

## Progetto TRESOR

*“Traitement des Eaux usées et des boues Résiduairees par filtres plantés et usage agricole durable”*

**Juillet 2023**

### Contenuti:

*Le partenariat*

*Introduction*

*L'usine de demonstration de phyto-épuration*

*L'usine de démonstration de phyto-déshydratation*

*Le système de démonstration de micro-irrigation pour la réutilisation de l'eau*

*Aperçu des activités expérimentales de l'usines de démonstration de Scicli*

***“Traitées par la NATURE  
Pour préserver la  
NATURE”***

## Le partenariat



INRGREF – Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts, Tunisie



UNICT- Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente dell'Università degli Studi di Catania



Comune di Scicli



Regione Sicilia- Assessorato dell'agricoltura, dello sviluppo rurale e della pesca mediterranea



CERTE-Centre de Recherches et des Technologies des Eaux - Tunisie



INRAT-Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie



Groupement de Développement Agricole Sidi Amor



**Delia Ventura<sup>1</sup>, Feliciano Licciardello<sup>1</sup>, Mirco Milani<sup>1</sup>, Alessia Marzo<sup>1</sup>, Vincenzo Scavera<sup>1</sup>, Salvo Barresi<sup>1</sup>, Antonio Carlo Barbera<sup>1</sup>, Giuseppe Luigi Cirelli<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Université de Catane, Département de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement (Di3A) - UNICT, Italie

### Introduction

---

Le projet TRESOR - "Systèmes de phyto-épuration pour le traitement des eaux usées et des boues d'épuration et leur réutilisation durable en agriculture", financé par l'Union européenne dans le cadre du "Programme IEV de Coopération Transfrontalière Italie Tunisie 2014- 2020", vise à promouvoir les systèmes de traitement naturel comme stratégies de gestion durable et à faible coût des eaux usées et des boues d'épuration, en minimisant les risques associés à leur utilisation agricole dans les territoires transfrontaliers de l'Italie et de la Tunisie. En particulier, les principales activités du projet comprennent la mise en œuvre par les partenaires italiens et tunisiens de deux systèmes de démonstration de phytoépuration, l'un en Sicile et l'autre en Tunisie (dans la région de Nabeul), pour le traitement et la réutilisation des eaux usées et des boues d'épuration.

Cette newsletter décrit les interventions réalisées par le Département de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement (Di3A) - Section de l'hydraulique et du territoire de l'Université de Catane pour la réalisation de l'installation de démonstration pour le traitement des eaux usées et des boues d'épuration produites par la station d'épuration située à C. da Arizza/Cannarella (Scicli, RG), au moyen des techniques de phyto-dépuration et de phyto-déshydratation. Cette lettre d'information fait également état de la mise en œuvre du système de micro-irrigation pour la réutilisation des eaux usées purifiées à des fins d'irrigation. Les installations expérimentales ont été construites dans la zone de la station d'épuration de la municipalité de Scicli (RG).



## L'usine de démonstration de phyto-épuration

La station de phyto-épuration, qui a commencé à fonctionner en mai 2023, se compose de trois unités de filtration disposées en série. Plus précisément, une première unité à écoulement souterrain horizontal (HF1) est suivie d'une unité de filtrage à écoulement souterrain vertical (VF) et enfin d'une autre unité à écoulement souterrain horizontal (HF2) (figures 1 et 2). Cette installation est utilisée pour traiter une partie des eaux usées qui quittent le bassin de sédimentation primaire de la station d'épuration municipale.



Figure 1: Schéma de la station de démonstration de phyto-épuration hybride de Scicli (RG)

Les eaux usées des villages situés le long de la côte de Raguse, en particulier celles de Donnalucata, Cava d'Aliga et Sampieri, subissent un traitement primaire, secondaire et de désinfection dans la station d'épuration conventionnelle. Cette station a été dimensionnée pour traiter les eaux usées d'environ 30 000 équivalents-habitants avec un débit journalier moyen de 7 608 m<sup>3</sup>/g. Les eaux usées purifiées sont ensuite déversées, via une canalisation sous-marine, dans la mer qui surplombe le hameau d'Arizza avec une sortie à une distance de 0,8 km de la côte. La station d'épuration conventionnelle, après une phase de prétraitement consistant en un dégrillage et un dessablage, dispose d'une ligne d'eau composée d'une sédimentation primaire, d'un déshuilage, d'un biofiltre à flux ascendant et enfin d'un traitement de désinfection à l'acide peracétique. Les bassins de phyto-épuration ont été dimensionnés pour effectuer un traitement secondaire des eaux usées d'environ 130 équivalents-habitants. Une partie des eaux usées sortant de la sédimentation primaire, avec un débit d'environ 30 m<sup>3</sup>/jour, est d'abord introduite dans un lit de phyto-épuration H1 à écoulement souterrain horizontal, d'une surface d'environ 270 m<sup>2</sup> (25 × 11 m), et collectée à la sortie dans un réservoir souterrain d'une capacité d'environ 10 m<sup>3</sup>. De ce réservoir, elles sont envoyées au moyen d'une pompe submersible vers le lit de phyto-épuration VF à écoulement souterrain, d'une surface d'environ 169 m<sup>2</sup> (13 m × 13 m). Les eaux usées quittant le lit VF1 sont acheminées vers un puisard, d'où elles sont envoyées par gravité vers le lit de phyto-épuration à écoulement souterrain HF2, dont la surface est inférieure à celle de HF1, à savoir 210 m<sup>2</sup> (21 m × 10 m).

Le milieu de remblai des lits HF1 et HF2, d'une hauteur moyenne d'environ 80 cm, est constitué de pierres concassées d'une seule classe granulométrique, à l'exception des sections d'entrée et de sortie du lit dans lesquelles des pierres d'une taille granulométrique plus importante ont été mises en place. Le lit VF a un substrat d'une hauteur d'environ 90 cm, constitué de pierres concassées dont la granulométrie augmente le long du profil vertical. En particulier, de la surface vers le fond du lit, on trouve : du gravier 0-5 mm (5 cm), du sable lavé (10 mm), du gravier 0-5 mm (15 cm), du gravier 5-10 mm (15 cm), de la pierre concassée 10-15 mm (15 cm), de la pierre concassée 25-40 mm (40 cm). Le lit HF1 est alimenté en continu, tandis que le lit VF est alimenté de manière discontinue avec des cycles de remplissage/vidange. Tous les bassins de phytodépuration sont en terre et imperméabilisés avec une gaine en PVC pour éviter l'infiltration de polluants dans la nappe phréatique. Des filets de biojute ont été placés sur les berges, construites avec une pente de 2:1, pour favoriser l'enracinement de la végétation et prévenir les phénomènes d'érosion. Des plants de Canna Indica multicolore ont été plantés dans les trois massifs filtrants à raison de 4 plants par mètre carré. Des piézomètres ont été placés dans chaque massif

filtrant afin de réaliser des activités de surveillance.



Figure 2. Photo de la plante de démonstration de phyto-épuration hybride de Scicli (RG)

Les différentes phases de construction des stations de phytoépuration sont présentées ci-dessous sous forme de photographies (figures 3 à 7):



Figure 3: Phase d'excavation des lits de phytodépuration



Figure 4. Etanchéité des lits de phytoépuration avec gaine PVC sur bâche TNT



Figure 5. Lit à filtres plantés HF1 (dans le sens inverse des aiguilles d'une montre): pose de matériaux inertes; conduite de distribution; lit à filtres plantés HF1 complet (juin 2023)



Figure 6: Lit à filtres plantés VF: tuyaux de drainage et d'aération (à gauche); installation d'un substrat de drainage dans le lit (à droite)



Figure 7: Lit à filtres plantés VF complet (juin 2023)

### L'usine de démonstration de phyto-déshydratation

---

La station de phyto-déshydratation (Figure 8), qui a été mise en service en mai 2023, se compose de quatre unités de filtration (SD1-SD2-SD3-SD4), chacune d'une surface de 110 m<sup>2</sup>, et a été dimensionnée pour traiter un volume de boues de 2 m<sup>3</sup>/jour.



Figure 8. Station de phyto-épuraton des boues d'épuration à Scicli (RG)

Les 4 unités de phytoséchage ont été construites en terre et scellées par une gaine en PVC (Figure 9). L'alimentation des boues dans les 4 unités de phytoséchage est discontinue (mode batch): dans chaque cuve, la période d'alimentation est d'une semaine tandis que la période de repos est de trois semaines.



Figure 9. Unité de phytoséchage avant la plantation de la végétation

Le lixiviat, produit pendant le processus de séchage des boues, est collecté par des tuyaux de drainage PEAD (75 mm de diamètre) placés au fond des réservoirs et acheminé vers le sédimenteur primaire. Ces tuyaux sont placés dans une couche de 30 cm de gravier (5-10 mm) sur laquelle se trouve une couche de 25 cm de sable lavé. Des rhizomes de *Phragmites australis* ont été plantés dans les unités de phytoséchage (Figure 10) à une densité de 4 rhizomes/m<sup>2</sup>, et afin de prévenir les phénomènes d'érosion des eaux de surface et de faciliter l'enracinement de la végétation spontanée, les berges des unités de phytoséchage ont été protégées par des filets de jute (Figure 10).



Figure 10. Rhizomes de *Phragmites australis* et filets de jute placés sur les berges

### Le système de démonstration de micro-irrigation pour la réutilisation de l'eau

Le champ expérimental a été installé sur un terrain de la commune de Scicli, dans la zone de la station d'épuration de c.da Piano Conti/Cammarella, mis à disposition par le projet TRESOR. Le terrain sur lequel le camp a été installé fait partie de la parcelle 335 de la feuille 100 du cadastre de la municipalité de Scicli et a une superficie totale d'environ 500 m<sup>2</sup>. Plus précisément, le champ expérimental a une superficie totale de 500 m<sup>2</sup> (Figure 11) dont la moitié est irriguée avec de l'eau conventionnelle (Secteur 2) et l'autre moitié avec de l'eau phytodépurée (Secteur 1). L'eau d'irrigation a été fournie par un système de micro-irrigation, chaque secteur étant composé de 2 répliques de 3 rangées jumelées d'ailes de goutte-à-goutte de trois types différents. Plus précisément, les ailes se distinguent par leurs bandes bleues, jaunes et vertes: les deux premières sont traitées avec deux composés antimicrobiens différents au niveau des émetteurs, ce qui inhibe la formation de biofilm, tandis que la ligne verte n'a subi aucun traitement et a été utilisée comme témoin. Enfin, afin d'évaluer l'effet sur les caractéristiques des cultures légumières, la variété de laitue (*Lactuca sativa* L.) 'Flavius' et la variété de courgette (*Cucurbita pepo* L.) 'Sayonara' ont été plantées (Figure 12). Diverses caractéristiques agronomiques et biologiques des deux cultures ont été mesurées sur les plantes et leurs rendements ont été enregistrés.

Figure 11 - Schéma du champ expérimental

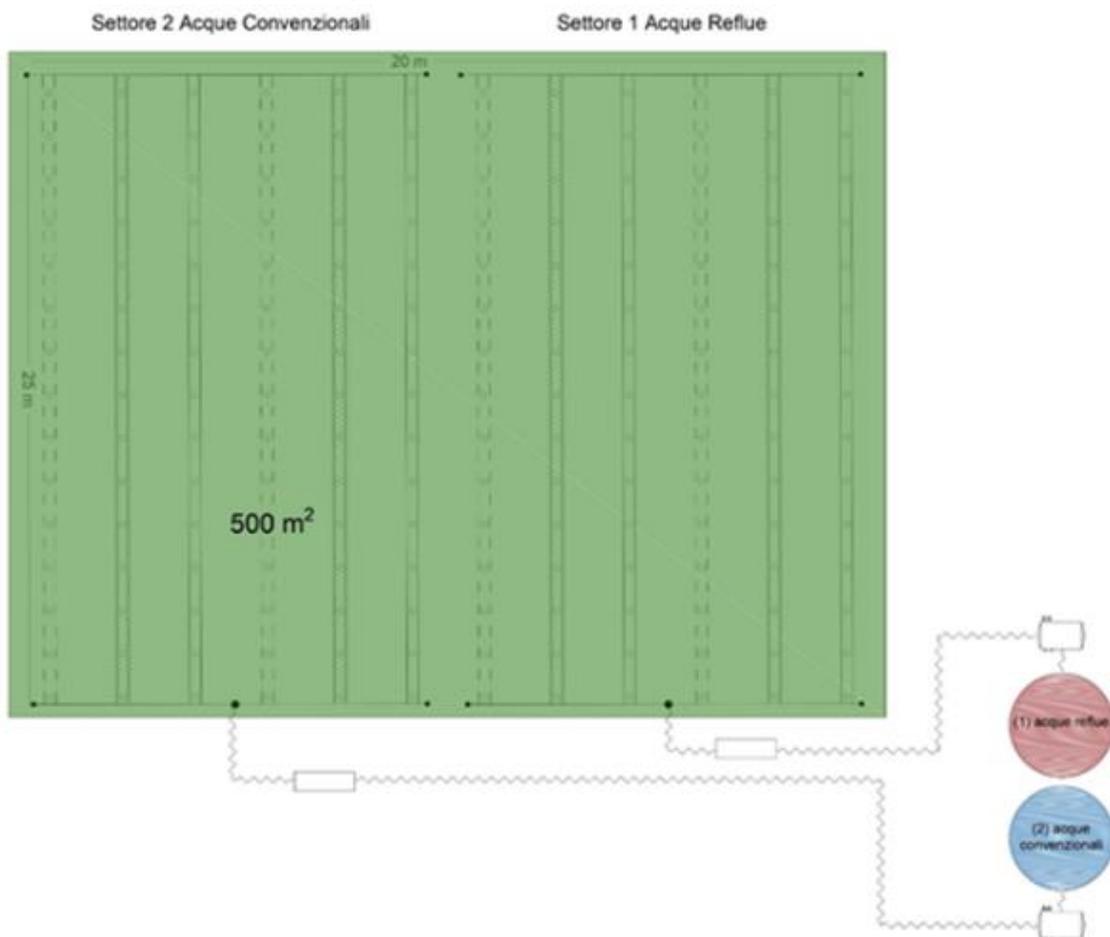


Figure 12 - Champ expérimental de laitues et de courgettes



Laitue (*Lactuca sativa* L.)  
cv. 'Flavius'

Courgette (*Cucurbita pepo* L.)  
cv. 'Sayonara'

### Aperçu des activités expérimentales de l'usines de démonstration de Scicli

Comme le résume la figure 13, des activités expérimentales seront menées dans la station de démonstration de Scicli afin de démontrer la fiabilité des systèmes naturels, tels que les stations de phytoépuration, pour le traitement et la réutilisation des eaux usées et des boues d'épuration en agriculture. En fait, les eaux usées et les boues d'épuration sortant de la station de phytodépuration seront utilisées, respectivement, pour irriguer un champ expérimental de cultures maraîchères, si elles ne sont pas réintroduites dans le cycle de traitement conventionnel, et comme conditionneur de sol en agriculture, après avoir subi le processus de minéralisation. Les résultats de ces activités pourraient confirmer les avantages de la réutilisation non-restrictive des eaux et des boues traitées pour l'irrigation et comme engrais, respectivement. En effet, cette gestion améliorerait les ressources en eau, les nutriments et la matière organique, renforçant ainsi le lien entre l'eau, l'énergie et l'agriculture, une priorité pour l'adoption de bonnes pratiques et dans le vaste panorama de l'économie circulaire.

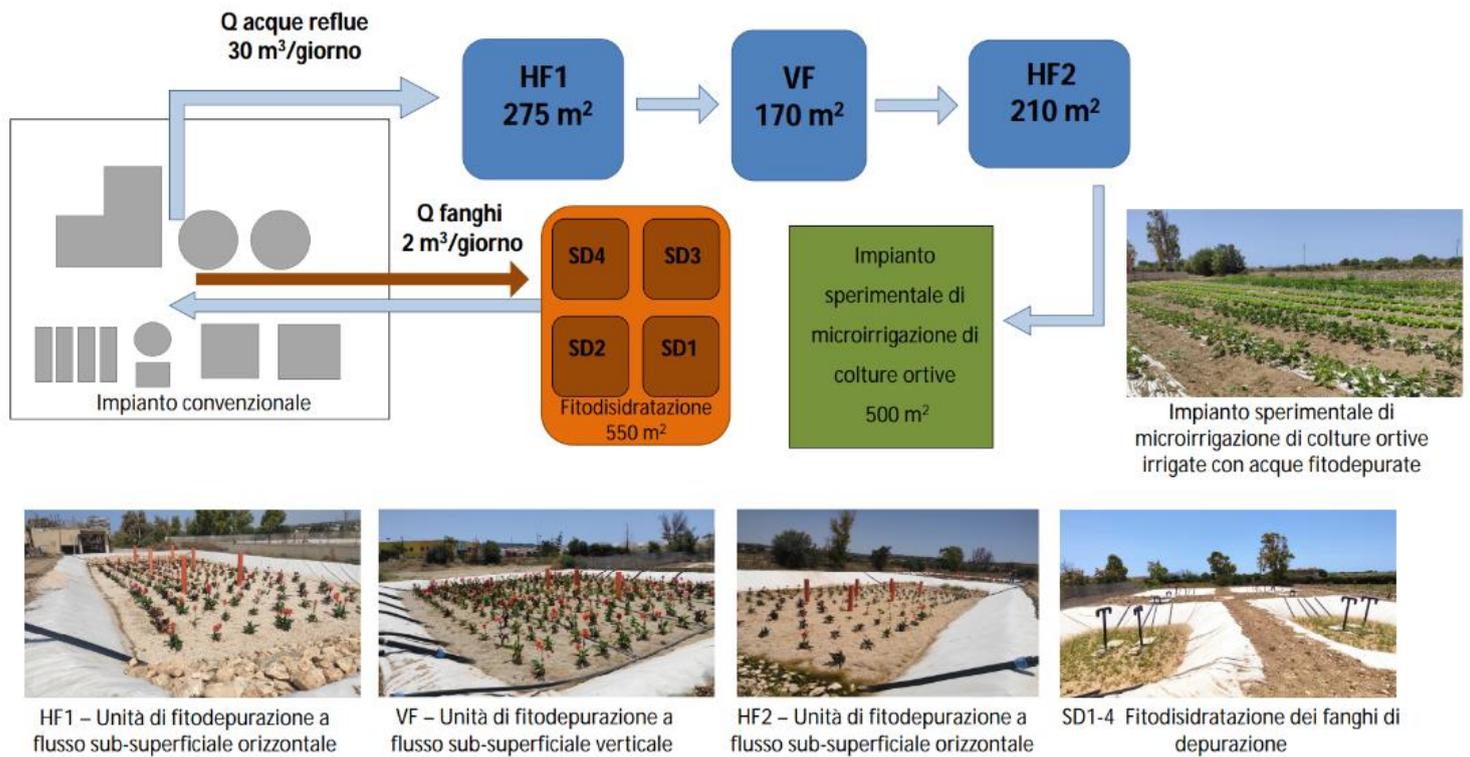


Figure 13. Systèmes de phyto-épuration pour le traitement des eaux usées et des boues et leur réutilisation durable en agriculture C.da Piano Conti / Cammarella - Scicli (RG)