

I. PROPUESTA TÉCNICA

1. PRESENTACIÓN

El equipo presentado por NTT DATA es sinónimo de éxito para la ejecución de los trabajos necesarios ya que ofrece un conjunto de valores diferenciales que lo convierte en la mejor opción. Además, en este proyecto en particular podemos aprovechar todas las sinergias derivadas de nuestro liderazgo en proyectos relacionados con la gestión de residuos en diferentes clientes y comunidades autónomas, así como la solvencia en ejecución de proyectos de trazabilidad.

De cara a aumentar nuestra experiencia y conocimiento y con el fin de ofrecer un valor diferencial adicional **NTT DATA** contará con la colaboración de la empresa **HELINX**, expertos en soluciones eficientes para la industria y edificación: automatización, control, gestión de la producción para la industria... expertos en digitalización IoT. Esta colaboración fusiona la experiencia, los recursos y la innovación de dos líderes en sus respectivos campos, fortaleciendo así nuestra capacidad para ofrecer soluciones técnicas de vanguardia. Esta colaboración permite aprovechar sinergias, optimizar procesos y brindar un servicio integral y de calidad superior para el servicio objeto de contratación.

2. ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE NUESTRA PROPUESTA

Detallamos a continuación los **aspectos más significativos y relevantes de la solución que proponemos para desarrollar TRAZA**:

ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA			
1 Escalabilidad y facilidad de mantenimiento y evolución	2 Arquitectura modular y orientada a microservicios	3 Solución abierta, que evita la dependencia del proveedor	4 Interoperabilidad total basada en estándares y enfoque SOA
5 Maximizando la Usabilidad y la Accesibilidad de las interfaces de usuario	6 Conocimiento avanzado y experiencia contrastada en gestión de residuos y economía circular	7 Foco en asegurar la calidad y el gobierno de los datos para preparar TRAZA a la IA	8 Enfoque de la plataforma para nuevos escenarios de integración

Propuesta tecnológica basada en las siguientes líneas de actuación

Proponemos un plan de desarrollo organizado en torno a las siguientes líneas de actuación:

- ▶ **Escalabilidad y facilidad de mantenimiento y evolución**
 - Diseño y arquitectura pensadas para facilitar y agilizar en todo momento trabajos evolutivos y de mantenimiento.
- ▶ **Arquitectura modular**

- Arquitectura basada en módulos que permita de manera sencilla y ágil incorporar nuevos elementos al sistema

► **Solución abierta**

- Estándares de desarrollo abiertos para evitar obsolescencias ni dependencias de tecnologías existentes, dando libertad a SOGAMA para evolucionar la plataforma de la manera que lo considere.

► **Interoperabilidad total**

- Desarrollo bajo estándares de interoperabilidad que permitan que TRAZA pueda comunicarse, intercambiar datos y utilizar la información de manera conjunta.

Maximizando la usabilidad y la accesibilidad de las interfaces de usuario

Uno de los aspectos en los que NTT DATA pondrá más interés en esta licitación es en los usuarios. Con la vinculación de los usuarios finales, con su involucración en la plataforma y con su convencimiento en las virtudes de la misma, el éxito en la implantación de TRAZA estará asegurado. Por este motivo diseñaremos una plataforma por y para los usuarios maximizando la usabilidad y accesibilidad de todos los interfaces.

Conocimiento avanzado y experiencia contrastada en gestión de residuos y economía circular

En base a nuestra experiencia podemos afirmar que, de manera general en el desarrollo de proyectos vinculados a la gestión de residuos, uno de los factores de mayor complejidad, y que a veces provoca el fracaso de los proyectos, es la necesidad de un conocimiento intensivo de la materia, así como conocimiento de las reglas de negocio, modelos de datos, etc. NTT DATA pondrá a disposición del proyecto, todo el conocimiento experiencia atesorada en los últimos años en los que la compañía está apostando por la transformación digital de la economía circular y la gestión de residuos.

Foco en asegurar la calidad y el gobierno de los datos para preparar TRAZA a la IA

Somos conscientes de que uno de los aspectos clave y que entraña uno de los grandes riesgos en la implementación de TRAZA es la necesidad de **definir e implementar escenarios de integración con diferentes fuentes de información** que garanticen la integridad de la información y la calidad de los datos. Para que TRAZA asegure la correcta trazabilidad de la gestión de los residuos debe disponer de un diseño **basado en el dato y el gobierno del mismo**. Adicionalmente, desde NTT DATA apostamos para que TRAZA disponga de un motor de Inteligencia Artificial en sus procesos para dar un salto de calidad e innovación en la gestión de residuos. La incorporación de IA en un sistema de información de gestión de residuos puede transformar la eficiencia y efectividad de la gestión de residuos, pero depende en gran medida de la calidad y el gobierno de los datos. Al

centrarse en estos aspectos, se crea una base sólida que permite a la IA operar de manera óptima, ofreciendo *insights* precisos y decisiones informadas que mejoran las operaciones de gestión de residuos y contribuyen a una mayor sostenibilidad ambiental.

Enfoque de la plataforma para nuevos escenarios de integración

Desde el primer minuto, NTT DATA planteará un diseño de la plataforma enfocado en que TRAZA siga creciendo más allá de los requisitos iniciales de este pliego técnico. Una de las áreas más importantes es la integración con todos los agentes de la cadena de gestión de residuos, entre los que cabe destacar a los gestores de residuos y a los SCRAPs. En este sentido, NTT DATA guarda una estrecha colaboración con ECOEMBES (como único SCRAP autorizado en la actualidad para la gestión de envases y embalajes de origen municipal), habiendo sido NTT DATA el desarrollador tecnológico de las aplicaciones Smart Waste y Central de Retiradas de este SCRAP.

En fase de oferta NTT DATA propone analizar con los responsables del proyecto de SOGAMA la viabilidad y conveniencia de una potencial colaboración entre NTT DATA y ECOEMBES, que pudiera dar lugar a la posibilidad de integración de la plataforma TRAZA con los sistemas de ECOEMBES, en la medida en que SOGAMA lo considere de interés.

Desde NTT DATA, entendemos que dada la importancia y el peso técnico y económico que supone la gestión de envases domésticos en el global de la actividad de SOGAMA, esta integración de sistemas reportaría un importante beneficio al sistema TRAZA, con las implicaciones de visibilidad y transparencia que esto supondría.

3. PROPUESTA FUNCIONAL

Contexto

En este apartado se pretende introducir, de forma breve, el marco normativo del proyecto, presentaremos las principales funcionalidades de la aplicación Gaia como una herramienta integral para la gestión de residuos, diseñada para facilitar el cumplimiento normativo y optimizar los procesos relacionados.

Normativa de Referencia

La economía circular se ha convertido actualmente en prioridad de las políticas de la UE, lo que ha quedado plasmado en un amplio marco regulatorio ambiental que afecta a diferentes sectores y actividades, entre los que cabe destacar a todos aquellos actores que intervienen en la cadena de valor del residuo.

En España, el marco regulatorio de la gestión de residuos engloba también una extensa lista de normativas, estatales, autonómicas y locales.

Sobre todas estas, las **obligaciones de los sujetos** que intervienen en la cadena de producción y gestión de residuos en España quedan reguladas en [la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular](#), entre estos se incluyen: Operador, Productor, Negociante, Agente, Gestor y Transportista.

El traslado de residuos en el interior del territorio del Estado Español se encuentra también regulado por el [Real Decreto 553/2020 de traslado de residuos](#), en el cual se incluye la documentación relacionada con las operaciones de transporte de residuos (Notificaciones previas (NT) y Documentos de identificación (DI)).

Según se establece en el RD 553/2020 (así como en la Ley 7/2022), será preciso la notificación previa para el traslado de los siguientes tipos de residuos:

- ▶ Los traslados de residuos, peligrosos y no peligrosos, destinados a eliminación
- ▶ Los traslados de residuos peligrosos, de residuos domésticos mezclados identificados con el código LER 20 03 01 y los que reglamentariamente se determinen, destinados a valorización.

Conforme a los requisitos establecidos en la Disposición Adicional primera del RD 553/2020, se establece que las comunidades autónomas deberán optar por que la tramitación electrónica de traslados se realice a través del procedimiento habilitado por el MITERD o a través del procedimiento establecido en la sede electrónica de su gobierno autonómico.

A continuación, realizamos una breve introducción a la plataforma Gaia por su importancia dentro del desarrollo de la plataforma TRAZA al constituir el punto de integración definido por la comunidad de Galicia para la presentación de la documentación mencionada anteriormente y el cumplimiento por tanto de la normativa vigente.

Plataforma Gaia

La información que se debe trasladar a las Comunidades Autónomas sobre la producción y gestión de residuos debe realizarse electrónicamente a través del protocolo acordado en la guía E3G, según está regulado en el Real Decreto 553/2020, antes comentado. En la comunidad de Galicia, la [Plataforma Gaia](#) tiene el objetivo principal de constituir ese punto único de acceso a todas las aplicaciones dependientes de la *Dirección Xeral de Calidade Ambiental e Sostibilidade*, ofreciendo así a las empresas un único portal a través del cual pueden cumplir con sus deberes para con la Xunta de Galicia en materia medioambiental.

A partir de esto Gaia se basa en el estándar E3L (lenguaje XML que se ha adoptado para el intercambio de información de residuos con las Comunidades Autónomas) para la gestión de sus datos, posibilitando el trabajo a través de dos modos principales, **una aplicación web y la recepción de información en E3L a través de Servicios Web** que permiten la interconexión del sistema de información de las empresas (que estén adaptadas al estándar E3L) con el sistema Gaia de manera automatizada. Estos servicios permiten la presentación de notificaciones previas y traslados tanto con NT como sin NT y constituirán el punto de integración con la plataforma TRAZA como veremos más adelante.

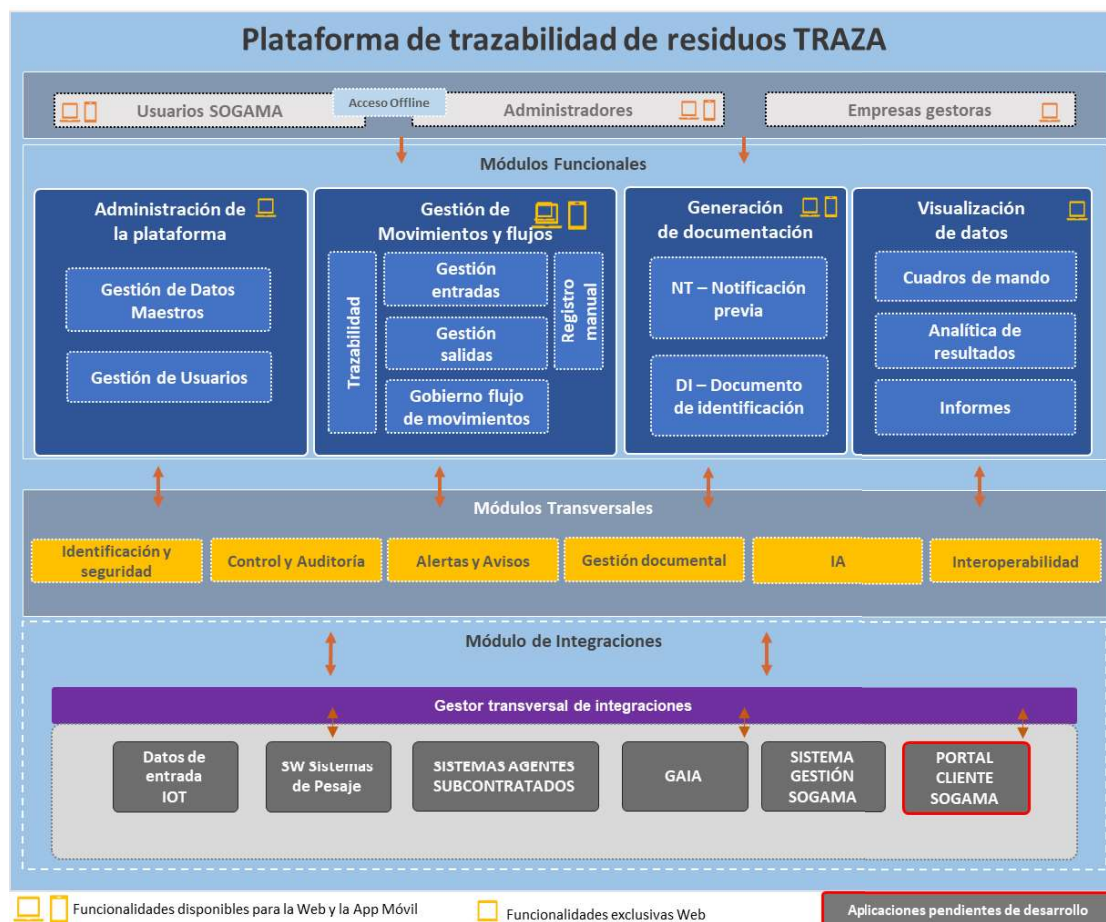
Para dar soporte tanto a la normativa, como a la integración con Gaia, y en general a la mejora de los procesos productivos de SOGAMA, permitir la trazabilidad completa de los residuos y lograr una mayor eficiencia y sostenibilidad se presenta a continuación nuestra propuesta funcional.

Descripción funcional del Sistema propuesto

En el presente apartado se describe la propuesta de los servicios y funcionalidades requeridas en la presente oferta, presentándose las características de cada uno de los módulos a implementar.

Modularidad de la solución propuesta

Como punto de partida, se realiza una descripción visual a escala **funcional a alto nivel de la modularidad que se plantea para la plataforma TRAZA**, representada en el esquema que se muestra a continuación.



Desde NTT DATA planteamos una solución **modular** y **escalable**, con componentes o módulos bien diferenciados que ofrecen una solución integral a los requisitos del pliego, ampliando el marco funcional descrito e incorporando nuevas funcionalidades y soluciones tecnológicas que aportan valor añadido.

A continuación, se procede a describir a alto nivel los bloques principales en base a los que se ha estructurado la propuesta de diseño de TRAZA:

Bloque	Descripción
Funcionales	Contendrá los módulos que permitirán la administración de parámetros generales del sistema, gestión de usuarios y roles, la definición, monitorización y control de los diferentes flujos establecidos para la gestión de residuos permitiendo además la generación de la documentación necesaria para el control de los movimientos de traslados y la visualización a través de dashboard y paneles de control de datos claves y estado de las operaciones.
Transversales	Contendrá los módulos que darán soporte de modo general al resto de módulos del sistema permitiendo la gestión de la identificación y seguridad, monitorización y registro detallado de todas las actividades realizadas, la configuración y gestión de alertas y notificaciones, la gestión documental, gestión de modelos y algoritmos necesarios para la implementación de técnicas de IA, el uso de APIs

	y servicios web para asegurar la interoperabilidad y la sincronización de datos entre diferentes plataformas y dispositivos.
Integraciones	Contendrá los módulos encargados de la integración con sistemas externos, como puede ser Gaia, los sistemas de las aplicaciones gestoras o el propio sistema de gestión de SOGAMA. Gestionará la integración con la API del sistema de pesaje y el procesamiento de datos provenientes de dispositivos IoT.

Descripción perfiles del sistema

Teniendo en cuenta, los diferentes actores que pueden intervenir en el proceso de gestión de residuos (productores, transportistas, gestores, agentes y negociantes), desde TRAZA se podrán asignar diferentes roles, según se decida durante la fase de análisis, teniendo en cuenta los flujos de gestión de residuos definidos por SOGAMA.

En la siguiente tabla se muestran los roles asignables a los diferentes actores intervinientes, según lo descrito anteriormente:

Rol	Descripción
Administrador TRAZA	Responsable de la Aplicación con acceso global a la aplicación.
Consulta TRAZA	Podrá realizar las mismas operativas que el Rol Administrador TRAZA , pero solo en operaciones que incluyan la consulta de datos y en ningún caso su modificación.
Operario TRAZA	Responsable del registro de entradas y salidas.
Transportista	Responsable del transporte y recogida de los camiones/contenedores.
Administrador Empresa	Será el representante legal de la empresa y deberá estar vinculado a su propia cuenta.
Servicio Web Empresa	Usuario de acceso a los servicios web expuestos por la API de TRAZA

A continuación, se detallarán los componentes de cada uno de los bloques que estructuran el sistema TRAZA, incluyendo las funcionalidades asociadas a cada uno de ellos.

Administración de la plataforma

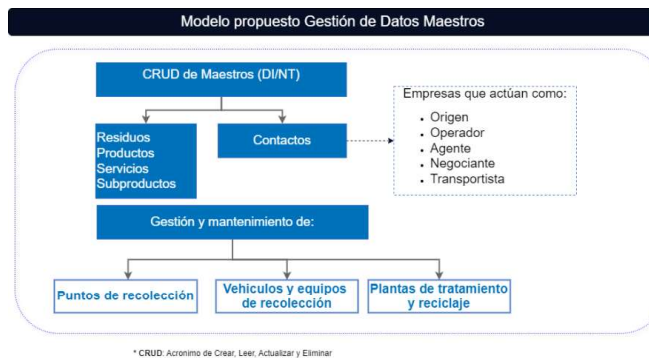
El módulo de Administración tendrá como finalidad la gestión de datos maestros y usuarios.

Gestión de datos Maestros

Desde este módulo se podrán definir los parámetros globales como datos maestros del sistema. Este módulo permite la gestión y adición dinámica de nuevos datos maestros que se consideren necesarios durante la fase de análisis y gestión futura de SOGAMA. Centralizar los datos maestros evitará la duplicación y la incoherencia de la información asegurando que todas las áreas de la organización tengan acceso a información actualizada y consistente.

A falta de realizar un análisis más exhaustivo se determinan los siguientes:

- ▶ Puntos de Recolección (EELL, etc.)
- ▶ Vehículos y Equipos de Recolección (camiones, contenedores)
- ▶ Plantas de Tratamiento y Reciclaje (PCLAS, PTE, PRTEM-PCM, etc.)
- ▶ Información necesaria para la gestión de NT y DI generadas directamente desde **TRAZA** (las cuales deberán mantener una correspondencia con la información existente en Gaia).
 - Los datos maestros estarán definidos en el lenguaje E3L (en el apartado **enviromentalMasterData**).
 - Asociadas a cada una de estas entidades será necesario definir un conjunto de atributos para garantizar el cumplimiento del estándar E3L que serán revisados durante la fase de análisis.



Gestión de Usuarios

Este módulo se encarga de gestionar toda la información y operaciones relacionadas con los usuarios del sistema. Entre las operaciones disponibles encontraremos las siguientes:

Permitir el registro de nuevos usuarios. Edición y eliminación de cuentas de usuario, incluyendo datos personales, credenciales de acceso y roles asignados.

Gestión de roles y permisos: Definición y asignación de roles (administrador, consulta, operario, transportista, usuario externo ws, etc.) y permisos específicos para cada rol, asegurando que los usuarios solo puedan acceder a las funcionalidades y datos necesarios para sus responsabilidades.

Permitir la actualización de la información del perfil del usuario.

Gestión de Movimientos y Flujos

Este módulo es una herramienta esencial para la administración de los diferentes flujos de gestión de residuos que tienen lugar en SOGAMA, permitiendo el seguimiento y control exhaustivo desde el origen/recepción hasta la disposición final.

Desde este módulo TRAZA llevará el control de los residuos facilitando su identificación y clasificación, el registro de las cantidades recibidas o generadas, las fuentes de origen/destino y los actores involucrados, facilitando el seguimiento y análisis de datos. Se posibilitará el **seguimiento detallado y automático de los movimientos de traslado**, con la generación de la documentación requerida, asegurando que se pueda rastrear un residuo desde el origen hasta su destino final.

A partir del control de flujo diseñado, se generarán **alertas sobre cualquier desviación o incidencia** en los movimientos y flujos de residuos. Además, el módulo está diseñado para integrarse con otros sistemas de gestión empresarial, mejorando la interoperabilidad y el flujo de información.

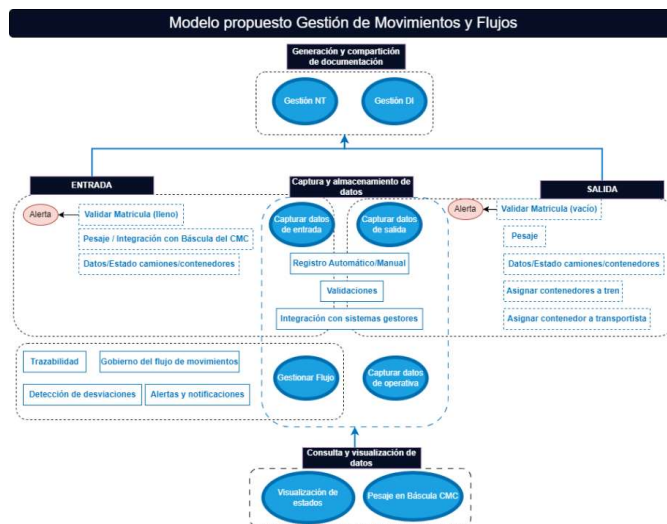
La gestión del flujo de *Entradas/Salidas* tiene como objetivo englobar aquellas funcionalidades que son transversales a cada uno de los flujos referidos a las entradas o salidas de un centro o instalación, sin necesidad de referirnos a un flujo particular. Entiéndase como flujos los definidos en el pliego técnico como por ejemplo: *el proceso de entrada/salida en una PT, en una PCLAS, PTE, etc.* Dentro de las funcionalidades del sistema, si bien es cierto que en su mayoría serán operaciones que se realizarán de modo automático, TRAZA proporcionará un grupo de *acciones manuales* que podrán ser realizadas por los diferentes operarios de las instalaciones o los propios actores externos involucrados en el traslado.

A continuación, se describe el alcance y los objetivos de cada una de las funcionalidades.

Registros de entradas

La plataforma TRAZA registrará todas las entradas a cada una de las instalaciones gestionadas por SOGAMA, así como para aquellos casos en que fuera necesario incorporar nuevas instalaciones, siguiendo los flujos definidos por SOGAMA. Para este registro, el sistema se basará en los siguientes aspectos:

Registro automático. Al acceder a cualquier instalación se registrarán datos de manera automática, estando asociados a cada una de las instalaciones, como por ejemplo: *la matrícula, fecha y hora, peso del residuo, tipo de residuo, etc.* TRAZA tendrá identificados los datos de registro necesarios por cada una de las instalaciones gestionadas por



SOGAMA. El sistema recogerá la información automáticamente mediante la **integración con dispositivos IOT** o integraciones con otros sistemas. Este registro automático asegurará la eliminación de ineficiencias y errores, mejorando el proceso actual de gestión de residuos.

De ser necesario, la aplicación permitirá el **registro manual** de dicha información.

TRAZA contará con diferentes **validaciones** de datos asociados a los registros de entradas a cada instalación.

Para los registros de entrada, TRAZA contará con una **interfaz de movilidad** para que el transportista informe de los datos del origen y del tipo de residuo que traslada y que serán registrados junto a la pesada en el sistema. De esta manera se agilizará el proceso de registro de entrada de datos con dispositivos de movilidad.

Registros de salidas

La plataforma TRAZA registrará todas las salidas de las instalaciones gestionadas por SOGAMA.

Para realizar el proceso de registro, el sistema se basará en los siguientes aspectos:

- ▶ **Registro automático.** Registro automático de la información necesaria para la salida de residuos de cada instalación (peso y tipo de residuo, datos transportista, fecha y hora y destino). Este registro automático asegurará la eliminación de ineficiencias y errores, mejorando el proceso actual de gestión de residuos.
- ▶ **Integraciones con sistemas gestores.** TRAZA se comunicará con cada uno de los sistemas de información disponibles por cada gestor de las instalaciones, para intercambiar la información necesaria en el registro de salidas del residuo. De esta manera los diferentes gestores podrán incorporar la información necesaria en los registros de salida correspondientes de cada instalación.
- ▶ **Validaciones** de datos asociados a los registros de salidas de cada instalación.

De ser necesario, la aplicación permitirá el **registro manual** de dicha información.

Registro manual

Con el objetivo de garantizar la operabilidad de los registros de entrada y salida, como se indica en la descripción de ambos registros, en caso de que no sea posible hacer el registro automático, la aplicación permitirá la **configuración de formularios dinámicos** para el **registro manual** de dicha información, evitando bloqueos o incidencias relacionadas con el intercambio de datos entre sistemas.

Trazabilidad

La plataforma TRAZA realizará la trazabilidad completa de todos los eventos y movimientos llevados a cabo en todas las instalaciones gestionadas por SOGAMA, permitiendo así realizar un correcto, seguro y fiable seguimiento de los residuos municipales recogidos y tratados en dichas instalaciones. Cada evento detectado en la plataforma TRAZA, será incorporado en el motor de trazabilidad para asegurar que todo el proceso de gestión de residuos se realiza de una manera correcta. Este módulo asegura el cumplimiento normativo, optimizar operaciones, mejorar la calidad de los datos, promover la sostenibilidad ambiental, fortalecer la confianza y credibilidad, y fomentar la innovación y mejora continua en los procesos gestionados desde SOGAMA.

Visualización de estados

A lo largo del ciclo de vida del residuo, como parte fundamental de la trazabilidad, TRAZA proporcionará la visualización de los estados y situaciones por los que pasará un residuo en el flujo de movimientos definido. A lo largo de todo el recorrido que realiza el residuo, TRAZA podrá acceder al estado actual de este pudiendo verificar su carga, la instalación en la que se encuentra o si se encuentra en tránsito.

Gobierno del flujo de movimientos

La plataforma propuesta, asegurará el correcto gobierno del flujo de movimientos que sigue la recogida de residuos. Este módulo se encargará de que **solo se produzcan los movimientos definidos por los responsables de SOGAMA**. Para ello se implementarán las reglas que rigen los diferentes flujos de movimiento, de cara a que el sistema marque automáticamente los pasos a seguir en cada movimiento según ubicación y tipo de residuo. El sistema permitirá a los responsables de SOGAMA, **modificar o crear nuevos flujos** de movimiento si fuera necesario, facilitando la gestión de las instalaciones.

Alertas y notificaciones

Como parte del control a establecer, mediante el uso del correspondiente módulo transversal, TRAZA realizará notificaciones y envío de alertas a los usuarios y agentes involucrados en cada fase del flujo de movimiento de residuos, conforme se produzcan cambios o anomalías en el proceso de movimientos. Estas alertas y notificaciones podrán ser definidas y configuradas por los usuarios de la aplicación.

Detección de desviaciones

La detección de desviaciones en los datos operativos que se generan durante la gestión de residuos es vital para garantizar el cumplimiento normativo, optimizar la eficiencia y posibilitar una mejor toma de decisiones.

Se podrán identificar desviaciones, por ejemplo, al acceder a las instalaciones vehículos con cantidades de residuos o tipos de residuo fuera de los parámetros históricamente existentes para su origen.

Esta detección temprana permitirá una respuesta rápida ante cualquier irregularidad, minimizando el impacto en el servicio ofrecido. Permitirá identificar tendencias y patrones, para anticipar futuros desafíos y mejoras.

Esta funcionalidad estará basada principalmente en **datos históricos y apoyada por el módulo de IA**.

Generación de Documentación

El módulo de *Generación de documentación* tiene como objetivo estandarizar y unificar los procedimientos de generación y comunicación de traslados de residuos entre TRZA y la plataforma Gaia, mediante la utilización del estándar E3L.

TRAZA facilitará la creación de **notificación previa al traslado** (NTs) si procede y **documentos de identificación de traslado** (DIs)

Documento	Descripción
Notificación Previa (NT)	Este documento se emite previamente a los traslados de residuos (al menos 10 días antes, 2 días en casos de urgencia debidamente justificados). Su contenido será el establecido en el anexo II del Real Decreto 553/2020.
Documento de identificación (DI)	El documento que identifica y acompaña al residuo durante su traslado. Su contenido será el establecido en los anexos I y III del Real Decreto 553/2020. En este caso hay que diferenciar entre distintas fases del mismo documento: <ul style="list-style-type: none"> • DI (cumplimentando la parte A): documento que acompaña al movimiento y es presentado antes de iniciar el traslado. • DI completo (cumplimentando la parte A y la parte B): se le añade la información de la recepción del residuo en destino.

La aplicación permitirá la gestión de las NT y DI dando **acceso a todos los actores involucrados** (operador, origen, destino, etc.), aunque no hayan sido los creadores de los mismos, tal y como puede hacerse actualmente en Gaia.

Control en la generación automática de documentos

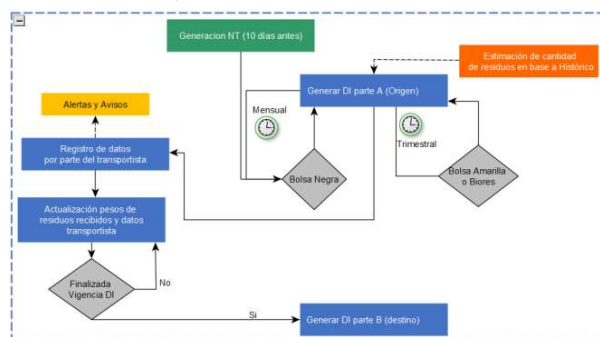
En el siguiente gráfico, se muestran los flujos de entradas y salidas de residuos desde cada una de las instalaciones de SOGAMA, identificando orígenes, destinos intermedios y destinos finales.

Estos flujos requieren para su correcta gestión de la generación de la documentación necesaria para los traslados NT (si aplica) y DI. Desde este módulo la plataforma TRAZA **controlará automáticamente la periodicidad con la que se requiere la generación de las NT o DI.**



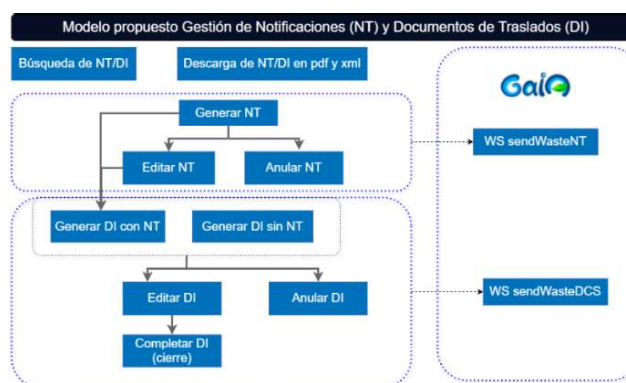
En base a lo establecido en el PPT (en cumplimiento del RD 553/2020), para los residuos de “bolsa negra” las NT deberán generarse por el sistema de forma automática, con una antelación de 10 días al envío del DI correspondiente.

La **vigencia temporal** con la que el sistema emitirá los DIs, **dependerá del tipo de residuo a gestionar**, (mensual bolsa negra, trimestral bolsa amarilla o biorresiduos. Cada DI incluirá la cantidad de residuos que serán transportados. Esta **cantidad será estimada** (de forma previa) **en base al histórico** de traslado de residuos, y será **actualizado**



automáticamente al cierre del DI con el peso real registrado por el sistema (dato aportado a partir de los pesajes realizados durante el periodo de vigencia del DI). A continuación, se describen las principales funcionalidades:

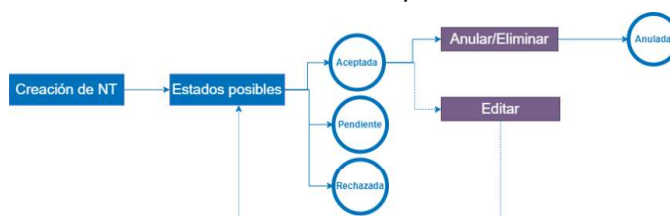
Durante la generación de las NT/DI se realizarán un conjunto de comprobaciones que podrán dar lugar a errores, invalidaciones o avisos. Las NT/DI se podrán **crear en estado Borrador**, para permitir su edición hasta que se dé por finalizada y se proceda al **envío automático de los documentos a Gaia**.



El sistema permitirá la **creación, búsqueda y consulta** de los documentos generados, así como su **exportación en formato xml** (útil para el intercambio de información con sistemas externos) o **pdf**.

Gestión de Notificaciones Previas de Traslado (NT)

Las NT una vez enviadas a Gaia desde TRAZA quedarán en uno de los siguientes estados:



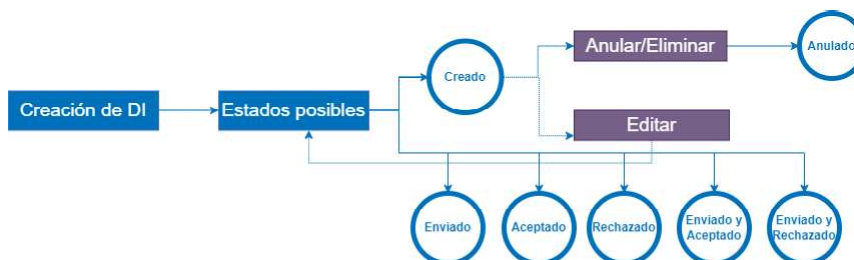
La edición o anulación de la NT deberá ser informada en el campo **NTAnnulledDocument**, del lenguaje E3L.

Solo se permitirá subsanar en Gaia una única vez en un plazo de 30 días desde la presentación de la NT original y si esta no fue utilizada en ningún traslado.

Gestión de Documentos de Identificación del Traslado (DI)

Para la generación de los DIs, TRAZA permitirá la selección de la NT correspondiente en caso de que aplique y la cumplimentación de los datos específicos del DI, como las fechas de inicio y fin, cantidad de residuos etc. Según se configure se podrán generar dichos documentos de manera automática, como ya mencionábamos en el apartado anterior.

Una vez enviado a Gaia y realizadas las comprobaciones correspondientes el DI podrá pasar por los siguientes estados:



Los DI constan de dos partes, la **parte A** con los datos del origen del traslado y la **parte B** con los datos de aceptación que se cubren una vez que el traslado ya se llevó a cabo y en la que el destino confirma o rechaza los datos de la parte A.

La **edición de ambas partes estará soportada desde TRAZA** teniendo en cuenta las restricciones que presenta Gaia para la modificación de dichos documentos, ya que **cualquier cambio deberá ser trasladado vía WS a esta plataforma**.

La edición de los DI permitirá modificar datos tales como transportista, cantidad o fechas del traslado.

Para el envío a Gaia, TRAZA indicará en el campo **DCSAnnulledDocument**, del lenguaje E3L, el código del DI que se quiere modificar y solo se podrá subsanar una vez en un plazo de 30 días desde la presentación del DI, siempre que no se haya realizado el traslado y esté sin firmar.

El **cierre del traslado** (o cumplimentación de la parte B) una vez finalizada su vigencia, podrá realizarse de modo automático dependiendo del flujo en **TRAZA**, datos como la cantidad real aceptada, fecha de aceptación y estado deberán ser añadidos al DI para su posterior envío a Gaia. En caso de no poder realizarse de modo automático se dispondrá de la opción de registro manual de dichos datos.

Archivo Cronológico en Gaia

Es importante destacar que la utilización de una plataforma externa para el envío de NT y DI a través de WS, como hará **TRAZA** en este caso, no exime de tener que interactuar con la aplicación de Gaia para completar determinadas fases.

En el caso del Archivo Cronológico **para garantizar que los documentos enviados son consolidados y pasan a formar parte de este archivo los mismos deben ser firmados digitalmente a través de Gaia**. Para ello se deben respetar los plazos señalados en la normativa, un mes desde la fecha de realización (fecha de inicio) del traslado.

Visualización de Datos

En la gestión de residuos, como en cualquier otro proceso, es fundamental la capacidad de interpretar y analizar los datos que se generan durante el ciclo de vida del residuo. TRAZA dispondrá de este módulo de *Visualización de Datos* como una herramienta integral diseñada para ofrecer una visión detallada y comprensible de todas las operaciones y datos generados en la gestión de residuos.

A continuación, se describen las principales funcionalidades que estarán disponibles.

Cuadros de Mando

Desde este componente los usuarios podrán monitorizar en tiempo real los diferentes aspectos del proceso de gestión de residuos. A través de una interfaz intuitiva, los usuarios pueden acceder a datos históricos y actuales, filtrarlos según sus necesidades específicas y visualizar tendencias y patrones clave.

- Visualización de flujos de residuos.

- Documentos DI y NT generados, y su estado de actualización en Gaia.

- Situación de transportes, incluyendo la monitorización de rutas, indicadores del estado de los vehículos (si están en ruta, en espera, o si han completado su entrega), y registros históricos de los movimientos de transporte.

- Alertas personalizables (para eventos críticos, retrasos, superación de ciertos umbrales)

Esta herramienta que se nutre de los diferentes componentes de TRAZA permitirá tomar decisiones informadas, mejorar la eficiencia operativa y garantizar la transparencia en todos los aspectos de la gestión de residuos.

Analíticas de resultados

Desde esta opción se permitirá realizar un **análisis más profundo de los datos**. A través de una **visualización personalizable**, los usuarios podrán personalizar los dashboards para visualizar las métricas y KPIs más relevantes según sus necesidades específicas. Esto incluirá la selección de **gráficos, tablas y otros elementos visuales**.

Se podrán realizar **análisis comparativos** de, por ejemplo, el rendimiento de las operaciones de gestión de residuos en diferentes períodos (diario, semanal, mensual, anual).

A partir del **uso de técnicas de IA** (que serán descritas en el apartado tecnológico de la oferta), se podrán **identificar automáticamente patrones inusuales en los datos**, como desviaciones significativas en los volúmenes de residuos recolectados o procesados y al mismo tiempo configurar alertas para notificar a los usuarios cuando se detectan anomalías, asegurando que las incidencias se aborden de manera oportuna y eficiente.

Generación de informes

La generación de informes podrá realizarse de modo automático (formato, fuente de datos, destinatarios ya predefinidos) a partir de los resultados de determinadas operaciones, resúmenes de análisis de datos, etc.

De modo manual, los usuarios podrán también personalizar los informes según sus necesidades específicas, seleccionando los datos y métricas que desean incluir, así como el formato del informe.

Transversales

El *Módulo de Servicios Transversales* está diseñado para ofrecer una capa de servicios de soporte integral que cohesiona y potencia todos los módulos funcionales del sistema TRAZA. Este módulo actúa como la columna vertebral del sistema, garantizando que todas las funciones operen de manera eficiente y coordinada. A continuación, se describen los bloques funcionales claves de este módulo.

Identificación y seguridad

Este módulo actuará como punto de entrada a todo el ecosistema TRAZA y entre sus principales funcionalidades se encuentran las siguientes:

- ▶ Implementación de diferentes métodos de autenticación, como usuario/contraseña, autenticación de dos factores (2FA) y autenticación biométrica.
- ▶ Aseguramiento de que cada usuario tenga acceso únicamente a las funcionalidades y datos necesarios para sus responsabilidades.
- ▶ Implementación de políticas de seguridad que cumplan con las normativas de protección de datos (como GDPR)
- ▶ Implementación de protocolos de seguridad para la comunicación entre sistemas a través de API y servicios web, asegurando que los datos intercambiados se encuentren protegidos.
- ▶ Verificación de que todas las integraciones con sistemas externos cumplan con los estándares de seguridad establecidos.

Control y Auditoría

Este módulo preservará la trazabilidad comprendida en el conjunto de módulos funcionales, garantizando el correcto flujo y fiabilidad de la información.

Todas las operaciones realizadas en los módulos funcionales se registran automáticamente, incluyendo detalles como el tipo de operación, los datos involucrados, la fecha y hora, y el usuario responsable.

Se llevará el registro del **historial de cambios en los datos y configuraciones del sistema**, permitiendo una auditoría detallada de las modificaciones realizadas.

Monitoreo y **registro de todos los accesos al sistema y las acciones realizadas** por cada usuario, facilitando la detección de accesos no autorizados y el análisis de actividades sospechosas.

Alertas y Avisos

TRAZA estará provista de un **sistema integral de alertas/notificaciones automatizadas**, con el objetivo de mantener informada en tiempo real a la persona o personas que corresponda.

Gestionará el envío de alertas y avisos a través de múltiples canales.

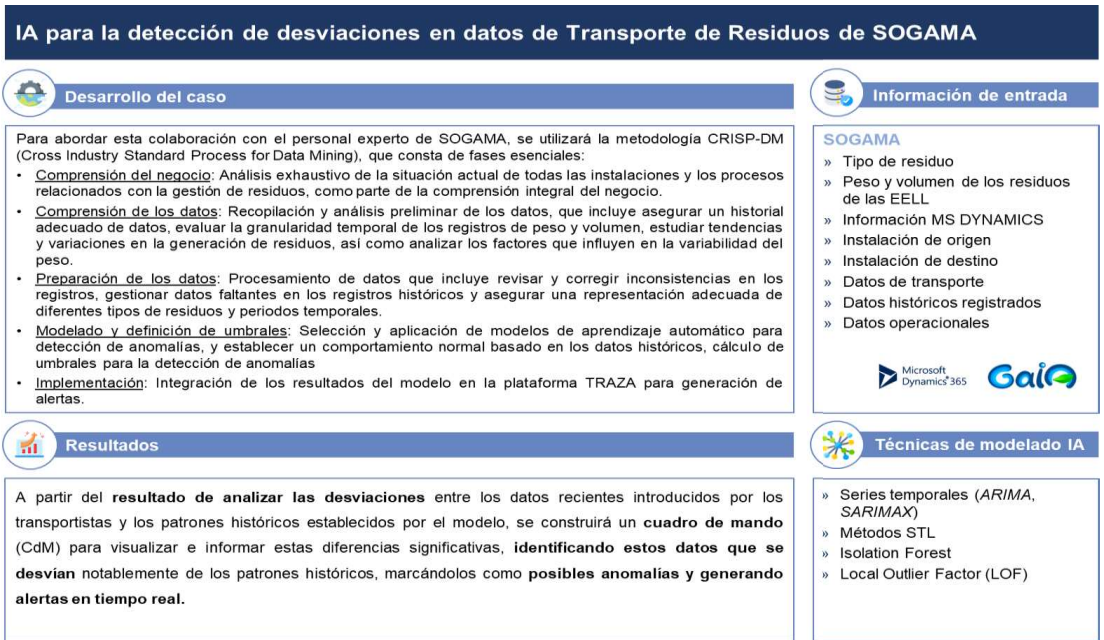
Gestión documental

Servicios para almacenar documentos de forma centralizada y permitir su recuperación rápida.

Posibilitar la gestión de versiones para mantener la información actualizada y registrar cambios.

Motor IA

TRAZA incorporará motores IA capaces de interpretar la información y aportar datos relevantes de los que puede ir aprendiendo y mejorando.



Nos ofrecerá información relativa a las **desviaciones o incoherencias de datos** que identifique a lo largo de los diferentes pasos del proceso. El uso de técnicas de analítica avanzada, incluidas técnicas de procesamiento y análisis de datos masivos y modelos de inteligencia artificial, ofrece una gran oportunidad para avanzar hacia una gestión eficiente, sostenible y digital. Dentro del alcance de esta oferta técnica se incluirá un **sistema de visualización con alertas integradas para los tramos principales entre las instalaciones** reflejadas en el alcance, para el que se analizarán exhaustivamente las series históricas de peso y volumen y se establecerán umbrales que se consideren críticos.

Cabe destacar que, debido a la multiplicidad de ayuntamientos en Galicia adheridos a SOGAMA (295), la cantidad de instalaciones aplicables (36 PTs, 4 plantas de compostaje y 1 CMC) y la cantidad de series históricas contenidas en el caso de uso la identificación de desviaciones se expande considerablemente. Por tanto, en la fase inicial de comprensión de datos se deberá realizar un estudio de la complejidad sobre la replicación del modelo para todas las series citadas, considerando las restricciones del proyecto. En caso de que se concluya que no es viable realizar todo el ejercicio en el contexto del proyecto, se propone realizar una priorización de los tramos con mayor flujo de residuos, para una subsecuente expansión a los demás tramos contemplados en el alcance inicial. En la descripción del servicio de TRAZA se refleja la necesidad clara de estimaciones fiables de volumen de residuos permitiendo el ahorro de trabajos manuales, en NTT DATA se disponen de metodologías de trabajo tanto para la identificación de más necesidades a

largo plazo, como para el desarrollo de nuevos casos de uso, como por ejemplo *Modelo predictivo para la generación automática de Documentos de Identificación (DI)*.

Interoperabilidad

Existen diversos agentes externos con los que se precisa integración.

Este módulo es el responsable de controlar y garantizar el intercambio de información, permitiendo **compartir datos de forma ágil y fiable, con altos niveles de seguridad**.

Ofrecerá los servicios necesarios para conectar con otros sistemas y plataformas vía APIs.

Integraciones

El *Módulo de Integraciones* es una parte crucial de la plataforma TRAZA debido a los múltiples componentes externos y servicios con los que requiere conectarse y comunicarse. Este módulo se centrará en **exponer y consumir servicios a través de APIs** para integrar los siguientes componentes:

- Datos de entrada IOT

La información proveniente de **dispositivos IoT, como sensores, cámaras**, etc serán gestionadas desde este componente con el objetivo de poner a disposición del resto de módulos funcionales la información que se requiera de los mismos.

Como ejemplo de estos tipos de datos cabe señalar las matrículas de los vehículos

- WS sistemas de Pesaje

Los WS de los sistemas de pesaje están enfocados en recoger la información de las básculas de pesaje.

El pesaje de los residuos es parte de la operativa de cualquiera de los flujos de Entrada/Salida, este módulo garantizará la integración entre estos sistemas de modo que el peso del residuo pueda siempre ser informado a TRAZA.

Si varios **camiones acceden a una instalación bajo el mismo código de NT o DI** se realizarán los cálculos correspondientes para sumar las pesadas de estos.

El **cálculo real del peso del residuo** se realizará a partir de la pesada del camión lleno a la entrada y en vacío a la salida, solo hasta ese momento no se actualizará el peso real recibido.

El cálculo del peso de un contenedor será el estimado de la suma de los pesos del residuo compactado en su interior. Hay que tener en cuenta que **en un contenedor se acumulan residuos de varios camiones**.

- Sistemas Agentes subcontratados

Dentro del ecosistema de TRAZA, para la gestión de determinadas instalaciones, se colabora con entidades subcontratadas. Tanto TRAZA como el conjunto de entidades/agentes subcontratados deben posibilitar el intercambio de información bidireccional mediante WS.

► Gaia

Plataforma de información ambiental de Galicia que, como ya se describe en el punto *Plataforma Gaia*.

La documentación de traslados (DIs) y las notificaciones previas (NTs) se pondrán **automáticamente a disposición de Gaia mediante los métodos expuestos en sus propios WS**.

► Sistema Gestión SOGAMA

Comunicación bidireccional con el sistema de gestión de SOGAMA - MS Dynamics 365 (BC), para la automatización de procesos internos de contabilidad, facturación, control, gestión documental, etc.

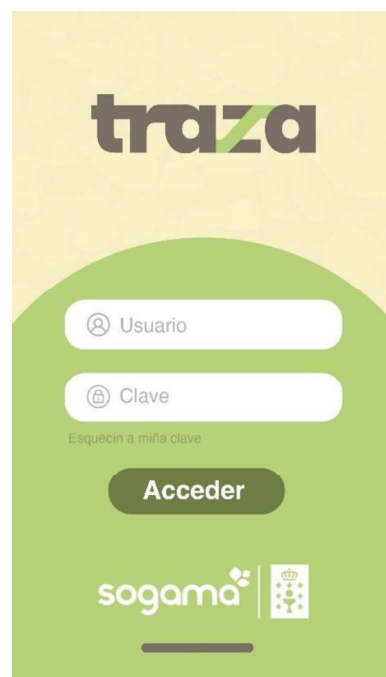
► Portal Cliente

Consumo y exposición de servicios para el intercambio de información con el “Portal del Cliente” de SOGAMA, plataforma puesta a disposición de los usuarios que deseen acceder a información relevante ofrecida por SOGAMA.

Aplicación de movilidad

Aunque TRAZA contará con una aplicación web de carácter *responsive*, igualmente dispondrá de una aplicación de movilidad que pondrá a disposición de los diferentes usuarios de la aplicación. En fase de análisis se identificarán con los responsables de proyecto de SOGAMA las diferentes funcionalidades que incluirá el módulo de movilidad. Inicialmente se identifican las siguientes:

- Gestiones de entradas y salidas
- Registro de información manual
- Apoyo en la generación de la documentación

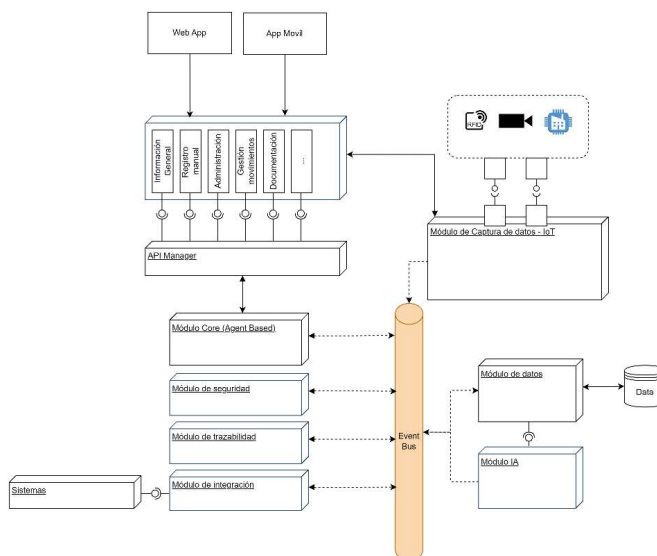


4. PROPUESTA TECNOLÓGICA

Arquitectura técnica de la solución

- **Diseño técnico de la arquitectura software**

Desde NTT DATA se propone la conceptualización e implementación del sistema de trazabilidad de residuos (TRAZA) como un servicio integral y modular. El término “modular” hace referencia a una segregación en bloques de responsabilidad única de las diferentes características que se definen en la arquitectura descrita. El resultado es una estructura software desacoplada que integra sistemas físicos, representaciones virtuales y mecanismos de inteligencia y almacenamiento, evitando la creación de un sistema monolítico que dificulte la escalabilidad y el mantenimiento.



Esta **composición modular** se hace especialmente necesaria en entornos de integración de diferentes tecnologías, como la gestión de residuos, donde los sistemas conectados y las necesidades de procesamiento pueden ser heterogéneos. Al definir el sistema TRAZA como un conjunto de módulos más pequeños y manejables, cada uno de estos **módulos puede ser gestionado y mantenido de forma independiente**, sin afectar al resto del sistema.

La sincronización de las responsabilidades de cada uno de estos módulos, será llevada a cabo mediante protocolos de comunicación estándar, servicios mediante APIs bien definidos y sistemas de mensajería para permitir que los módulos se comuniquen de manera asincrónica, reduciendo la dependencia directa entre ellos.

Modelo Cloud

Se propone utilizar la infraestructura **cloud de Amazon Web Services (AWS)**, la cual ofrece soluciones escalables, seguras y de alta disponibilidad, alineadas con los objetivos de TRAZA. La elección de AWS como infraestructura cloud para el proyecto TRAZA garantiza una plataforma robusta, escalable y segura, capaz de manejar los requerimientos de trazabilidad y gestión de residuos de SOGAMA.

Principales beneficios:

- ▶ **Escalabilidad:** permite escalar automáticamente la infraestructura según las necesidades del proyecto.
- ▶ **Seguridad:** ofrece robustos mecanismos de seguridad para proteger los datos y la integridad del sistema.
- ▶ **Alta Disponibilidad:** garantiza la disponibilidad continua del sistema a través de múltiples zonas de disponibilidad y regiones.
- ▶ **Eficiencia de Costes:** AWS asegura que solo se pague por los recursos utilizados.

Los criterios para esta decisión han sido los siguientes:

- ▶ **Eficiencia de Desempeño:** qué solución va a responder en mejores condiciones, al menor coste posible y sacando el máximo provecho de los recursos.
- ▶ **Fiabilidad:** AWS es el proveedor de referencia de nube pública, ofreciendo alta disponibilidad, capacidades de recuperación de datos, ANS/SLA robustos, capacidades de clonación y configuración de alta disponibilidad, lo que lo convierte en la solución más fiable para el ecosistema TRAZA.
- ▶ **Seguridad:** AWS cumple con estándares de seguridad como el Esquema Nacional de Seguridad (ENS), lo que garantiza una protección robusta de los datos y aplicaciones del sistema TRAZA.
- ▶ **Portabilidad:** Para TRAZA, se ha mantenido como criterio el garantizar la portabilidad de los componentes definidos en la plataforma, de forma que las capacidades de negocio puedan crecer y extenderse desde cualquier proveedor.
- ▶ **Escalabilidad:** AWS ofrece servicios administrados que facilitan la escalabilidad y reducen la necesidad de intervención manual, optimizando así los costes y la eficiencia operativa del sistema TRAZA.

Principios de arquitectura software

En los siguientes principios de arquitectura se describen los puntos y consideraciones clave que se tendrán en cuenta en el diseño de la **arquitectura modular**. Estos requisitos abordan aspectos como la modularización de componentes, la ocultación de información, la separación de preocupaciones, el acoplamiento débil, la alta cohesión y los principios SOLID.

Estos principios son fundamentales para crear **sistemas escalables, mantenibles y flexibles**, y se dividen en tres tipos de requisitos:

Requisitos estructurales: Hacen referencia a la definición y creación de los módulos que conforman la arquitectura.

Modularización de componentes
Ocultamiento de información y encapsulación
Separación de preocupaciones (SoC)
Acoplamiento débil
Alta cohesión

Descripción técnica de los módulos de la arquitectura software

La agrupación de los módulos que dan lugar al sistema modular de trazabilidad de residuos (TRAZA) define tanto su responsabilidad técnica dentro de la arquitectura, así como su funcionalidad con el que se implementará.

A continuación, se describe la funcionalidad acotada de cada módulo, los mecanismos que utiliza y las tecnologías habilitadoras de las que hace uso.

Módulo de Captura de datos – IoT

El módulo de captura de datos IoT del sistema TRAZA se encarga de la **extracción e integración de información proveniente de dispositivos sensorizados**, como las matrículas de vehículos, RFID de contenedores y cualquier otro dispositivo IoT necesario que ofrezca información. Este módulo integra todo el proceso dentro de la **infraestructura de AWS** para garantizar una gestión eficiente y fiable de los datos de trazabilidad. El sistema recogerá información de los vehículos (matrículas) y los RFID asociados a los contenedores, así como de otros sistemas ya implantados o futuros que puedan ofrecer información a través de dispositivos IoT.

Tecnologías para captura de Información a implantar:

- Matrículas de vehículos:
 - La captura de la información de las matrículas se realizará mediante cámaras de alta resolución instaladas en puntos estratégicos.
 - Estas cámaras capturarán imágenes de las matrículas de los vehículos que serán procesadas mediante software de reconocimiento de caracteres para extraer los datos alfanuméricos de las matrículas.
- RFID de contenedores:
 - La información de los contenedores será capturada mediante lectores RFID que detectarán y leerán las etiquetas RFID adheridas a los contenedores.
 - Estos lectores RFID estarán ubicados en las entradas y salidas de los puntos de transferencia y tratamiento, garantizando la lectura precisa y oportuna de cada contenedor.

El módulo se encargará del procesamiento inicial de los datos, permitiendo la **aplicación de reglas** que definirán cómo se deben manejar los datos recibidos.

El módulo garantizará que los datos de las matrículas y RFID sean integrados automáticamente en el sistema TRAZA.

Módulo Core

El módulo Core del sistema TRAZA será el encargado de contener y gestionar la **lógica de negocio central** de la arquitectura. Su principal responsabilidad será la de orquestar las diversas funcionalidades necesarias para el procesamiento eficiente y coherente de las diferentes peticiones y la información adquirida de múltiples fuentes.

La lógica de negocio se define mediante un conjunto de reglas precisas, las cuales se encargan del procesamiento de datos y la generación de respuestas adecuadas del sistema. Estas reglas se ejecutarán siguiendo el **patrón de diseño de agentes**, uno de los patrones más comunes y efectivos para gestionar lógica compleja de manera modular y escalable.

El módulo organizará las funcionalidades de la plataforma mediante la **asignación de responsabilidades específicas a distintos agentes**. Cada agente estará encargado de una funcionalidad particular, comunicándose y coordinándose con otros agentes para asegurar un funcionamiento cohesivo y eficiente del sistema

Cada agente, con su responsabilidad específica, recibirá un input, ejecutará su funcionalidad y devolverá al sistema la respuesta o acción implementada, se comunicará y coordinará con otros agentes o módulos de la arquitectura para completar tareas complejas y garantizar un funcionamiento cohesivo del sistema TRAZA. Esta organización modular basada en agentes permite una gestión eficiente y flexible de las funcionalidades, **asegurando que el sistema pueda manejar tareas complejas de manera modular y escalable**.

La implementación de las responsabilidades en los agentes cubrirá aspectos como:

- ▶ **Información General**

- **Agente de Información general:** gestionar y proporcionar acceso a la información general del sistema, incluyendo consultas y reportes básicos sobre la trazabilidad de los residuos.
- **Agente de registro de información:** encargado de permitir y gestionar el ingreso de datos asegurando la integridad y precisión de los datos ingresados.

- ▶ **Lógica de negocio de la Plataforma**

- **Agente lógica de datos maestros:** gestión y mantenimiento de los datos maestros, asegurando que la información básica y estructural del sistema esté actualizada y correcta
- **Agente lógica de contenedores:** gestión de los contenedores, incluyendo su estado, ubicación y cualquier otro dato relevante para la operación y trazabilidad de los residuos.
- **Agente lógica de plantas:** gestión de administración de las plantas de tratamiento, transferencia y compostaje, incluyendo la coordinación de las actividades y la actualización de datos operativos
- **Agente lógica de entradas y salidas:** gestionar las entradas y salidas de datos, incluyendo la validación de datos de entrada, el registro y la coordinación con otros agentes para la trazabilidad.
- **Agente lógica flujo de movimientos:** orquestar y supervisar el flujo de movimientos de residuos.

► **Generación de documentación**

- **Agente generación de documentos:** generar, gestionar y validar los Documentos de Identificación (DI) necesarios para el traslado y tratamiento de residuos, asegurando la conformidad con las regulaciones legales
- **Agente de notificaciones previas:** generar y gestionar las Notificaciones Previas (NT) requeridas para el transporte de residuos, coordinando con otros agentes y sistemas para asegurar el cumplimiento de los plazos y requisitos legales.

Módulo de comunicación Event Bus

El módulo de comunicación **Event Bus, basado en Kafka**, despliega un enfoque transversal al gestionar la **comunicación asíncrona entre todos los módulos del sistema TRAZA** mediante el **patrón de comunicación publicador-suscriptor**. Manteniendo una lista de topics, facilita la publicación y consumo de mensajes entre los diversos módulos dentro de la arquitectura. Además, se asegura de que cada mensaje se entregue de manera fiable a su destinatario, evitando duplicaciones.

Además de gestionar la comunicación, el módulo de Event Bus establece y mantiene un **esquema común en el dominio de la arquitectura**. Este esquema garantiza la consistencia en los mensajes transmitidos de manera asíncrona, promoviendo la homogeneidad y un lenguaje común en la **arquitectura distribuida de TRAZA**. De este modo, cada módulo puede esperar un formato determinado en los mensajes que recibe,

asegurando la flexibilidad necesaria para contener toda la información relevante para el módulo en cuestión.

El módulo de Event Bus no solo gestiona la comunicación asíncrona entre los diferentes módulos de la arquitectura, sino que también **proporciona funcionalidades transversales de monitoreo, trazabilidad y seguridad**. En cuanto a la seguridad, el módulo de Event Bus implementa medidas para proteger la integridad y la confidencialidad de los datos transmitidos entre los diferentes módulos. Esto puede incluir la **autenticación de los módulos involucrados, el cifrado de los mensajes y la aplicación de políticas de acceso** para controlar quién puede acceder a qué datos en la arquitectura. Estas funcionalidades aseguran que la comunicación entre los módulos sea segura y confiable en todo momento.

Módulo de servicios – API

El módulo de exposición de servicios del sistema TRAZA se implementará utilizando Nginx en un entorno contenedorizado. Este módulo será responsable de proporcionar un **punto de acceso centralizado para las aplicaciones web y móvil**, mejorando la eficiencia, seguridad y escalabilidad del sistema. La capa de servicios se implementará en **JavaScript, utilizando Node.js** y un framework orientado a **microservicios**. Ofrecerá una solución robusta, segura y escalable, asegurando que las aplicaciones web y móviles puedan interactuar de manera eficiente y confiable con los servicios de la arquitectura TRAZA, optimizando el rendimiento y mejorando la experiencia del usuario final.

El **despliegue contenedorizado** asegurará que el módulo de exposición de servicios pueda ejecutarse altamente disponible y escalable bajo un **orquestador como Kubernetes**, permitiendo una gestión eficiente de los recursos y la orquestación de los contenedores. Implementará el autoescalado y la recuperación automática de fallos, proporcionando una plataforma robusta y resiliente para el sistema TRAZA.

Módulo de seguridad

El módulo de seguridad implementará una serie de servicios para dar soporte al resto de componentes de la arquitectura en términos de requisitos de seguridad, autorización y autenticación.

Estos servicios implementarán las siguientes capacidades:

- **Autorización:**

- Gestión de permisos de acceso a los diferentes módulos y funcionalidades del sistema según los roles definidos.
- Definir y gestionar roles y permisos de usuario

— Autenticación:

- Implementar autenticación multi-factor para aumentar la seguridad
- Permitir la integración con sistemas de autenticación externos
- Registrar y monitorear todos los intentos de acceso y acciones realizadas por los usuarios en el sistema para poder auditar actividades sospechosas.

Módulo de Datos

El módulo de Datos en TRAZA no solo gestionará el almacenamiento de información, sino que también permitirá el **acceso eficiente a los datos históricos y en tiempo real, facilitando el análisis y la toma de decisiones**. Este módulo proporcionará una base sólida para las aplicaciones de inteligencia artificial, las herramientas de visualización y las necesidades de reglas de negocio de la solución asegurando que los datos relevantes estén siempre disponibles y sean fáciles de interpretar.

El módulo de Datos en TRAZA aprovechará esta información historizada para alimentar modelos de inteligencia artificial y proporcionar interfaces para analizar estados pasados del sistema, crear sistemas de alertas, analizar tendencias y proveer de información a los procesos del sistema.

La capacidad de poder utilizar diferentes tipos de almacenamiento en bases de datos dentro de la arquitectura propuesta permitirá habilitar las capacidades de:

- ▶ **Captura de datos:** soporte para almacenamiento de los datos que serán capturados de diferentes fuentes
- ▶ **Almacenamiento:** los datos serán almacenados en las bases de datos apropiadas, ya sean SQL, NoSQL o de series temporales
- ▶ **Consulta:** habilitar mecanismos eficientes para consultar y recuperar datos, optimizando el acceso y el rendimiento.
- ▶ **Generación de documentación:** automatización de la generación de documentos necesarios, asegurando que la información es precisa y está actualizada.

En este contexto, el módulo de almacenamiento actúa como una capa de abstracción bajo la que se ejecuta un motor de base de datos.

- ▶ **Bases de datos relacionales (SQL):** utilizarán un modelo de datos relacional basado en tablas, columnas y filas para almacenar la información. Serán utilizadas para gestionar información estructurada y relaciones complejas entre datos:

Datos de entrada y salida de residuos: **registro de pesadas de camiones o contenedores, origen, tipo de residuo** y datos relativos al transporte en cada punto identificado del recorrido.

Datos de la operativa: información registrada sobre la operativa de cada instalación.

Generación de documentos: documentos de traslado, notificaciones previas, ...

Integración y normalización de datos históricos: **normalización y migración de datos existentes** para garantizar compatibilidad y coherencia.

- ▶ **Bases de datos no relacionales (NoSQL):** ofrecerán un enfoque alternativo al modelo relacional, permitiendo una mayor flexibilidad y escalabilidad en la gestión de datos. Serán utilizadas para la gestión de grandes volúmenes de datos no estructurados o semi-estructurados:

Datos de sensores y dispositivos IoT: captura automatizada de datos de dispositivos conectados para el registro de pesadas, estado de los contenedores, etc.

Datos provenientes de APIs externas: **integración con sistemas de terceros como GalA** para la recepción y envío de datos necesarios para la gestión de residuos.

Almacenamiento de grandes volúmenes de datos operativos: manejo de información operativa de las instalaciones que puede incluir datos no estructurados o semi-estructurados.

- ▶ **Bases de datos de series temporales:** optimizadas para almacenar y analizar flujos de información temporal, es decir, datos que contienen una marca de tiempo, como información proveniente de sensores o datos financieros. Serán utilizadas para dar soporte al almacenamiento y análisis de flujos de información temporal, esenciales para:

Registro de eventos y estados temporales: registro de fechas y horas de entrada y salida de residuos, pesadas temporales, y otros eventos.

Monitoreo de datos en tiempo real: seguimiento de indicadores clave y evolución de datos temporales para monitoreo de la cadena de valor y generación de informes

Estas bases de datos se integrarán sobre la arquitectura propuesta para asegurar que todas las funcionalidades de captura, almacenamiento, consulta, y generación de documentación sean cubiertas de manera eficiente.

Módulo de trazabilidad

El módulo de trazabilidad de TRAZA actuará como una herramienta para almacenar y verificar la **trazabilidad del residuo en cada momento del flujo**. El módulo está basado en tecnología blockchain, en concreto se creará una red privada basada en Hyperledger

Besu, permitiendo el registro y validación de cada transacción, añadiendo una capa de seguridad e inmutabilidad adicional al sistema.

La información que se guardará en el sistema consistirá en las **transacciones de residuo durante toda su vida útil, teniendo así la posibilidad de trazar las etapas por las que pasa el producto de forma auditable dada la inmutabilidad de la tecnología**. Esta información se almacenará en unidades llamadas eventos que recibirán una representación digital, de esta forma, se tendrá la posibilidad de obtener la trazabilidad de un producto concreto, pudiendo ver las fases en las que ha participado, junto con su información y documentación asociada.

Cada evento representará un cambio en el activo, como puede ser el transporte en camión o tren de un residuo, o la transformación de éste partiendo de un estado inicial a la entrada y un estado final a la salida de un proceso. Todas estas acciones se ordenarán por unidad de **producto trazado para poder mostrar un historial detallado y ordenado** si se necesita consultar.

La implementación del módulo de trazabilidad es perfectamente compatible con el resto de los elementos y, a través de APIs, permitirá la conexión con el resto de componentes de la herramienta TRAZA para el intercambio de los datos.

Módulo IA

El módulo de inteligencia artificial (IA) de TRAZA se encarga de mantener un conjunto de modelos de aprendizaje automático **entrenados con datos almacenados**, mediante el sistema de almacenamiento o servicios cloud gestionados. Además, ofrece mecanismos para el **reentrenamiento de estos modelos utilizando conjuntos de datos actualizados**. De esta forma, se permite una actualización constante de los modelos con la última información generada, adaptándose a los cambios de contexto producidos en entornos dinámicos, como la gestión integral de la trazabilidad de residuos.

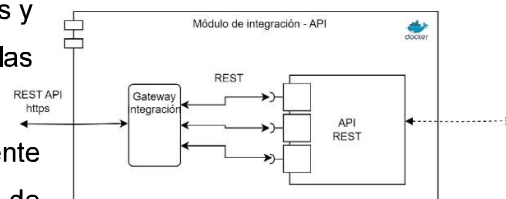
De cara a profundizar la metodología de desarrollo, más específicamente sobre el modelado de los casos de uso – que al final es lo que proveerá inteligencia a la actuación dentro de TRAZA –, se ejemplifican las **técnicas y algoritmos de Inteligencia Artificial más utilizados y su aplicabilidad**:

- a) Modelos de *forecasting* y simulación.
- b) Minería avanzada de procesos
- c) Los modelos de clasificación y modelos de scoring.

Módulo de integraciones

El objetivo principal del módulo de integraciones es proporcionar una interfaz estándar y segura para que sistemas externos puedan interactuar con la plataforma TRAZA. Esto incluye operaciones de lectura y escritura de datos, así como la invocación de servicios específicos dentro de la plataforma. Este módulo será clave para **asegurar la interoperabilidad** con sistemas de gestión de residuos, aplicaciones móviles, sistemas de terceros y cualquier otra aplicación relevante.

El módulo proporciona una interfaz estándar que facilita la integración con cualquier sistema externo, garantizando que todas las operaciones y datos sean gestionados de manera segura y conforme a las normativas vigentes. Permitirá escalar la plataforma TRAZA de manera eficiente, manejando un creciente volumen de integraciones y datos, facilitando la adición de nuevas funcionalidades y servicios sin interrumpir las operaciones existentes.



La implementación del módulo permitirá ofrecer un API REST bajo un framework ligero y escalable, Spring Boot (Java) o Flask (Python), o la elección servicios gestionados en el propio proveedor cloud (por ejemplo AWS Lambda). Las integraciones específicas con los sistemas se explicarán en el apartado dedicado para ello en el documento.

Módulos de visualización e interfaces de usuario

El módulo de visualización e interfaces de usuario se alojará íntegramente en un contexto Cloud gestionado, obteniendo alta disponibilidad, resiliencia y escalabilidad de la solución. Esta arquitectura web ofrece gran capacidad de cambio e innovación, permitiendo la implementación de soluciones en diferentes tecnologías web, así como siendo compatible con los paradigmas de arquitectura web más modernos. A través del uso de tecnología web bajo Web Components, se beneficia la construcción de aplicaciones tanto web como móvil, proporcionando componentes reutilizables, encapsulados e interoperables, lo que facilita la integración y el mantenimiento del código. Además, la aplicación será una aplicación web progresiva (PWA), utilizando tecnologías web modernas para proporcionar una experiencia similar a la nativa a los usuarios. Las PWA se pueden instalar en un dispositivo como una aplicación móvil o de escritorio nativa y **pueden funcionar sin conexión**, pero se accede a ellas a través de un navegador web en lugar de descargarlos de una tienda de aplicaciones. La aplicación estará diseñada en idiomas gallego y castellano, con la capacidad de añadir nuevos idiomas fácilmente, lo que facilita su adaptabilidad a diferentes contextos lingüísticos así como permitirá el acceso a través de

dispositivos móviles (tabletas y teléfonos móviles) y pantallas de gran tamaño, asegurando una experiencia de usuario óptima en cualquier dispositivo.

El stack tecnológico propuesto para la **implementación de la aplicación web y móvil es React** como librería y el core de componentes visuales, StencilJs con Storybook para la creación de la ui-library basada en Web Components.

La aplicación será compatible como mínimo con los navegadores Mozilla Firefox y Google Chrome.

Todos los servicios anteriormente citados estarán protegidos bajo un Web Application Firewall (AWS WAF) que permitirá controlar el tráfico que accede a los Amazon S3 como proteger estos recursos de ataques maliciosos.

Despliegue de la arquitectura de software

La contenedorización de los módulos software definidos en la solución de arquitectura de TRAZA logra una estrategia de despliegue agnóstica respecto a la nube, asegurando flexibilidad, consistencia y eficiencia en todo tipo de infraestructuras. Esta **aproximación modular facilita la gestión integral de la trazabilidad de residuos**, permitiendo una implementación escalable y eficiente que se adapta a las necesidades cambiantes del entorno de gestión de residuos.

La solución basada en contenedores se construye, empaqueta, distribuye, despliega y gestiona de manera modular. Son entornos ligeros, portátiles y autónomos que incluyen aplicaciones de software y sus dependencias.

A continuación, detallamos los argumentos técnicos en los que se apoya el diseño modular y contenedorizado de la solución de arquitectura de TRAZA propuesta:

Uso optimizado de recursos

Portabilidad

Estandarización

Ejecución rápida de software

Escalabilidad

Interoperabilidad

Construcción y pruebas eficientes

- **Diseño técnico arquitectura hardware**

En base a los criterios definidos para la implementación del sistema TRAZA se ha proyectado una arquitectura hardware para la lectura de matrículas e identificación de contenedores que contempla dos tecnologías:

Tecnología de Lectura de matrículas (ANPR)

Tecnología RFID para la lectura de contenedores

Tecnología de Lectura de Matrículas con Cámaras (ANPR)

La tecnología de reconocimiento automático de matrículas (ANPR, por sus siglas en inglés) es una herramienta avanzada que utiliza cámaras y software especializado para capturar y analizar imágenes de matrículas vehiculares. Este sistema es ampliamente utilizado para una variedad de aplicaciones, incluyendo control de acceso, gestión de estacionamientos, vigilancia de tráfico, y en el contexto de la gestión de residuos, para rastrear y verificar vehículos y contenedores

Componentes Principales del Sistema ANPR

- ▶ **Cámaras de Alta Resolución**
 - ▶ Cámaras digitales capaces de capturar imágenes de alta calidad bajo diversas condiciones de iluminación y clima, resistente a condiciones ambientales adversas.
- ▶ **Iluminación Infrarroja (IR)**
 - ▶ Dispositivos de iluminación que emiten luz infrarroja para mejorar la visibilidad de las matrículas durante la noche o en condiciones de poca luz.
- ▶ **Procesador de Imágenes**
 - ▶ Unidad de procesamiento que utiliza algoritmos avanzados para analizar las imágenes capturadas y extraer los datos de las matrículas. Software de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) integrado.
- ▶ **Software de Gestión ANPR**
 - ▶ Aplicación de software que gestiona y almacena los datos capturados por el sistema ANPR. Interfaz de usuario para la visualización y gestión de datos.
- ▶ **Infraestructura de Redes**
 - ▶ Conexiones de red que permiten la transmisión de datos desde las cámaras hasta el procesador de imágenes y el software de gestión.

Tecnología de Lectura RFID para Contenedores

La tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) se utiliza para rastrear y gestionar contenedores mediante el uso de etiquetas RFID y lectores. Este sistema es altamente eficiente para la gestión de inventarios, logística y, en el contexto de la gestión de residuos, para la trazabilidad y control de contenedores.

Componentes Principales del Sistema RFID

Etiquetas RFID

Dispositivos pequeños que emiten señales de radio y contienen información única. Duraderas, resistentes al agua y al polvo, y capaces de soportar condiciones ambientales adversas.

Lectores RFID

Dispositivos que envían señales de radio para activar las etiquetas RFID y recibir la información emitida. Capacidad de leer múltiples etiquetas simultáneamente, alcance de lectura que varía según la potencia del lector y el tipo de etiqueta.

Antenas RFID

Componentes que amplifican las señales de radio emitidas y recibidas por los lectores RFID.

Software de Gestión RFID

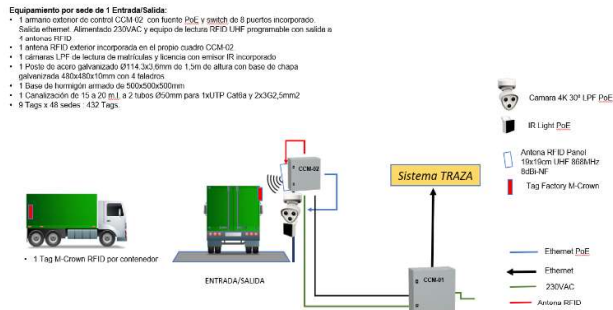
Aplicación de software que procesa y almacena los datos recibidos por los lectores RFID. Interfaz de usuario para la visualización y gestión de datos, integración con el módulo de software de Captación de datos para su integración con el sistema TRAZA.

Infraestructura de Redes

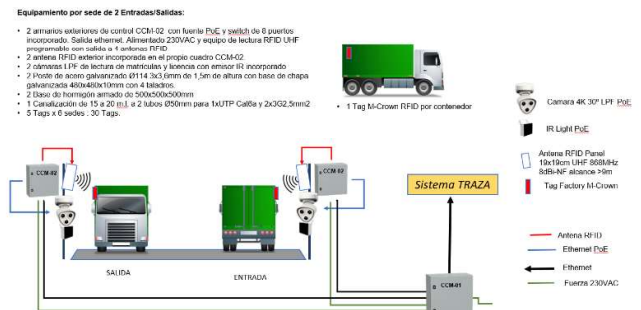
Conexiones de red que permiten la transmisión de datos desde los lectores RFID hasta el software de gestión.

Arquitectura propuesta

Arquitectura Nivel 1-Planta SOGAMA de transferencia tipo (1 Entrada/Salida)



Arquitectura Nivel 2-Plantas SOGAMA tipo 2 entradas/salidas

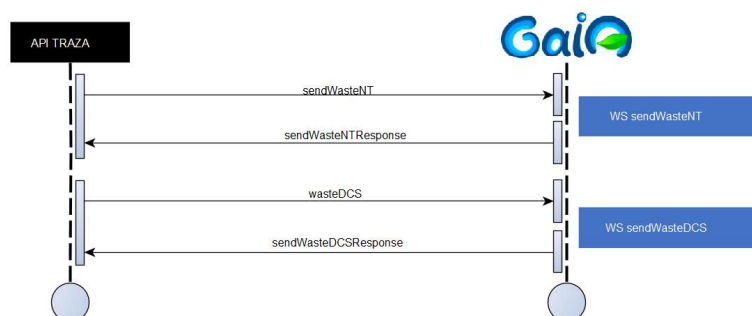


Integraciones

Plataforma Gallega de Información ambiental de la Consellería de Medio Ambiente (GaIA)

Los WS de integración con GAIA están expuestos a través del protocolo SOAP, pudiendo accederse a través del descriptor WSDL (Web Services Description Language) a la interfaz pública de dichos servicios web.

La autenticación se realiza a través del estándar WS-Security, incluyéndose en el encabezado de la petición SOAP el UsernameToken que le sea asignado.



En caso de disponerse ya de un usuario administrador de una cuenta en el entorno de producción, se podrá crear el usuario de WS desde la propia aplicación web.

Los WS disponibles en GAIA cumplen con el estándar E3L y exponen dos métodos principales:

sendWasteNT: para el envío de NT

sendWasteDCS: para el envío de DI tanto con NT como sin NT

Implementación del API en TRAZA

TRAZA deberá implementar entre los métodos del API que expondrá aquellos necesarios para la integración con Gaia como puede verse en la imagen anterior.

Sistema de gestión de SOGAMA: MS DYNAMICS 365 BUSINESS CENTRAL

MS Dynamics 365 Business Central permite la administración de datos financieros, la automatización y protección de la cadena de suministro, la administración de las ventas y la mejora de la atención al cliente. Se trata del sistema de gestión de SOGAMA en el que actualmente se están guardando todos los datos del proceso de trazabilidad de gestión de residuos. La API de Dynamics 365 Business Central nos permite leer y modificar datos integrados desde un único punto de conexión. A partir del acceso podemos por ejemplo consultar información del histórico de pesadas de registros, información relevante para el proceso de trazabilidad.

Sistema de Pesaje

Se desarrollará una integración que servirá como puente entre la plataforma y el **software de pesaje Servipesa**. Esta integración deberá basarse en comunicarse vía REST con el módulo de integraciones común definido. Esta **API permitirá la consulta y el envío automático de los datos de pesaje en tiempo real**, capturando información crítica como la matrícula del camión, fecha y hora de pesaje, y pesos bruto y neto. Se implementarán **comunicaciones entre los dispositivos IoT** para la automatización del registro de datos, y una interfaz para validaciones manuales cuando sea necesario. Se establecerán **mecanismos robustos de autenticación y autorización** para garantizar la seguridad y conformidad con las normativas vigentes, permitiendo una integración fluida y segura que soporte el volumen de operaciones y garantice la integridad y disponibilidad de los datos en todo momento.

Sistemas de Terceros

Para cumplir con las demandas de interoperabilidad con otros sistemas de gestión y terceros proveedores, se debe **implementar un sistema de APIs robusta y segura**. Se definirán claramente los endpoints de la API para operaciones críticas como la consulta de datos de residuos, el envío de documentos de traslado y la actualización de estados. Estas integraciones podrán grandes volúmenes de solicitudes sin comprometer el rendimiento.

Esta integración deberá basarse en comunicarse vía REST con el módulo de integraciones común definido o bien la utilización de servicios gestionados en el proveedor cloud (como AWS Lambda) para escalar automáticamente según la demanda.

Facilidad de ampliación, evolución y mantenimiento

La combinación de la nube, componentes modulares, contenedorización y herramientas open source proporciona una infraestructura flexible, escalable y fácil de mantener y evolucionar. Esta aproximación permite a las organizaciones responder rápidamente a los cambios en el entorno empresarial, mejorar la resiliencia y optimizar los recursos, asegurando que la solución se mantenga alineada con las necesidades del negocio y la tecnología emergente.

La adopción de una solución basada en la nube, componentes modulares, contenedorización y tecnologías open source ofrece una sinergia poderosa que facilita la ampliación, evolución y mantenimiento de la misma. En términos de escalabilidad, las plataformas en la nube destacan por su capacidad de ajustar automáticamente los recursos según la demanda, permitiendo que la solución maneje incrementos repentinos en la carga de trabajo sin intervención manual.

El diseño modular de la solución permite escalar solo las partes que lo requieran, garantizando una eficiencia óptima.

En cuanto a la evolución, los proveedores de servicios en la nube constantemente mejoran y añaden nuevas funcionalidades a sus servicios, lo que permite que las soluciones evolucionen sin necesidad de una reimplementación completa. La facilidad de integración con servicios de terceros permite incorporar rápidamente nuevas tecnologías y servicios, manteniendo la solución a la vanguardia. La arquitectura basada en módulos facilita la actualización de la solución al permitir cambios en componentes individuales sin afectar al sistema completo, y los entornos contenerizados junto con la infraestructura modular permiten la implementación de pipelines de CI/CD, facilitando iteraciones rápidas sobre nuevas versiones y mejoras.

Para el mantenimiento, los proveedores de servicios en la nube simplifican la gestión al encargarse del mantenimiento de la infraestructura subyacente, incluyendo parches de seguridad, actualizaciones y gestión de hardware, permitiendo al equipo de desarrollo centrarse en la funcionalidad de la solución. Las herramientas avanzadas de monitoreo y alertas incluidas en los servicios cloud permiten detectar y solucionar problemas de manera proactiva. Los contenedores proporcionan un entorno consistente y aislado, reduciendo los problemas relacionados con las dependencias y el entorno de ejecución.

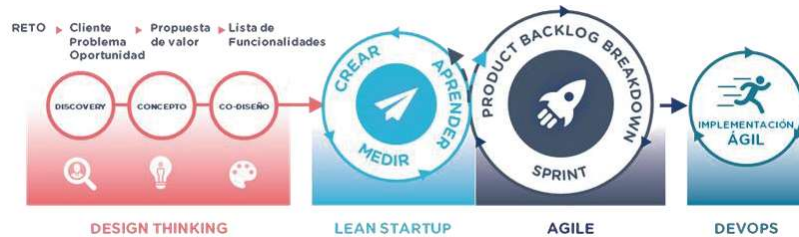
5. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Dentro del marco metodológico general que adaptaremos para SOGAMA, nuestros recursos de desarrollo trabajan sobre un **modelo ágil** que integra prácticas de las siguientes metodologías contrastadas.

- ▶ **Design Thinking** para el diseño centrado en el usuario
- ▶ **Lean Startup** para la aportación de valor y la alineación con los objetivos del negocio
- ▶ **Scrum / DevOps** para el desarrollo e implementación ágiles y la aceleración del time-to-market

La metodología propuesta aplica los principios ágiles a todos los ámbitos y actividades de un proyecto, con un procedimiento end-to-end iterativo, en el que cada ciclo comprende procesos de Ideación, Análisis, Diseño, Construcción, Testing, Despliegue, Integración, Monitorización, Mantenimiento y Refinamiento.

En la ejecución, el equipo combina prácticas de Scrum y directrices del estándar DevOps que, aplicando los principios Lean Startup y Design Thinking, fomenta la colaboración para garantizar un despliegue más rápido y eficiente, reduciendo los tiempos de entrega. El objetivo de esta metodología es crear el producto de una forma sencilla y continua, con entregas rápidas, optimizando los tiempos asociados a procesos o gestión, y aumentando el feedback de todos los stakeholders, con el foco en el usuario final. Así, orientamos el servicio a la innovación, la fluidez en la comunicación y el trabajo colaborativo, con un equipo proactivo, con capacidad para pivotar y redefinir el enfoque de acuerdo con el feedback obtenido de forma continua y para cada entrega.



Los **ciclos iterativos durante el desarrollo permiten al equipo un despliegue más frecuente del código**, obteniendo nuevas entregas probadas, verificadas y liberadas mucho más rápido que en métodos tradicionales.

La **colaboración es el epicentro del desarrollo con foco en minimizar los problemas** entre hardware y software, disponiendo en este sentido de una ruta rápida para solucionar problemas, gracias a la integración continua.

La **aplicación de las pruebas de integración, regresión y aceptación para cada desarrollo reduce significativamente el tiempo** para liberar las aplicaciones o módulos funcionales y permite adelantarse a la detección de problemas.