



# MODELIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN VERTEDERO Y DETERMINACIÓN ANALÍTICA DE LOS PARÁMETROS OPERATIVOS DE SU FUNCIONAMIENTO MEDIANTE EL SOFTWARE "GENBIVER"

Juan José Graña Magariños<sup>[A]</sup>; Doctorando en Ingeniería del Medioambiente de la Universidad Alfonso X El Sabio

[A] Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Licenciado en Ciencias Ambientales & Máster Oficial en Energías Renovables - e-Mail: jgranmag@myuax.com - Tlf.: 686870321



## 1.- Introducción

En este póster se puede ver de manera esquemática el proceso seguido para realizar una modelización de un vertedero. Para ello se va a aplicar el programa informático creado para tal fin, denominado GENBIVER. Este módulo pertenece a un software denominado TOTAL\_BIOGAS, que además dimensiona y evalúa las rentabilidades de este gas en Aplicaciones No Convencionales (Pilas de Combustible MCFC y SOFC, como Combustible para Vehículos o en Inyección a Red). La pantalla de inicio del programa se puede ver a continuación:



Figura 1 – Pantalla de Inicio del programa informático TOTAL\_BIOGAS (incluye GENBIVER). Fuente: elaboración propia.

## 2.- Identificación de la Instalación y Bases de Cálculo

Para calcular la cantidad total de Biogás generado a partir de una tonelada de residuo depositada en un Vertedero de RSUs se hace necesario conocer la composición de los mismos. Para ello, se calculará la Producción Teórica de Metano según la Demanda Química de Oxígeno. A continuación se muestra la pantalla de introducción de datos del software GENBIVER. En la primera parte de la misma se pide que se introduzcan los datos más destacados de la instalación. Estos datos se emplean para relacionar cada instalación con los resultados obtenidos en el informe que genera el programa.

En la segunda parte de la pantalla se muestran las bases de cálculo que toma el software para realizar la modelización, así como las asunciones tomadas por el modelo matemático de producción.

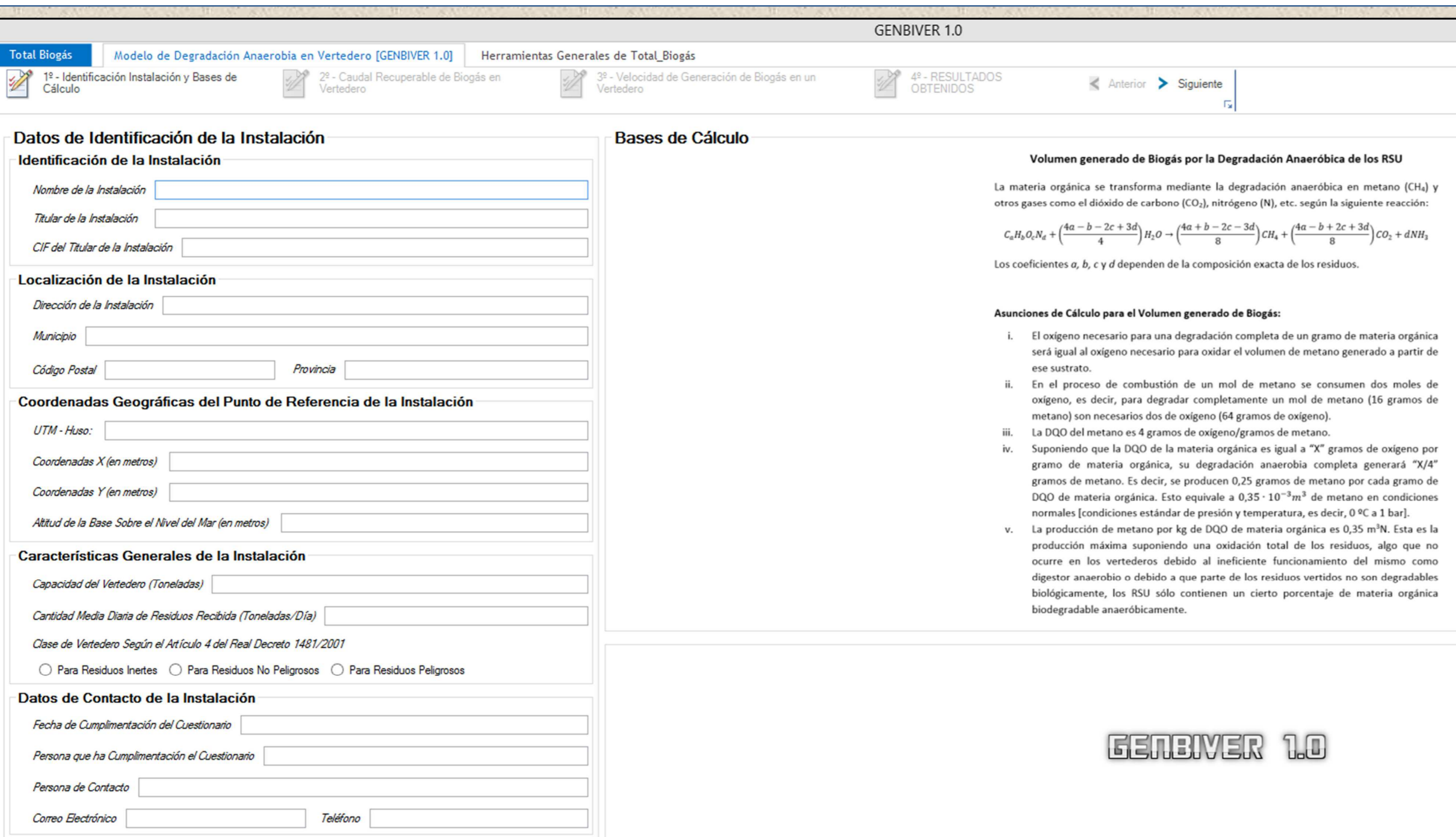


Figura 2 – Paso 1º - Identificación de la Instalación y Bases de Cálculo del Software GENBIVER. Fuente: elaboración propia.

## 3.- Caudal Teórico Recuperable de Biogás

Para realizar el cálculo del Caudal Teórico Recuperable hay que introducir una serie de variables. Éstas se pueden ver en la pantalla del programa GENBIVER que aparece a continuación. Para realizar la estimación del Caudal Teórico de Biogás Recuperable sólo se van a tener en cuenta los residuos biodegradables anaeróbicamente. Esta fracción a su vez se va a separar en dos: una caracterizada por una rápida degradabilidad y otra por una degradabilidad más lenta. Dentro del primer grupo se encontraría materia orgánica con un contenido de humedad elevado, como pueden ser los restos de alimentación, podas, etc. En la segunda fracción se encontraría aquella materia orgánica con un contenido de humedad bajo, como pueden ser el papel, cartón, madera, etc. Para calcular el Caudal Teórico Recuperable de Biogás de estas dos fracciones planteadas es necesario introducir una serie de variables que se pueden ver en la siguiente captura de pantalla del programa.

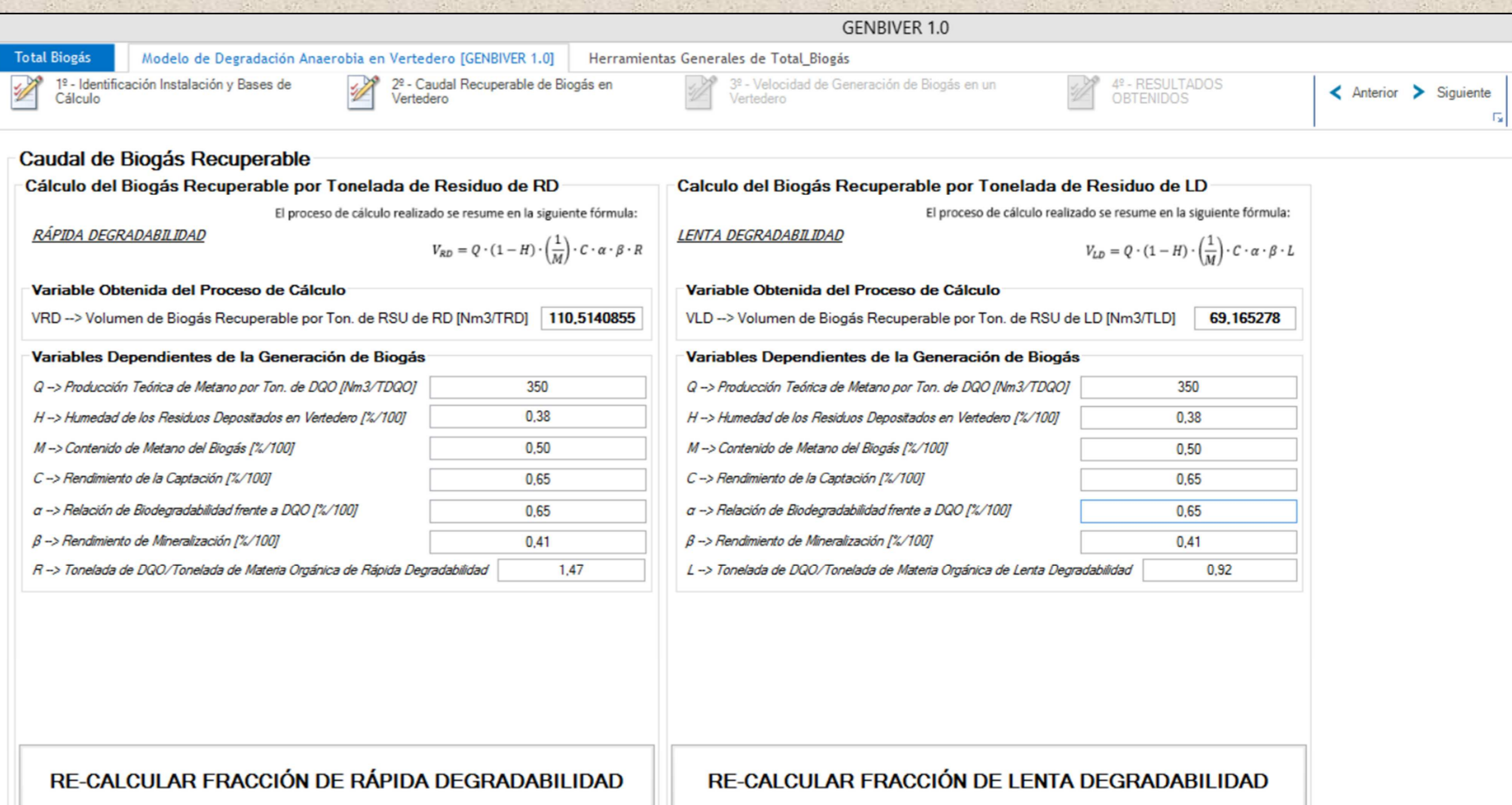


Figura 3 – Paso 2º - Caudal Teórico Recuperable de Biogás en el Vertedero de Meruelo según el Software GENBIVER. Fuente: elaboración propia.

## 4.- Velocidad de Generación de Biogás

Para estimar la Velocidad de Generación de Biogás hay que introducir una serie de variables. Éstas se pueden ver en la captura de pantalla siguiente del software GENBIVER. Además, con los cálculos realizados anteriormente se genera el modelo cinético seguido. Por último, para calcular el modelo de producción es necesario introducir las cantidades de los RSUs depositadas en vertedero, separados en las tipologías que se pueden ver en la captura de pantalla siguiente. Los datos que se pueden ver en ella se corresponden con los RSUs vertidos en el Vertedero de Meruelo (Cantabria) y han sido proporcionados por MARE. Con dichos datos se calcula su modelo de producción.

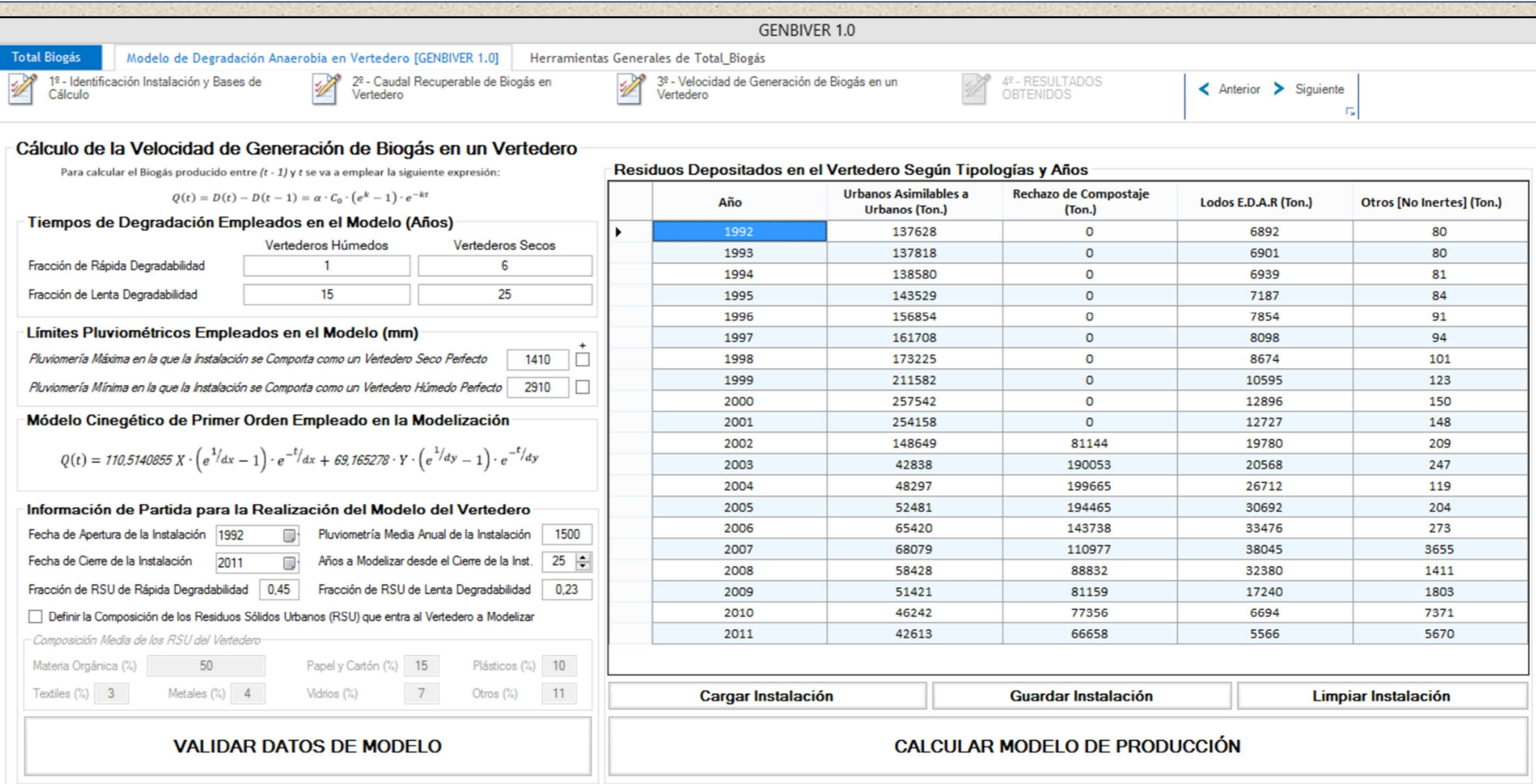


Figura 4 – Paso 3º - Cálculo de la Velocidad de Generación de Biogás en el Vertedero de Meruelo con GENBIVER. Fuente: elaboración propia.

## 5.- Resultados Obtenidos por el Programa GENBIVER (Generación de Biogás en Vertedero)

A continuación se pueden ver los resultados obtenidos por el modelo para el Vertedero de Meruelo (Cantabria). Se obtiene una primera Tabla con la Producción de Biogás de cada capa de residuos vertida en cada año, para la Fracción de Rápida y Lenta Degradabilidad. El sumatorio de estas dos fracciones año a año nos da el Biogás Producido en la Instalación. En la segunda Tabla se puede ver el Caudal de Biogás Producido. Dicho caudal se calcula también para cada capa de residuos vertida anualmente, para la Fracción de Rápida y Lenta Degradabilidad. Su sumatorio nos da el caudal generado anualmente por la Instalación. Las Gráficas generadas por GENBIVER se pueden ver a la izquierda.

Table with columns for years (1992-2011) and rows for various biogas production metrics (RSU, Rápida, Lenta, Total).

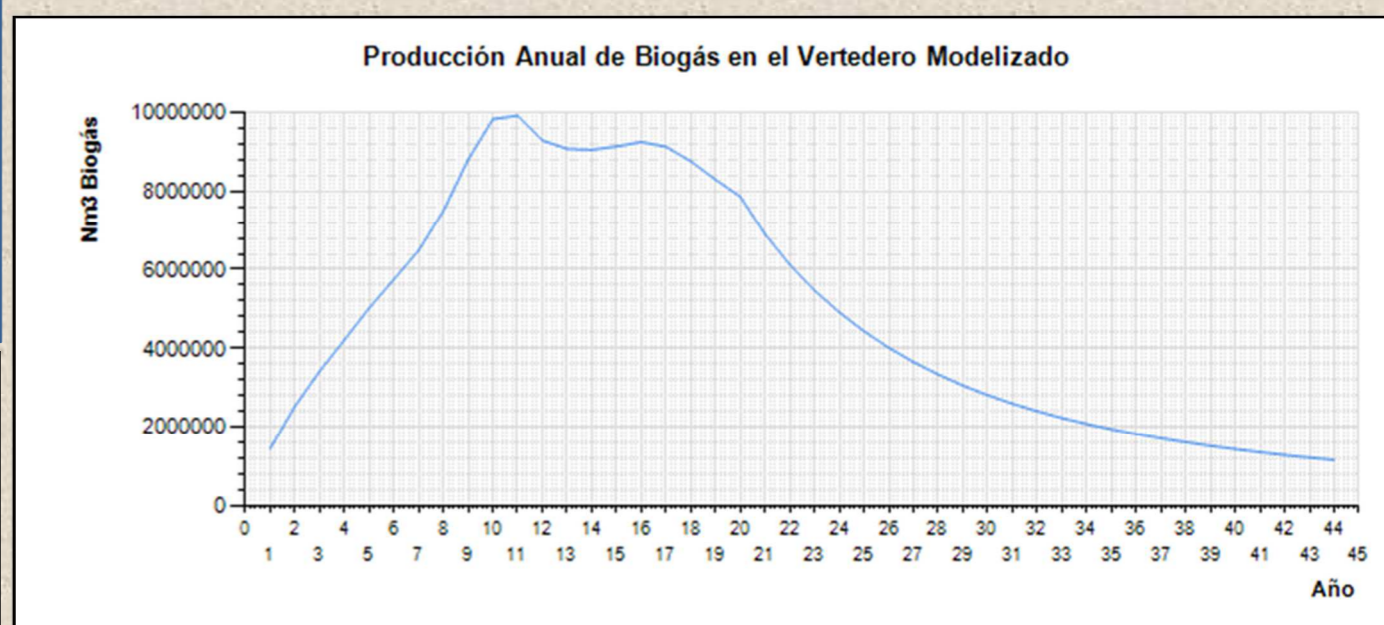


Figura 5 – Producción Anual de Biogás en el Vertedero de Meruelo (año = 1992). Fuente: elaboración propia.

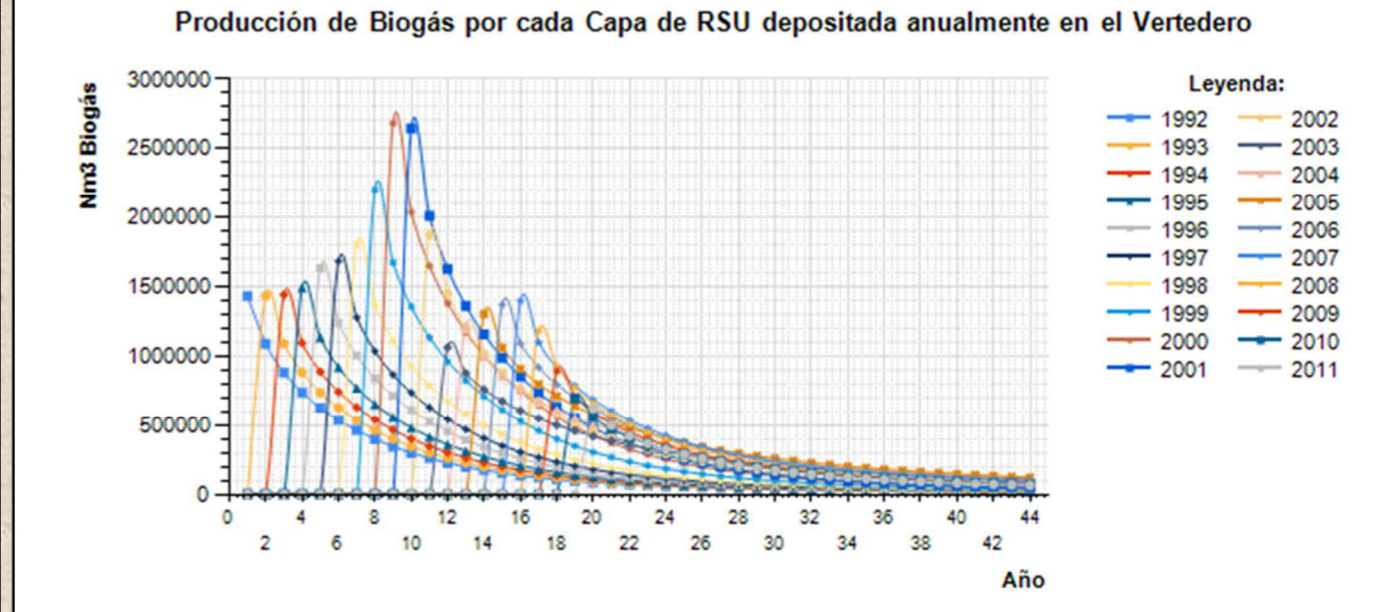


Figura 6 – Producción Anual de Biogás por Capa de RSU vertida en Meruelo (año = 1992). Fuente: elaboración propia.

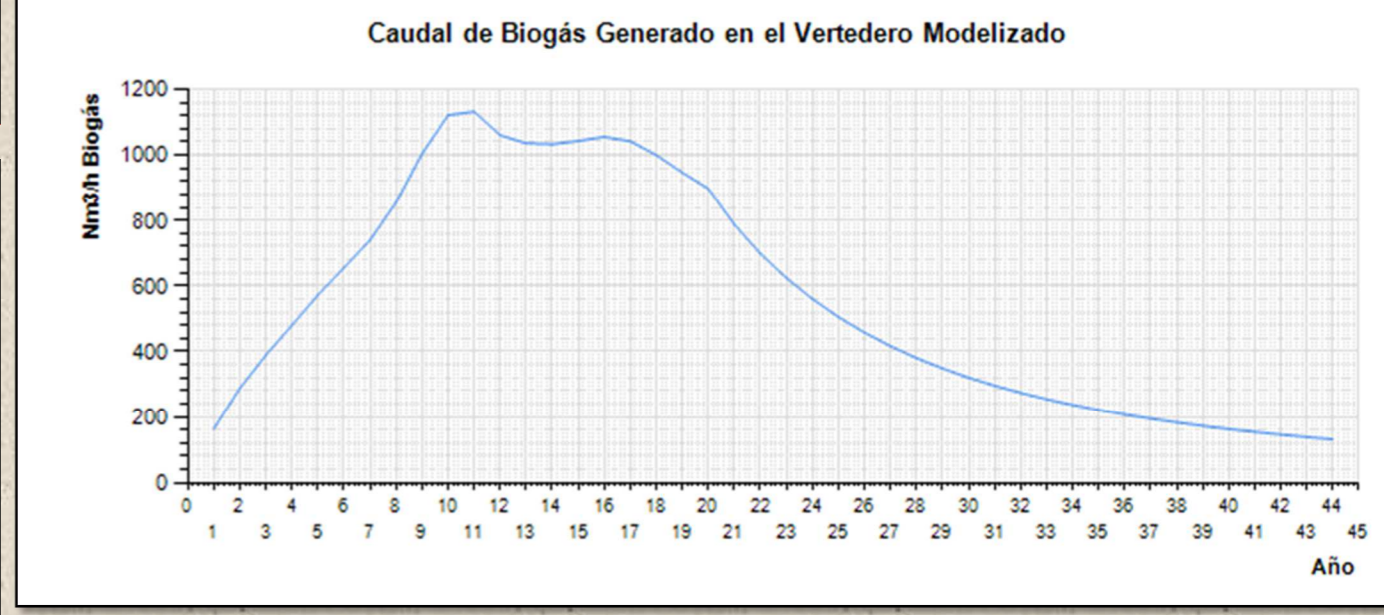


Figura 7 – Caudal de Biogás Generado Anualmente en el Vertedero de Meruelo (año = 1992). Fuente: elaboración propia.

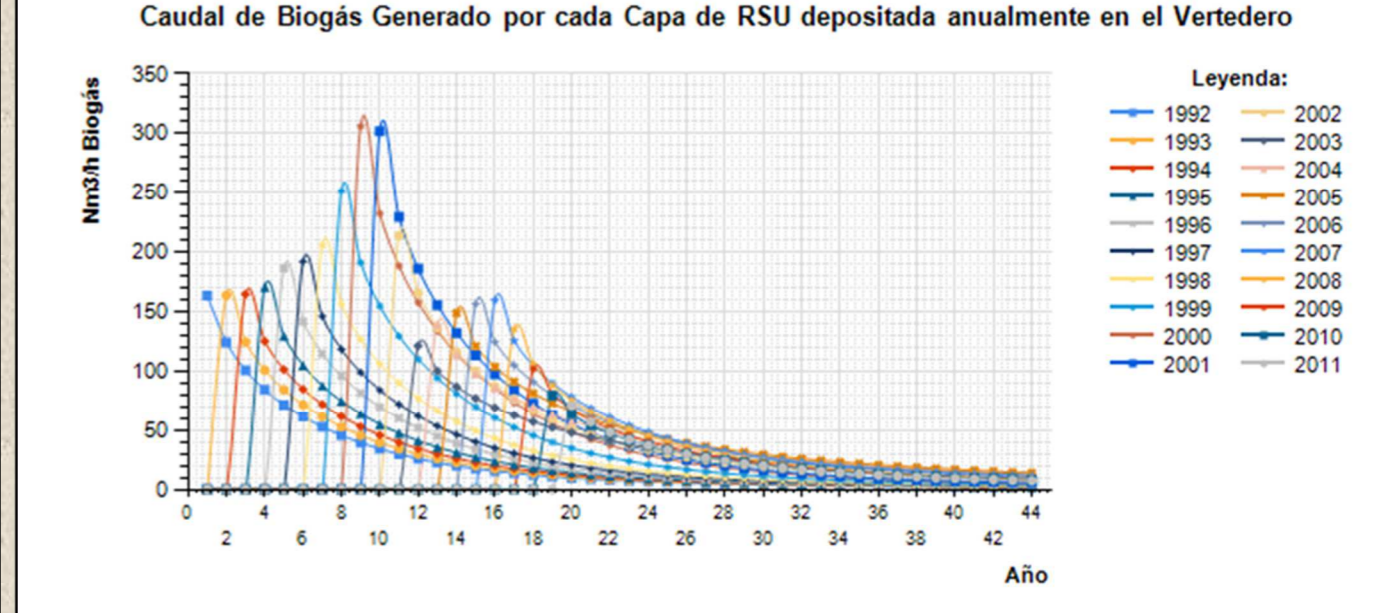


Figura 8 – Caudal de Biogás Generado por Capa de RSUs vertida en Meruelo (año = 1992). Fuente: elaboración propia.

## 6.- Determinación Analítica de los Parámetros Operativos de Funcionamiento de un Vertedero

Para realizar el cálculo de estos parámetros se han construido dos tipos de algoritmos, uno basado en una Búsqueda Exhaustiva denominado Voraz y otro de tipo Heurístico. Ambos, a partir de los rangos de funcionamiento para los parámetros, definidos por el usuario, determinan la mejor solución operativa posible.

Así, en la primera captura de pantalla se puede ver la Capa de Presentación del programa. En ella se cargan las instalaciones presentes en Base de Datos, se selecciona el algoritmo a emplear y se definen los posibles rangos de funcionamiento de los parámetros operativos de la instalación. En la siguiente captura de pantalla se puede ver un ejemplo de aplicación del Algoritmo Voraz (Vertedero de Meruelo). Por último, en la captura de pantalla de abajo se puede ver un ejemplo de aplicación del Algoritmo Heurístico para el vertedero anterior.

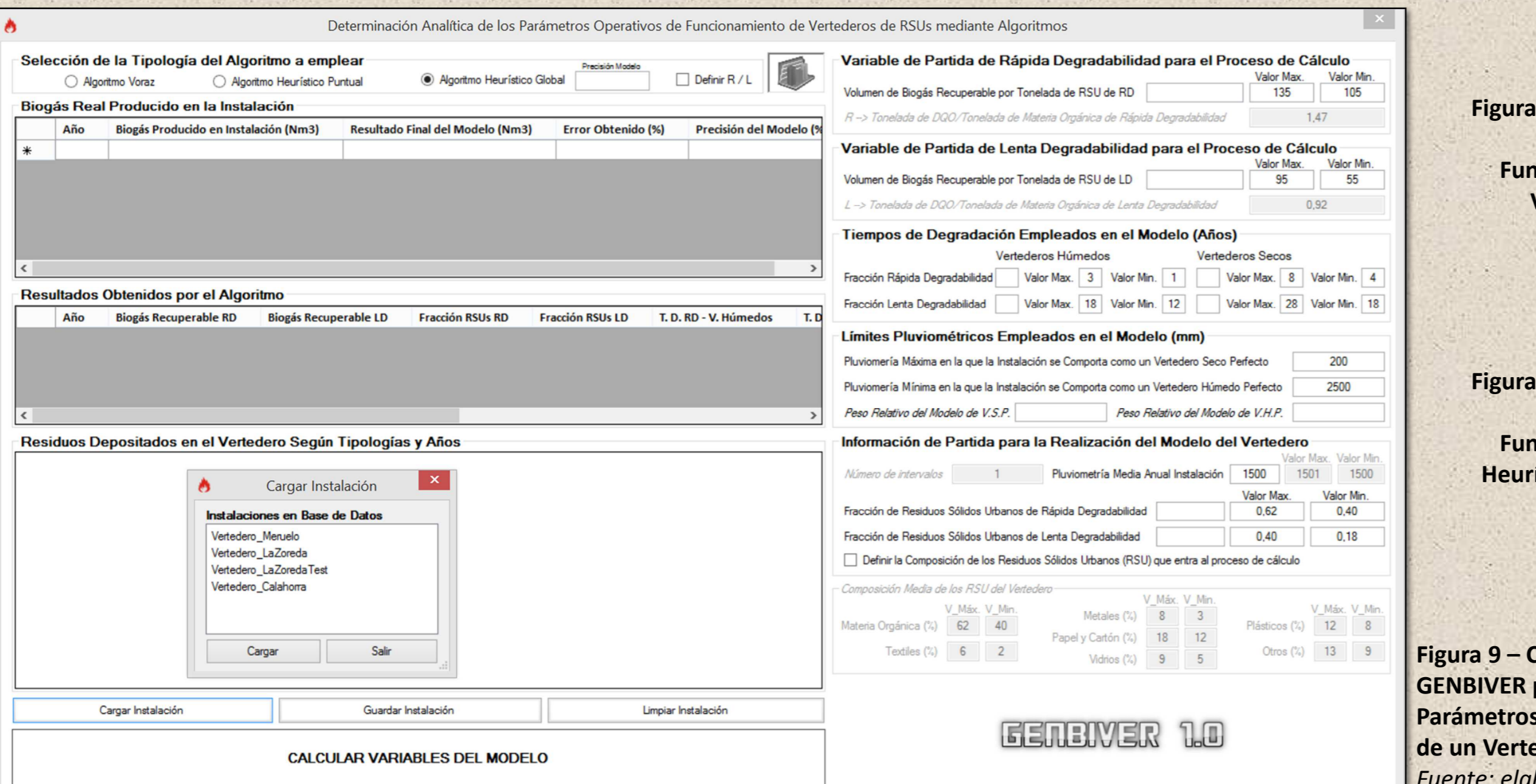
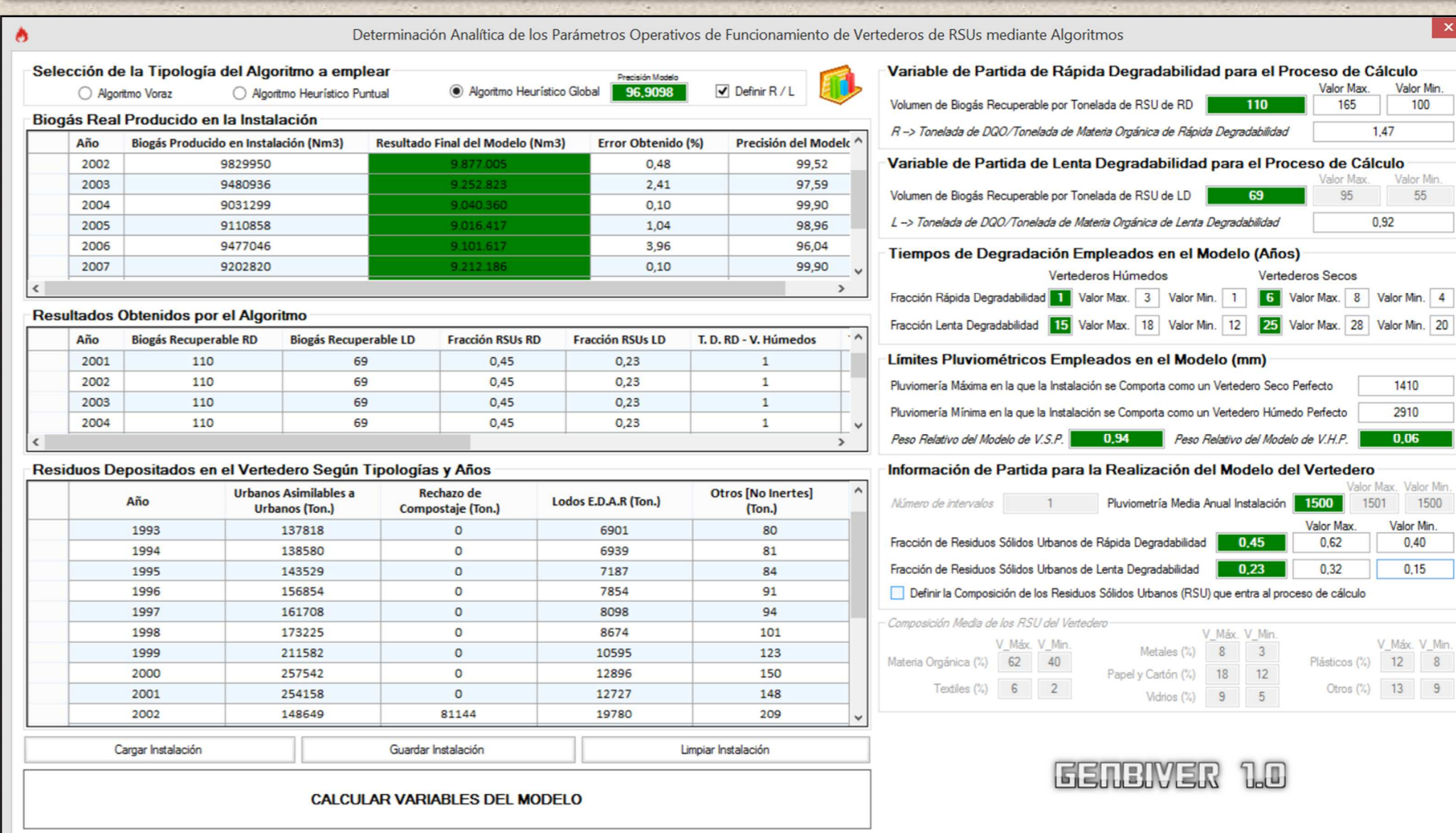
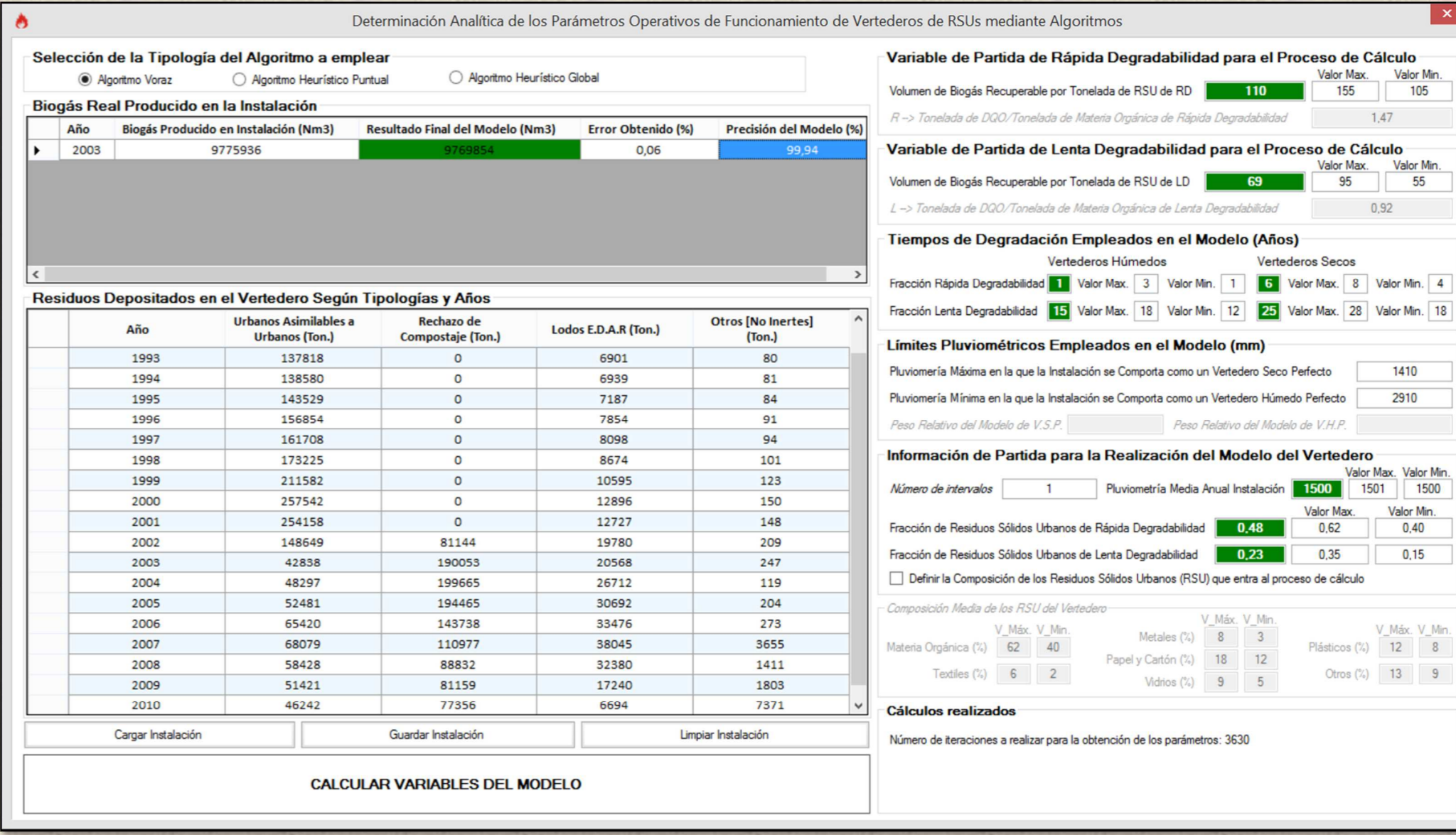


Figura 10 – GENBIVER – Determinación de los Parámetros Operativos de Funcionamiento mediante el Algoritmo Voraz para el Vertedero de Meruelo. Fuente: elaboración propia.

Figura 11 – GENBIVER – Determinación de los Parámetros Operativos de Funcionamiento mediante el Algoritmo Heurístico para el Vertedero de Meruelo. Fuente: elaboración propia.

Figura 9 – Capa de Presentación de GENBIVER para la Determinación de los Parámetros Operativos de Funcionamiento de un Vertedero mediante Algoritmos. Fuente: elaboración propia.



## 7.- Conclusiones

El modelo construido ha mostrado una elevada precisión en las instalaciones estudiadas. En concreto, para el Vertedero de Meruelo se ha obtenido una precisión que ronda el 97% (valor obtenido mediante estimaciones de los parámetros operativos del vertedero). Para un modelo de este tipo, la precisión obtenida se considera muy buena debido a que no se ha realizado ningún tipo de ensayo previo.