

**Applus Norcontrol, S.L.U.**

C/ José Antonio, nº 17, Locales B1 y B2, 38320, San Cristóbal de La Laguna – Santa Cruz de Tenerife T. 922 24 16 34  
F. 922 24 59 06

## Título del informe

### **Determinación de la Composición de Biogás y Estimaciones Directas de Emisiones Atmosféricas en la Celda de Vertido del Complejo Ambiental de Tratamiento de Residuos Los Morenos.**

#### **CELDA DE VERTIDO ESTIMACIÓN DICIEMBRE, FECHA INSPECCIÓN 17/12/2013**

Fecha: 17/01/2014

Código: P-064208-001-001-001 DICIEMBRE 2013

## Cliente

### **URBASER S.A.**

Atn.: D. Asensio Ayala

Polígono Industrial San Isidro – Planta de transferencia nº 4

38108 El Rosario, SANTA CRUZ DE TENERIFE

Fecha: 17/01/2014

Elaborado por:

Applus Norcontrol S.L.U.

Fecha: 17/01/2014

Aprobado por:

Applus Norcontrol S.L.U.

**Applus<sup>+</sup>**  
**Applus Norcontrol, S.L.U.**



Cathaysa García de la Cruz  
Inspectora de Control Ambiental  
MA Inspección (MAI). Delegación Canarias



Narciso Barroso Bermejo  
Jefe Departamento MA Inspección  
Delegación de Canarias

Este documento y los anexos en él referenciados tienen paginación independiente con indicación del número total de páginas en cada uno de ellos (tipo Página X de Y)

**Applus+**, garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.

En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien, al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: [satisfaccion.cliente@appluscorp.com](mailto:satisfaccion.cliente@appluscorp.com)

**Applus Norcontrol, S.L.U.:** Domicilio social: Carretera Nacional VI, Km 582, 15168 Sada (A Coruña), Tfno.: 981 014500, Fax: 981 014550, [www.appluscorp.com](http://www.appluscorp.com)

**Este documento no deberá reproducirse ni total ni parcialmente sin la aprobación, por escrito, de Applus Norcontrol y del cliente.**

A CORUÑA – ALBACETE – ALICANTE – ASTURIAS – BARCELONA – BILBAO – CÁDIZ – CASTELLÓN – CIUDAD REAL – CORDOBA – GRANADA – HUELVA – JAÉN – LAS PALMAS – LEÓN – LOGROÑO – LUGO – MADRID – MÁLAGA – MÉRIDA – MURCIA – ORENSE – PALMA – PAMPLONA – SAN SEBASTIÁN – SANTANDER – SEVILLA – TENERIFE – TOLEDO – VALENCIA – VALLADOLID – VIGO – VITORIA – ZARAGOZA

## Índice

### Descripción de los trabajos

1. Objeto .....	3
2. Alcance .....	3
3. Datos generales de la empresa de control e inspección .....	3
4. Datos de identificación .....	4
5. Descripción general de la instalación .....	4
6. Normativa de aplicación .....	6
6.1. Documentación de referencia .....	7
7. Información Previa.....	7
7.1. Fases de generación de gases en vertedero .....	7
7.2. Proceso Productivo de biogás .....	8
8. Plan de Muestreo .....	9
8.1. Metodología de muestreo .....	10
9. Metodología de control y valoración.....	11
9.1. Descripción de los métodos .....	11
10. Resultados .....	11
10.1. Medidas "in situ" de CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO y H <sub>2</sub> S. . . . .	11
11. Metodología de estimación de la EPA: Sin sistema de control.....	13
12. Estimación de Emisiones Atmosféricas .....	15

### Anexos

- ANEXO I Referencia de los procedimientos internos de inspección.
- ANEXO II Relación de equipos utilizados.
- ANEXO III Plano de Situación.

## 1. Objeto

El objeto de este informe es presentar la metodología y los resultados de la inspección realizada para determinar la **"Composición del biogás y Estimación de las emisiones a la atmósfera de la Celda de vertido"** solicitada por URBASER S.A., para el **Complejo Ambiental Tratamiento de Residuos Los Morenos (isla de La Palma)**.

El trabajo se realiza para cumplir con los requisitos exigidos en el *Capítulo IV. "Vigilancia y Control", 1. Seguimiento y Control en materia Atmosférica, 1.1 "Control de biogás de la Celda de vertido"* de la Resolución nº 656, de 28 de Septiembre de 2011, por la que se otorga Autorización Ambiental Integrada al Complejo Ambiental Tratamiento de Residuos Los Morenos (isla de La Palma).

## 2. Alcance

Los trabajos desarrollados han consistido en la determinación de la composición de biogás generado en la celda de vertido.

Se incluye la medición de parámetros "in situ", toma de muestras, determinación de la composición y estimación de las emisiones y elaboración del presente informe de resultados.

Los parámetros a determinar son los establecidos en el *punto 1.1 "Control de biogás de la Celda de vertido" del Capítulo IV* y la metodología a aplicar se ha desarrollado conforme al *punto 9. "Metodología de Ensayos y Control", del Capítulo IV*, de la citada AAI.

## 3. Datos generales de la empresa de control e inspección

**Nombre:** Applus Norcontrol, S.L.U.

**Domicilio:** C/ José Antonio nº 17, C. P. 38320 – San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife

**Tfno.:** 922.241.634      **Fax:** 922.245.906

**Domicilio social:** Carretera Nacional VI, Km. 582, 15168 Sada (A Coruña)

**Tfno.:** 981.014.500      **Fax:** 981.014.550

**APPLUS es Entidad Colaboradora en Materia de Contaminación Ambiental en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias** según establece el Decreto 70/2012, de 26 de julio, por el que se regulan las entidades colaboradoras en materia de contaminación ambiental y se crea el correspondiente registro.

### 3.1. Medios humanos

El personal que ha llevado a cabo este trabajo es:

- **D<sup>a</sup> Cathaysa García de la Cruz** en calidad de Inspectora Reglamentaria.
- **D<sup>a</sup> Esther Campos Padrón** en calidad de Inspectora.

## 4. Datos de identificación

### 4.1. Datos del cliente

**Nombre:** URBASER S.A.

**Domicilio social:** Polígono Industrial San Isidro, C/ La Campana, nº 5 El Rosario, Santa Cruz de Tenerife.

**N.I.F.:** A-79524054

### 4.2. Datos de la instalación inspeccionada

**Nombre:** Complejo Ambiental de Tratamiento de Residuos Los Morenos.

**Domicilio de la instalación inspeccionada:** Polígono de Tiguerorte, término municipal de Mazo, isla de La Palma, Santa Cruz de Tenerife.

**Actividad (CNAE 2009):** 38.21 Tratamiento y Eliminación de residuos no peligrosos. Vertedero de Residuos Sólidos Urbanos.

**Nº de horas de trabajo al día:** 24 horas

**Persona de contacto:** D. Asensio Ayala

**Teléfono de contacto:** 670 91 99 33 **Mail de contacto:** aayala@urbaser.com

## 5. Descripción general de la instalación

El Complejo Ambiental de Tratamiento de Residuos de Los Morenos está constituido por distintas plantas destinadas a la clasificación y tratamiento de diferentes tipos de residuos, así como por una celda de vertido al que irán destinados, principalmente, los rechazos de las diferentes plantas.

Se ubica en el término municipal de Mazo, en la vertiente este de la isla. El complejo ocupa una parte del antiguo Polígono de Tiguerorte a una altura entre 230-290 metros sobre el nivel del mar. El acceso al complejo se realiza por una pista existente que discurre por el límite Oeste del monumento de la Montaña de Azufre desde la zona de El Calvario.

Las coordenadas de localización geográfica son las siguientes:

UTM<sub>x</sub>= 228.208,15

UTM<sub>y</sub>= 3.162.321,36

UTM<sub>z</sub>= 290

La instalación comprende varias plantas de tratamiento:

- Nave de clasificación (incluye las plantas de clasificación todo-uno y la planta de clasificación de residuos de envases y otros residuos valorizables).
- Nave de almacenamiento de residuos valorizables.
- Nave donde se ubica la planta de compostaje, nave de maduración (playa de maduración sin techar) y nave de afino del material bioestabilizado.
- Vertedero de residuos no peligrosos (una celda de vertido).

Se completa la instalación con un edificio compuesto por dos zonas:

- Aula medioambiental y Edificio de oficinas, comedor, aseos y vestuario.
- Edificio de control de entradas y báscula de pesaje.

### **Vertedero de residuos no peligrosos**

El vertedero de residuos no peligrosos tratará principalmente los rechazos procedentes de las plantas de clasificación y de compostaje, así como aquellos residuos no peligrosos sin posibilidades de aprovechamiento.

El volumen ocupado en la celda a fecha 30 de Junio de 2013 asciende a 34.126,15 m<sup>3</sup>, entre residuos y tierras de coberturas. La velocidad de vertido en la celda es de 2.843,84 m<sup>3</sup> al mes. Lo que otorgaría una vida útil, desde la fecha de comienzo de vertido, de entre 3 y 4 años.

- **Sistema de impermeabilización de la celda de vertido:**

La disposición adoptada para el vaso de la celda de vertido es la siguiente:

- Una capa drenante a base de material procedente de la propia excavación y de 0,5 m de espesor (Lecho drenante principal). Esta capa tendrá como misión principal la recogida de lixiviados y en ella se dispondrá la red de captación y evacuación siguiendo la configuración de "espina de pescado".
- Filtro de geotextil de propileno de 500 g/cm<sup>2</sup> de gramaje, para protección de la geomembrana situada bajo ella.
- Una lámina de polietileno de alta densidad (HDPE) de 1,5 mm de espesor, que constituirá la primera barrera de impermeabilización. Se instalará mediante soldadura tipo doble canal y canal central de comprobación de estanqueidad.
- Una manta de bentonita con una constante de permeabilidad menor que 0,5 x 10<sup>-10</sup> m/s en sustitución de la barrera geológica natural establecida en el RD 1481/2001, de 27 diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósitos en vertedero.
- **Sistema de Recogida de Lixiviados:** Está diseñado con el objeto de recoger, por gravedad, todos los lixiviados. Dichos lixiviados se bombean al depósito estanco de hormigón armado impermeabilizado, de 90 m<sup>3</sup> de capacidad, que se encuentra a pie de vertedero.

- **Recogida de biogás:** El complejo tiene previsto la instalación de 15 pozos de captación de biogás. Actualmente están ejecutados los pozos número 1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13. En un futuro, estos pozos se conectarán a una red de transporte que conducirá el biogás hasta una antorcha, para la combustión controlada del mismo. Actualmente los pozos de biogás descargan a la atmósfera.

#### **Edificio de control de entradas y básculas de pesaje.**

Este edificio cuenta con el equipamiento necesario para la expedición automática de tickets y control de residuos que entran o salen de la planta y la tipología de los mismos.

#### **Edificio de oficinas, comedor, aseos, vestuarios y aula medioambiental.**

Edificio ejecutado en dos plantas, con una superficie aproximada de 210 m<sup>2</sup> cada una.

#### **Viales y pavimentos.**

El complejo cuenta con un vial principal pavimentado, que discurre por el perímetro Norte de la parcela con dos carriles y anchura total de 7 m. Su trazado es recto y une las plataformas mediante pendientes moderadas < 10%. El complejo también cuenta con una vía secundaria, de menor tráfico, que va a las zonas de servicio traseras de los túneles herméticos y nave de clasificación de 5,00 m de anchura.

#### **Cerramiento perimetral.**

Todo el perímetro del complejo está cerrado mediante una malla metálica plastificada de 2 m de alto.

#### **Maquinaria móvil.**

El complejo cuenta con la siguiente maquinaria móvil de apoyo: compactador de residuos, pala retroexcavadora, camión volquete, volteadora de material bioestabilizado y pala de ruedas. Además cuenta con un triturador multiusos, desfibradora de restos vegetales, cisterna para la aspiración de lixiviados, cisterna para el control de polvo, compresor de aire y agua portátil y tanque móvil de combustible.

## **6. Normativa de aplicación**

La normativa de aplicación a las actuaciones detalladas en este informe es:

- **Resolución 656/2011**, de la Viceconsejería de Medio Ambiente de la Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad por la que se otorga Autorización Ambiental Integrada al proyecto denominado **“Proyecto Básico del Complejo Ambiental de Tratamiento de Residuos de Los Morenos, isla de La Palma”, localizado en el término municipal de Mazo, isla de La Palma. (Expte. 1/2009 AAI).**
- **Real Decreto 1481/2001**, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. (BOE nº 25 de 29/01/2002).

## 6.1. Documentación de referencia

- **Guía de apoyo para la notificación de las emisiones** a las actividades de gestión de residuos. (revisión 5). Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Diciembre 2012.

## 7. Información Previa

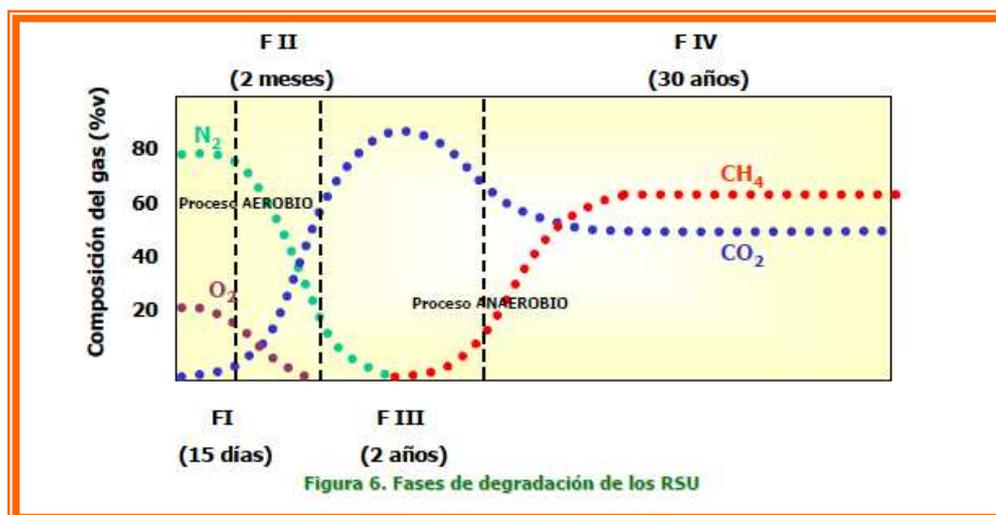
### 7.1. Fases de generación de gases en vertedero

En todo proceso de degradación se distinguen varias fases:

**Fase aerobia.** Es la fase inicial del proceso de degradación, en la que el residuo se descompone de forma aeróbica utilizando el oxígeno del aire. Su duración en el tiempo es corta no yendo más allá de los dos meses desde la deposición del residuo. El contaminante emitido principalmente es CO<sub>2</sub>.

**Fase anaerobia.** Transcurrido este tiempo, el oxígeno disponible se agota y comienzan a darse condiciones típicamente anaerobias, en las que en un primer momento se generan fundamentalmente ácidos grasos y dióxido de carbono. Es la llamada fase ácida del proceso anaeróbico. Pasado un periodo de tiempo relativamente corto (aproximadamente 1-2 años) comienza la fase denominada metanogénesis. Durante esta fase se generan metano y dióxido de carbono como gases principales, extendiéndose la misma por un periodo que puede llegar incluso a ser mayor de 30 años.

La siguiente figura muestra las diferentes fases por las que pasa el residuo desde que es depositado hasta que se completa el proceso de degradación biológica. Para cada fase se indica la evolución de los principales gases presentes.



- **Fase I: Ajuste Inicial**

Todos los componentes orgánicos biodegradables sufren descomposición microbiana, antes, durante y poco después de su deposición en un vertedero. Durante esta fase se produce también la descomposición biológica bajo condiciones aerobias, debida a la cantidad de aire atrapado dentro del vertedero. En vertederos de RNP's la fracción orgánica es debida a los residuos sólidos urbanos (RSU) que se hubiera podido depositar.

- **Fase II: Fase de Transición**

Se produce un descenso del oxígeno y comienzan a desarrollarse condiciones anaerobias. Mientras el vertedero se convierte en anaerobio, el nitrato y el sulfato pueden servir como receptores de electrones.

- **Fase III: Fase Ácida**

Se acelera la actividad microbiana iniciada en la Fase II con la producción de cantidades significativas de ácidos orgánicos y pequeñas cantidades de gas hidrógeno.

- **Fase IV: Fase de Fermentación del Metano**

Un segundo grupo de microorganismo, que convierten el ácido acético y el gas de hidrógeno producidos por los formadores de ácidos en la fase ácida, en metano y dióxido de carbono, llegan a ser más predominantes.

- **Fase V: Fase de Maduración**

Durante esta fase la velocidad de generación del gas del vertedero disminuye significativamente, porque la mayoría de los nutrientes disponibles se han separado con el lixiviado durante las fases anteriores, y los sustratos que quedan en el vertedero son de una degradación lenta.

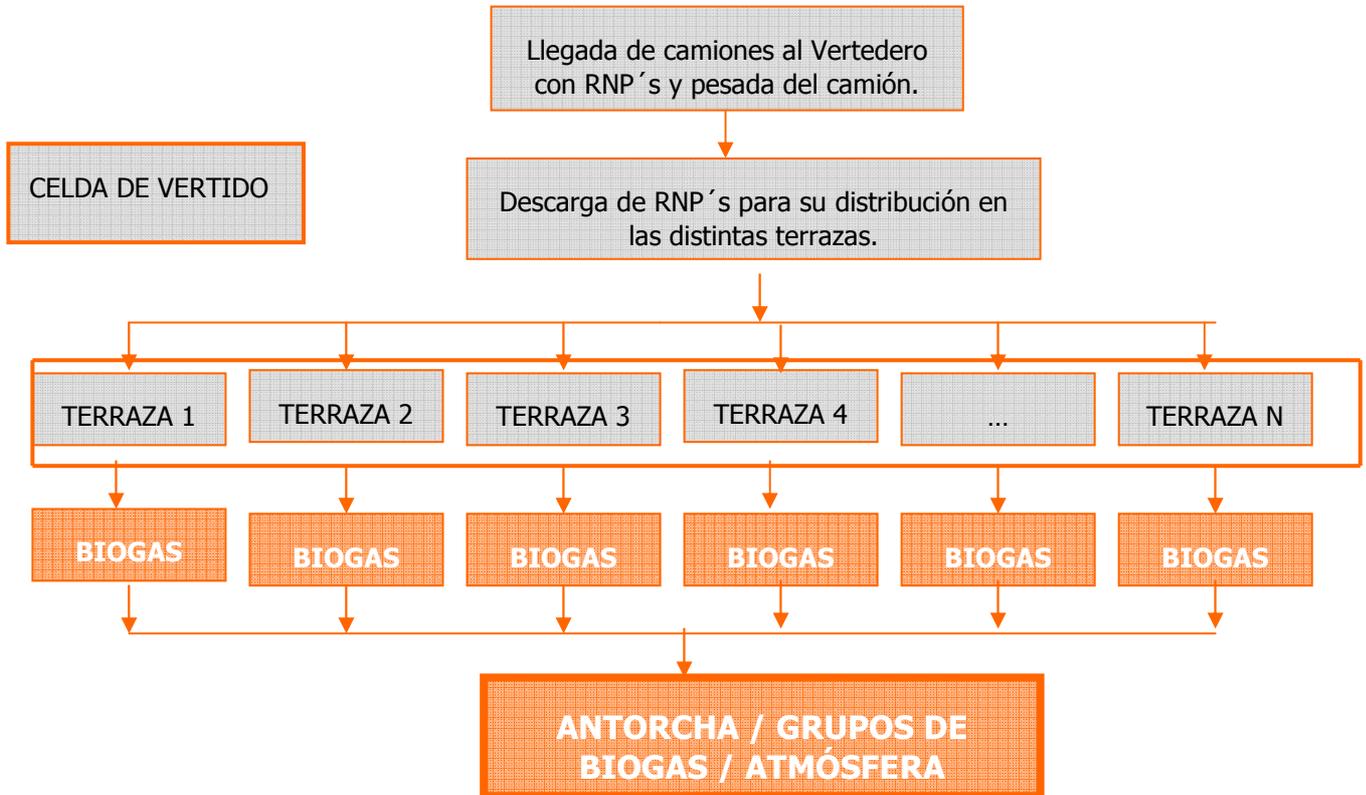
La duración de cada fase depende de varios factores, pero los más limitantes son el grado de compactación, la presencia de nutrientes y el porcentaje de humedad. La composición del biogás será indicativa de la fase predominante en la que se encuentra vertedero, permitiendo una mejor valoración de la dinámica de los gases acumulados en el interior de los vasos.

## 7.2. Proceso Productivo de biogás

La celda acoge una gran cantidad de residuos no peligrosos que han ido repartiéndose a lo largo de su superficie. La distribución de este material va formando terrazas en altura, de tal forma que llegando a una cantidad determinada se inicia su cerramiento según lo dispuesto en el Real Decreto 1481/2001. Cada terraza contiene en su interior una red de tuberías que recoge los gases que se generan.

Además, las terrazas poseen un número variable de cabezales distribuidos por toda su superficie que derivan de ese entramado de tal forma que se pueda realizar un control y seguimiento de la acumulación de gases de vertedero.

El proceso productivo de biogás del vertedero se representa en el siguiente esquema:



## 8. Plan de Muestreo

Se establece el siguiente plan de muestreo para la ejecución de los trabajos:

Celda de Vertido	
<b>Clasificación según RD 100/2011</b>	Grupo B 09 04 01 02
<b>Matriz de Muestreo</b>	Biogás
<b>Situación Actual de la Celda</b>	Actualmente la celda dispone de 9 pozos enumerados como 1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13.
<b>Puntos de Muestras</b>	4 puntos de muestreo.
<b>Equipos Necesarios</b>	Medidas de biogás en continuo
<b>Comprobaciones "in situ"</b>	Estado de Chimeneas Medición de la composición básica del biogás Detección de CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO y SH <sub>2</sub> .
<b>Medio receptor de la contaminación</b>	Atmósfera

## 8.1. Metodología de muestreo

Antes de iniciar la toma de muestras se realizó una visita al vertedero, localizando todos los puntos de desgasificación, así como el estado de cada uno de ellos. Después de numerarlos y nombrarlos, se estableció el orden de medida de los mismos. Para la toma de muestras de biogás y condiciones meteorológicas se utilizaron diversos equipos de medición "in situ":

- Equipo de medición en continuo **GasClam V1.5** para puntos de muestreo de biogás:

Se trata de un equipo de medición de biogás en continuo que permite analizar la composición básica del biogás "in situ", sin necesidad de llevar muestras al laboratorio. Este método garantiza el perfecto estado de la muestra a la hora de su análisis, ya que se analiza de forma inmediata directamente desde el punto de muestreo y desaparece el riesgo de deterioro de la muestra en su transporte al laboratorio.

En la utilización del GasClam se procedió de la siguiente forma:

Se conectó un conducto de material inerte a la entrada de aire del equipo. Este conducto es el puente de unión entre el punto de muestreo y el equipo.

Se programa el equipo para que tome una muestra de biogás cada 4 minutos y esta muestra es analizada por el equipo "in situ" antes de tomar la siguiente muestra a los cuatro minutos próximos. Los datos de cada análisis son grabados en el software del equipo y son volcados directamente al ordenador a través de un programa informático que sirve como enlace entre el GasClam y el ordenador.

En cada punto de medida se toma una serie de mediciones, entre 3 y 4 medidas por cada punto de desgasificación. Entre punto y punto se deja que el equipo realice, al menos, una medida al aire ambiente, de este modo no arrastra residuos del gas muestreado de un punto a otro.

El rango de medida de GasClam es el siguiente, para cada uno de los parámetros:

Parámetro	Método de análisis	Rango	Resolución
CH <sub>4</sub>	Infrarrojos	0-100%	1% por encima de 50% y 0,5 por debajo de 50%
CO <sub>2</sub>	Infrarrojos	0-100%	1% por encima de 50% y 0,5 por debajo de 50%
O <sub>2</sub>	Electrodo químico	0-25%	0,1%
CO	Electrodo químico	0-723 ppm	1 ppm
H <sub>2</sub> S	Electrodo químico	0-100 ppm	1 ppm

## 9. Metodología de control y valoración

### 9.1. Descripción de los métodos

Las medidas se efectuaron el día 17 de Diciembre de 2013 y para ello se introduce el equipo analizador en los focos de emisión de biogás. Los resultados, al haberse secado el gas en el sistema de acondicionamiento, se dan en base seca.

Se efectuaron medidas en cuatro focos de captación de biogás, y para cada uno de ellos cuatro medidas espaciadas en el tiempo de tal forma que fueran lo más representativas posible de las emisiones de biogás.

Los parámetros medidos in situ por el analizador multiparamétrico fueron los siguientes:

- Oxígeno: O<sub>2</sub> (%Vol)
- Metano: CH<sub>4</sub> (%Vol)
- Dióxido de carbono: CO<sub>2</sub> (%Vol)
- Monóxido de carbono: CO (ppm)
- Acido sulfhídrico:SH<sub>2</sub> (ppm)
- Temperatura de los gases (°C)

## 10. Resultados

### 10.1. Medidas "in situ" de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO y H<sub>2</sub>S.

En las siguientes tablas se presentan los parámetros requeridos y sus valores analíticos asociados tras la realización de los ensayos por los métodos indicados para los puntos de toma de muestras:

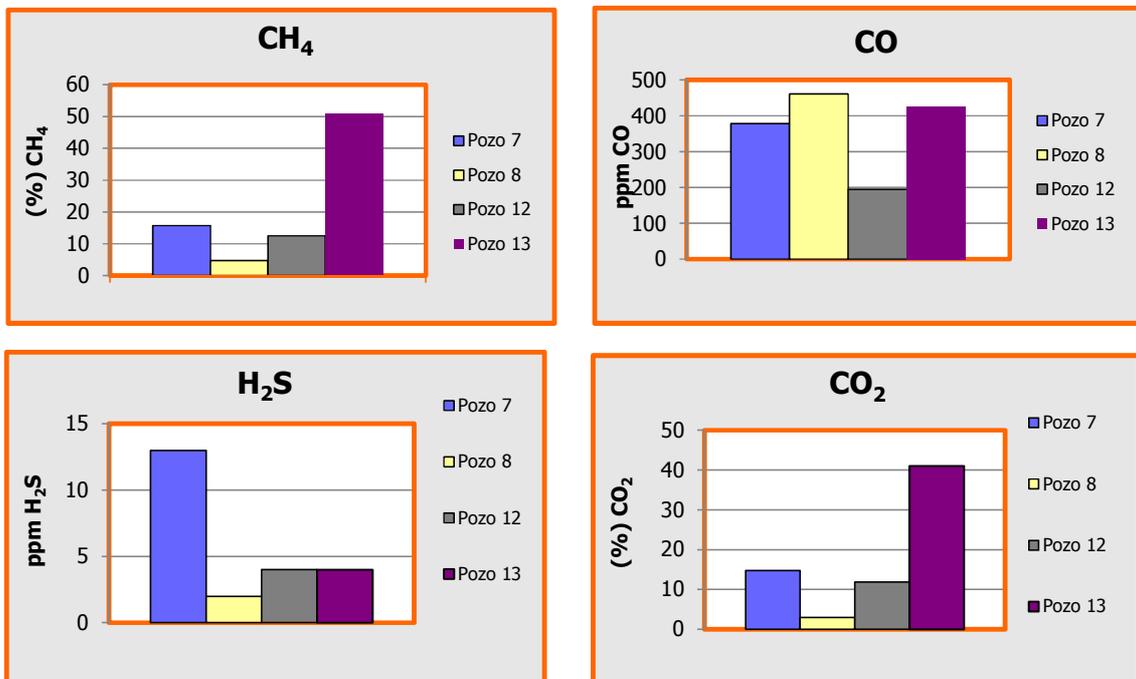
	Fecha	CH <sub>4</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO (ppm)	Temperatura pozo (°C)
<b>Pozo 7</b>	17/12/2013	15,7	14,8	16,5	13	378	38,8

	Fecha	CH <sub>4</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO (ppm)	Temperatura pozo (°C)
<b>Pozo 8</b>	17/12/2013	4,66	3,0	20,0	2	461	33,7

	Fecha	CH <sub>4</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO (ppm)	Temperatura pozo (°C)
<b>Pozo 12</b>	17/12/2013	12,5	11,9	14,7	4	195	28,95

	Fecha	CH <sub>4</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> S (ppm)	CO (ppm)	Temperatura pozo (°C)
<b>Pozo 13</b>	17/12/2013	50,9	41,0	1,1	4	426	37,3

A continuación se muestra gráficamente la composición de los gases prioritarios del biogás, en los diferentes pozos.



Con el fin de extrapolar a toda la extensión de la celda los datos medidos in situ en los cuatro pozos, se agrupan los pozos por profundidades y se realiza la media aritmética de cada agrupación.

Finalmente se realiza la media ponderada de todas las medias obtenidas por profundidad. De esta forma se obtiene los siguientes datos de composición de biogás para la celda de vertido en su totalidad.

Tª humos (°C)	O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	CH <sub>4</sub> %	CO ppm	H <sub>2</sub> S ppm
34,34	11,66	17,87	21,00	436	6

## 11. Metodología de estimación de la EPA: Sin sistema de control

La metodología empleada ha sido publicada por la EPA "Emisión factor documentation for AP-42 section 2.4. Municipal Solid Waste Landfills" y se basa en una estimación directa de las emisiones de metano a partir de un modelo (Land-Geem: Landfill Gas Emission Model) mediante una ecuación cinética de primer orden:

$$Q_{CH_4} = 1,3 L_0 R (e^{-Kc} - e^{-Kt})$$

- Q<sub>CH<sub>4</sub></sub>** :Metano generado en el año t, m<sup>3</sup>/año
- L<sub>0</sub>** :Potencial de generación de metano por tonelada de residuo depositado en vertedero, m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t residuo
- R** :Media anual de entrada de basura en el vertedero, t/año
- K** :Constante de generación de metano, año<sup>-1</sup>
- c** :Años desde que se clausuró el vertedero (c=0 para los activos), año
- t** :Años desde el inicio de la actividad, año

La constante 1,3 se incluye para compensar el factor L<sub>0</sub>, el cual se determina según la cantidad de gas recogido por el sistema de evacuación de los gases del vertedero. El diseño de estos sistemas proporciona una eficacia de recolección del 75%, por lo que el 25% de los gases generados en el vertedero no son capturados y no se incluyen en la constante L<sub>0</sub>. El ratio del gas producido y gas recogido es 100/75, o lo que es lo mismo 1,3.

- La capacidad potencial de generación de metano L<sub>0</sub> depende únicamente del tipo de residuos presentes en el vertedero. Cuanto mayor sea el contenido en celulosa, mayor será el valor de L<sub>0</sub>. El valor por defecto propuesto por la EPA : **L<sub>0</sub> = 100 m<sup>3</sup>/t**
- El coeficiente k determina la rapidez de generación de biogás y de agotamiento del vertedero. Es función de la humedad del residuo, tipo de residuo, disponibilidad de nutrientes para el proceso anaeróbico, pH y temperatura. Los valores por defecto propuestos por la EPA:

$$K = 0,04 \quad \text{Pluviometría mayor a } 635 \text{ l/m}^2$$

$$K = 0,02 \quad \text{Pluviometría menor a } 635 \text{ l/m}^2$$

- La ecuación cinética de primer orden fue inicialmente concebida para la estimación de la generación de metano y no para la estimación de emisiones pues parte del metano en su migración al exterior es captado y degradado en las capas de terreno más superficiales. No obstante dada la dificultad en evaluar este punto y adoptando un criterio conservativo, **se considera que todo el metano generado es emitido a la atmósfera a través de fisuras o vías de evacuación practicadas en el terreno.**

- La composición de biogás es variable con el tiempo, si bien a partir del primer o segundo año la composición es prácticamente constante durante un largo periodo de tiempo (10-30 años) con una **composición típica de metano del 55% (v) y del 40% (v) de dióxido de carbono que son los componentes principales del biogás**. Por tanto se puede estimar el metano, dióxido de carbono y biogás emitido a la atmósfera, asumiendo la composición típica antes indicada. **Ya que se están realizando medidas de composición del biogás "in situ", se utilizará la composición de biogás determinada durante el muestreo.**

La emisión de CO<sub>2</sub> vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$Q_{CO_2} = Q_{CH_4} (\%CO_2 / \%CH_4)$$

%CH<sub>4</sub> y %CO<sub>2</sub> determinado en las medidas "in situ".

Para conocer los Kg/año del contaminante i emitido se emplearía las siguientes fórmulas:

$$Q_i = (1 + (C_{CO_2\%} / C_{CH_4\%})) Q_{CH_4} (C_{i\%} / 100)$$

$$UM_i = Q_i [ PM_i \text{ 1atm} / 8,205 \cdot 10^{-5} \cdot 1000 (273+T) ]$$

**UM<sub>i</sub>** : Emisión anual de contaminante i, kg/año

**Q<sub>i</sub>** : Emisión anual de contaminante i, m<sup>3</sup>/año

**Q<sub>CH<sub>4</sub></sub>** : Emisión anual de metano, m<sup>3</sup>/año

**PM<sub>i</sub>** : Peso molecular contaminante i, g/gmol

**C<sub>i%</sub>** : Concentración del contaminante i, %

**T** : Temperatura del biogás, °C (en ausencia de datos de campo se asume 25 °C)

**8,205 10<sup>-5</sup>** : Constante gases, m<sup>3</sup> atm/gmol K

**1000** : g/Kg

- En la siguiente tabla se recogen los datos previos correspondientes a la celda de vertido sometida a estudio:

<b>Año de inicio de actividad, t<sub>0</sub> (año)</b>	2012
<b>Año de realización de la inspección, t (año)</b>	2013
<b>Media anual de RSU depositados en vertedero desde el comienzo de actividad, R (t/año)</b>	24.703
<b>Pluviometría anual aproximada (2012) (mm)</b>	311

## 12. Estimación de Emisiones Atmosféricas

Los resultados estimados por la **Metodología de Estimación de la EPA (sin sistema de control)**, basados en la estimación directa de las emisiones de metano a partir del Modelo de Emisiones de Gases de Land-Geem, teniendo en cuenta **la composición de biogás medida "in situ", 21,00%(v) de metano y 17,87%(v) de dióxido de carbono, que son los componentes principales de biogás,** vienen reflejados en la siguiente tabla:

ESTIMACIÓN EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN MEDIDA DE BIOGÁS:			
Presión Atmosférica= 749 mmHg			
Parámetro		Valores medios	
<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>) a T<sub>H</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	0,6342	
	<b>CO<sub>2</sub></b>	1,7440	
	<b>SH<sub>2</sub></b>	1,3476	
	<b>CO</b>	1,1098	
	<b>O<sub>2</sub></b>	1,2684	
<b>Emisiones no controladas</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>m<sup>3</sup>/año</b>	92.311
		<b>Kg/año</b>	58.542
		<b>Kg/mes</b>	4.878
	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>m<sup>3</sup>/año</b>	78.553
		<b>Kg/año</b>	136.995
		<b>Kg/mes</b>	11.416
	<b>SH<sub>2</sub></b>	<b>Kg/año</b>	1,41
		<b>Kg/mes</b>	0,117
	<b>CO</b>	<b>Kg/año</b>	83
		<b>Kg/mes</b>	7
	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>% Vol.</b>	11,66
		<b>Kg/año</b>	25.269
		<b>Kg/mes</b>	2.106

**NOTA:** En este estudio de estimaciones directas de emisiones atmosféricas en vertedero, se han agrupado los pozos de captación de biogás en subgrupos, en función de la profundidad; de esta forma mensualmente se realizan medidas representativas de todo el vertedero, lo cual nos permite realizar extrapolaciones a los 9 pozos sin desgasificar de la celda.

## ANEXO I

### REFERENCIA DE LOS PROCEDIMIENTOS INTERNOS DE INSPECCIÓN

REFERENCIA	TÍTULO
<b>C6-001001</b>	Planes de muestreo, toma de muestras y determinaciones de parámetros medioambientales en emisiones a la atmósfera.

## ANEXO II

### RELACIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS

COD.	EQUIPO	FABRICANTE	MODELO	SERIE
<b>20057_32421</b>	GASCLAM	ION SCIENCE	ION V7	N/A

## ANEXO III PLANO DE SITUACIÓN

