

Impronta ambientale dell'agricoltura e della zootecnia

Impatti, quadro normativo, capacità di controllo, soluzioni tecniche e tecnologiche e prospettive di sviluppo

Enrico Brizio

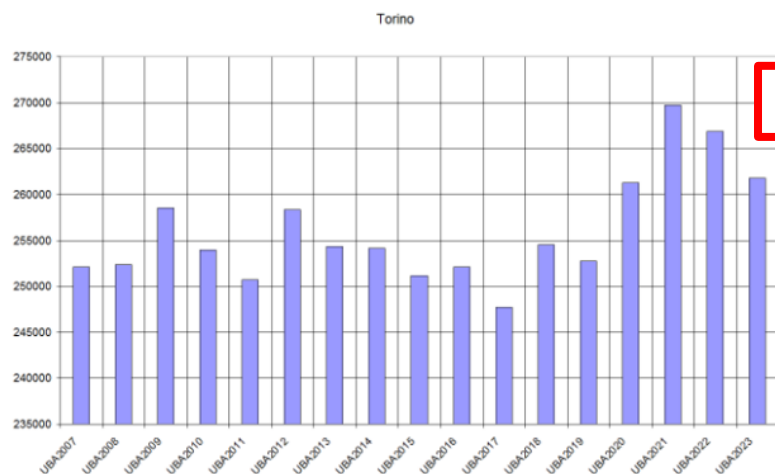
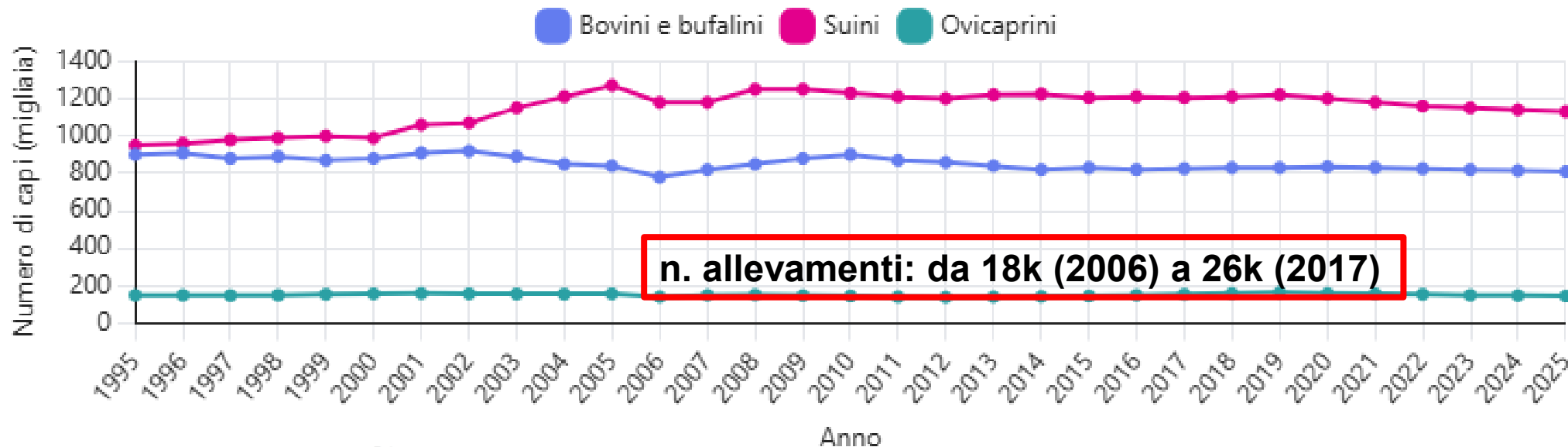
Dipartimento Territoriale Piemonte Sud Ovest – Arpa Piemonte

Cuneo, 6 luglio 2026



NUMERO DI CAPI ALLEVATI IN PIEMONTE

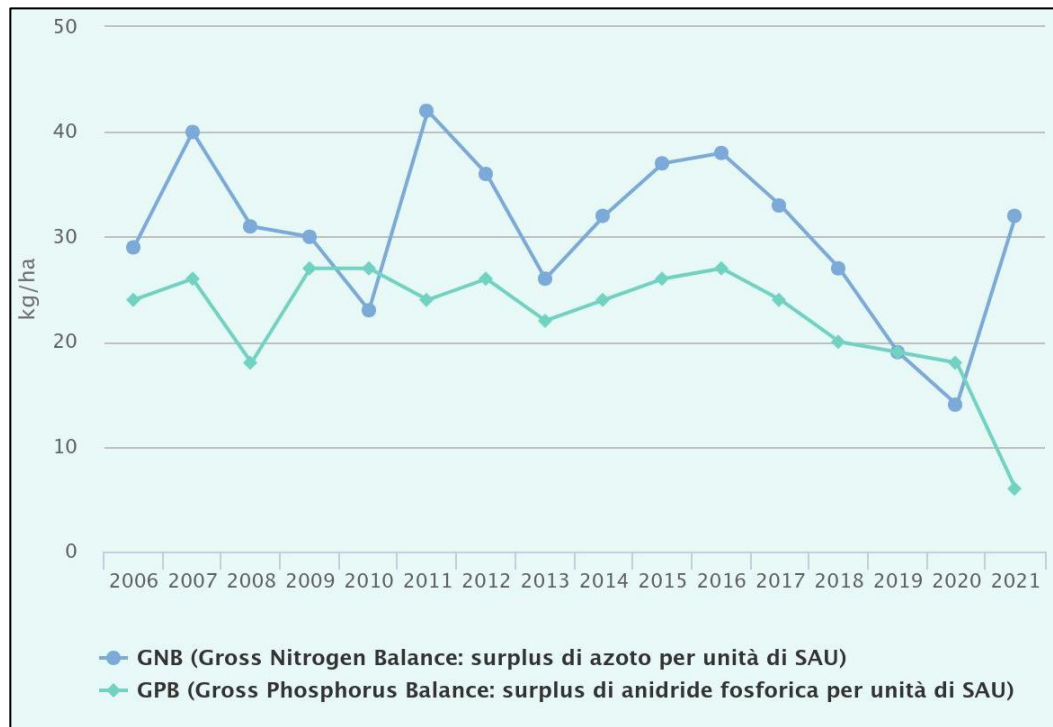
Patrimonio zootecnico piemontese (1995–2025)



CN rappresenta il 59% delle UBA del Piemonte



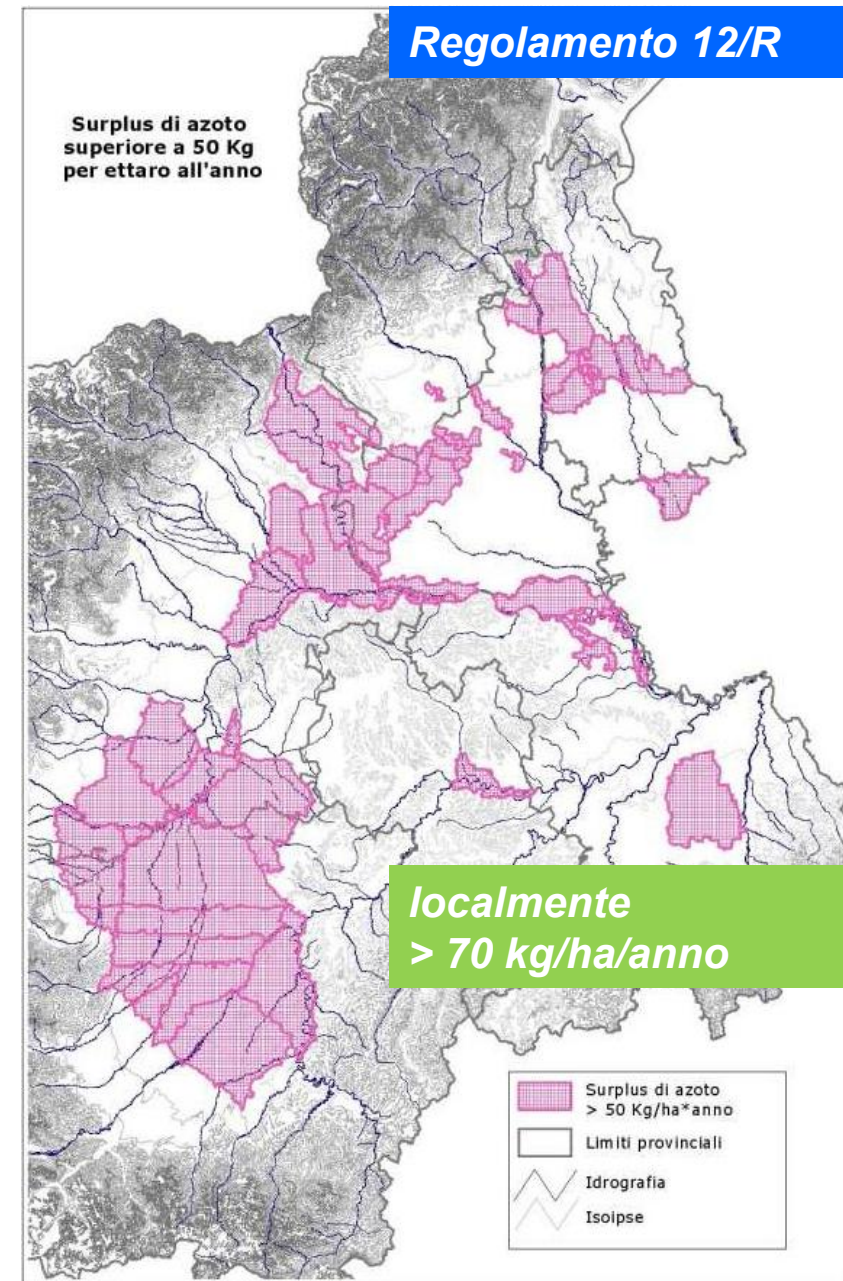
BILANCIO DELL'AZOTO IN PIEMONTE (1)



Andamento di GNB Gross Nitrogen Balance e GPB Gross Phosphorus Balance
negli anni 2006-2021

Risultato medio regionale

Fonte: RSA 2023 Arpa Piemonte - ISTAT Elaborazione: Ipla



BILANCIO DELL'AZOTO IN PIEMONTE (2)

Anno	forma chimica	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Azoto quintali	Nitrico commercializzato	75.270	68.610	60.880	60.860	59.470	49.670	63.200
	Ammoniacale commercializzato	134.310	114.260	123.490	119.310	108.730	95.190	120.250
	Ammidico commercializzato	373.150	337.470	355.900	333.110	290.520	266.740	347.950
	Organico commercializzato	29.810	32.460	17.160	33.180	32.590	38.890	32.610
	Totale commercializzato	612.530	552.800	557.430	546.460	491.310	450.490	564.010
	Di origine zootecnica	486.645	481.370	484.460	460.120	465.500	464.080	473.730
	Totale	1.099.175	1.035.660	1.041.987	1.007.957	956.810	914.570	1.037.740



**Bilancio dell'azoto stimato a partire
dal riparto della SAU –
periodo 2014 – 2020
Risultato medio regionale
Fonte: RSA 2023 Arpa Piemonte**

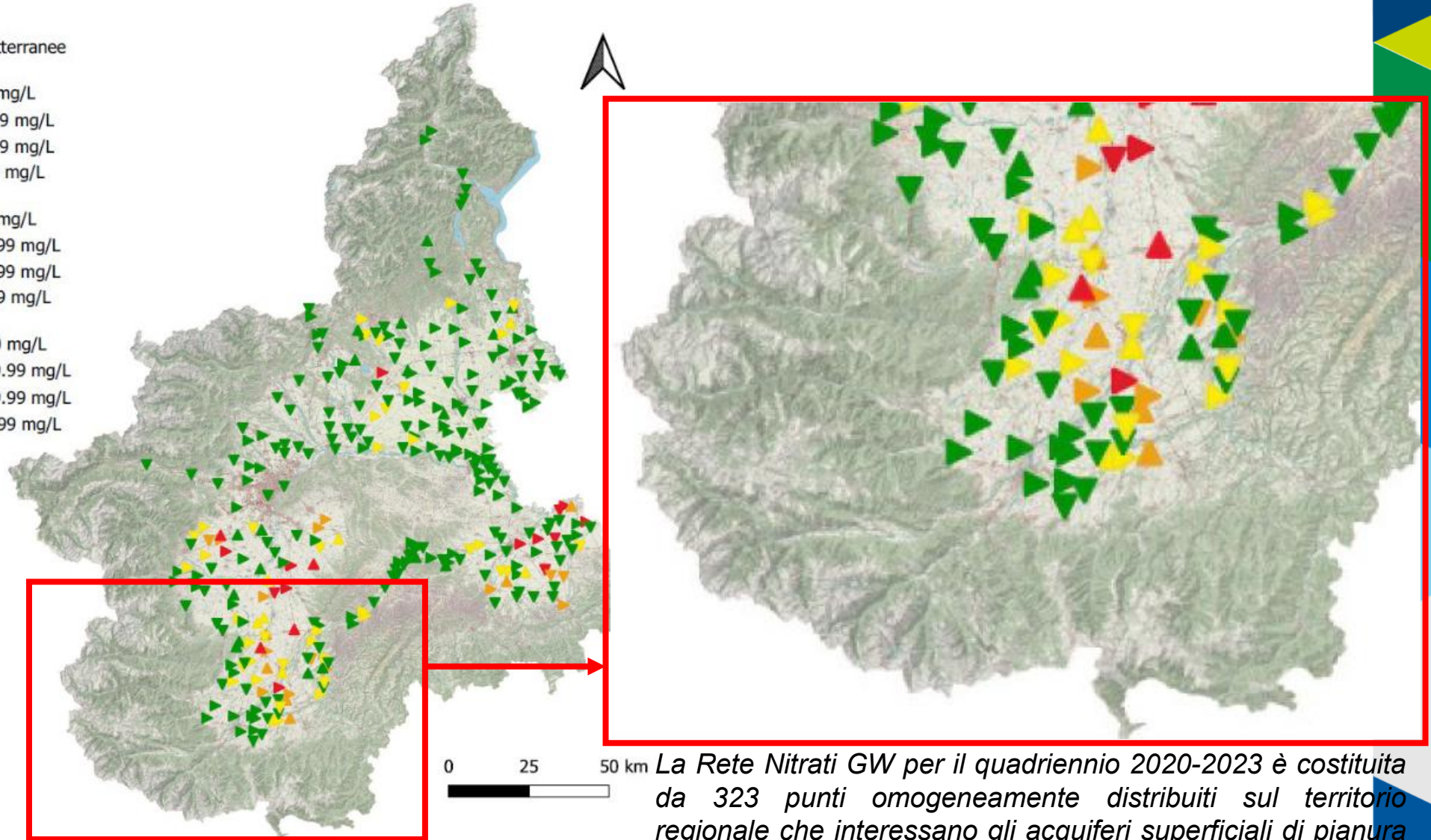
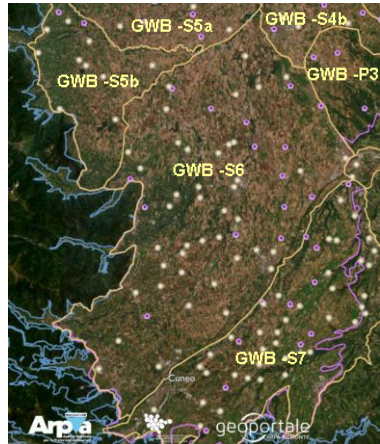
**45.049 t di N da fertilizzanti
commerciali (dato 2019)**

**46.408 t di N da Reflui zootecnici
(dato 2019)**

INQUINAMENTO DA NITRATI DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Punti di monitoraggio della Rete Nitrati - Acque Sotterranee

- ▲ Trend positivo - valore atteso al 2027 ≥ 50 mg/L
- ▲ Trend positivo - valore atteso al 2027 40-49.99 mg/L
- ▲ Trend positivo - valore atteso al 2027 25-39.99 mg/L
- ▲ Trend positivo - valore atteso al 2027 0-24.99 mg/L
- ▼ Trend negativo - valore atteso al 2027 ≥ 50 mg/L
- ▼ Trend negativo - valore atteso al 2027 40-49.99 mg/L
- ▼ Trend negativo - valore atteso al 2027 25-39.99 mg/L
- ▼ Trend negativo - valore atteso al 2027 0-24.99 mg/L
- ▶ Trend stabile (non significativo) - Media ≥ 50 mg/L
- ▶ Trend stabile (non significativo) - Media 40-49.99 mg/L
- ▶ Trend stabile (non significativo) - Media 25-39.99 mg/L
- ▶ Trend stabile (non significativo) - Media 0-24.99 mg/L

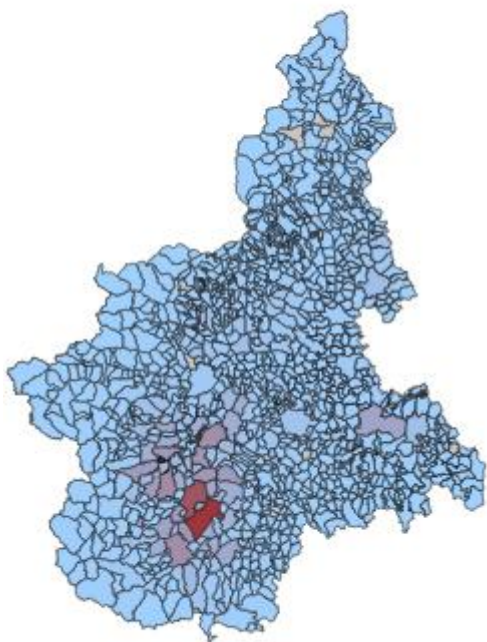


La Rete Nitrati GW per il quadriennio 2020-2023 è costituita da 323 punti omogeneamente distribuiti sul territorio regionale che interessano gli acquiferi superficiali di pianura e di fondovalle:

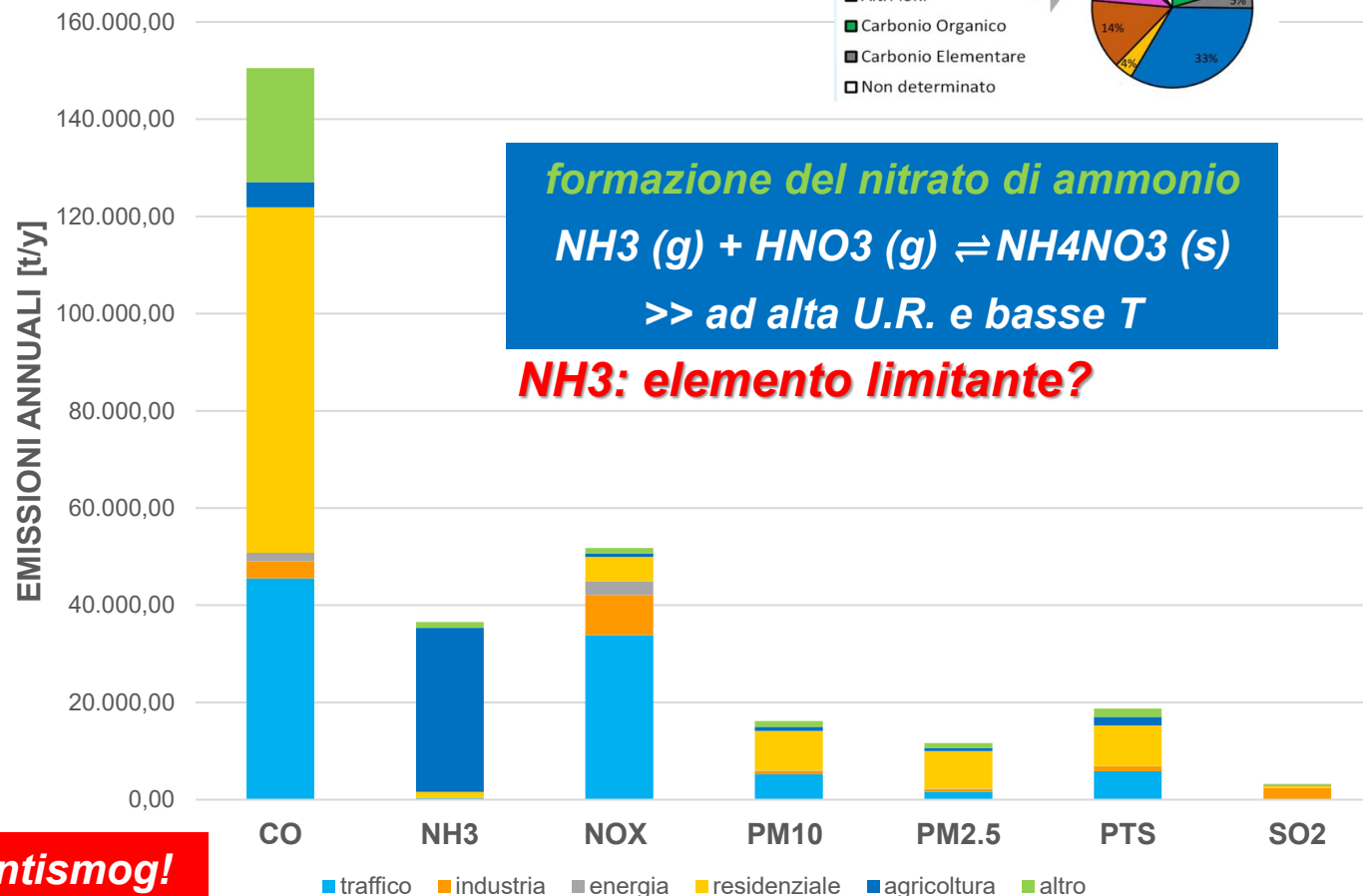
- 166 localizzati in ZVN;
- 157 localizzati fuori dalla ZVN;

INQUINAMENTO IN ATMOSFERA (Ammoniaca e PM10)

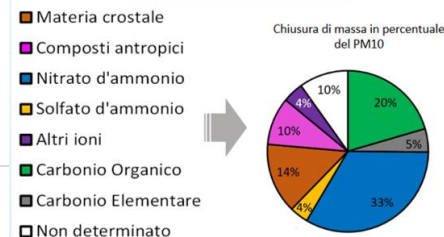
Emissioni Regione Piemonte - NH3 (t/a) - Anno 2019



IREA 2019



Componenti del PM10



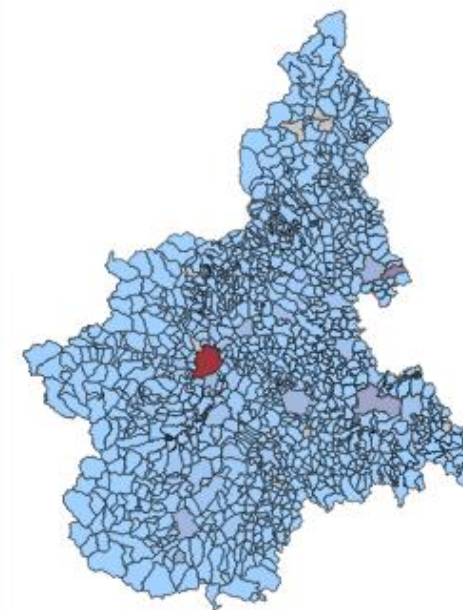
formazione del nitrato di ammonio



>> ad alta U.R. e basse T

NH3: elemento limitante?

Emissioni Regione Piemonte - NOX (t/a) - Anno 2019



Memento: Semaforo antismog!

Elaborazione a partire da dati IREA 2019

<https://www.servizi.piemonte.it/osservatori/cruscotto-conoscenze-ambientali/emissioni-atmosfera-01.shtml>

il 30,4% dell'azoto zootecnico che viene portato al campo se ne va in aria sotto forma di ammoniaca

COME RIDURRE IL PM10, SOPRATTUTTO QUELLO SECONDARIO?

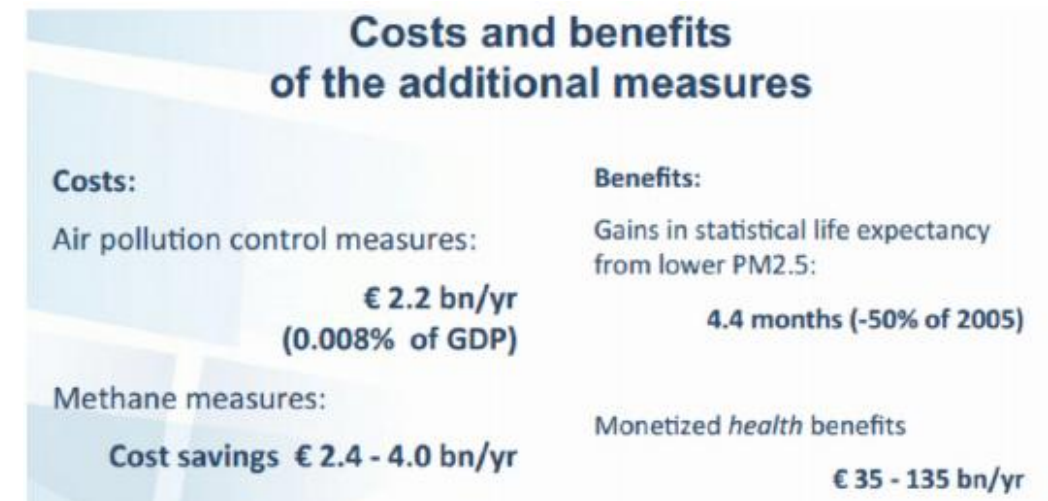
A livello europeo, il PM secondario inorganico può essere efficacemente ridotto solo attraverso una riduzione delle emissioni di ammoniaca dal comparto agro-zootecnico(*):

- il potenziale teorico di riduzione di NOx ed SOx è del 20-30%, per l'ammoniaca del 70-80% (***)
- il costo esterno di una tonnellata di ammoniaca emessa in atmosfera in Italia è pari a 17.000 € (**);
- l'inquinamento da composti azotati genera un costo di 70-350 miliardi di €/anno in Europa, la metà attribuibile al comparto agro-zootecnico (NH3 in atm e perdite nelle H2O sotterranee) (***)
- l'azoto disperso in ambiente vale 20 miliardi di € all'anno, a livello europeo L'utilizzo efficace dell'azoto contenuto nei reflui zootecnici può essere visto come una forma di economia circolare (**).

(*) Erisman, J., Schaap, M., 2004. The need for ammonia abatement with respect to secondary PM reductions in Europe

(**) EC, Clean Air for Europe (CAFE) programme, 2005

(***) EEA, Secondary inorganic aerosols from agriculture in Europe, 2016



LE NORME DI RIFERIMENTO

Regolamento Regionale del 29.10.2007, n. 10R

- Disciplina generale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici e delle acque reflue e programma di azione per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola.

D.Lgs. 152/2006 x AIA (BAT) + AVG

Il regolamento, emanato in conseguenza di quanto disposto dal comma 2, art. 112, Parte Terza del D.lgs. 03.04.2006, n. 152 e s.m.i., si colloca tra le misure di protezione e risanamento delle acque superficiali e sotterranee previste dalla cosiddetta Direttiva Nitrati, relativa alla protezione delle acque dell'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Piano stralcio agricoltura, in attuazione della misura AG.04 "Riduzione delle emissioni di ammoniaca in atmosfera dal comparto agricolo" dell'allegato A (Misure di piano) al Piano regionale di qualità dell'aria, approvato con deliberazione del Consiglio regionale 25 marzo 2019, n. 364-6854.

Il Piano Stralcio Agricoltura è volto a ridurre le perdite di ammoniaca, uno dei principali precursori di polveri sottili e gas, e più in generale a migliorare l'impiego dei fertilizzanti organici.

L'azoto come fulcro: risorsa (fertilizzante) e allo stesso tempo potenziale fonte di inquinamento di acqua ed aria.

**Complessivamente
circa 7000 t/anno di
 NH_3 non emessa**

LE NORME DI RIFERIMENTO

**Regolamento Regionale
del 29.10.2007, n. 10R**

Dosi limite di azoto

Divieti di spandimento

Distanze minime

periodi di divieto autunno-invernali

Trattamento: separazione solido-liquido, digestione anaerobica, ecc.

Tecniche di distribuzione

Stoccaggio: caratteristiche
strutturali e dimensionali dei
contenitori e loro localizzazione

Registri delle fertilizzazioni

Comunicazioni obbligatorie e PUA

L'utilizzazione è soggetta e regolamentata da una Comunicazione presentata per via telematica. Il sistema informatico verifica la congruenza della situazione aziendale con i vincoli normativi vigenti.

Orientamento prioritario dei controlli sui soggetti non in regola

Banca dati telematica favorisce efficienza ed efficacia dei controlli

Disponibilità di dati per pianificazione regionale

LE NORME DI RIFERIMENTO

Piano stralcio agricoltura

criteri e vincoli in funzione della
classe dimensionale delle imprese
(**> 1000 kg/anno di azoto escreto**),
modulandoli su più orizzonti
temporali (copertura stoccaggi,
incorporazione entro 12 e 4 ore,
spandimento rasoterra o iniezione)

da 27.12.2023: vincoli gestionali
immediatamente applicabili da parte delle
aziende relativi allo stoccaggio degli effluenti
e all'utilizzazione in campo

dal 01.01.2026: ulteriori vincoli strutturali
legati alle fasi di stoccaggio e gestionali
legati alle fasi di utilizzazione; prorogato al
31.12.2026

**Vietato l'utilizzo
del piatto deviatore**



LA CABINA DI REGIA DEL SISTEMA DI CONTROLLO

La Regione Piemonte, attraverso il Tavolo Controlli del Comitato tecnico Nitrati di cui fanno parte la Regione Piemonte, le Province piemontesi, la Città metropolitana di Torino, l'organismo pagatore regionale ARPEA e ARPA Piemonte, ha definito:

le linee guida per l'esecuzione tecnica dei controlli, sia in campo che in azienda, volti a verificare il rispetto dei criteri e dei vincoli disposti dal Regolamento regionale del 29.10.2007, n. 10/R (D.D. 23.12.2025, n. 1280)

controllo documentale
controlli in azienda
controlli in campo.

le linee guida per l'esecuzione dei controlli volti a verificare il rispetto dei disposti del PSA (D.D. del 14.08.2024, n. 653).

sinergia tra i controlli svolti per la verifica dei disposti del Regolamento Regionale del 29.10.2007 e quelli del Piano Stralcio Agricoltura

riduzione di costi amministrativi e di risorse umane

razionalizzazione ed aumento dell'efficienza delle attività svolte sul territorio regionale

criteri di controllo omogenei su tutto il territorio regionale, anche a favore dei soggetti controllati

**Coordinamento con
ASLCN1!**

LA DISCIPLINA SANZIONATORIA

Piano Stralcio Agricoltura

Sanzione amministrativa da 1.000 a 10.000 € per
soggetti non AIA a da 1.500 a 15.000 € per soggetti AIA

Regolamento Regionale
del 29.10.2007, n. 10R

Sanzione amministrativa da 600
a 6.000 € con riduzione a un
quinto in casi di particolare
tenuità

Applicabile temperamento delle
sanzioni: se il trasgressore ottempera a
prescrizioni impartite dall'accertatore,
sanzione non irrogata.

Sanzione penale
contravvenzionale: ammenda da
euro millecinquecento a euro
diecimila o arresto fino ad un
anno

Applicabile procedura estinzione
contravvenzione: se il trasgressore
ottempera a prescrizioni impartite
dall'accertatore, sanzione
amministrativa da 2.500 € ed estinzione
del reato

La corretta gestione degli effluenti di allevamento secondo i disposti di cui al Regolamento Regionale del 29.10.2007, n. 10R, rientra tra i criteri di condizionalità rafforzata, Criteri di Gestione Obbligatorie (CGO). Ai soggetti che non rispettano gli obblighi di condizionalità e/o i requisiti minimi pertinenti è applicato un meccanismo sanzionatorio di riduzione proporzionale (1, 3 o 5%) dei pagamenti unionali previsti dal Piano Strategico PAC.

La digestione anaerobica: aspetti critici

Il digestato presenta anche vantaggi poiché la digestione abbatte la carica batterica e riduce il problema degli odori rispetto all'effluente tal quale.

L'azoto contenuto nel digestato presenta due aspetti critici, dal punto di vista ambientale:

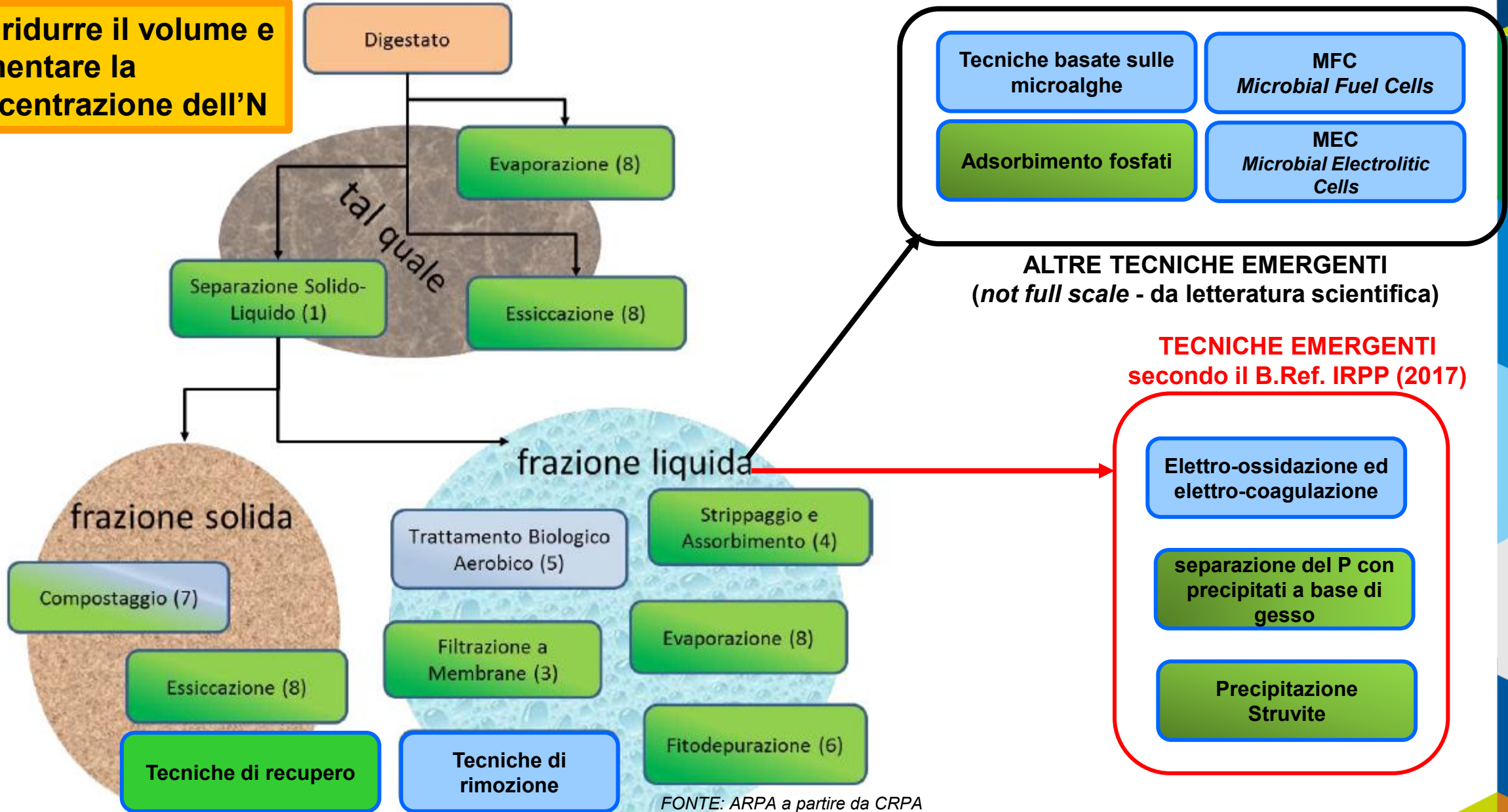
- **Rispetto a letami e liquami**, non è in forma organica, ma per lo più in forma ammoniacale e pertanto soggetto a maggiore volatilizzazione (controllabile soltanto con una corretta e puntuale applicazione delle tecniche di spandimento) e lisciviazione (controllabile soltanto attraverso l'effettuazione dello spandimento nel periodo corretto, ovvero quando la coltura è predisposta all'assorbimento);
- **Rispetto ai fertilizzanti di sintesi**, è presente in concentrazioni molto ridotte, intorno al 6 ‰ (ovvero 6 kg di N per t di digestato), per cui l'invio al campo per lo spandimento comporta la movimentazione di volumi 20 volte maggiori con i conseguenti impatti ambientali connessi ai mezzi agricoli impiegati a tale scopo, soprattutto se – come spesso avviene – i terreni sono lontani.

Aspetto realmente critico di reflui zootecnici e digestati è il basso titolo fertilizzante

Il Regolamento 10/R consente terreni fino a 30 km dal centro aziendale, ARPA ha preso ufficialmente posizione ricordando che sopra la distanza di 10 km dal centro aziendale lo spandimento risulta antieconomico (PROT 113961 DEL 27/12/2018)

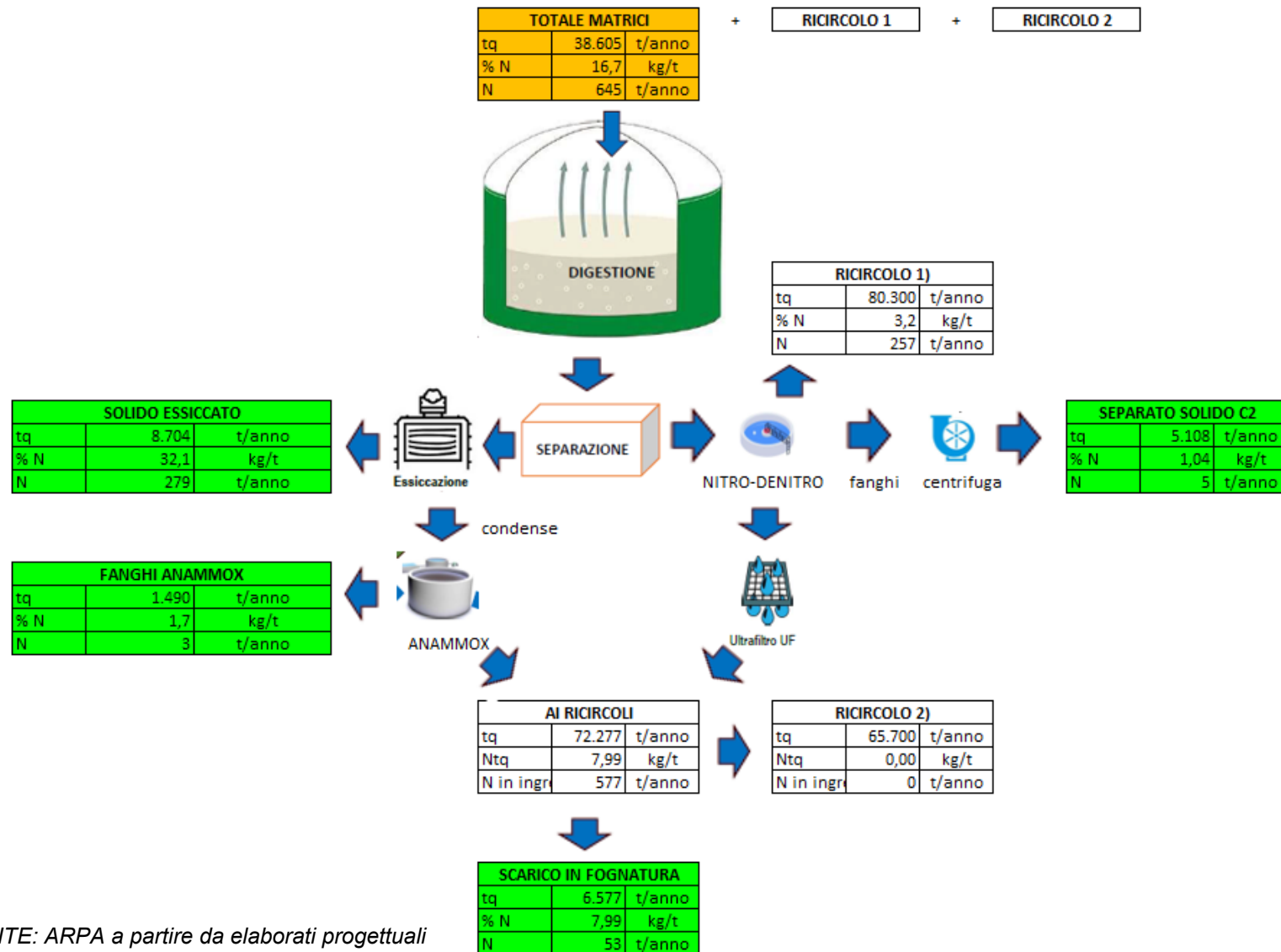
QUADRO DEI TRATTAMENTI POSSIBILI DEL DIGESTATO

Per ridurre il volume e aumentare la concentrazione dell'N



FONTE: ARPA a partire da CRPA

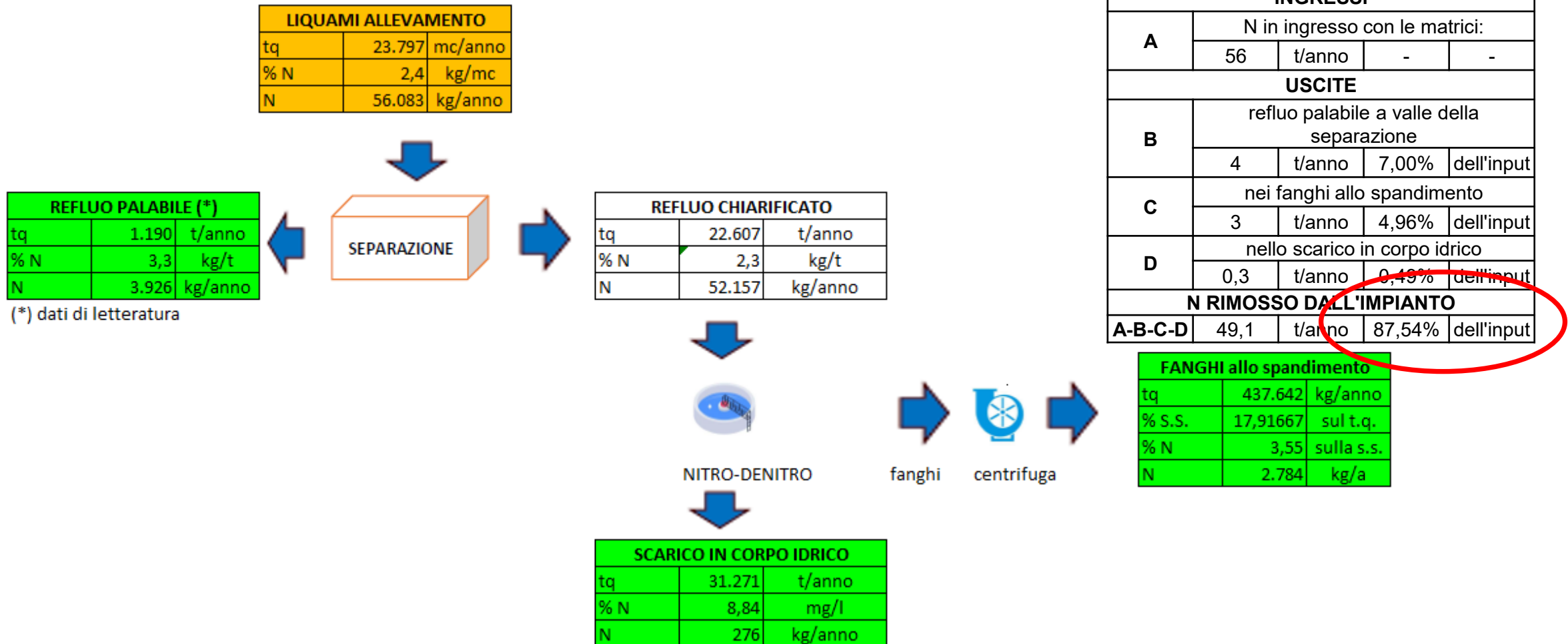
CASO STUDIO: SEPARAZIONE + NITRO/DENITRO



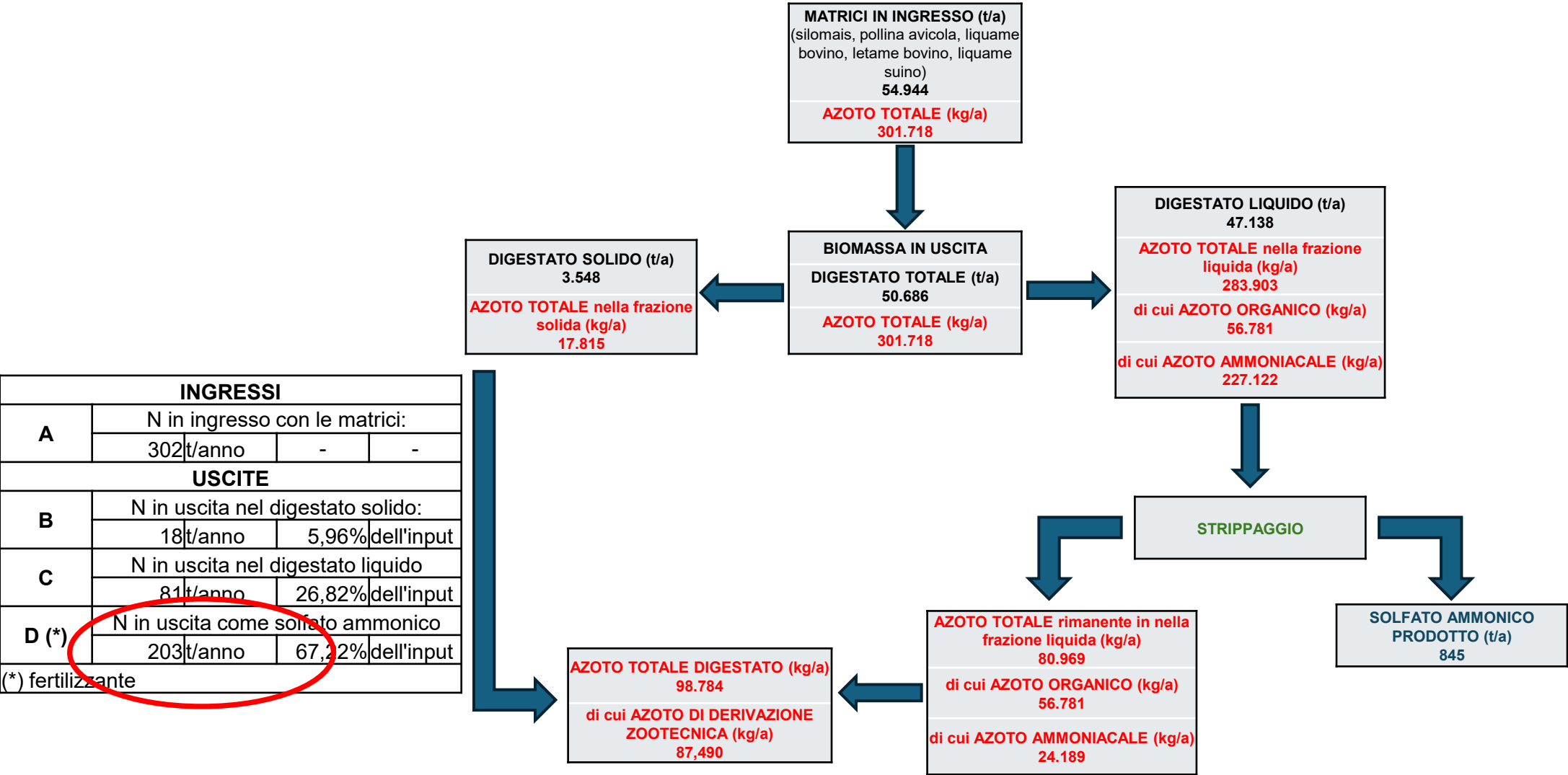
INGRESSI				
A	N in ingresso con le matrici:			
	645	t/anno	-	-
USCITE				
B (*)	N in uscita nel digestato essiccato:			
	279	t/anno	43,26%	dell'input
C	N in uscita nei fanghi ANAMMOX			
	3	t/anno	0,47%	dell'input
D	N scaricato in fognatura (ult. Dep.)			
	53	t/anno	8,22%	dell'input
E	N in uscita nei fanghi NITRO/DENITRO			
	5	t/anno	0,78%	dell'input
N RIMOSSO DALL'IMPIANTO				
A-B-C-D-E	305	t/anno	47,29%	dell'input

(*) concime organico NP ai sensi del D.Lgs. 75/2010

CASO STUDIO: NITRO/DENITRO E SPANDIMENTO



CASO STUDIO STRIPPAGGIO

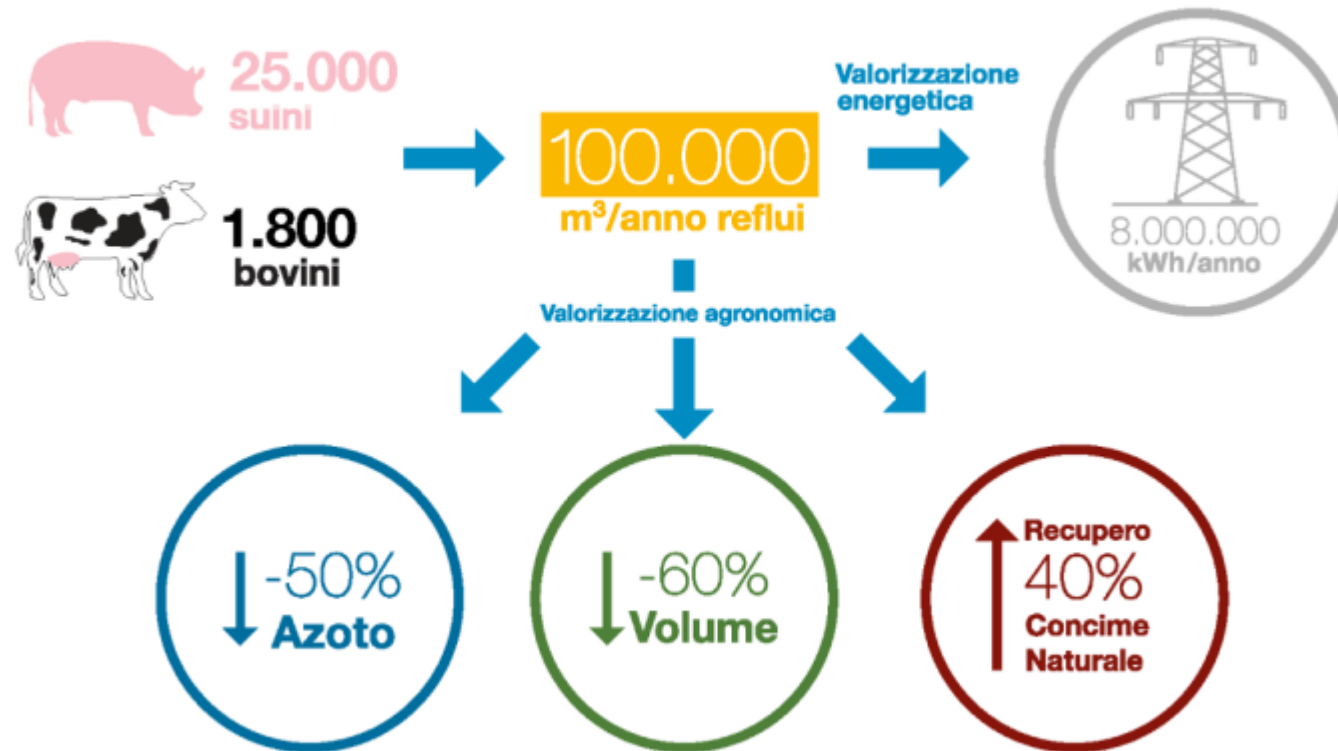


FONTE: ARPA a partire da elaborati progettuali

CONSORZIARSI

PRINCIPALI RISULTATI OTTENUTI

Refluodotto di 11 km per 9
aziende zootecniche

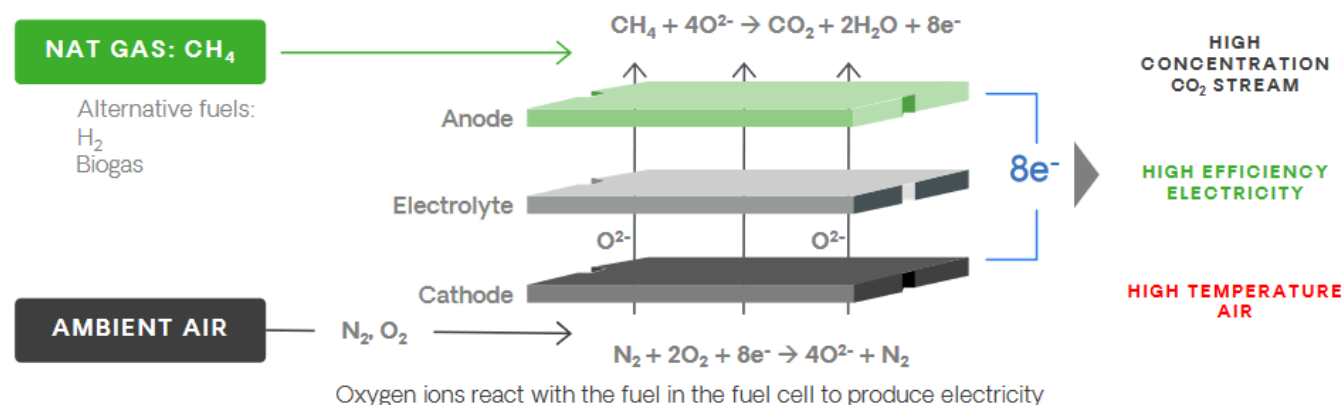


DAL BIOGAS AL BIOMETANO

Vantaggi per le emissioni in atmosfera

La conversione a biometano incoraggiata dall'azione Agr.M1.A1 - **Biomethane hub** del Piano Regionale di Qualità dell'Aria 2024 (approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 18-28783 del 10 dicembre 2024), consente di ridurre le emissioni di NOx dell'impianto, perché normalmente si accompagna con una riduzione di taglia del cogeneratore: **si stimano dalle 10 alle 13,5 t/a di emissioni di NOx evitate per ogni MWe di potenza elettrica rimossa**

Sostituendo invece il motore a combustione interna con delle **celle a combustibile**, si riducono le emissioni tra il 94 e il 96% rispetto ad un motore di cogenerazione di pari potenza inquinanti e del 49% dei gas serra (van Vedhuizen et al. 2025).



B.N. van Veldhuizen, L. van Biert, C. Ünlübayir, K. Visser, J.J. Hopman, P.V. Aravind, Component sizing and dynamic simulation of a low-emission power plant for cruise ships with solid oxide fuel cells, *Energy Conversion and Management*, **2025**, 326, 119477, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.119477>

MISURE E AZIONI

Previste dal nuovo Piano Regionale di Qualità dell'Aria 2026

INTERVENTI AGRO CLIMATICO AMBIENTALI - COVER CROP FINALIZZATE ALLA MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI DI AMMONIACA



Figura 1: quattro campi cuneesi alla fine del mese di gennaio 2026 (Comune di Trinità, provincia di CN)

AMBITO DI INTERVENTO

Agricoltura

MISURA

Interventi per l'abbattimento delle emissioni di ammoniaca

AZIONE

Agr.M1.A6 – Sostegno alla realizzazione di coperture autunno-vernine finalizzate alla mitigazione delle emissioni di ammoniaca in atmosfera

NUOVA AZIONE

DESCRIZIONE

Nelle regioni a intensa vocazione zootecnica, il periodo invernale è critico per la qualità dell'aria. La pratica delle monoculture di mais lascia milioni di ettari a suolo nudo per gran parte del periodo invernale. Questo riduce la "rugosità aerodinamica" del territorio, permettendo all'ammoniaca emessa dalle stalle e dagli stoccaggi di viaggiare indisturbata per lunghe distanze, reagendo con gli NOx del traffico per formare particolato secondario (PM2.5). La deposizione secca è il trasferimento diretto di gas e particelle dall'atmosfera alle superfici senza precipitazioni. È regolata dalla formula:

$$F = V_d (r_a, r_b, r_c) \times C$$

Dove F è il flusso di deposizione, C è la concentrazione in aria e V_d è la velocità di deposizione. Quest'ultima è influenzata dalla resistenza della superficie:

- Resistenza Aerodinamica (r_a): legata alla turbolenza dell'aria;
- Resistenza dello Strato Limite (r_b): legata alla diffusione molecolare vicino alle foglie;
- Resistenza Superficiale (r_c): legata all'affinità della superficie (stomi delle piante, umidità fogliare);

Il passaggio da suolo nudo a coltivi di copertura o *cover crops* abbatte drasticamente queste resistenze, aumentando V_d .

Sulla base di modelli di trasporto chimico (come EMEP o CHIMERE) e studi sperimentali, si possono stimare le seguenti velocità di deposizione secca per il periodo invernale.

Evoluzione tecnologica nelle attività ispettive: utilizzo di Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (UAS)



L'integrazione sistematica dei **droni** nelle attività ispettive di Arpa Piemonte rappresenta un'evoluzione significativa degli strumenti a supporto dei controlli di conformità, aumentando la capacità di presidio del territorio in modo più sicuro, rapido ed efficace.

Ampio potenziale in ambito ispettivo ordinario e straordinario:

- in ambito di gestione rifiuti
- in ambito di scarichi idrici
- in ambito di emissioni in atmosfera
- in ambito di attività estrattive
- in ambito di bonifiche, siti contaminati e terre e rocce da scavo

Tutela della privacy – GDPR
Regolamento ENAC

Sperimentazione dei droni nei controlli delle attività zootecniche

Un esempio di **applicazione concreta dei droni in ambito agro-zootecnico** è legata a un'esigenza contingente di verifica di adeguamenti strutturali e gestionali a disposti normativi regionali cogenti che affidano ad Arpa Piemonte la competenza dei controlli correlati al Piano Stralcio Agricoltura (DCR 284-15266 del 27/06/23) consistenti nel controllo delle coperture dei sistemi di stoccaggio dei liquami per il contenimento delle emissioni diffuse di ammoniaca.



Esempio: verifica copertura delle vasche di stoccaggio effluenti zootecnici

Destino ambientale dei contaminanti contenuti nei fanghi di depurazione

- In generale, i fanghi di depurazione vengono recuperati, in ottica di circolarità come fertilizzanti in agricoltura
- Le potenziali criticità riguardano la frazione biodisponibile di metalli pesanti, la diffusione di geni antibiotico-resistenti, di interferenti endocrini (BPA e PFAS) e di principi attivi dei farmaci
- Non sono ancora applicabili limiti ai contaminanti emergenti che possano regolare l'utilizzo dei fanghi in agricoltura
- Necessario lavorare in ottica di differenziazione del destino dei fanghi (solo fanghi di alta qualità in agricoltura), come da Deliberazione della Giunta Regionale 17 luglio 2020, n. 13-1669 (e Piano dei Rifiuti Speciali)

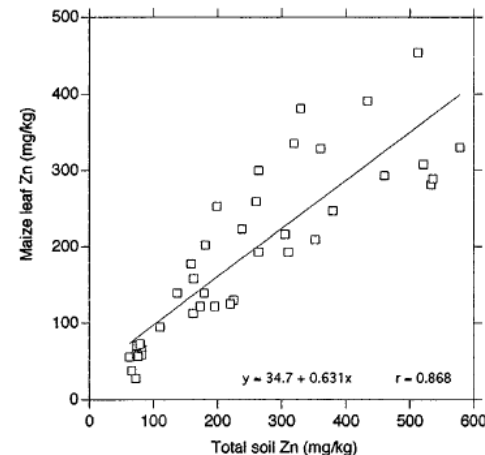


Fig. 3. The dependence of maize leaf tissue Zn concentration on total soil Zn in the multi-year 'continuous corn' field sludge experiment of Hinesly and Hansen (1983) and Hinesly et al. (1984).

One Health

Table 2

International regulations towards PFAS residue in sludge, biosolids, and soil environments.

Media	Country	Contaminant	Regulation value (ng/g dw)
Soil	Queensland, Australia[27]	PFOS	1
		PFOS+PFHxS	2
		PFHxS	3
		PFOA	4
		PFBA, PFPeA, PFHxA	1
		Sum C9 -C14	10
		PFCA	
		PFSA	1
		n:2 FTS	4
	USA[42]	PFOS	5.2
		PFOA	2.5
		PFBS	1900
	Canada[42]	PFOS	10
	Norway[3]	PFOS	100
	The Netherlands[53]	PFOS	2.3
	Denmark[53]	PFOS	390
		PFOA	1300
		PFOSA	390
Sewage sludge	United Kingdom[26]	PFOS	46
	Austria[26]	PFOS+PFOA	100
Soil fertilizers	Germany[29]	PFOS+PFOA	100

Deliberazione della Giunta Regionale 24 novembre 2025, n. 29-1876

Decreto legislativo 99/1992. Decreto legislativo 75/2010, Allegato 3. Decreto legislativo 152/2006. Approvazione dei criteri di tracciabilità sull'utilizzo agronomico dei gessi di defecazione da fanghi di depurazione sui suoli della Regione Piemonte.

Direttiva UE 805/2026 (nuovi SQA e v.soglia)

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

**Ing. Enrico Brizio
Direttore S.C.
Dipartimento Territoriale di Cuneo
(Piemonte Sud-Ovest)**