

*Le nuove sfide nel settore del trattamento delle acque reflue
(aspetti economici e gestionali, riutilizzo delle acque reflue)*

*Trattamenti quaternari e neutralità energetica: esigenze di adeguamento e stime dei
fabbisogni alla luce della nuova direttiva acque reflue*

Ing. Luigi Petta, Dr. Gianpaolo Sabia

Laboratorio ENEA Tecnologie per l'uso e gestione efficiente di acqua e reflui (SSPT-EC-AR)

UN EVENTO DI



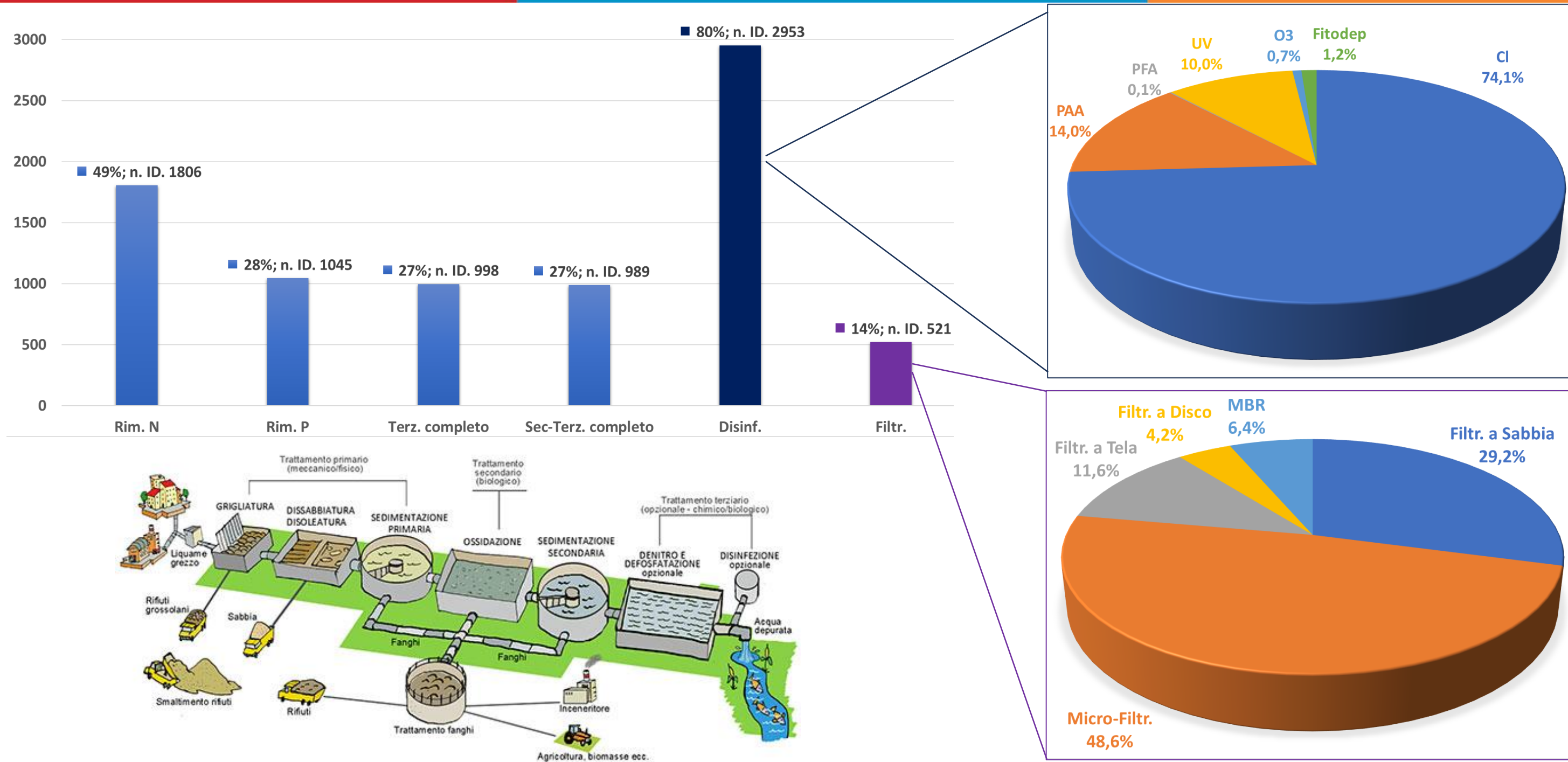
Nuova Fiera del Levante, 27-28 novembre 2024

PROMOSSO DA



QUADRO NAZIONALE: TECNOLOGIE DI TRATTAMENTO SUPERIORI AL SECONDARIO

Base dati:
EEA Waterbase
UWWTD 2021



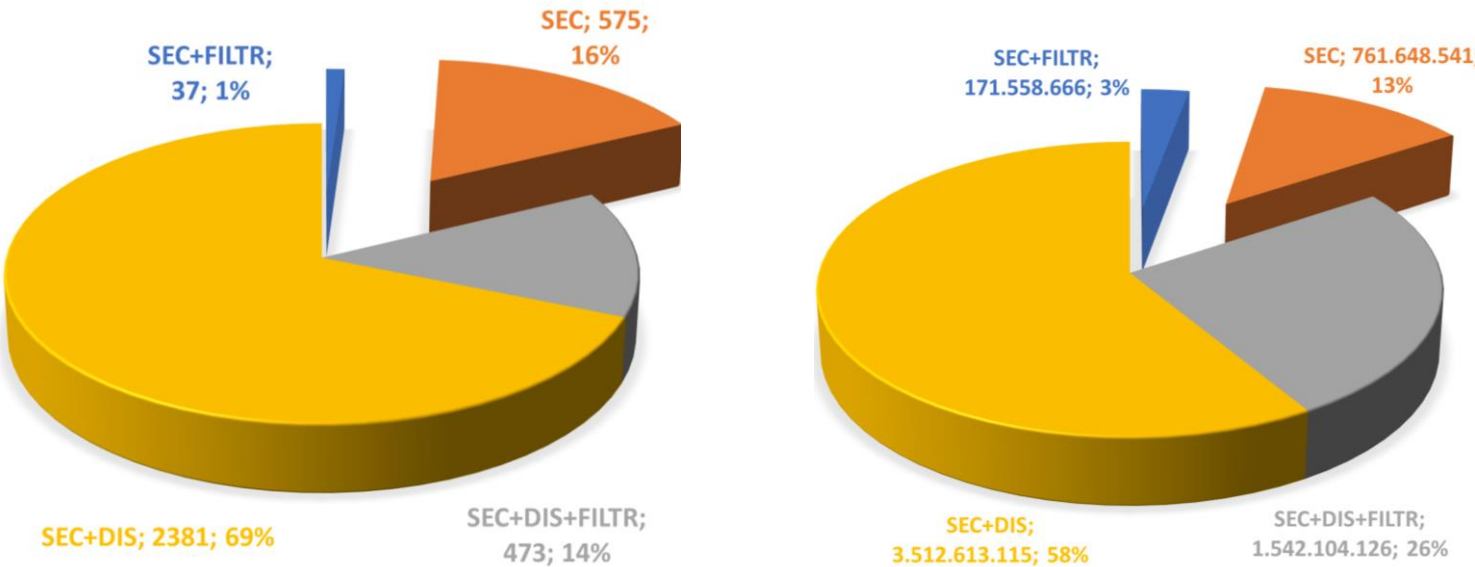
FABBISOGNI PER IL RIUTILIZZO E POTENZIALITA'



Potenzialità ai sensi Reg. 741/2020

ID con	n.ID	A.E. Prog.	A.E. Eff.	m³/y
Secondario	3.466	98.935.032	69.513.192	5.987.924.447

	Obiettivo Tecnologico	Classe di qualità	n.ID	m³/y
Configurazione COMPLETA per il 741/2020	SEC+DIS+FILTR	A	473	1.542.104.126
	SEC+DIS	B, C, D	2381	3.512.613.115
Configurazione NON COMPLETA per il 741/2020	SEC + FILTR		37	171.558.666
	SEC		575	761.648.541

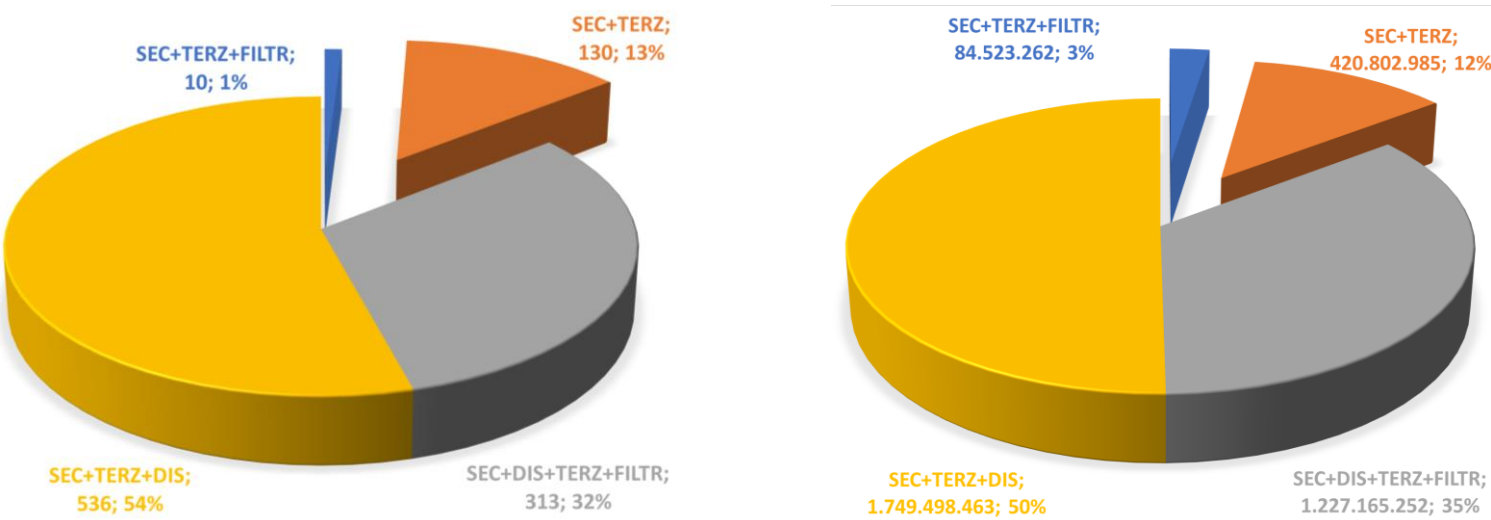


Potenzialità ai sensi DPR MASE (bozza)

ID con	n.ID	A.E. Prog.	A.E. Eff.	m³/y
rimozione N,P	989	56.541.061	39.442.157	3.481.989.962

	Obiettivo Tecnologico*	Classe di qualità	n.ID	m³/y
Configurazione COMPLETA per DPR MASE	SEC+DIS+FILTR (+rim N,P)	A	313	1.227.165.252
	SEC+DIS (+rim N,P)	B, C, D	536	1.749.498.463
Configurazione NON COMPLETA per DPR MASE	SEC+FILTR (+rim N,P)		10	84.523.262
	SEC (+rim N,P)		130	420.802.985

*Il trattamento terziario non viene esplicitamente richiamato dal DPR, ma viene indicata l'esigenza di rimozione di N e P in caso di sistemi di irrigazione tradizionale (poco efficiente, a scorrimento o a pioggia)



MiE e TRATTAMENTI QUATERNARI



COM (2022) 541 – Revisione Direttiva 271/91.	
Requisiti per il trattamento quaternario degli scarichi provenienti da impianti di trattamento delle acque reflue urbane di cui all'art.8 par. 1 o dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane che servono gli agglomerati di cui all'art.8 par. 4.	
Sostanze che possono inquinare l'acqua anche a basse concentrazioni:	
a) Categoria 1 (sostanze che possono essere trattate con grande facilità)	b) Categoria 2 (sostanze che possono essere eliminate con facilità)
i) Amisulpride (n. CAS 71675-85-9);	i) Benzotriazolo (n. CAS 95-14-7);
ii) Carbamazepina (n. CAS 298-46-4);	
iii) Citalopram (n. CAS 59729-33-8);	ii) Candesartano (n. CAS 139481-59-7)
iv) Claritromicina (n. CAS 81103-11-9);	
v) Diclofenac (n. CAS 15307-86-5);	iii) Irbesartano (n. CAS 138402-11-6)
vi) Idroclorotiazide (n. CAS 58-93-5);	
vii) Metoprololo (n. CAS 37350-58-6);	iv) miscele di 4-Metilbenzotriazolo (n. CAS 29878-31-7) e 6-Metilbenzotriazolo (n. CAS 136-85-6)
viii) Venlafaxina (n. CAS 93413-69-5).	
Percentuale minima di rimozione in rapporto al carico dell'affluente: 80%	
Nota :La percentuale di rimozione è calcolata per almeno 6 sostanze. Il numero di sostanze di categoria 1 è il doppio del numero di sostanze di categoria 2. Se non è possibile misurare almeno sei sostanze in concentrazione sufficiente, l'autorità competente ne designa altre per calcolare la percentuale minima di rimozione all'occorrenza. Per valutare se è raggiunta la percentuale minima di rimozione richiesta dell'80 % si considera la media delle percentuali specifiche di rimozione di tutte le singole sostanze che intervengono nel calcolo.	

Tipologia di processo	Tecnologia	Vantaggi	Svantaggi	Note
Filtrazione	Osmosi Inversa	- efficaci per molte tipologie di MPs - efficienza di rimozione di MPs stabile	- difficoltà e costi gestione del concentrato (sottoprodotto) - elevati consumi energetici	necessità di un ulteriore processo per la gestione del concentrato
	Nano-filtrazione			
	Micro-filtrazione			
Biologici	MBR	- rimozione per via biologica e adsorbimento di MPs, che si concentrano nei fanghi - efficienza di rimozione di MPs stabile	- rendimenti dipendenti dallo stato dei processi biologici - ridotto controllo del processo di conversione e degradazione (intermediari ignoti)	- spesso la rimozione biologica è accoppiata con una filtrazione a garanzia del rendimento - la formazione di biofilm favorisce i processi di rimozione di MPs
	MBBR			
	Altri processi a biofilm			
Adsorbenti	GAC	- efficace per un ampio numero di MPs - efficienza di rimozione di MPs stabile	- sostituzione periodica o rigenerazione GAC, con relativi costi - con l'uso del PAC il fango va disidratato e incenerito - sensibili alla presenza di COD/TOC residuo	- la sostituzione o rigenerazione del carbone attivo incide sull'impatto ambientale - esigenza a monte di un'efficace step di rimozione COD/TOC
	PAC			
Ossidativi	Ozonizzazione	- facilità di modifica del dosaggio di Ozono - efficienza di rimozione di MPs stabile	- possibile rimozione incompleta di MPs - elevati consumi energetici	- la sostituzione o rigenerazione del carbone attivo incide sull'impatto ambientale - esigenza a monte di un'efficace step di rimozione COD/TOC - esigenza di staff qualificato
	UV/H ₂ O ₂			
	O ₃ /H ₂ O ₂			

FABBISOGNI DI TRATTAMENTI QUATERNARI



IMPIANTI DI DEPURAZIONE NAZIONALI CON FABBISOGNO DI ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO AI TRATTAMENTI QUATERNARI

IMPIANTI DA ADEGUARE CON TRATTAMENTI QUATERNARI				
	n.ID	A.E. prog	A.E. eff.	Q. tratt. anno
ID ≥150.000	107	47.025.816	30.592.186	2.741.090.324

STIME DEI COSTI DI ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE NAZIONALI AL LIVELLO DI TRATTAMENTO QUATERNARIO

				Capex annuo	Capex medio annuo	Capex tot		Opex annuo	
						TI = 2,5%		TI = 3,0%	
Trattamento O3									
CAPEX	$2261.9 \times V^{((0,4417))}$	OPEX	$PE \times 3.2$	FC 1	393.905.241	3.681.357	6.140.652.732	7.032.378.389	150.482.611
CAPEX	$5,68 \times ([PE]^{(-0,38)}) \times V$	OPEX	$0,0147 \times V + 46,081$	FC 2	106.400.126	994.394	1.658.688.827	1.899.558.234	40.298.958
Trattamenti con GAC									
CAPEX	$143.23 \times ([PE]^{(-0,63)}) \times V$	OPEX	$PE \times 13.7$						
		OPEX	$PE \times 17,4$						
Ref: Turk et al.2013						TI = 2,5%		TI = 3,0%	
Antakiali, 2017				FC 1	106.209.824	992.615	1.655.722.178	1.896.160.778	644.253.679
Pistocchi et al. 2022				FC 2	818.249.198				

OBIETTIVO DI NEUTRALITÀ ENERGETICA

Art. 11 COM(2022) 541



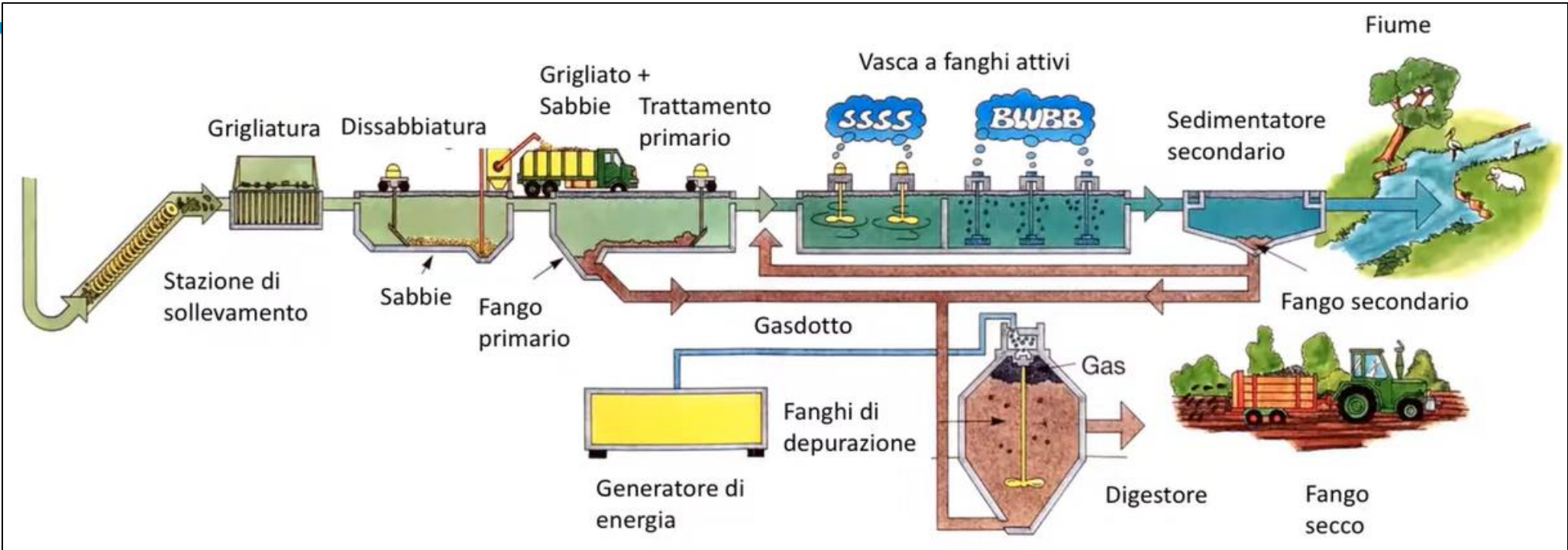
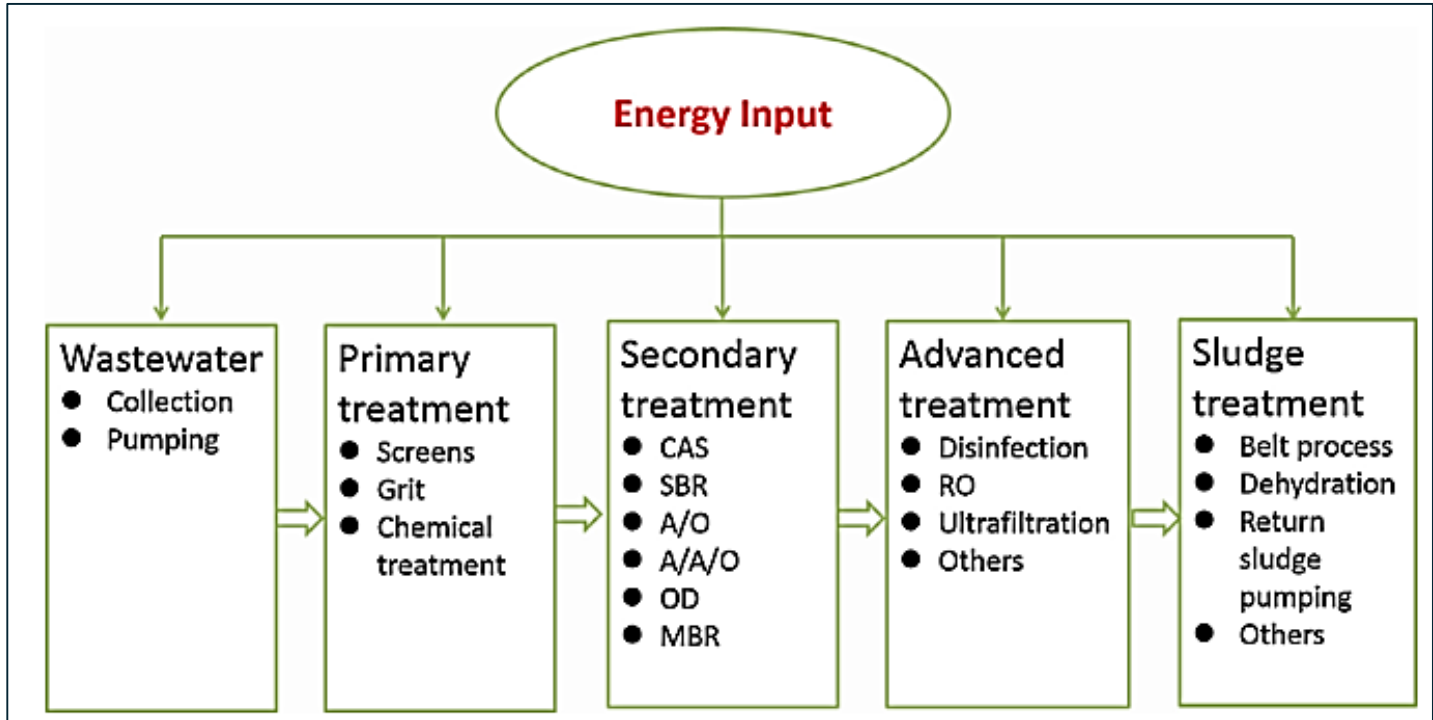
Obiettivo Nazionale: Entro il 31/12/2045, gli SM dovranno garantire che il totale annuo di energia rinnovabile prodotta a livello nazionale da tutti gli **ID>10.000 A.E.** sia pari al totale annuo di energia utilizzata dagli stessi → NEUTRALITA'

Allo scopo, gli SM sono chiamati ad assicurare che ***gli impianti di trattamento e i collettori dei reflui urbani*** siano sottoposti, ***a cadenza quadriennale***, ad un'analisi di bilancio energetico (**audit energetici**).

Azioni	31/12/2028	31/12/2032		
Estensione AUDIT	> 100.000 a.e. e reti fognarie collegate	>10.000 a.e. e reti fognarie collegate		
Azioni	31/12/2030	31/12/2035	31/12/2040	31/12/2045
Energia da FER equivalente ad almeno:	a) il 20% del consumo totale annuo di energia di tali impianti	a) il 40% del consumo totale annuo di energia di tali impianti	b) il 70% del consumo totale annuo di energia di tali impianti	c) il 100% del consumo totale annuo di energia di tali impianti

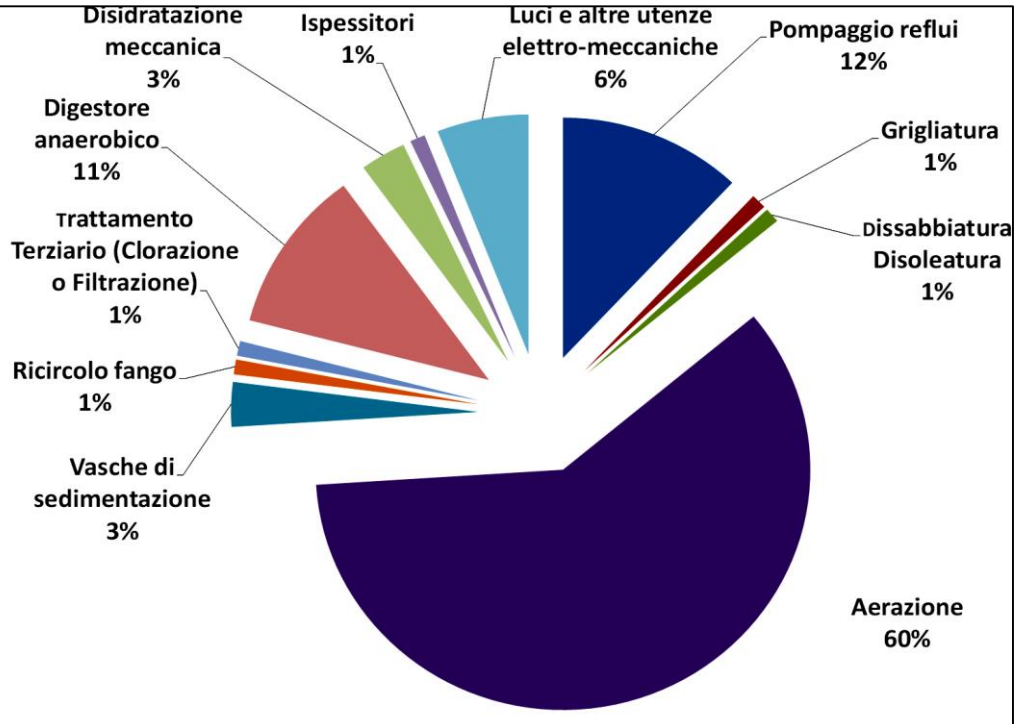
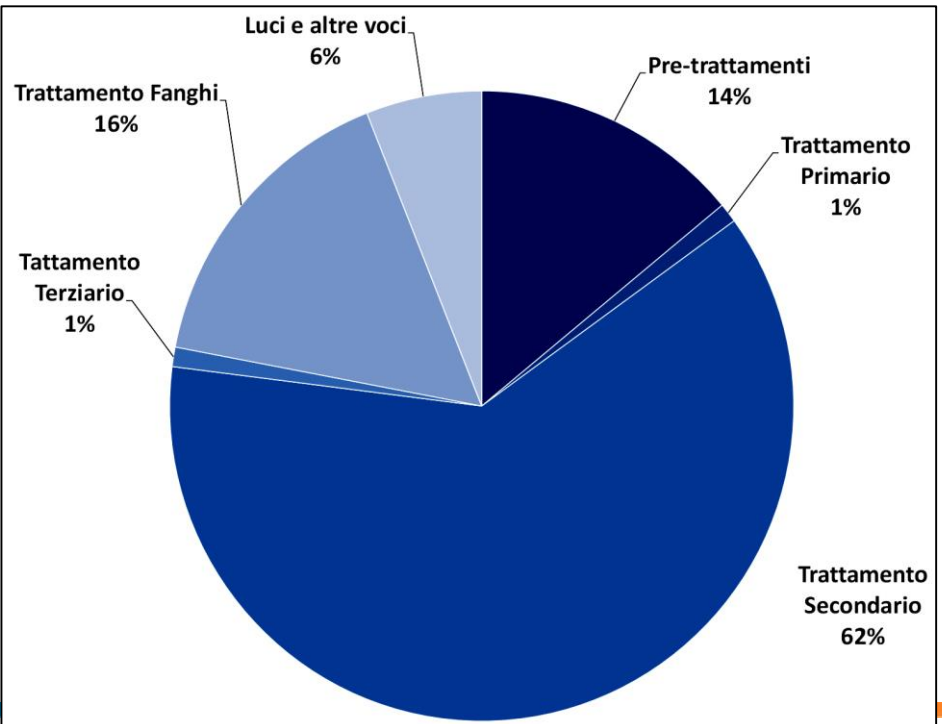
La neutralità energetica è da raggiungere attraverso un ***mix specifico di azioni di efficienza energetica e produzione di energia rinnovabile*** tra cui la produzione di biogas dalla digestione dei fanghi residui ha un ruolo fondamentale.

CONSUMI ENERGETICI: RIPARTIZIONE



Il bilancio energetico degli impianti di depurazione può essere valutato tramite l'impiego di indicatori **di performance energetica (KPIs)**, calcolati come rapporto tra consumi energetici e specifici parametri di processo:

• kWh/m³ • kWh/A.E. • kWh/kg COD_{rim}



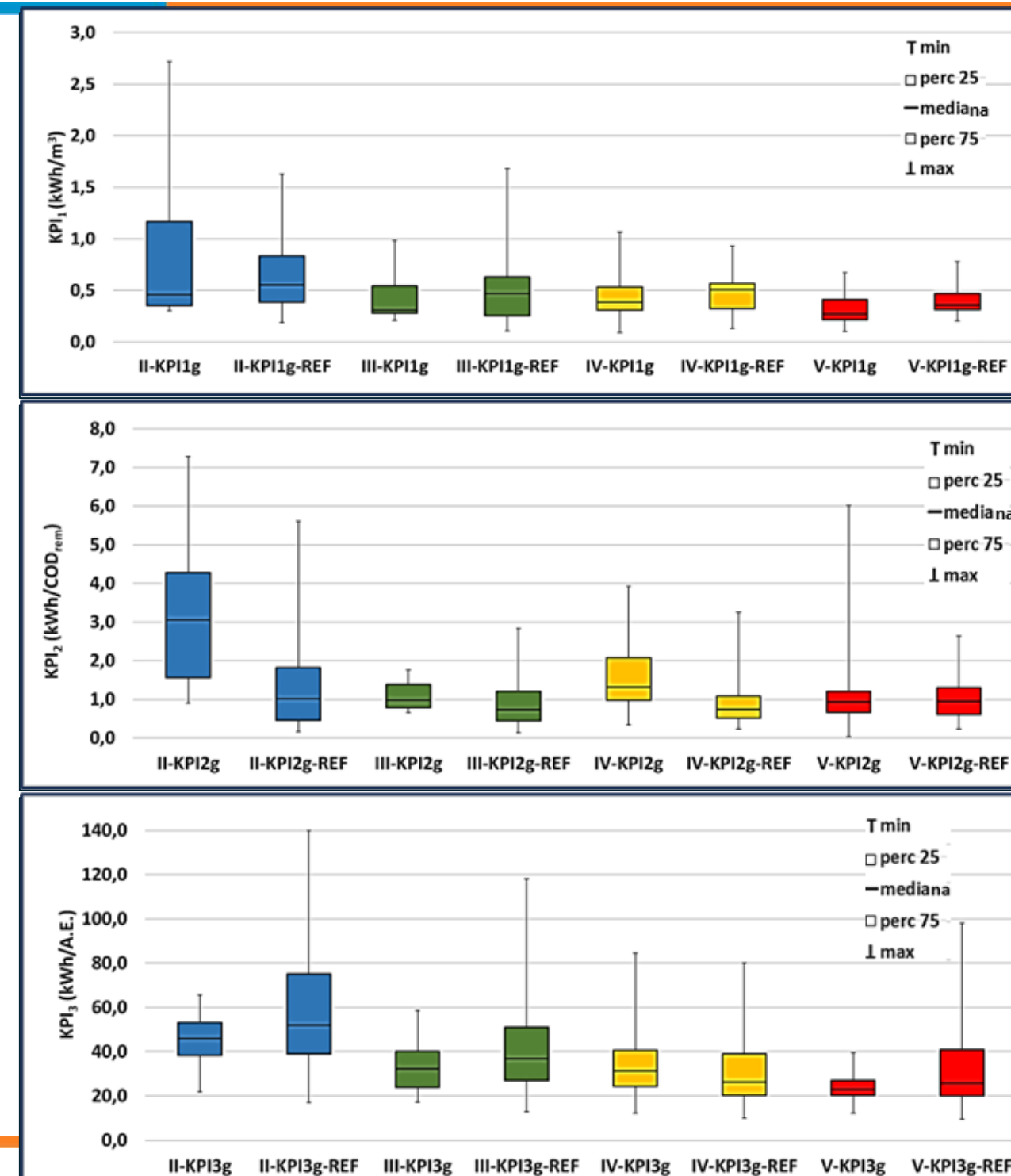
Ref: Report RdS/PAR2016/027, 2016

Ref: Gu et al., 2017

QUADRO NAZIONALE: ANALISI DIAGNOSI ENERGETICHE 2019

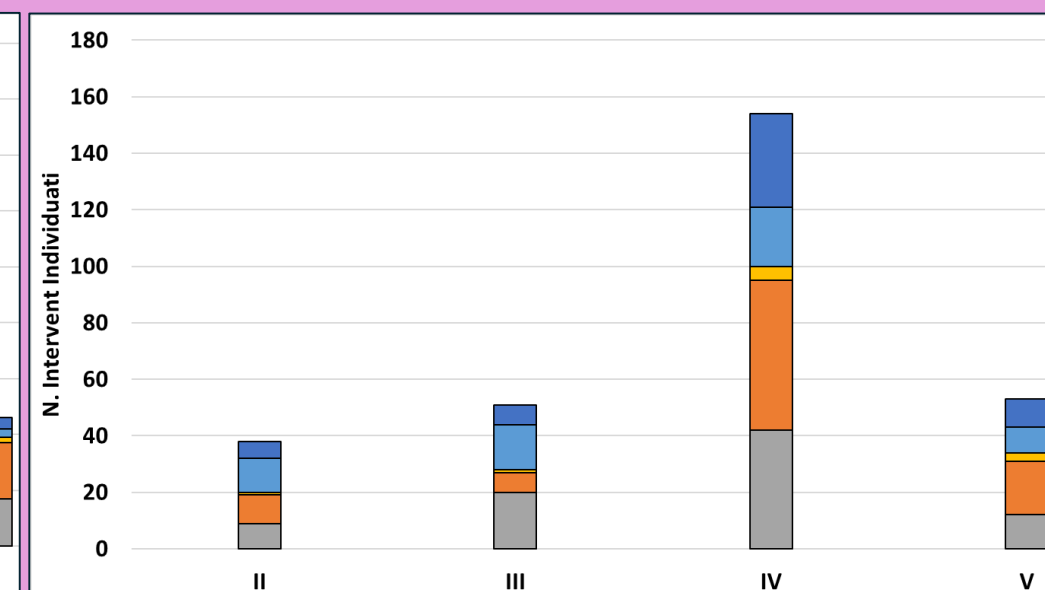
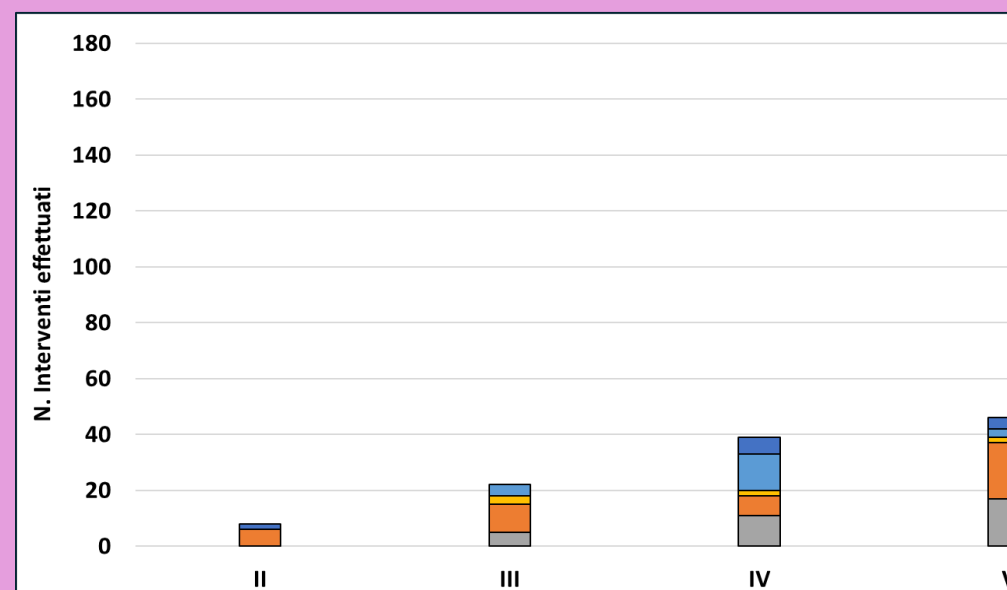
In generale:

- Il parco impianti analizzato presenta per lo più configurazioni di processo della linea acque strutturate trattamenti a fanghi attivi e schemi nitro-denitro (n. 98/104).
- La linea fanghi prevede, con maggiore frequenza, la stabilizzazione di fanghi misti tramite digestione anaerobica (n. 57/104, A.E.>30.000).
- Si rilevano elevati costi operativi su cui incidono, in modo preponderante, i consumi energetici e le spese per lo smaltimento dei fanghi prodotti.
- I valori dei KPI rilevati per gli ID italiani sono in generale in linea con i valori di riferimento. Maggiori differenze si riscontrano per gli impianti di taglia minore, probabilmente a causa di una minore accuratezza e dettaglio nel monitoraggio delle prestazioni energetiche e una minore propensione ad investire in interventi di efficientamento.



QUADRO NAZIONALE: ANALISI DIAGNOSI ENERGETICHE 2019

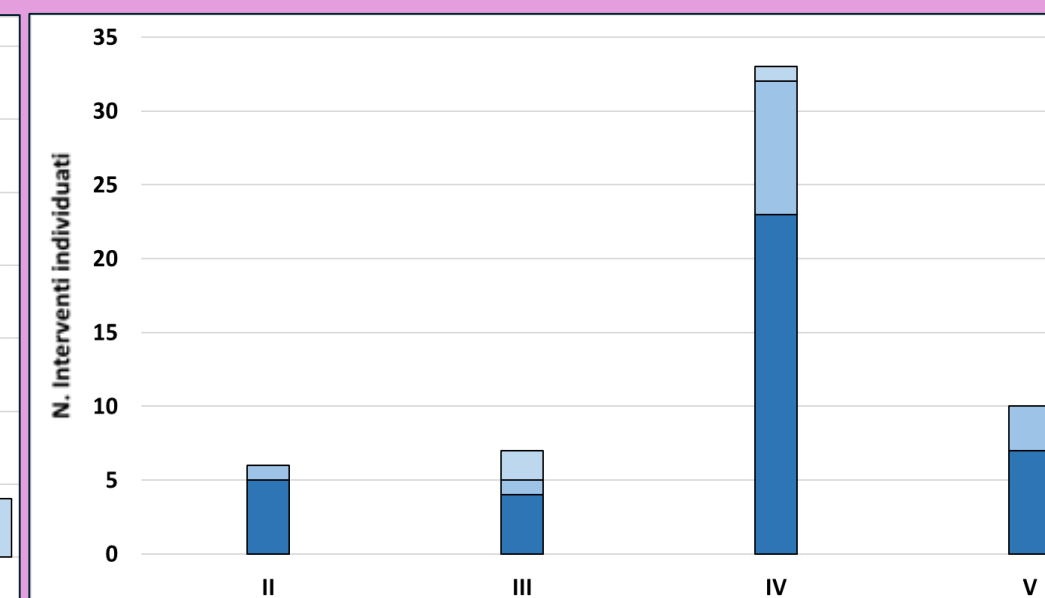
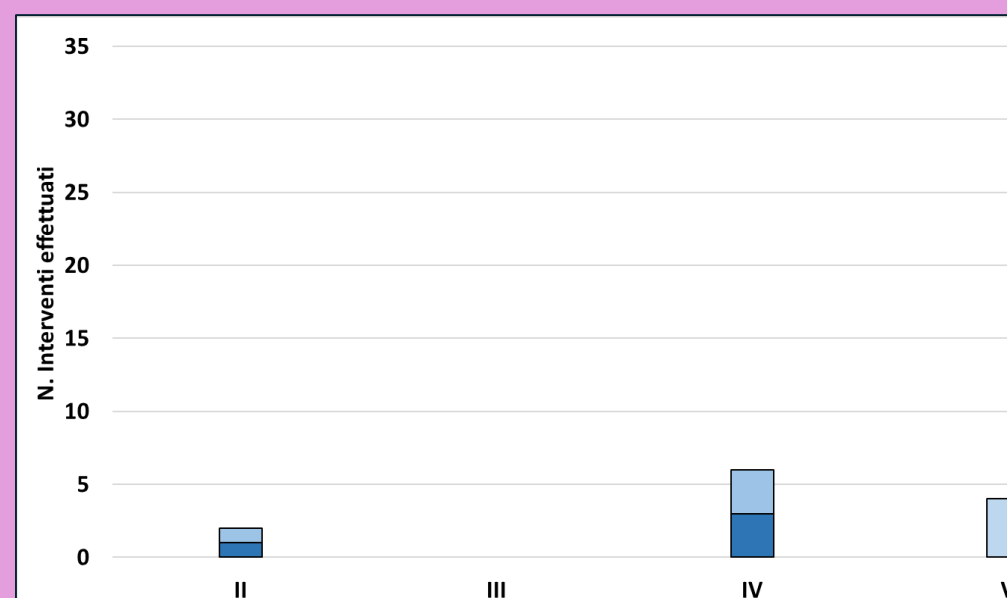
- Macrocategorie (MC)**
- Misure di incremento dell'autoproduzione energetica (fotovoltaico, cogenerazione e altre fonti rinnovabili)
 - Sostituzione componentistica di processo (motori, sistemi di sollevamento/aerazione/diffusione, mixer)
 - Controllo automatico di processo
 - Altri interventi (illuminazione, inverter, Power Quality, componenti non di processo)
 - Misure con ricaduta indiretta sull'efficientamento (misura e monitoraggio, manutenzione, pulizia e modifiche impiantistiche)



Le diagnosi rilevano, soprattutto negli impianti medio piccoli, una maggiore tendenza alla realizzazione di **interventi semplici** da implementare e caratterizzati da **costi di investimento contenuti**.

- MC1**
- Fotovoltaico
 - Cogenerazione
 - Altre fonti rinnovabili (solare termico, microturbine, pompe di calore)

Si rileva un **ricorso limitato all'implementazione di tecnologie e processi dedicati all'autoproduzione energetica** (12 di 115 per gli interventi effettuati, 56 di 296 per gli interventi individuati)



Grazie per l'attenzione

Per info:
luigi.petta@enea.it

Autori:

Luigi Petta

Gianpaolo Sabia

Davide Mattioli