

MINIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN E HIGIENIZACIÓN DE LODOS DE EDAR

María del Carmen Arnaiz Franco

José Morillo Aguado

Emilia Otal Salaverri

Enrique Sánchez Troncoso

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos

2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

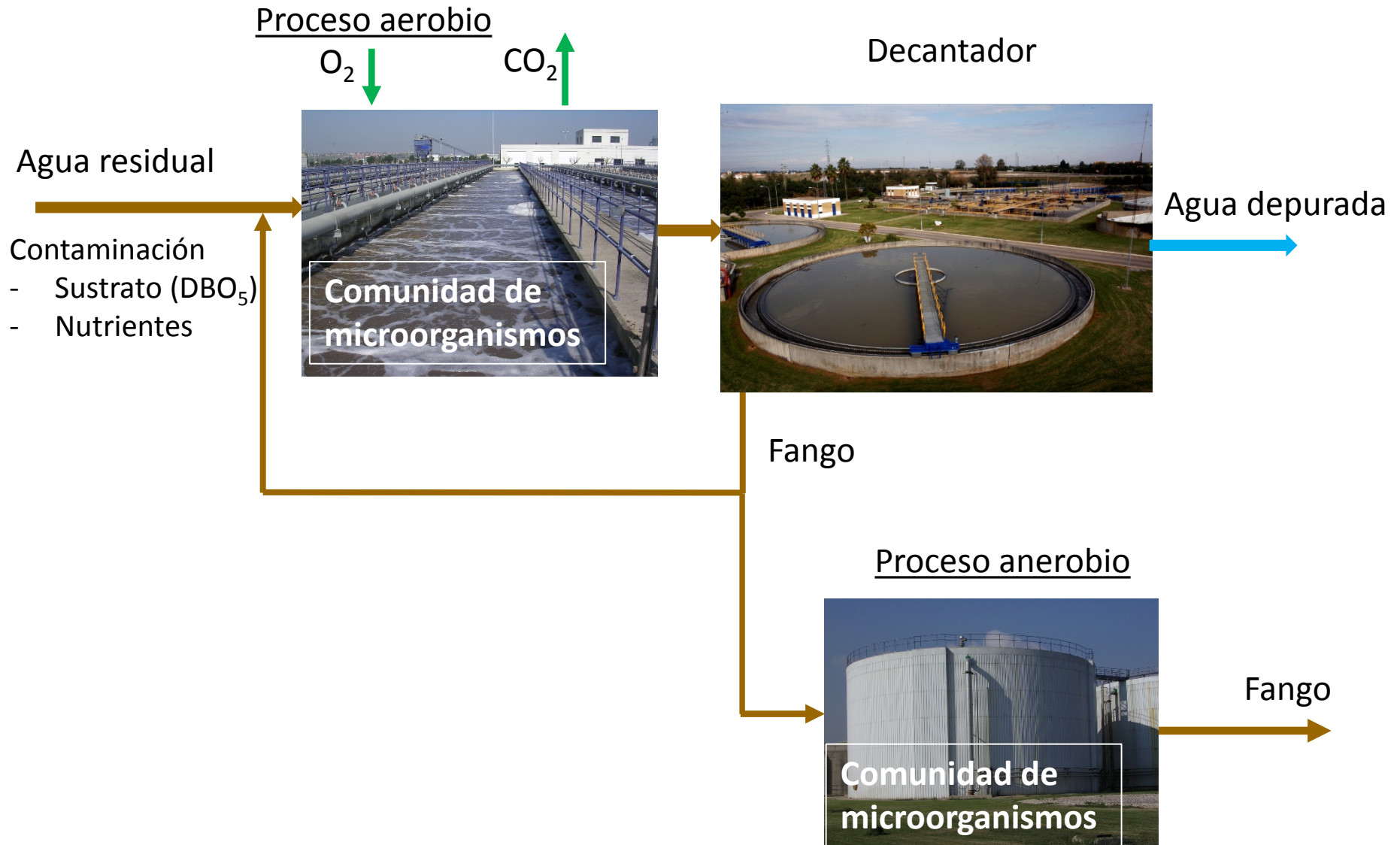
3. Valorización energética

4. Técnicas de higienización de fangos

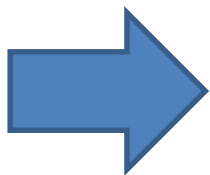
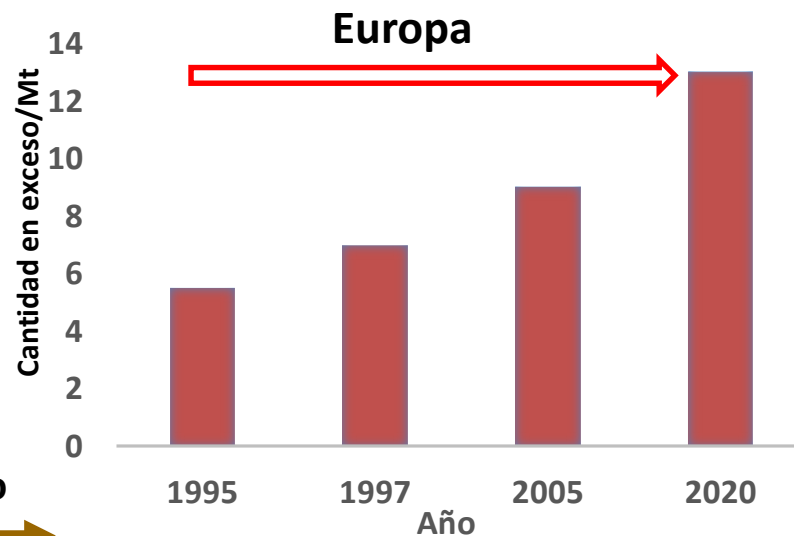
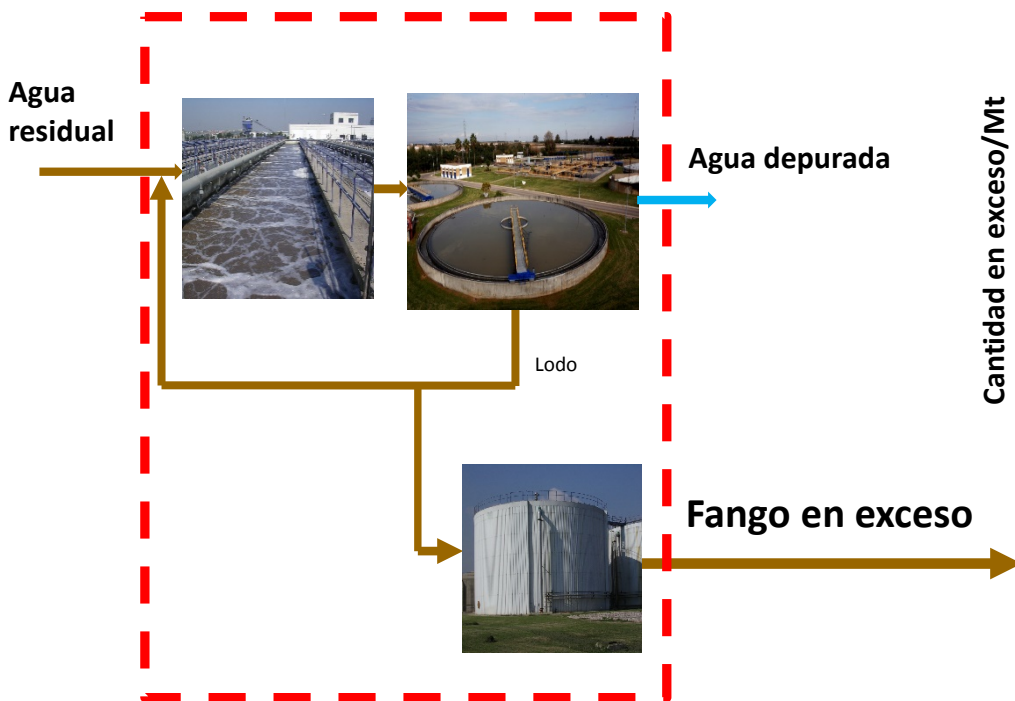
5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

6. Conclusiones

1. Introducción y objetivos



1. Introducción y objetivos



La gestión del fango en exceso supone una carga sobre los costes de explotación

1. Introducción y objetivos

Destinos principales del fango

	EEUU	China	Alemania	Reino Unido	España
Vertedero (%)	28	97	0	0,4	11,3
Incineración (%)	15	0,36	54,7	21,1	9,0
Agricultura (%)	47	2,4	29,4	78,3	79,7

Legislación uso del lodo en la agricultura

- D. 86/278/CEE
- O. 1310/1990
- RD 506/2013
- **O. 6 de agosto de 2018**

Metales

Microorganismos

1. Introducción y objetivos

Orden 6 de agosto de 2018. Junta de Andalucía

- Compostaje
- Digestión anaerobia termófila: 55 °C, 15 días
- Tratamiento térmico 70 °C, 30 minutos y digestión anaerobia mesófila: 35 °C, 12 días
- Estabilización aeróbica: 20 °C, 50 días
- Estabilización con cal: pH de 12, 24 horas
- Secado térmico: 80 °C, 10 minutos; 70 °C, 30 minutos



**Eliminar
Microorganismos**

1. Introducción y objetivos

Objetivo principal

El objetivo principal de este proyecto ha sido realizar un estudio del estado del arte en relación a la disminución de la producción de fangos de EDAR y, evaluar técnicas que permitan una mayor estabilización e higienización del mismo.

1. Introducción y objetivos

Objetivos concretos

Objetivo 1: Conocer el estado del arte en relación a las tecnologías que permitan la reducción de la producción de fangos

Objetivo 2: Conocer el estado del arte en relación a las tecnologías de higienización de fangos de EDAR

Objetivo 3: Evaluar tecnologías de higienización:

- Tratamientos con cal viva, cal hidratada, **dolomía calcinada**
- **Radiación por microondas**
- **Evaluar el uso de subproductos para la higienización del lodo**

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos

2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

3. Valorización energética

4. Técnicas de higienización de fangos

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

6. Conclusiones

2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

Métodos físico-químicos

Ozonización

Cloración

Ultrasonidos

Desacoplamiento metabólico

Incremento de la concentración de oxígeno

Oxidación húmeda

Oxidación en agua supercrítica

Métodos biológicos

Predación

Reactores biológicos de membrana

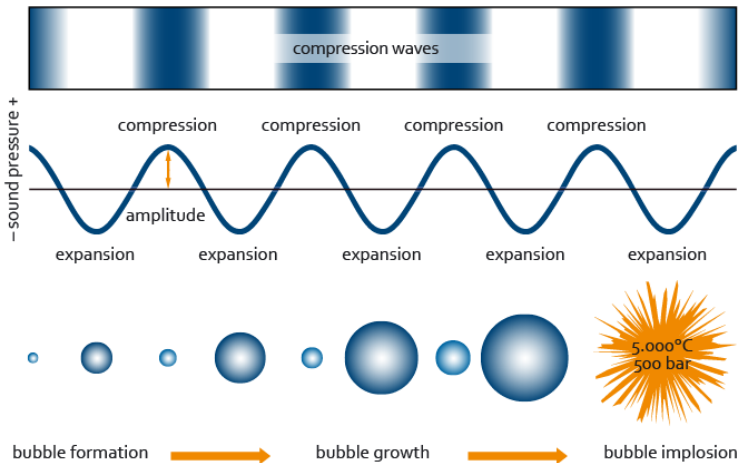
Proceso Cannibal

Sistema OSA

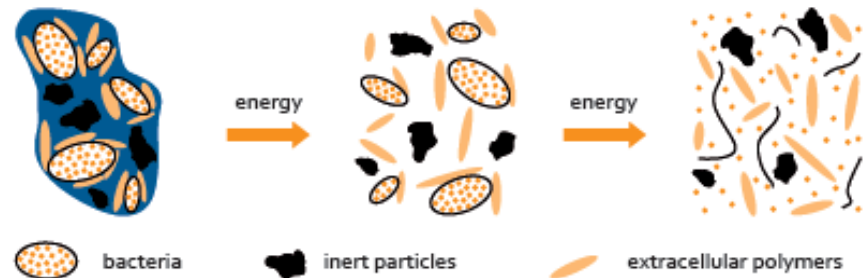
2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

Ultrasonidos

Los ultrasonidos de gran alcance provocan la cavitación acústica, en la que millones de pequeñas burbujas aumentan la temperatura (500 K) y la presión (500 bares), atacando mecánicamente la estructura de los flóculos del fango activo.



Disintegration of biomass in wastewater treatment plants



2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

Ultrasonidos



[Contact](#) [Imprint](#) [Privacy](#) [DE](#) | [EN](#) 

[Company](#) [Technology](#) [Wastewater Treatment Plants](#) [Biogas Plants](#) [Industry](#) [Services](#)

Technology

Innovative technology
from Germany

[Further information](#)

Applications

ULTRAWAVES GmbH develops and markets innovative high-power ultrasound systems for water and environmental engineering. Apart from the disintegration of biomass in wastewater treatment and biogas plants, the systems are also used in industrial

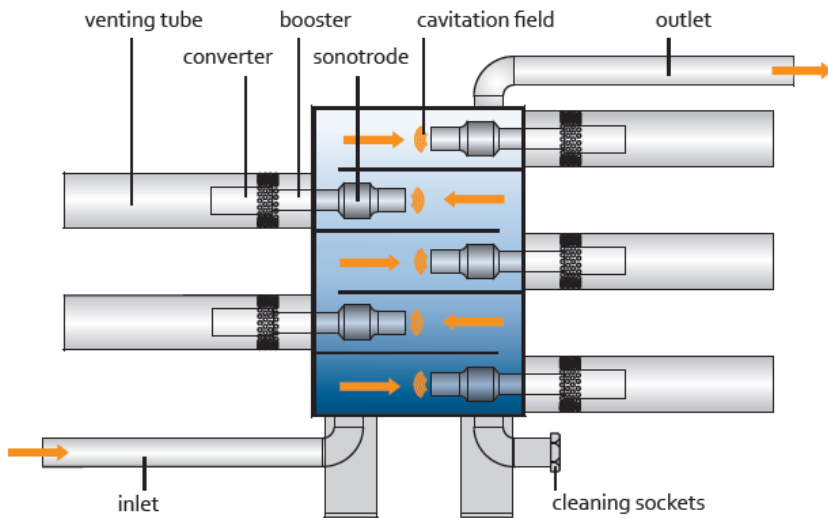
News

SONOELCHEMCELL project: First
groundbreaking results

Oct 08, 2018

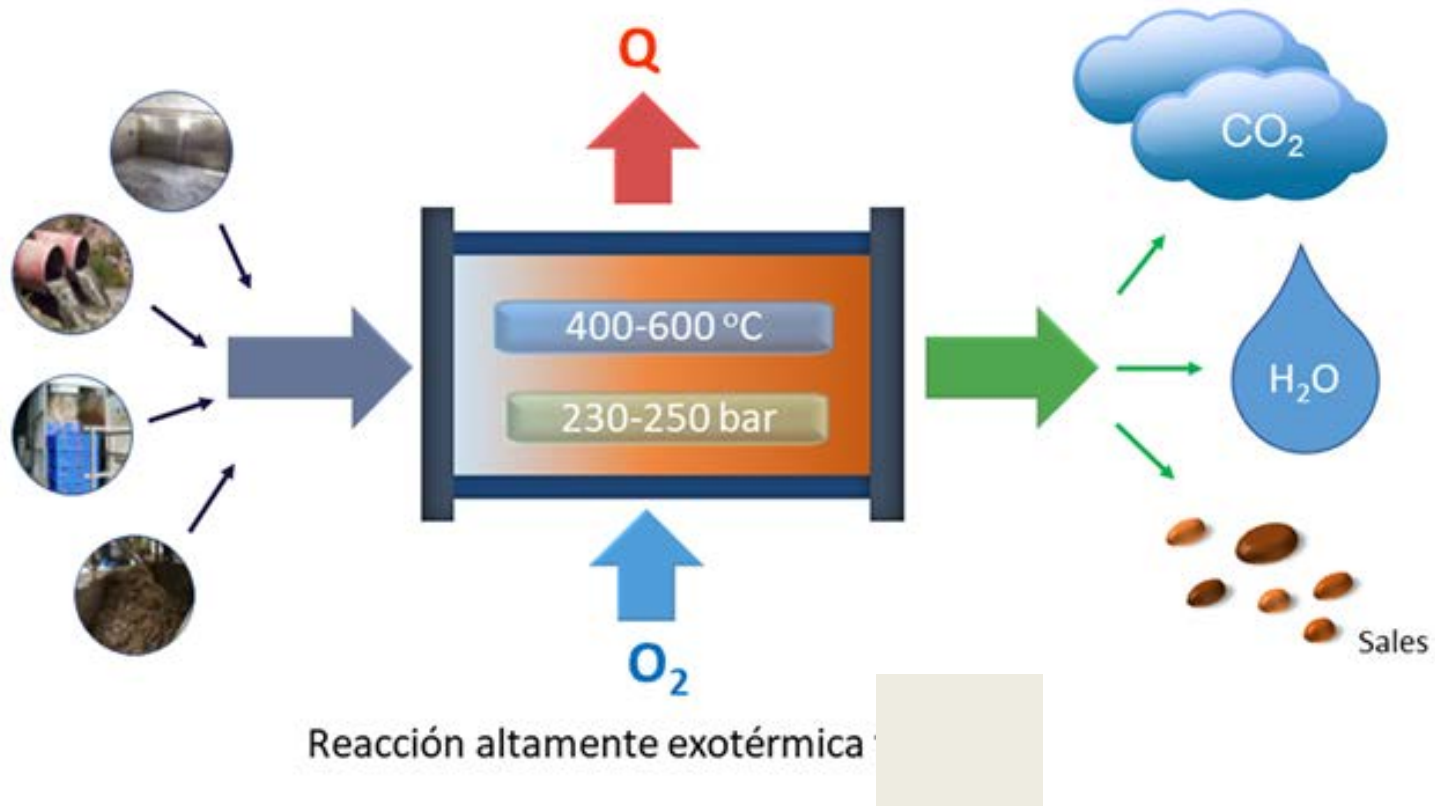
2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

Ultrasonidos



2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

Oxidación en agua supercrítica



2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

Oxidación en agua supercrítica

English | Español



[EL PROYECTO](#) | [SOCIOS](#) | [DOCUMENTOS](#) | [LINKS](#) | [AGENDA](#) | [CONTACTO](#)



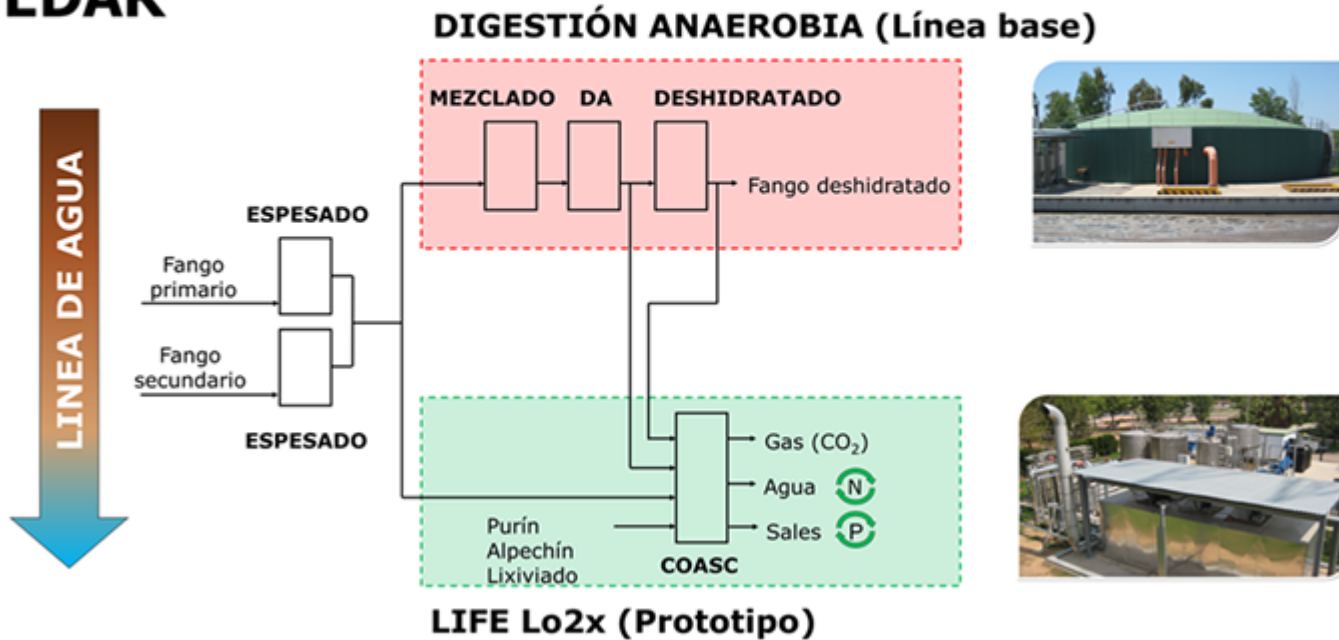
**Co-oxidación en agua
supercrítica (COASC) de lodos de
depuradora y residuos**



2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

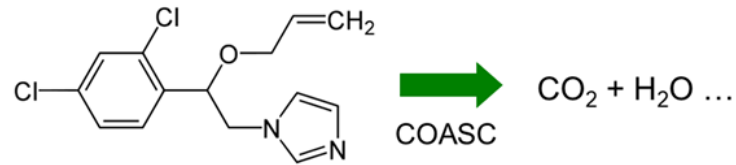
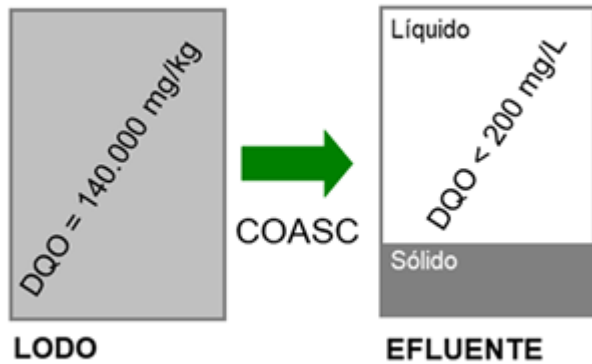
Oxidación en agua supercrítica

EDAR



2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

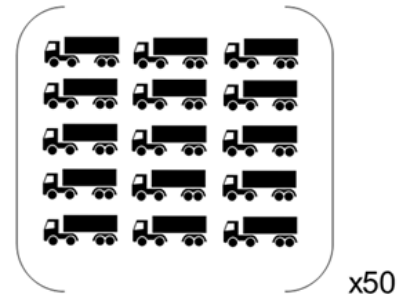
Oxidación en agua supercrítica



E. coli 10^5 UFC/g
C. perfringens 10^5 UFC/g
Salmonella presencia

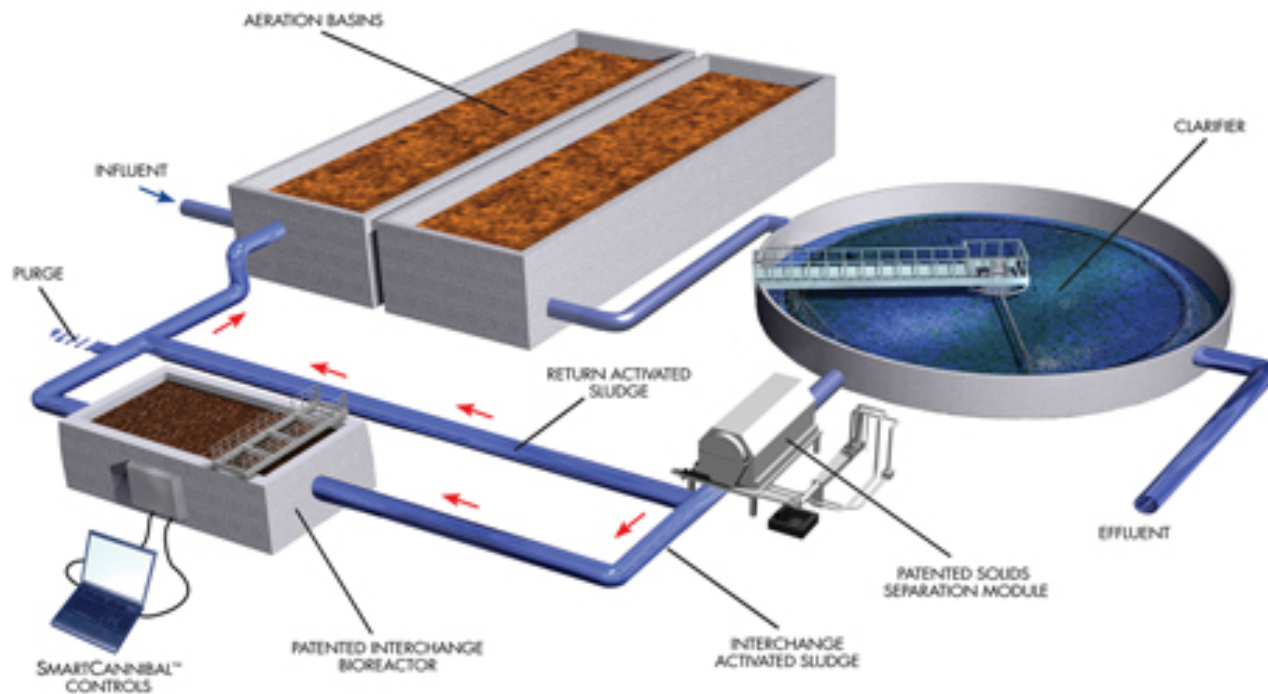


E. coli < 10 UFC/mL
C. perfringens < 10 UFC/mL
Salmonella ausencia



2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

Cannibal



EDAR en Zeewolde, Países Bajos

Evoqua Water

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos

2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

3. Valorización energética

4. Técnicas de higienización de fangos

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

6. Conclusiones

3. Valorización energética

Incineración

La finalidad principal de la incineración de lodos es la oxidación completa de los compuestos orgánicos a alta temperatura.

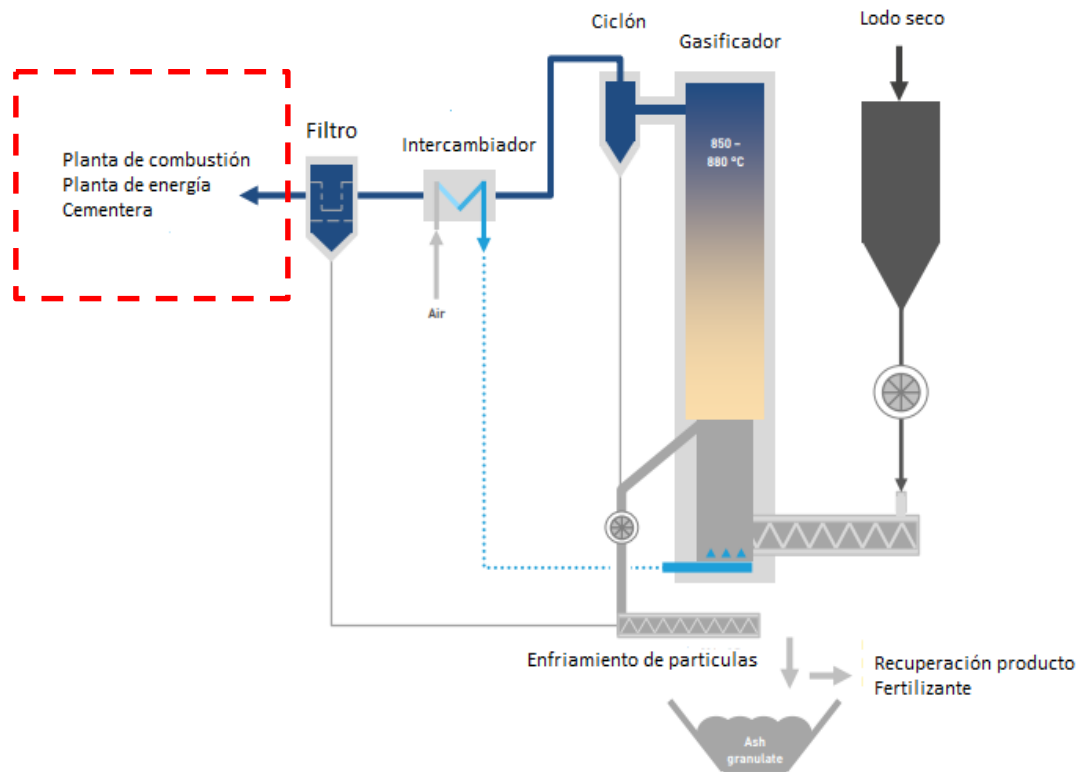


Instalación de incineración de lodos en Puerto Rico
Horno Degrémont Thermylis

3. Valorización energética

Gasificación

La gasificación consiste en la descomposición de lodos secos en una ceniza y en gases combustibles a temperaturas próximas a 1000 °C en una atmósfera con una cantidad reducida de oxígeno



Esquema incinerador Kopf SynGas

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos

2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

3. Valorización energética

4. Técnicas de higienización de fangos

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

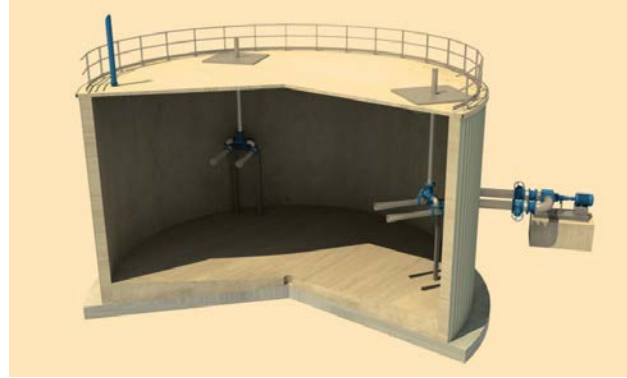
6. Conclusiones

4. Técnicas de higienización de fangos

- Radiación microondas
- Pasteurización de fangos
- Estabilización química
- Estabilización aerobia
- Digestión anaerobia
- Secado térmico
 - Smart Dry
 - BioCo
 - STC

4. Técnicas de higienización de fangos

Digestión aerobia termófila autosostenida



Digestor ATAD a escala industrial. NILSA

Universidad de Córdoba y Empresa Provincial de Aguas de Córdoba

la técnica ATAD es factible principalmente en plantas de tratamiento de aguas residuales medianas o pequeñas, por debajo de 50.000 habitantes equivalentes, donde la implementación de procesos anaerobios no es rentable.

Secado térmico

The BioCo™ dryer is completely air tight and sealed. It is equipped with 2 stainless steel belts placed one

4. Técnicas de higienización de fangos

Secado térmico

Sistema de secado térmico de lodos **BioCo** (Veolia Water Technologies)



En España, la EDAR de Lagares, en Vigo, es pionera a la hora de adoptar esta solución

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos

2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

3. Valorización energética

4. Técnicas de higienización de fangos

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

6. Conclusiones

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

5.1 Fango y productos alcalinos

5.2 Caracterización de los productos alcalinos y del fango

5.3 Ensayos realizados en laboratorio en la Universidad de Sevilla

5.4 Ensayos de campo realizados por EMASESA

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Fango y productos alcalinos

Edar Copero



Fango sin deshidratar



Fango deshidratado



5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Fango y productos alcalinos

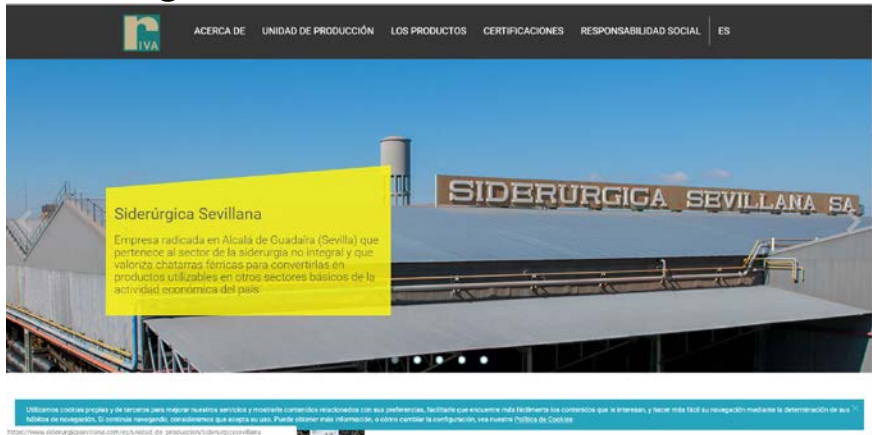


Cal viva, cal hidratada y dolomia calcinada

4. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Fango y productos alcalinos

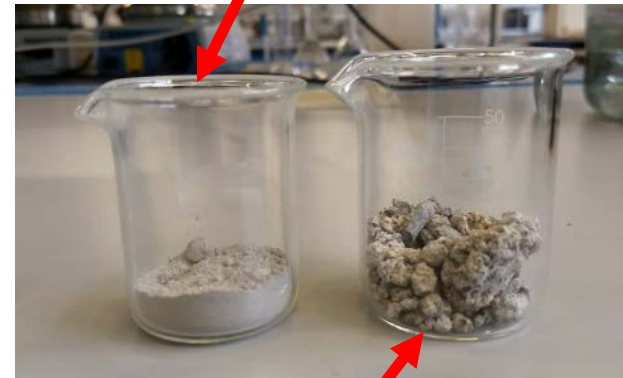
Siderúrgica Sevillana S.A. Alcalá de Guadaíra



Secaderos de Biomasa, S.A. (SEDEBISA)



Escoria de acería



Escoria de biomasa

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Caracterización de productos

Análisis de mayoritarios y trazas



Fluorescencia de rayos X (Panalytical modelo AXIOS)

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Caracterización de productos

Elementos mayoritarios presentes en los reactivos (%)

Composición (%)	Cal hidratada	Cal viva	Dolomia calcinada	Escoria acería	Escoria biomasa
SiO ₂	0,17	0,36	0,2	11,64	26,29
Al ₂ O ₃	0,06	0,2	0,11	5,92	3,26
Fe ₂ O ₃	0,03	0,05	0,11	1,09	1,07
MnO	0,01	N.D.	0,01	0,64	0,05
MgO	0,8	3,79	38,11	22,6	3,52
CaO	71,25	82,98	55,1	40,2	22,38
Na ₂ O	0,05	0,12	0,34	0,26	0,56
K ₂ O	0,04	0,06	0,05	0,06	17,63
TiO ₂	0,01	0,01	0,01	0,27	0,12
P ₂ O ₅	0,03	0,05	0,01	0,03	2,75
SO ₃	0,81	1,28	1,15	1,2	1,41
Ca (%)	50,9	59,3	39,4	28,7	16

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Caracterización de productos

Elementos minoritarios presentes en los reactivos (mg/kg)

Composición	Cal hidratada	Cal viva	Dolomia calcinada	Escoria de acería	Escoria de biomasa
Ba	2,3	N.D.	N.D.	362,2	36
Cl	N.D.	N.D.	136,3	219,5	1407,2
Cr	N.D.	N.D.	N.D.	202,1	N.D.
Cu	N.D.	N.D.	N.D.	40,5	317,1
Mo	1,1	0,7	1,3	1,6	0,8
Nd	0,6	N.D.	9,6	17,9	N.D.
Ni	7,3	11,4	65,6	17	37
Pb	N.D.	N.D.	14,2	21,8	N.D.
Rb	2,2	N.D.	4,8	7,8	30,3
Sm	2,9	2	2,9	4,3	2,8
Sr	60	39,9	88	258,4	380,7
Tl	0,4	0,2	0,6	0,7	0,5
V	16,9	37	125,6	34,7	1,8
Y	8,5	6,2	9,8	13,5	9,7
Yb	1,5	0,8	1,1	1,6	1,1
Zn	38,8	28,3	69	320,3	61,4
Zr	N.D.	N.D.	N.D.	369	20,9

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Caracterización de productos

Análisis de metales

Muestra → Digestión ácida → Análisis por plasma acoplado de inducción



1:3 HNO_3 -HCl



ICP-OES marca AGILENT modelo 5100

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Caracterización de productos

Elementos minoritarios presentes en los reactivos
(mg/kg, masa seca, excepto Ca expresado en %)

	Ca	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr
Cal viva	62,16	0,46	5,95	26,2	0,29	7,1	2,04
Cal hidratada	56,24	0,29	4,19	12,72	N.D.	4,76	1,8
Dolomia calcinada	44,63	0,24	14,91	52,12	32,77	43,52	1,68
Escoria aceria	28,25	0,91	71,23	23,19	24,56	390,9	185,0
Escoria biomasa	20,18	0,25	446,8	39,84	0,92	43,99	44,58

	Ca	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr
Fango deshidratado	5,33	0,84	161,75	19,33	35,76	641,35	40,67

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Ensayos

Tratamiento químico del fango deshidratado (valores medios)

MUESTRA	Masa fango deshidratado (g)	Cantidad añadida (g)	Cantidad añadida (%)	kg/t fango	pH (24h)
Cal viva	25,1	0,9	3,57	35,66	12,19
Dolomita	25,2	1,38	5,49	54,92	12,35
Cal hidratada	25,06	0,89	3,56	35,61	11,91

MUESTRA	Cantidad fango deshidratado (g)	Cantidad añadida escoria (g)	Cantidad añadida escoria (%)	kg/t fango	pH (24h)
Escoria acería	25,07	12,47	49,74	497,38	12,07
Escoria biomasa	25,18	16,06	63,77	637,67	12,10

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Ensayos

Concentración de metales (mg/kg, masa seca) en el fango deshidratado tratado con aditivos alcalinos

	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr (total)
Cal viva	0,84	160,46	19,39	35,46	636,07	40,35
Dolomia calcinada	0,83	160,08	19,71	35,72	634,52	40,22
Cal hidratada	0,83	160,28	19,27	35,42	635,40	40,31
Escoria acería	0,85	152,40	19,73	34,60	615,47	55,58
Escoria biomasa	0,74	209,99	22,80	29,86	540,29	41,33

Parámetro	Ordén 1310/1990	
	Suelos (mg/kg ms)	Lodos (mg/kg ms)
Cd	1 - 3	20 – 40
Cu	50 - 140	1000 – 1750
Ni	30 - 75	300 – 400
Pb	50 - 300	750 – 1200
Zn	150 - 300	2500 – 4000
Hg	1 - 1,5	16 – 25
Cr	100 - 150	1000 – 1500
pH	(<7 - >7)	(<7 - >7)

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Ensayos

Resultados de bacterias coliformes, *Escherichia coli* y *Salmonella* fango deshidratado antes y después del tratamiento con escorias de acería y biomasa.

Muestra	Bacterias coliformes NMP/g	E. coli NMP/g	Salmonella/25g
FD	92000	92000	No Detectado
FD + EA	0	0	No Detectado
FD + EB	0	0	No Detectado



Las escorias consiguen la higienización del fango

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Ensayos

Ensayos con radiación microondas

Ensayos microondas		Volumen (mL)	Masa (g)	Tiempo (s)	T _{inicial} (°C)	T _{final} (°C)	pH _{final}
Fango Sin deshidratar	Ensayo 1	100	-	0	23	23	7,36
	Ensayo 2	100	-	30	23	58	7,71
	Ensayo 3	100	-	60	23	84	8,47
Fango deshidratado	Ensayo 1	-	50	0	23	23	-
	Ensayo 2	-	50,1	30	23	44	-
	Ensayo 3	-	50,9	60	23	60	-
	Ensayo 4	-	50,3	90	23	70	-

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

Ensayos en campo realizados por EMASESA

Mezcla A: proporción 2 lodo / 1 escoria de acería

pH 11,14 $\pm$ 0,4

Mezcla B: proporción 1 lodo / 1 escoria de acería

pH 11,71 $\pm$ 0,4

Sería necesario aportar cal adicional

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos

2. Procedimientos para la reducción de la producción de fangos

3. Valorización energética

4. Técnicas de higienización de fangos

5. Ensayos de higienización con productos alcalinos

6. Conclusiones

6. Conclusiones

El trabajo ha permitido establecer el estado actual de las tecnologías relativas minimización de la producción e higienización de fangos

Las escorias alcalinas utilizadas tienen capacidad para higienizar los fangos de las depuradoras y no aportan cantidades significativas de metales

En base a la problemática del incremento de la producción de fangos y a la legislación cada día más restrictiva es de interés desarrollar líneas de investigación con el objetivo de minimizar la producción de fangos