



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

TIPO DI OPERAZIONE

16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 1089 DEL 31/08/2020

FOCUS AREA 5A 5D

RELAZIONE TECNICA

DOMANDA DI SOSTEGNO 5205804

DOMANDA DI PAGAMENTO 5710836

Titolo Piano	Cattura delle emissioni per un ciclo virtuoso dell'azoto nell'allevamento suino – GAS LOOP
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. p. A.
Partner del GO	Società Agricola S. Anna s.r.l. Società Agricola Colombaro s.r.l. O.P.A.S. Società Cooperativa Agricola Dinamica soc. cons. a r.l.

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	20
Data inizio attività	27/04/2021
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	27/12/2023

Relazione relativa al periodo di attività dal	27/04/2021	27/12/2023
---	------------	------------

Data rilascio relazione	22/02/2024	
-------------------------	------------	--

Autore della relazione	Giuseppe Moscatelli		
telefono		email	G.Moscatelli@crpa.it
pec	crpapec@pec.it		

Sommarrio

1	- DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO.....	3
1.1	STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO.....	3
2	- DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE.....	4
2.1	ATTIVITÀ E RISULTATI	4
2.2	PERSONALE	12
2.3	SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE.....	15
2.4	COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI.....	15
2.5	SPESE PER ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE.....	15
2.6	SPESE PER ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E CONSULENZA.....	16
3	-CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ.....	16
4	- ALTRE INFORMAZIONI.....	16
5	- CONSIDERAZIONI FINALI.....	17
6	- RELAZIONE TECNICA.....	18

1 - DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano.

Soluzioni sostenibili per ridurre le emissioni di ammoniaca e gas climalteranti (GHG) ed allo stesso tempo recuperare nutrienti, migliorare il benessere degli animali e la salute dei lavoratori, dovrebbero diventare sempre più presenti nella lista delle BAT applicabili agli allevamenti suinicoli (IRPP Bref, 2017). E' proprio la gestione virtuosa dell'azoto nell'allevamento suinicolo alla base delle motivazioni che hanno dato vita a GAS LOOP.

Il GO Ammonia Washing Machine aveva iniziato le attività di sviluppo di un prototipo per ridurre le emissioni azotate in porcilaia attraverso la cattura ed il recupero dell'ammoniaca in una soluzione di solfato d'ammonio ad uso fertilizzante (<https://ammonia.crpa.it/>). Il Gruppo Operativo Gas Loop, grazie alle esperienze ed ai risultati conseguiti da Ammonia Washing Machine, ha implementato e portato il sistema prototipale dal livello tecnologico in cui si trovava (TRL 6) ad un livello di TRL 8-9, cioè un sistema reale, completo e giudicato pronto all'applicabilità.

Obiettivo di Gas Loop è stato quello di innescare un ciclo virtuoso (Loop) dell'azoto che, a partire dalla cattura dell'ammoniaca, originasse a cascata un incremento della sostenibilità ambientale dell'allevamento suinicolo: il solfato ammonico recuperato permette di ridurre gli input di fertilizzanti industriali evitando così le emissioni di gas serra generate dalla loro produzione; il maggior benessere e stato di salute dei suini, per la minore presenza di ammoniaca nelle sale, incrementa le performance zootecniche riducendo l'impronta carbonica del kg carne prodotto.

Gas Loop, coordinato da CRPA, ha visto la partecipazione di OPAS e di due allevamenti suinicoli della provincia di Modena, la Società Agricola Sant'Anna e la Società Agricola Colombaro. Dinamica si è occupata delle attività di formazione, inerenti alle tematiche del GO, rivolte agli operatori del settore.

Al momento della chiusura della domanda di pagamento di CRPA, coordinatore del progetto, OPAS, partner del progetto, non ha trasmesso i dati finanziari, che pertanto non sono inclusi nella tabella riepilogativa della rendicontazione finanziaria.

1.1 STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Cooperazione	CRPA	Cooperazione	1	1	20	32
Azione 1	CRPA	Implementazione del sistema di lavaggio dell'aria e monitoraggio dell'efficienza di trattamento	1	1	20	28
Azione 2	CRPA	Valutazione della produttività e stato di salute dei suini	4	5	20	28
Azione 3	CRPA	Gas effetto serra evitati applicando il ciclo virtuoso delle emissioni	10	10	20	32
Azione 4	CRPA	Caso studio Colombaro	16	16	20	32
Divulgazione	CRPA	Divulgazione	1	15	20	32
Formazione	Dinamica	Formazione	4	20	20	32

2 - DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

Compilare una scheda per ciascuna azione

2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

Azione	COOPERAZIONE - Esercizio della cooperazione
Unità aziendale responsabile	CRPA
Descrizione delle attività	<p>Il Gruppo Operativo GAS LOOP ha confermato alla Regione l'interesse alla realizzazione del Piano con lettera Prot. DOC-2021-1293 del 10/05/2021 e si è costituito in forma di ATS con atto notarile Reg. al n. 10125 del 16/06/2021.</p> <p>Il giorno 8 giugno 2021 si è tenuto il kick-off meeting del GO presso Società Agricola Sant'Anna a Formigine (MO), ove il referente delle attività del progetto (dr. Giuseppe Moscatelli) ha presentato gli obiettivi e le attività previste ed assieme ai partner sono state pianificate le prime operazioni da compiere.</p> <p>Il management staff di CRPA ScpA ha incontrato singolarmente i vari partner per verificare la corrispondenza delle attività con quelle assegnate e la tempistica di esecuzione. In particolar modo durante le fasi di sperimentazione di campo i contatti sono stati frequenti per illustrare agli imprenditori i risultati delle sperimentazioni in atto e decidere insieme il proseguo delle attività.</p> <p>Le attività di project management sono state svolte da CRPA ScpA verificando il corretto svolgimento delle attività del Piano, seguendo le comunicazioni che riguardano la sua gestione, i passaggi di informazioni, la programmazione e la gestione delle attività di divulgazione/informazione. Tali attività sono supportate dal sistema di gestione della qualità (SGQ) CRPA, conforme alla norma ISO 9001/UNI EN ISO 9001:2015. Lo strumento utilizzato per gestire l'SGQ in CRPA è il CRM aziendale.</p> <p>In data 17/01/2022 è stata inviata una comunicazione che ha comportato una leggera modifica tra le voci di spesa del progetto.</p> <p>In data 14/09/2022 è stata richiesta una proroga di 12 mesi per motivi principalmente legati a problemi dell'azienda che ha ospitato le prove, al COVID e alla PSA che hanno causato lo slittamento delle attività tecniche negli allevamenti ed in particolar modo le attività di formazione legate al piano.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Nonostante la richiesta di proroga lo stato di avanzamento del Piano è risultato conforme agli obiettivi previsti e non si segnalano scostamenti dal progetto originario né particolari criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività.

Azione 1	Implementazione del sistema di lavaggio dell'aria e monitoraggio dell'efficienza di trattamento
Unità aziendale responsabile	CRPA
Descrizione delle attività	<p>Le attività hanno riguardato l'implementazione del sistema prototipale realizzato grazie ai risultati ed esperienze derivanti dal GOI <i>Ammonia Washing Machine</i>.</p> <p>Il sistema è stato reso operativo, presso l'allevamento suinicolo di Sant'Anna, nella configurazione risultata più efficace dai precedenti test: aspirazione dell'aria da trattare da sotto il fessurato.</p> <p>Il sistema prototipale è arrivato ad un Livello di Maturità Tecnologica pari a TRL 8-9.</p> <p>Alcuni momenti dell'attività di implementazione e sviluppo sono illustrati nelle foto presenti al Capitolo 6 – Risultati.</p> <p>Ad implementazione avvenuta sono stati monitorati due cicli di ingrasso e ciascuno della durata di 6 mesi: uno denominato invernale dal 22/11/2021 al 18/05/2022 ed uno denominato estivo dal 30/05/2022 al 02/11/2022.</p> <p>Per ciascun ciclo di ingrasso sono state condotte due campagne di monitoraggio in continuo (24/24 h) per valutare quanto il trattamento fosse efficace nel migliorare la qualità dell'aria all'interno della sala in differenti condizioni climatiche. Sono state misurate le concentrazioni di ammoniaca e altri gas (quali l'anidride carbonica, metano e protossido d'azoto) all'interno della sala trattata e contemporaneamente in una sala controllo, identica e con lo stesso numero e peso di suini. I gas sono stati rilevati mediante un analizzatore fotoacustico ad infrarossi (INNOVA Multi Gas Monitor 1412) ad elevatissima sensibilità con un limite di rilevabilità dell'ordine di 10^{-3} ppm. In occasione di ciascuna sessione di monitoraggio sono stati prelevati campioni di aria da sottoporre ad analisi per determinarne la concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica, secondo la norma UNI EN 13725:04. L'efficienza del trattamento è stata valutata misurando la concentrazione di ammoniaca nel flusso d'aria prima e dopo il lavaggio mediante gorgogliamento in soluzione acida con successiva quantificazione analitica dell'ammonica.</p> <p>Le attività hanno inoltre previsto sopralluoghi da parte di tecnici e ricercatori del CRPA per rilevare i dati utili alla sperimentazione e verificare il corretto funzionamento del sistema. CRPA e Sant'Anna hanno provveduto a rilevare:</p> <ul style="list-style-type: none"> · numero e peso dei suini accasati, condizioni e gestione delle sale; · i costi di esercizio del sistema di trattamento (E.E., reagenti, ore di personale...); · eventuali problematiche che dovessero sorgere nel corso degli anni di progetto; · le portate di aria trattata e pH di esercizio; · efficacia del sistema di trattamento, implementato a TRL 9, nel catturare e ridurre le emissioni ammoniacali ed efficienza di lavaggio del flusso d'aria; · T e RH dell'aria all'interno delle sale. <p>Il sistema rimuove l'ammoniaca recuperandola in una soluzione di solfato d'ammonio utilizzabile come fertilizzante. Un importante risultato dell'azione 1 è stato quello di quantificare e stoccare (con finalità di utilizzo agronomico a fini fertilizzanti in azienda) la soluzione di solfato d'ammonio prodotta durante i due cicli. Sono stati eseguiti campionamenti della soluzione prodotta e su ciascun campione analizzati quei parametri indicatori della qualità fertilizzante della soluzione, quali: pH, Solidi Totali, Solidi Totali Sospesi, azoto totale ed ammoniacale. Le analisi sono state condotte dal laboratorio chimico-fisico di CRPA.</p>

<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>Gli obiettivi e risultati sono stati pienamente raggiunti.</p> <p>Unica criticità, ma risolta grazie alla richiesta e successiva concessione della proroga, è stata quella legata al maggior tempo di implementazione del prototipo, rispetto a quanto preventivato in fase progettuale, dovuto al difficile reperimento sul mercato di componenti elettrici e di automazione da inserire nel quadro elettrico.</p>
--	--

Azione 2	Valutazione della produttività e stato di salute dei suini
<p>Unità aziendale responsabile</p>	<p>CRPA</p>
<p>Descrizione delle attività</p>	<p>L'ammoniaca, combinata alla presenza di polveri sottili, è causa frequente di malattie respiratorie dei suini, tra cui rinite atrofica e leucosi polmonare.</p> <p>Al fine di valutare i possibili effetti di una diversa qualità dell'aria dei locali di allevamento sullo stato di salute e la produttività dei suini, sono stati monitorati alcuni parametri zootecnici per i capi allevati in strutture con e senza la funzionalità dell'attrezzatura di sottrazione dell'ammoniaca.</p> <p>Presso l'allevamento Sant'Anna è stata organizzata una prova e monitorati 2 interi cicli di ingrasso per valutare l'accrescimento dei suini ospitati in due locali di ingrasso separati: uno standard di controllo e l'altro in cui è stato applicato il sistema di trattamento e pulizia dell'aria dall'ammoniaca.</p> <p>Entrambi i locali sono stati caratterizzati dalle stesse dimensioni, gestione delle deiezioni, gestione degli animali e dell'alimentazione. Gli animali sono stati allevati nelle medesime condizioni per superficie disponibile e alimentati con lo stesso mangime a parità di periodo (accrescimento e ingrasso), somministrato a broda con un piano di razionamento che ha seguito la curva di crescita dei capi. I suini sono stati pesati ad inizio prova, al cambio del mangime e all'invio alla macellazione per determinare gli accrescimenti medi giornalieri. Sono stati registrati i consumi di mangime per settore, al fine di valutare l'indice di conversione dell'alimento (kg di mangime consumato per kg di accrescimento ottenuto). Tutti i parametri produttivi e le movimentazioni dei capi morti o malati sono stati registrati. Sono state inoltre eseguite analisi sull'alimento per quantificare l'azoto somministrato con la dieta al fine di calcolare l'efficienza alimentare dell'azoto dei suini allevati per la tesi controllo e per la tesi soggetta a trattamento dell'aria.</p> <p>Attraverso il Bilancio dell'azoto (come da metodologia sviluppata dal GO BATtAIA (http://battaia.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=20627&tt=t_bt_app1_www) è stata determinata l'escrezione di azoto degli animali, fonte primaria di origine dell'ammoniaca e altri volatili azotati.</p> <p>I suini sono stati seguiti alla macellazione al fine di valutare: i) eventuali differenze che possano essere intercorse anche nella resa di macellazione e stato di ingrassamento (espresso mediante la % di carne magra della carcassa); ii) l'incidenza di lesioni a carico dell'apparato respiratorio dei suini. A questo fine si è utilizzato un metodo di valutazione basato sull'attribuzione di punteggi dell'incidenza delle lesioni polmonari e pleuriche (Scollo et al., 2017. Benchmarking of pluck lesion at slaughter as a health monitoring tool for pigs</p>

	slaughtered at 170 kg (heavy pigs). Preventive Veterinary Medicine 144 (2017) 20–28). Si rimanda al Capitolo 6 – Risultati per informazioni dettagliate sul monitoraggio zootecnico.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Gli obiettivi del monitoraggio sono stati raggiunti. Tutte le attività previste dal piano di lavoro presentato sono state condotte. I cicli di monitoraggio ed i parametri analizzati sono stati eseguiti come preventivato.

Azione 3	Gas effetto serra evitati applicando il ciclo virtuoso delle emissioni
Unità aziendale responsabile	CRPA
Descrizione delle attività	<p>Le attività condotte in Azione 1 e 2 hanno permesso di quantificare:</p> <ul style="list-style-type: none"> · le emissioni evitate di ammoniaca e di conseguenza le emissioni indirette evitate di protossido d'azoto dovute alla trasformazione in atmosfera della molecola di ammoniaca; · la soluzione fertilizzante di solfato d'ammonio e la quantità di azoto recuperato a fini fertilizzanti; · gli input alimentari risparmiati per kg di carne prodotta dovuti all'incremento di produttività per le migliori condizioni di stabulazione. <p>Con metodologia LCA (Life Cycle Assessment) si sono quantificate le emissioni di gas serra riferite al kg di carne prodotta con il sistema di allevamento standard e col sistema innovativo che ha visto l'applicazione del sistema di lavaggio e cattura dell'ammoniaca. È stato quantificato il contributo al cambiamento climatico e gli impatti su aria, acqua e suolo derivanti dalla produzione per kg di carne suina applicando l'innovazione, rispetto alla produzione aziendale standard. La metodologia LCA ha valutato il sistema considerando tutta la filiera produttiva: dall'estrazione delle materie prime alla destinazione finale dei prodotti. Questo approccio olistico evita che possa sfuggire alla valutazione dell'impatto complessivo il possibile trasferimento degli impatti da una fase all'altra, da un inquinante all'altro o da un corpo recettore all'altro. Come unità di riferimento è stato considerato il kg di peso vivo prodotto. Come categorie di impatto sono state considerate quelle che hanno maggiore rilevanza per la Focus Area 5D, ossia: gas serra, materiale particolato, acidificazione.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Non si evidenziano criticità e scostamenti. Gli obiettivi delle elaborazioni LCA sono stati raggiunti.

Azione 4	Caso studio Colombaro
Unità aziendale responsabile	CRPA
Descrizione delle attività	<p>L'allevamento suinicolo Colombaro, già partner nelle attività di realizzazione e test del sistema prototipale presso le sue strutture d'allevamento, in questo GO ha partecipato alle attività in quanto interessato ad essere un caso studio per valutare la sostenibilità economica della trasferibilità dell'innovazione ad un caso reale di ristrutturazione di una porcilaia esistente.</p> <p>La proprietà stava infatti valutando la possibilità di procedere con la ristrutturazione di uno dei 9 capannoni che ospitavano le fasi di ingrasso. Il capannone interessato dalle valutazioni ospitava circa 1400-1500 suini, nella fase 60-160 kg, suddivisi in 9 sale con pavimento parzialmente fessurato.</p> <p>Di conseguenza l'allevamento si è prestato come realtà concreta su cui calare la progettazione del nuovo edificio e su cui effettuare le relative valutazioni economiche che tenessero conto dei risultati conseguiti dalle precedenti attività (azioni 1, 2 e 3), ipotizzando due scenari:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. un primo scenario completo in cui si è ipotizzato di installare la tecnologia di trattamento; 2. un secondo scenario in cui si è effettuata la sola predisposizione del nuovo capannone, nell'eventualità di installare in futuro il sistema di trattamento. <p>La seconda ipotesi risulta interessante da valutare in quanto gli imprenditori in procinto di ristrutturare o costruire nuovi capannoni potrebbero anche solo predisporre gli edifici in modo tale che possano poi ospitare un domani il sistema di trattamento. Le caratteristiche strutturali dell'edificio (quali muri, travi, possibilità di aspirare da sotto il fessurato, ...), infatti, risultano un fattore limitante per l'applicazione dell'innovazione. La predisposizione dell'edificio in fase realizzativa potrebbe non comportare un significativo incremento dei costi di realizzazione, mentre al contrario "rimettere mano" ad un edificio esistente significherebbe un aggravio economico che potrebbe far desistere l'imprenditore dall'installare la tecnologia.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Non si evidenziano criticità e scostamenti dal piano di lavoro presentato.</p> <p>Il caso studio si compone del progetto dell'edificio, dell'estimo dei costi e delle attrezzature da installare.</p>

Azione	Attività di formazione
Unità aziendale responsabile	DINAMICA
Descrizione delle attività	<p>Titolo: Cattura delle emissioni per un ciclo virtuoso dell'azoto nell'allevamento suino</p> <p>Il corso ha fornito agli utenti:</p>

- le conoscenze delle tematiche delle emissioni di ammoniaca e di gas a effetto serra e valutarne gli impatti ambientali derivanti delle attività agricole;
- le conoscenze della tematica “Green Deal europeo e strategia Farm to Fork” per una transizione verso un allevamento suinicolo nell’ottica del “nutrient recovery and reuse”;
- le conoscenze e le valutazioni delle possibili BAT (Best Available Techniques) applicabili alla propria azienda per ridurre le emissioni; - le competenze per migliorare l’efficienza aziendale d’uso dell’azoto;
- le competenze per la ridurre le emissioni di GHG ed ammoniaca per kg carne prodotto;
- le competenze per valutare quanto le migliori condizioni di benessere derivate dalla ridotta presenza di ammoniaca in stalla, possano avere effetti positivi sulla salute e sulla produttività dei suini;
- la capacità di produrre fertilizzanti di recupero derivanti dal lavaggio dell’aria dall’ammoniacca: convertire le emissioni ammoniacali in una risorsa fertilizzante.

Il corso ha previsto la realizzazione di 5 moduli per una durata complessiva di 29 ore.

MODULO 1: Modulo 1: La tematica delle emissioni di ammoniaca e gas serra dalla zootecnica e ricadute ambientali dei principali della durata di 6 ore.

Dopo aver svolto l’introduzione, l’individuazione dei bisogni e la presentazione del gruppo operativo è stata approfondita la tematica del Ciclo dell’azoto e del fosforo nell’ambiente; l’efficienza d’uso dell’azoto nelle aziende zootecniche; la tematica delle emissioni ammoniacali e gas serra nel contesto agricolo; le ricadute ambientali dei principali inquinanti emessi in atmosfera dal settore agricolo; le principali normative comunitarie, nazionali e regionali che hanno una ricaduta sul tema delle emissioni dal settore zootecnico.

MODULO 2: Modulo 2: Le BAT incluse nel nuovo Bref per gli allevamenti suinicoli della durata di 3 ore. Sono stati affrontati i temi quali: le BAT

Conclusions per la Autorizzazione Integrata Ambientale per gli allevamenti suinicoli e il Codice di buone pratiche agricole volte alla riduzione delle emissioni di ammoniaca per la applicazione della Direttiva NEC; l’aggiornamento futuro del Bref IRPP e cosa potrebbe comportare; le migliori tecniche disponibili per ridurre le emissioni nelle diverse fasi della produzione zootecnica con particolare riferimento alla fase di allevamento.

Modulo 3: Sistemi di trattamento dell’aria applicabili ai ricoveri suinicoli ed avicoli della durata di 8 ore. In particolare, si è discusso dei sistemi di lavaggio; dei sistemi di filtrazione; dei sistemi di cattura dell’ammoniacca con produzione di fertilizzanti di recupero; dei fertilizzanti di recupero: Solfato Ammonico, normativa e potenzialità.

MODULO 4: Modulo 4: La stalla suinicola nell’ottica del benessere animale e della riduzione delle emissioni della durata di 8 ore. Si è approfondita la tematica della coibentazione, climatizzazione e ventilazione degli edifici per l’allevamento suinicolo; delle tecniche di rimozione degli effluenti suinicoli; delle esperienze di precedenti GOI e di campo.

MODULO 5: Modulo 5: BAT Tool e risultati del GO GAS LOOP e Verifica Finale della durata di 5 ore. Si sono affrontati temi quali: il BAT Tool Plus: uno strumento di calcolo delle emissioni dall’allevamento e della riduzione conseguibile con la applicazione delle BAT; il GOI GAS LOOP: attività e risultati; scambio di impressioni, conoscenze e opinioni.

A conclusione del percorso formativo è stato somministrato il test finale dell’apprendimento e il questionario di gradimento.

<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p>L'attività di formazione è stata realizzata in un'unica edizione Nell'ambito del corso sono state realizzate le 29 ore di formazione, così come previsto in fase di proposta progettuale approvata dalla Regione Emilia-Romagna. Il periodo di svolgimento è stato dal 26/09/2023 al 17/10/2023.</p> <p>Si sono iscritti 18 partecipanti. Tutti 18 hanno concluso il percorso formativo superando la percentuale minima di presenza e raggiungendo gli obiettivi formativi previsti oggettivamente dimostrabili attraverso i risultati ottenuti nella verifica finale di apprendimento.</p>
--	---

Azione Divulgazione	Azione Divulgazione e disseminazione dei Risultati
Unità aziendale responsabile	CRPA
Descrizione delle attività	<p>CRPA in collaborazione con tutti i partner, e in particolar modo con OPAS, si è attivato per promuovere tutte le azioni previste dal progetto per sensibilizzare gli allevatori sulle potenzialità dell'innovazione.</p> <p>Nel primo periodo è stata ideata l'impostazione grafica che ha caratterizzato tutti i prodotti in uscita (logo, template vari da utilizzare per la comunicazione, quali comunicati stampa, poster, roll up, pagine web, presentazioni).</p> <p>E' stato inoltre attivato un sito web dedicato all'interno del dominio CRPA (http://gasloop.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=22324); il sito, che si compone di una home page con carosello, news in primo piano e diverse sezioni tra cui: "progetto", "blog", "documenti", "contatti", è stato implementato man mano con tutte le iniziative realizzate e il materiale prodotto e n. 12 news. Sono state attivate le statistiche di registrazione e gestione dei contatti. Inoltre è stata creata una pagina sintetica informativa del progetto sul sito goi.crpa.it: (http://goi.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=23361&tt=t_bt_app1_www).</p> <p>Per diffondere le iniziative intraprese nell'arco del progetto sono stati utilizzati anche i canali social LinkedIn e Twitter (@crpasocial) del CRPA.</p> <p>In seguito alla ideazione grafica è stato stampato un roll up da utilizzare in tutte le iniziative (attività extra).</p> <p>Su una rivista specializzata del settore è stato pubblicato un articolo tecnico/divulgativo dal titolo "Gas Loop, il ciclo virtuoso dell'azoto è possibile" a cura di Giuseppe Moscatelli, Laura Valli, Maria Teresa Pacchioli – CRPA, uscito sul n. 1 - gennaio 2022 - pag.30-34 di Suinicoltura (https://gasloop.crpa.it/media/documents/gasloop_www/pubblicazioni/SN_01_2022_p30_33.pdf?v=20240124).</p> <p>Per spiegare in modo semplice l'innovazione proposta dal progetto Gas Loop e i benefici che ne derivano, è stato realizzato un video scribing in italiano, con un'ulteriore versione in inglese: https://gasloop.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=24261.</p> <p>Per diffondere notizie legate al progetto sono state realizzate n. 3 newsletter.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Newsletter n. 1 - maggio 2023, volta a promuovere il corso di formazione gratuito sulla riduzione delle emissioni per un ciclo virtuoso dell'azoto nell'allevamento suino; inviata n. 4.247 contatti tra: allevatori, associazioni di categorie, aziende con impianti di biogas (a causa di un numero esiguo di iscritti, il corso è stato rimandato a settembre con l'invio di un nuovo invito (08/09/2023) a n. 2.498 contatti ancora più mirati tra allevatori della regione Emilia Romagna).

- Newsletter n. 2 - novembre 2023, volta a diffondere il piano innovativo Gas Loop da parte della regione attraverso la partecipazione al webinar “Partners per un futuro sostenibile: innovazioni all’avanguardia nell’agricoltura nella prefettura di Ibaraki, Giappone ed Emilia Romagna, Italia” con una presentazione a cura di Giuseppe Moscatelli – CRPA. Attraverso la newsletter aziendale CRPA Informa 19/2023, il 01/12/2023 è stata inviata a portatori d’interesse oltre che all’indirizzario aziendale di n. 19.662 contatti;
- Newsletter n. 3 – novembre 2023, come invito al convegno finale e visita guidata del 12/12/2023; inviata con la newsletter CRPA Informa 19/2023 il 01/12/2023 a n. 19.662 contatti tra portatori d’interesse e indirizzario aziendale.

A conclusione delle attività di divulgazione diretta, è stato realizzato in modalità webinar il 12 dicembre 2023 un convegno finale con visita guidata virtuale per promuovere i risultati del piano. L’evento si è svolto in collaborazione con l’Ordine dei Medici Veterinari di Reggio Emilia, l’Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali di Reggio Emilia e il Collegio interprovinciale dei Periti Agrari e Periti Agrari Laureati di Reggio Emilia e Parma per l’assegnazione dei crediti formativi. Sono stati presenti all’evento n. 63 portatori d’interesse. Di seguito le presentazioni:

- *Il Gruppo Operativo Gas Loop* a cura di Laura Valli – CRPA;
- *Visita virtuale alle attività e ai luoghi di Gas Loop* a cura di Andrea Zanaroli e Giuseppe Moscatelli – CRPA;
- *Emissioni evitate, ammoniaca recuperata e produzione di solfato d’ammonio* a cura di Giuseppe Moscatelli – CRPA;
- *Stato di salute degli animali e risultati zootecnici* a cura di Maria Teresa Pacchioli – CRPA e Andrea Bertolini – FCSR;
- *Effetto dell’innovazione sulla sostenibilità ambientale dell’allevamento* a cura di Stefano Pignedoli e Arianna Pignagnoli – CRPA;
- *Sostenibilità economica: un caso studio* a cura di Paolo Rossi – CRPA.

Un comunicato stampa finale è stato inviato a n. 457 tra giornalisti e addetti alla comunicazione, il 21 dicembre 2023, per sensibilizzare sulla riduzione di emissioni grazie ad un sistema pronto per essere adottato (https://gasloop.crupa.it/nqcontent.cfm?a_id=31822&tt=news).

Al termine del piano sono stati realizzati gli ultimi prodotti divulgativi contenenti i risultati ottenuti:

- un opuscolo finale digitale con i risultati del progetto (https://gasloop.crupa.it/nqcontent.cfm?a_id=31739),
- una presentazione multimediale (<https://sway.cloud.microsoft/8e3pYfx2NrcN6HmU?ref=Link>).

Inoltre il progetto Gas Loop è stato coinvolto in ulteriori iniziative promosse da altri:

- è stato coinvolto in un progetto Horizon 2020 (<https://www.nutri-know.eu/>) ed è stato presentato in occasione del Kick-off meeting del progetto Nutri-Know a Vic in Spagna (24-25/01/2023). Il progetto H2020 Nutri-Know intende promuovere a livello europeo i risultati di diversi Gruppi Operativi europei, tra cui Gas loop, per stimolare l'adozione delle innovazioni nel settore agroalimentare (https://gasloop.crupa.it/nqcontent.cfm?a_id=24879&tt=news);
- webinar “Partners per un futuro sostenibile: innovazioni all’avanguardia nell’agricoltura nella prefettura di Ibaraki, Giappone ed Emilia Romagna,

	Italia” con una presentazione: <i>Gas Loop – Ammonia Emissions capture for a virtuous nitrogen cycle in pig livestock</i> a cura di Giuseppe Moscatelli – CRPA (citata nella newsletter 2) (https://gasloop.crpa.it/media/documents/gasloop_www/presentazioni-19-10-2023/Webinar_Presentation_Emilia_Romagna_Moscatelli.pdf?v=20240209). Webinar organizzato dalla Regione Emilia Romagna per promuovere intese e collaborazioni tra la Regione Emilia Romagna e quella Giapponese di IBARAKI.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	Lo stato di avanzamento del Piano è risultato conforme agli obiettivi previsti e non si segnalano scostamenti dal progetto originario né particolari criticità emerse durante l’attività. Pur non segnalando criticità nello svolgimento dell’azione, si registra una parziale dilatazione nei tempi del piano permessi dalla proroga e la modalità di svolgimento del convegno finale, effettuato on line (webinar) insieme alla visita guidata in modalità virtuale, per problemi legati all’emergenza PSA, con il conseguente non utilizzo del costo per il catering inserito nel budget.

2.2 PERSONALE

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l’attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Azione Cooperazione

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell’azione	Ore	Costo	Costo tot
	CRPA - Tecnico	Segreteria tecnica	90	27,00	2.430,00
	CRPA - Amministrativo	Supporto gestione amministrativa	85	27,00	2.295,00
	CRPA - Ricercatore	Coordinamento attività	85	27,00	2.295,00
	CRPA - Responsabile amministrativa	Responsabile gestione amministrativa	39	43,00	1.677,00
	CRPA - Responsabile scientifico	Coordinamento, supervisione attività	58	43,00	2.494,00
Totale					11.191,00

Azione 1

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell’azione	Ore	Costo	Costo tot
	CRPA - Tecnico	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	80	27,00	2.160,00
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati, Responsabile scientifico	126	27,00	3.402,00
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	328	27,00	8.856,00
	CRPA - Tecnico	Analisi di laboratorio	68	27,00	1.836,00

	CRPA - Ricercatore	rilievi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	160	27,00	4.320,00
	CRPA - Ricercatore	rilievi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	136	27,00	3.672,00
	CRPA - Responsabile settore	Coordinamento, supervisione attività	37	43,00	1.591,00
	SANT'ANNA - Imprenditore agricolo	Prove in campo	269	19,5	5.245,50
	Colombaro - Imprenditore agricolo	Prove in campo	56	19,5	1.092,00
Totale:					32.174,50

Azione 2

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo	Costo tot
	CRPA - Tecnico	rilievi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	152	27,00	4.104,00
	CRPA - Ricercatore	rilievi sperimentali, analisi ed elaborazione dati, Responsabile scientifico	200	27,00	5.400,00
	CRPA - Ricercatore	rilievi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	105	27,00	2.835,00
	CRPA - Tecnico	rilievi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	254	27,00	6.858,00
	CRPA - Ricercatore	rilievi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	127	27,00	3.429,00
	CRPA - Ricercatore	rilievi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	46	27,00	1.242,00
	CRPA - Responsabile settore	Coordinamento, supervisione attività	30	43,00	1.290,00
	CRPA - Responsabile settore	Elaborazione dati	63	43,00	2.709,00
	SANT'ANNA -	Prove in campo	335	19,5	6.532,50
Totale:					34.399,50

Azione 3

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo	Costo tot
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati, Responsabile scientifico	104	27,00	2.808,00
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	48	27,00	1.296,00
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	112	27,00	3.024,00
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	58	27,00	1.566,00
	CRPA - Responsabile settore	Coordinamento, supervisione attività	72	43,00	3.096,00
	CRPA - Ricercatore	Elaborazione dati	39	43,00	1.677,00
Totale:					13.467,00

Azione 4

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo	Costo tot
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	68	27,00	1.836,00
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati, Responsabile scientifico	83	27,00	2.241,00
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	42	27,00	1.134,00
	CRPA - Ricercatore	rilevi sperimentali, analisi ed elaborazione dati	64	27,00	1.728,00
	CRPA - Responsabile settore	Elaborazione dati	24	43,00	1.032,00
	Colombaro -	Prove in campo	87	19,5	1.696,50
Totale:					9.667,50

Azione Divulgazione

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo	Costo tot
	CRPA - Segreteria	Supporto divulgazione	46	27,00	1.242,00
	CRPA - Segreteria	Supporto divulgazione	20	27,00	540,00
	CRPA - Ricercatore	Attività di divulgazione, Responsabile scientifico	143	27,00	3.861,00
	CRPA - Ricercatore	Attività di divulgazione	42	27,00	1.134,00
	CRPA - Ricercatore	Attività di divulgazione	36	27,00	972,00
	CRPA - Responsabile settore	Attività di divulgazione	23	43,00	989,00
	CRPA - Responsabile divulgazione	Responsabile divulgazione	21	43,00	903,00
	ANNA - Imprenditore agricolo	Attività di divulgazione	34	36,41	1.237,94
Totale:					10.878,94

2.3 SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE

Fornitore	Descrizione dell'attrezzatura	Costo
Project Plast	Sistema di controllo automatico pH -	2.737,19
	TOTALE	2.737,19

2.4 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
	1.620,00	Incarico doc-2021-1681 del 14/06/2021 - Attività di divulgazione	1.620,00
	3.888,00	Incarico doc-2021-1682 del 14/06/2021 - Attività di divulgazione	3.888,00
		Totale:	5.508,00

2.5 SPESE PER ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE

Fornitore	Descrizione	Costo
	Realizzazione di un videoscribing	1.650,00
TECNOGRAF srl	Impaginazione fascicolo 8 pagine	130,00
	TOTALE	1.780,00

2.6 SPESE PER ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E CONSULENZA

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Titolo: "Cattura delle emissioni per un ciclo virtuoso dell'azoto nell'allevamento suino"	
Domanda di Avvio formazione GOI n. 5695120	
Domanda proposta GOI n. 5205804	
Domanda rendiconto formazione GOI: 5691601	
Periodo di Svolgimento: dal 26/09/2023 al 17/10/2023	
Durata: 29 ore	
A fronte dei 18 partecipanti iscritti, tutti 18 hanno concluso il percorso formativo superando la percentuale minima di presenza.	
Spesa: 12.924,72€	Importo contributo richiesto: 12.924,72€
Contributo Unitario: 718,04 €	Costo Pro Capite: 718,04 €

3 -CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

Lunghezza max 1 pagina

Criticità tecnico scientifiche	
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Criticità nella gestione dei fornitori affinché mantengano valido il preventivo per lungo tempo, in quanto dal momento della progettazione alla data di acquisto può trascorrere un lungo periodo. I fornitori sono in difficoltà a garantire l'offerta preventivata oltre i 3/6 mesi. Questa criticità è stata ulteriormente rafforzata dall'elevata inflazione.
Criticità finanziarie	

4 - ALTRE INFORMAZIONI

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

--

5 - CONSIDERAZIONI FINALI

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

6 - RELAZIONE TECNICA

Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale

Gas Loop: Cattura delle emissioni per un ciclo virtuoso dell'azoto nell'allevamento suino

6.1 - Il sistema di lavaggio dell'aria

Tra le 4 modalità operative testate in precedenza, Gas Loop ha deciso di sviluppare e portare a maturità quella che era risultata essere la più promettente e nello specifico il trattamento dell'aria aspirata dal sotto-fessurato attraverso fori praticati nella parete laterale dell'edificio a livello inferiore rispetto al piano di calpestio (Figura 6.1.1 e 6.1.2).

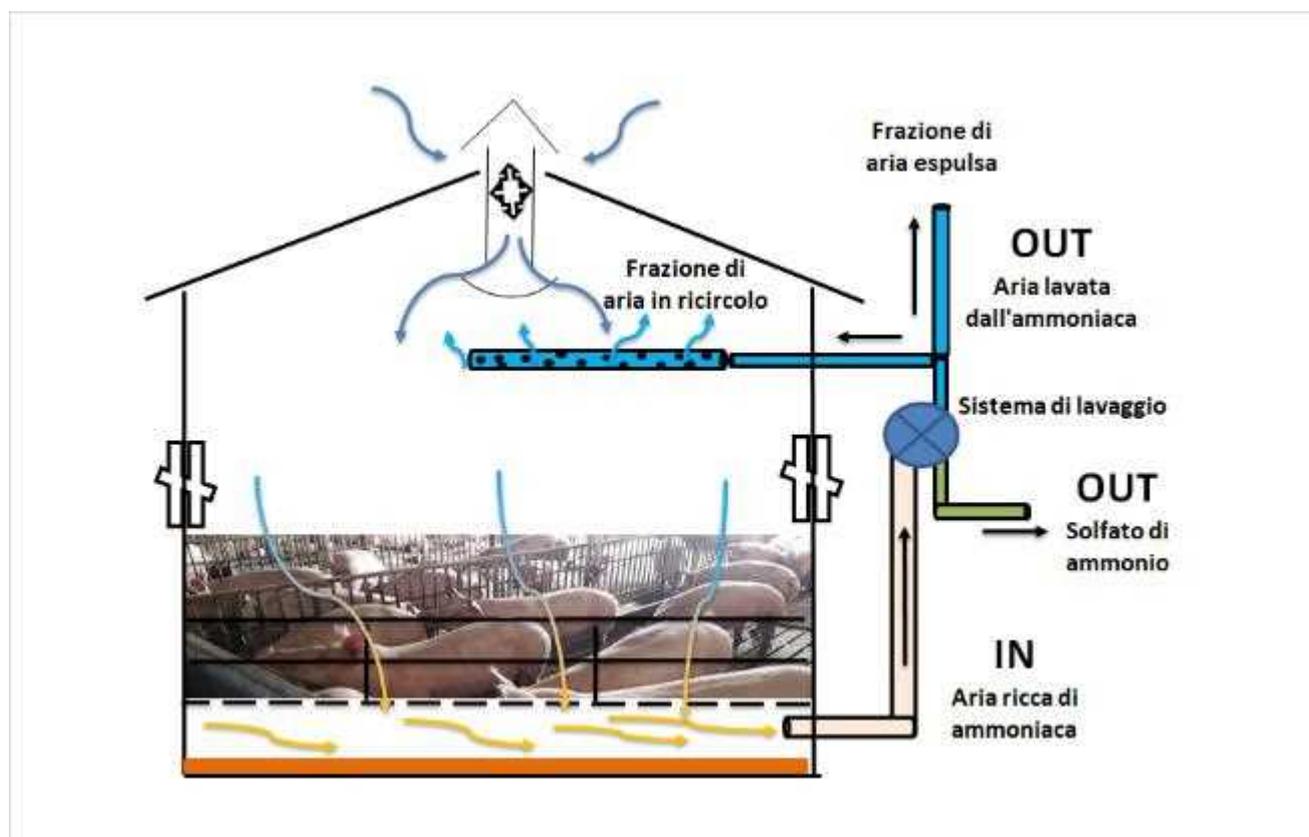


Figura 6.1.1 - Layout della linea di trattamento con aspirazione dal sotto-fessurato e re-immersione dell'aria pulita nel sottotetto

Il sistema di trattamento messo a punto (Figura 6.1.4), aspira l'aria ricca di ammoniaca presente nello spazio tra il fessurato ed il battente dei liquami attraverso condotti di aspirazione. In questo modo le emissioni di ammoniaca sviluppate dai liquami presenti nel sottofessurato vengono catturate e ne viene impedita la diffusione nell'ambiente sovrastante che ospita gli animali. Questa modalità operativa permette di ottenere considerevoli benefici anche applicando ridotti flussi di aspirazione ($14 \text{ m}^3/\text{h}$ per capo) ed evitando significative perdite di carico. La quantità di aria da aspirare, nel sistema implementato, viene gestita tramite un inverter in relazione al peso vivo presente nelle sale ed alle temperature esterne. L'aria trattata può essere completamente espulsa in atmosfera (stagioni calde) oppure essere ricircolata in parte nelle sale al fine di non

dissipare il calore (stagioni fredde). Il dispositivo, pertanto, non sostituisce il sistema di ventilazione esistente ma lo integra.



Figura 6.1.2 – Illustrazione delle attività di installazione dei condotti di aspirazione dell'aria da sotto fessurato con perforazione della parete laterale dell'edificio.



Figura 6.1.3 – Attività di implementazione del sistema di trattamento.

Il trattamento si basa sull'assorbimento chimico dell'ammoniaca mediante lavaggio in controcorrente con reagente acido in una torre con corpi di riempimento. L'aria ricca in ammoniaca sale nella torre aspirata da un ventilatore centrifugo, mentre una soluzione di lavaggio contenente acido solforico diluito scende a pioggia dall'alto. L'acido solforico (H_2SO_4) reagendo con l'ammoniaca (NH_3) forma una sospensione stabile di solfato d'ammonio ($(NH_4)_2SO_4$) che si accumula in un serbatoio alla base della torre di lavaggio. Il dispositivo è stato equipaggiato con un sistema di controllo del pH della soluzione di lavaggio in quanto l'ammoniaca assorbita ha un effetto tamponante sulla soluzione acida e l'efficienza di trattamento verrebbe compromessa al raggiungimento di pH neutri. Al superamento del valore ritenuto corretto di pH 4,5 si aziona una pompa dosatrice che richiama nuovo acido sino a ripristinare il pH al valore di 4. Quando nel serbatoio la sospensione

di solfato ammonico raggiunge un tenore di azoto circa al 6% (che corrisponde ad una soluzione al 28% di solfato ammonico) viene in parte estratta, ed il livello ripristinato in automatico con acqua dalla rete idrica.



Figura 6.1.4 – Sistema di trattamento a regime ed in funzione.

Opportuni corpi di riempimento, bagnandosi ed incorporando negli interstizi la soluzione acida di cattura dell'ammoniaca, servono ad aumentare la superficie di contatto, incrementando l'efficienza di lavaggio. Un demister, collocato nella parte superiore della torre, permette la condensazione di eventuali goccioline evitandone il trascinarsi.

Il sistema di trattamento è stato implementato con sensori e logiche per un funzionamento in continuo, 24 ore su 24, 7 giorni su 7 (Figura 6.1.5).



Figura 6.1.5 – Pompa dosatrice dell'acido (foto a sinistra) e sistema di misura del pH (foto a destra).

6.2 - Emissioni evitate, ammoniaca recuperata e produzione di solfato d'ammonio

Conclusa la fase di implementazione, il Gruppo Operativo ha monitorato due cicli di ingrasso della durata di oltre 6 mesi ciascuno (45-175 kg) presso l'allevamento sede di installazione del dispositivo (allevamento suinicolo Sant'Anna a ciclo aperto per le filiere DOP – Figura 6.2.2). Grazie al monitoraggio è stato possibile valutare l'efficienza del trattamento nel rimuovere l'ammoniaca, quantificare e caratterizzare la soluzione di solfato di ammonio prodotta.

L'efficienza del trattamento nel rimuovere l'ammoniaca dal flusso d'aria captato sotto il pavimento grigliato e sottoposto a lavaggio, tra IN e OUT, è stata mediamente dell'86% durante l'anno. In Figura 6.2.1 gli istogrammi azzurri rappresentano la concentrazione di ammoniaca presente nel flusso d'aria aspirato dal sotto-fessurato, mentre quelli rossi la concentrazione residua dopo il lavaggio. La linea tratteggiata evidenzia l'efficienza del trattamento nel rimuovere l'ammoniaca sul flusso d'aria trattato dal dispositivo. Nel mese di gennaio sono state riscontrate efficienze inferiori in quanto il sistema era nella fase terminale di messa a punto e settaggio.

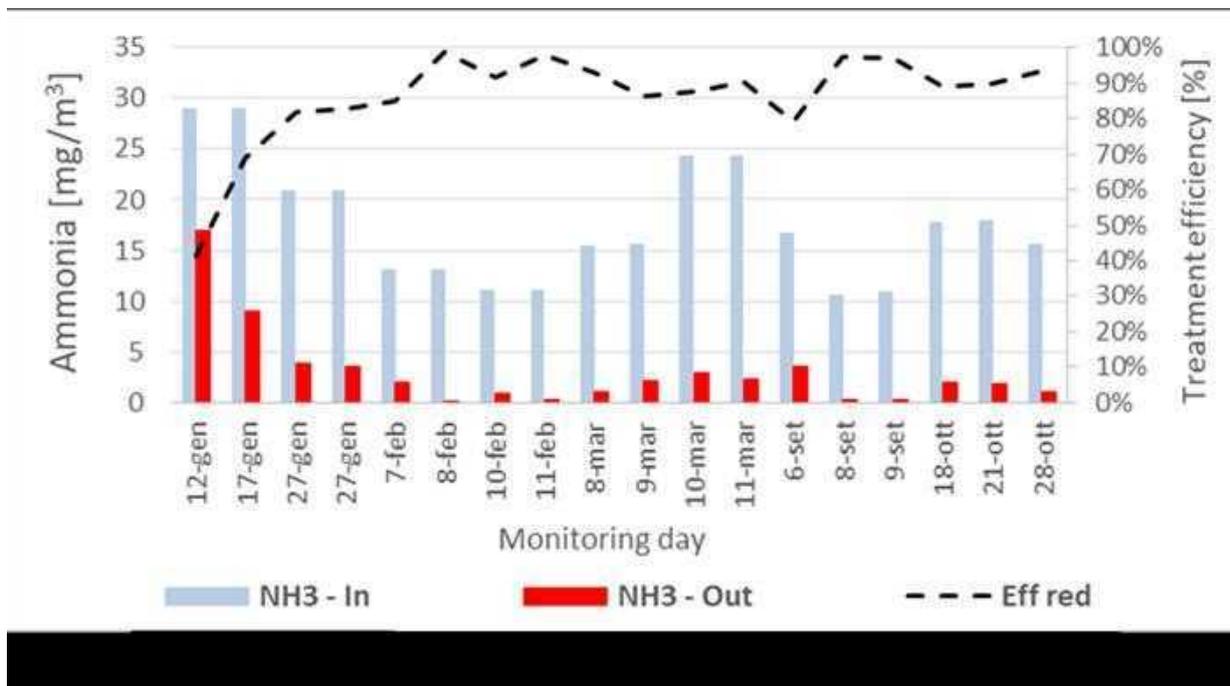


Figura 6.2.1 – Efficienza di lavaggio dell'aria dall'ammoniaca.



Figura 6.2.2 – Settore dell'azienda Sant'Anna in cui opera il sistema di trattamento dell'aria

Le concentrazioni di ammoniaca e altri gas (quali l'anidride carbonica, metano e protossido d'azoto) sono state misurate all'interno della sala trattata e contemporaneamente in una sala controllo, identica ed avente lo stesso numero e peso di suini. I gas sono stati rilevati all'interno della porcilaia con un analizzatore fotoacustico collegato ad un campionatore multipunto (INNOVA Multi Gas Monitor 1412) in diverse condizioni climatiche e di peso accasato.

Il trattamento ha migliorato la qualità dell'aria interna, riducendo mediamente la presenza di ammoniaca nella stanza trattata del 62% rispetto alla sala controllo (57-67%): i maggiori benefici sono stati riscontrati nel periodo invernale oppure in presenza di capi dal peso medio elevato (Figura 6.2.3). La minor presenza di ammoniaca all'interno della sala comporta un miglioramento del benessere animale e delle condizioni lavorative del personale.

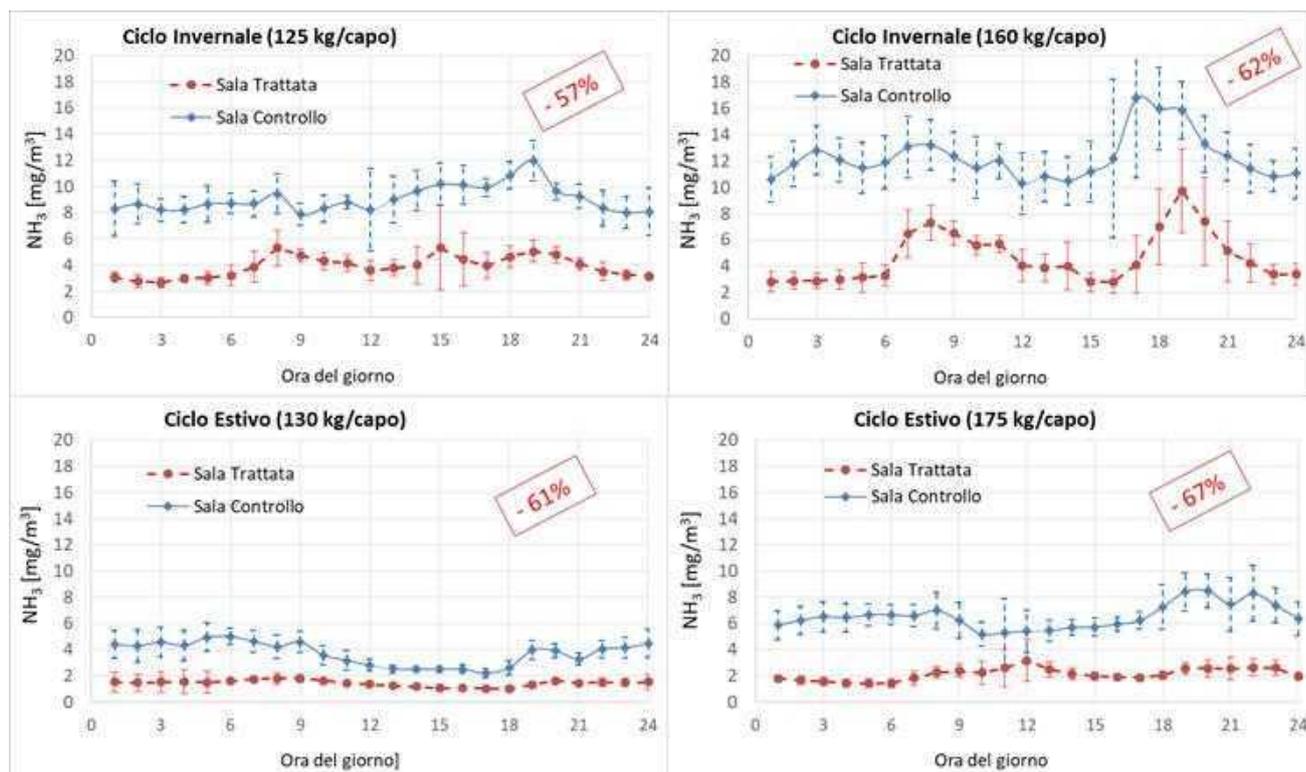


Figura 6.2.3 - Trend giornaliero della concentrazione di ammoniaca all'interno delle sale trattate e nelle sale controllo (valori calcolati come media delle concentrazioni rilevate alla stessa ora nei differenti giorni del periodo di monitoraggio di durata pari a 1 settimana).

Relativamente al gas metano (Figura 6.2.4) è stato riscontrato un leggero beneficio del trattamento nel ridurre la concentrazione in quanto l'aspirazione da sotto-fessurato evita che il metano prodotto dalle fosse risalga nella sala.

Il lavaggio dell'aria, al contrario, non ha avuto effetti sull'anidride carbonica (Figura 6.2.5) e sul protossido d'azoto (Figura 6.2.6). Pertanto, non sono stati evidenziati problemi di incremento di CO₂ nella sala trattata anche in situazioni di parziale ricircolo del flusso d'aria.

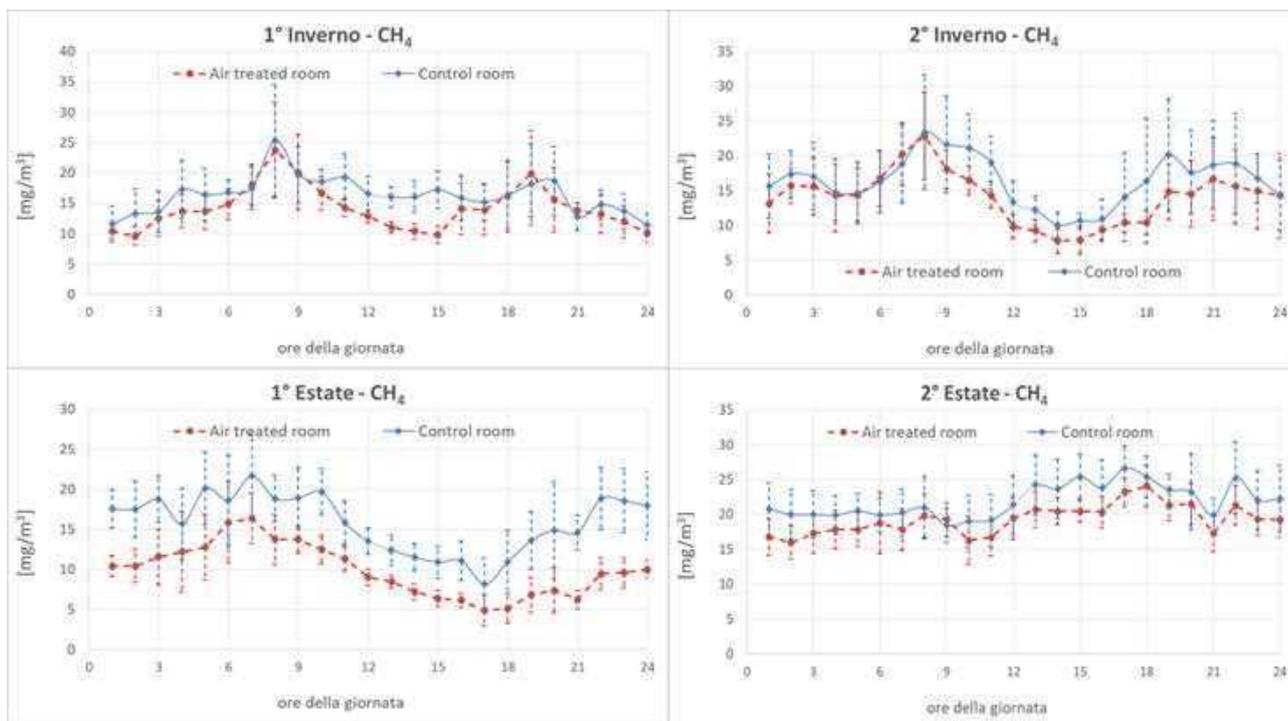


Figura 6.2.4 - Trend giornaliero della concentrazione di metano all'interno delle sale trattate e nelle sale controllo (valori calcolati come media delle concentrazioni rilevate alla stessa ora nei differenti giorni del periodo di monitoraggio di durata pari a 1 settimana).

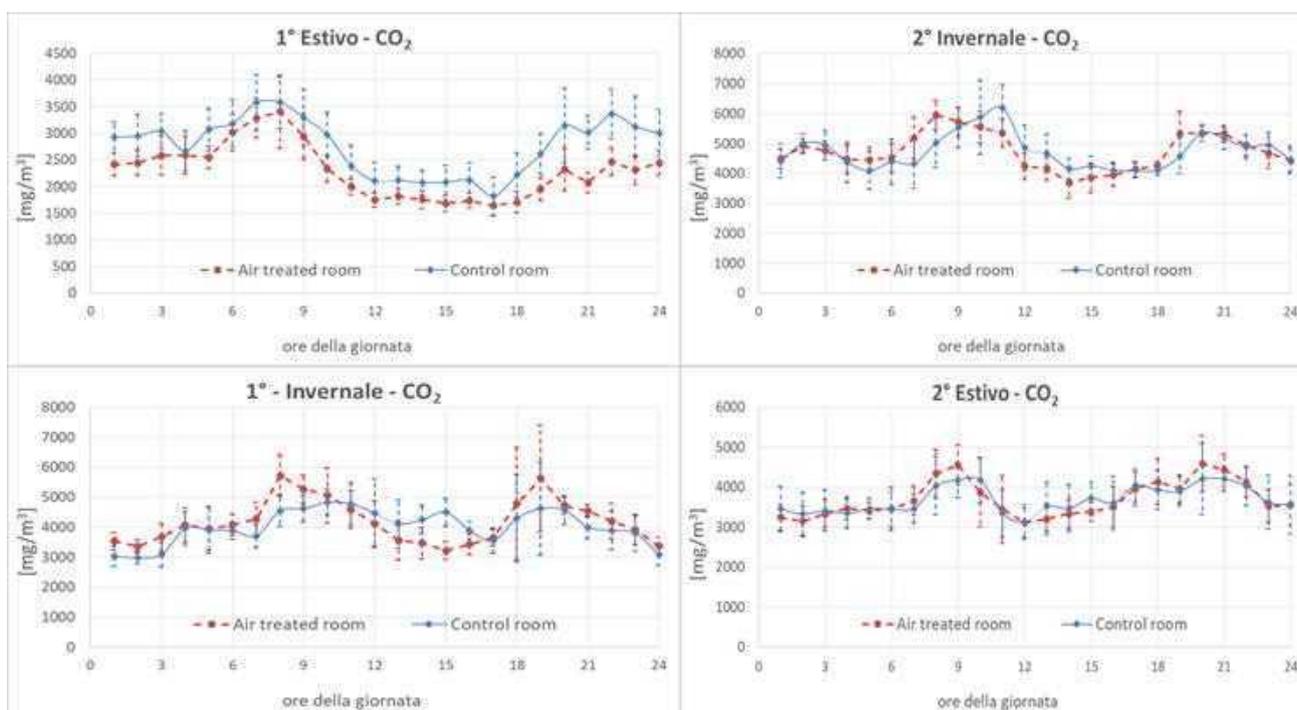


Figura 6.2.5 - Trend giornaliero della concentrazione di anidride carbonica all'interno delle sale trattate e nelle sale controllo (valori calcolati come media delle concentrazioni rilevate alla stessa ora nei differenti giorni del periodo di monitoraggio di durata pari a 1 settimana).

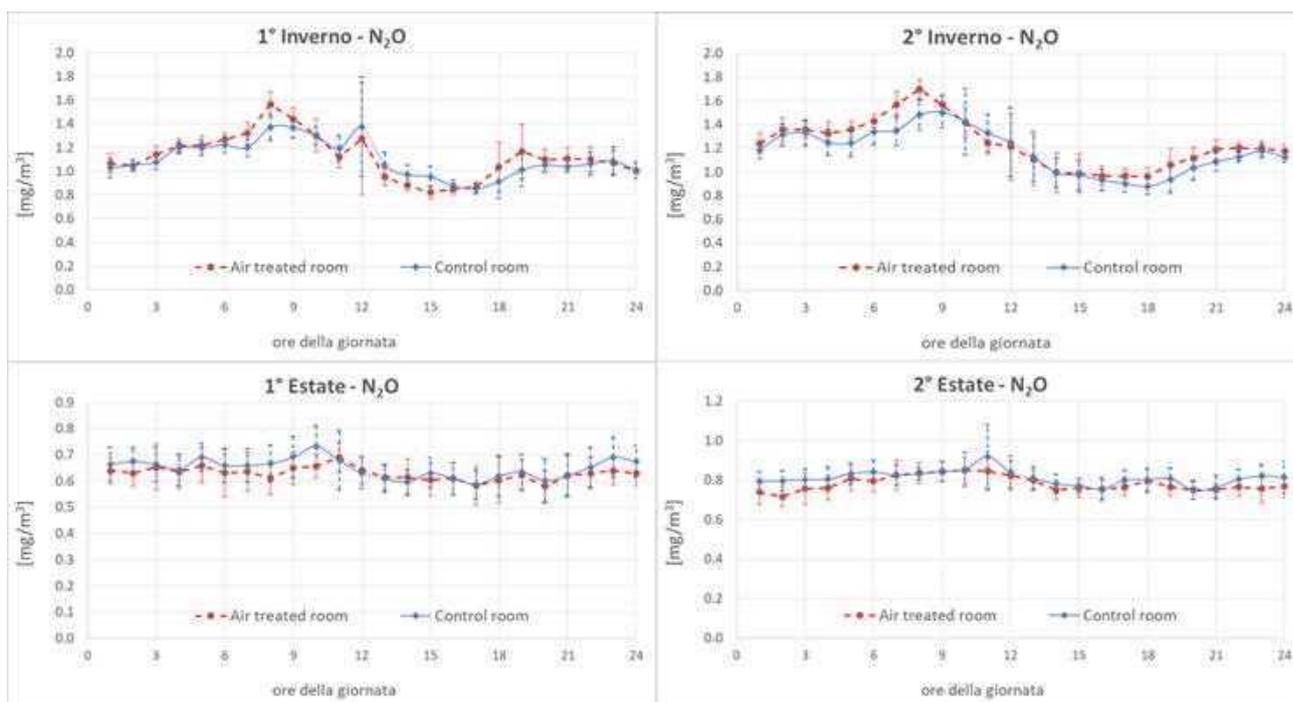


Figura 6.2.6 - Trend giornaliero della concentrazione di protossido d'azoto all'interno delle sale trattate e nelle sale controllo (valori calcolati come media delle concentrazioni rilevate alla stessa ora nei differenti giorni del periodo di monitoraggio di durata pari a 1 settimana).

Le analisi olfattometriche (condotte mediante olfattometria dinamica con T08 secondo la norma UNI EN 13725:04) sui campioni di aria prelevati dalla sala trattata sono risultate mediamente inferiori, ma non statisticamente significative a causa dell'elevata variabilità dei risultati delle singole analisi (Figura 6.2.7). L'ammoniaca, purtroppo, non è l'unica causa della molestia olfattiva dagli ambienti di stabulazione.

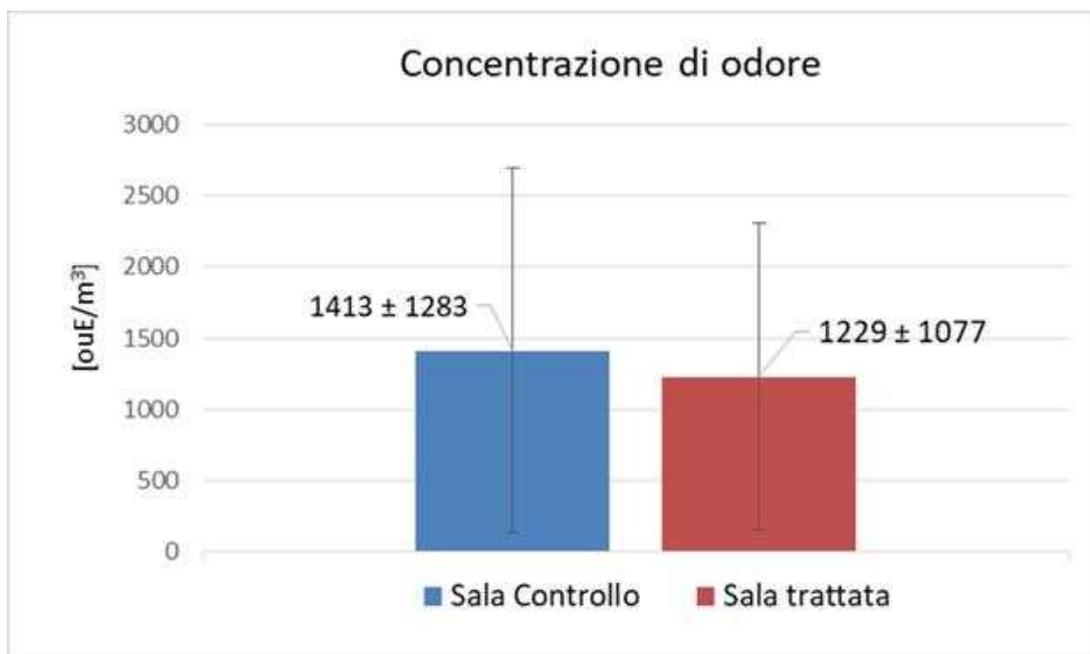


Figura 6.2.7 – Concentrazione di odore rilevata nel settore controllo e trattato (valori medi e Dev. St.).

La cattura dell'ammoniaca, determinata sia monitorando la riduzione della concentrazione di ammoniaca nel flusso d'aria tra IN ed OUT al trattamento moltiplicata per le portate d'aria che mediante la quantificazione dell'azoto recuperato come solfato d'ammonio, ha permesso di recuperare 14,5 kg di azoto per tonnellata di peso vivo per anno, che espresso in emissioni significa aver evitato emissioni ammoniacali in atmosfera pari a 17,6 kg NH₃/t p.v. per anno (1,94 kg NH₃/posto animale per anno). Questi valori sono inferiori ai quantitativi emersi dalla precedente attività prototipale in quanto si è passati da una condizione di ricerca sperimentale, in cui il funzionamento del prototipo veniva monitorato per brevi periodi e sotto stretto controllo dei ricercatori, ad una situazione di operatività in continuo senza supervisione e, soprattutto, sin dal momento dell'accasamento dei suinetti, un primo periodo in cui le emissioni sono inferiori e pertanto la quota di azoto recuperabile ridotta.

Oltre alla riduzione delle emissioni di ammoniaca è stato raggiunto un importante risultato, la produzione di una soluzione di solfato ammonico (Figura 6.2.8 e Tabella 6.2.1). Il buon tenore in azoto, di cui il 99% presente in forma minerale, ed il ridotto contenuto di carbonio organico la rendono in linea con quanto richiesto dal Regolamento UE 2019/1009 per la categoria fertilizzanti inorganici liquidi a base di macroelementi N (categoria PFC1(C)(I)(b)(i)). Il recupero di questa soluzione fertilizzante consente di sostituire una pari produzione di concimi azotati industriali e così evitare la quota di gas serra dovuta alla loro sintesi: si evitano 66 t CO₂eq/t p.v. per anno.



Figura 6.2.8 – Soluzione di solfato ammonico prodotta

Tabella 6.2.1 – Principali caratteristiche chimiche della soluzione di solfato d'ammonio, quantità prodotta e GHG evitati

		Valori medi	Valori migliori
pH	-	3.4	4.0
NTK – Azoto Totale Kjeldahl	kg/t	49	64
	% in peso	4.9%	6.4%
N - NH ₄ ⁺ – Azoto in forma ammoniacale	%NTK	99%	99%
TOC – Carbonio Organico Totale	% in peso	1.2	1.3
	C/N	0.3	0.2
Produzione di solfato d'ammonio	litri/anno per t p.v.	300	230
GHG evitati grazie alla non produzione di fertilizzanti N industriali (*)	t CO ₂ eq/anno per t p.v.		66

(*) JRC: Giuntoli J, Agostini A, Edwards R, Marelli L, Solid and gaseous bioenergy pathways: input values and GHG emissions. Calculated according to the methodology set in COM(2016) 767, EUR 27215 EN, doi:10.2790/27486, 2017)

6.3 - Effetto dell'innovazione sulla sostenibilità ambientale dell'allevamento

La sostenibilità ambientale dell'innovazione è stata analizzata applicando la metodologia *Life Cycle Assessment* (LCA) o analisi del ciclo di vita. Lo studio ha calcolato l'impatto ambientale della gestione convenzionale dell'allevamento suinicolo (Controllo) rispetto a quella innovativa (Gas Loop) che ha previsto l'applicazione del sistema di trattamento dell'aria con produzione di solfato ammonico rinnovabile. I confini del sistema dello studio includono nel controllo e nella tesi innovativa il mangime e l'elettricità utilizzati nell'allevamento, l'impatto per allevare i magroncelli in entrata nella fase d'ingrasso e le emissioni di CH_4 , N_2O e NH_3 delle rispettive due tesi. In aggiunta per la tesi innovativa sono stati considerati tutti gli impatti per la costruzione e il funzionamento del sistema di trattamento (elettricità, reagenti e materiali) e il vantaggio ambientale dovuto al solfato ammonico prodotto. Tutti gli input e output considerati nello studio per la tesi innovativa e la tesi del controllo sono riportati nei due grafici sottostanti (Figura 6.3.1 e 6.3.2).



Figura 6.3.1 – Input e output considerati nella gestione convenzionale dell'allevamento del suino pesante (Controllo)



Figura 6.3.2 – Input e output considerati nella gestione innovativa dell'allevamento del suino pesante (Gas Loop)

L'analisi LCA ha stimato l'impronta carbonica (Figura 6.3.3), il contributo al fenomeno di acidificazione (Figura 6.3.4) e alla formazione di particolato (Figura 6.3.5) derivanti dalla filiera di ingrasso del suino pesante.

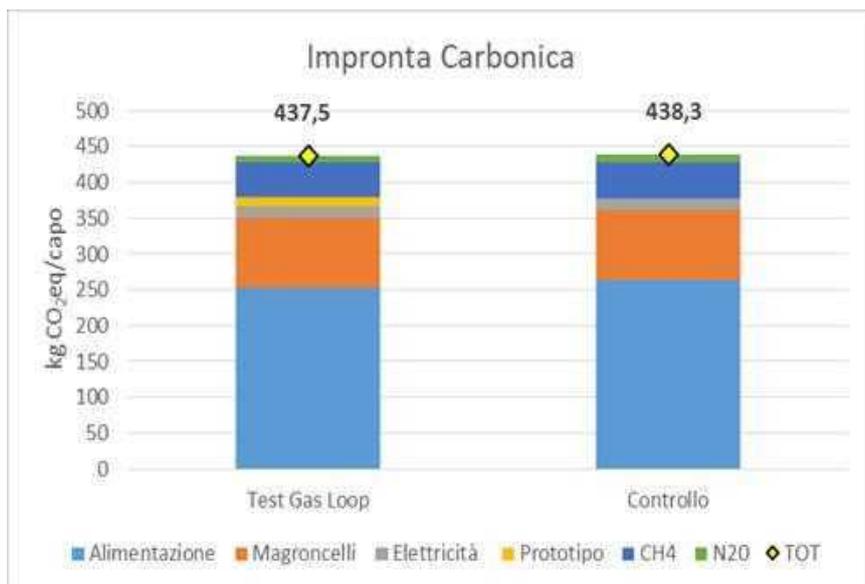


Figura 6.3.3 - Impronta Carbonica per capo prodotto applicando Gas Loop rispetto alla gestione convenzione. L'analisi LCA ha stimato tutte le emissioni di Gas Serra (CO₂, CH₄ e N₂O) espresse in kg CO₂ equivalente.

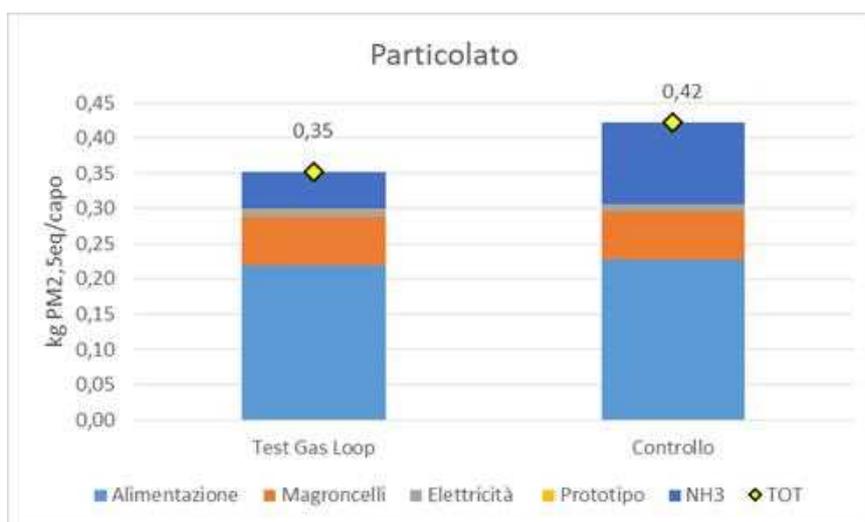


Figura 6.3.4 - Fenomeno di acidificazione per capo prodotto applicando Gas Loop rispetto alla gestione convenzione. L'analisi LCA ha considerato le emissioni di NH₃, NO_x e SO₂, esprimendo il risultato in kg SO₂ equivalente.

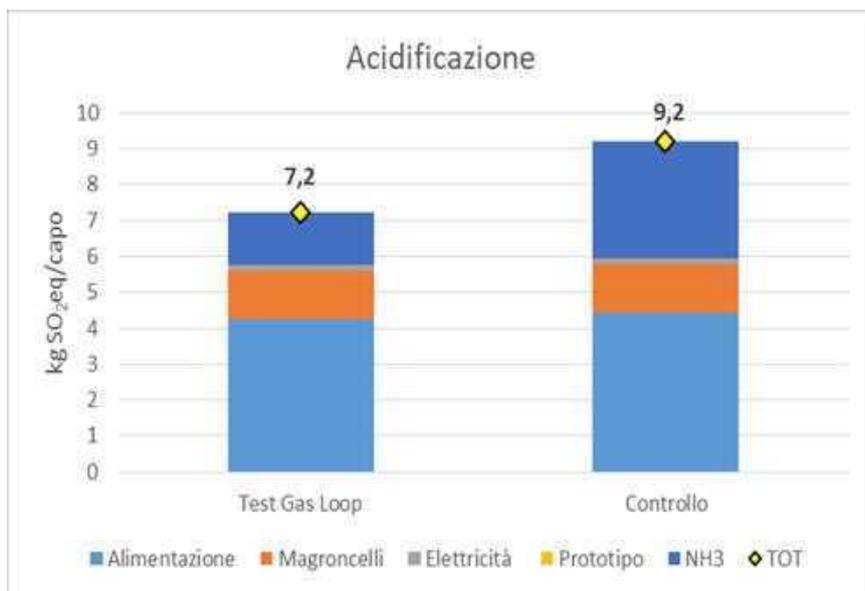


Figura 6.3.5 - Formazione di particolato per capo prodotto applicando Gas Loop rispetto alla gestione convenzione. L'analisi LCA ha considerato le emissioni di NH₃, NO_x, > PM_{2,5} e < PM_{2,5}, esprimendo il risultato in kg PM_{2,5} equivalente.

I risultati mostrano che l'impronta carbonica applicando l'innovazione è equivalente a quella del controllo, ovvero 437,5 kg CO₂ eq/capo per la tesi Gas Loop rispetto a 438,3 kg CO₂ eq/capo per il controllo. Il beneficio ambientale legato alla produzione del fertilizzante rinnovabile viene in parte compensato dalle emissioni legate al trattamento (costruzione e funzionamento).

La tesi Gas Loop risulta invece, limitando le emissioni di ammoniaca, efficace nel ridurre il fenomeno dell'acidificazione e quello della formazione di particolato rispetto al controllo, rispettivamente del 21% e 17%.

6.4 - Stato di salute degli animali, risultati zootecnici ed efficienza alimentare dell'azoto

Le attività del progetto sono state completate con la valutazione dei possibili effetti di una ridotta presenza di ammoniaca nei locali di allevamento sullo stato di salute e la produttività dei suini.

È stata valutata la produttività dei capi presenti nei due settori, uno con il trattamento dell'aria e l'altro no, per entrambi i cicli invernale ed estivo (tabella 6.4.1): non è stato possibile effettuare un confronto su base statistica, in quanto l'apparecchiatura di lavaggio dell'aria serviva l'intero settore e non era possibile dividere gli animali all'interno del settore trattato in gruppi zootecnici separati a livello di alimentazione (ripetizioni).

Tabella 6.4.1 – Performance di allevamento e di macellazione medie dei 2 gruppi di suini allevati nel progetto

		1° CICLO - INVERNALE		2° CICLO - ESTIVO	
		CON lavaggio aria	SENZA lavaggio aria	CON lavaggio aria	SENZA lavaggio aria
inizio prova		22/11/2021		30/05/2022	
animali inizio	n	96	96	80	80
peso medio iniziale	kg	66,6	50,87	45,75	53,38
fine prova		05/05/2022		02/11/2022	
durata ciclo	gg	164	177	156	156
animali fine ciclo	n	90	92	78	74
morti/scarti	n	6	4	2	6
peso medio finale	kg	189,67	176,3	172,69	179,19
IPG	g/gg	750,4	708,6	813,7	806,5
ICA	n	4,2	3,97	3,29	3,7
resa del mangime	%	23,75	25,13	30,36	27,03
resa macellazione	%	79,98	80,08	79,96	80,05
carnosità carcassa	%	51,56	52,48	52,89	52,29

In line generale possiamo osservare in Tabella 6.4.1 delle differenze tra le due tesi tra incremento medio di peso giornaliero (IPG) e indice di conversione dell'alimento (ICA) nel ciclo invernale, dove, per ragioni aziendali, gli animali hanno avuto una permanenza diversa in allevamento: ancorché i risultati sono a favore del gruppo con lavaggio dell'aria, non è possibile disgiungere l'eventuale effetto positivo del trattamento dalla variabile diversa durata del ciclo. Nel ciclo estivo, dove tutti gli animali hanno avuto la stessa permanenza in allevamento, le differenze negli IPG sono minime ma migliori per il settore con lavaggio dell'aria, anche se va notato che i soggetti del gruppo con trattamento dell'aria sono partiti a pesi inferiori e grazie ad un indice di conversione migliore ICA hanno avuto accrescimenti giornalieri lievemente superiori rispetto a quelli del settore di controllo senza lavaggio dell'aria.

Le rese al macello e la carnosità della carcassa sono stati analoghi tra tutti e quattro i gruppi osservati. Analogamente, per i quattro gruppi la distribuzione delle classi di carnosità della carcassa è stata sovrapponibile ed esclusiva delle tre classi centrali U, R ed O, come richiesto dai Disciplinari di produzione dei prosciutti a DOP (tabella 6.4.2).

Tabella 6.4.2 – Distribuzione percentuale delle carcasse secondo le classi della classificazione della griglia S-EUROP

Inverno CON lavaggio aria			Inverno SENZA lavaggio aria			Estate CON lavaggio aria			Estate SENZA lavaggio aria		
GRIGLIA SEUROP		Distrib. %	GRIGLIA SEUROP		Distrib. %	GRIGLIA SEUROP		Distrib. %	GRIGLIA SEUROP		Distrib. %
> 60%	S	0,00	> 60%	S	0,00	> 60%	S	0,00	> 60%	S	0,00
> 55% < 60%	E	1,11	> 55% < 60%	E	6,52	> 55% < 60%	E	5,13	> 55% < 60%	E	1,35
> 50% < 55%	U	77,78	> 50% < 55%	U	80,43	> 50% < 55%	U	89,74	> 50% < 55%	U	86,49
> 45% < 50%	R	21,11	> 45% < 50%	R	13,04	> 45% < 50%	R	5,13	> 45% < 50%	R	12,16
> 40% < 45%	O	0,00	> 40% < 45%	O	0,00	> 40% < 45%	O	0,00	> 40% < 45%	O	0,00
< 40%	P	0,00	< 40%	P	0,00	< 40%	P	0,00	< 40%	P	0,00

Sempre al macello è stata valutata l'incidenza di lesioni a carico dell'apparato respiratorio dei suini come indice dello stato di benessere riconducibile alla minore concentrazione di ammoniaca nell'aria. Il punteggio dell'incidenza delle lesioni polmonari e pleuriche è stato determinato dall'analisi dei polmoni in sede di macellazione seguendo il protocollo Scollo et al., 2017 - *Benchmarking of pluck lesion at slaughter as a health monitoring tool for pigs slaughtered at 170 kg (heavy pigs). Preventive Veterinary Medicine 144 (2017) 20–28*. Si tenga presente che sono considerate gravi le lesioni con punteggio superiore a 4. La freccia rossa in figura 6.4.1 indica il posizionamento degli animali valutati rispetto alla tabella degli score.

In generale lo stato di salute polmonare per tutti i suini monitorati (circa 70 per trattamento sia in inverno che in estate) è stato molto buono, anche in considerazione che si è operato in una azienda attenta allo stato di benessere degli animali e dotata di strutture molto buone.

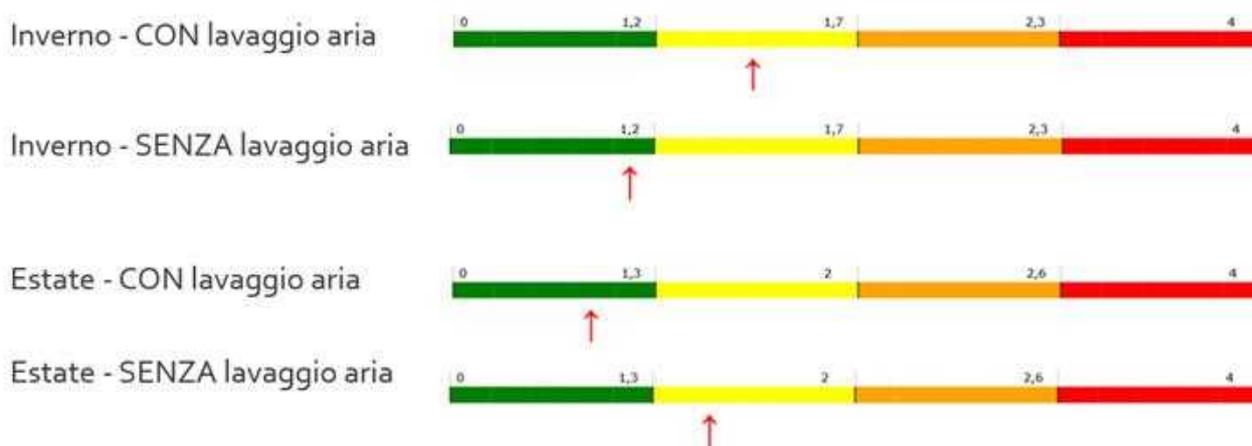


Figura 6.4.1 - Punteggio dell'incidenza delle lesioni polmonari

Infine, Attraverso il Bilancio dell'azoto (come da metodologia sviluppata dal GO BATtAIA (http://battaia.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=20627&tt=t_bt_app1_www) è stata determinata l'escrezione di azoto degli animali, fonte primaria di origine dell'ammoniaca e altri volatili azotati (tabella 6.4.1).

Tabella 6.4.1 – Bilancio dell'azoto degli animali allevati

Cicli		Estate	Estate	Inverno	Inverno
		SENZA lavaggio	CON lavaggio	SENZA lavaggio	CON lavaggio
Proteina alimenti (media)	%	14,18	14,18	14,22	14,22
Azoto in entrata - alimenti	kgN/capo	10,17	10,01	11,65	11,61
Azoto in entrata - animali	kgN/capo	1,39	1,19	1,32	1,73
Azoto in uscita - animali	kgN/capo	4,48	4,19	4,48	4,63
Azoto escreto	kgN/capo	7,42	7,12	8,77	8,90
resa dell'azoto	%	27,12	28,90	24,67	23,33

Nell'ambito dello stesso ciclo l'escrezione di azoto è stata la medesima in termini di kg per capo allevato relativamente alle due tesi. Questo è logico in quanto l'alimentazione fornita al settore col lavaggio dell'aria è stata identica in dosi e qualità a quella fornita al settore senza lavaggio dell'aria.

Tra i cicli estivo ed invernale, nonostante lo stesso apporto proteico delle diete, l'azoto escreto è stato diverso, in relazione ad una resa dell'azoto dietetico superiore nel ciclo estivo, dove i suini sono entrati a pesi inferiori ed anche macellati a pesi inferiori rispetto a quello invernale, ma in un minor tempo hanno raggiunto il peso di macellazione voluto. In sostanza il ciclo estivo ha avuto una maggiore efficienza di utilizzo dell'azoto fornito con la dieta. Nel ciclo estivo l'azoto escreto è risultato pertanto significativamente inferiore rispetto all'azoto escreto del ciclo invernale.

6.5 - Sostenibilità economica: il caso studio Colombaro

Oltre al beneficio ambientale è stata valutata la sostenibilità economica dell'innovazione, sia in termini di **incidenza sul valore del kg carne prodotto** che calcolando i costi da sostenere nel caso di un'installazione completa o nel caso della sola predisposizione dell'edificio atta a ospitare in un secondo momento il sistema di trattamento.

Il sistema di trattamento comporta un costo di gestione (al 2023) tra 0,15 e 0,17 euro per kg di peso vivo venduto che rapportato alla quotazione di 2,27 €/kg, per i suini pesanti del circuito tutelato per la filiera DOP (CUN suini, dicembre 2023), significa un'incidenza del 7,3%. Le voci di costo considerate sono riportate in *figura 6.5.1*. Oltre alle voci di costo passive sono state considerate anche quelle voci positive generate dal sistema di trattamento Gas Loop e nello specifico: maggiore produttività legata al benessere animale, vendita della soluzione di solfato ammonico prodotta e copertura di parte dei costi di ventilazione. Le spese ed i profitti sono stati calcolati sull'annualità.

In Figura 6.5.2 si riportano alcuni esempi di quanto il costo del trattamento può incidere sul valore di vendita in relazione a quotazioni di mercato basse del suino (16%), media degli ultimi 5 anni (10,6%) oppure attuali (7,3%).

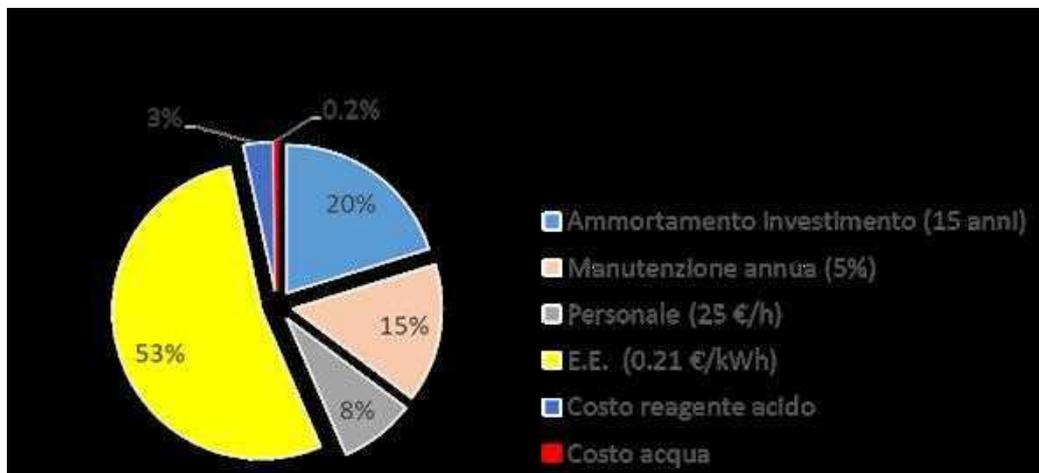


Figura 6.5.1 – Voci di costo e loro incidenza percentuale sul costo di gestione annuo



Figura 6.5.2 – Incidenza dei costi sul valore del kg carne prodotto in relazione all'andamento delle quotazioni del suino da macello per il circuito DOP.

In collaborazione con l'allevamento suinicolo Colombaro (partner del Gruppo Operativo) è stato **elaborato un caso studio calato sulla realtà di uno dei suoi 6 capannoni** che ospitano l'ingrasso, unico capannone dell'allevamento ancora da ristrutturare.

Di conseguenza l'allevamento si è prestato come realtà concreta su cui effettuare le relative valutazioni economiche ipotizzando due scenari:

3. un primo scenario completo in cui si ipotizza di installare la tecnologia di trattamento;
4. un secondo scenario in cui si effettua la sola predisposizione del nuovo capannone, nell'eventualità di installare in futuro il sistema di trattamento.

L'ipotesi di lavoro è stata quella di demolire l'attuale porcilaia e ricostruirne una nuova delle stesse dimensioni esterne. La porcilaia nuova ha una capienza massima di 1.440 capi in fase di ingrasso (170 kg) ed in linea con quella attuale.

Di seguito le considerazioni alla base della progettazione della porcilaia ed al computo dei costi:

- Il capannone attuale ha dimensioni esterne di 114,96 x 18,6 m.
- Il capannone nuovo avrà le stesse dimensioni in pianta e sarà suddiviso in 2 grandi sale.
- Il singolo box ha lunghezza netta di 8,6 m e permette di ospitare 20 suini (0,43 m²/capo di fronte truogolo).
- Si fissa un lato corto del box di 3 m, compreso truogolo, pari a 2,7 m utili (truogolo largo 0,3 m), quindi la SUA totale è pari a 23,22 m², per una SUA unitaria di 1,16 m²/capo.
- Una sala ha superficie interna di 54,85x18,1 = 992,78 m²; due sale uguali e fra le due un locale di servizio e sicurezza sanitaria con superficie interna di 4,26x18,1 = 77,11 m².
- La superficie coperta totale è di 114,46x18,1 = 2.071,72 m².
- Nel complesso la porcilaia prevede 18x2x2 = 72 box; 72x20 = 1.440 capi.
- Le fosse sotto fessurato hanno larghezza netta di 2,23 m e sono lunghe quanto la sala;
- si prevede vacuum system con valvola terminale a palla.



Figura 6.5.3 – Porcilaia oggetto del caso studio

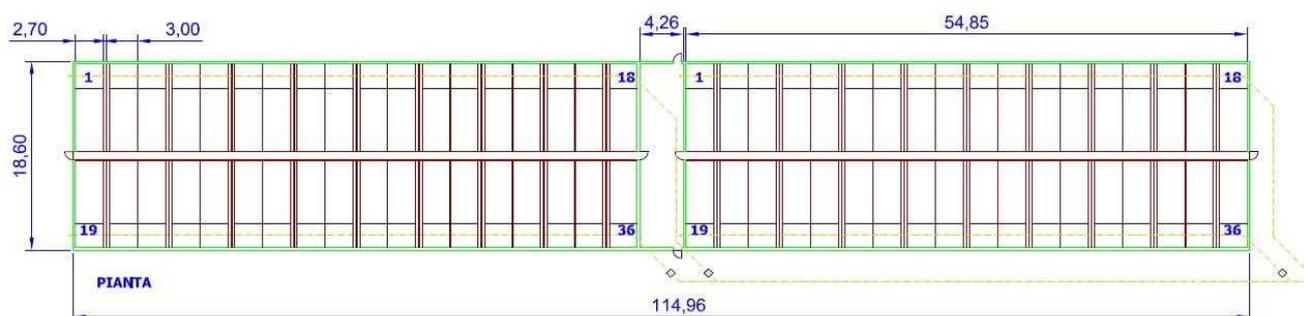


Figura 6.5.4 – Planimetria e Layout della nuova porcilaia progettata



Figura 6.5.4 – Sezione trasversale della nuova porcilaia progettata

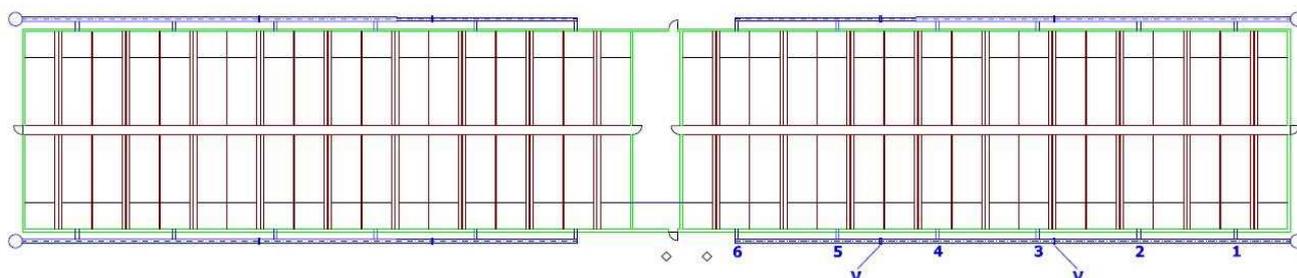


Figura 6.5.5 – Condotti di aspirazione e posizionamento dei 4 sistemi di trattamento dell'aria

Si assume un tipologia S16 di porcilaia a pavimento parzialmente fessurato, per considerare le probabili restrizioni delle future norme europee sul benessere animale.

Stima a superficie: il costo della S16 è di 694 €/m² di superficie coperta interna; Si riduce tale costo del 10% per considerare le economie di scala e il minor costo per le fosse liquami e si applica solo alle due sale d'allevamento:

$$2 \times 992,78 \times (694 - 69) = 1.240.975 \text{€}$$

La sala centrale di servizio si stima considerando un costo unitario di:

$$\begin{aligned} \text{opere edili} &= 539 - 10\% = 485 \text{ €/m}^2 \\ \text{impianti e attrezzature} &= 155 - 50\% = 78 \text{ €/m}^2 \\ \text{totale} &= 563 \text{ €/m}^2 \\ 77,11 \text{ m}^2 \times 563 \text{ €/m}^2 &= 43.400 \text{ €} \end{aligned}$$

Il costo totale della porcilaia è stimato in 1.284.400€.

Le opere aggiuntive necessarie per predisporre la porcilaia al sistema Gas Loop sono essenzialmente di tipo edile:

- installazione dei condotti di aspirazione in tubazioni di PVC con pezzi speciali, con tronchetti di aspirazione che si inseriscono nella parete esterna della fossa, appena sotto al pavimento fessurato. Innesti a T sulla condotta principale, un restringimento di sezione sulla linea e 2valvola a saracinesca per regolazione flussi. 4 macchine ai 4 angoli del fabbricato;
- predisposizione di un foro per sala in corrispondenza delle testate, sopra alla porta di ingresso, per poter installare in futuro un fan-jet.

Tutte le altre opere possono essere realizzate in un secondo tempo, perché sono esterne e non comportano demolizioni e/o rimozioni impegnative.

Successivamente si è proceduto al dimensionamento del sistema di trattamento dell'aria in considerazione dei dati emersi dal progetto Gas Loop ed in particolare un'aspirazione pari a $14 \text{ m}^3/\text{h}$ di aria da trattare per capo. In una sala della nuova porcilaia vengono ospitati 720 capi, quindi 360 capi su ogni lato (4 sezioni in totale per una capienza totale pari a 1440 uini); il PV medio è $115 \text{ kg}/\text{capo}$, quindi su ogni lato di una sala abbiamo un PV tot di 41,4 t. Facendo la proporzione avremmo una portata di circa $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$. Sulla lunghezza della sala si considera una distanza di 9,1m fra due prese d'aspirazione dell'aria, quindi 6 prese d'aria per lato per sala. Per ciascuna abbiamo $5.000/6 = 840 \text{ m}^3/\text{h}$.

Il dimensionamento di massima delle condotte è stato effettuato con programma Excel "Aeraulica" ed i principali parametri costruttivi alla base del computo sono i seguenti:

- Condotta principale diam 400 mm fino alla 4° presa d'aria, poi diam 315 mm;
- tronchetti di aspirazione di 315 mm per le prime 4 prese e poi 250 mm;
- Innesto a T del tronchetto sulla condotta principale;
- Riduzioni di sezione e 2 valvole a saracinesca sulla linea, una sul tubo 400 e l'altra sul tubo 315.

Stima del costo di costruzione delle opere di predisposizione del sistema di aspirazione: il computo metrico estimativo restituisce un costo di circa 7.000 € per la singola sezione, costituita da metà di un sala (cioè una singola fossa liquami). Quindi, il costo totale stimato ammonta a 28.000€ (per le 4 sezioni).

Le opere aggiuntive di predisposizione hanno quindi un costo pari al 2,1% del costo della porcilaia sopra stimato.

Il costo totale dell'impianto di trattamento è stato stimato in riferimento al preventivo prodotto da Project Plast (stessa ditta realizzatrice ed implementatrice del prototipo) ed in sintesi se riferito al m^3 d'aria trattato pari a $10,34 \text{ €/m}^2$. Applicando tale costo al singolo impianto da 5.040 m^3 si ottiene un costo di circa 52.000 €, che moltiplicato per le 4 sezioni restituisce un costo totale stimato di 208.000€, di cui il 13,5% (28.000 €) imputabile alle opere di predisposizione.

La stima parametrica del costo della porcilaia porta al totale di 1.284.400 €, al quale vanno aggiunte le opere necessarie per predisporre la porcilaia al sistema Gas Loop a 4 macchine (installazione condotti di aspirazione, tronchetti di aspirazione, valvole a saracinesca ecc.), per un importo stimato di 28.000 €, mentre le altre opere (macchine di trattamento comprese) potranno essere realizzate in un secondo tempo, perché sono esterne e non comportano demolizioni e/o rimozioni impegnative. Il costo invece totale dell'impianto di trattamento è stato stimato in 208.000 €, di cui il 13,5% imputabile alle opere di predisposizione prima citate. Le sole opere di predisposizione del nuovo edificio hanno un costo pari al 2,2% del costo base della porcilaia, mentre se si installasse anche il sistema completo l'incidenza sarebbe del 16,2% sul costo della porcilaia.

Conclusioni e benefici per il sistema produttivo suinicolo

I risultati conseguiti da Gas Loop hanno portato a maturazione e dimostrato i benefici del sistema di trattamento dell'aria delle porcilaie con cattura e recupero dell'ammoniaca. Tra le 4 modalità operative testate in precedenza, Gas Loop ha deciso di sviluppare e portare a maturità quella che era risultata essere la più promettente e nello specifico il trattamento dell'aria aspirata dal sotto-fessurato attraverso fori praticati nella parete laterale dell'edificio a livello inferiore rispetto al piano di calpestio. In questo modo le emissioni di ammoniaca sviluppate dai liquami presenti nel sottofessurato vengono catturate e ne viene impedita la diffusione nell'ambiente sovrastante che ospita gli animali. Il trattamento si basa sull'assorbimento chimico dell'ammoniaca mediante lavaggio in controcorrente con reagente acido in una torre con corpi di riempimento. L'acido solforico (H_2SO_4) reagendo con l'ammoniaca (NH_3) forma una sospensione stabile di solfato d'ammonio ($(NH_4)_2SO_4$) che si accumula in un serbatoio alla base della torre di lavaggio. Il sistema di trattamento è stato implementato con sensori e logiche per un funzionamento in continuo (24 ore su 24, 7 giorni su 7).

L'azoto recuperato può essere valorizzato come fertilizzante azotato minerale nella stessa azienda agricola oppure ceduto a terzi per la commercializzazione (Nutrient Recovery and Reuse), evitando in questo modo i gas serra (66 tCO₂eq/t p.v. per anno) dovuti alla produzione di pari quantità di concime azotato. La tesi Gas Loop risulta, limitando le emissioni di ammoniaca, efficace nel ridurre il fenomeno di acidificazione e la formazione di particolato rispetto al controllo, rispettivamente del 21% e 17%.

L'aspirazione e il trattamento dell'aria da sotto fessurato permette di raggiungere importanti livelli di riduzione delle emissioni con ridotte portate di trattamento (14 m³/h per capo). Il trattamento ha migliorato la qualità dell'aria interna, riducendo la concentrazione media di ammoniaca nella stanza trattata del 62% e le emissioni verso l'esterno del 54%.

In un allevamento suinicolo dal peso vivo mediamente presente pari a 1.150 t (circa 10.500 posti ingrasso) risulterebbero recuperabili 16,8 t N/anno, con una conseguente riduzione delle emissioni pari a 20,3 t NH₃/anno (1,94 kg NH₃/posto animale per anno).

Nel ciclo dove i suini sono entrati a pesi inferiori, anche macellati a pesi inferiori e caratterizzato da un minor tempo per raggiungere il peso di macellazione voluto, si è ottenuta una resa dell'azoto dietetico superiore con una maggiore efficienza di utilizzo dell'azoto fornito con la dieta e minor azoto escreto.

Il sistema di trattamento comporta un costo di gestione (al 2023) tra 0,15 e 0,17 euro per kg di peso vivo venduto che rapportato alla quotazione di 2,27 €/kg, per i suini pesanti del circuito tutelato per la filiera DOP (CUN suini, dicembre 2023), significa un'incidenza del 7,3%. Oltre alle voci di costo passive quali energia elettrica, personale, reagenti, manutenzione ed ammortamento, sono state considerate anche quelle voci positive generate dal sistema Gas Loop e nello specifico: maggiore produttività legata al benessere animale, vendita della soluzione di solfato ammonico prodotta e copertura di parte dei costi di ventilazione. Tuttavia, considerando il costo modesto delle opere aggiuntive di predisposizione sul costo totale di costruzione/ristrutturazione di una nuova porcilaia (2,2% rispetto al 16,2% dell'installazione completa), è consigliabile prevedere queste opere, perché permetteranno in un secondo momento di implementare facilmente l'impianto di trattamento dell'aria. L'intervento, al contrario, su porcilaie esistenti risulterebbe più complesso e costoso.

Firma del Direttore munito di Procura

Dott. Paolo Mantovi

Firma autografa () Firma digitale (**)*¹

¹ (*) In caso di firma autografa allegare copia di un documento di identità in corso di validità
(**) Ai sensi dell'art. 24 del D.Lgs. 82/2005