- Informació preliminar sobre la qüestió a tractar o el problema a resoldre, especificant i comentant les fonts d'informació utilitzades

La gestión de residuos inteligente son unas características y metodologías que se aplican para mejorar diferentes aspectos como la eficiencia, el diseño inteligente en rutas, la reducción de la generación excesiva de residuos, el impacto ambiental, costes elevados y ventajas competitivas a grandes rasgos, según la mayoría de los foros, páginas web dedicadas y alguna empresa se ve que estos son los grandes ítems a tener en cuenta. (ver lista tecnologías en bibliografía)

En el mundo hay empresas importantes que están actuando y concienciándose con esta metodología mediante el uso de las nuevas tecnologías tales como IoT, IA, Análisis de datos, blockchain, computación en la nube, Big Data, Software Móvil y otras por el estilo.

A nivel español ya hay empresas internacionales como SENSONEO que están aplicando la metodología con éxito utilizando pequeñas empresas autóctonas de la zona que permiten llevar a cabo estas instalaciones, dos casos serían Madrid y Mollerusa, dos ejemplos de cómo ver la implementación en una gran ciudad y en una pequeña ciudad.

En lo que nos concierne la UAB como institución tiene interés en adoptar estas nuevas tecnologías para adaptar el campus y convertirlo en una SmartCity, en concreto, lo que se quiere hacer es implementar un sistema que permita gestionar los residuos de forma inteligente en todo el campus, mediante toda la información disponible recopilada y también del estado del arte actual para saber desde donde partir y como diferenciarse.

- Una proposta de l'objectiu del TFG i/o de fins on es vol arribar en el desenvolupament de la qüestió o problema proposat

La propuesta es la adaptación del campus utilizando estas nuevas tecnologías y adaptándolas a un medio como es el de una universidad con un flujo de gente muy grande, para ello se busca reinterpretar o mejorar lo que se lleva a cabo en otros lugares y aplicar esta nueva diferenciación utilizando otros métodos que sigan también la metodología de una gestión de residuos inteligente, la proto-idea actual es utilizar contenedores existentes y modificarlos siguiendo estas ideas:

* Organizar la cantidad de contenedores según las facultades y la cercanía
* Controlar el llenado y el volumen en los contendores para predecir en dispositivos información y análisis de tipología, cantidad y calidad de los residuos. (sensores de ultrasonido ubicados en la parte más alta del contenedor midiendo la distancia, a menor distancia mayor nivel de llenado)
* Otorgar beneficios en el campus por el buen uso de reciclaje y medioambiente mediante una aplicación móvil que ofrecerá ayuda, beneficios e información de cada individuo (de forma privada) para obtener recompensas en el campus y en los estudios(créditos ECTS).
* Utilizar IoT para comunicaciones con tecnología y sensores LoRa los cuales monitorizarán los contenedores dando información de volumen de llenado, gps y alarma de vuelco con giroscopio, avisos de recogida todo en tiempo real con mediciones periódicas según una IA para poder optimizar el número de mensajes y ahorrar baterías
* Separar dos usuarios, los profesionales que se encargan de la gestión de residuos y los usuarios que reciclan, con 2 perspectivas diferentes a la hora de entender los datos.(A lo largo del proyecto se irán definiendo cuales son las perspectivas)
* Un backend basado en cloud e IA para poder gestionar la información generada tanto por los contenedores como usuarios
* Mejorar la gestión de recogida de residuos conforme se vaya utilizando y con aprendizaje automatizado, optimización de recorrido de los camiones de recogida.

Existe un programa en la UAB llamado *The UAB Campus as a Living Lab*

Con el que se puede cooperar para obtener información ya recopilada por ellos que nos puede servir para implementaciones.

También aprovechando la mención de software poder generar un proyecto sólido con una propuesta orientada a ser utilizada en la vida real. De esta manera simularía ser una empresa startup que quiere implementar las soluciones propuestas.

- Explicació general de la metodologia que es seguirà per aconseguir els objectius proposats

Metodologías basadas en un desarrollo basado en Kanban, y con metodología agile tal como scrum, interesa aplicar métodos cíclicos y periódicos, desarrollar basado en sprints bi-semanales dónde se genere un entregable funcional ya sea: un documento, una demostración o un prototipo. Desarrollar basado en la opinión y seguimiento constante del cliente en este caso la UAB.

- Identificació dels passos a seguir per al desenvolupament del projecte proposat, establint una planificació de treball per dur-lo a terme

Primeramente, se definirán todos los requisitos funcionales y no funcionales, a partir de ellos se generarán unas tareas que se irán añadiendo al product backlog de forma que en cada sprint se vayan implementando estas tareas, creando entregables al final de cada sprint, hasta completar el producto backlog. Por supuesto que puede modificarse el backlog, añadiendo, desechando o modificando tareas, pero nunca a mitad de un sprint.

Calendario:

<Planificación_Sprints_TFG.xlsx>

- Bibliografia de referència consultada i fonts complementàries.

1. <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-gestion-inteligente-residuos-soluciones-smart-cities>
2. <https://www.catsensors.com/es/lorawan/tecnologia-lora-y-lorawan>
3. [Reciclaje inteligente: 8 claves para un mundo más limpio (merca2.es)](https://www.merca2.es/2023/09/21/reciclaje-inteligente-claves-1426954/)
4. [Robots de la basura, contenedores inteligentes y big data: así se gestionarán en el futuro los residuos de las ciudades | Medio Ambiente (elmundo.es)](https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2021/04/21/607d98e7fdddffe9288b45c3.html)
5. [Ecoembes apuesta por la inteligencia artificial y sensores para un reciclaje más eficiente | Compañías (expansion.com)](https://www.expansion.com/economia-digital/companias/2022/05/11/6274f2bee5fdea595f8b462c.html)
6. [Inteligencia artificial aplicada en la industria del reciclaje (thefoodtech.com)](https://thefoodtech.com/insumos-para-empaque/para-que-sirve-la-inteligencia-artificial-en-el-reciclaje/)
7. [Tecnologías inteligentes de residuos sólidos: ¿Dónde estamos y hacia dónde vamos? - Volvamos a la fuente (iadb.org)](https://blogs.iadb.org/agua/es/tecnologias-inteligentes-de-residuos-solidos-donde-estamos-y-hacia-donde-vamos/)
8. [Gestión inteligente de residuos urbanos en tu Smart City - Secmotic](https://secmotic.com/gestion-inteligente-de-residuos-urbanos-en-tu-smart-city/)
9. [Soluciones para la gestión y tratamiento de residuos | LEANpio](https://www.leanpio.com/es/blog/soluciones-para-la-gestion-y-tratamiento-de-residuos)
10. [La Gestión de Residuos. Tipos y Soluciones - EQUALITY](https://www.equality.es/soluciones-en-la-gestion-de-residuos/)
11. [La gestión inteligente de los residuos en una Smart City (fiwoo.eu)](https://www.fiwoo.eu/la-gestion-inteligente-de-los-residuos-clave-en-una-smart-city/)
12. [Empresa de gestión inteligente de residuos | SENSONEO](https://sensoneo.com/es/)
13. [Waste monitoring in Mollerussa | SENSONEO](https://sensoneo.com/reference/monitoring-waste-mollerussa-spain/)
14. [Madrid will have the largest smart waste installation in Europe - Sensoneo](https://sensoneo.com/madrid-largest-european-smart-waste-installation/)

Las tecnologías utilizadas en la gestión inteligente de residuos incluyen:

1. [**Robótica**: La robótica se utiliza para mejorar la clasificación de residuos1](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/). [Los robots pueden ser programados para identificar y separar diferentes tipos de residuos, lo que aumenta la eficiencia y reduce la necesidad de intervención humana1](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/).
2. [**Inteligencia Artificial (IA)**: La IA puede ayudar a mejorar la sostenibilidad de los sistemas de gestión de residuos1](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/). [Puede contribuir a una gestión más eficaz de los residuos en toda Europa, mejorando la logística y las tasas de reciclaje1](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/).
3. [**Internet de las Cosas (IoT)**: Los dispositivos IoT pueden recopilar datos en tiempo real sobre los niveles de llenado de los contenedores, lo que permite optimizar las rutas de recolección y reducir los costos operativos2](https://blogs.iadb.org/agua/es/innovacion-tecnologica-en-la-gestion-de-residuos-solidos-la-revolucion-digital-que-ha-llegado-para-transformar-el-modo-en-que-vemos-y-manejamos-nuestros-residuos/).
4. [**Computación en la nube**: La computación en la nube permite almacenar y analizar grandes cantidades de datos recopilados por los dispositivos IoT1](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/).
5. [**Análisis de datos**: El análisis de datos puede proporcionar información valiosa sobre los patrones de generación de residuos, lo que puede ayudar a optimizar las operaciones y mejorar las tasas de reciclaje2](https://blogs.iadb.org/agua/es/innovacion-tecnologica-en-la-gestion-de-residuos-solidos-la-revolucion-digital-que-ha-llegado-para-transformar-el-modo-en-que-vemos-y-manejamos-nuestros-residuos/).
6. [**Tecnología RFID**: La tecnología RFID se utiliza para la identificación de contenedores](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/)[3](https://bing.com/search?q=tecnolog%C3%ADas+utilizadas+en+la+gesti%C3%B3n+inteligente+de+residuos).
7. [**NFC**: La tecnología NFC es una tecnología inalámbrica de corto alcance](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/)[3](https://bing.com/search?q=tecnolog%C3%ADas+utilizadas+en+la+gesti%C3%B3n+inteligente+de+residuos).
8. [**Sistema de pesaje**: Se utiliza un sistema de pesaje para vehículos de recogida](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/)[3](https://bing.com/search?q=tecnolog%C3%ADas+utilizadas+en+la+gesti%C3%B3n+inteligente+de+residuos).
9. [**Software móvil**: Se utiliza software móvil para la gestión de residuos](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/)[3](https://bing.com/search?q=tecnolog%C3%ADas+utilizadas+en+la+gesti%C3%B3n+inteligente+de+residuos).
10. [**Big Data**: Big Data se utiliza para la recogida inteligente de residuos y el tratamiento inteligente de datos](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/)[3](https://bing.com/search?q=tecnolog%C3%ADas+utilizadas+en+la+gesti%C3%B3n+inteligente+de+residuos).

Empresas que están utilizando la gestión inteligente de residuos:

1. [**Sensoneo**1: Sensoneo es un proveedor global de soluciones inteligentes de gestión de residuos que permite a ciudades, empresas y países gestionar sus residuos de manera eficiente, reducir su huella medioambiental y mejorar la calidad de los servicios1](https://sensoneo.com/es/).
2. [**Nordsense**2: Nordsense tiene como misión redefinir la industria de la gestión de residuos con sensores inteligentes y datos2](https://nordsense.com/es/). [Su objetivo es hacer que la recogida de residuos sea más ecológica, limpia e inteligente2](https://nordsense.com/es/).
3. [**ID&A**3: ID&A ha estado desarrollando equipos de gestión inteligente de residuos urbanos durante 24 años tanto en España como en Italia3](https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2021/04/21/607d98e7fdddffe9288b45c3.html).
4. [**Ecoembes**4: Ecoembes está utilizando tecnologías como el blockchain para optimizar la gestión de residuos4](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/).
5. [**Ferrovial**4: Ferrovial está aplicando la robótica a la gestión de residuos municipales4](https://www.residuosprofesional.com/tecnologias-digitales-gestion-residuos/).

**Requisitos Funcionales:**

1. **Recopilación de Datos:**
   * El sistema debe recopilar datos sobre la generación de residuos en todo el campus, incluyendo tipos, cantidades y calidad de los residuos.
   * Debe obtener datos en tiempo real de los sensores de ultrasonido ubicados en los contenedores para medir el nivel de llenado.
2. **Identificación de Contenedores:** El sistema debe asignar un identificador único a cada contenedor para rastrear su ubicación y recopilar datos específicos de cada uno de ellos.
3. **Sensores de Calidad de Residuos:** Además de medir el nivel de llenado, el sistema debe ser capaz de utilizar sensores para evaluar la calidad de los residuos en los contenedores, por ejemplo, detectar contaminantes no deseados.
4. **Almacenamiento de Datos Históricos:** Los datos recopilados deben ser almacenados en una base de datos histórica para permitir un análisis a largo plazo de los patrones de generación de residuos.
5. **Detección de Contenedores Llenos:**
   * El sistema debe ser capaz de detectar cuando un contenedor alcanza un nivel de llenado predeterminado y generar alertas para la recolección.
6. **Aplicación Móvil:**
   * Debe existir una aplicación móvil para usuarios que permita registrar su contribución al reciclaje y recibir recompensas, incluyendo créditos ECTS.
   * La aplicación debe ofrecer información personalizada sobre la gestión de residuos y consejos para el reciclaje.
7. **Comunicación IoT:**
   * Utilizar tecnología LoRa para la comunicación entre los contenedores y el sistema central.
   * Monitorizar el estado de los contenedores en tiempo real, incluyendo ubicación y nivel de llenado.
8. **Gestión de Usuarios:**
   * El sistema debe permitir la diferenciación entre los profesionales encargados de la gestión de residuos y los usuarios que reciclan.
9. **Backend en la Nube:**
   * Implementar un backend basado en la nube y con inteligencia artificial para gestionar y analizar los datos generados por los contenedores y usuarios.
10. **Optimización de Recorridos:**
    * Mejorar la gestión de la recogida de residuos mediante el uso de aprendizaje automático para optimizar las rutas de los camiones de recogida.

**Requisitos Funcionales para el Inicio de Sesión de Usuarios:**

1. **Registro de Usuarios:**
   * Los usuarios deben tener la capacidad de registrarse en la aplicación móvil proporcionando información personal como nombre, correo electrónico y contraseña.
2. **Inicio de Sesión:**
   * Los usuarios registrados deben poder iniciar sesión utilizando su dirección de correo electrónico y contraseña.
3. **Autenticación de Dos Factores (2FA):**
   * Ofrecer la opción de habilitar la autenticación de dos factores para una mayor seguridad al iniciar sesión.
4. **Recuperación de Contraseña:**
   * Proporcionar un mecanismo para que los usuarios puedan restablecer su contraseña en caso de olvidarla, lo cual puede implicar recibir un correo electrónico de restablecimiento de contraseña.
5. **Gestión de Sesiones:**
   * Permitir que los usuarios inicien y cierren sesión de manera segura y que sus sesiones se mantengan activas durante un tiempo determinado, con la opción de cerrar automáticamente después de un período de inactividad.
6. **Seguridad de Contraseñas:**
   * Establecer políticas de seguridad de contraseñas que incluyan requisitos de longitud mínima, complejidad y caducidad de contraseñas.
7. **Bloqueo de Cuenta:**
   * Implementar un mecanismo de bloqueo de cuenta temporal después de un número determinado de intentos fallidos de inicio de sesión para proteger contra ataques de fuerza bruta.
8. **Registro de Actividades de Inicio de Sesión:**
   * Registrar y auditar todas las actividades de inicio de sesión, incluidos los intentos fallidos, para fines de seguridad y seguimiento.
9. **Política de Privacidad:**
   * Asegurarse de que los usuarios estén informados sobre la política de privacidad y acepten los términos antes de registrarse.
10. **Roles de Usuario:**
    * Asignar roles a los usuarios (por ejemplo, usuario estándar, administrador) para determinar qué funciones y permisos tienen en la aplicación.

**Recopilación de Datos:**

**Detección de Contenedores Llenos:**

1. **Niveles de Llenado Configurables:** El sistema debe permitir la configuración de niveles de llenado predeterminados para diferentes tipos de contenedores, ya que algunos pueden llenarse más rápido que otros.
2. **Alertas Personalizables:** Debe ser posible configurar alertas personalizables para notificar a los profesionales encargados de la recolección cuando un contenedor alcance un nivel de llenado específico.

**Aplicación Móvil:**

1. **Registro de Actividad de Reciclaje:** La aplicación móvil debe permitir a los usuarios registrar sus actividades de reciclaje, como el depósito de residuos en contenedores específicos.
2. **Recompensas Personalizadas:** El sistema debe calcular recompensas de manera personalizada para cada usuario en función de su contribución al reciclaje y sus hábitos de reciclaje.
3. **Interfaz de Usuario Intuitiva:** La aplicación debe contar con una interfaz de usuario intuitiva que sea fácil de navegar y utilizar.

**Comunicación IoT:**

1. **Integración con Plataforma LoRa:** El sistema debe estar diseñado para integrarse de manera efectiva con la plataforma LoRa para garantizar una comunicación confiable y segura entre los contenedores y el sistema central.
2. **Monitorización Continua:** La monitorización de los contenedores debe ser continua, con actualizaciones en tiempo real para garantizar que los datos sean precisos y actuales.

**Gestión de Usuarios:**

1. **Control de Acceso:** El sistema debe permitir a los administradores gestionar los permisos de acceso de los usuarios, especialmente para los profesionales encargados de la gestión de residuos.
2. **Registros de Usuario:** Debe mantenerse un registro de las actividades de inicio de sesión y uso de la aplicación por parte de los usuarios para fines de auditoría y seguridad.

**Backend en la Nube:**

1. **Algoritmos de Inteligencia Artificial:** Implementar algoritmos de inteligencia artificial que puedan analizar los datos de los contenedores y usuarios para identificar patrones y tendencias útiles para la gestión de residuos.
2. **Escalabilidad de la Nube:** Asegurarse de que el backend en la nube sea escalable para manejar un crecimiento en la cantidad de datos a medida que se expande el sistema.

**Optimización de Recorridos:**

1. **Planificación Dinámica de Rutas:** Utilizar algoritmos de aprendizaje automático para planificar rutas de recolección de residuos de manera dinámica, teniendo en cuenta la información en tiempo real sobre el nivel de llenado de los contenedores.
2. **Ajuste en Tiempo Real:** La optimización de rutas debe ser capaz de realizar ajustes en tiempo real en función de eventos inesperados, como cambios en la demanda de recogida.

**Requisitos No Funcionales:**

1. **Eficiencia:**
   * El sistema debe ser eficiente en la gestión de datos y recursos para minimizar el consumo de energía y recursos.
2. **Escalabilidad:**
   * Debe ser escalable para adaptarse al crecimiento futuro de la universidad y la adición de más contenedores y usuarios.
3. **Seguridad:**
   * Garantizar la seguridad de los datos recopilados y la privacidad de los usuarios.
4. **Disponibilidad:**
   * El sistema debe estar disponible las 24 horas del día para garantizar una gestión continua de residuos.
5. **Usabilidad:**
   * La aplicación móvil y la interfaz de usuario deben ser intuitivas y fáciles de usar para todos los usuarios.
6. **Integración con The UAB Campus as a Living Lab:**
   * Integrar los datos y recursos disponibles a través del programa de la UAB para aprovechar la información existente.
7. **Ciclos de Desarrollo:**
   * El desarrollo debe seguir un enfoque Kanban y Agile, con sprints quincenales para entregables funcionales.
8. **Retroalimentación del Cliente:**
   * La UAB debe proporcionar retroalimentación constante para ajustar el desarrollo según las necesidades reales.
9. **Mantenimiento:**
   * Establecer un plan de mantenimiento continuo para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema.
10. **Tiempo de Respuesta:**
    * Garantizar tiempos de respuesta rápidos para alertas de contenedores llenos y comunicaciones con usuarios.