UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID EN LA RECOGIDA DE RESIDUOS

Justificación

Las nuevas tecnologías se han convertido en una herramienta que puede facilitar la gestión de ciertos servicios ofrecidos por la administración pública, como por ejemplo el servicio de recogida de residuos y limpieza viaria, pudiendo ayudar a los responsables técnicos a incrementar la recogida selectiva y realizar un mayor control del servicio. Esta tecnología permite realizar una gestión integrada de los elementos y servicios ofrecidos para mejorar y optimizar su prestación; identificar la participación ciudadana en los sistemas de recogida selectiva para aplicar bonificaciones de tipo ambiental de la tasa de recogida y tratamiento de residuos u ofrecer otros incentivos, impulsar sistemas de pago por generación, etc.

Descripción

Actualmente, una de las tecnologías existentes en el mercado que se pueden utilizar en el marco de los servicios de recogida de residuos y limpieza viaria es la tecnología RFID[1]. Los TAGs RFID, también llamados transpondedores, son emisores pasivos con código único que se detectan por el lector mediante la lectura a distancia por radiofrecuencia, permitiendo así, asegurar la total trazabilidad de los elementos donde se colocan (contenedores, cubos, bolsas, etc.) y de la información asignada a los mismos. Existen diferentes tipos de TAGs RFID diseñados en función de las características de los elementos que se colocan:

- **TAGs RFID para contenedores**: normalmente son rígidos, por lo que se pueden instalar fácilmente en los contenedores de plástico.
- **TAGs RFID en formato etiqueta**: son flexibles, en formato etiqueta, siendo aplicables directamente a las bolsas o cubos de recogida de residuos.

[1] *Siglas provenientes del inglés Radio Frequency Identification.*

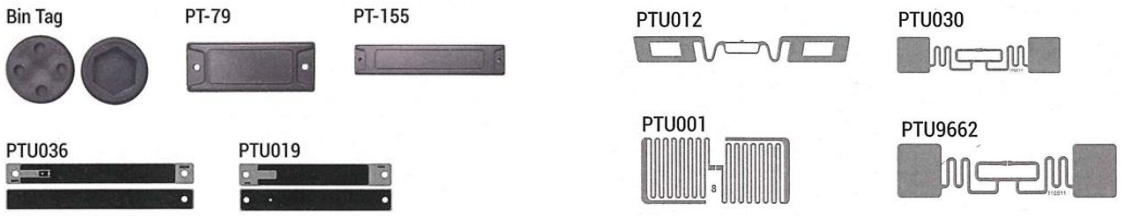

Figura 1. Ejemplos de TAGs RFID: para contenedores (izquierda); y, en formato etiqueta (derecha). Fuente: Partitalia, 2017.

Los TAGs RFID se pueden programar libremente y asignarles un código identificativo del elemento de aportación y del usuario, siendo reenregistrables y permitiendo la sobreescritura. En este contexto, la tecnología RFID tiene múltiples aplicaciones:

1. **Gestión integrada de los elementos y servicios ofrecidos en el ámbito de la recogida selectiva**: colocación de TAGs RFID a los diferentes elementos de la ciudad, principalmente en los contenedores y cubos utilizados para la recogida de los residuos. Estos TAGs RFID se pueden vincular a la dirección del hogar o actividad económica propietaria del mismo y permiten realizar lecturas en tiempo real. En este contexto, esta tecnología permite mejorar la eficiencia del servicio de recogida, con la posibilidad de introducir y consultar las incidencias asociadas al servicio en tiempo real y, por tanto, resolver las incidencias de una forma más rápida y ágil; realizar un seguimiento de los hogares y comercios que participan de forma activa en los esquemas de recogida selectiva; otorgar bonificaciones y/o imponer sanciones gracias a la posibilidad de identificar a su propietario; y, implantar sistemas de pago por generación.

Figura 2. Cubos con TAG RFID en Vilablareix (Cataluña). Fuente: Institut Cerdà, 2017.

2. **Identificación de la participación ciudadana en los sistemas de recogida selectiva**: mediante contenedores con apertura electrónica, se pueden identificar los usuarios que participan en los esquemas de recogida selectiva. En este sentido, los usuarios del servicio disponen de una tarjeta personalizada que, gracias a la tecnología RFID, abre los contenedores. Así, los datos de participación quedan registrados en el chip del contenedor y se pueden utilizar para múltiples finalidades. Adicionalmente, cabe mencionar que existe la posibilidad que esta tarjeta se pueda utilizar en los puntos limpios y en las máquinas expendedoras de bolsas compostables, integrando todos los servicios en una sola tarjeta.

Figura 3. Contenedor con sistema de apertura mediante tarjeta electrónica en Bilbao (izquierda); y, máquina expendedora de bolsas compostables en San Sebastián (derecha). Fuente: Ayuntamiento de Bilbao y Ayuntamiento de San Sebastián, 2018.

3. **Bolsas personalizadas**: mediante el uso de bolsas que llevan una etiqueta RFID se puede identificar a los usuarios que participan en la recogida selectiva. Estas bolsas se pueden utilizar en municipios con un sistema de recogida de residuos con contenedores en la vía pública, existiendo la posibilidad de que estos estén cerrados o no, así como también en municipios con un sistema de recogida puerta a puerta. Su uso debe permitir, mediante un servicio de inspección, identificar aquellos usuarios que no participan en los sistemas de recogida selectiva y aquellos que lo hacen incorrectamente, imponiendo sanciones con el objetivo de reconducir estos hábitos.

Figura 4. Etiquetas con un TAG RFID utilizadas en la Mancomunidad de Servicios de Txingudi (izquierda); y, bolsa con un TAG UFH utilizada en la recogida comercial de Lleida (derecha). Fuente: Mancomunidad de Servicios de Txingudi-Txingudiko Zerbitzuak, 2014 y Ayuntamiento de Lleida, 2018.

4. **Implantar sistemas de pago por generación**, mediante la identificación del generador de residuos, la medida de la cantidad de residuos generada y/o los servicios obtenidos, y la realización de una tasación individual.

Para la lectura de los TAGs RFID se requiere de un sistema de lectura, la cual se puede realizar a través de los elementos instalados a bordo del vehículo de recogida o bien a través de lectores manuales RFID:

- **Elementos de lectura a bordo**: sistema multilectura ilimitada de alta frecuencia UHF instalado en el vehículo de recogida que permite la lectura a una distancia de entre 2 y 5 metros de la antena. En el momento en que la antena detecta el TAG, se activa una señal acústica que indica la realización de la lectura. En caso de que se detecte una incidencia correspondiente a un determinado código TAG, el operario del servicio de recogida puede marcarla mediante los botones de control y la pantalla LCD situándose sobre el código deseado. Las incidencias se pueden introducir vinculadas a un TAG leído, o bien vinculadas a la posición geográfica mediante el dispositivo de control instalado en la cabina del vehículo.
- **Lectores manuales**: sistema de lectura individual de alta frecuencia UFH a través de un lector manual o de un brazalete RFID que permite una lectura directa. La lectura se realiza a poca distancia (unos 10 cm como máximo) y los datos se envían mediante Bluetooth, GPRS o SIGfox al dispositivo a bordo del vehículo (según la tecnología de conexión inalámbrica elegida). Este sistema también permite el marcaje de incidencias y la posible descarga directa al ordenador mediante conexión USB.

Figura 5. Sistema de lectura a través de los elementos a bordo del vehículo de recogida (izquierda); y, a través de un lector manual (derecha). Fuente: ID Waste, 2017.

Por otro lado, el sistema de cierre de los contenedores con apertura con tarjeta magnética consta de los siguientes elementos:

- **Cierre electrónico**: incluye un lector de proximidad, la electrónica de control y el sistema de cierre. El lector del contenedor lee si la tarjeta del usuario dispone de los permisos para abrir el contenedor y, en caso afirmativo, la electrónica se encarga de enviar la orden de apertura al sistema de cierre. El sistema está alimentado a través de pilas que permiten ciclos de 30.000 aperturas y hasta 1.500 registros de almacenado.
- **Software de gestión**: mediante el software se gestionan los permisos de apertura de los contenedores. Se trata de una aplicación que se puede ejecutar en local o en la nube en función del proyecto, siendo posible la automatización tanto para cargar los datos (censo de domicilios, listado de contenedores, etc.) como para el envío de la información recopilada (movimientos realizados, día, hora, etc.).
- **Tarjetas**: se trata de tarjetas inteligentes que permiten grabar en su memoria los perfiles de acceso (contenedores, horarios, calendario, etc.).

Medios necesarios

Los medios necesarios para implementar esta actuación son variables en función de cómo se defina:

1. **Gestión integrada de los elementos y servicios ofrecidos en el ámbito de la recogida selectiva**:
    - Uso de TAGs RFID vinculados a la dirección del hogar o actividad comercial propietaria del mismo. En este sentido, se debe disponer de una base de datos que vincule el código de cada uno de los TAGs con los datos del usuario.
    - El sistema de lectura RFID, ya sea instalando elementos de lectura a bordo o mediante lectores manuales.
    - El software de gestión de datos y el portal web para visualizar en tiempo real los datos recopilados.
    - En los casos en que se quiera vincular a un sistema de pago por generación, realizando la medida en base al peso, el vehículo de recogida deberá incorporar un mecanismo de pesaje.
2. **Identificación de la participación ciudadana en los sistemas de recogida selectiva**:
    - Los contenedores que incorporen un sistema de identificación y apertura mediante tarjeta magnética, incluyendo el software para gestionar los permisos de apertura.
    - Las tarjetas magnéticas que el ente local o supramunicipal debería facilitar a los vecinos.
    - Dotarse con inspectores o subcontratar las tareas de inspección a una empresa externa.
3. **Bolsas personalizadas**:
    - Uso de bolsas con una etiqueta RFID.
    - Dotarse con inspectores o subcontratar las tareas de inspección a una empresa externa. En este sentido, cabe mencionar que las sanciones las debe poner una persona funcionaria.

4. **Implantar sistemas de pago por generación**:
    - Los sistemas de pago por generación en base al volumen requerirán el uso de bolsas estandarizadas para las fracciones que se quieran gravar fiscalmente, o la utilización de cubos con un sistema de identificación RFID. Adicionalmente, si el pago de la tasa se realiza según el número de recogidas del cubo será necesario que el vehículo de recogida disponga de un software para registrarlas.
    - Los sistemas de pago por generación en base al peso requerirán el uso de cubos con un sistema de identificación RFID y el vehículo de recogida deberá tener un mecanismo de pesaje.

Adicionalmente, en ambos casos, se recomienda realizar una campaña de comunicación para dar a conocer el sistema, instando a los ciudadanos a utilizarlo.

Zona de implementación recomendada

La actuación se puede desarrollar en cualquier tipo de municipio.

Beneficios y resultados

Este sistema debe permitir monitorizar y optimizar el servicio de recogida de residuos, gestionar de forma más eficiente las incidencias relacionadas con el servicio, impulsar un sistema de pago por generación, aplicar bonificaciones de tipo ambiental en la tasa de recogida y tratamiento de residuos y/o reconducir los malos hábitos de los ciudadanos entorno a la recogida selectiva.

Amenazas

Se recomienda disponer de un consenso político amplio que apoye la implementación de la iniciativa, porque en caso contrario se puede utilizar como argumento para la confrontación política, argumentando que los TAGs RFID pueden actuar como espías.

Costes

Los costes asociados a la implementación de esta actuación son variables en función de cómo se defina:

- El coste de un cubo con un TAG RFID es de 5,5-7 €/unidad.
- El coste del sistema de lectura RFID es variable en función de la opción que se escoja: los sistemas de lectura mediante la instalación de elementos a bordo tienen un coste de 7.500 €/unidad, mientras que los sistemas de lectura manual tienen un coste de 1.650 €/unidad.
- El software de gestión de datos y el portal web tienen un coste anual de 550 €.
- El coste de los contenedores que incorporan un sistema de apertura mediante tarjeta magnética es variable en función del tipo de contenedor:

Contenedores de carga posterior

  - Contenedor de carga trasera de 1.100 litros, con cierre electrónico y lector/grabador de tarjetas: 625 €/unidad.
  - Software de gestión, incluyendo interfaz radio, instalación del software y configuración de la base de datos, formación sobre el software, carga automática de los datos y las tarjetas: 6.000 €.
  - Mantenimiento anual del software: 180 €/año; y, de los contenedores.
  - Tarjetas: 1,5 €/unidad.

Contenedores de carga lateral

  - Contenedor de carga lateral de 2.200 litros, con cierre electrónico y lector/grabador de tarjetas: 1.000 a 1.145 €/unidad.
  - Software de gestión, incluyendo interfaz radio, instalación del software y configuración de la base de datos, formación sobre el software, carga automática de los datos y las tarjetas: 6.000 €.
  - Mantenimiento anual del software: 180 €/año; y, de los contenedores.
  - Tarjetas: 1,5 €/unidad.

- El coste de modificación de la Ordenanza Fiscal, introduciendo el texto relativo a la incorporación de las bonificaciones fiscales, así como el texto relativo a la posibilidad de que la entidad local realice inspecciones in-situ en los hogares es despreciable.
- El coste asociado a las inspecciones: 8-10 €/inspección.
- El coste de una bolsa personalizada con una etiqueta RFID: 21,5 c€/unidad para bolsas de 30L y 24,8 c€/unidad para bolsas de 60L. Por otro lado, el coste de un lector manual de alta frecuencia UFH es de 1.650 €/unidad.
- El coste asociado a la campaña será variable en función de cómo se defina la misma.

Fuentes de financiación

La implementación de esta actuación se debería financiar a través de fuentes propias del ayuntamiento. Sin embargo, cabe destacar que en el caso de lograr mejores resultados de recogida selectiva y, consecuentemente reducir la cantidad de fracción resto, se podría mejorar la financiación en el ámbito de los residuos gracias al incremento de los ingresos procedentes de los sistemas integrados de gestión de residuos y a la reducción de los costes de gestión asociados al tratamiento y eliminación de la fracción resto.

Indicadores

- Porcentaje de disminución del número de incidencias (unidades: %).
- Evolución de las cantidades de residuos recogidas para las diferentes fracciones (unidades: kg/hab./día).
- Número anual de expedientes sancionadores abiertos (unidades: expedientes sancionadores).
- Número anual de bonificaciones concedidas (unidades: bonificaciones).
- Importe anual de las bonificaciones concedidas por familia (unidades: €/hogar).

Municipios donde se ha implementado la actuación

Esta actuación se ha implementado en:

- Gestión integrada de los elementos y servicios ofrecidos en el ámbito de la recogida selectiva: sistema extendido en muchas ciudades del estado español.
- Identificación de la participación ciudadana en los sistemas de recogida selectiva: Bilbao (345.110 habitantes[2]; País Vasco), Gijón (220.301 habitantes[2]; Asturias), San Sebastián (186.370 habitantes[2]; País Vasco), así como en numerosas mancomunidades de la provincia de Gipuzkoa (País Vasco): Mancomunidad Sasieta, Mancomunidad de Servicios de Txingudi, Mancomunidad Urola Kosta, Mancomunidad Comarcal de Debabarrena, entre otras.
- Bolsas personalizadas: Barcelona (1.620.809 habitantes[2]; Cataluña) y Lleida (137.327 habitantes[2]; Cataluña). También, ha sido impulsada por entes supramunicipales como la Mancomunidad de Servicios de Txingudi (País Vasco) y el Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa (Cataluña).
- Implantar sistemas de pago por generación: Vilablareix (2.691 habitantes[2]; Cataluña) y Riudecanyes (1.101 habitantes[2]; Cataluña) a nivel domiciliario y, en Barcelona (1.620.809 habitantes[2]; Cataluña) y Canet de Mar (14.423 habitantes[2]; Cataluña) a nivel comercial.

[2] *Instituto Nacional de Estadística, 2017.*