

SECADO TÉRMICO DE FANGOS DE LA EDAR SANTA CATALINA (CEUTA)

LA SOCIEDAD ESTATAL ACUAES, DEPENDIENTE DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, HA PROMOVIDO LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDAR DE CEUTA, QUE PERMITEN SATISFACER LAS NECESIDADES DE DEPURACIÓN DE LA CIUDAD AUTÓNOMA PARA DAR CUMPLIMIENTO A LA NORMATIVA DE LA UNIÓN EUROPEA EN MATERIA DE DEPURACIÓN.

La actuación, en funcionamiento desde abril de 2012, completa el sistema de saneamiento de la Ciudad, garantizando el cumplimiento de la legislación vigente sobre tratamiento de aguas residuales. Con este objetivo, se ejecutan las obras de la nueva EDAR, que ha sido diseñada para tratar las aguas residuales de 194.500 habitantes equivalentes con un caudal diario de hasta 30.000 m³/día mediante un proceso convencional de fangos activos a media carga con digestión anaerobia de fangos en caliente. Dispone asimismo de un tratamiento terciario con capacidad para 12.000 m³/día, permitiendo que parte de las aguas depuradas pueda ser reutilizada.

La Línea de fangos se compone de un espesamiento de fangos primarios por gravedad, espesamiento de fangos secundarios mediante equipos mecánicos, estabilización anaerobia y secado mecánico de fangos mediante centrifugas.

Las obras, ejecutadas entre los años 2007 y 2010, comprenden la impulsión de las aguas residuales de la ciudad desde la estación de bombeo de San Amaro hasta la nueva EDAR, la construcción de ésta y un emisario de vertido, con tramo terrestre y submarino.

La inversión de la EDAR fue de 22,3 millones de euros, cofinanciados por el Ministerio mediante el Fondo de Cohesión de la Unión Europea y la Ciudad Autónoma de Ceuta.

Uno de los problemas más importante a abordar tras la construcción de la estación depuradora ha sido la evacuación de los fangos generados en ella. Las peculiares características de Ceuta, cuya superficie no alcanza los 20 Km², además de la falta de vertederos con capacidad suficiente para absorber toda la producción de biosólidos de la EDAR, hacen necesario que tengan que ser embarcados y transportados a la Península.



THERMAL SLUDGE DRYING AT THE SANTA CATALINA EDAR (CEUTA)

SPANISH STATE ENTERPRISE ACUAES, WHICH OPERATES UNDER THE AEGIS OF THE MINISTRY OF AGRICULTURE, FOOD AND ENVIRONMENTAL AFFAIRS, WAS RESPONSIBLE FOR DEVELOPING THE CEUTA WWTP. THIS PLANT ENABLES THE WATER TREATMENT NEEDS OF THE AUTONOMOUS CITY OF CEUTA TO BE MET, WHILST ACHIEVING COMPLIANCE WITH EU LEGISLATION ON WATER TREATMENT.

The objective of the plant, which has been in operation since April of 2012, was to complete the city's sewage system and ensure compliance with current legislation governing wastewater treatment. The new WWTP is designed to treat the wastewater of a population equivalent of 194,500 with a daily flow of up to 30,000 m³/day. The plant implements a medium load conventional activated sludge process with anaerobic digestion in heated conditions. It also features tertiary treatment facilities with a capacity for 12,000 m³/day, enabling some of the treated water to be reused.

The sludge line comprises primary sludge gravity thickening, mechanical secondary sludge thickening, anaerobic stabilisation and mechanical sludge drying by means of centrifuges.

The construction work was carried out between 2007 and 2010 and encompassed: the pipeline to take the city's wastewater from the San Amaro pumping station to the new WWTP, the construction of the WWTP itself and a discharge outfall with terrestrial and subsea sections.

Investment in the WWTP amounted to €22.3 million and the project was co-funded by the Ministry, through the EU Cohesion Fund, and the Autonomous City of Ceuta.

A major problem that needed to be tackled subsequent to construction was the evacuation of sludge generated at the WWTP. The peculiar characteristics of Ceuta, which has a surface area of less than 20 Km², along with the lack of landfill facilities with sufficient capacity to receive the total production of bio-solids from the plant, made it necessary to send the sludge by ship to mainland Spain.

Average dry matter content at the outlet of the centrifuges is 23% and bio-solids production is estimated at 7,706 t/annum in year one and 13,371 t/annum in the horizon year.

Owing to the complexity and high cost of transporting the sludge by sea, the installation of a thermal sludge drying unit to reduce the moisture content and volume of the sludge became a priority in the case of Ceuta. The management of sludge from the WWTP represents another waste management problem for the city, which is also obliged to transport municipal solid waste to the Spanish mainland.

Following the drafting and ratification of the construction design documents, ACUAES awarded the contract for the building and commissioning of the new Thermal

La sequedad media de salida de las centrifugas es del 23 por ciento, con una producción de biosólidos estimada de 7.706 Tn/año en el año inicial y 13.371 Tn/año en el año horizonte. Debido a la complejidad y al elevado coste del transporte marítimo del fango, la instalación de un secado térmico que reduzca la humedad y el volumen de fangos a transportar se ha convertido, en el caso de Ceuta, en una prioridad. La gestión de fangos de la EDAR supone para la ciudad un problema de gestión de residuos añadido, ya que también se ve obligada a transportar a la península los residuos sólidos urbanos.

Tras la redacción y aprobación del proyecto constructivo, ACUAES adjudicó las obras de construcción y puesta en marcha del nuevo Secado Térmico de Fangos para la EDAR de Santa Catalina a la empresa Drace Infraestructuras, S.A. por un importe de 3,79 millones de euros. Las obras se encuentran actualmente en fase de construcción.

La instalación elegida se basa en el principio de convección de aire caliente a baja-media temperatura en un secador de tipo banda, con doble paso, de la marca HAARSLEV. El diseño es modular, lo que permite futuras ampliaciones. La capacidad de evaporación de diseño es de 1.350 kg agua evaporada/hora.

Descripción del proceso

Generación de calor

Se realiza un calentamiento directo del aire de secado, mediante un quemador dual biogás/gasóil, evitando así la necesidad de sistemas de intercambio de calor mediante aceite térmico o agua caliente y reduciendo los costes de mantenimiento y el espacio requerido.

Con la producción de biogás de la planta, no se cubren todas las necesidades de consumo energético del equipo de secado térmico por lo que se estiman unas necesidades de consumo de gasóleo (especialmente en invierno), para suplir esa deficiencia. El quemador dual está preparado para ambos combustibles.

Secador

El producto húmedo previamente deshidratado en centrifugas es conducido de forma continua a la parte superior del secador y a través de una tolva "buffer" se va distribuyendo el producto de forma uniforme sobre la banda superior de secado.

La cinta de acero perforada, de doble paso, transporta lentamente el producto a través de los módulos del secador, donde entra en contacto con los gases calientes. El sistema asegura la provisión uniforme de aire de secado al lodo, mediante unas placas deflectoras con ventiladores de recirculación de aire.

A medida que el producto circula a través de las diferentes cámaras, la temperatura del gas va aumentando de forma progresiva y calentando el lodo, hasta conseguir la temperatura deseada (aproximadamente 70-130°C). Al final de la cinta superior, el producto pasa a la segunda cinta donde se completa el proceso de evaporación. El producto se va enfriando a medida que se aproxima a la salida del secador. En la segunda etapa, la temperatura se mantiene por debajo de los 90°C.

La temperatura en el interior del secador se encuentra monitorizada durante todo el proceso, con el objetivo de actuar sobre la ve-



Sludge Drying Facility at the Santa Catalina WWTP to DRACE INFRAESTRUCTURAS, S.A. The contract is worth €3.79 million and the facility is currently under construction.

The technology chosen is based on the principle of hot air convection at a low-medium temperature in a double pass belt dryer manufactured by HAARSLEV. The design is modular, which facilitates future expansion of the facility. The design evaporation capacity is 1,350 kg H₂O/hour.

Description of the process

Heat generation

The drying air undergoes direct heating by means of a dual biogas/diesel burner, thereby avoiding the need for heat exchange systems based on thermal oil or hot water, resulting in reduced maintenance costs and space requirements.

Biogas production at the plant does not cover all the energy needs of the thermal drying unit, meaning that diesel will be required, particularly in winter, to offset this deficit. The dual burner is designed for both fuels.

Dryer

The wet product, subsequent to dewatering in centrifuges, is sent continuously to the top part of the dryer and is uniformly distributed by means of a buffer hopper onto the upper belt of the dryer.

The double pass, perforated steel belt slowly carries the product through the modules of the dryer, where it comes into contact with the hot gases. The system ensures the uniform provision of drying air to the sludge by means of deflector plates with air recirculation fans.

As the product passes through the successive chambers, the temperature of the gas increases progressively and heats the sludge to the desired temperature (approximately 70-130°C). At the end of the top belt the product transfers to the second belt, where the evaporation process is completed. The product is cooled as it moves towards the the outlet of the dryer. In the second stage, the temperature is maintained below 90°C.

Temperatures inside the dryer chambers are constantly monitored throughout the process for the purpose of controlling the speed of the belt and the feeding unit, thereby optimising drying time and end product quality.



Product retention time in the dryer ranges from 60 to 120 minutes, depending on process parameters. This combination of temperature and retention time ensures that the product is pasteurised in compliance with the US EPA Class A Standard.

The risk of explosion within the dryer is minimised by preventing the formation of flammable atmospheres. The sludge is transported slowly on the belts to prevent friction. The drying air has a low solid particles content ($< 10 \text{ mg/m}^3$) in all operating scenarios and the facility has no ATEX classified areas.

The final product has a dry matter content of 90% and a bulk density of approximately 350 kg/m^3 , although this may be increased by the installation of a subsequent shredding system.

Process air treatment and energy recovery

The process air retains the sludge moisture and yields some of its heat. Therefore, before being recirculated to the system, these gases are sent to a spray type condenser featuring injected cooling water, where the moisture is partially condensed.

Cooling can also be carried out using sludge from the digester in a closed circuit, with the residual heat of the gases being used to heat the sludge to be digested (the sludge entering digestion must be heated to a temperature of 35°C). Biogas from the plant

localidad de la cinta y la unidad de alimentación optimizando así el tiempo de secado y la calidad del producto final.

El tiempo de retención del producto en el secador variará entre 60-120 minutos, dependiendo de los parámetros del proceso. Esta combinación de tiempo y temperatura aseguran la pasteurización del producto, cumpliendo con la denominación USEPA Clase A.

El riesgo de explosión dentro del secador es minimizado evitando la formación de atmósferas inflamables. El lodo se transporta lentamente en las bandas para limitar los esfuerzos de fricción. El aire de secado tiene un bajo contenido en partículas sólidas ($< 10 \text{ mg/m}^3$) en todos los escenarios de operación. Toda la instalación está libre de zonas clasificadas ATEX.

El producto final alcanza una sequedad del 90% y tiene una densidad aparente de aproximadamente 350 kg/m^3 , aunque puede aumentarse mediante la instalación de un sistema de triturado posterior.

Tratamiento del aire de proceso y recuperación energética

El aire de proceso retiene la humedad del fango, cediendo parte de su temperatura, por lo que antes de recircularlo al sistema, estos gases son enviados a un condensador tipo spray con inyección de agua de enfriamiento, donde la humedad es condensada parcialmente.

La refrigeración puede realizarse también empleando fango del digestor, en un circuito cerrado, aprovechando el calor residual de los gases para el calentamiento del propio fango a digerir (los fangos a digestión necesitan ser calentados hasta una temperatura de 35°C). Actualmente, se emplea el biogás de la planta para calentar estos fangos, por lo que este sistema de refrigeración permitirá que todo el biogás producido en la planta se emplee en el secado, calentando los fangos con el calor excedente del propio proceso.

En la instalación de Ceuta se ha optado por un doble sistema de refrigeración, empleando dos condensadores. El primero utiliza fango de digestión como refrigerante. Como alternativa, se instalará otro condensador con inyección de agua de enfriamiento, procedente del efluente de la propia EDAR.



Dado que en los condensadores se pierde toda la carga hidráulica, a la salida se instala un nuevo bombeo de fangos hasta el digestor. Igualmente, el agua de enfriamiento del segundo condensador es conducida a cabecera de planta. Una cierta cantidad de aire es descargada mediante un ventilador de incondensables y enviada a la red de desodorización de la planta, manteniendo una leve presión negativa en el secador. Toda la instalación se aloja en un edificio desodorizado, de nueva construcción.



Consumo energético

El consumo de energía térmica por kilo de agua evaporada es uno de los factores determinantes a la hora de diseñar el proceso, ya que, por cada 100 kW de menos, el consumo de gasoil se reduce en más de siete litros.

Por ello, en los pliegos de licitación, se adoptó como valor máximo un consumo de energía térmica de 1,0 kWh/kg H₂O evaporada. Otro de los factores a considerar es el consumo energético, estableciendo un consumo máximo de 0,1 kWh/kg H₂O evaporada.

La potencia eléctrica instalada que requiere el sistema es de 91 kW, con un consumo eléctrico de 70 kWh. El ratio de consumo de energía eléctrica se sitúa en 0,05 kWh por kilogramo de agua evaporada. El consumo de energía térmica se estima en 0,88 kWh/kg agua evaporada.

Datos generales | General data

Datos de partida. Fango deshidratado. | Input data. Dewatered sludge.

	Situación Inicial Initial situation	Situación Futura Future situation
Producción diaria (kgMS/día) Daily production (kgDM/day)	4,856	8,426
Producción anual kgMS/año Annual production kgDM/annum	1,772,440	3,075,490
Sequedad media Average dry matter content	23%	23%
Producción biosólidosTn/año Bio-solids production t/annum	7,706	13,371

Resultados a obtener. | Results to be achieved.

	Situación Inicial Initial situation	Situación Futura Future situation
Sequedad diseño Design dry matter content	90%	90%
Producción anual biosólidosTn/año Annual bio-solids production t/annum	1,969	3,417
Reducción en peso del total de biosólidos Weight reduction of total bio-solids	74.4%	74.4%
Densidad de salida kg/m ³ Outlet density kg/m ³	350	350
Horas funcionamiento / año Hours in operation / year	7,500	7,500
Kg agua evaporada/hora Kg evaporated water/hour	765	1,327

is currently used to heat this sludge, meaning that this cooling system allows all the biogas output of the plant to be used in the drying process, with the sludge being dried by the excess heat of the process itself. At the Ceuta facility, it was decided to install a double cooling system with two condensers. The first condenser uses sludge from digestion as a coolant. As an alternative, another condenser that uses injected cooling water from the WWTP effluent is also installed.

Given that the entire hydraulic load is lost in the condensers, a new pumping station is installed at the outlet of the condensers to pump the sludge to the digester. Similarly, the cooling water from the second condenser is sent to the headworks.

A certain amount of air is removed by means of an incondensable gas fan and sent to the plant odour control network, maintaining a slight negative pressure in the dryer.

The entire facility is housed in a newly constructed deodorised building.

Energy consumption

Thermal energy consumption per kilogram of evaporated water is a key factor when it comes to designing a process because for every 100-kW reduction in the thermal energy required, diesel consumption is reduced by seven litres.

For this reason, the tender documents set out a maximum thermal energy consumption of 0.1 kWh/kg H₂O evaporated. Another factor to be taken into account is energy consumption, with maximum consumption set at 0.1 kWh/kg H₂O evaporated.

The installed electrical capacity required by the system is 91 kW, with electricity consumption of 70 kWh. The rate of electricity consumption is 0.05 kWh per kilogram of water evaporated. Thermal energy consumption is estimated at 0.88 kWh/kg water evaporated.

Rocío Rodríguez Carrascosa

Directora de las Obras. ACUAES
Technical Project Manager. ACUAES