

CIRQUA - NEWSLETTER

4 Locais Piloto

4 Países

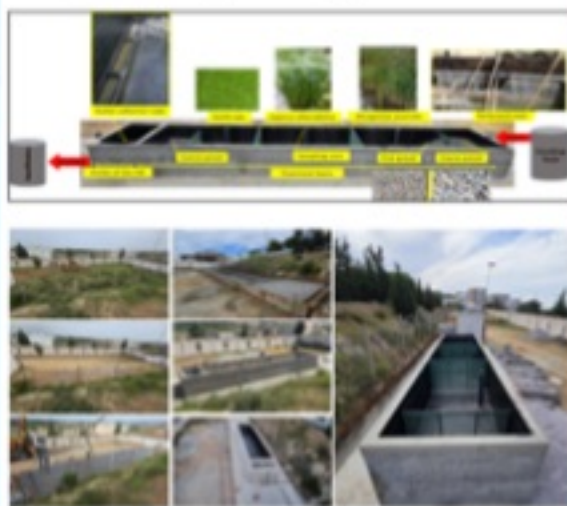
140 m2 Area total

Remoção de patógenos

DUTH's CW prototype



ABC's CW prototype



CIIMAR's upgraded CW



ASU's CW prototype



Figura 1: As quatro fito-ETARs piloto do CIRQUA ao longo do Mediterrâneo.

Futuro Hídrico Sustentável:

Abordagens integradas à escala local para melhorar a eficiência da reutilização da água e a fertilização sustentável do solo a partir de nutrientes recuperados das águas residuais.

Os nossos quatro Locais Piloto:

O CIRQUA concebeu, construiu e opera quatro sistemas de demonstração na Grécia, Tunísia, Portugal e Egito, cada um integrando fito-ETARs de fluxo subsuperficial horizontal equipadas com unidades de nanofiltração e módulos fotocatalíticos.

Sobre o CIRQUA: O projeto CIRQUA é uma iniciativa financiada pelo programa PRIMA que desenvolve soluções descentralizadas de tratamento de águas residuais baseadas na natureza, em todo o Mediterrâneo. Através de protótipos inovadores de fito-ETARs dotados de unidades de nanofiltração e módulos fotocatalíticos, o CIRQUA demonstra que as águas residuais tratadas podem ser reutilizadas em segurança na agricultura, recuperando simultaneamente nutrientes para a fertilização do solo.

PERFIL DOS LOCAIS PILOTO

❶ Local Piloto DUTH - Xanthi, Grécia

Democritus University of Thrace • 20 m²

Fito-ETAR de fluxo subsuperficial horizontal, totalmente automatizada com PLC, com quatro tanques em aço inoxidável plantados com *Typha* e *Caltha*. Equipada com nanofiltro e módulo fotocatalítico (tubos de vidro revestidos com TiO_2). Alcançou remoção completa de enterococos/coliformes, redução de DNA elevada e eliminação da toxicidade para peixes-zebra.

❷ Local Piloto ABC - Sidi Thabet, Tunisia

Instituto Superior de Biotecnologia • 20 m²

Fito-ETAR em betão com *Phragmites australis*, *Cyperus alternifolius* e *Azolla* spp. Filtro de areia com material de nanofiltração e módulo fotocatalítico de 400 L. Resultados: remoção quase completa de agentes patogénicos e eliminação de *Vibrio cholerae*. Gerida por uma Unidade de Controlo Industrial Inteligente (SICU-1) baseada em Raspberry Pi/Arduino.

❸ Local Piloto CIIMAR - Ponte de Lima, Portugal

Paço de Calheiros • 40 m²

Upgrade de uma fito-ETAR com 15 anos de operação por gravidade (consumo zero de energia). Inclui *Canna flaccida*, *Zantedeschia aethiopica* e *C. indica*. O CIRQUA adicionou um nanofiltro baseado em MOF e um módulo fotocatalítico. Automatização via PLC com HMI. Os testes de ecotoxicidade confirmaram uma redução significativa da toxicidade.

❹ Local Piloto ASU - Giza, Egito

Estação de Tratamento de Águas Residuais Zenin • 60 m² (3 tanques x 20)

O maior piloto do CIRQUA: três tanques em paralelo (10x2 m) com substrato de gravilha calibrada. Unidade de nanofiltração e módulo fotocatalítico UV com automação PLC. Melhoria na redução de quistos de protozoários (*Giardia*, *Cryptosporidium*, *Entamoeba*).

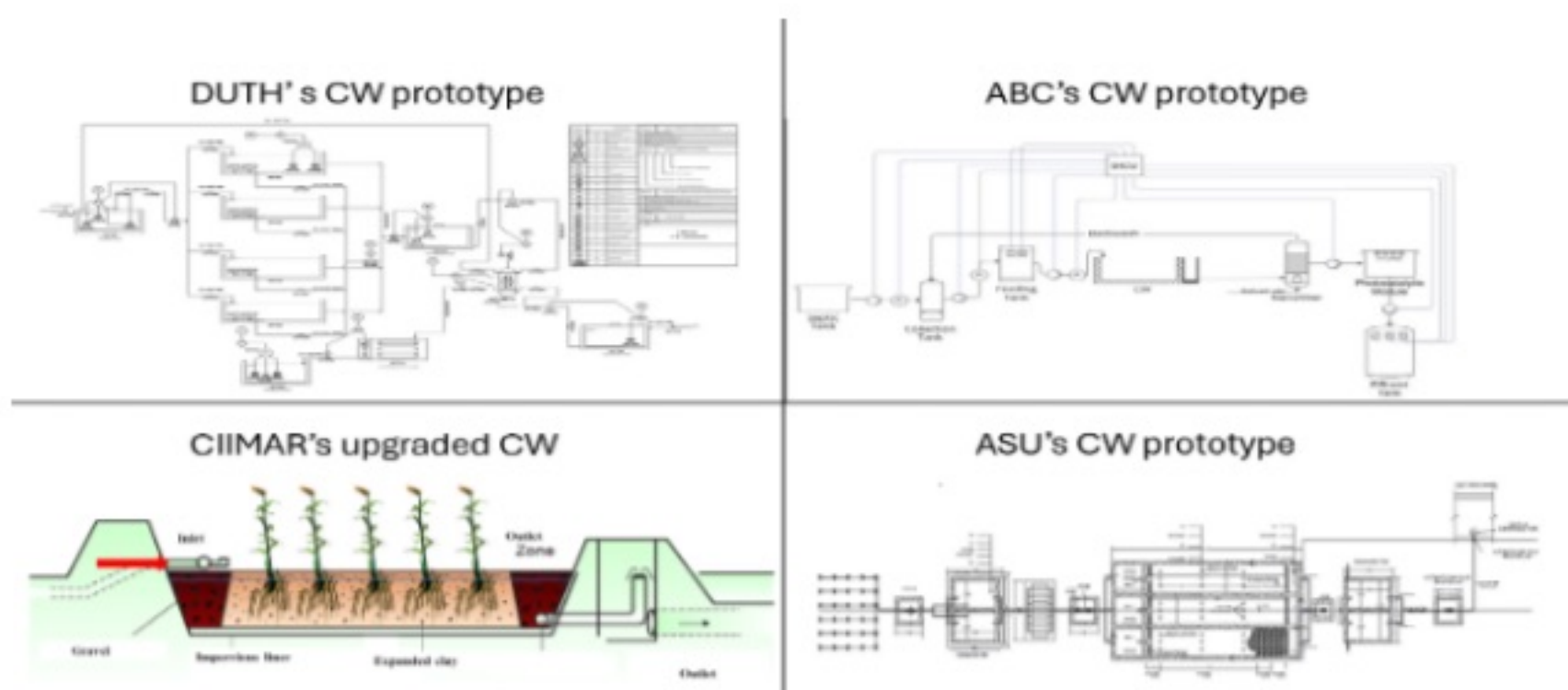


Figura 2: Sistemas de automação para os quatro protótipos de fito-ETAR do CIRQUA.

RESULTADOS E INOVAÇÕES

Destaques do Desempenho do Tratamento

Paramêtro	Performance	Significância
Remoção de ortofosfato	Até 99%	Elevado desempenho para protótipos de fito-ETAR
Metais Pesados	Abaixo da Directiva da UE	Cumprir a Directiva da Água Potável 2020/2184
Remoção de Patogénios	Remoção quase completa	Abaixo dos limites nacionais para a reutilização da água
Redução de DNA residual	Redução exponencial	Diminuição acentuada nos níveis de ADN
Micropoluentes	Remoção efectiva	Incluindo pesticidas e antibióticos
Toxicidade para o peixe-zebra	Até sem efeito	Do afluente ao efluente fotocatalítico (DUTH)

Unidades Avançadas de Nanofiltração:

Cada piloto integra um nanofiltro carregado com Compósitos de Estruturas Metal-Orgânicas (MOFCs). Sintetizados a partir de biocarvão de bambu, argila bentonítica e alginato de cálcio, estes materiais reduzem eficazmente os sólidos em suspensão, ortofosfatos, fósforo total e metais pesados.

Módulos Fotocatalíticos

A fase final do tratamento utiliza módulos fotocatalíticos à base de TiO_2 sob irradiação UV. Os módulos reduzem o DNA residual, eliminam agentes patogénicos e removem micropoluentes, incluindo pesticidas e antibióticos garantindo que a água tratada cumpre os padrões de qualidade para reutilização agrícola.

Automação Inteligente e Economia Circular

Todos os locais piloto dispõem de monitorização em tempo real de pH, condutividade, oxigénio dissolvido, turbidez, temperatura e caudal, através de PLCs ou Unidades de Controlo Industrial Inteligentes - permitindo a operação remota e optimização de processos. Para além do tratamento da água, o CIRQUA explora compósitos MOF como fertilizantes nanoestruturados com capacidade de libertação lenta de nutrientes. Testes de ecotoxicidade com *Daphnia magna*, *Danio rerio* e plantas confirmaram a biocompatibilidade da água tratada para uma reutilização agrícola segura.

Destques do Projeto e Eventos

O CIRQUA tem estado muito ativo, promovendo a colaboração e partilhando conhecimento em todo o Mediterrâneo.

Forte Presença na Conferência Agrown: Membros do consórcio CIRQUA lideraram uma discussão fundamental na Conferência Agrown, centrada no tema altamente relevante da "Reutilização da Água e Agricultura de Precisão".



O CIRQUA tornou-se global:

Cristina Calheiros, membro do consórcio, viajou até Maputo, Moçambique, para partilhar a mensagem do projeto CIRQUA com os alunos do Lycée Gustave Eiffel.

Envolver jovens mentes de todo o mundo tornou esta missão educativa numa experiência incrivelmente gratificante para a nossa equipa.



Promoção da Gestão Sustentável da Água: O evento permitiu um envolvimento significativo com a comunidade, provando mais uma vez que a participação pública é fundamental para um futuro sustentável.

OLHAR EM FRENTE

Próximos passos: Aumento da escala da tecnologia de fito-ETAR à escala de demonstração; avaliação da produtividade das plantas com fertilizantes nanoestruturados derivados de biomassa e efluente de fito-ETAR; Avaliações de Ciclo de Vida e Técnico-Económicas; expansão da ciência cidadã através dos WaterWatchers e Soil Guardians; e maior disseminação em todos os países parceiros.

COMUNICAÇÃO E VISUALIZAÇÃO DE DADOS

