

## ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS EN ORGANIZACIONES DEDICADAS A LA I+D+i: RECOPIACIÓN DE REQUISITOS, SOLUCIONES ADOPTADAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Eliseo Vergara González

Pilar Nájera Hernáez

Luis Otaño Jiménez

*Universidad de La Rioja*

### **Abstract**

The hazardous waste management in organizations dedicated to R & D, which have laboratories in areas as chemistry, biochemistry, agriculture, food and engineering, poses a specific problem for organization.

An efficient solution to this problem is the management of hazardous waste based on the removal of these residues by an authorized agent.

The decision of an organization relating to the management of hazardous waste through an authorized agent creates the need to store such waste to optimize transaction costs and external costs caused by this model of environmental management.

This paper presents:

A previous study of infrastructure requirements for hazardous waste storage adapted to organizations engaged in R&D.

The solutions used in the construction of infrastructure for storage of hazardous waste that meets those requirements.

And finally, we present the results obtained after implementation of this infrastructure and the results of the integration of it in a city environment.

**Keywords:** *Waste; Infrastructure; Integration*

### **Resumen**

La gestión de los residuos peligrosos en organizaciones dedicadas a la I+D+i, que cuentan con laboratorios de áreas variadas como Química, Bioquímica, Agricultura, Alimentación o Ingeniería, plantea una problemática específica a dichas organizaciones.

Actualmente una solución eficiente a este problema es la gestión de residuos peligrosos basada en la retirada de estos residuos por parte de gestor autorizado.

En la decisión de una organización respecto de la gestión de residuos peligrosos mediante retirada por gestor autorizado se crea la necesidad de almacenar dichos residuos para optimizar los costes de las operaciones y los gastos externos que ocasiona este modelo de gestión ambiental.

En este trabajo se presenta:

Un estudio previo de los requisitos para las infraestructuras de almacenamiento de residuos peligrosos adaptadas a organizaciones dedicadas a la I+D+i.

Las soluciones aplicadas en la construcción de una infraestructura de almacenamiento de residuos peligrosos para que cumpla dichos requisitos.

Y finalmente, se presentan los resultados obtenidos tras la puesta en marcha de esta infraestructura y los resultados de la integración de la misma en el entorno de una ciudad.

**Palabras clave:** Residuos; Infraestructuras; Integración

## 1. Introducción

La gestión de los residuos peligrosos en laboratorios, es un aspecto del trabajo diario en organizaciones que realizan I+D+i en campos como la Química, Agricultura, Alimentación, Farmacia, Ingeniería etc.

Los modelos de gestión han ido variando a lo largo del tiempo, siendo en general dependientes de aspectos como la legislación o las tecnologías disponibles para dar solución a este problema, así como el grado de concienciación medioambiental.

La solución más eficiente a aplicar actualmente en nuestro entorno es la retirada de residuos peligrosos por gestor autorizado mediante una recogida selectiva atendiendo a su naturaleza, que es el método más empleado en la actualidad. Se fundamenta en que el gestor o valorizador final de los residuos aplica tecnologías a gran escala que hacen apropiados y rentables económicamente los procesos necesarios.

En la decisión de un laboratorio respecto de la eliminación de residuos mediante retirada por gestor autorizado se crea la necesidad de almacenar dichos residuos para optimizar los costes de las operaciones y los gastos externos que ocasiona al laboratorio esta gestión.

Para el almacenamiento de residuos peligrosos hay que considerar dos grupos de aspectos legales, por un lado el cumplimiento de la legislación medioambiental de aplicación y en segundo lugar hay que tener en cuenta que los residuos peligrosos al fin y al cabo también son sustancias químicas y como tales hay que cumplir con las Instrucciones Técnicas correspondientes para su almacenamiento.

## 2. Objetivos

Los objetivos planteados son tres:

1. Definir las especificaciones de un almacén de residuos peligrosos.
2. Adaptar dichas especificaciones a un almacén de residuos peligrosos para 51 laboratorios de I+D+i y transferencia de conocimiento en Química y en Tecnología de los Alimentos.
3. Llevar a cabo un proyecto de construcción de una infraestructura de este tipo con su puesta en marcha y funcionamiento posterior para formar parte del sistema de gestión de residuos peligrosos basado en la retirada por parte de gestor autorizado que atienda a los 51 laboratorios y espacios anteriormente indicados.

## 3. Metodología y caso de estudio

La definición de las características y especificaciones de la infraestructura (resultado del proyecto) comienza a desarrollarse en la fase de integración del proyecto y dichas especificaciones se ajustan y definen de forma definitiva, durante la fase de alcance del proyecto según indica el PMBOK (PMI, 2008)

Durante la fase de definición, en aspectos de iniciación, se requiere al menos una descripción del resultado que se busca conseguir con la realización del proyecto.

Las especificaciones son descripciones precisas de las propiedades de la infraestructura que va a ser diseñado. Deben ser: Completas y concretas. Sin ambigüedad posible. Cuantificables en la medida de lo posible

Cualquier tipo de requisito debe tener una serie de características que Mannion y Keepence (Mannion & Keepence, 1995) agruparon en la denominación SMART: Específicos y claros, medibles, alcanzables, realizables con los recursos disponibles y trazables.

Se han propuesto diversas metodologías y técnicas para definir los requisitos de un resultado a obtener por parte de un proyecto, como:

El método Total Design en su apartado Product Design Specifications PDS de Pugh, para diseño de productos industriales (Pugh, 1991)

Una técnica cada vez mas frecuentemente empleada es la del Despliegue de la Función de Calidad (QFD) que entre otras cuestiones sirve para recopilar los requisitos que deben cumplir nuevos productos (Akao & Mazur, 2003).

Sin embargo, estas y otras varias posibles metodologías a emplear van generalmente orientadas a la definición de requisitos de productos de consumo, software, sistemas, equipos... y no están pensadas ni preparadas para ser útiles a la hora de definir requisitos de infraestructuras y construcciones.

En este caso de estudio, la definición de requisitos del proyecto se realizó mediante la recopilación previa de las obligaciones a cumplir por la infraestructura desde el punto de vista legislativo, funcional y cualitativo, aplicando una estimación de necesidades de funcionamiento de la misma.

### **3.1 Requisitos legales procedentes de la legislación sobre gestión de residuos peligrosos**

La legislación sobre medioambiente en España es enormemente extensa, pero los núcleos principales de la gestión de residuos peligrosos son: la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, el Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, y el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos.

Respecto de la clasificación de residuos pueden aplicarse los códigos LER indicados en Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

La propia legislación nos proporciona definiciones útiles como requisitos del proyecto:

«Residuo»: cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de esta Ley, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias.

«Almacenamiento»: el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores. No se incluye en este concepto el depósito temporal de residuos en las instalaciones de producción con los mismos fines y por períodos de tiempo inferiores a los señalados en el párrafo anterior.

### **3.2 Estimación de las tipologías y cantidades de residuos peligrosos a almacenar**

En un primer paso en el diseño y planificación del almacenamiento de residuos peligrosos y con el fin de dimensionar las características de almacenamiento se determinó la tipología de los residuos que se iban a producir en los diferentes laboratorios y se estimaron las cantidades que se van a producir de ellos.

Para determinar la tipología se recabó información en tres fuentes:

-Actividades y productos químicos que emplea el laboratorio. En primer lugar se establecen los distintos tipos de laboratorios existentes: Análisis, Química Orgánica, Química Inorgánica, Bioquímica, Tecnología de los Alimentos, Instrumentación Científica. Se chequearon los trabajos previstos en cada uno de los laboratorios entrevistando a los investigadores principales responsables de los mismos.

-Códigos de residuos CER (LER). Los distintos grupos de productos químicos que aparecieron en la información anterior, se ubican dentro de la lista de residuos LER, procedente de la orden Orden MAM/304/2002.

-Recomendaciones del posible gestor. Una vez que se chequearon los diferentes posibles residuos a gestionar según los códigos CER (LER) se consultó a un gestor autorizado que estuviera interesado en recoger los residuos sobre posibles agrupaciones de los mismos que no impidieran su valorización.

Para estimar las cantidades producidas de las categorías de residuos obtenidas en la fase anterior se aplicaron las siguientes relaciones:

Para disolventes orgánicos halogenados y no halogenados y productos químicos orgánicos con los que no se trabaja en disolución acuosa se resolvió la estimación a partir de la cantidad comprada de los mismos. La producción de estos residuos se estima en el 100% del volumen adquirido durante 6 meses.

Para disoluciones acuosas se realizó una estimación inicial según operaciones no siendo apropiado tratar de estimar los residuos producidos mediante la cantidad de productos adquiridos. Con los volúmenes recogidos de disoluciones acuosas durante un plazo de tiempo de 15 días (2 semanas de trabajo) se estimó el volumen de residuos acuosos producidos en relación a 6 meses de trabajo.

Para absorbentes contaminados, se estimó mediante el cálculo del volumen de papel adquirido durante 6 meses aumentado en un 300%.

Estas tres estimaciones se sobredimensionaron para el periodo de 6 meses máximo de almacenamiento, requerido por la legislación aplicando por un factor de 2.

Para reactivos fuera de uso, se estimó un volumen de 250 litros cada 6 meses, que era un valor suficientemente sobredimensionado y puede ser tomado como medida mínima de espacio en un almacenamiento.

Para envases de vidrio, plástico o cristal se estimaron los espacios correspondientes a cangilones de recogida de 1 m<sup>3</sup> de capacidad y 1 m<sup>2</sup> de área ocupada.

A partir de las tipologías y cantidades producidas de las mismas, se dimensionó los espacios necesarios para el almacenamiento.

### **3.3 Requisitos legales procedentes de la legislación sobre almacenamiento de productos químicos**

Mediante el conocimiento de las tipologías de residuos anteriormente encontradas, hay que considerar que además de cumplir con la legislación de residuos peligrosos, las sustancias almacenadas son productos químicos y la infraestructura debe ser acorde con los requisitos técnicos respecto del almacenamiento de sustancias peligrosas. Estos requisitos técnicos vienen regulados por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el

Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7.

De las diferentes instrucciones técnicas complementarias, en general, para los residuos peligrosos procedentes de la actividad laboratorios van a ser de aplicación:

**Tabla 1: Aplicación de las diferentes instrucciones técnicas complementarias de almacenamiento de productos químicos a los almacenamientos de Residuos peligrosos.**

INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS	APLICACIÓN POR MOTIVOS DE SEGURIDAD	APLICACIÓN POR MOTIVOS LEGALES
ITC MIE APQ1: "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles"	SI	SI
ITC MIE APQ2: "Almacenamiento de óxido de etileno"	Improbable	NO
ITC MIE APQ3: "Almacenamiento de cloro"	Improbable	NO
ITC MIE APQ4: "Almacenamiento de amoniaco anhidro"	Improbable	NO
ITC MIE APQ5: "Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión"	Improbable	NO
ITC MIE APQ6: "Almacenamiento de líquidos corrosivos"	Apropiado	NO
ITC MIE APQ7: "Almacenamiento de líquidos tóxicos"	Apropiado	NO

A pesar de que los residuos peligrosos pueden integrarse, por las características de seguridad del material almacenado, dentro de la ITC MIE APQ6: "Almacenamiento de líquidos corrosivos" y dentro también de la ITC MIE APQ7: "Almacenamiento de líquidos tóxicos", conviene señalar que estas dos ITCs indican explícitamente que los almacenamientos de residuos peligrosos están exentos de su cumplimiento.

### 3.4 Descripción del caso de estudio

El almacenamiento planteado se sitúa en las instalaciones de la Universidad de La Rioja, y da servicio al Edificio Científico Tecnológico de dicha Universidad. Este edificio agrupa los estudios en Química y Agricultura y Alimentación con laboratorios docentes y de investigación y cuenta además con instalaciones de apoyo a investigación que son Bodega Experimental, Plantas piloto para alimentos y Servicios Generales de Instrumentación Científica. En total supone 51 laboratorios.

## 4. Resultados

Los resultados obtenidos conforman una lista de prescripciones técnicas para los almacenamientos de residuos peligrosos que tienen en consideración diferentes puntos de vista.

### 4.1 Listado de requisitos legales generales procedentes de la legislación sobre gestión de residuos peligrosos aplicables al almacenamiento de los mismos

Los principales requisitos respecto del cumplimiento de la legislación, aplicables de un modo general al almacenamiento de residuos peligrosos son:

- Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos, evitando particularmente aquellas mezclas que supongan un aumento de su peligrosidad o dificulten su gestión.

- Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos en la forma que reglamentariamente se determine: Los envases y sus cierres estarán concebidos y realizados de forma que se evite cualquier pérdida de contenido y contruidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido ni de formar con este combinaciones peligrosas. Los envases y sus cierres serán sólidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias y se mantendrán en buenas condiciones, sin defectos estructurales y si fugas aparentes.
- El envasado y almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos se hará de forma que se evite generación de calor, explosiones, igniciones, formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.
- Los recipientes o envases que contengan residuos tóxicos y peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble
- Adopción de medidas de seguridad exigidas para la actividad, y de aquellas otras exigidas en la vigente legislación sobre protección civil.
- Seguro. Los órganos de las Comunidades Autónomas competentes para otorgar las autorizaciones podrán exigir a los productores de residuos peligrosos la constitución de un seguro que cubra las responsabilidades a que puedan dar lugar sus actividades y en el caso de almacenamientos de este tipo es muy frecuente la exigencia por parte de la administración correspondiente, de la existencia de dicho seguro.
- Ubicación del almacenamiento. Los productores dispondrán de zonas de almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos para su gestión posterior, bien en la propia instalación, siempre que esté debidamente autorizada, bien mediante su cesión a una entidad gestora de estos residuos.
- El almacenamiento de residuos y las instalaciones necesarias para el mismo deberán cumplir con la legislación y normas técnicas que les sean de aplicación.
- El tiempo de almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos por parte de los productores no podrá exceder de seis meses, salvo autorización especial del órgano competente de la comunidad autónoma donde se lleve a cabo dicho almacenamiento.

#### **4.2 Resultados de tipologías de residuos y cantidades almacenadas para los laboratorios del edificio Complejo Científico Tecnológico**

Los resultados de estimación de categorías de residuos según su agrupamiento y código LER se presentan en la tabla 2.

Tras 5 años de operación no ha sido necesario añadir ninguna tipología nueva de residuos, indicando que el método de clasificación llevado a cabo ha sido muy satisfactorio.

En los casos de residuos en estado líquido: Disolventes no halogenados, Disolventes halogenados, Disoluciones acuosas con metales, Disoluciones acuosas con ácidos y/o bases, se producen fluctuaciones entre las cantidades recogidas y las estimadas en periodos mensuales y periodos anuales que nunca superan el dimensionamiento previsto en la fase de estimación, de un factor de 2.

- Es necesario aplicar un factor 2x estimación inicial de residuos a almacenar, para no limitar el espacio de la infraestructura a situaciones poco operativas y prever posibles crecimientos futuros de la cantidad recogida en el plazo semestral.

**Tabla 2. Estimación de las categorías de residuos peligrosos clasificadas según el código LER y sus cantidades a almacenar semestralmente estimadas**

LABORATORIOS	CLASIFICACIÓN	CÓDIGO	CANTIDAD
--------------	---------------	--------	----------

	DE RESIDUO	LER	PRODUCID A SEMESTRA L
Síntesis orgánica e inorgánica, Analítica, Bioquímica, Instrumentación científica	Disolventes no halogenados	070104	400 Kg 2 x 200 l
Síntesis orgánica e inorgánica, Analítica, Bioquímica, Tecnología alimentos, Instrumentación científica	Disolventes halogenados	140602	225 Kg 2 x 200 l
Síntesis orgánica e inorgánica, Analítica, Química Física, Analítica, Bioquímica, Tecnología alimentos, Producción vegetal, Instrumentación científica	Disoluciones acuosas con metales	110111	400 Kg 2 x 200 l
Síntesis orgánica e inorgánica, Analítica, Química Física, Bioquímica, Tecnología alimentos, Producción vegetal, Bodega, Plantas piloto, Invernaderos, Instrumentación científica	Disoluciones acuosas con ácidos y/o bases	110111	300 Kg 2 x 200 l
Síntesis orgánica e inorgánica, Analítica, Química Física, Bioquímica, Tecnología alimentos, Producción vegetal, Bodega, Plantas piloto, Invernaderos, Instrumentación científica	Absorbentes contaminados	150202	750 Kg 3 x 200 l
Síntesis orgánica e inorgánica, Analítica, Química Física, Bioquímica, Tecnología alimentos.	Envases metálicos contaminados	150110	250 Kg 1 m <sup>3</sup>
Síntesis orgánica e inorgánica, Analítica, Química Física, Bioquímica, Tecnología alimentos, Producción vegetal, Bodega, Plantas piloto, Invernaderos	Envases de plástico contaminados	150110	150 Kg 1 m <sup>3</sup>
Síntesis orgánica e inorgánica, Analítica, Química Física, Bioquímica, Tecnología alimentos, Producción vegetal, Bodega, Plantas piloto, Invernaderos	Envases de vidrio contaminados	150110	150 Kg 3 x 200 l
Limitados	Reactivos de laboratorio fuera de uso	180606	25 Kg 1 x 100 l
Instrumentación científica, Síntesis orgánica e inorgánica, Bodega	Aceites contaminados	130105	12 Kg 25 l

#### 4.3 Requisitos legales procedentes de la legislación sobre almacenamiento de productos químicos

A partir de los resultados de categorías y estimación de cantidades se pueden obtener los requisitos necesarios para adecuar la infraestructura a las instrucciones técnicas complementarias sobre el almacenamiento de productos químicos. Los requisitos obtenidos afectan ya de modo directo al diseño final de la infraestructura. Para el caso de estudio presentado en el desarrollo de este proyecto los requisitos propuestos para la infraestructura fueron:

La ITC MIE APQ1: "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles" debe aplicarse cuando el almacenamiento supere los 50 litros de sustancias de clase B, 250 litros de clase C o 1000 litros de clase C.

En este caso de estudio y para laboratorios generalmente, el producto que define la necesidad de cumplir esta ITC suele ser la suma de la cantidad de acetona, metanol, etanol, acetato de etilo, dietileter y alcanos, cuando supera 50 litros. La clasificación frente al riesgo de incendio es B1.

- Los almacenamientos pueden tener diferentes consideraciones según su disposición respecto del edificio. La Universidad de La Rioja optó por el tipo de almacenamiento exterior al edificio, definido por la ITC MIE-APQ-001, dado que se contaba con el terreno necesario y que un almacenamiento interior, es más incomodo en caso de accidente y consume espacio del edificio que suele más adecuado para otros fines.

- Una consideración que se realizó es cumplir el requisito de que tuviera superficies abiertas al exterior para que cuando se manejen los residuos peligrosos no se formen atmósferas dañinas o inflamables con lo que era apropiado que tuviera aperturas hacia el exterior, garantizado una ventilación adecuada y constante. Dado que el recinto contaba con una relación mayor de  $1\text{m}^2$  abierto por cada  $15\text{m}^3$  de volumen del recinto planteado (concretamente  $1,5\text{m}^2$  abiertos por cada  $15\text{m}^3$  de recinto) el almacenamiento tiene la consideración de Almacenamiento exterior independiente para recipientes móviles.

- El almacenamiento consta de una única pila, que tiene acceso directo desde uno de los laterales con más de 4 metros de espacio. No hay pasillos entre pilas. La cantidad máxima de productos inflamables a almacenar en recipientes menores de 250 litros normativamente aceptada por la ITC es de 7.500 litros para sustancias B1, cuando la cantidad media estimada a almacenar es de 625 litros. La distancia a propiedades ajenas es superior a 12 m y la distancia a vías públicas de comunicación es superior a 6 m, aunque por la cantidad almacenada serían permitidas distancias de 6 m y 3 m respectivamente.

- Los muros y cubiertas del recinto están contruidos en hormigón armado con un grado de  $RF > 120$ , mientras que uno de los cerramientos es de reja metálica.

- Toda la infraestructura, que tiene pararrayos, a su vez está conectada apuesta a tierra en todas las zonas que contienen metal para evitar posibles incidencias debidas a descargas de electricidad estática.

- La infraestructura tiene una pendiente que evita la salida de líquidos del recinto provocados por derrames accidentales contando con una red de saneamiento independiente recogida en depósito.

- Respecto de la seguridad contraincendios, se han colocado dos extintores de polvo seco a distancia menor a 15 m desde cualquier punto del área y eficacia 14413 (conforme UNE23.1 10) en la misma y un hidrante de incendios accesible fácilmente a los cuerpos de bomberos.

- Se ha señalizado convenientemente la zona conforme al real decreto 485/1997 indicando los riesgos presentes.

- Se ha instalado una ducha con lavaojos en la parte exterior del recinto, los trabajadores cuentan con equipos de protección personal y se cuenta con un plan de emergencias, así como formación respecto de las sustancias almacenadas y de las emergencias.

Dado que las ITCs MIE APQ006: "Almacenamiento de líquidos corrosivos" y MIE APQ007: "Almacenamiento de líquidos tóxicos" explícitamente indican que no serán de aplicación al almacenamiento de residuos peligrosos, no es un requisito legal su cumplimiento. Sin embargo, estas instrucciones técnicas pueden servir como orientativas a la hora de mejorar los resultados de la instalación de almacenamiento diseñada, añadiendo nuevos requisitos a la misma.

Respecto de la ITC MIE APQ006: "Almacenamiento de líquidos corrosivos" en recipientes móviles, se observa que todos los requisitos técnicos aplicables están incluidos en la ITC

MIE APQ007: “Almacenamiento de líquidos tóxicos”, con lo cual cumpliendo está última implícitamente se cumple la anterior, apareciendo los siguientes nuevos requisitos:

- La instalación eléctrica cumple con los requisitos de la legislación aplicable. En este caso además se añadió el hecho de que los sistemas de iluminación y enchufes empleados eran estancos y antideflagrantes.
- El suelo y los 100 primeros mm de pared son estancos al líquido ya que en la construcción se ha colocado una membrana de impermeabilización de polietileno en esas zonas formando una cubeta estanca.
- Las aperturas del almacenamiento distan más de 5 metros de las aberturas de los edificios.
- A los almacenamientos se les añadió dos cubetos separados para la recogida de derrames de líquidos y pérdidas, protegidos por la membrana impermeable de polietileno. La capacidad de los cubetos es de 300 litros que es mayor que el envase de mayor tamaño almacenado con líquidos y superior en una décima parte a la totalidad de los líquidos almacenados en cada una de las zonas. Los depósitos de recogida de vertidos accidentales disponen en su parte superior de una reja que permite la utilización de la superficie. Permite el tránsito de personas y amplía la superficie de almacenamiento. Las pendientes del suelo se establecieron para facilitar que los posibles líquidos derramados se dirijan a uno de los dos cubetos según la zona.

#### **4.4 Otros requisitos destinados a facilitar la aceptación de las infraestructuras por parte de los stakeholders**

La consideración de los stakeholders en el desarrollo de proyectos y de infraestructuras cada vez tiene una mayor importancia (Yang et al. 2010) (Olander & Landin 2008)

En este caso se distinguieron varios grupos de stakeholders:

1. Personal que se encargará del funcionamiento de la infraestructura, en este caso Personal de Administración y Servicios perteneciente al Servicio de Laboratorios de la Universidad de La Rioja:

- Mobiliario interior consistente en una mesa y armarios para guardar equipos de protección individual (EPIs) necesarios en las operaciones de trasvase de residuos y Botiquín

2. Público general que se desplace o se encuentre en la zona:

- Mimetización de la infraestructura con el medio mediante la plantación de plantas trepadoras que envuelven el almacenamiento en su zona de hormigón visible para el público permitiendo la integración en el entorno con un aspecto más amable.

- Medidas para imposibilitar actos vandálicos en el almacenamiento, consistentes en que se han dispuesto dos líneas cerramiento mediante valla separadas entre sí por más de 1 metro de distancia y cubiertas con malla fina de polímero que impide la penetración en el recinto de cualquier objeto.

#### **4.5 Infraestructura resultado de aplicar los diferentes requisitos propuestos**

Una vez consideras las diferentes especificaciones técnicas y requisitos obtenidos, los resultados de proyecto como infraestructura construida se presentan en las figuras 1 y 2:

**Figura 1. Plano del alzado del almacenamiento de residuos peligrosos**

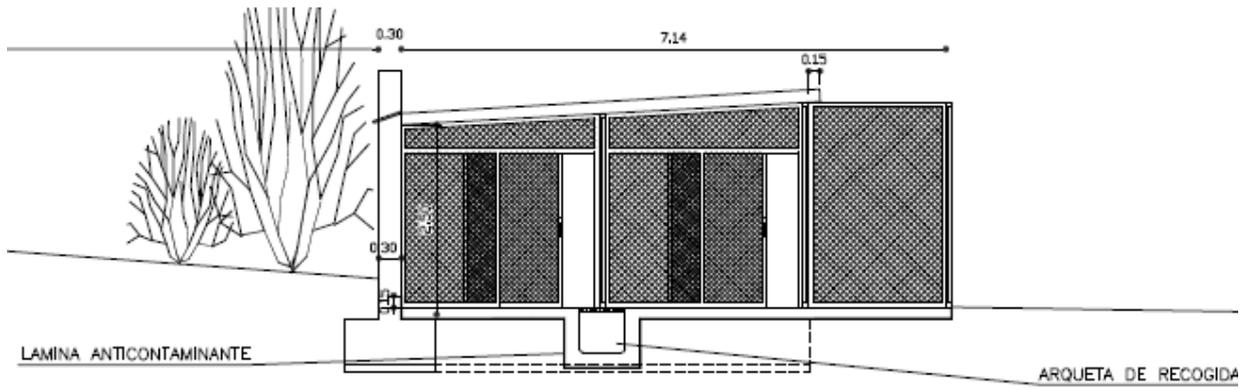
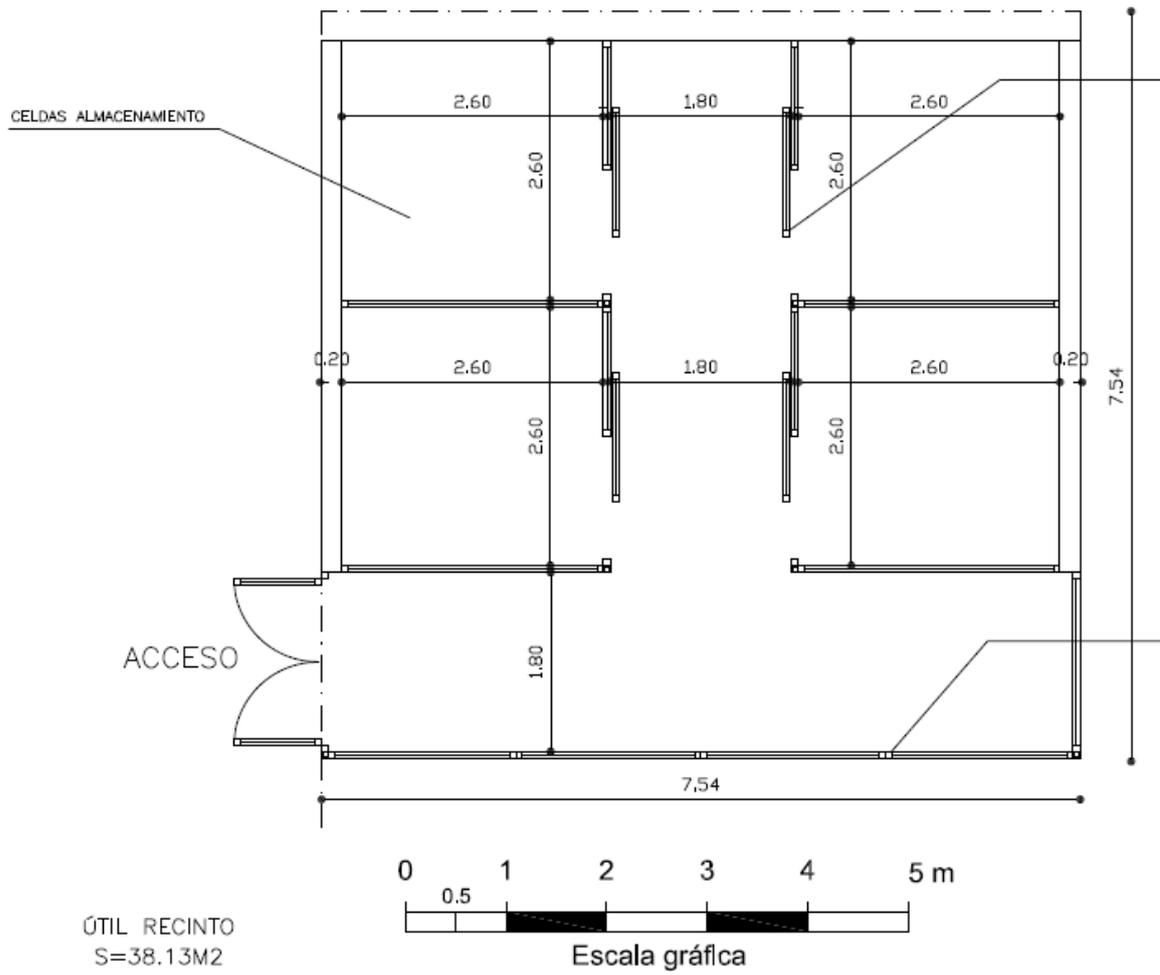


Figura 2. Plano de la planta del almacenamiento de residuos peligrosos



**Figura 3. Vista lateral y frontal del almacenamiento en periodo de verano**



#### **4.5 Resultados de integración de la infraestructura en el entorno de una ciudad**

Una característica específica de la infraestructura presentada era la necesidad de su integración dentro de una ciudad, concretamente en el Campus universitario de la Universidad de La Rioja en un espacio abierto a todos los públicos.

Podemos suponer que infraestructuras de este tipo pueden crear problemas de integración paisajística cuando su ubicación se produce dentro de ciudades. La solución se logró simplemente mediante el empleo de una cubierta vegetal tradicional sobre los muros de hormigón de la infraestructura y sobre el enrejado de la misma.

La cubierta vegetal se compone de dos plantas trepadoras: *Hedera helix* (perenne y tradicional Hiedra común que crecía antiguamente sobre los muros de muchas casas en España) y *Parthenocissus tricuspidata* (Vid trepadora, planta anual)

Los resultados son muy interesantes desde el punto de vista paisajístico debido a que la Hiedra produce una cubierta vegetal durante todo el año.

La Vid trepadora presenta la ventaja frente a la hiedra de que es capaz de asociarse al enrejado exterior cubriendo este, pero al ser una planta anual, en la fase invernal pierde las hojas dejando la zona desnuda.

El hecho de que la estructura quede cubierta por las ramas y hojas de la Vid, principalmente en la zona correspondiente al enrejado, que puede suponerse más accesible a la gente que disfruta del jardín o transita por la calle, sirve de barrera natural contra actos vandálicos y otros posibles problemas.

#### **5. Conclusiones**

Las conclusiones obtenidas con la realización de este proyecto y teniendo en cuenta el funcionamiento de la infraestructura durante los últimos cinco años son:

Las metodologías de obtención de requisitos y especificaciones de la infraestructura han sido apropiadas desde el punto de vista de que:

- Su construcción fue aprobada por el Ayuntamiento de Logroño y la Consejería de industria del Gobierno de La Rioja sin modificación alguna.
- Las dimensiones de la infraestructura se han demostrado apropiadas, no superándose su capacidad y no habiendo previsión de hacerlo en los próximos años.

- La estimación de las categorías de residuos peligrosos a retirar no ha tenido que ser modificadas

Los resultados de la infraestructura son muy adecuados en cuanto a que:

- No se ha producido ningún accidente en la misma.

- En los cinco años de vida de la misma se ha producido un incidente de escape de un bidón de disolventes no halogenados, el cual fue a parar a su cubeto correspondiente y posteriormente recuperado completamente como residuo desde el mismo, no produciéndose fugas de sustancias peligrosas al ambiente.

- La integración ambiental y paisajística de este tipo de infraestructuras, cuando tengan superficies de hormigón o paredes de roca puede lograrse de forma óptima mediante la plantación de la tradicional Hiedra (*Hedera helix*) que cubría frecuentemente muchas casas españolas. Se trata de una antigua solución que actualmente puede volver a ser vigente.

## 6. Referencias

- Akao Y., Mazur G.H., The leading edge in QFD: Past, present and future, *International Journal of Quality & Management*, 20(1), 20-35, (2003).
- BOE Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos. BOE número 182 de 30/7/1988, páginas 23534 a 23561 (28 págs.) Referencia: BOE-A-1988-18848
- BOE Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio. BOE número 160 de 5/7/1997, páginas 20871 a 20880 (10 págs.) Referencia: BOE-A-1997-14934
- BOE Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos BOE número 96 de 22/4/1998, páginas 13372 a 13384 (13 págs.) Referencia BOE-A-1998-9478
- BOE Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7.
- BOE Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y lista europea de residuos. BOE número 61 de 12/3/2002, páginas 10044 a 10045 (2 págs.) Referencia: BOE-A-2002-4922
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Center for Advanced Engineering Study.
- Mannion, Keepence. (2000) SMART Requeriments. Software Engineering Notes 1995/ BREDEMER CONSULTING. Architecture Resources For Enterprise Advantage.
- Olander S., Landin A. (2008) A comparative study of factors affecting the external stakeholder management process, *Construction Management and Economics* **26** (6)
- Pugh, S. (1991) *Total Design: Integrated methods for successful product engineering*. Addison-Wesley Publishing Company. Harlow (UK)
- Project Management Institute A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (2008) Fourth Edition Editorial Project Management Institute Estados Unidos de América ISBN 9781933890517
- Yang J., Shen G.Q., Ho M., Drew D.S., Xue X. (2010) Stakeholder management in construction: An empirical study to address research gaps in previous studies. *International Journal of Project Management*.

**Correspondencia** (Para más información contacte con):

Eliseo Vergara González

Universidad de La Rioja

E-mail: [eliseo.vergara@unirioja.es](mailto:eliseo.vergara@unirioja.es)