



CURSO PARA EL ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS



DL GREENLAB

OBJETIVO DEL LABORATORIO

El objetivo del laboratorio es ofrecer un curso exhaustivo sobre los procesos de gestión de residuos urbanos. En concreto, los estudiantes recibirán una formación integral sobre los siguientes temas:

- **Composición de los productos de los residuos urbanos.**
- **Principales procesos y flujos de gestión de residuos urbanos.**
- **Principales procesos de tratamiento de residuos urbanos.**

Además, gracias a simuladores, el **DL GREENLAB** permite reproducir fielmente las plantas de eliminación de residuos urbanos.

La principal herramienta de aprendizaje es **DL WORKSPACE**, una plataforma de enseñanza multimedia.



NOCIONES PRELIMINARES SOBRE LOS PRINCIPALES TEMAS DE LOS RESIDUOS URBANOS

- **COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO RESIDUOS URBANOS.**

La composición del producto varía en función de numerosos parámetros como:

- ♦ las características sociales y territoriales de los usuarios;
- ♦ la vocación del territorio (presencia de actividades manufactureras y comerciales, actividades de servicios, actividades residenciales, desplazamientos, etc.);
- ♦ los métodos de recogida.

- **PRINCIPALES PROCESOS Y FLUJOS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS.**

Una visión clara y concisa de los procesos y flujos de la gestión de residuos urbanos se puede representar con la siguiente secuencia:




- ♦ Generación de residuos urbanos (origen y tipo);
- ♦ Recogida (sin clasificar/clasificados y métodos);
- ♦ Transporte (centro de recogida, plantas de clasificación y tratamiento);
- ♦ Tratamiento (clasificación y separación de materiales reciclables, compostaje de residuos orgánicos, reciclaje de papel/plástico/vidrio/metales, valorización energética de residuos con incineración y recuperación energética, y tratamiento mecánico-biológico (TMB) de residuos sin clasificar);
- ♦ Disposición final (vertedero controlado de residuos no valorizables y valorización energética para la producción de energía a partir de residuos);
- ♦ Seguimiento y control (trazabilidad de residuos, inspecciones ambientales y sanitarias, y elaboración de informes).

El flujo simplificado es el siguiente:

Producción → Recogida → Transporte → Tratamiento →
Reciclaje/Energía/Vertedero.

- **PRINCIPALES PROCESOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS.**

El panorama de los principales procesos de tratamiento de residuos urbanos se puede dividir por tipo en:

- ♦  **Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB)** de residuos no clasificados resultantes de la producción de **Combustible Derivado de Residuos (CDR)**, que representa el resultado final de un complejo proceso industrial que transforma residuos, principalmente plásticos, caucho y otros derivados del petróleo, para generar energía no derivada de combustibles fósiles;
- ♦  **Reciclaje** con el objetivo de recuperar materiales reutilizables como papel, plástico, vidrio, metales y madera;
- ♦  **El compostaje** es el proceso de transformar residuos orgánicos como desechos domésticos, recortes de césped y podas en compost (un mejorador del suelo) utilizando dos métodos principales:



GESTIÓN DE RESIDUOS



- ❖ Compostaje aeróbico (con oxígeno),
- ❖ Digestión anaeróbica (sin oxígeno, con producción de biogás);
- ♦ 🔥 Valorización energética de residuos con el objetivo de eliminar residuos no reciclables y producir energía a través de un proceso de incineración controlada con recuperación de calor para producir electricidad o calefacción urbana;
- ♦ 🗑️ Vertedero controlado para la disposición final de residuos no valorizables.

DL WORKSPACE

El **DL WORKSPACE** es una aplicación Windows que proporciona al aula un entorno de trabajo integrado, concretamente un laboratorio docente donde el alumnado puede desarrollar competencias en los principales procesos y flujos de la gestión de residuos urbanos.

La característica principal del laboratorio es su capacidad de recrear, a través de dispositivos, aparatos y sistemas hardware y software, el entorno en el que se desarrollan estas habilidades.

Proporciona, para cada estación de trabajo, un entorno integrado que contiene todas las herramientas de software para el estudio y la experimentación. Las herramientas principales incluyen la navegación por los materiales didácticos en formato PDF o HTML y la gestión de las respuestas a las preguntas de las lecciones.

El entorno es completamente personalizable por el usuario, que puede mover las ventanas a su gusto, dejarlas flotar o acoplarlas a la ventana principal, redimensionarlas y cerrarlas y abrirlas según sea necesario.

MÓDULOS DEL CURSO INTEGRADOS EN DL WORKSPACE

Los módulos del curso integrados en **DL WORKSPACE** son los siguientes:

MÓDULO 1	Gestión de Residuos: Definiciones, Normativa y Regímenes Autorizados.
MÓDULO 2	Caracterización y clasificación de residuos urbanos.
MÓDULO 3	Recogida de residuos urbanos (Aspectos técnicos y económicos del servicio).
MÓDULO 4	Procesos y Tecnologías para la recuperación de materiales EOW (End Of Waste).
MÓDULO 5	Plantas de tratamiento de RSU (Residuos Sólidos Urbanos).
MÓDULO 6	Plantas de clasificación de residuos urbanos mixtos (Simulador DL GR03).
MÓDULO 7	Plantas de conversión de residuos en energía (Simulador DL GR01).
MÓDULO 8	Plantas de digestión anaeróbica (Simulador DL GR02).
MÓDULO 9	Plantas de tratamiento químico-físico de residuos.
MODULE 10	Gestión de Residuos entre el Reciclaje y la Economía Circular.



COMPOSICIÓN DEL LABORATORIO “DL GREENLAB”

El laboratorio **DL GREENLAB** está compuesto por varios módulos de hardware y software y consta de una Estación de Trabajo Docente que incluye:

- **DL GREENLAB-TEACHER** con SW de gestión para monitorizar la actividad de clase.
- **DL WORKSPACE - CLASSROOM SERVER** que incluye un **SERVIDOR** con:
 - ◆ Software de capacitación para los módulos uno a diez,
 - ◆ Herramientas DCS (Sistema de Control Distribuido /Distributed Control System) con recopilación de datos, hoja de cálculo, etc.
- **LOS TRES SIMULADORES DL GR01, DL GR02 y DL GR03.**

Son simuladores con temas relacionados con los módulos 7, 8 y 6, y en particular:

- ◆ **DL GR01 (Waste to Energy Plant)** para la simulación de una planta de conversión de residuos en energía.
- ◆ **DL GR02 (Anaerobic Digestion Plant)** para la simulación de una planta de digestión anaeróbica.
- ◆ **DL GR03 (Solid Waste Selection Plant)** para la simulación de una planta de selección de residuos sólidos urbanos mixtos.

Cada simulador está conectado a un ordenador, mediante USB.

Los **tres simuladores** se suministran con **tres ordenadores** y están conectados **vía Wi-Fi a la estación de trabajo del profesor** que implementa los niveles DCS.

Los simuladores contienen:

- pantallas de siete segmentos para indicar los valores de consigna de los procesos implementados por el simulador,
- los valores de consigna se configuran mediante computadoras,
- potenciómetros lineales o rotativos para ajustar los valores de las magnitudes provenientes de los sensores del sistema simulado (PV),
- algoritmos de control PID para calcular la variable de salida del proceso (OV),
- barras LED para visualizar las variables OV,
- interruptores de selección y alarmas.

Las computadoras conectadas a simuladores permiten:

- supervisar los sistemas mediante una interfaz gráfica, mostrando todos los parámetros,
- establecer los puntos de ajuste del proceso del sistema,
- ver tendencias históricas y en tiempo real de todas las variables adquiridas,
- gestionar alarmas,
- enviar toda la información a la computadora.



GESTIÓN DE RESIDUOS



Para poder utilizar uno, dos o tres de los simuladores mencionados anteriormente, es necesario completar el DL GREENLAB con al menos una estación de trabajo de estudiante definida como **DL GREENLAB-STUDENT** con la plataforma de enseñanza **DL WORKSPACE** que incluye:

- Software de capacitación para los módulos uno al diez (con una licencia por estudiante),
- Implementación de herramientas DCS (Sistema de Control Distribuido /Distributed Control System) con recopilación de datos, hoja de cálculo, etc.

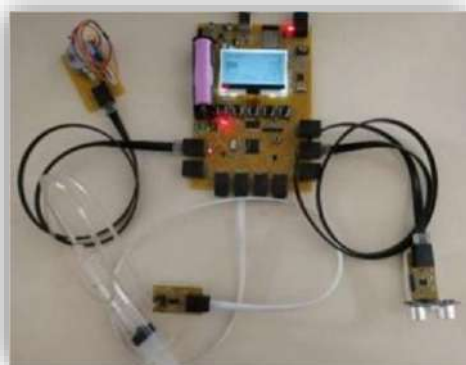
Los estudiantes están conectados al **SERVIDOR** de la **estación de trabajo del profesor** a través de **Wi-Fi**.

Además, se propone una **unidad opcional** denominada **DL DEVIOT-GR** que está interconectada con el **DL GREENLAB-STUDENT**.

La unidad DL DEVIOT-GR con sensores y actuadores (OPCIONAL)

Esta unidad opcional, para ser añadida a la estación de trabajo del estudiante, permite realizar experimentos de medida de magnitudes físicas para el estudio de sensores y actuadores con experiencias prácticas:

- ✚ Temperatura (°C),
- ✚ Presión,
- ✚ Humedad,
- ✚ Caudal másico,
- ✚ Caudal volumétrico,
- ✚ Contenido de O₂ en el flujo,
- ✚ Nivel de llenado del tanque,
- ✚ Tiempo de permanencia.



La gestión de la unidad **DL DEVIOT-GR** se realiza con el software **DL WORKSPACE** de la estación de trabajo principal del alumno.

N.B.:

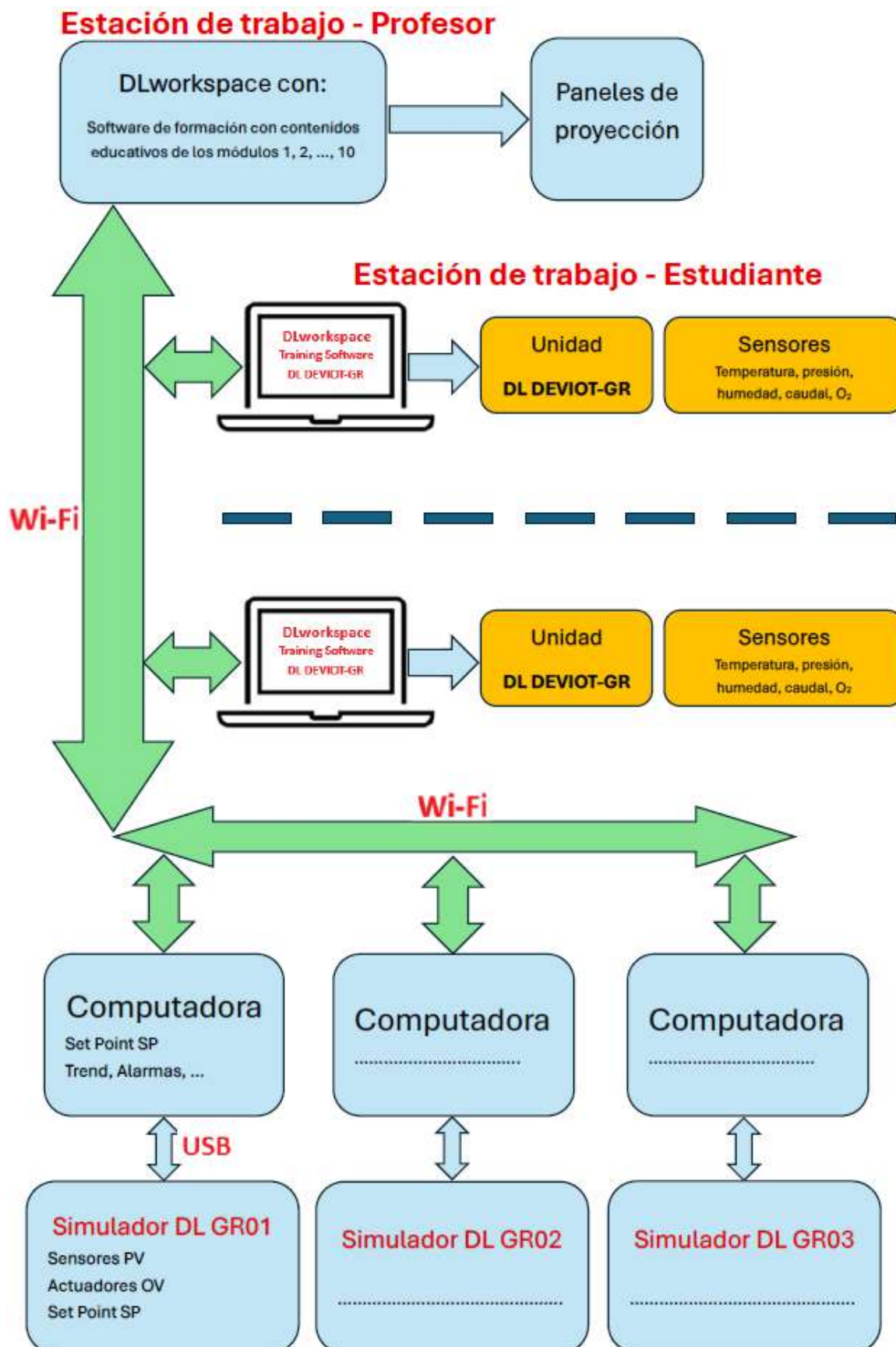
Consulte la última página de este catálogo para obtener más información sobre la composición y codificación de los módulos de laboratorio.



GESTIÓN DE RESIDUOS



El esquema general del laboratorio **DL GREENLAB** se muestra en la figura:





LOS SIMULADORES





PLANTA DE CONVERSIÓN DE RESIDUOS EN ENERGÍA



DL GR01

El Simulador **DL GR01** permite estudiar el funcionamiento y analizar las características y parámetros físicos fundamentales de una planta de conversión de residuos en energía.

Consiste en un panel que muestra el diagrama completo de todo el sistema, donde se ubican una serie de miniconsolas que muestran los valores de las magnitudes que caracterizan el funcionamiento del simulador: masas, temperaturas, entalpías, potencias, eficiencias.

Cada sección de la planta (horno, caldera, chimenea, turbina, etc.) dispone de una miniconsola para la visualización de variables específicas, con la opción de variar también ciertos parámetros para analizar el funcionamiento en diferentes condiciones de operación.

El simulador se conecta a un PC para supervisión, visualización gráfica de las variables de interés, etc., a través de una interfaz USB dedicada.



GESTIÓN DE RESIDUOS



El simulador se acompaña de la aplicación Windows **DLworkspace**, que proporciona un entorno de enseñanza integrado para utilizar el propio simulador.

Esta aplicación previa reúne, en una única interfaz gráfica de usuario, todas las herramientas necesarias para utilizar el Simulador:

- el software de formación (es decir, los materiales didácticos) con la guía teórica de los temas de estudio, la guía de ejercicios y los cuestionarios,
- las herramientas para la visualización gráfica de las magnitudes adquiridas por el simulador.

También es posible conectar el Simulador a un **Broker MQTT** para publicar toda la información mediante técnicas de Internet de las Cosas y visualizarla remotamente en otros ordenadores.

Tiene las siguientes características técnicas:

- Panel sinóptico con diagrama del sistema a color,
- 10 miniconsolas con pantallas TFT de 2,8", resolución de 240 x 320 y teclado de 5 teclas,
- Interfaz USB,
- Aplicación DLworkspace para Windows,
- Software de gestión y procesamiento gráfico,
- Software de formación con texto, imágenes, vídeos y cuestionarios,
- Alimentación: 220 Vca \pm 10 %, 50 Hz.

El plan de estudios incluye los siguientes temas:

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU).**
 - ◆ División en categorías,
 - ◆ Parámetros fundamentales,
 - ◆ Cálculo de parámetros para la planta de valorización energética de residuos.
- **Valorización energética de residuos: introducción.**
 - ◆ Combustible residual,
 - ◆ Parámetros característicos.
- **Valorización energética de residuos: combustión.**
 - ◆ Combustión de residuos,
 - ◆ El horno y la caldera,
 - ◆ Balances de masa y energía,
 - ◆ Depuración de gases de combustión.
- **Valorización energética de residuos: producción de energía.**
 - ◆ El ciclo Rankine del vapor,
 - ◆ El turboalternador,
 - ◆ Producción y eficiencia de energía eléctrica,
 - ◆ Energía térmica.

El sistema está provisto de manuales técnicos de teoría y ejercicios.



GESTIÓN DE RESIDUOS



El Simulador DL GR01

Para el funcionamiento del Simulador se deben proporcionar como entrada los datos que caracterizan los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que serán incinerados.

Estos datos son:

- el poder calorífico,
- la humedad relativa,
- el porcentaje de cenizas,
- la cantidad de aire necesaria.

Esta información depende del tipo de residuo generado en una zona determinada y del porcentaje de recogida selectiva de residuos, si lo hay.

Para calcular los parámetros anteriores, a partir de los datos de recolección, el **DLworkspace** contiene la Calculadora de Residuos (**Waste Calculator**).



Waste Calculator											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	
Municipal Solid Waste:											
Waste type	%	RD %	Out %	CV (ca...	Ashes %	Umidit...	C	H	O	S	
Organic substance:	30	15	30.00	4200.00	24.10	63.30	38.80	4.20	28.30	0.90	
Plastic:	14	15	14.00	30500.00	1.50	4.00	65.60	9.30	17.00	0.20	
Paper:	25	15	25.00	12100.00	18.60	15.80	38.20	2.80	37.90	0.90	
Textile:	7	15	7.00	5400.00	12.40	21.00	44.70	5.00	37.00	0.10	
Inerts:	24	15	24.00	0.00	85.00	3.75	9.10	1.10	2.70	0.10	
Totals:	100	0	100.00	8933.00	33.36	25.87	35.94	3.88	23.58	0.55	
Calculator values for the Waste-to-Energy Plant:											
Calorific value:	8933.00	[kJ/kg]									
Umidity:	25.87	[%]									
Ashes:	33.36	[%]									
Air:	5.49	[kg/kg]									

Waste Info

Una vez introducidos los porcentajes de recogida de los diferentes tipos de residuos y los correspondientes porcentajes de recogida separada, la calculadora calcula automáticamente los parámetros de RSU requeridos por el Simulador.



GESTIÓN DE RESIDUOS

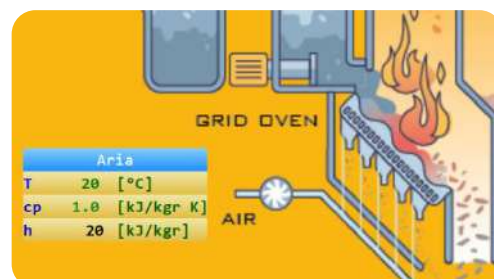


El Simulador **DL GR01** se convierte así también en una herramienta para analizar un territorio y verificar la influencia de los cambios en la recogida separada de residuos sobre los parámetros significativos del proceso de incineración.

Las demás secciones de una planta de valorización energética de residuos analizadas por el Simulador son:

EL HORNO

En él se queman los residuos, añadiendo aire en cantidades iguales a las indicadas en los parámetros básicos.



LOS RESIDUOS Y LO NO QUEMADO

Se calcula su masa y se evalúa la pérdida de potencia térmica relacionada con ellos.



LOS HUMOS GENERADOS POR EL HORNO

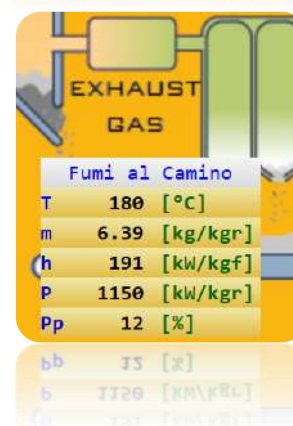
Contienen la energía térmica producida por la combustión, que luego se transfiere al fluido de la caldera para generar vapor.

Se calculan su masa, temperatura y entalpía.



HUMOS DE LA CHIMENEA

Calculando su masa y energía perdida.





GESTIÓN DE RESIDUOS

LA CALDERA

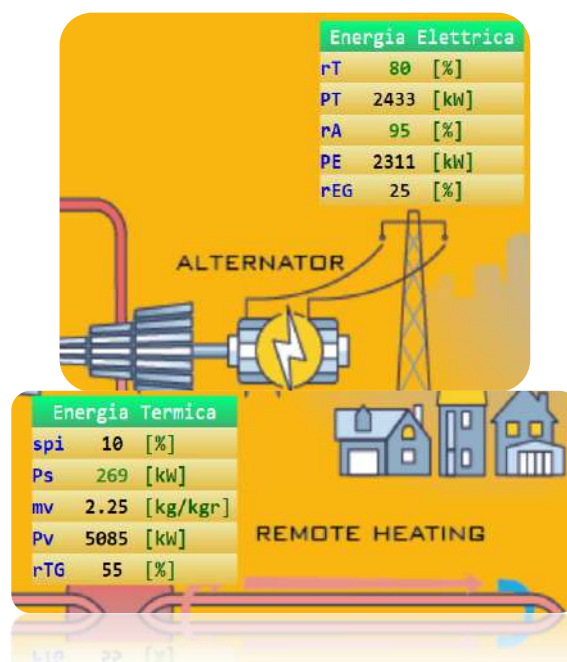
Allí donde entra el residuo, se calienta por la fuerza térmica de los gases de combustión y se transforma en vapor sobrecalentado con su masa y energía térmica.



EL TURBOALTERNADOR

Compuesto por una turbina y un generador eléctrico que convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

La energía eléctrica generada depende de la potencia térmica del vapor y de la eficiencia del generador. La energía térmica del vapor también puede utilizarse para **calefacción urbana**.





PLANTA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA



DL GR02

El Simulador **DL GR02** permite estudiar el funcionamiento y analizar las características de una Planta de Digestión Anaeróbica.

Consiste en un panel que muestra el esquema completo de toda la planta, que alberga una serie de miniconsolas que muestran los valores de las magnitudes que caracterizan el funcionamiento del simulador: masas, temperaturas, energías, etc.

El simulador también cuenta con potenciómetros para configurar parámetros operativos y pantallas para visualizar cantidades adicionales.

El simulador se conecta a un PC para supervisión, visualización gráfica de las variables de interés, etc., a través de una interfaz USB dedicada.



GESTIÓN DE RESIDUOS



El simulador se acompaña de la aplicación Windows **DLworkspace**, que proporciona un entorno de enseñanza integrado para utilizar el propio simulador.

Esta aplicación previa reúne, en una única interfaz gráfica de usuario, todas las herramientas necesarias para utilizar el Simulador:

- el software de formación (es decir, los materiales didácticos) con la guía teórica de los temas de estudio, la guía de ejercicios y los cuestionarios,
- las herramientas para la visualización gráfica de las magnitudes adquiridas por el simulador.

También es posible conectar el Simulador a un **Broker MQTT** para publicar toda la información mediante técnicas de Internet de las Cosas y visualizarla remotamente en otros ordenadores.

Tiene las siguientes características técnicas:

- Panel sinóptico con diagrama del sistema a color,
- 10 miniconsolas con pantallas TFT de 2,8", resolución de 240 x 320 y teclado de 5 teclas,
- Interfaz USB,
- Aplicación DLworkspace para Windows,
- Software de gestión y procesamiento gráfico,
- Software de formación con texto, imágenes, vídeos y cuestionarios,
- Alimentación: 220 Vca \pm 10 %, 50 Hz.

El plan de estudios incluye los siguientes temas:

- **Digestión anaeróbica.**
 - ◆ Introducción,
 - ◆ Etapas de la digestión,
 - ◆ Producción de biogás.
- **Tipo de sistema.**
 - ◆ Parámetros de operación,
 - ◆ Tipos de proceso: húmedo, seco, etc.
 - ◆ Tipos de planta,
 - ◆ Cogenerador.
- **Dimensionamiento de un reactor.**
 - ◆ Parámetros de entrada,
 - ◆ Cálculos dimensionales,
 - ◆ Balances de masa y energía.
- **Simulación de operaciones.**
 - ◆ Análisis operativo,
 - ◆ Análisis de rendimiento,
 - ◆ Balances de masa y energía.

El sistema está provisto de manuales técnicos de teoría y ejercicios.



El Simulador DL GR02

Para que el Simulador funcione es necesario proporcionar como entrada los datos que caracterizan el sistema.

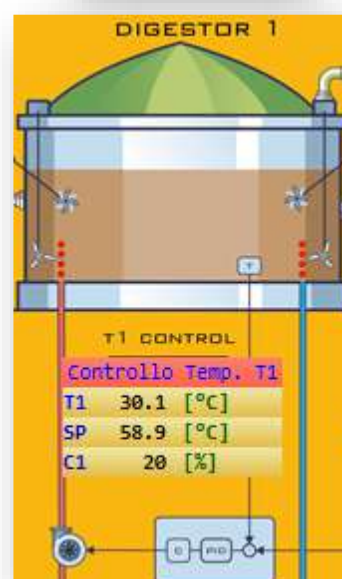
Estos datos son:

- la masa de materia orgánica,
- el porcentaje de sólidos totales,
- el porcentaje de sólidos volátiles,
- la temperatura de operación.

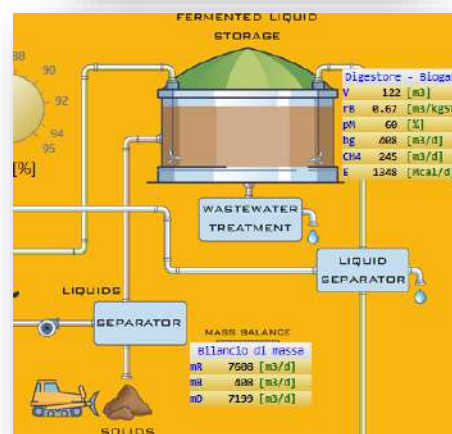


Para un funcionamiento óptimo del sistema, la temperatura en los digestores debe regularse a valores óptimos y mantenerse constante.

Para este propósito, el simulador contiene un controlador PID para el control de la temperatura.



Todas las variables de funcionamiento del reactor se muestran en miniconsolas apropiadas junto con los datos del balance de masa.



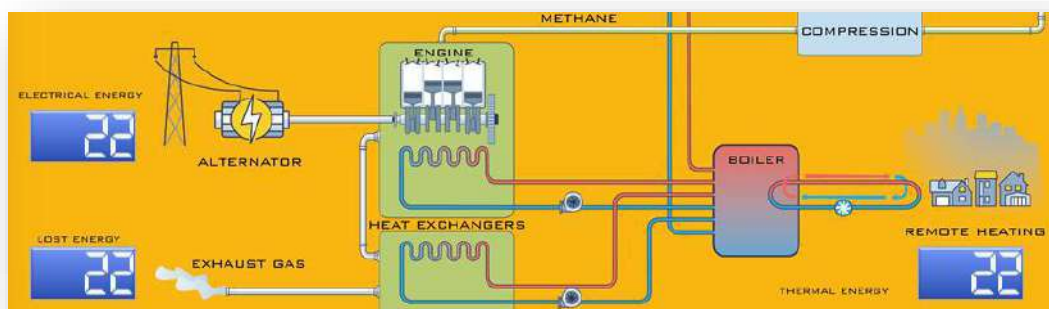
El metano que se produce, tras sucesivas fases de limpieza y compresión, puede utilizarse para inyectarlo a la red de distribución, o bien para generar electricidad y calor a través de un cogenerador.



GESTIÓN DE RESIDUOS



El simulador DL GR02 utiliza un cogenerador, según el diagrama de la figura:



Pantallas especiales muestran: la energía eléctrica producida, la energía térmica producida y la energía perdida.



PLANTA DE SELECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS



DL GR03

El Simulador **DL GR03** permite estudiar los desafíos del proceso de recolección y clasificación de residuos sólidos urbanos.

Consiste en un panel que muestra el esquema completo del sistema, el cual alberga una serie de miniconsolas que muestran los valores de los parámetros relevantes.

El simulador se conecta a un PC para supervisión, visualización gráfica de las variables de interés, etc., a través de una interfaz USB dedicada.

El simulador se acompaña de la aplicación Windows **DLworkspace**, que proporciona un entorno de enseñanza integrado para utilizar el propio simulador.



GESTIÓN DE RESIDUOS



Esta aplicación previa reúne, en una única interfaz gráfica de usuario, todas las herramientas necesarias para utilizar el Simulador:

- el software de formación (es decir, los materiales didácticos) con la guía teórica de los temas de estudio, la guía de ejercicios y los cuestionarios,
- las herramientas para la visualización gráfica de las magnitudes adquiridas por el simulador.

También es posible conectar el Simulador a un **Broker MQTT** para publicar toda la información mediante técnicas de Internet de las Cosas y visualizarla remotamente en otros ordenadores.

Tiene las siguientes características técnicas:

- Panel sinóptico con diagrama del sistema a color,
- 10 miniconsolas con pantallas TFT de 2,8", resolución de 240 x 320 y teclado de 5 teclas,
- Interfaz USB,
- Aplicación DLworkspace para Windows,
- Software de gestión y procesamiento gráfico,
- Software de formación con texto, imágenes, vídeos y cuestionarios,
- Alimentación: 220 Vca \pm 10 %, 50 Hz.

El plan de estudios incluye los siguientes temas:

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU).**
 - ♦ División en categorías,
 - ♦ Los parámetros fundamentales.
- **Plantas de selección.**
 - ♦ Reducción dimensional,
 - ♦ Separación manual, dimensional, gravimétrica, magnética, eléctrica y óptica.
- **Desperdicio de energía.**
 - ♦ Valor calorífico,
 - ♦ Cálculo de parámetros de incineración.

El sistema está provisto de manuales técnicos de teoría y ejercicios.



GESTIÓN DE RESIDUOS



El Simulador DL GR03

Para el funcionamiento del Simulador se deben proporcionar como entrada datos relativos a la distribución de las distintas categorías de residuos sólidos, definiendo así la composición del material a reciclar o disponer.

Los valores se han dividido en las siguientes categorías principales que tienen características similares:

- orgánico,
- plástico,
- papel y cartón,
- madera/textiles,
- materiales inertes.

En el simulador es posible definir los porcentajes de recogida separada de residuos para cada categoría de residuo.

El simulador calcula y muestra automáticamente los porcentajes, para cada categoría, de residuos destinados a plantas de clasificación.

Los porcentajes de separación obtenibles para cada categoría de residuo se pueden configurar según se desee a través de la miniconsola correspondiente.

RU		
Organici	30	[%]
Plastica	14	[%]
Carta	25	[%]
Legno	7	[%]
Inerti	24	[%]
Totale	100	[%]

Dati OK

Organici	15	[%]
Plastica	15	[%]
Carta	15	[%]
Legno	15	[%]
Inerti	15	[%]

RIFIUTI DA SEPARARE		
Organici	30	[%]
Plastica	14	[%]
Carta	25	[%]
Legno	7	[%]
Inerti	24	[%]

Organici	0	[%]
Plastica	80	[%]
Carta	80	[%]
Legno	70	[%]
Inerti	75	[%]



GESTIÓN DE RESIDUOS

Los porcentajes de los diferentes componentes de los residuos, que no han sido separados durante las fases de separación, son calculados automáticamente por el Simulador y mostrados en la miniconsola RESIDUOS SIN CLASIFICAR 'UNSORTED WASTE'.



RIFIUTI NON SEPARATI		
Organici	65	[%]
Plastica	6	[%]
Carta	11	[%]
Legno	5	[%]
Inerti	13	[%]

Esta fracción residual de residuos se puede enviar a dos opciones de tratamiento diferentes:

- Vertedero para disposición final,
- Valorización energética de residuos para producción de energía.

Para la valorización energética de residuos, el Simulador proporciona la miniconsola PLANTA DE CONVERSIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS 'WASTE TO ENERGY PLANT' que muestra los principales parámetros necesarios para calcular la energía que se puede obtener a partir de los residuos.

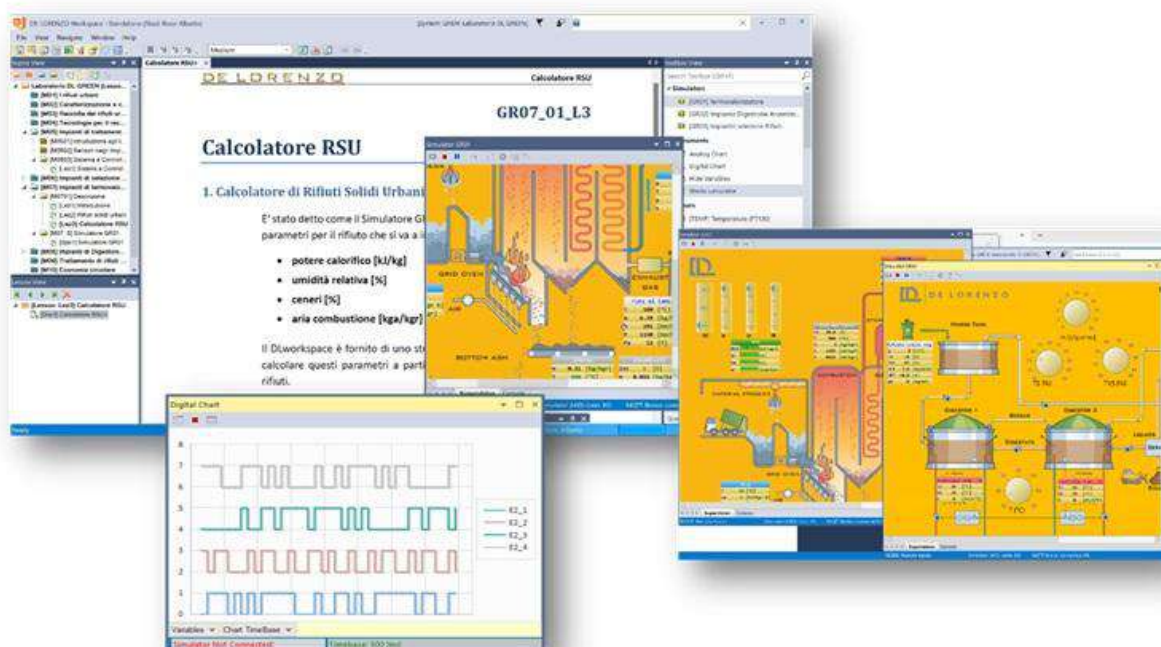


WASTE TO ENERGY PLANT		
Combustibile Solido		
PCI	6171	[kJ/kg]
Ur	45	[%]
Ce	30	[%]
ar	4.54	[kg/kg]

Esta información puede luego introducirse en el Simulador **DL GR01** para la conversión de residuos en energía.



DL WORKSPACE

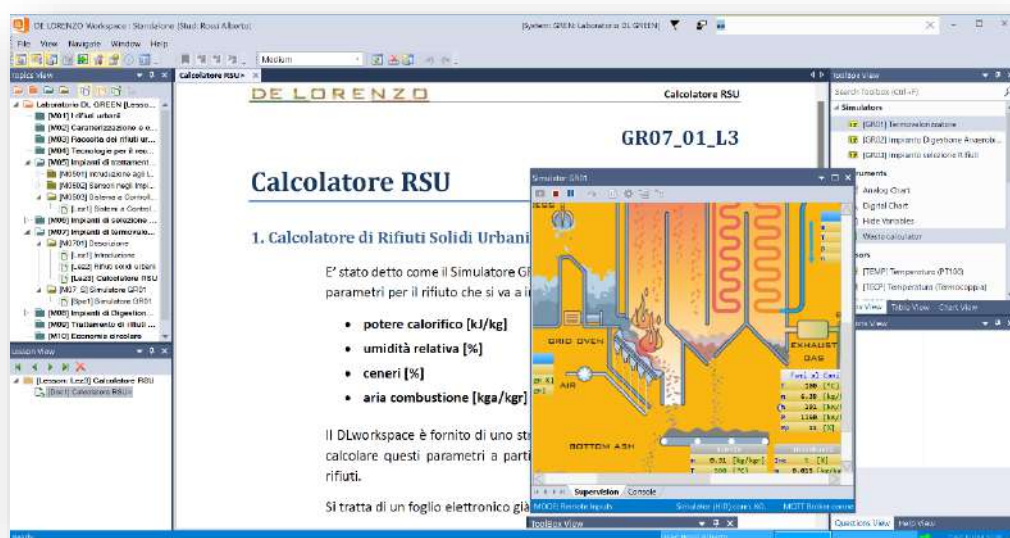




DLworkspace IDE

De Lorenzo Workspace es una aplicación de Windows que proporciona un Entorno Integrado de Aprendizaje (IDE) para la formación. Reúne, en una única interfaz gráfica de usuario, todas las herramientas que los estudiantes necesitan para estudiar y experimentar, y los profesores para enseñar y evaluar el aprendizaje.

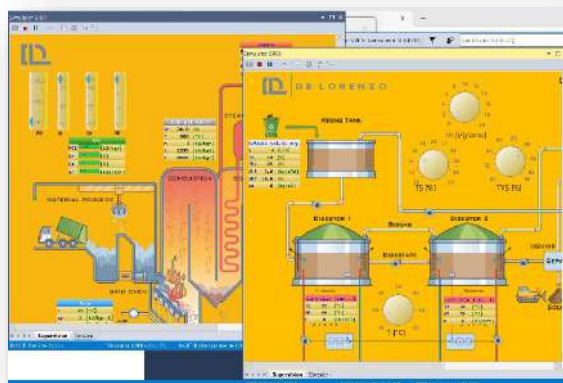
La figura muestra un ejemplo.



Es posible que notes:

- la lista de temas y lecciones a la izquierda,
- las páginas de lecciones en el centro,
- las herramientas de supervisión, los videos y la gestión de preguntas a la derecha.

El mismo entorno también alberga las herramientas del Simulador para la supervisión y el procesamiento gráfico.

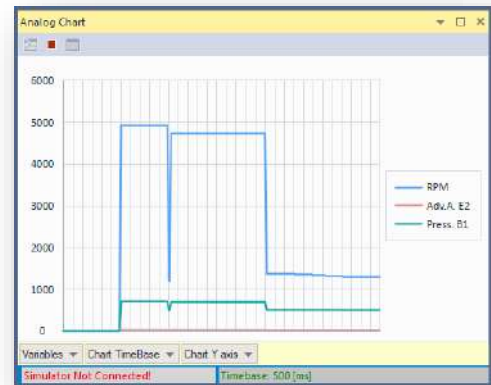




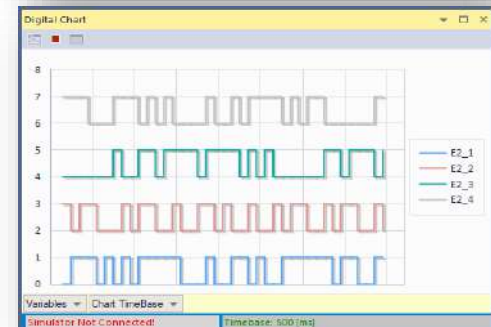
GESTIÓN DE RESIDUOS



El **Analog Chart** permite visualizar el comportamiento en tiempo real de las magnitudes analógicas durante la simulación. Se pueden seleccionar varias magnitudes simultáneamente.



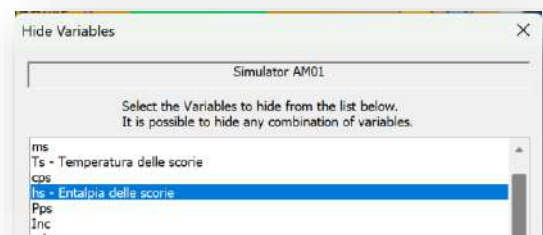
El **Digital Chart** le permite ver la tendencia en tiempo real de las cantidades ON-OFF durante la simulación.



Preguntas interactivas

El **DLworkspace** permite al profesor formular preguntas interactivas a los estudiantes durante la simulación. Es posible ocultar los valores de las variables mostradas por el simulador y solicitar que el estudiante los calcule.

Una ventana especial permite al profesor seleccionar las variables que desea ocultar.



El valor de la variable ya no se muestra al estudiante en el simulador. Debe calcularlo utilizando balances de masa, energía u otros, según el tipo de variable.

Scorie		
m	0.31	[kg/kg _r]
T	500	[°C]
cp	1.26	[kJ/kg K]
h	???	[kW/kg]
Pp	2.1	[%]

De esta manera es posible verificar directamente el nivel de aprendizaje del estudiante.



RESUMEN DE LA COMPOSICIÓN DEL LABORATORIO DL GREENLAB Y CÓDIGOS RELACIONADOS

La estación principal del laboratorio **DL GREENLAB** consta de una **estación de trabajo para el docente** y está compuesta de la siguiente manera:

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	CANTIDAD
DL GREENLAB	• DL GREENLAB-TEACHER	1
	• DL WORKSPACE - CLASSROOM SERVER	1
	• DL GR01	1
	• DL GR02	1
	• DL GR03	1

A continuación, agregue una o más **estaciones de trabajo para estudiantes** con el código **DL GREENLAB-STUDENT** y cada una de ellas incluya una PC con una licencia de software.

CÓDIGO	CONTENIDO
DL GREENLAB-STUDENT	Una licencia de DL WORKSPACE

Además, **opcionalmente**, se puede agregar una placa de hardware **DL DEVIOT-GR** completa con sensores y actuadores para interactuar con la estación de trabajo del estudiante.

CÓDIGO	CANTIDAD
DL DEVIOT-GR	Uno o más placas, dependiendo del número de estaciones de trabajo de los estudiantes

Finalmente, cabe destacar que cualquiera de los tres simuladores **DL GR01**, **DL GR02** o **DL GR03** puede solicitarse por separado, independientemente del laboratorio **DL GREENLAB**. En este caso, al solicitarlo, se incluirá el software de simulación **DL WORKSPACE**, que contiene todas las lecciones teóricas y prácticas relacionadas con el simulador elegido, como ocurre principalmente con nuestros simuladores de **AUTOTRÓNICA** y **TERMOTRÓNICA**.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CONTENIDO
DL GR01	Waste-to-Energy Plant	El simulador con licencia DL WORKSPACE
DL GR02	Anaerobic Digestion Plant	El simulador con licencia DL WORKSPACE
DL GR03	Solid Waste Selection Plant	El simulador con licencia DL WORKSPACE