



*Laboratorio LAR<sup>5</sup>*  
Dipartimento di Ingegneria  
Università di Perugia

**PIANO DI SVILUPPO RURALE PER L'UMBRIA 2007-2013. Asse 1 - Misura 1.2.4 – Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nei settori agricolo e alimentare e in quello forestale – Primo acconto 50%.**

**Progetto:** *Trattamento Ibrido Integrato di REflui Suinicoli – TIRES*

**Domanda di aiuto n°:** 94751363931

**Oggetto:** Saldo - Relazione sulle attività svolte

**Periodo di riferimento:** Settembre 2014 – Aprile 2015

## **INDICE**

<b>1. Introduzione</b>	<b>pg. 3</b>
<b>2. Cronologia della domanda di aiuto e della variante</b>	<b>pg. 4</b>
<b>3. Partenariato e ruoli</b>	<b>pg. 4</b>
<b>4. Descrizione delle fasi per la realizzazione del progetto</b>	<b>pg. 5</b>
<b>5. Risultati della sperimentazione</b>	<b>pg. 17</b>
<b>6. Conclusioni</b>	<b>pg. 20</b>

## 1. Introduzione

La presente relazione descrive le attività condotte per la realizzazione di un impianto dimostrativo di tipo prototipale per il **Trattamento Ibrido Integrato di REflui Suinicoli (TIRES)** miscelati ad idonei quantitativi di scarti provenienti sia dall'industria della trasformazione che dalle normali pratiche agricole. In questo modo si vuole addivenire ad un recupero di quelle sostanze che potenzialmente risultano inquinanti ma che, se adeguatamente trattate, rappresentano una risorsa importante, oltre a contribuire a rendere ambientalmente sostenibile la pratica zootecnia.

L'impianto prototipale proposto tratta due principali flussi di materiali ovvero:

- 1) Materiale liquido (prevalentemente liquami suinicoli),
- 2) Materiale solido (fango da vagliatura del liquame suinicolo, potature, paglia, ...).

Il flusso liquido viene sottoposto ad una riduzione del carico inquinante in esso contenuto (COD, BOD, N, ...).

Il flusso di materiale solido questo viene co-trattato mediante processo aerobico al fine di addivenire alla produzione di un ammendante compostato misto (D.Lgs. 75/2010) ed essere utilizzato per finalità agronomiche anche al di fuori dell'ambito aziendale.

L'impianto prototipale è realizzato con attrezzature e strumenti messi a disposizione del Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Perugia.

I singoli partner aziendali hanno contribuito mediante la fornitura dei substrati da trattare nell'impiantistica prototipale. Il Parco Tecnologico dell'Umbria si è occupato delle attività di divulgazione.

Le Fasi del progetto sono le seguenti principali:

- 1) Costituzione del partenariato. Durata prevista: **2 mesi**. Soggetti coinvolti: **tutti**.
- 2) Ordine, messa in esercizio e regolazione del sistema di separazione liquido/solido statico. Durata prevista: **4 mesi**. Soggetti coinvolti: **Azienda F.lli Rustici, Università-Dipartimento di Ingegneria.**
- 3) Installazione del serbatoio di accumulo del liquame filtrato. Durata prevista: **5 mesi**. Soggetti coinvolti: **Azienda F.lli Rustici, Università di Perugia – Dipartimento di Ingegneria.**
- 4) Realizzazione del reattore per il processo di ossidazione anossica dell'ammonio. Durata prevista: **5 Mesi**. Soggetti coinvolti: **Azienda F.lli Rustici, Università di Perugia – Dipartimento di Ingegneria.**
- 5) Realizzazione della sezione di fitodepurazione. Durata prevista: **7 mesi**. Soggetti coinvolti: **Azienda F.lli Rustici, Università di Perugia – Dipartimento di Ingegneria.**
- 6) Sviluppo e messa a punto del sistema di supervisione, controllo e monitoraggio dell'intero processo. Durata prevista: **5 mesi**. Soggetti coinvolti: **Università di Perugia – Dipartimento di Ingegneria.**
- 7) Fase di sperimentazione.

Durata prevista: **12 mesi**. Soggetti coinvolti: **tutti**.

8) Fase di divulgazione.

Durata prevista: **3 mesi**. Soggetti coinvolti: **tutti**.

9) Fase di coordinamento tecnico-amministrativo.

Durata: **24 mesi**. Soggetti coinvolti: **Università di Perugia – Dipartimento di Ingegneria.**

## **2. Cronologia della domanda di aiuto e della variante**

Con DD n. 2635 del 30.04.2013, trasmessa tramite PEC all'indirizzo protocollo@cert.unipg.it veniva comunicato che il progetto era stato ammesso al finanziamento.

Con DD n. 1365 del 21/02/2014 trasmessa al capofila Dipartimento di Ingegneria, trasmessa tramite PEC all'indirizzo protocollo@cert.unipg.it veniva accolta la richiesta di variazione del progetto come di seguito specificato:

- a. Di approvare la variante presentata da parte del capofila "Università degli Studi di Perugia - Dipartimento di Ingegneria Industriale" per il progetto "Trattamento ibrido integrato di reflui suinicolo" a valere sulla domanda di aiuto n° 94751363931;
- b. Di prendere atto che per il progetto "Trattamento ibrido integrato di reflui suinicoli", domanda di aiuto n°94751363931, a seguito della variante di cui al precedente punto la spesa ammessa passa da € 146.400,67 a € 111.274,60 e l'aiuto concesso passa da € 105.501,47 a € 80.913,22.

Come riportato nella su citata richiesta di variante, per impedimenti di tipo amministrativo ed autorizzativo legati alla realizzazione degli interventi utilizzando attrezzature ed impianti presenti presso l'Azienda F.lli Rustici, si chiedeva di realizzare l'intervento utilizzando attrezzature e strumenti già in possesso dell'Università di Perugia. Tutto ciò, pur preservando la validità del progetto e dei suoi obiettivi, implicava una riduzione delle spese.

## **3. Partenariato e ruoli**

***Soggetto capofila: Università di Perugia – Dipartimento di Ingegneria***

L'Università di Perugia svolgerà il ruolo di capofila mediante il Dipartimento di Ingegneria si occupa degli aspetti tecnici, di quelli scientifici, oltre a quelli di natura amministrativa relativi al progetto e di mantenimento dei rapporti con la Regione Umbria. Inoltre metterà a disposizione le

attrezzature necessarie per la realizzazione dell'impiantistica prototipale e condurrà le prove dimostrative.

***Soggetto partner: Parco Tecnologico 3A PTA***

Il Parco Tecnologico 3° PTA si occupa della attività di diffusione dei risultati. E' stata realizzata una specifica **pagina web del progetto** nell'ambito della quale vengono pubblicate la scheda progettuale e tutti gli aggiornamenti relativi alle attività svolte ed ai risultati ottenuti; nella pagina web verrà inoltre pubblicato un **video** che verrà realizzato in occasione dell'**attività dimostrativa** o del **convegno finale** di diffusione dei risultati. L'Attività dimostrativa è rivolta a tutti coloro che a vario titolo possono essere interessati: imprese agricole, amministrazioni pubbliche, organizzazioni sindacali agricole e consumatori. Il convegno finale che, si terrà alla fine della sperimentazione, avrà lo scopo di diffondere sul territorio regionale i risultati dell'iniziativa con l'obiettivo di trasferirla ad altre realtà locali.

***Soggetto partner: Azienda F.lli Rustici***

L'Azienda F.lli Rustici supporta le attività progettuali mediante la fornitura dei substrati necessari alla realizzazione delle attività dimostrative.

***Soggetto partner: Azienda RAFE ZOO***

L'azienda RAFE ZOO supporta le attività del progetto mediante la fornitura dei necessari substrati per la conduzione delle attività sperimentali.

***Soggetto partner: Caseificio Broccatelli Enrico***

Il Caseificio Broccatelli Enrico provvederà a fornire il siero prodotto dalla trasformazione del latte al fine di verificare la sua compatibilità sia con il processo sia eventuali effetti migliorativi legati all'ottimizzazione dei parametri chimico-fisici della miscela finale.

#### **4. Descrizione delle fasi per la realizzazione del progetto**

Nel seguito si descrivono le diverse attività svolte relative alle diverse fasi del progetto nel periodo di tempo compreso fra il mese di Maggio 2013 ed il mese di Agosto 2014.

Fase 1: Costituzione del partenariato. In questa fase si è proceduto alla stesura dell'accordo di partenariato già trasmesso alla Regione Umbria in data 08/07/2013 con comunicazione inoltrata dal capofila Dipartimento di Ingegneria prot. 344/13.

Fase 2: Ordine, messa in esercizio e regolazione del sistema di separazione liquido/solido statico. In questa fase si è proceduto ad assemblare in serie/parallelo diversi elementi filtranti con diversa dimensione degli stacci al fine di eliminare la componente solida presente nel refluo e renderlo compatibile con il trattamento nella sezione anammox (Figure 1 e 2). L'efficacia del processo di separazione liquido/solido è stata verificata mediante analisi chimico-fisiche sulle frazioni in uscita mirate a valutare la concentrazione dei ST, dei SV, del COD, del TOC, del BOD, dell'N, del Cu, dello Zn, il valore del pH, la CE (Tabella 1). Tutte le attività previste per questa fase sono state portate a termine con successo. La fase si può quindi considerare conclusa.



**Figura 1.** Elemento filtrante utilizzato per la separazione solido/liquido statica.



**Figura 2.** Operazioni di filtrazione del liquame.

**Tabella 1.** Caratterizzazione chimico-fisica del liquame prima e dopo la staccatura.

<b>Parametro</b>	<b>Prima</b>	<b>Dopo</b>
<b>COD (mg/L)</b>	18.750	13.500
<b>BOD (mg/L)</b>	9.620	7.700
<b>Ntot (mg/L)</b>	5.210	4.310
<b>N-NH<sub>4</sub> (mg/L)</b>	2.450	2.185
<b>SV (%)</b>	43,4	51,51

Fase 3: Installazione del serbatoio di accumulo del liquame filtrato. In questa fase si è proceduto alla realizzazione delle opere necessarie alla installazione del serbatoio anossico/anaerobico (Figura 3). Il serbatoio è realizzato in HDPE ed ha una volumetria di 500 litri. Il serbatoio è stato attrezzato mediante apposite tubazioni e pompe peristaltiche per il prelievo di quantitativi idonei di liquame da inviare alla sezione biologica (Figura 4). Dopo la fase di installazione delle attrezzature necessarie si è proceduto a verificare la capacità del sistema di garantire le adeguate condizioni anossiche/anaerobiche. Il risultato di tali attività è stato positivo e la fase si può considerare conclusa con successo.



**Figura 3.** Serbatoio anossico/anaerobico.



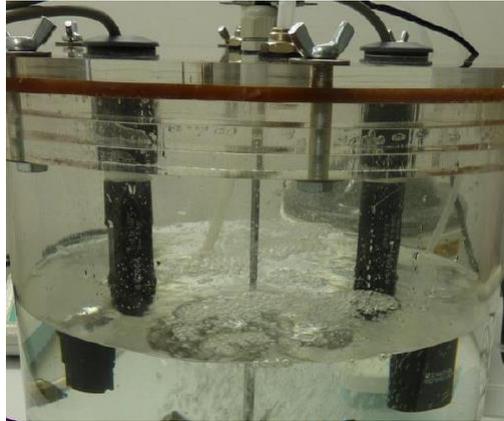
**Figura 4.** Pompe peristaltiche e tubazioni per il prelievo del liquame.

Fase 4: Realizzazione del reattore per il processo di ossidazione anossica dell'ammonio. In questa fase si è proceduto ad installare il reattore per il processo anammox e tutte le attrezzature e sensori necessari al suo controllo e gestione. Le attrezzature sono rappresentate da pompe peristaltiche a portata variabile per l'estrazione e l'immissione dei flussi di refluo trattati e da trattare (Fig. 4); in sonde per il monitoraggio in continuo del potenziale ossido riduttivo (ORP) e del pH (Fig. 5); in un sistema di insufflazione dell'aria e in un sistema per la miscelazione (Fig. 6). Tutte queste attrezzature sono state messe a disposizione dal Laboratorio LAR del Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Perugia.

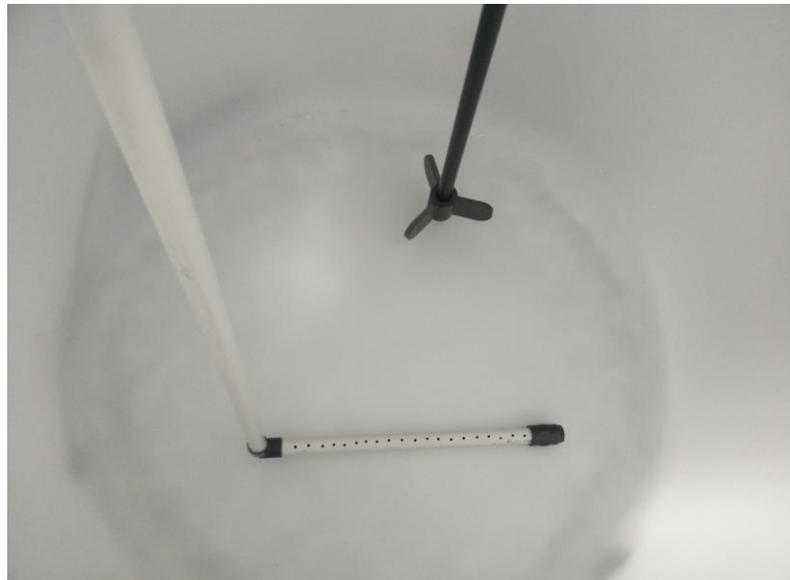
Anche questa fase si è conclusa con successo.

Fase 5: Realizzazione della sezione di fitodepurazione. In questa fase si è proceduto ad ordinare i manufatti ed i prodotti necessari e a mettere in opera la sezione di fitodepurazione (Fig. 7 e 8). Si sono individuate diverse essenze quali *Juncus Effusus*, *Iris Pseudacorus*, *Phragmites Australis*, *Carex Gracilis*, che sono state poi piantumate all'interno delle vasche di fitodepurazione. Tali vasche sono state costruite in maniera tale da realizzare un flusso misto. Si sono piantumate 2 essenze per vasca. Dopo la piantumazione si è proceduto ad un periodo di acclimatamento per consentire alle essenze di svilupparsi e radicarsi adeguatamente nel nuovo ambiente.

Anche questa fase si è conclusa con successo.



**Figura 5.** Sonde ORP e pH.



**Figura 6.** Sistema di insufflazione dell'aria e sistema di miscelazione.

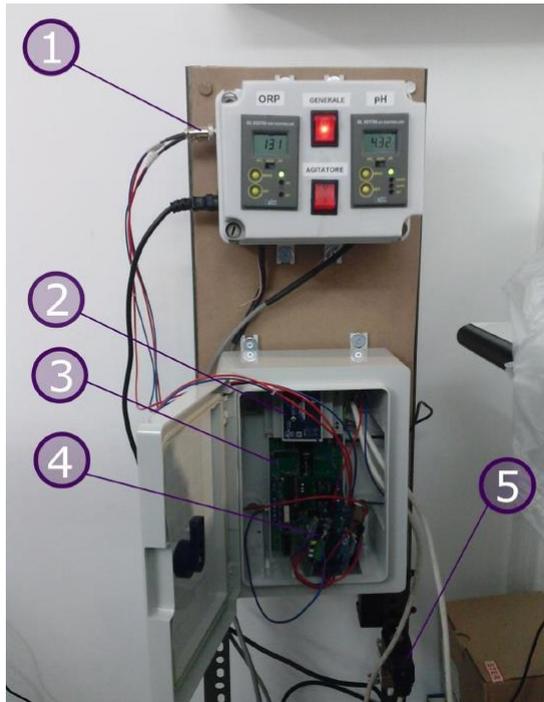


**Figura 7.** Varietà testate. Dall'alto a sinistra in senso orario: *Juncus Effusus*; *Iris Pseudacorus* ; *Phragmites Australis*; *Carex Gracilis*.

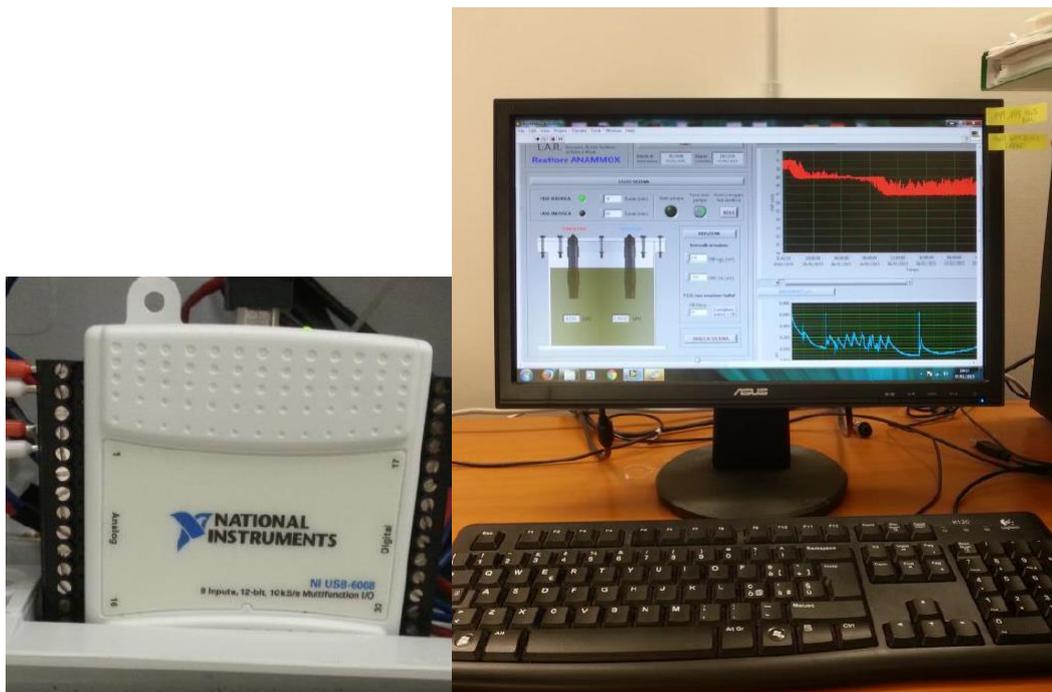


**Figura 8.** Predisposizione delle vasche e delle essenze per la fitodepurazione.

Fase 6: Sviluppo e messa a punto del sistema di supervisione. In questa fase si è sviluppato e messo a punto i sistemi per il controllo ed il monitoraggio dell'intero processo. Per tale scopo si sono assemblate tutte le attrezzature necessarie per realizzare il sistema. Tali attrezzature consistono essenzialmente nelle seguenti principali: quadro elettrico per l'acquisizione dei segnali dalle sonde ORP e pH (Fig. 9); scheda di acquisizione dei segnali e PC (Fig. 10); sviluppo di apposito software per la gestione, il controllo e l'acquisizione dei dati del processo (Fig. 11). E' stato altresì sviluppato un apposito programma con relativa interfaccia grafica per il controllo anche in remoto del processo.



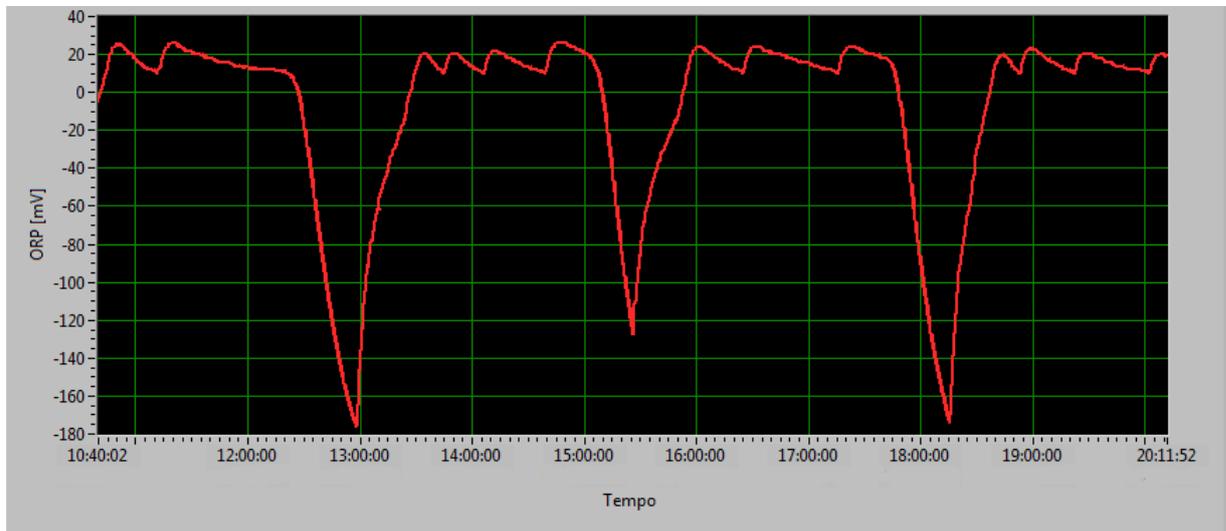
**Figura 9.** Quadro elettrico per gestione sonde ORP e pH (Fig. 5).



**Figura 10.** Scheda di acquisizione e PC.

Tramite i componenti su descritti si è proceduto alla realizzazione del reattore e quindi alla verifica del corretto funzionamento di tutte le attrezzature nonché del sistema di controllo. Si sono effettuati diversi cicli di trattamento passando gradualmente ad una riduzione della fase aerobica per portarla ad una condizione di anossia. Tale processo è stato monitorato mediante

il sistema di controllo del processo che ha messo in evidenza la corretta risposta del sistema (Fig. 11).



**Figura 11.** Cicli di trattamento anammox monitorati mediante il sistema di controllo.

Si è poi proceduto a caratterizzare dal punto di vista chimico-fisico sia l'influente che l'effluente trattati nell'impiantistica prototipale per verificare il corretto funzionamento del sistema.

La Tabella 2 riporta i risultati delle analisi che evidenziano l'elevata capacità di abbattimento dei principali inquinanti del processo.

Le attività di questa fase sono state portate a termine con successo.

**Tabella 2.** Caratterizzazione chimico-fisica dell'influente e dell'effluente.

Parametro	Influente	Effluente 1	Effluente 2	Effluente 3
COD (mg/L)	13.500	126	137	124
BOD (mg/L)	7.700	-	-	-
N <sub>tot</sub> (mg/L)	4.310	18,3	33,1	30,1
N-NH <sub>4</sub> (mg/L)	2.185	7,75	26	21,8
SV (%)	51,51	-	-	-

Fase 7 di sperimentazione. In questa fase si sono effettuate tutte le azioni necessarie all'avviamento ed alla verifica del funzionamento del sistema e della sua efficienza ai fini della depurazione e del recupero delle frazioni solide. Inizialmente si è proceduto

all'ambientamento delle essenze per verificare quali potevano resistere ed operare al meglio nelle particolari condizioni di utilizzo dello stesso. I risultati sono stati molto positivi come si può vedere dalla Figura 12. Tutte le essenze si sono sviluppate ed accresciute senza particolari problemi anche se irrorate con liquami parzialmente depurati dalla prima fase biologica anossica.

I risultati complessivi delle attività di sperimentazione sono stati riportati nel paragrafo 5.

Questa fase si è conclusa con successo.



**Figura 12.** Stato delle essenze dopo l'irrigazione con liquami.

Fase 8 di divulgazione. In data 16/06/2014 si è svolto presso i locali del Parco Tecnologico il primo incontro divulgativo relativo al progetto ed alle attività connesse. All'incontro hanno partecipato come relatori sia rappresentanti dei partner sia rappresentanti del mondo delle aziende coinvolti nel settore della depurazione e della produzione degli ammendanti (Fig. 13).

## Il trattamento integrato dei reflui suinicoli dalla DASSI al TIRES

risultati raggiunti e sviluppi futuri

Ai partecipanti sarà rilasciato l'attestato di partecipazione  
valido al fine del riconoscimento dei crediti formativi professionali



COOPERAZIONE PER LO SVILUPPO  
DI NUOVI PRODOTTI,  
PROCESSI E TECNOLOGIE NEI SETTORI  
AGRICOLA, ALIMENTARE E FORESTALE.



3A - Parco Tecnologico Agroalimentare  
dell'Umbria Soc. coop. a.r.l.  
www.parco3a.org

16 Giugno 2014 ore 9.30  
3A-PARCO TECNOLOGICO AGROALIMENTARE  
DELL'UMBRIA  
Pantalla di Todi (PG)



### Programma

- > 9:30  
Andrea Sisti  
*Amministratore Unico, 3A-PTA*  
**SALUTI ED INTRODUZIONE**
  - > 9:50  
Luciano Concezzi  
*Responsabile Innovazione e ricerca, 3A-PTA*  
**LA MIS. 124 E PRESENTAZIONE DEL PROGETTO TIRES**
  - > 10:10  
Francesco Di Maria  
*Dipartimento di Ingegneria*  
**DALLA DASSI AL TIRES: SCOPO E PRINCIPALI ASPETTI INNOVATIVI**
  - > 10:30  
Giovanni Gigliotti  
*Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale*  
**TECNICHE DI ABBATTIMENTO DELL'AZOTO**
- INTERVENTI RAPPRESENTANTI MONDO INDUSTRIALE**
- > 10:50  
Piero Passeri  
*GOST*  
**SOLUZIONI DEPURATIVE PER REFLUI AD ELEVATO CARICO**
  - > 11:10  
Moreno Marionni  
*VUS*  
**LA PRODUZIONE E L'UTILIZZO DELL'AMMENDANTE COMPOSTATO MISTO**

#### Progetto chiuso

Gestione Integrata di reflui agricoli ed agroindustriali - Realizzazione di un progetto di cooperazione per la costruzione di un impianto pilota per il trattamento integrato di reflui agro-zootecnici ed agro-industriali finalizzato alla valorizzazione energetica ed ambientale a ciclo chiuso e rifiuti zero

#### Progetto in corso TIRES

Trattamento Ibrido Integrato di Reflui Suinicoli - TIRES

Figura 13. Programma e volantino del primo evento divulgativo.

Successivamente, in data 20 aprile 2015 si è svolta, presso i locali del capofila Dipartimento di Ingegneria la conferenza conclusiva sulle attività del progetto, alla quale hanno preso parte oltre ai partner, il dott. Giuliano Polenzani della Regione Umbria, e diversi altri esponenti del settore della ricerca e dell'innovazione. Al termine della conferenza si è proceduto ad una visita guidata presso l'impianto sperimentale realizzato negli spazi del Laboratorio LAR<sup>5</sup> del Dipartimento di Ingegneria.

Anche questa fase si è conclusa con successo.

Fase 9 di coordinamento tecnico amministrativo. Il coordinamento tecnico amministrativo è iniziato regolarmente nel mese di maggio 2013, mese di inizio delle attività del progetto, ed è continuato altrettanto regolarmente. Il coordinamento tecnico è stato attuato con successo mediante riunioni effettuate con il personale utilizzato per la realizzazione e l'installazione di tutti i componenti necessari. I risultati raggiunti sono documentati dal successo delle attività relative alle precedenti fasi. Anche il coordinamento amministrativo è proceduto regolarmente mediante il supporto del personale amministrativo a disposizione del coordinatore che ha effettuato con altrettanta regolarità la registrazione dei dati contabili e dei relativi atti amministrativi.

## Diagramma di GANTT

Mese	05/	06/	07/	08/	09/	10/	11/	12/	01/	02/	03/	04/	05/	06/	07/	08/	09/	10/	11/	12/	01/	02/	03/	04/	
Fase	13	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	
1	■																								
2			■																						
3					■																				
4						■																			
5						■																			
6								■																	
7													■												
8																									
9	■																								

Legenda:

Fatto	■
Da fare	■

### 5. Risultati della sperimentazione

#### 5.1 La depurazione dei reflui con il sistema ibrido integrato

La valutazione sperimentale del sistema di depurazione ibrido ed integrato è stata condotta prendendo come riferimento le deiezioni prodotte da un suino equivalente del peso vivo pari a 100 kg. Secondo dati tabellari un animale con queste caratteristiche produce circa 7 litri giorno di deiezioni. La composizione tipica delle deiezioni è stata determinata sperimentalmente prelevando i liquami generati dall'allevamento delle aziende associate. Unitamente al liquame suino si è trattato anche un quantitativo, nella misura del 10% in volume rispetto al liquame suino di siero prodotto dalle lavorazioni casearie dell'azienda Brocatelli.

Si sono quindi condotti una serie di test sperimentali volti a valutare l'efficienza di depurazione dei liquami su descritti del sistema sperimentale proposto.

I principali risultati vengono riportati nella Tabella 8.

Come si può notare il sistema ibrido integrato proposto è stato in grado di depurare il refluo inserito giornalmente con una elevata efficienza restituendo un chiarificato con caratteristiche principali in termini di COD, N e azoto ammoniacale quasi sempre compatibili con lo scarico in corpo idrico superficiale.

**Tabella 3.** Principali risultati dei test sperimentali.

<b>Test</b>	<b>Parametri</b>			
	<b>COD (mg/L)</b>	<b>BOD (mg/L)</b>	<b>Ntot (mg/L)</b>	<b>N-NH<sub>4</sub> (mg/L)</b>
<b>Liquame</b>	13.500	7.700	4.310	2.185
<b>Effluente 1</b>	126	-	18,3	7,75
<b>Effluente 2</b>	137	-	33,1	30,1
<b>Effluente 3</b>	124	-	26	21,8
<b>Effluente 4</b>	141	-	31,3	28,7
<b>Effluente 5</b>	122,4	-	24,5	20,8
<b>Effluente 6</b>	130	-	28,8	26,7
<b>Effluente 7</b>	124	-	27,1	22
<b>Effluente 8</b>	137,9	-	32,12	29
<b>Effluente 9</b>	119,3	-	26,7	22,8
<b>Effluente 10</b>	129	-	34,2	29,7
<b>Effluente 11</b>	123,8	-	30,2	26,1
<b>Effluente 12</b>	144,1	-	36,8	33,4
<b>Effluente 13</b>	126	-	27,09	22,1
<b>Effluente 14</b>	131,7	-	30	27,4
<b>Effluente 15</b>	130,2	-	28,7	24

Sulla base di questi risultati si possono ricavare i principali parametri tecnici sia progettuali sia operativi per l'impiantistica proposta:

- 1) Fattore di carico del fango nel comparto biologico anossico = 0,15-0,25 kgBOD<sub>5</sub>/kgSSV\*g;
- 2) Carico superficiale della sezione di fitodepurazione = 1-4 gBOD/m<sup>2</sup>\*g;
- 3) Carico idraulico superficiale della sezione di fitodepurazione = 10-40 mm/g.

Con riferimento al suino equivalente definito come animale dal peso vivo di 100 kg si possono definire i seguenti principali parametri progettuali;

- 1) Volume del reattore biologico = 0,25—0,4 m<sup>3</sup>/suino eq.;

2) Superficie di fitodepurazione = 0,2-0,7 m<sup>2</sup>/suino eq.;

### 5.2 Produzione di compost dalla frazione solida del liquame

L'ulteriore attività di sperimentazione legata al ciclo di trattamento del refluo suinicolo è stata quella relativa al trattamento della frazione solida del liquame separata mediante processo fisico (Fig. 2).

Il recupero di questo materiale è stato effettuato mediante processo di co-compostaggio con ulteriori matrici ligno-cellulosiche presenti presso le aziende coinvolte.

In Tabella 4 si riportano le principali caratteristiche chimiche del solido separato dal liquame relative a diversi campioni di materiale.

**Tabella 4.** Caratteristiche chimico-fisiche del solido.

Campione n°	Sostanza organica (%) (sul secco)	Ntot (mg/kg)	N-NH <sub>4</sub> (%Ntot)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	K <sub>2</sub> O (mg/kg)
1	72	4,9	15,0	5,3	1,7
2	77	6,2	18,0	6,2	2,1
3	76	5,9	17,2	5,8	2,0
4	80	6,6	19,0	7,0	3,2

**Tabella 5.** Caratteristiche chimico-fisiche dell'ammendante.

Parametro	Campione 1	Campione 2	Campione 3	Campione 4	D.Lgs. 75/2010
Umidità (%)	41	43	39	37	≤ 50 (%)
C <sub>org</sub> (%ss)	29	29,5	31	28,7	≥ 20%ss
N <sub>tot</sub> (%ss)	1,5	1,7	2,0	1,2	-
C/N	19,3	17,3	15,5	23,9	≤ 25
Cu (mg/kgss)	44	47	43	50	≤ 230 mg/kgss
Zn (mg/kgss)	210	220	217	235	≤ 500 mg/kgss
GI (%)	81	78	77	83	≥ 60 (%)

I quattro campioni differenti di frazione solida sono stati miscelati con un quantitativo pari al 15% in peso di matrice ligno-cellulosica e sottoposti ad un processo di tipo aerobico in cumuli statici per un periodo di 90 giorni.

Al termine del trattamento si sono effettuate nuovamente le analisi chimico-fisiche e si sono confrontati i risultati delle stesse con i limiti di legge imposti dal D. Lgs. 75/2010 per gli ammendanti compostati misti.

Come si può notare dai risultati ottenuti (Tabella 5) le principali caratteristiche dell'ammendante ottenuto sono in linea con le prescrizioni imposte dalla legge per quanto riguarda gli ammendanti compostati misti. Il prodotto ottenuto ha quindi caratteristiche compatibili per un suo utilizzo come fertilizzante organico con un elevato valore dell'indice di germinazione (GI) che sta ad indicare assenza di fenomeni di fito-tossicità residua.

## **6. Conclusioni**

I risultati dell'attività di sperimentazione hanno dimostrato come il sistema ibrido ed integrato proposto per trattare i liquami suinicoli presenti prestazioni caratterizzate da un elevato grado di protezione ambientale.

Lo scarico della linea di trattamento della frazione liquida presenta caratteristiche principali compatibili con lo scarico diretto in corpo idrico superficiale mentre il trattamento della frazione solida consente di ottenere un prodotto con elevate qualità ammendanti nel pieno rispetto delle prescrizioni di legge.

I costi di implementazione del sistema proposto su scala reale risultano contenuti poiché l'intero ciclo di trattamento si basa in larga parte sull'utilizzo di componentistica ed impiantistica già disponibile presso le aziende che si occupano di suinicoltura. Grazie all'apposita interfaccia messa a punto anche la gestione del processo risulta compatibile con i profili professionali mediamente disponibili nelle aziende agricole.