOBLE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
E INDUSTRIA CONECTADA (MII-MIC)

COMILLAS
ICAI



MARIO SERRANO
Ingeniero de Automatización y Digitalización, en Siemens

[in Perfil LinkedIn](#)

“El MIC me ha aportado una visión global de todos los conocimientos necesarios del mundo IT para dedicarme a la digitalización industrial”.



DOBLE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
E INDUSTRIA CONECTADA (MII-MIC)




PALOMA ORTÍN
Head of Customer Success, en Payflow

[!\[\]\(8ab712341e26f54b8926c905e7b4ba61_img.jpg\) Perfil LinkedIn](#)

“Cursar el MIC me ayudó mucho a abrir la mente y aprender sobre nuevas tecnologías que no sabía ni que existían. En mi carrera profesional esto me ha servido para poder enfocar los problemas desde ángulos diferentes, que trabajando en *start-ups* es esencial, ya que todo está por definir”.

DOBLE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
E INDUSTRIA CONECTADA (MII-MIC)




BORIS MIRANZO
General Manager, en Saargummi

[!\[\]\(1a455106cb811baa352b4f5964fd6a2f_img.jpg\) Perfil LinkedIn](#)

“El MIC ha sido una formación clave en mi carrera profesional, me ha dado los conocimientos necesarios para estar actualizado respecto a los nuevos avances de la Industria 4.0, contando siempre con grandísimos profesionales como docentes”.

DOBLE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
E INDUSTRIA CONECTADA (MII-MIC)




LAURA ORTS
Business Analysts, en McKinsey & Company

[!\[\]\(6070b5d552d0652e703d8967dec1d5e5_img.jpg\) Perfil LinkedIn](#)

“El MIC ha sido para mí el catalizador que potenció mi carrera profesional hacia una de las empresas líderes en el ámbito digital, y me ofreció la oportunidad de realizar prácticas en el extranjero, dotándome no sólo de conocimientos prácticos, sino de experiencias inolvidables. El MIC fue además una herramienta para especializarme en un mundo altamente competitivo y digitalizado, adquiriendo un *toolkit* de habilidades altamente valoradas en el ámbito laboral”.



FORMACIÓN

2 Programa Ejecutivo en Liderazgo y Transformación Digital de la Industria (PELTi)



La digitalización impulsa el crecimiento sostenible de la industria, mejorando su eficacia y competitividad. La capacitación y actualización de los profesionales industriales son fundamentales para aprovechar las oportunidades y abordar los desafíos de esta transformación digital sin precedentes.

El **Programa Ejecutivo en Liderazgo y Transformación Digital de la Industria (PELTi)** de la Escuela de Postgrado y Life Long Learning de la **Universidad Pontificia Comillas** es un programa único, dirigido a profesionales con formación técnica y una experiencia mínima de 2 años trabajando en sectores industriales o tecnológicos.

Se trata de un programa basado en la metodología *'learning-by-doing'* y que se imparte de manera bimodal, combinando la presencialidad con sesiones virtuales síncronas, lo cual permite que sea plenamente compatible con la actividad profesional. Todo ello impartido por un claustro de profesores de reconocido prestigio, y con el rigor y excelencia académica de **Comillas ICAI** una institución plenamente conectada con las necesidades reales de las industrias.





Algunas imágenes de la visita a Pladur

Además, como complemento formativo, se organizan visitas a las diferentes empresas que participan en este programa con el objetivo de acercar aún más a nuestros alumnos a la realidad y los retos que tienen las empresas de nuestro país y cómo están utilizando la digitalización y las nuevas tecnologías, así como la manera en la que están adaptando sus organizaciones para seguir siendo competitivas en sus sectores.

En el mundo actual se abre un nuevo campo a explorar y son necesarios nuevos conocimientos y formación para afrontar con garantías de éxito la transformación digital: un cambio que implica nuevas formas de trabajo con plataformas digitales y colaborativas, con nuevas estrategias de *engagement* y nuevas fórmulas de atracción y gestión del talento, una nueva mentalidad hacia el trabajo. Una nueva mentalidad que repercute en la forma de hacer negocios, no solo en los procesos.

A través de este programa avanzado, la Cátedra de Industria Conectada, perteneciente a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (Comillas ICAI), forma a los líderes y profesionales en las más vanguardistas aptitudes de liderazgo y transformación digital.

Ha sido concebido para aquellos profesionales que desean actualizarse y prepararse para liderar la transformación digital de empresas, a través de un programa formativo innovador y orientado a resultados.



FORMACIÓN



Como cada año, tuvo lugar el acto de clausura y la ceremonia de entrega de diplomas de la 6ª edición del **Programa Ejecutivo en Liderazgo y Transformación Digital de la Industria**, que se realizó en el Museo de **Pernod Ricard** en Manzanares (Ciudad Real), situado en la antigua “bodega del águila”, con una historia que se remonta al S. XIX. En la ceremonia estuvieron presentes **Pablo García González**, director de Escuela de Postgrado y Lifelong Learning de la Universidad Pontificia Comillas, **Carmen del Río**, Directora de Operaciones en Pernod Ricard España, **José Antonio Rodríguez Mondejar**, investigador en el Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) y coordinador del programa ejecutivo, junto a **Bernardo Villazán Gil**, director de este programa formativo y codirector de la Cátedra de Industria Conectada.



Museo de Pernod Ricard y Ceremonia de Entrega de diplomas en sus instalaciones

Puedes leer brevemente aquí el testimonio de varios de los alumnos que han cursado este programa:



FORMACIÓN

PROGRAMA EJECUTIVO EN LIDERAZGO
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA (PELTi) | 



DAVID LINARES
Expert Manager, en Pladur

 [Perfil LinkedIn](#)

“Este programa ejecutivo te prepara para liderar la Transformación Digital con tres elementos diferenciadores: el Claustro, los Encuentros con CEOs y la Comunidad Alumni de la universidad”.

PROGRAMA EJECUTIVO EN LIDERAZGO
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA (PELTi) | 



CECILIA PÉREZ MAZUELA
Experta en garantías de origen de gases renovables, en Enagás

 [Perfil LinkedIn](#)

“Para mí el programa fue clave pues aprendí herramientas y aptitudes que han sido y son primordiales, tanto en mi desarrollo profesional como para el éxito de los proyectos en los que participo. Además, me dio la oportunidad de conectar con unos profesores y compañeros que son profesionales de primer nivel”.

PROGRAMA EJECUTIVO EN LIDERAZGO
Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA (PELTi) | 



LORENZO PANCORBO GARCÍA
Chief Information Officer (CIO), en Howden Iberia

 [Perfil LinkedIn](#)

“Cursar este programa me ha dotado de una visión estratégica del estado de las tecnologías 4.0, así como del nivel de implantación real de las mismas en la industria global, facilitándome numerosas herramientas prácticas para su uso adaptado al sector asegurador”.



3 | Máster Ejecutivo en Transformación Digital de la Industria (METDi)



El **Máster Ejecutivo en Transformación Digital de la Industria** proporciona una visión completa y profunda del paradigma de la industria 4.0, abordándose formación técnica, nuevos modelos de negocio, financiación, legalidad y aspectos éticos en el proceso de toma de decisiones, todo ello en formato semipresencial y con un método de aprendizaje innovador y flexible.

En particular, está estructurado de la siguiente forma:

- Actualización técnica en todas las tecnologías habilitadoras, siguiendo un modelo “*learning-by-doing*”.
- Entendimiento en profundidad de las implicaciones del paradigma de la industria 4.0/digitalización industrial en procesos, productos y personas.
- Claves de la financiación y vinculación con el horizonte Nextgen.
- Entendimiento de aspectos legales (ej. protección de datos) y éticos en la toma de decisiones.

Este máster se realiza durante un curso académico, con clases en fines de semana (viernes tarde y sábados mañana) en formato híbrido (bimodal). La posibilidad para los alumnos de poder combinar la presencialidad física con la asistencia síncrona y asíncrona ‘online’, permite que sea plenamente compatible con la actividad profesional. Todo ello impartido por un claustro de profesores de reconocido prestigio y con el apoyo de la Cátedra de Industria Conectada de Comillas ICAI, una institución plenamente conectada con las necesidades reales de las industrias.

El razonamiento que hay detrás de proponer un máster de estas características no es otro que el hecho probado de que la transformación digital contribuye al crecimiento sostenible de la industria, y mejora su eficacia y competitividad. La formación y actualización de los profesionales industriales es clave para capturar las oportunidades que ofrece la industria 4.0.



Este programa está dirigido a personas con formación técnica y una experiencia laboral mínima de 2 años trabajando en cualquier sector industrial o tecnológico. El máster incorpora todos los aspectos técnicos, incluyendo prácticas en laboratorio, nuevos modelos de negocio, financiación, legalidad y cuestiones éticas en el proceso de toma de decisiones.

El programa diseñado para este máster se compone de 11 módulos, junto con un Trabajo Fin de Máster (TFM), con la siguiente estructura:

- Industria conectada 4.0 (4,5 ECTS)
- Ética y transformación digital (1,5 ECTS)
- Internet de las cosas (IoT) y cloud computing (6 ECTS)
- Inteligencia artificial (6 ECTS)
- Diseño de productos y servicios digitales (6 ECTS)
- Finanzas para no financieros (3 ECTS)
- Robótica y drones (6 ECTS)
- Fabricación aditiva y nuevos materiales (6 ECTS)
- Realidad virtual, aumentada y mixta (6 ECTS)
- Operaciones y logística en la industria conectada (6 ECTS)
- Seguridad en la industria conectada (3 ECTS)
- Trabajo Fin de Máster (6 ECTS)



Puedes **ver aquí** un resumen de la presentación del Master:





FORMACIÓN

Puedes leer brevemente aquí el testimonio de varios de los alumnos que han cursado este máster:

MÁSTER EJECUTIVO EN TRANSFORMACIÓN
DIGITAL DE LA INDUSTRIA (METDi)

COMILLAS
ICAI



FRANCISCO JOSÉ TORRES ALCAIDE
Global Technical QA Manager, en The Absolut Group

[!\[\]\(a8682f19ff8031ec0032eb018e65519e_img.jpg\) Perfil LinkedIn](#)

“Mi principal objetivo al cursar el METDi era ponerme al día a través de una formación académica de reconocido prestigio, en los pilares de la transformación digital, como son la IA, IoT, ciberseguridad, Cloud Computing, Blockchain, Realidad Virtual, fabricación aditiva, etc., y aprender cómo afrontar los retos y oportunidades de la digitalización en mi empresa.

El METDi ha cumplido sin lugar a dudas este objetivo incluso superando mis expectativas académicamente hablando. Pero si algo lo ha convertido en EXCELENTE, ha sido el equipo humano, los profesores y compañeros con los que he podido aprender y establecer nuevos contactos, que mantenemos después del curso, lo que ha aumentado mi networking profesional”.

MÁSTER EJECUTIVO EN TRANSFORMACIÓN
DIGITAL DE LA INDUSTRIA (METDi)

COMILLAS
ICAI



JUDITH MORALES REYES
Ingeniera mecánica, en PackBenefit,
empresa patrono de la Cátedra de Industria Conectada

[!\[\]\(45e77d9bf984f4436161332e626e85d4_img.jpg\) Perfil LinkedIn](#)

“Para mi fue una oportunidad para abrir la mente a nuevas formas de desarrollar tanto proyectos tecnológicos, como operativas de trabajo en equipos multidisciplinares”.



MÁSTER EJECUTIVO EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA (METDi)





RODRIGO MARTÍN

Advanced Manufacturing 4.0 Manager, en Antolin, empresa patrono de la Cátedra de Industria Conectada:

[!\[\]\(8ab712341e26f54b8926c905e7b4ba61_img.jpg\) Perfil LinkedIn](#)

“El METDi ofrece perspectivas estratégicas sobre cómo aprovechar las tecnologías digitales para la innovación, eficiencia y competitividad industrial. El programa mejora las habilidades de liderazgo para impulsar una transformación digital exitosa en la industria.

El programa garantiza una visión global, gracias a su enfoque en las mejores prácticas industriales y las tendencias emergentes. En definitiva, este programa formativo prepara a cualquier profesional para afrontar una infinidad de desafíos en diversos entornos empresariales, industriales y tecnológicos”.

Además, también puedes ver los vídeos con más alumni del **Máster Ejecutivo en Transformación Digital de la Industria (METDi)**:

- 

Puedes [ver aquí](#) el video del testimonio de la alumna Judith Morales:


- 

Puedes [ver aquí](#) el video del testimonio del alumno Eugenio Infante:


- 

Puedes [ver aquí](#) el video del testimonio del alumno Francisco Torres:


- 

Puedes [ver aquí](#) el video del testimonio del alumno Hugo Vázquez:







COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICA1 ICADE CIHS

© Universidad Pontificia Comillas

EDITA:
Cátedra de Industria Conectada

DISEÑO Y REALIZACIÓN:
Alcuadrado, Diseño y Comunicación, S.L.



comillas.edu