

**HIGH PERFORMANCE MULTI-STAGE
ANAEROBIC REACTOR FOR AGRICULTURAL
WASTEWATER TREATMENT**

**LAYMAN'S REPORT
(Romanian)**



**LIFE
MULTI-AD**

LIFE17 ENV / ES / 000331



www.lifemultiad.eu



LIFE Multi-AD 4 AgroSMEs (denumit în continuare LIFE Multi-AD) este un proiect demonstrativ cofinanțat de Uniunea Europeană în cadrul programului LIFE: LIFE+17 ENV/ES/000331.

BUGET TOTAL

2.177.143 EUR (contribuția UE: 60%)

DURATA

01/09/2018 - 30/06/2023

Introducere

Industria alimentară și a băuturilor (F&D), cel mai mare sector de producție din UE, este alcătuită din 290 000 de întreprinderi mici și mijlocii (IMM-uri), adică 99% din întreaga industrie. IMM-urile din sectorul alimentar și al băuturilor sunt mari consumatori de apă la nivel mondial, producând volume mari de ape uzate. Aceste efluenți industriali se caracterizează printr-o concentrație ridicată de materii organice biodegradabile, care exercită o presiune considerabilă asupra mediului.

Prin urmare, acesta este de obicei tratat printr-un sistem biologic aerob în instalația industrială în care sunt generate apele uzate. Din cauza alegerii procesului tipic, tratarea biologică aerobă, consumul de energie este ridicat. În plus, din cauza eliminării tipice a biosolizilor la fața locului sau în apropiere, fără recuperarea biogazului, există puține sau chiar nici o oportunitate de a compensa emisiile de carbon.

Pe de altă parte, sistemul anaerob pare a fi un proces mai ecologic și mai rentabil pentru tratarea apelor uzate cu încărcătură mare. Cu toate acestea, reactoarele anaerobe cu debit mare deja existente pe piață (de exemplu, UASB, EGSB sau IC) sunt optimizate pentru companiile mari (>1 000 m³ /zi, adică 2 500 m³ de capacitate standard), unde economiile de scară fac accesibile investițiile tehnologice mari. În contracte, sectorul F&D, dominat de IMM-uri, nu descarcă o încărcătură organică suficientă pentru ca reactoarele anaerobe existente să se dovedească viabile din punct de vedere economic.



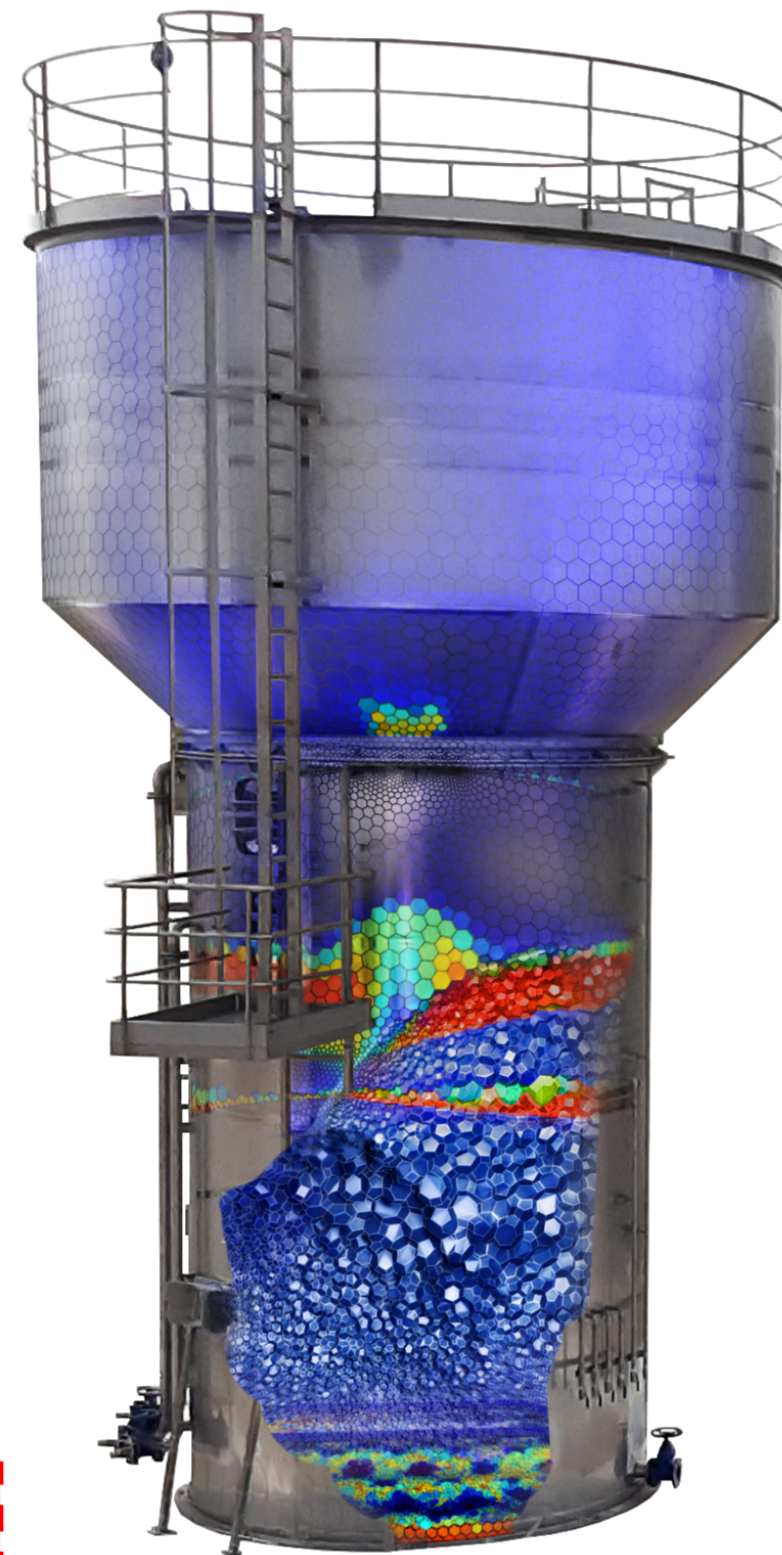
LIFE Multi-AD

1. PROIECTUL	4
2. SOLUȚIA TEHNOLOGICĂ	5
3. REZULTATE	6
4. DISEMINARE ȘI COMUNICARE	9

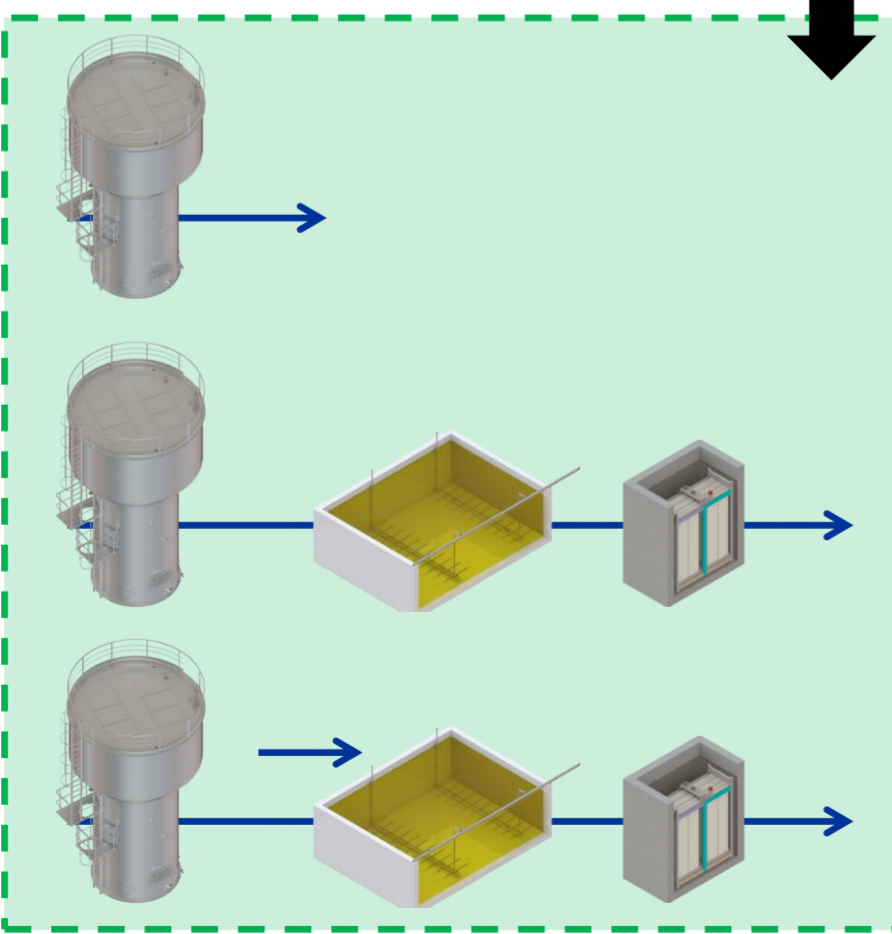
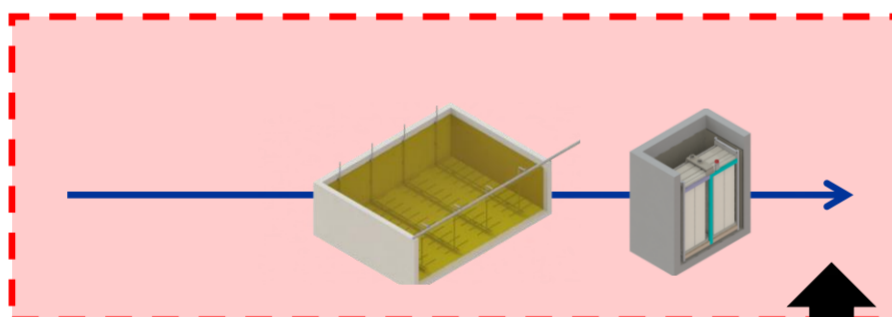
1. PROIECTUL

LIFE Multi-AD își propune să proiecteze și să industrializeze un reactor anaerob multifazic de înaltă performanță care generează biogaz bogat în metan, conceput special pentru tratarea apelor uzate produse de IMM-urile din domeniul F&D. Dispozitivul Multi-AD va fi fabricat la cerere, în funcție de nevoile de tratare a apelor uzate ale fiecărei industrii.

Aparatul Multi-AD va fi fabricat la cerere, în funcție de nevoile de tratare a apelor uzate ale fiecărei industrii, cu o capacitate cuprinsă între 25 și 500 m³.



Aerobic process (Baseline)



Multi-AD (Prototype performance)

Indicatori

- Concentrația de poluanți
- Emisiile de gaze cu efect de seră
- Consumul de produse chimice
- Consumul de energie
- Costuri de exploatare

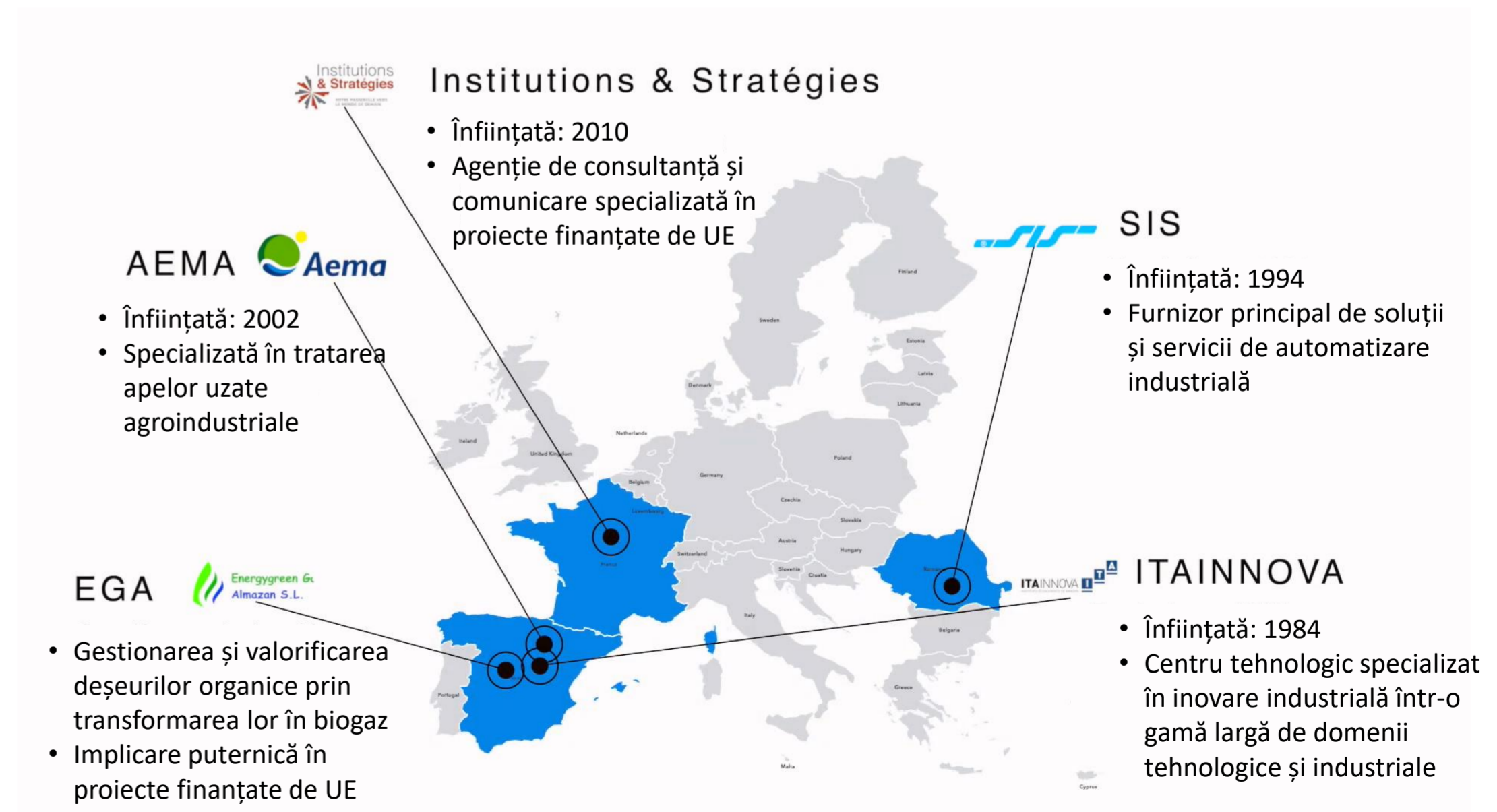


treated water

OBIECTIVE

- Extinderea reactorului anaerob eco-inovativ (brevetul ES-2541078-B1) de la prototipul nostru actual de 100L la 25-500m³.
- Optimizarea și automatizarea sistemului de control, pentru a maximiza stabilitatea procesului anaerob și pentru a-l face rezistent la modificări ale compoziției apelor uzate sau ale condițiilor de funcționare.
- Construirea și validarea unei unități demonstrative la scară 1:1 a reactorului Multi-AD într-o pivniță spaniolă.
- Dezvoltarea "Instrumentului de proiectare a reactorului anaerob", un pachet software care va fi utilizat pentru dimensionarea unei soluții tehnologice Multi-AD ad-hoc.
- Alimentarea bazei de date a software-ului cu date generate de tratarea diferitelor tipuri de ape uzate industriale F&D utilizând prototipul nostru Multi-AD de 100 L.

CONSORTIUM

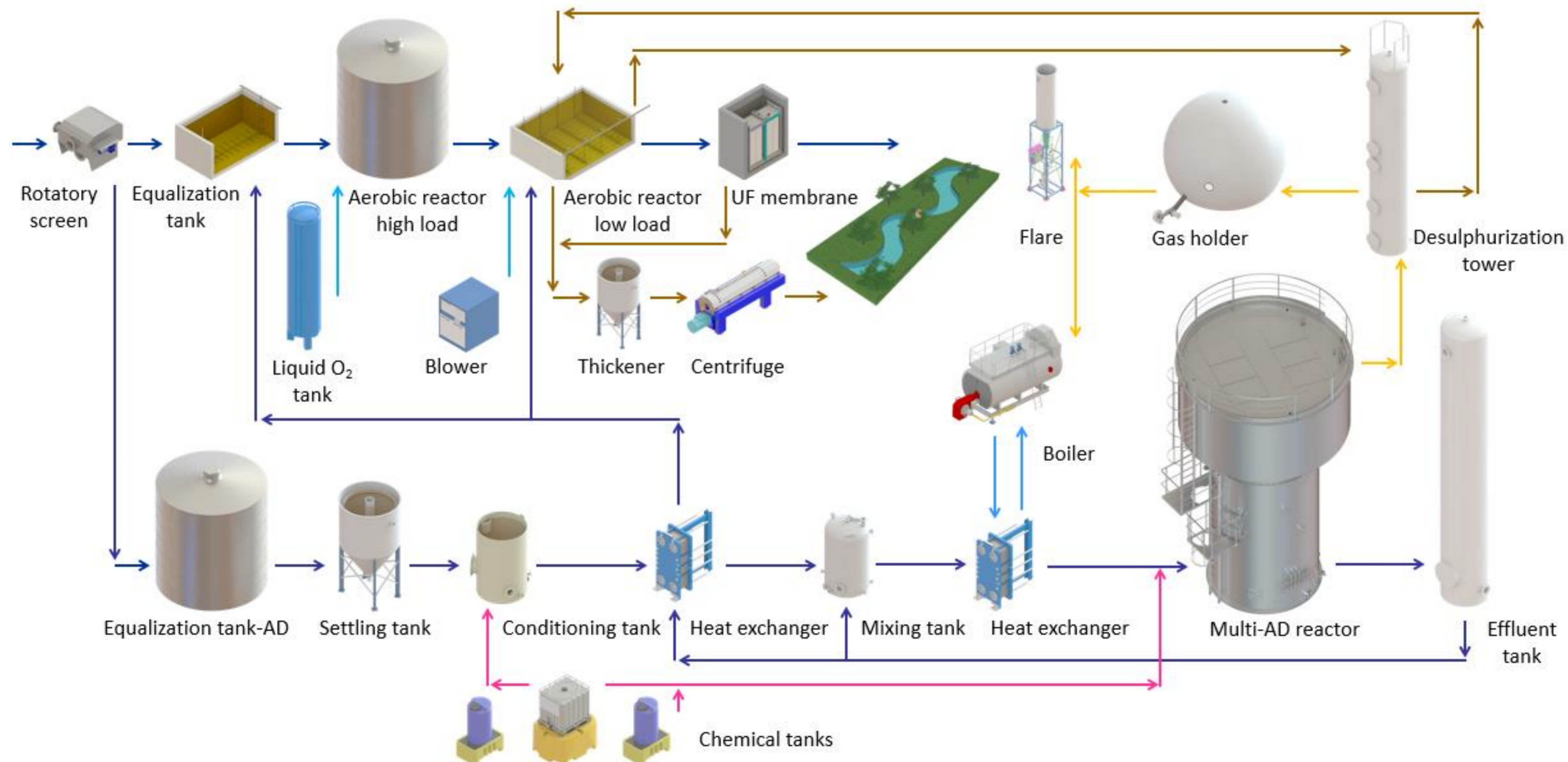
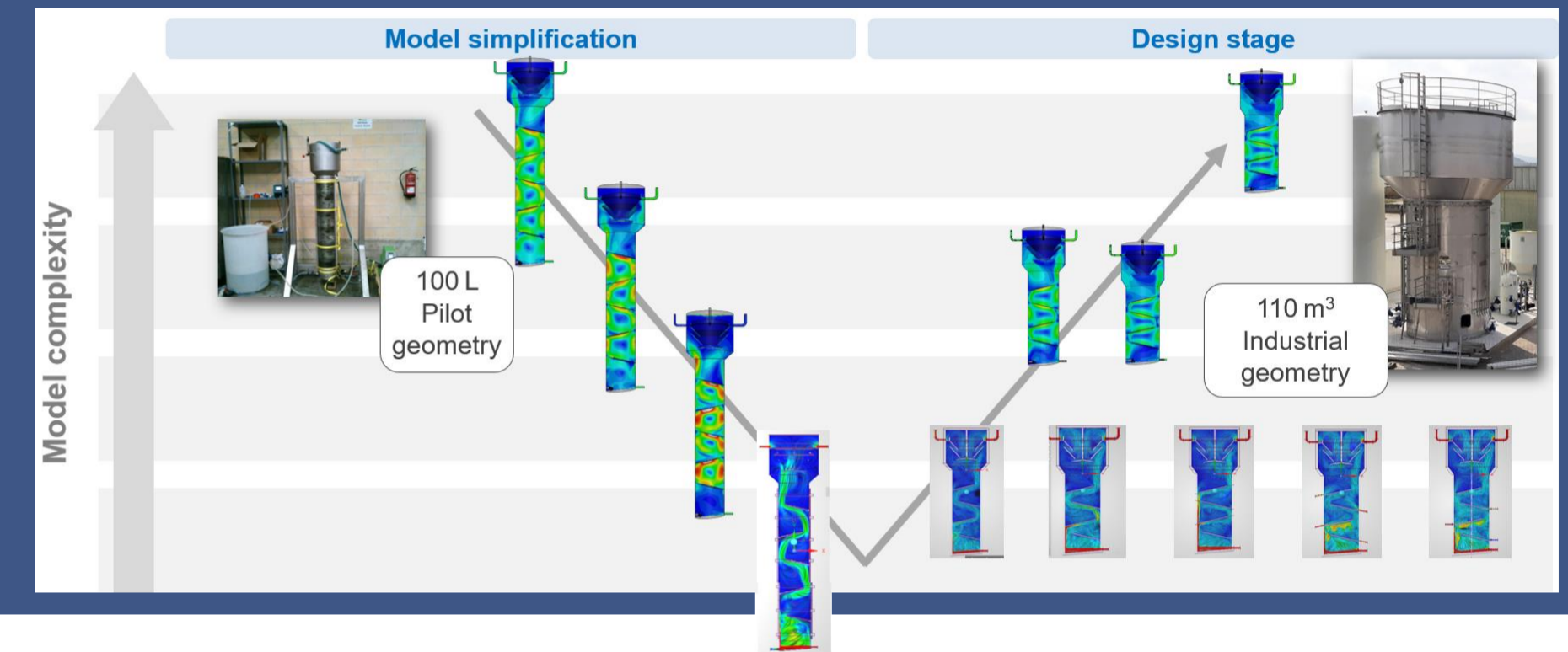


2. SOLUȚIE TEHNOLOGICĂ

Soluția tehnologică Multi-AD este în curs de instalare la scară industrială la actuala stație de tratare a apelor uzate a AGE Winery (Fuenmayor, SPANIA). Soluția inovatoare se bazează pe un reactor anaerob în mai multe etape de 110 m³ cu o capacitate maximă de încărcare organică zilnică de 2.000 kgCOD, capabil să trateze până la 200 m³/d de ape uzate.

Reactorul Multi-AD cuprinde patru camere, fiecare acționând ca un reactor independent în care are loc întregul proces biologic anaerob. Biomasa anaerobă granulară este capabilă să degradeze materia organică și să producă biogaz, tratând astfel apele uzate și generând o sursă de energie regenerabilă.

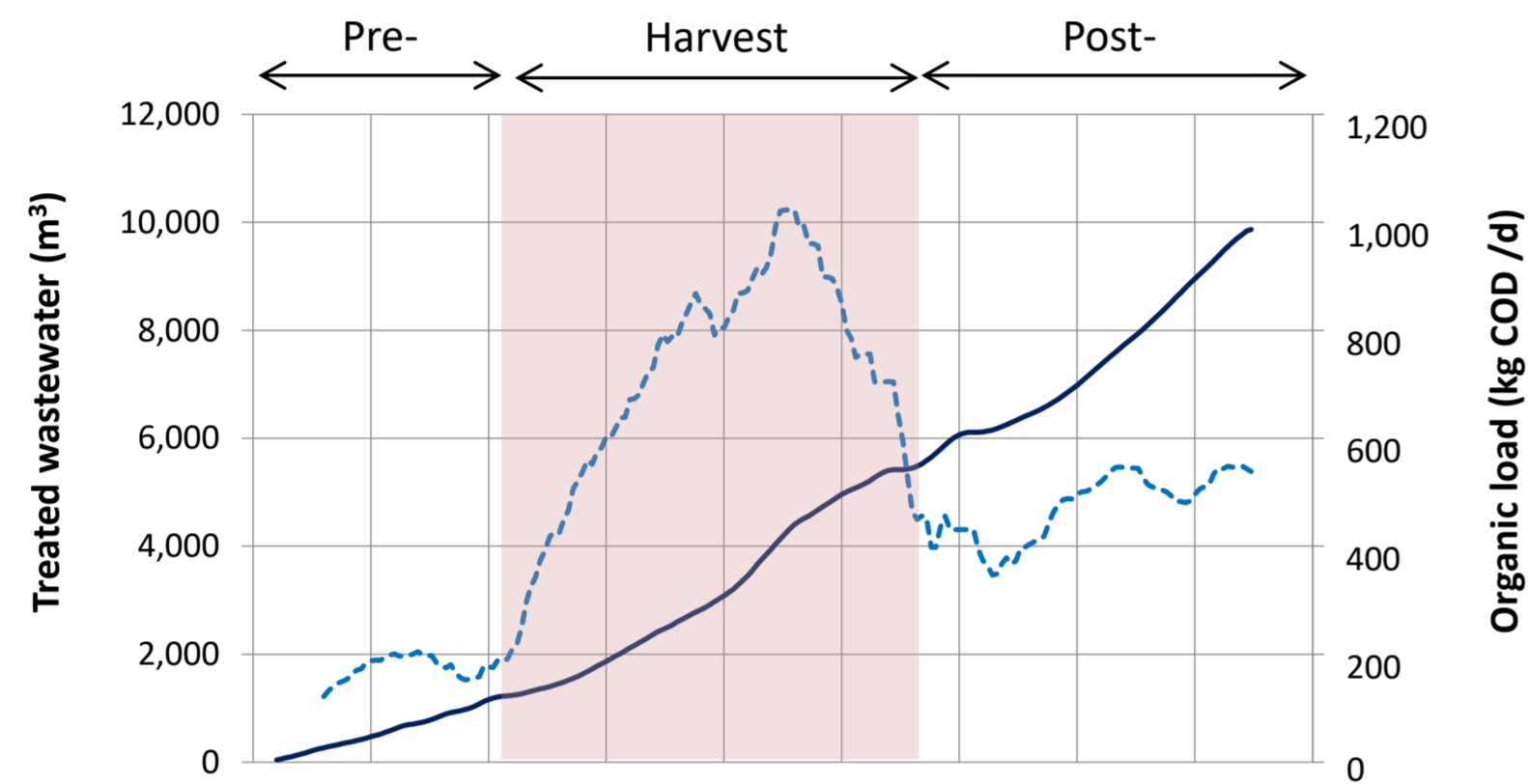
Dispozitivul Multi-AD a fost mărit de la prototipul de 100L. Procesul de scalare a fost susținut de rezultatele simulării pentru a prezice performanța noului proiect și pentru a reduce riscurile și costurile asociate cu incertitudinea.



3. REZULTATE

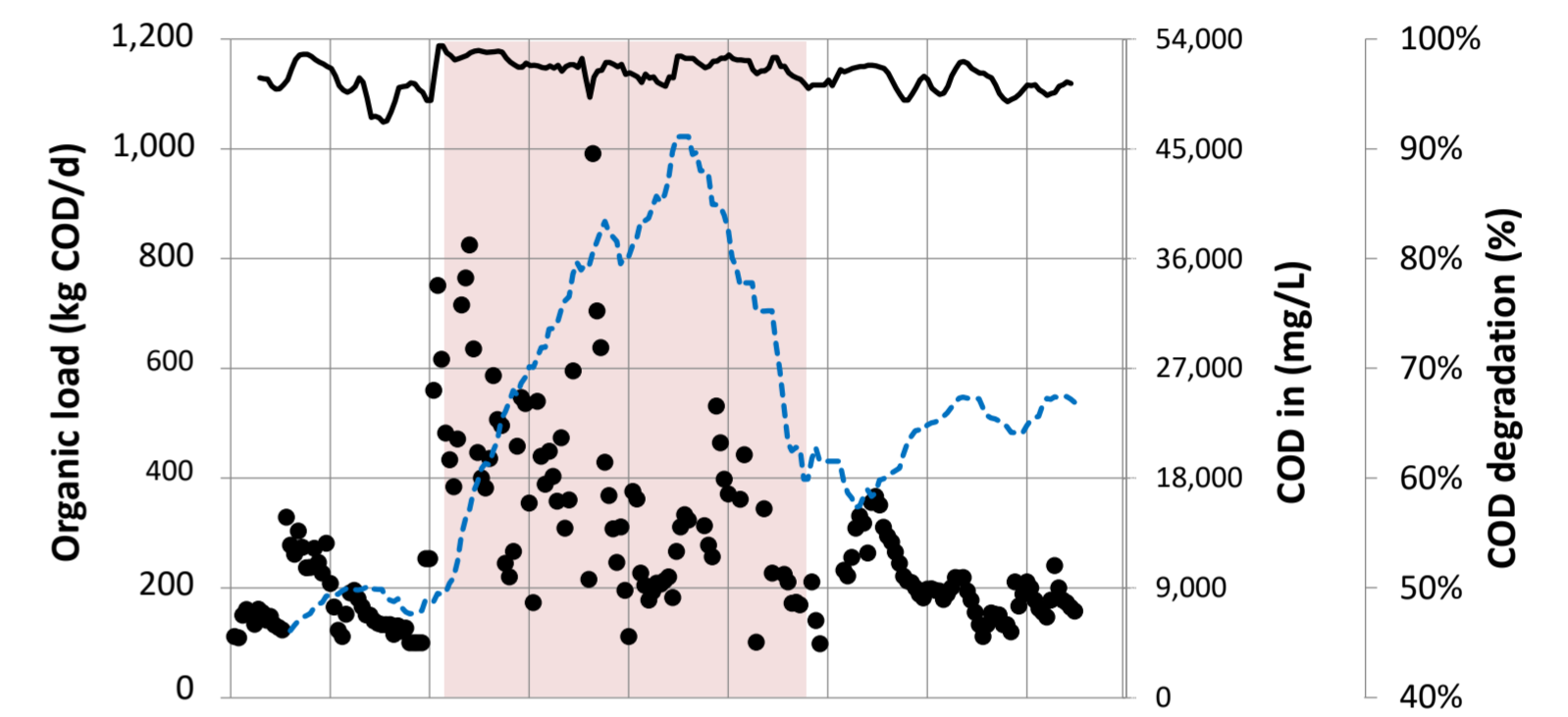
APĂ
10,000 m³

Funcționare continuă (24/7)
10.000 m³ de apă uzată tratată



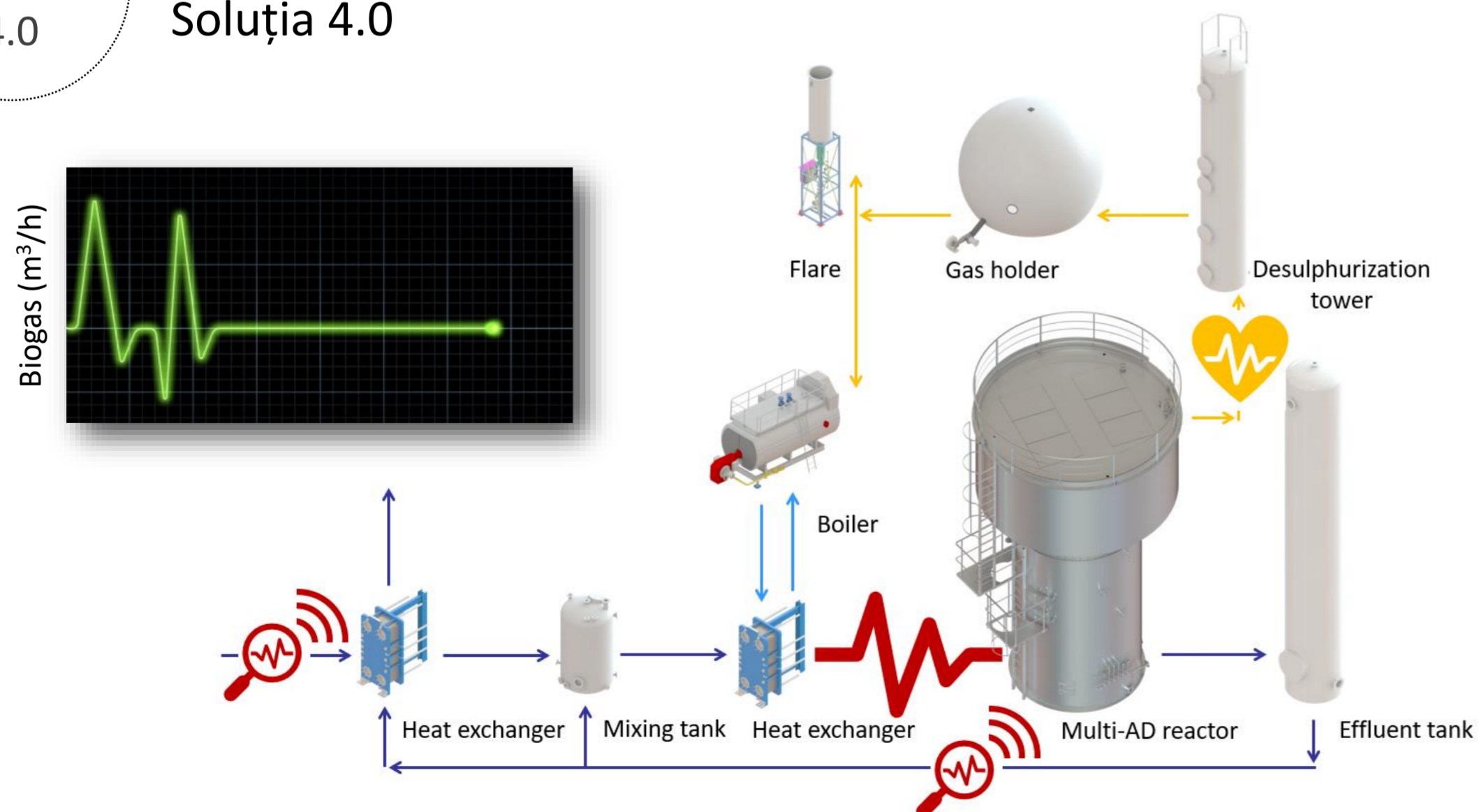
COD
>95%

Tratarea de înaltă eficiență a apelor uzate
Reducere a COD de peste 95



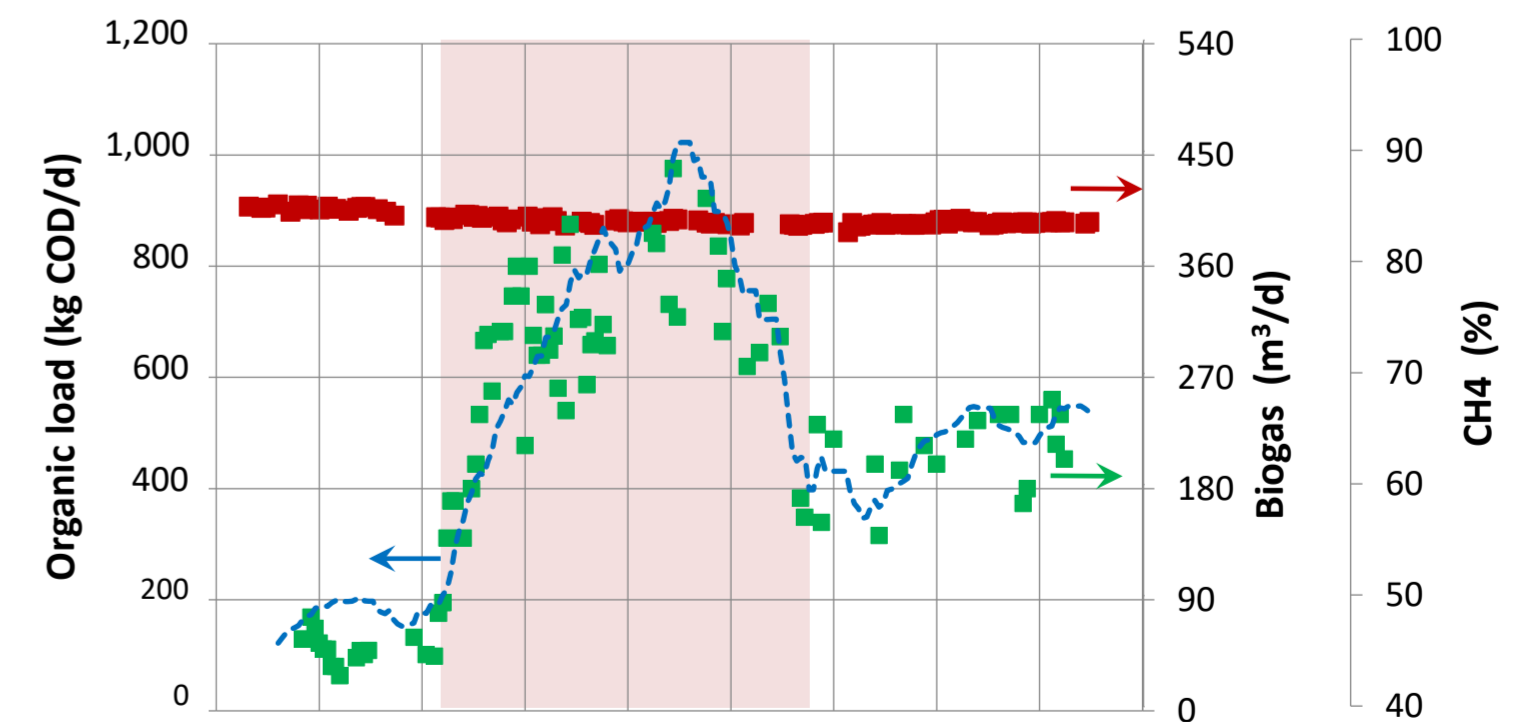
control
4.0

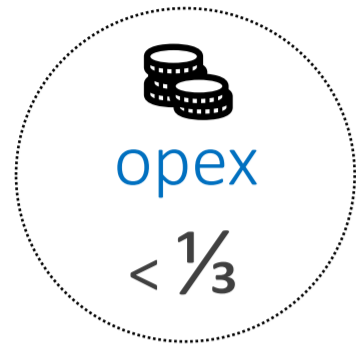
Inovație autonomă și complet automatizată
Soluția 4.0



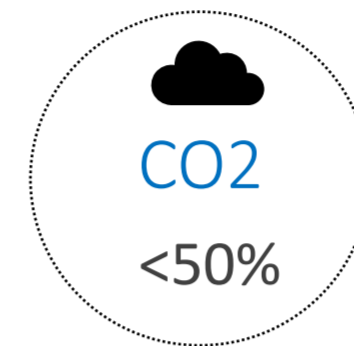
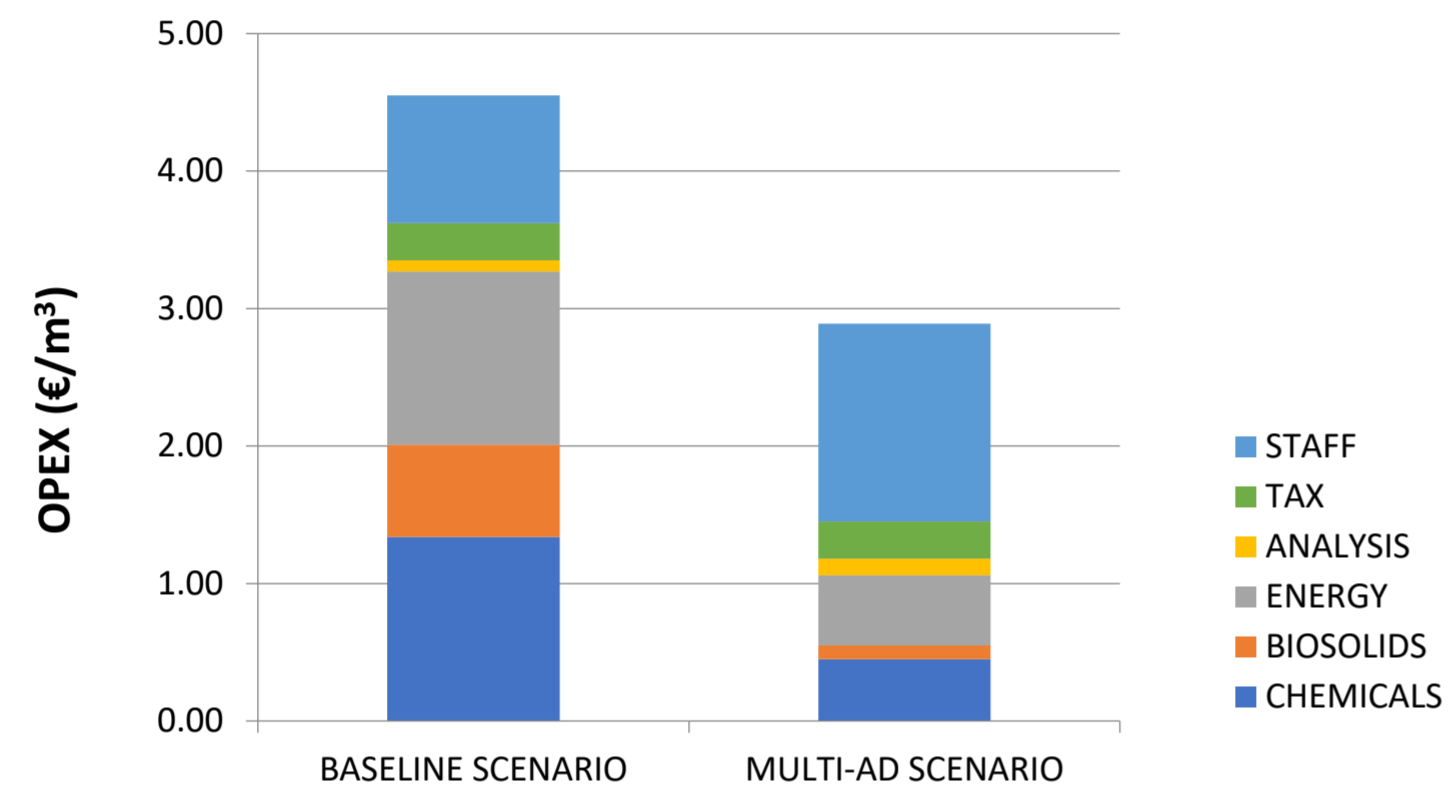
biogás
0.36 m³/kg

Producția de energie regenerabilă
Metan peste 80

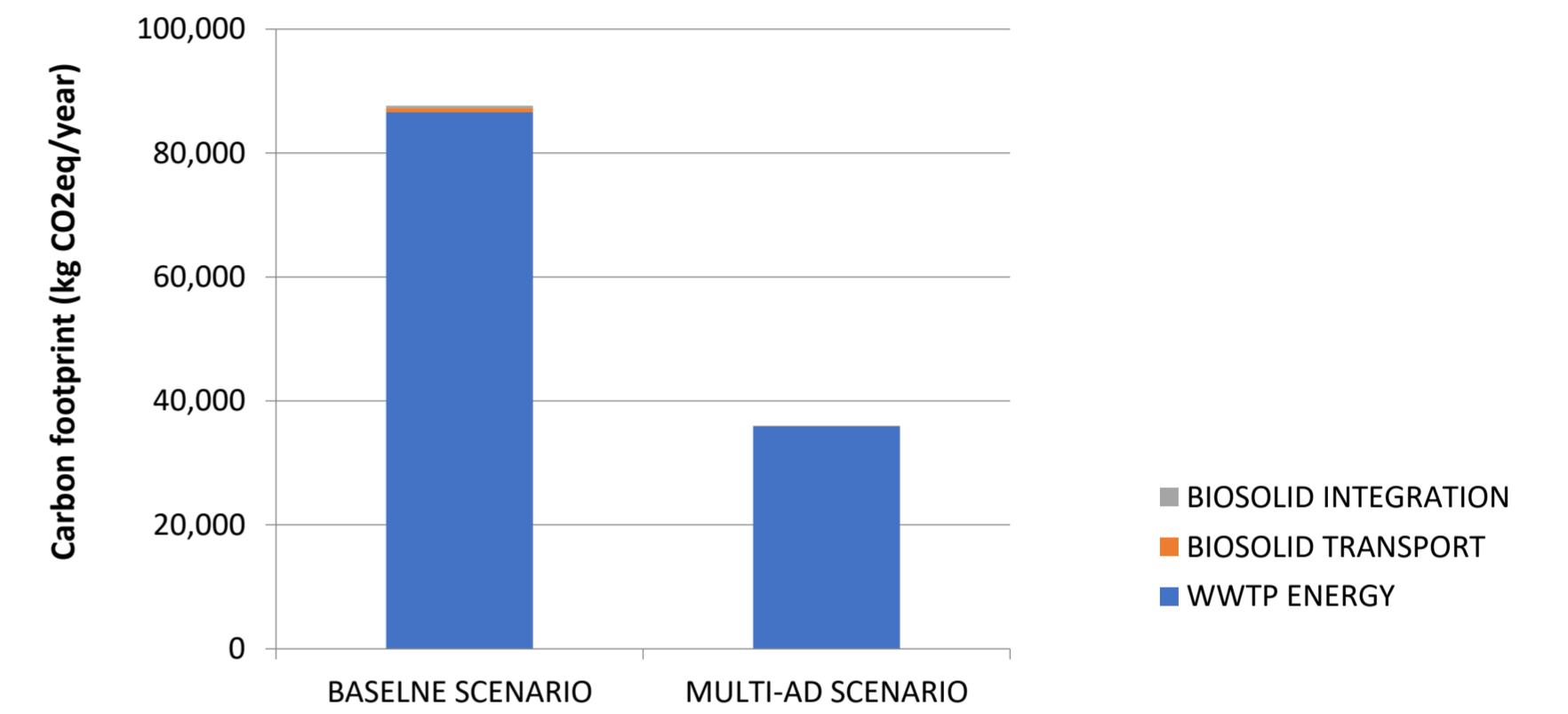




Costuri operaționale reduse
Reducerea OPEX cu peste 33

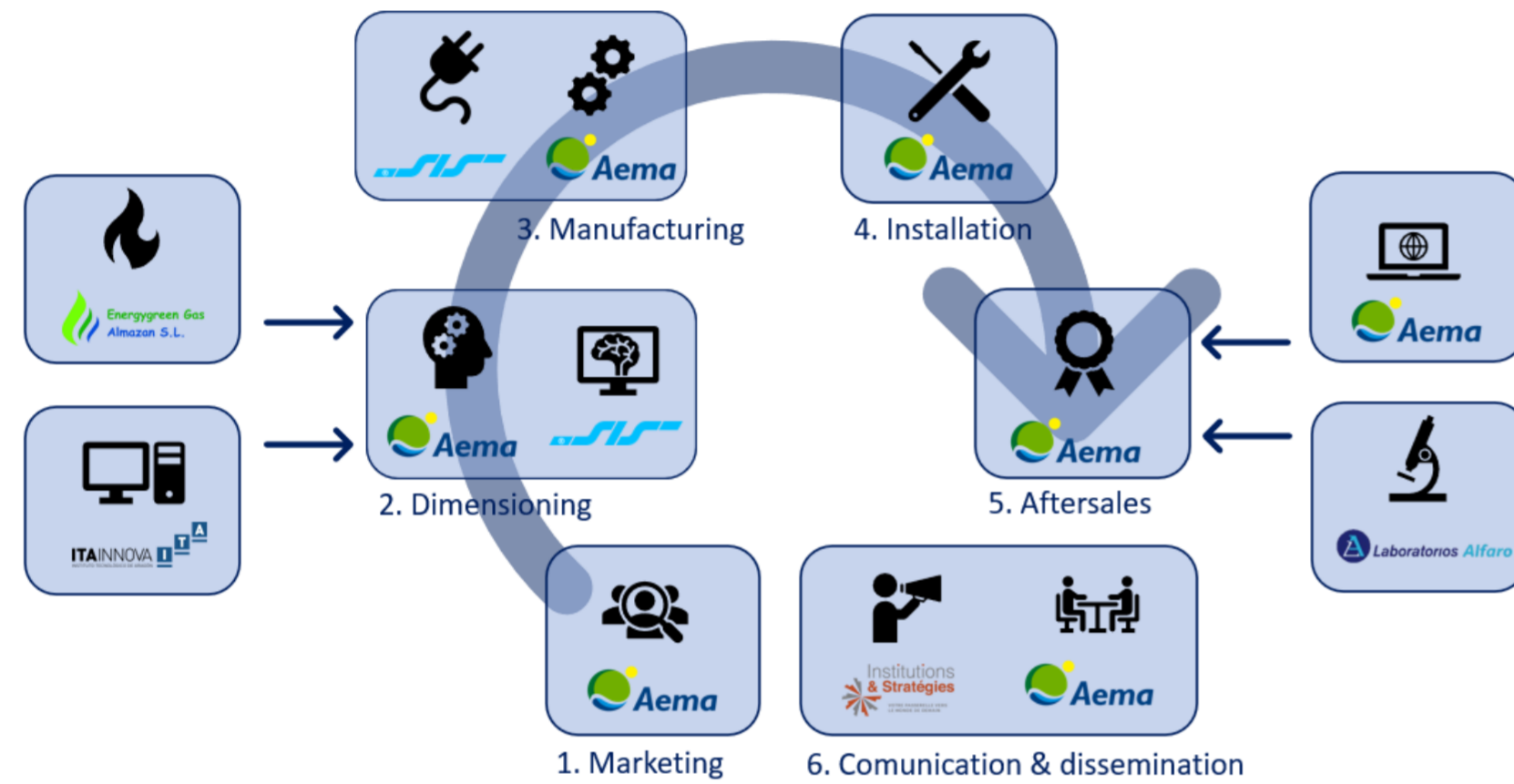


Amprenta de carbon redusă
Reducere de peste 50



marché
164

Elaborarea unei strategii de afaceri
164 Proiectarea multi-AD în 2030



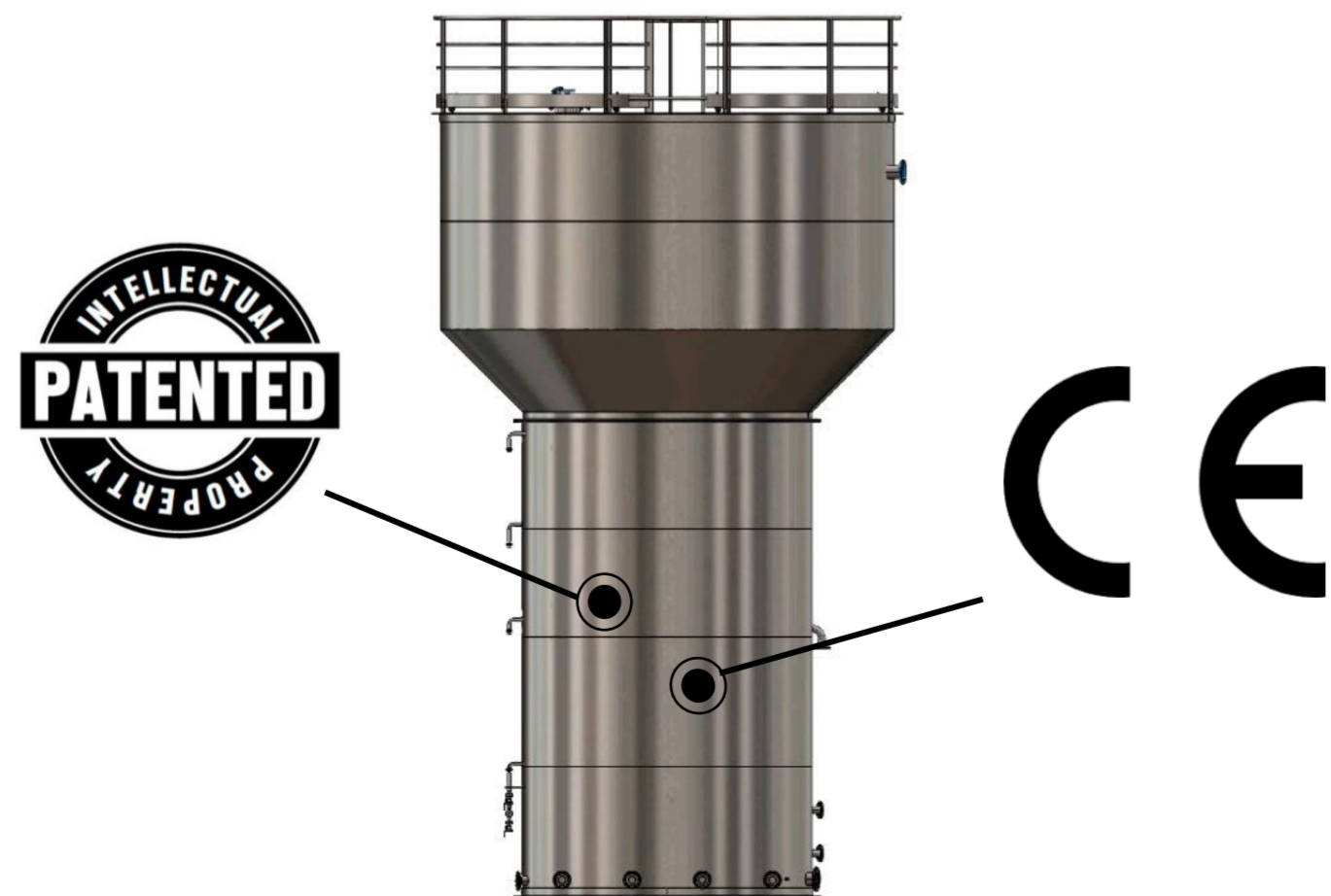
logiciel
ad-hoc

Proiectare a reactoarelor anaerobe
Proiectare ad-hoc de la 25 la 500 m3



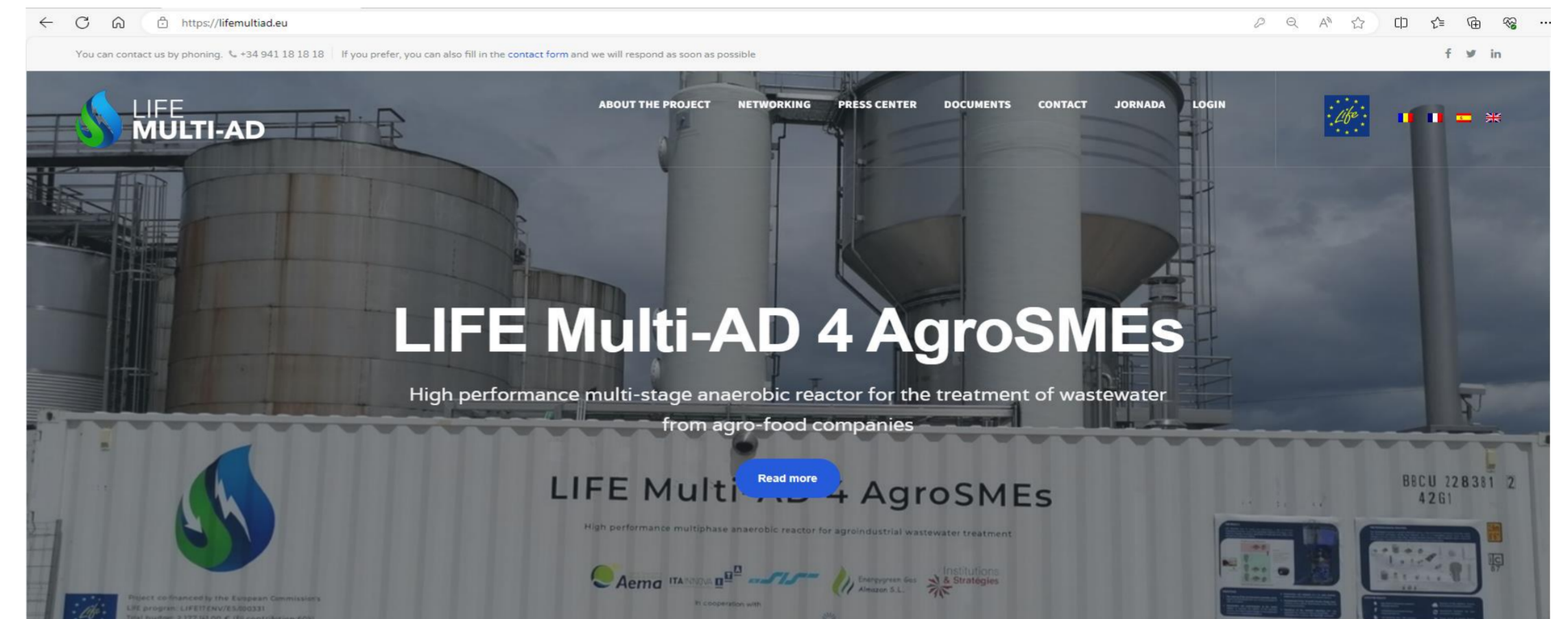
CE
achieved

Certificare și DPI pentru lansarea pe piață
A fost inițiat procesul de marcare CE și PI



4. DISEMINARE ȘI COMUNICARE

- 1 Pagina web, LinkedIn, Facebook și Twitter
- 2 Video dezvoltat
- 58 Știri publicate de LIFE Multi-AD
- 7 Buletine informative
- 2 Ateliere de lucru organizate
- 4 Prezentări la conferințe internaționale
- 30 Participarea la târguri tematice, seminarii și webinarii
- 5 Prelegeri în școli și universități
- 1 Articol publicat într-o revistă de nivel înalt cu evaluare colegială
- 1 Fișă de date privind bunele practici în economia circulară - La Rioja
- 1 Disertație pentru diploma de inginer chimist - Universitatea din Zaragoza
- 17 Crearea de rețele cu alte proiecte de cercetare și dezvoltare
- 7 Întâlniri cu factori de decizie politică
- 4 Interacțiuni cu platformele tehnologice - Părțile interesate
- 72 Interacțiuni cu potențiali clienți - Părți interesate
- 208 Interacțiuni cu furnizorii - Părți interesate



processes MDPI

Article
A Practical Approach for Biochemical Modeling in the CFD Evaluation of Novel Anaerobic Digester Concepts for Biogas Production

Mario Miana ^{1,*}, Ana Martínez Santamaría ¹, Jose B. Carbajo ², Cristina Bengoechea ¹, Gorka García ² and Salvador Izquierdo ^{1,3,*}

¹ Instituto Tecnológico de Aragón (ITA), 50018 Zaragoza, Spain; amartinez@itainnova.es (A.M.S.)
² BONDALTI WATER—AEMA (Agua, Energía y Medioambiente), 26540 Alfaro, Spain; jcarbajo@bondaltwater.com (J.B.C.)
³ Aragon Institute of Engineering Research (ISA), Universidad de Zaragoza, 50018 Zaragoza, Spain
 * Correspondence: mmiana@itainnova.es (M.M.); salvador.izquierdo@unizar.es (S.I.)

Abstract: The detailed physics-based description of anaerobic digesters is characterized by their multiscale and multiphysics nature, with Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations being the most comprehensive approach. In practice, difficulties in obtaining a detailed characterization of the involved biochemical reactions hinder its application in the design of novel reactor concepts, where all physics interplays in the reactor must be considered. To solve this limitation, a practical approach is introduced where a calibration step using actual process data was applied for the simplified biochemical reactions involved, allowing us to efficiently manage uncertainties arising when characterizing biochemical reactions with lab scale facilities. A complete CFD modeling approach is proposed for the anaerobic digestion of wastewater, including heat transfer and multiphase flow. The proposed multiphase model was verified using reference data and, jointly with the biochemical modeling approach, applied to a lab-scale non-conventional anaerobic digester for winery wastewater treatment. The results showed qualitative improvement in predicting methane production when the diameter of the particles was reduced, since larger particles tend to move downwards. The biochemistry of the process could be simplified introducing a preexponential factor of $380 \text{ (kmol/m}^3\text{)}^{1-10} \text{ /s}$ for each considered chemical reaction. In general, the proposed approach can be used to overcome limitations when using CFD to scale-up optimization of non-conventional reactors involving biochemical reactions.

Keywords: anaerobic digestion; wastewater treatment; computational modelling

[check for updates](#)

Citation: Miana, M.; Santamaría, A.M.; Carbajo, J.B.; Bengoechea, C.; García, G.; Izquierdo, S. A Practical Approach for Biochemical Modeling in the CFD Evaluation of Novel Anaerobic Digester Concepts for Biogas Production. *Processes* **2023**, *11*, 2851. <https://doi.org/10.3390/pr11102851>



Trabajo Fin de Grado

Tratamiento de aguas residuales de una industria de conservas vegetales mediante reactor anaerobio multi-etapa de alto rendimiento (Multi-AD)

Autora
 Blanca Goicoechea Aparicio
 Director
 Jose Benito Carbajo Elena



Industrial scale-up, automatization and validation of high-performance multi-stage anaerobic reactor for treatment of wastewater from food and drink SMEs

J. B. Carbajo^a, M. Navajas^a, B. Goicoechea^a, A. Torres^a, C. Bengoechea-Cuadrado, A. Martínez^b, M. Miana^b, S. Izquierdo^b, O. G. Chenaruf^c, G. Florea, L. Ocheana^c, A. Dominguez^d

^a AEMA, Agua, Energía y Medio Ambiente, Polígono Industrial El Pilar, C/ Fitero 9, 26540 Alfaro (Spain). Email address: jcarbajo@aemaservicios.com (J. B. Carbajo).
^b ITAINNOVA, Aragon Institute of Technology, C/ Maria de Luna 7, 50118, Zaragoza (Spain).
^c SIS, Societatea de Inginerie Sisteme, Șoseaua Electronicii 22, București (Romania).
^d EGA, Energygreen Gas Almazan, Carretera de Gomara, km. 2, 8, 42200-Alamazán (Spain).

Abstract
 Food and drink small and medium enterprises (SMEs) are highly water-intensive sector, that urgently needs an eco-efficient solution to treat their wastewater and decrease the associated energy costs. Being aware of the gap in the market, LIFE Multi-AD consortium scaled-up and automatized a high-performance multiphase anaerobic reactor. Multi-AD device was industrial-scale installed in the winery WWTP and has been validated in continuous operation. The results show that Multi-AD reactor is capable of achieving COD removal higher than 93%, as well as biogas production of $3.6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ for organic load rate up to $10 \text{ kg COD}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$. The ground-breaking reactor design, based on 4 chambers, achieves that organic matter is degraded in a stepwise conversion, fact that may make it more effective than conventional reactors. Multi-AD innovative solution allows SMEs to count with decentralized, automatized and eco-innovative technology for treatment of their wastewaters, allowing them to save 60% of energy and 34% of operational expenditures.

Aprovechamiento de biogás generado en la depuración de aguas La Rioja

La industria alimentaria genera aguas residuales que demandan de eficaces y eficientes sistemas de depuración. Multi-AD es una tecnología innovadora capaz de tratar y valorar estos efluentes en línea con los modelos de producción bajo economía circular.

La solución innovadora Multi-AD, mediante un reactor anaerobio multi-etapa, alcanza altos rendimientos de eliminación de los compuestos contaminantes presentes en las aguas residuales, minimiza la producción de fangos (L.S., residuos) y genera un biogás con un alto contenido en metano. Este gas combustible puede aprovecharse como fuente de energía renovable en las propias instalaciones reduciendo el consumo de combustibles fósiles, así como la huella de carbono asociada al tratamiento de las aguas.

El paquete tecnológico Multi-AD cuenta además con un sistema de control avanzado que permite maximizar la estabilidad y robustez del proceso de depuración basándose en estrategias sobre eficiencia en el uso de los recursos. Multi-AD está totalmente automatizado, siendo una solución autoabastecida que puede ser considerada como una herramienta englobada dentro la industria 4.0.

Objetivos y retos:
 -Corregir un proceso anaerobio altamente ineficaz.
 -Producir energía renovable.
 -Minimizar los costes operacionales.
 -Reducir la huella de carbono.

Resultados principales:
 -Reducción de la DQO (Demanda Química de Oxígeno) superior al 90%.
 -Biogás con un contenido en metano superior al 80%.
 -Consumo de los CPEX (Costo Operacional) superior al 50%.
 -Diminución de las emisiones de CO2 mayor al 10%.
 -Reducción del consumo energético hasta 10 veces respecto a los procesos aerobios (0,07-0,1 kWh/kg DQO).

Dificultades y oportunidades:
 La integración de sistemas de monitorización y sistemas de control avanzados del proceso suponen un alto nivel de inversión inicial.

Ámbitos de acción y relevancia:
 Fomento de medidas de optimización para la recuperación, la reutilización y el aprovechamiento de aguas residuales derivadas de los procesos de producción.

Principios de Economía Circular: REDUCIR, REUSAR, RECICLAR

Objetivos de Desarrollo Sostenible: 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

Buenas Prácticas en Economía Circular. Proyecto Energías.

WEBINARII ȘI CONFERINȚE ÎN CADRUL TÂRGURILOR COMERCIALE



MULTI-AD: project

Objective

To design and industrialise an anaerobic digestion reactor capable of economically treating wastewater discharged by SMEs operating F&B sector

Partners

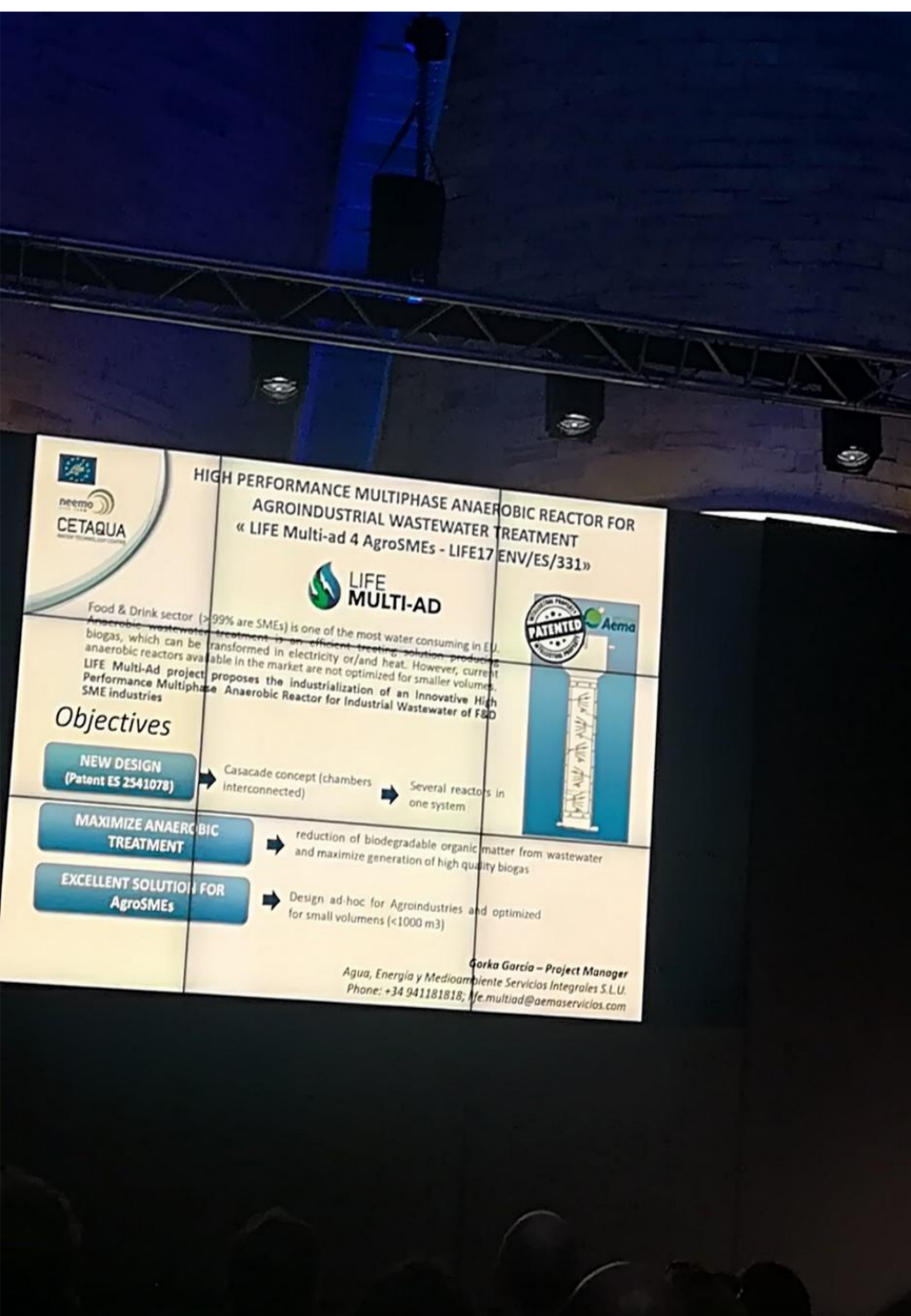
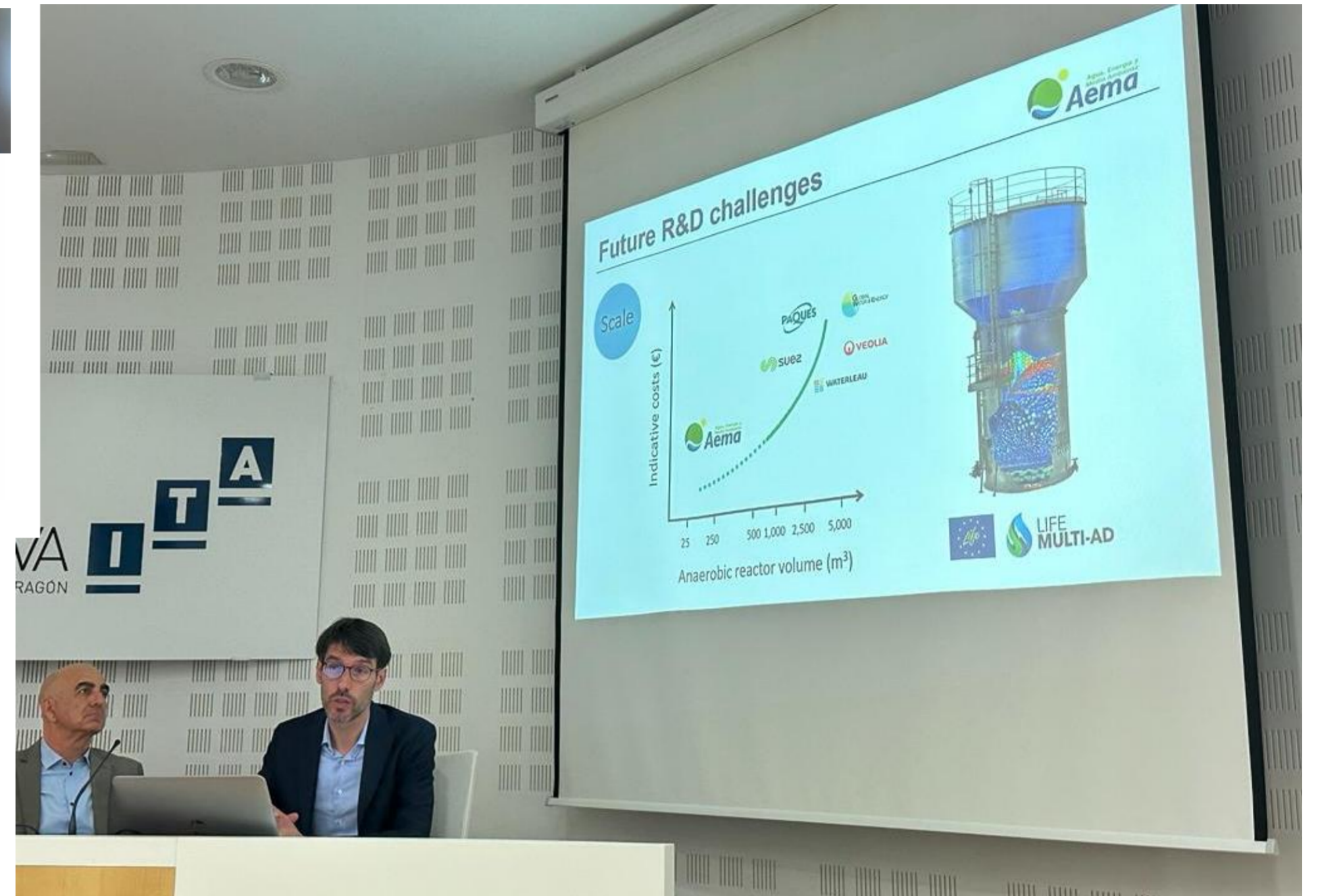


Period

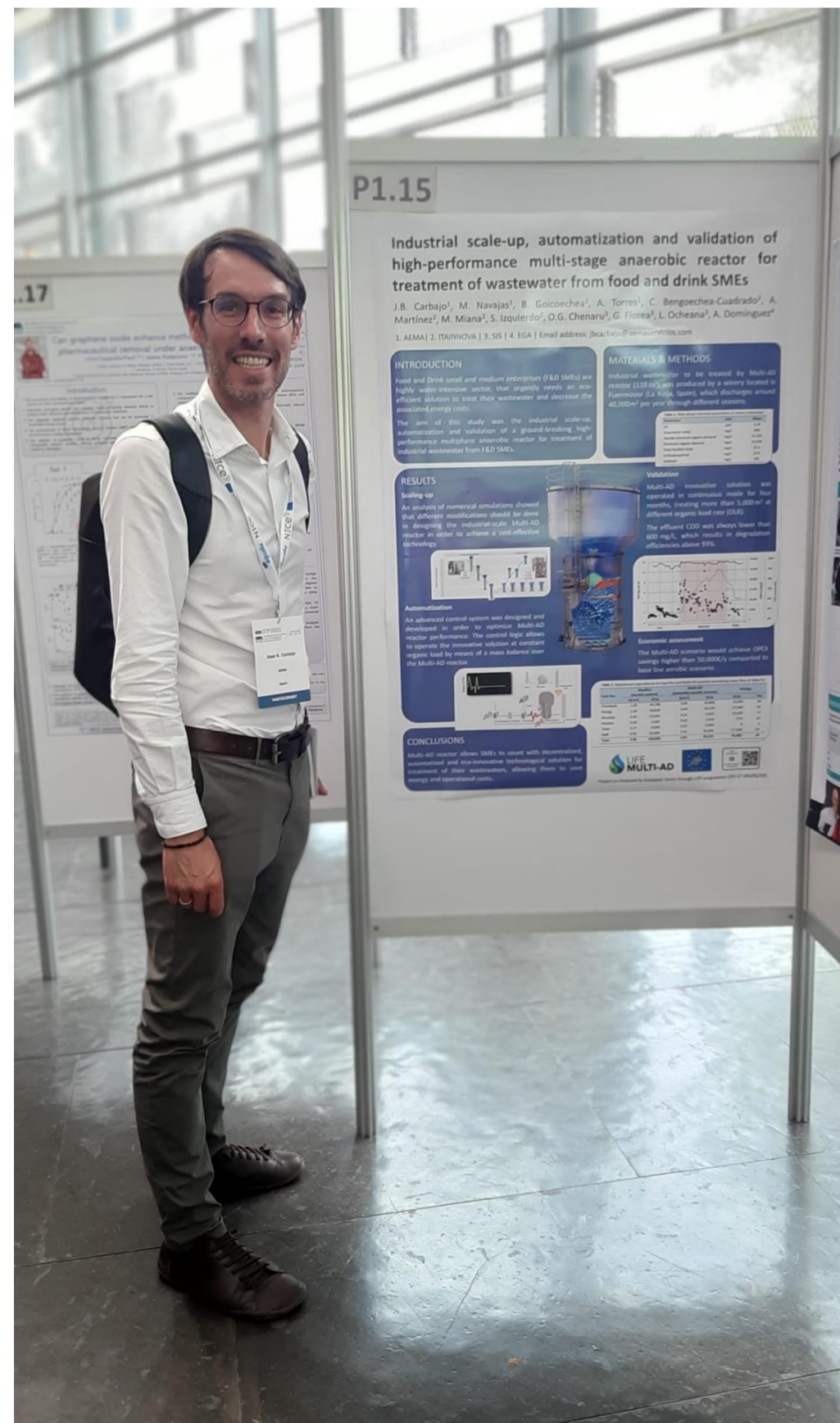
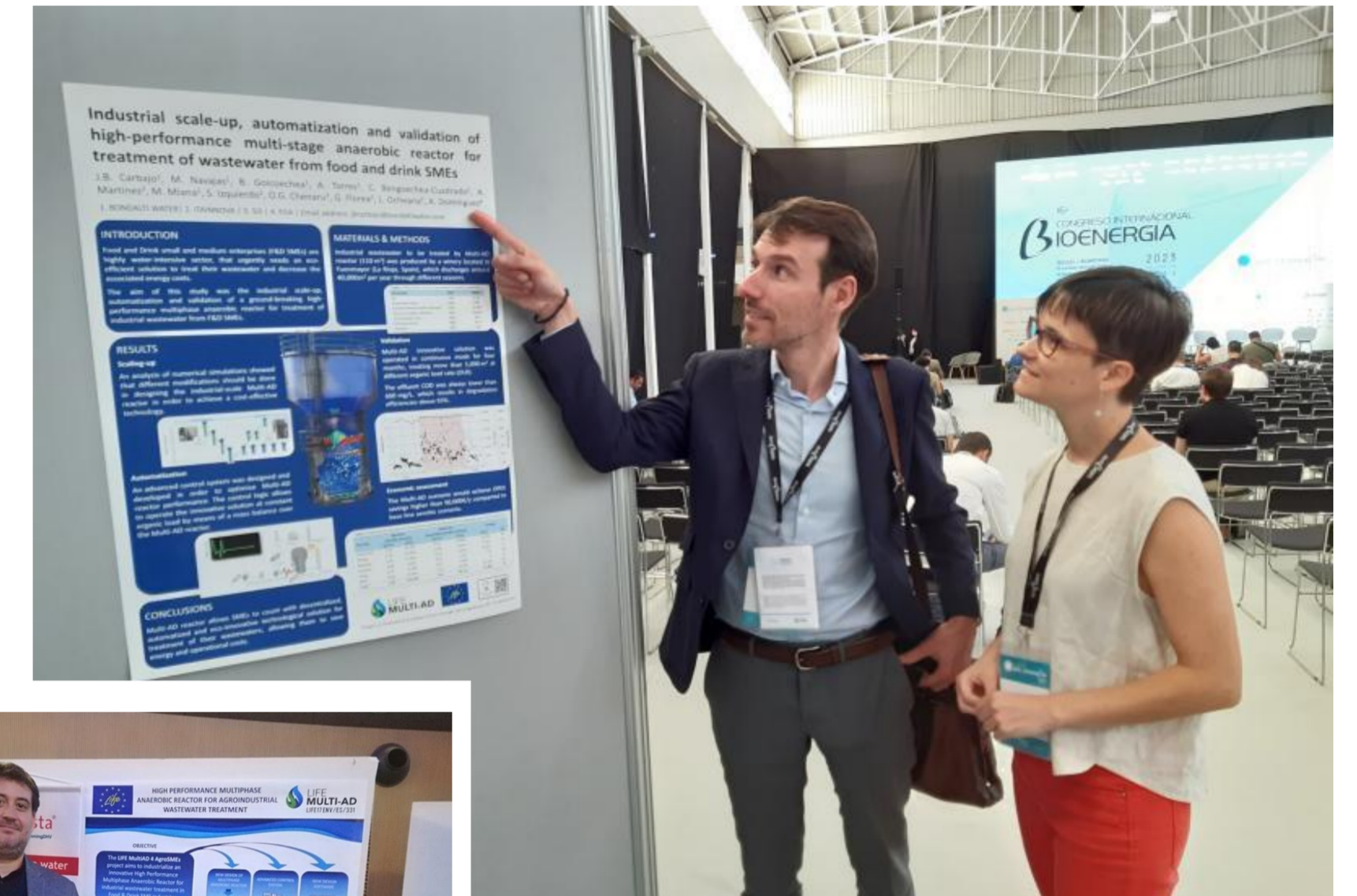
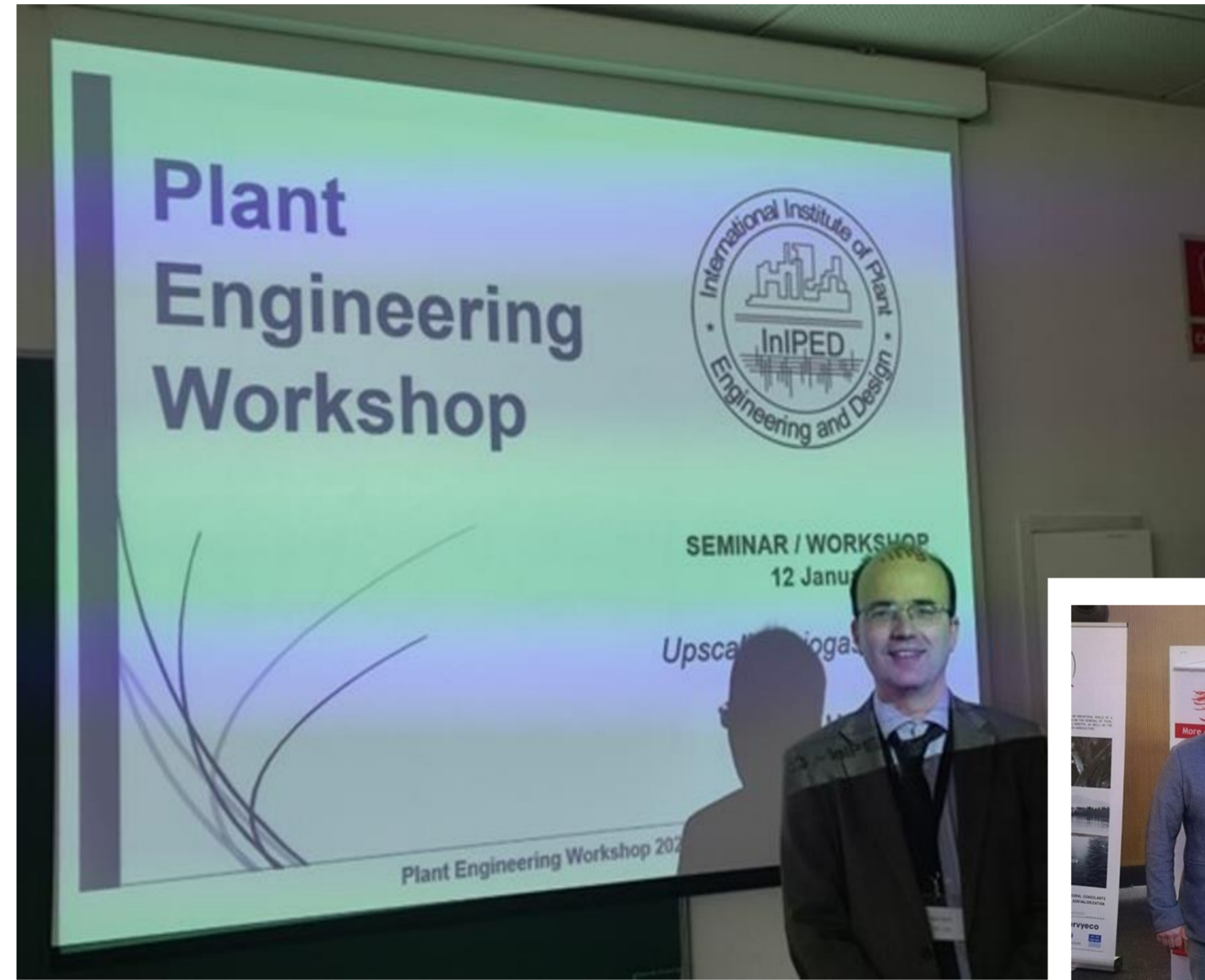
Start date: 01/09/18
End date: 30/06/23

Budget

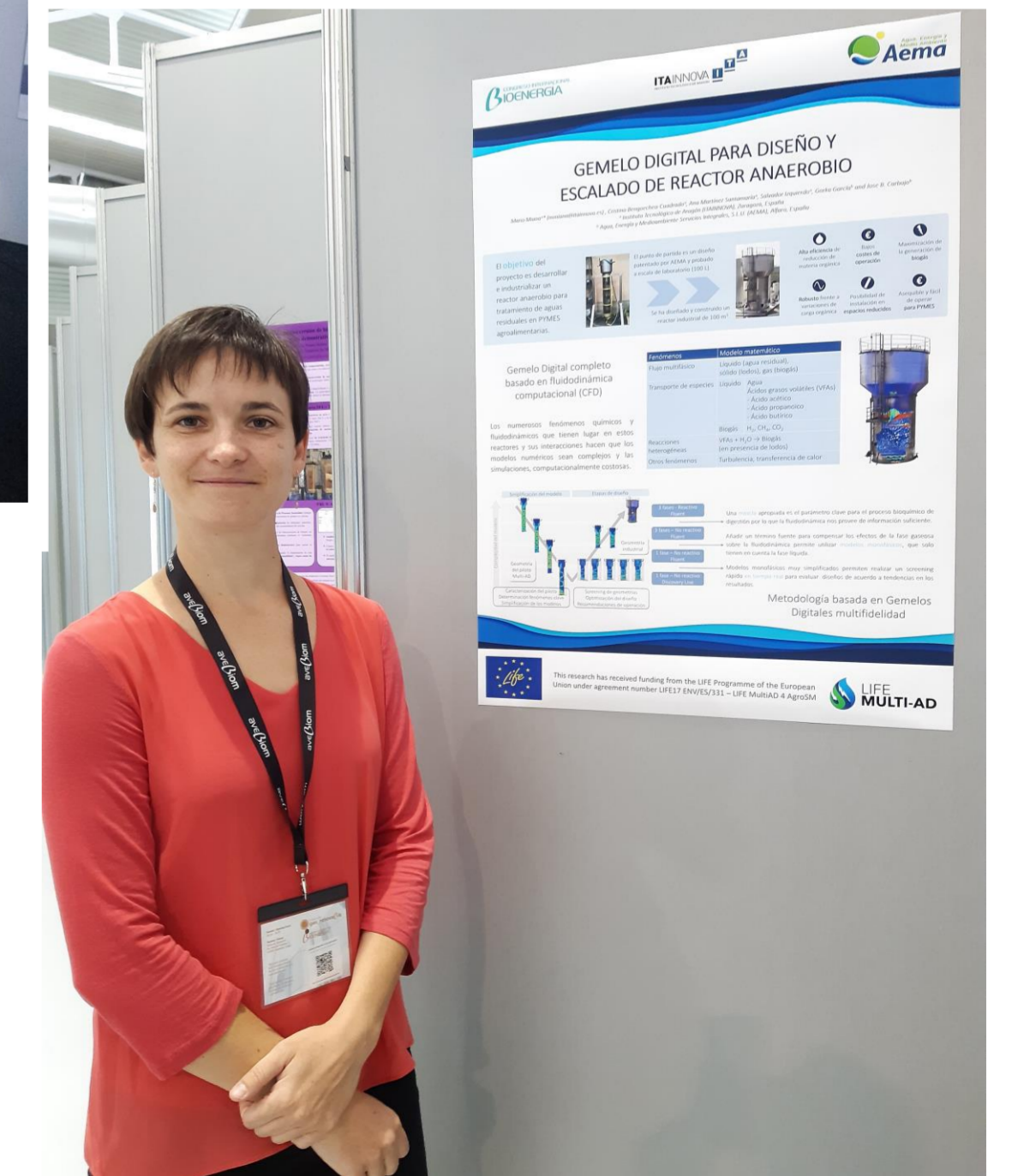
Total budget: 2.177.143 €
AEMA budget: 1.301.386 €



CONFERINȚĂ INTERNAȚIONALĂ



4912 - Multifidelity Simulations For Water Treat



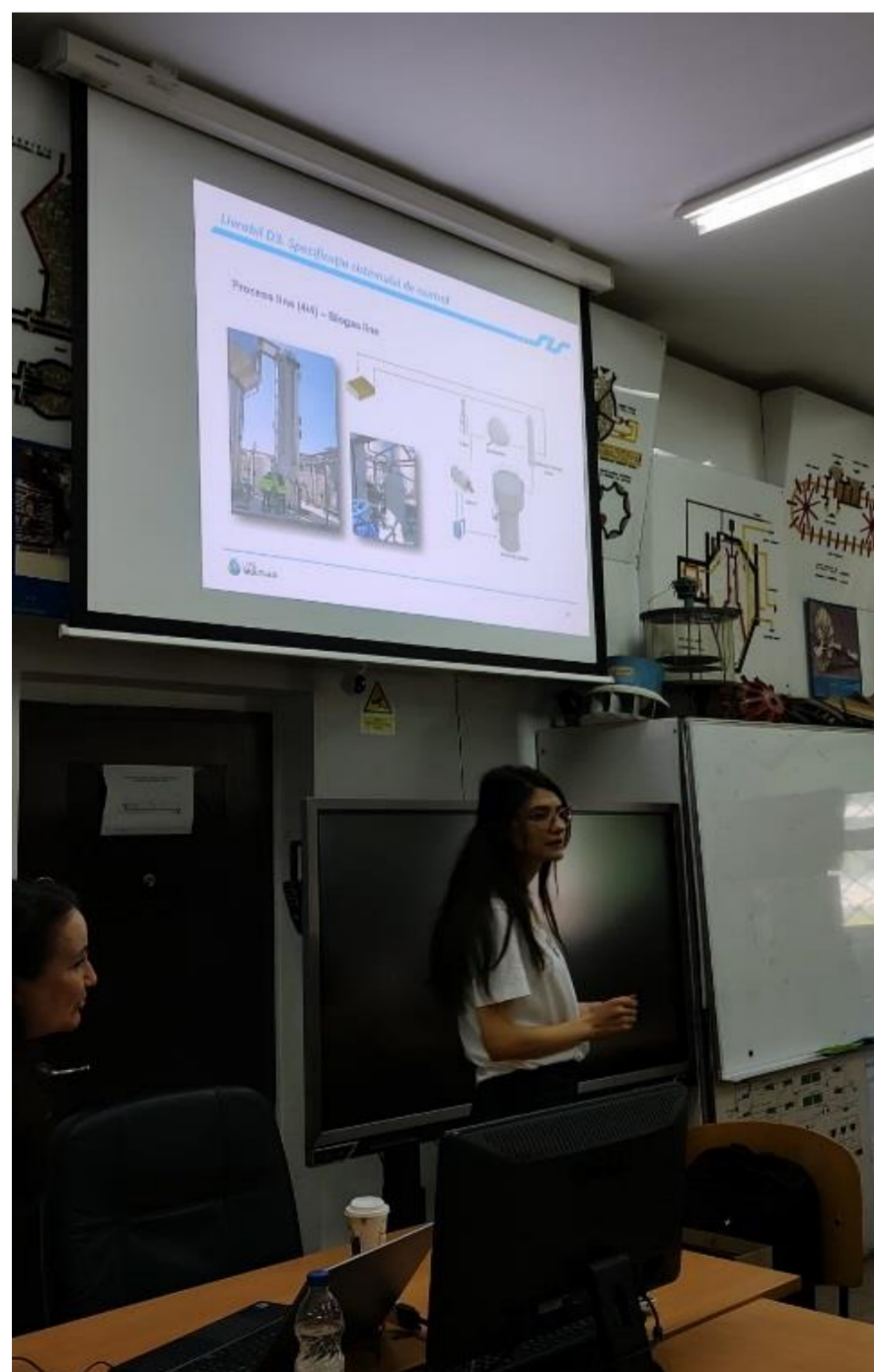
ATELIERE LIFE MULTI-AD



ÎNTÂLNIRI CU PARTENERII



CONFERINȚE ȘCOLARE, COLEGIALE ȘI UNIVERSITARE



ÎNTÂLNIRI CU FACTORII DE DECIZIE POLITICĂ

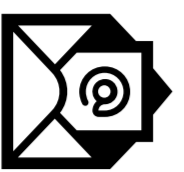




INFORMAȚII SUPPLEMENTARE



+34 941 18 18 18



life.multiad@aemaservicios.com

