



Deshidratación de lodos de depuradora urbana con prensa rotatoria

Departamento de I+D de Fagor Edergarden

El objetivo del trabajo es conocer las condiciones de operación de la prensa rotatoria de la empresa Fagor Edergarden con varios lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) y comparar los resultados con los de una centrífuga. Los lodos que han servido de muestra son dos: uno mixto espesado y otro de un ATAD (Autoheated Thermophilic Aerobic Digestion). Se ha utilizado una unidad móvil que contiene la prensa rotatoria de un canal. Se han realizado las pruebas durante un mes. Tras la experimentación con el lodo de EDAR1 y EDAR2, la prensa rotatoria ha demostrado ser una tecnología competitiva en el área de la deshidratación de lodos, puesto que se han conseguido mejorar los resultados de proceso en cuanto a sequedad.

Palabras clave

Prensa rotatoria, deshidratación, ATAD, lodo espesado, sequedad, consumo.

Sludge dewatering with rotary press technology in WWTP

The aim of this project is to get to know the operating conditions of the Fagor Edergarden's rotary press with various sludge types, as well as to compare these results with the centrifuge technology. These sludges come from a mixed sludge thickening unit and an ATAD (Autoheated Thermophilic Aerobic Digestion) unit of different wastewater treatment plants (WWTP). A mobile unit that contains an one channel rotary press has been used during the trial. After the experimentation with the sludges from WWTP1 and WWTP2, the rotary press has proved to be a competitive technology in the sludge dewatering area, as the process results according to cake dryness have been improved.

Keywords

Rotary press, dewatering, ATAD, thickened sludge, dryness, electric consumption.



1. Introducción

La gestión de lodos de depuradora es un proceso costoso para quienes lo generan y, además, tiene consecuencias directas para el medio ambiente. La legislación está obligando a un mayor número de empresas, de distintos sectores, a gestionar los lodos. La vía del vertedero es cada vez más cara y las corrientes medio ambientales sugieren revalorizar esos residuos.

Fagor Edergarden (www.fagoredergarden.com) ofrece a través de su prensa rotatoria soluciones de tratamiento de lodos procedentes de la depuración de aguas residuales y de actividades industriales como la agroalimentaria, la ganadera, la papelera y otras. La solución propuesta es una deshidratación mecánica del lodo de forma totalmente novedosa, que permite la revalorización de los lodos y la reutilización del agua extraída, obteniendo un residuo en un estado más aprovechable.

Se trata de un nuevo negocio promovido por las cooperativas Fagor Ederlan y Fagor Arrasate, en colaboración con Fournier Industries Inc., desarrollador de la prensa rotatoria, que entró en el mercado de los equipos de deshidratación de lodos a mediados de los 80 con el objetivo de revolucionar el sector y ofrecer a los usuarios la mejor tecnología.

2. Descripción de la deshidratación de lodos

El objetivo de este trabajo es conocer las condiciones de operación óptimas de la prensa rotatoria con distintos tipos de lodo y comparar los resultados obtenidos con los rendimientos de sequedad de una centrífuga en idénticas condiciones.

Las pruebas de campo se han realizado con lodo de dos instalaciones de EDAR urbana, denominadas EDAR1 y EDAR2, pertenecientes



Figura 1. Unidad móvil de deshidratación de fangos.

ambas a Navarra de Infraestructuras Locales (NILSA). El lodo de la depuradora EDAR1 es un lodo mixto espeso, mientras que el lodo de la EDAR2 es sometido a un tratamiento de ATAD (*Autoheated Thermophilic Aerobic Digestion*).

Debido al tratamiento del lodo, los resultados obtenidos en valores de sequedad son totalmente diferentes. Las pruebas de campo se han realizado en la EDAR1; el lodo de la EDAR2 se ha transportado hasta

la EDAR1 mediante un camión con bomba succionadora, para llevar a cabo las pruebas de deshidratación con la prensa.

Para poder llevar a cabo el estudio, Fagor Edergarden ha utilizado su unidad móvil de deshidratación de fangos (Figura 1). Esta unidad móvil se presenta en un contenedor marítimo de 20 pulgadas que contiene una prensa rotatoria de un canal (Figura 2) con los elementos asociados (bomba de lodo, flocula-



Figura 2. Prensa rotatoria de 4 canales.

dor y tornillo sin fin para el transporte del lodo deshidratado) y PLC para comandarla, el sistema de preparación de polímero y un pequeño laboratorio móvil.

Durante un mes se han realizado diversas pruebas de deshidratación con la prensa rotatoria y con una centrífuga móvil integrada en un contenedor y situada en la misma planta.

3. Funcionamiento de la prensa rotatoria Fagor Edergarden

El principio de funcionamiento de la prensa se basa en obtener un fango deshidratado mediante compresión mecánica.

Como señala la **Figura 3**, el polímero (1) y el fango se mezclan a través de las bombas de aspiración (2 y 3) en el floculador (4) a una velocidad establecida en función de la productividad y sequedad deseadas.

El lodo floculado se introduce a baja presión en el canal (5) para su deshidratación. El lodo floculado va avanzando dentro del canal gracias al movimiento rotatorio de los dos filtros internos. Al final del canal se dispone de un restrictor el cual restringe la salida libre de la torta, alcanzando una presión interna determinada. Una vez superada esa

presión, la boca de salida empieza a abrirse para dejar salir la torta.

Mediante un suave movimiento rotatorio (hasta 2,5 rpm), junto con un control de la boca de salida, se consigue una torta muy seca y el drenaje de un agua prácticamente limpia de todo sólido (**Figura 4**).

Unos análisis preliminares permiten identificar el polímero más adecuado, así como la dosis requerida para obtener resultados óptimos.

A diferencia de otras máquinas similares, esta es escalable, permitiendo incrementar los niveles de productividad, así como realizar una inversión paulatina. Funciona a menos de 3 revoluciones por minuto, generando poco ruido, manteniendo los problemas mecánicos al mínimo y además puede trabajar en continuo y sin supervisión.

Es una máquina robusta que requiere de muy poco mantenimiento, y al ser hermética se reducen olores y fugas de forma importante.

4. Estudio de deshidratación

4.1. Fase preliminar de análisis en laboratorio

Previo a la experimentación en unidad móvil se ha realizado un estudio de laboratorio donde se han seleccionado las referencias de polímeros

más apropiadas para flocular el lodo objeto de nuestro estudio.

Debido a la elevada carga orgánica volátil del lodo, los floculantes seleccionados son de tipo catiónico y han ofrecido una fuerte aglomeración en el estudio de laboratorio.

Se han realizado estudios de caracterización del lodo para la determinación del contenido en sólidos, el contenido en materia orgánica y el pH, y se ha realizado un test de deshidratación para poder determinar los valores esperados de deshidratación y producción con la prensa rotatoria durante las pruebas de campo.

4.2. Fase de experimentación en campo

La experimentación con la unidad móvil en campo se completa con nuevos análisis que se realizan en el laboratorio de la propia unidad móvil, y que se relacionan con los parámetros de proceso.

Estos análisis consisten principalmente en un seguimiento del contenido en sólidos de los flujos del proceso que señala la **Figura 5**.

Para cada nueva combinación de parámetros, se toman muestras para obtener los resultados asociados. Dicha combinación de parámetros asociada a sus resultados permiten

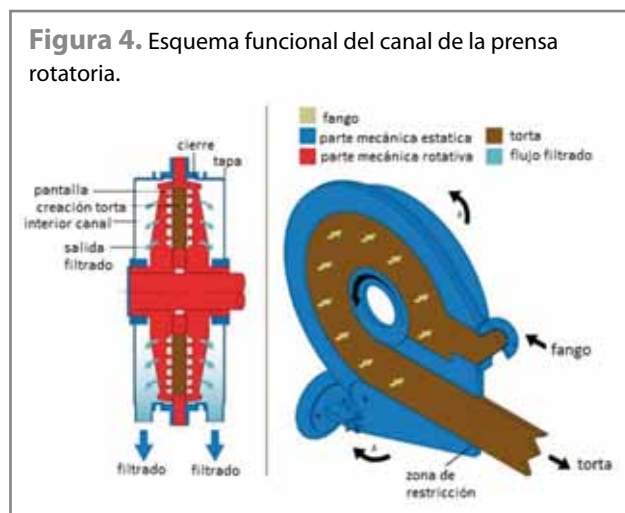
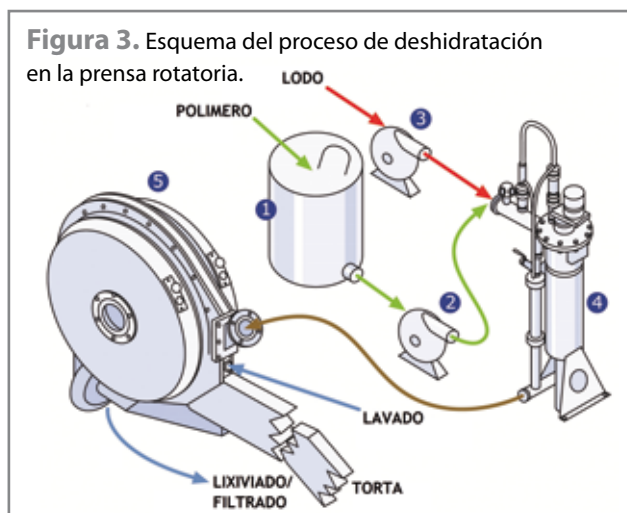




Figura 5. Flujos del proceso.

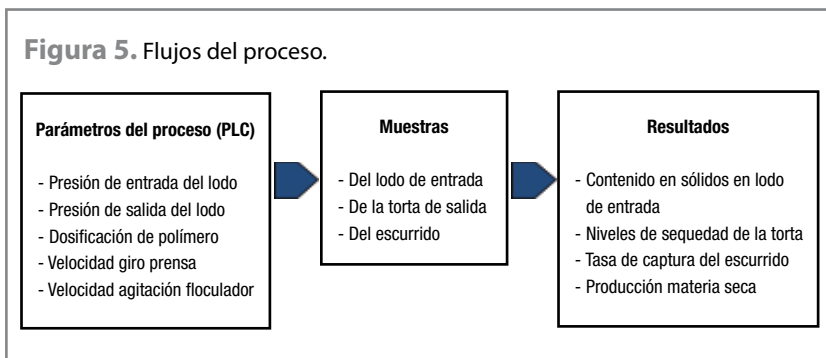


Tabla 1. Resultados de laboratorio del lodo EDAR1.

Tests de deshidratabilidad	Sequedad (%)
Laboratorio de Fagor Edergarden	19,68%
Laboratorio unidad móvil (EDAR1)	16,15%

definir la eficacia de la Prensa en el lodo en cuestión.

4.3. Estudio con lodo espesado (EDAR1)

Por razones ajenas al estudio de deshidratación, la planta debe operar a pH 10. Debido a que no se disponen de antecedentes en el uso de la prensa rotatoria en la EDAR1, se ha estudiado también la capacidad de deshidratación que podría tener el lodo sin haber sido modificado su pH. Por tanto, este estudio experimental consta de dos fases:

- Fase 1. Lodo sin modificar pH. El lodo a tratar en la prensa rotatoria proviene del depósito de lodo espesado de la propia depuradora. En este depósito se almacena el lodo antes de ser deshidratado.

- Fase 2. Lodo a pH 10. El origen del lodo a tratar en la prensa rotatoria de esta fase es el mismo que en la fase anterior. Sin embargo, antes de entrar en la unidad de deshidratación, el lodo se hace pasar por un depósito intermedio en el que se efectúa la adición de cal para subir su pH hasta 10. Este depósito cuenta con un sistema de agitación. Una

vez que el lodo entra en la unidad móvil, el proceso de deshidratación en la prensa rotatoria se realiza de la misma forma que en la fase 1.

4.4. Estudio con lodo digerido (EDAR2)

En esta el lodo proviene de un proceso ATAD y su deshidratación se efectúa mediante una unidad de centrifugado. Se ha querido comparar el rendimiento de la centrífuga con el de la prensa rotatoria y, para ello, se ha desplazado un camión con lodo a la depuradora EDAR1 y directamente desde el camión se ha bombeado el lodo a la unidad móvil.

5. Resultados de la experimentación en campo

La experimentación con la unidad móvil en la EDAR1 se ha efectuado de forma ininterrumpida durante un mes y en este período se han identificado los factores que más afectan al proceso de deshidratación, que son: las características del propio lodo de entrada, el polímero utilizado y los parámetros del proceso.

Se ha testado también el lodo de EDAR1 a pH 10 y, como última fase de la experimentación, se ha deshi-

dratado el fango proveniente de un tratamiento ATAD, de la EDAR2, y se ha comparado con los valores obtenidos en esta misma planta con una unidad de centrifugación.

5.1. Lodo espesado (EDAR1)

5.1.1. Características del lodo de entrada

Debido a episodios de lluvia anteriores a la instalación de la prensa rotatoria u otros factores ajenos a la unidad móvil, las características del lodo, en cuanto al contenido en sólidos, han variado.

Este hecho ha afectado de forma directa al proceso de deshidratación puesto que los resultados de sequedad obtenidos con la unidad móvil han estado por debajo de los resultados esperados, teniendo en cuenta la experimentación previa en el laboratorio de Fagor Edergarden.

Con la repetición de las pruebas de laboratorio en la unidad móvil se ha confirmado la menor capacidad de deshidratación del lodo de entrada (**Tabla 1**).

Así mismo, la EDAR1 dispone de tres depósitos de lodo espesado comunicados entre sí: la entrada del lodo en el espesador se efectúa a través del depósito del medio y cuando este se llena el lodo se trasvasa a los depósitos laterales. Por tanto, el tipo de lodo que contiene cada depósito espesador tiene características diferentes, siendo el lodo de los depósitos laterales un lodo más viejo. Por esto se ha experimentado con el lodo del depósito del medio y del derecho. En ambos casos los resultados de la producción de la prensa rotatoria y la sequedad de la torta han estado en el mismo rango de valores. Por lo que se ha considerado que la capacidad de deshidratación de este lodo no depende de la edad del fango.

5.1.2. Polímeros y parámetros de operación

El periodo experimental se ha concentrado principalmente en testear la capacidad de deshidratación mediante la prensa rotatoria con los polímeros seleccionados en el análisis de laboratorio.

Para realizar esta evaluación, la prensa rotatoria ha trabajado en distintas condiciones operacionales.

La prensa rotatoria se maneja determinando niveles de presión en la alimentación del lodo, la velocidad de rotación de la prensa y niveles de presión interna en el canal de la prensa. Estos tres parámetros influyen directamente en la cantidad

de lodo deshidratado producido, la deshidratabilidad de la prensa y el caudal tratado que se encuentra, en función del lodo a deshidratar, entre 0,5 y 12 m³/h.

En la **Figura 6** se ha representado la sequedad de torta obtenida con respecto a la producción de la prensa rotatoria, con cada tipo de polímero empleado.

La producción media para el lodo espesado ha sido de 50 kg MS/h por canal con una sequedad de la torta entorno al 18%. Estos resultados se han repetido con todos los polímeros testeados.

Durante el proceso de deshidratación, los mejores resultados

de sequedad se han obtenido con polímeros catiónicos, y el valor de sequedad máxima para un lodo de contenido en sólidos de 2,4% ha sido del 20%.

Con respecto a los resultados obtenidos con el polímero en emulsión, a pesar de obtener unos buenos resultados el análisis de laboratorio, en la unidad móvil no han destacado. No se ha obtenido una mejora ni en la producción de la prensa rotatoria ni en la sequedad de la torta, por lo que se ha determinado que para la deshidratación del lodo de la EDAR1 los polímeros secos son los que mejor funcionan (**Tabla 2**).

La mayor producción de la prensa rotatoria con el menor consumo de polímero se ha dado con los floculantes secos catiónicos. Con estos polímeros es posible trabajar a mayor producción sin impactar demasiado sobre el consumo de polímero, siendo el consumo de polímero de 8 kg/Tn MS para una producción de la Prensa Rotatoria entre 60-70 kg MS/h.

Con respecto a los resultados obtenidos con el polímero 4, cabe destacar que aunque la producción de la prensa rotatoria no ha sido alta, el consumo de polímero ha sido considerablemente menor que con los otros polímeros secos experimentados, siendo este de 4-4,5 kg/Tn MS.

Por tanto, se concluye que bajar la producción permite obtener un mayor nivel de sequedad, y que los polímeros que mejor funcionan con este lodo son catiónicos secos, con un consumo de entre 4-6 kg/Tn MS.

La calidad del escurrido de la prensa rotatoria ha resultado ser muy buena. El contenido en sólidos en suspensión de la muestra del escurrido ha mostrado una buena tasa de captura, siendo este valor superior al 95% en las condiciones operacionales más interesantes. Además,

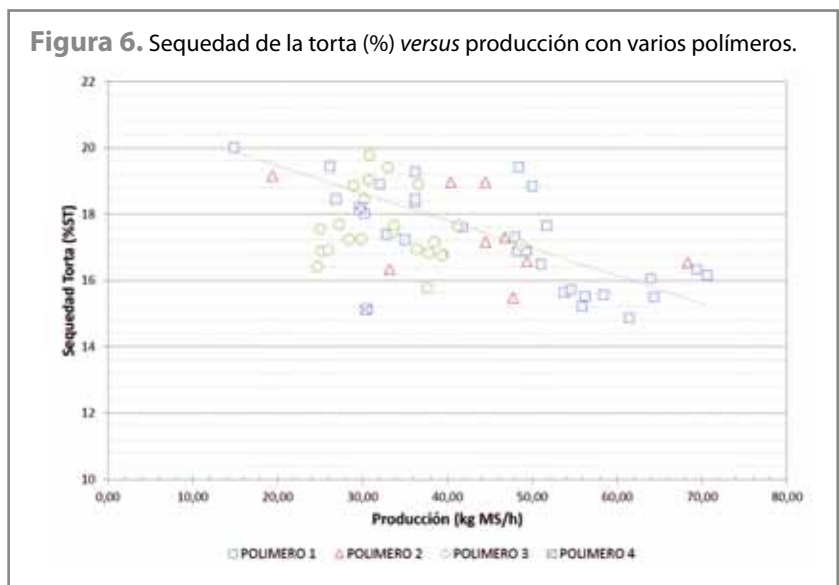


Tabla 2. Resultados de deshidratación según polímero empleado.

Polímeros	Producción P/canal (kg MS/h)	Sequedad (%)	Consumo polímero (kg/Tn MS)
Polímero 1	45	19	6
	70	17	8
Polímero 2	45	19	6
	68	17	8
Polímero 3	36	19	7
	50	17	9
Polímero 4	30	19	5



durante toda la experimentación, la prensa rotatoria ha presentado un comportamiento constante y operación fiable en el modo automático.

Así mismo, cabe resaltar el poco consumo energético de la prensa. Todos los elementos incluidos en el contenedor han supuesto un consumo energético de 4 kWh de media.

5.1.3. Lodo a pH 10

En la fase 2 del periodo experimental se ha elevado el pH del lodo de entrada hasta 10,5. A este pH las características del lodo son diferentes y por ello se han realizado también ensayos con este pH.

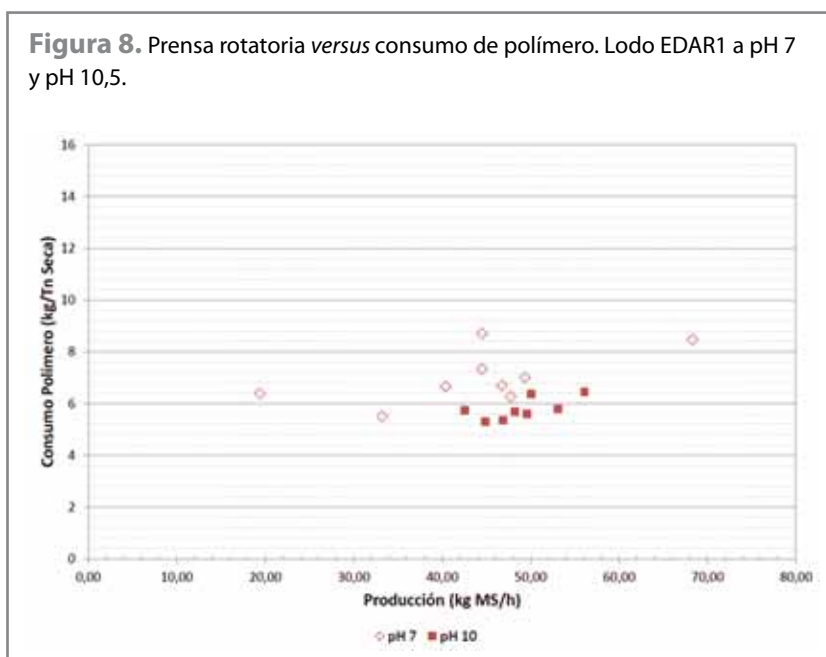
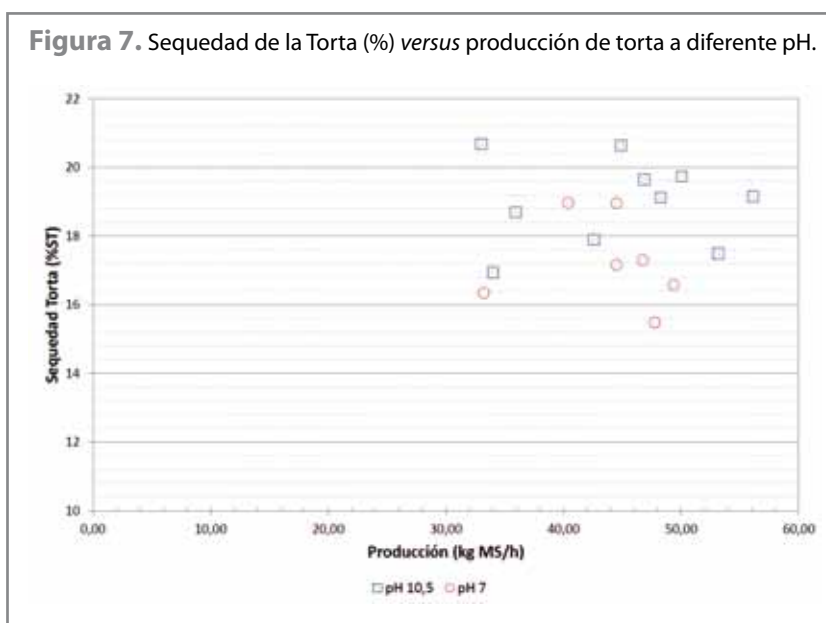
Según los resultados del análisis de laboratorio, en esta fase experimental se ha operado con el polímero que mejores resultados de sequedad había ofrecido en el laboratorio.

Para hacer una comparativa del efecto del pH sobre el funcionamiento de la prensa rotatoria, en la **Figura 7** se ha representado la sequedad de la torta resultante con respecto a la producción de la prensa Rotatoria y en la **Figura 8**, la producción con respecto al consumo de polímero, para los dos valores de pH con los que se ha operado.

En cuanto a la sequedad de la torta obtenida, se ha comprobado que a pH 10,5 la capacidad de deshidratación del lodo espesado de EDAR1 ha mejorado y el consumo de polímero ha disminuido con respecto a los resultados obtenidos durante la experimentación con el lodo a pH 7.

5.2. Lodo digerido termófilo (EDAR2)

El camión que transporta el lodo digerido se ha conectado directamente a la entrada de lodo de la unidad móvil y se han tomado varias muestras a lo largo del proceso de deshidratación. En paralelo, y en la planta de la EDAR2, se han tomado



muestras a la salida del sistema de centrifugación, para poder ver los resultados y comparar ambas tecnologías con este tipo de lodo.

Se han tomado muestras de la torta y del escurrido. Los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla 3**.

En comparación con la prensa rotatoria y según la medida de los sólidos de las muestras, la sequedad media obtenida con la unidad centrífuga ha sido similar a la alcanzada con la Prensa. Además, la calidad

del escurrido resultante de la prensa ha sido superior, puesto que la tasa de captura ha sido mayor. Es decir, durante la deshidratación del lodo de la EDAR2 la tecnología de la prensa rotatoria es capaz de retener mayor cantidad de sólidos en suspensión que la tecnología de las centrífugas.

Cabe destacar también el consumo de polímero que en la prensa rotatoria es considerablemente bajo, 6 kg/Tn MS.

Tabla 3. Centrifuga versus prensa rotatoria. Lodo EDAR2.

Parámetros medidos	Centrifuga	Prensa rotatoria
Número de muestras	3	13
Sequedad (%ST)	40%	40%
Calidad del escurrido (%ST)	0,58%	0,23%
Tasa de captura	95%	98%

A simple vista se puede apreciar el alto grado de sequedad obtenido en la deshidratación del este lodo con la prensa rotatoria, como refleja la **Figura 9**.

5.3. Estudio comparativo con una centrifuga

Durante el período de pruebas, se ha realizado un ensayo de deshidratación con una centrifuga móvil situada en la planta de EDAR1, para poder comparar los rendimientos de ambas tecnologías. No se disponen datos de consumos de polímero.

No obstante, se han podido tomar muestras de la torta y del escurrido, lo cual ha permitido comparar el rendimiento de la centrifuga con la prensa rotatoria. Se han tomado cinco muestras de la torta resultante y los resultados se presentan en la **Tabla 4**.

En la calidad del escurrido y la tasa de captura son similares para ambas tecnologías. Sin embargo, en funcionamiento normal la prensa rotatoria ha alcanzado una sequedad media 5 puntos por encima de la obtenida por la centrifuga.

6. Conclusiones

Los resultados de la experimentación con la unidad móvil en la EDAR1 demuestran la buena capacidad de tratamiento que ofrece la tecnología de deshidratación mediante prensa rotatoria.

En cuanto a los resultados de proceso, se ha observado que las características del lodo de entrada son determinantes en el proceso de deshidratación posterior. El lodo analizado en el laboratorio de Fagor Edergarden presentó una capacidad de deshidratación superior a lo que se ha obtenido con la unidad móvil. La variación de las características del lodo ha quedado demostrada cuando se ha repetido el análisis de laboratorio *in situ* y se han obtenido valores de sequedad menores en el test de deshidratabilidad realizado. En cuanto a la selección del depósito de espesado, se ha comprobado que, en la EDAR1, la capacidad de deshidratación del lodo no depende de la edad del lodo.

Según el pH del lodo, se han distinguido dos fases experimentales con la unidad móvil, con las siguientes conclusiones:

- Para el funcionamiento con la prensa rotatoria sin modificar el pH, se concluye que con los polímeros secos probados se puede conseguir una buena producción por canal, y con un bajo consumo de polímero asociado.

- Sin embargo, en caso de que el objetivo sea un buen nivel de deshidratación de lodo, por encima del 18%, la producción por canal es menor, así como el consumo de polímero asociado.

- En cuanto a los polímeros en emulsión, aunque su consumo ha sido excepcionalmente bajo, los resultados de proceso obtenidos no han sido interesantes, por lo que se





Tabla 4. Centrifuga *versus* prensa rotatoria. Lodo EDAR1.

Parámetros medidos	Centrifuga	Prensa rotatoria
Sequedad media (%ST)	14,%	19%
Sequedad máxima (%ST)	15%	20%
Calidad escurrido (%ST)	0,4%	0,4%
Tasa de captura	95%	95%

descarta su uso para la deshidratación mediante prensa rotatoria del lodo mixto de la EDAR 1.

- Para el funcionamiento con el lodo a pH 10,5, se han obtenido valores de sequedad mayores a los obtenidos con el mismo lodo a pH 7, y el consumo de polímero también ha sido menor.

Con respecto a la tecnología centrífuga, tras la experimentación con

el lodo de EDAR1 y EDAR2, la prensa rotatoria ha demostrado ser una tecnología competitiva en el área de la deshidratación de lodos, puesto que se han conseguido mejorar los resultados de proceso en cuanto a sequedad.

Además, la calidad del escurrido y la tasa de captura de la prensa rotatoria es notablemente superior, consiguiéndose un consumo de polímero inferior.

Cabe destacar, asimismo, el consumo energético de la unidad móvil, que no ha superado los 4 kWh (la potencia instalada de la prensa es de 5,35 kW y la de los accesorios es de 7,82 kW).

En definitiva, la prensa rotatoria es una de las tecnologías de deshidratación más avanzadas disponibles actualmente. Diseñada para trabajar con la mínima asistencia por parte del operario, la experimentación llevada a cabo en la depuradora EDAR1 ha demostrado su fiabilidad y consistencia para producir una torta de elevada sequedad con un bajo consumo energético. Una de las ventajas destacables de la prensa es su escalabilidad para poder adaptarse a un mayor caudal. El eje central del sistema de deshidratación puede abarcar hasta seis canales. 