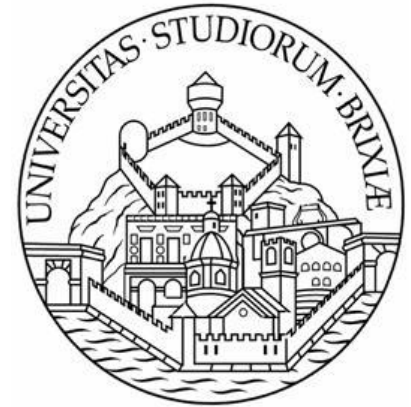


57^a Giornata di Studio di
Ingegneria Sanitaria–Ambientale
«L'economia circolare applicata
al trattamento delle acque»



Il risparmio energetico negli impianti di trattamento delle acque

Mentore Vaccari
Università degli Studi di Brescia
mentore.vaccari@unibs.it

Centro Congressi del plesso Aule delle Scienze
Università degli Studi di Parma
4 giugno 2019

I CONSUMI ELETTRICI NEL SETTORE DEL TRATTAMENTO ACQUE

- spesa energetica nazionale per il trattamento delle acque: **più di 1 miliardo di Euro**
- contributo per il trattamento delle acque: **2% del consumo elettrico nazionale**
- **Consumo energetico = 30% dei costi gestionali**, sia negli impianti di potabilizzazione che negli impianti di depurazione
- **Impatto ambientale generato dai gas serra**
 - **Attenzione al risparmio energetico** nel servizio idrico

VANTAGGI DEL RISPARMIO ENERGETICO

- **riduzione dei consumi elettrici** è possibile senza intaccare le rese di trattamento
- soluzioni implementabili in **tutte le sezioni** dotate di apparecchiature elettromeccaniche
- soluzioni di risparmio energetico applicabili **a livello gestionale** senza onerosi interventi strutturali
 - ✓ interventi sull'**hardware** (motori, pompe, soffianti, ...)
 - ✓ interventi sul **software** (processo e sistema di controllo)

INDAGINE SUI CONSUMI ENERGETICI

- FASE 1: Indagine mediante questionario
- FASE 2: Monitoraggio di impianti alla scala reale

INDAGINE SUGLI IMPIANTI DI POTABILIZZAZIONE

L'indagine nel complesso ha interessato **10 gestori** che hanno fornito dati riguardanti il consumo energetico totale per **108 impianti**

	Gestore	Regione	N. impianti	Tipologia fonte
A	BrianzAcque (MB)	Lombardia	23	sotterranea
B	Hera Bologna (BO)	Emilia-Romagna	6	5 sotterranee e 1 superficiale
C	AEM Cremona (CR)	Lombardia	2	sotterranea
D	AcegasAps (TS)	Friuli Venezia- Giulia	1	superficiale e sotterranea
E	AIMAG (MO)	Emilia-Romagna	1	sotterranea
F	Padania Acque Gestione (CR)	Lombardia	52	sotterranea
G	Iren Acqua Gas (GE)	Liguria	6	superficiale
H	AOB2 (BS)	Lombardia	13	11 sotterranee e 2 superficiali
I	AMAP (PA)	Sicilia	3	superficiale e sotterranea
L	Amga Udine (UD)	Friuli Venezia- Giulia	1	sotterranea



FASE 1: INDAGINE MEDIANTE QUESTIONARIO

- Informazioni richieste:
 1. Schema a blocchi dell'impianto
 2. Tipologia di fonte
 3. Popolazione civile servita
 4. Portata annua in ingresso all'impianto e distribuita in rete
 5. Consumo annuo complessivo di energia elettrica (EE)
 6. Consumo di EE sistemi di pompaggio
 7. Consumo di EE nei trattamenti di potabilizzazione

- Correlazioni tra i consumi di energia e:
 1. tipologia di trattamento
 2. numero di sollevamenti
 3. tipologia di fonte
 4. potenzialità impianto

FASE 1: INDAGINE MEDIANTE QUESTIONARIO

- **Tipologia di fonte**
95 impianti: fonti **sotterranee**
10 impianti: fonti **superficiali**
3 impianti: fonti **superficiali e sotterranee**

- **Dimensione:**

Min-Max: 579-425.000 ab

	Potenzialità (ab)	Portata media erogata (m ³ /anno)	Numero di impianti			
			SOTT	SUP	TOT	%
0-4000	217.860		49	2	51	49
4000-10.000	749.976		21	1	22	21
10.000-50.000	2.941.515		18	2	21	20
>50.000	21.273.144		5	5	10	10
TOT			103	10	104	100%

70%

- **Tipologia di trattamento**

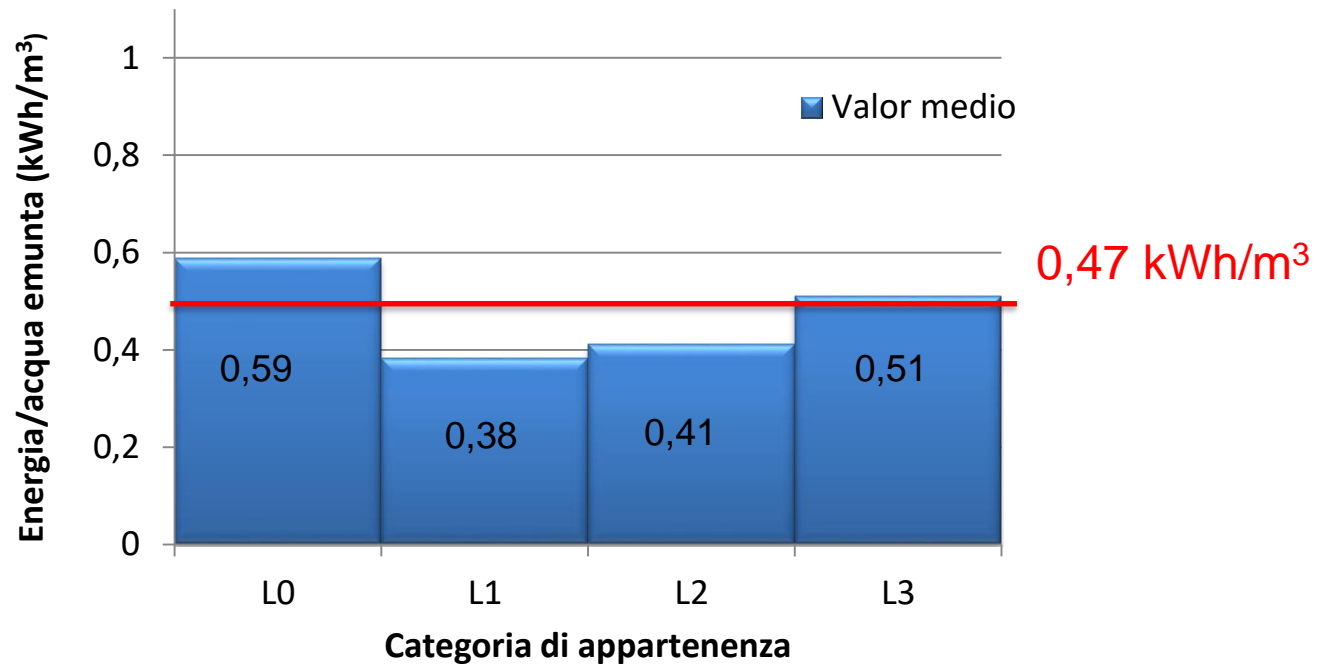
- L0:** disinfezione
- L1:** trattamento fisico semplice e disinfezione
- L2:** trattamento fisico e chimico normale e disinfezione
- L3:** trattamento fisico e chimico spinto, affinamento e disinfezione

Categoria	Numero di impianti			
	L0	L1	L2	L3
SOTT	11	1	49	32
SUP	1	2	5	2
TOT	12	3	54	34
	12%	3%	52%	33%

85%

FASE 1: INDAGINE MEDIANTE QUESTIONARIO

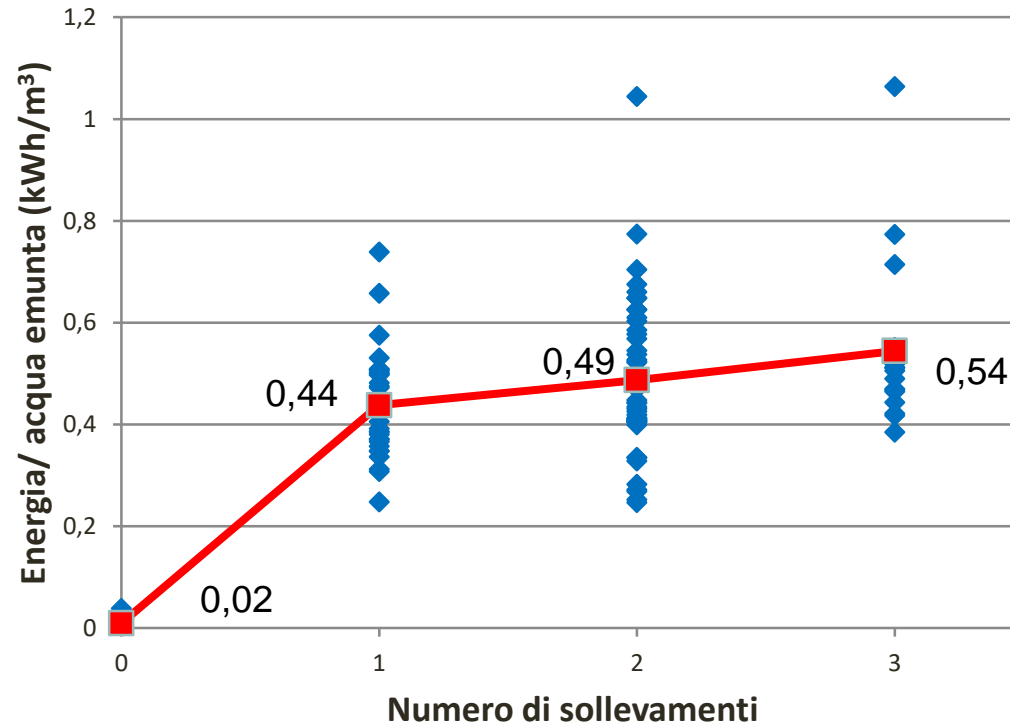
TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO



Ad eccezione della prima categoria (L0), si osserva un aumento del valor medio di energia specifica passando da L1 ad L3

INDAGINE MEDIANTE QUESTIONARIO

NUMERO DI SOLLEVAMENTI



Significativa influenza delle operazioni di sollevamento sui consumi di EE

FASE 1: INDAGINE MEDIANTE QUESTIONARIO

CONFRONTO IMPIANTI PER TIPOLOGIA DI FONTE

	Numero di impianti	EE/acqua emunta (kWh/m ³)		
		valore massimo	valore minimo	valore medio
Fonte sotterranea	93	1,06	0,25	0,48
Fonte superficiale	10	1,04	0,01	0,27

In linea con i dati di letteratura: consumo specifico medio di 0,48 kWh/m³ per le acque sotterranee e di 0,30-0,40 kWh/m³ per le acque superficiali

Indagine sugli impianti di depurazione

FASE 1:

- ▶ Acquisizione dei dati di consumo complessivo di energia elettrica negli impianti di depurazione
- ▶ Rielaborazione dati e calcolo indici di consumo per classi di potenzialità
- ▶ Calcolo indici di consumo per diverse configurazioni d'impianto

FASE 2:

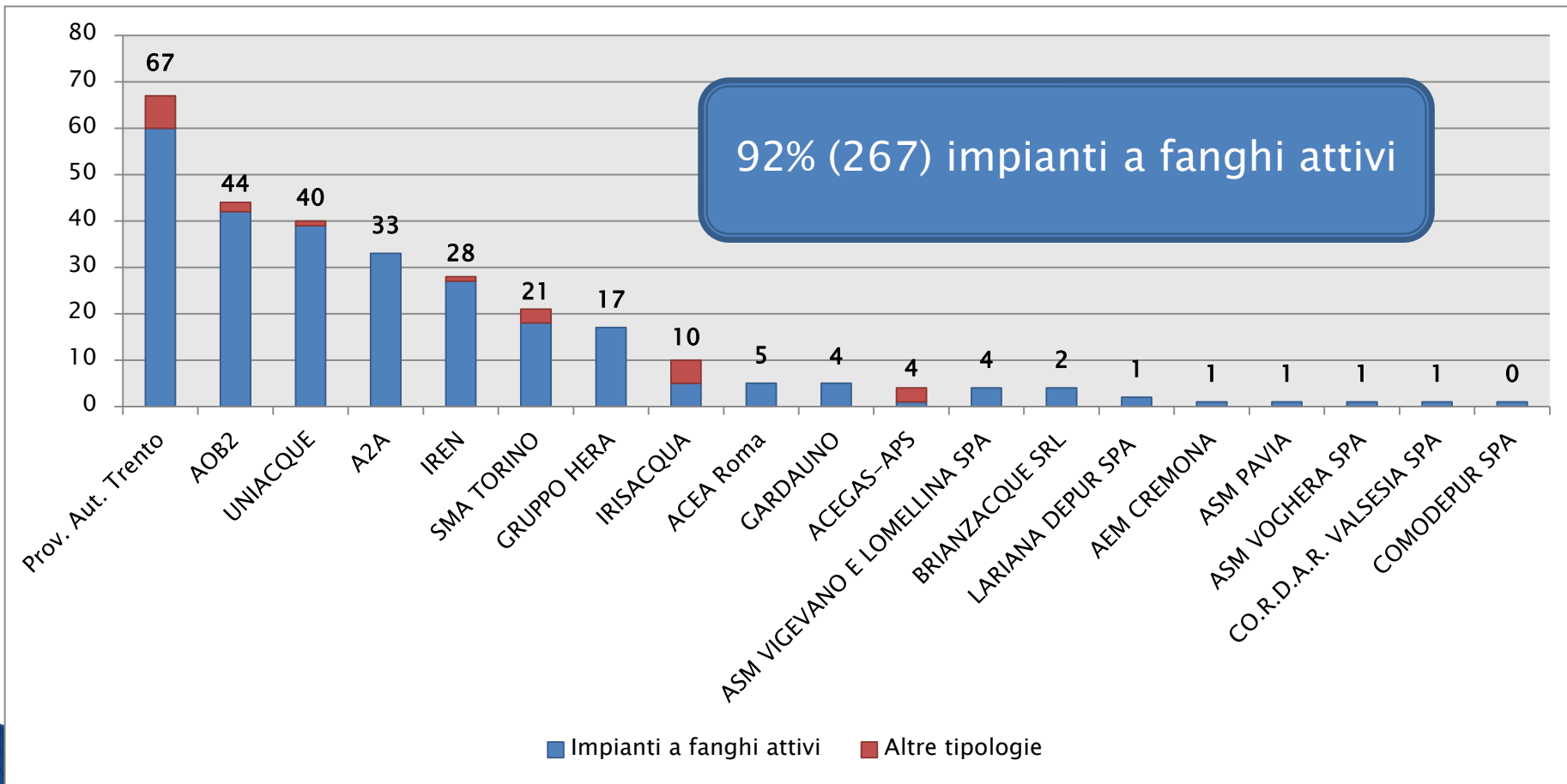
- ▶ Sopralluoghi su alcuni impianti
- ▶ Misura del consumo di EE di ciascuna sezione di impianto e delle caratteristiche quali-quantitative influente ed effluente in condizioni di tempo asciutto e assenza di malfunzionamenti

Fase 1 – Informazioni richieste

- ▶ Popolazione servita
- ▶ Tipologia di fognatura
- ▶ Schema a blocchi
- ▶ Q_{in} annua
- ▶ COD_{in} annuo
- ▶ COD_{out} annuo
- ▶ Consumo EE annuo

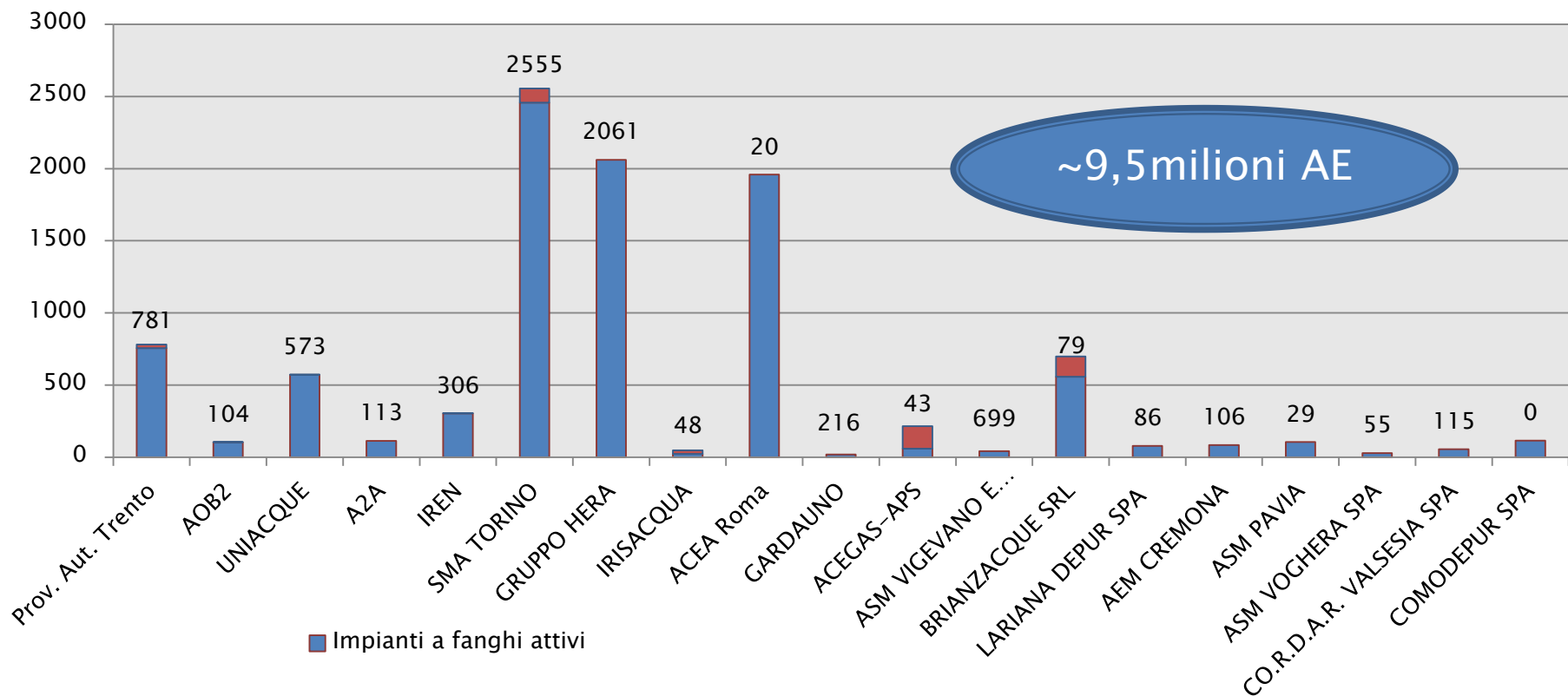
Gestori partecipanti all'indagine

Totale impianti = 289



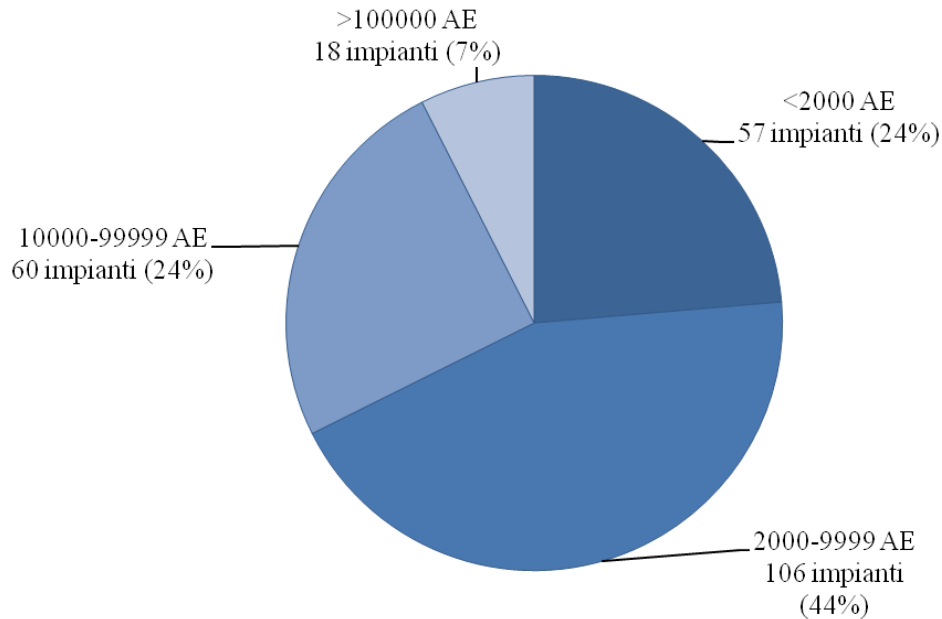
Gestori partecipanti all'indagine

Abitanti equivalenti serviti (migliaia)



Suddivisione in classi di potenzialità

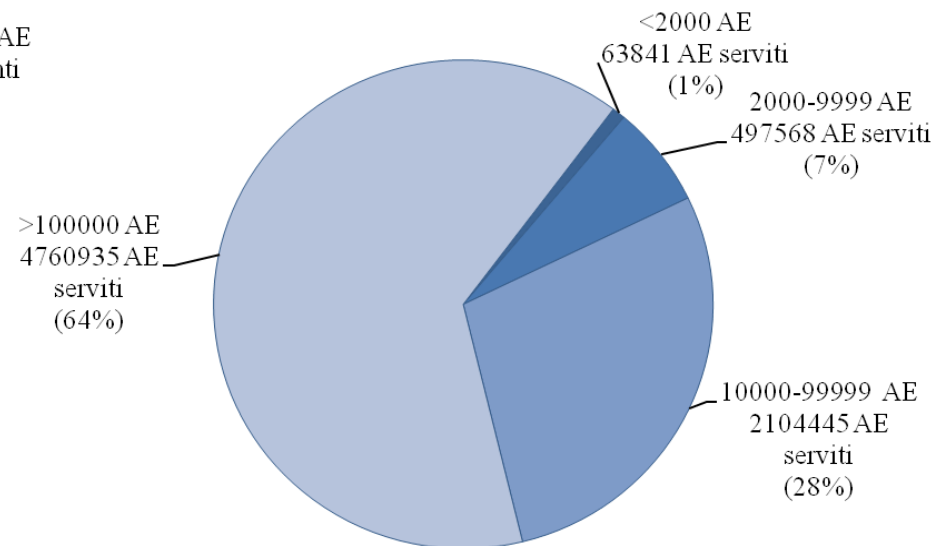
Numero di impianti



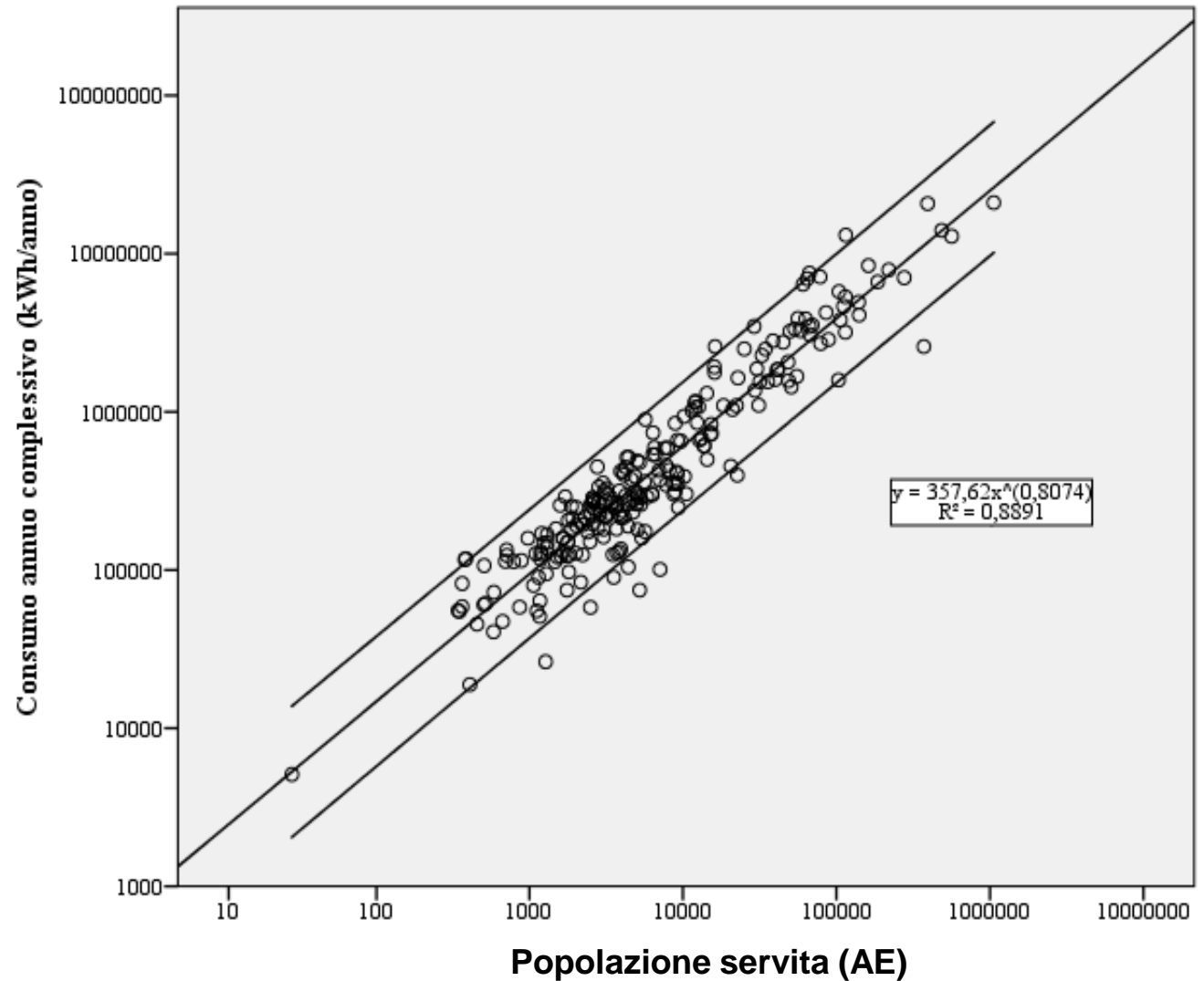
Pot. min: 27 AE

Pot. max: 2.200.000 AE

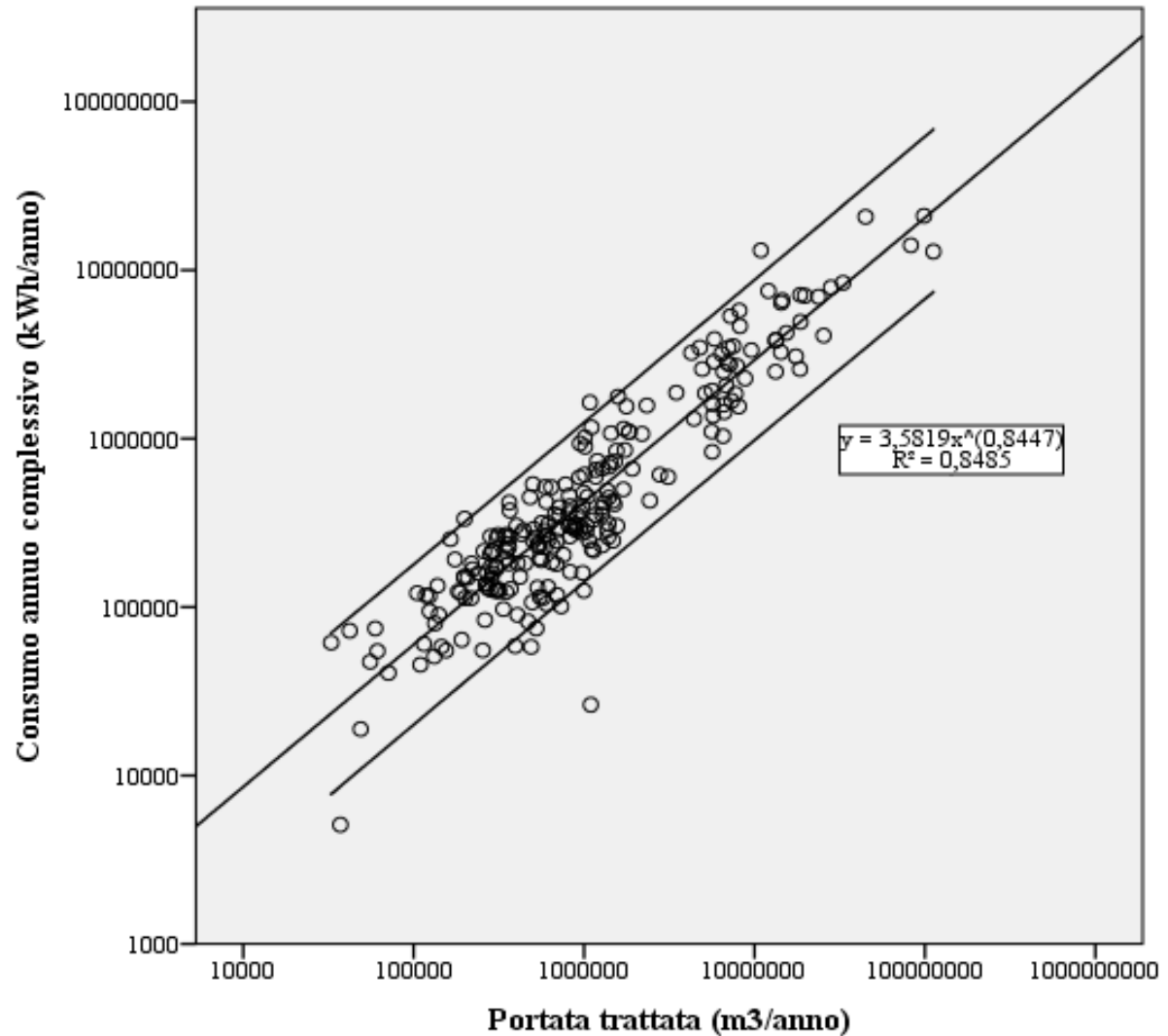
Numero abitanti equivalenti serviti



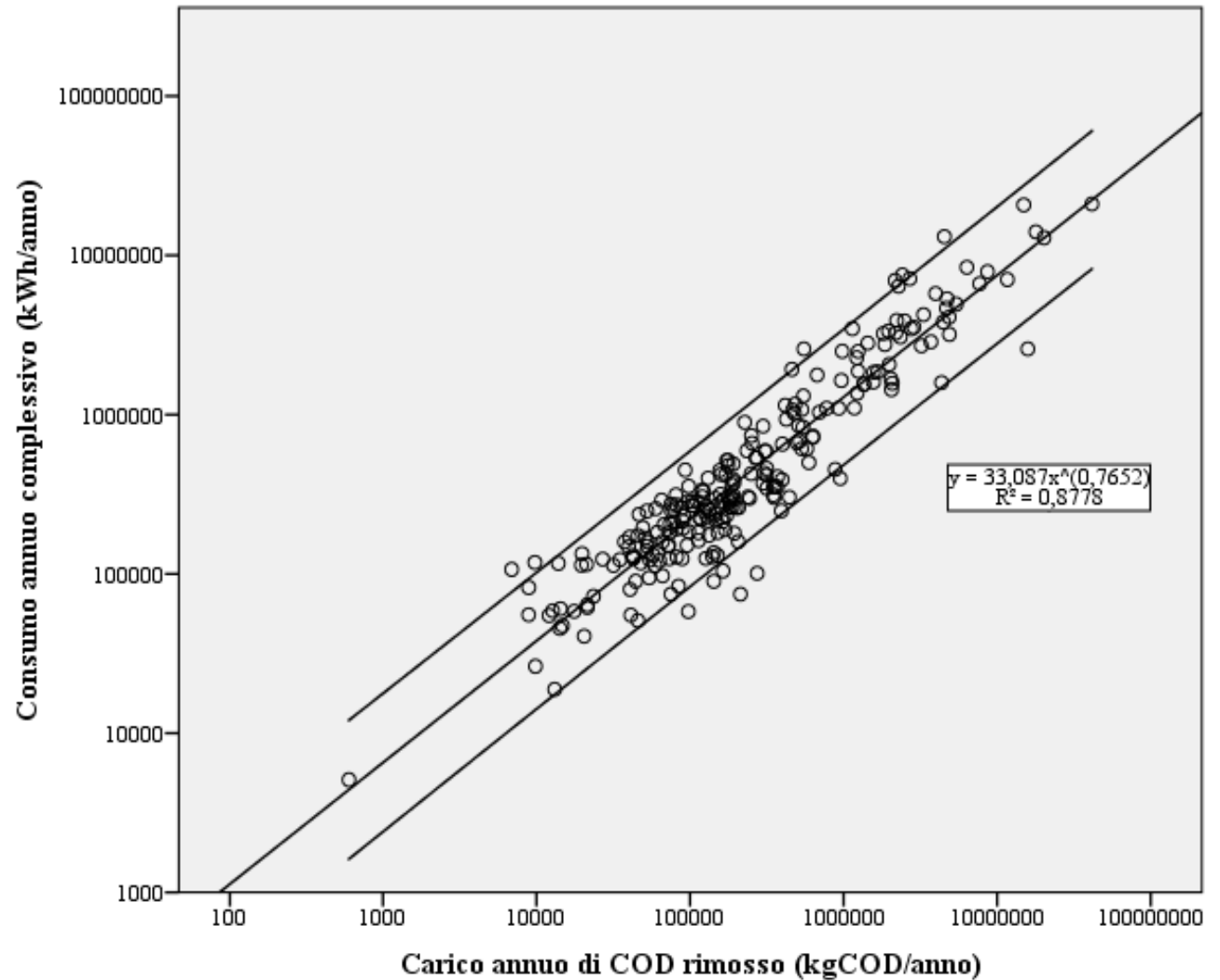
Consumo Energetico vs Carico organico in



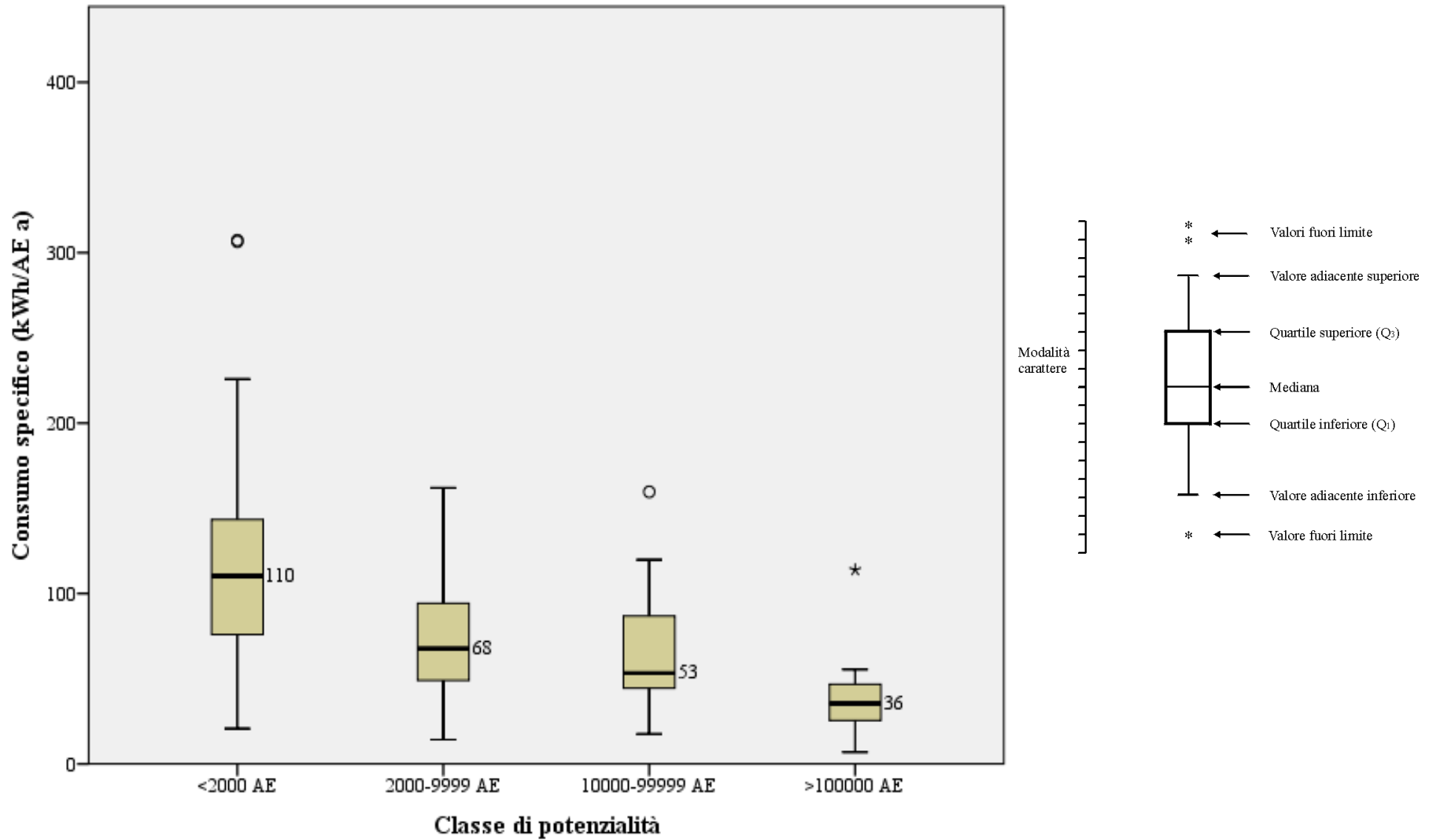
Consumo Energetico vs Portata trattata



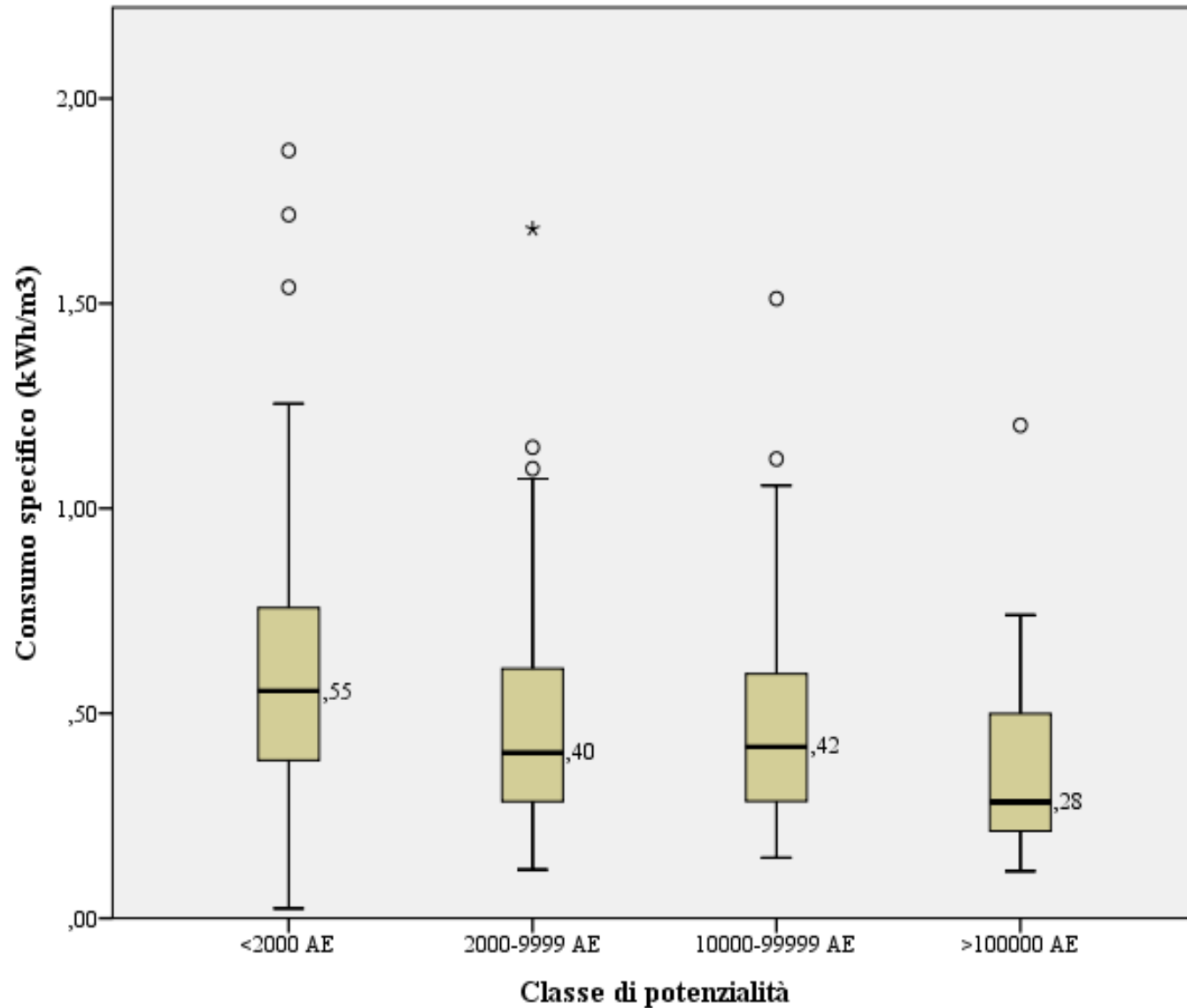
Consumo Energetico vs COD rimosso



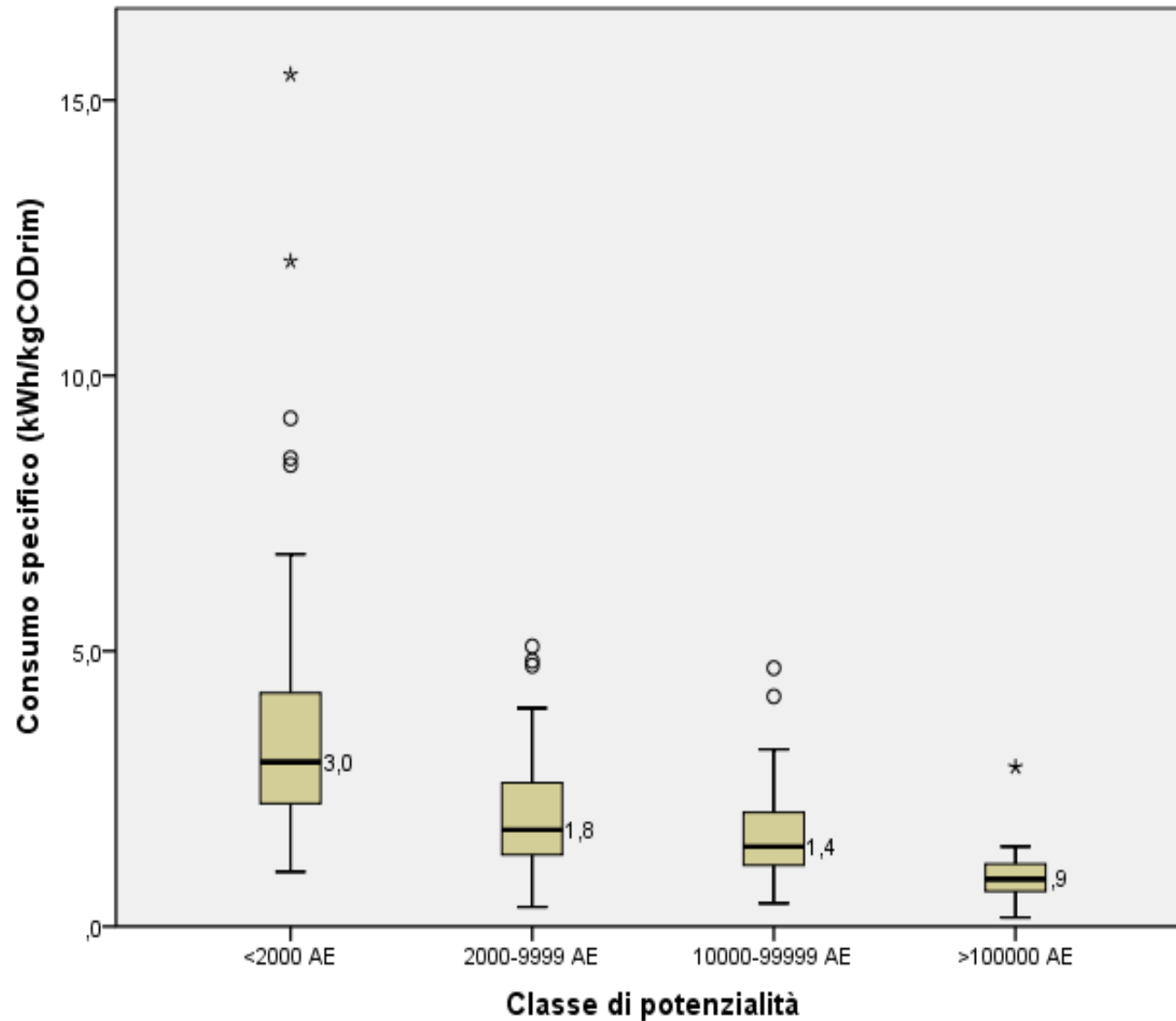
Consumo energetico annuo per AE servito



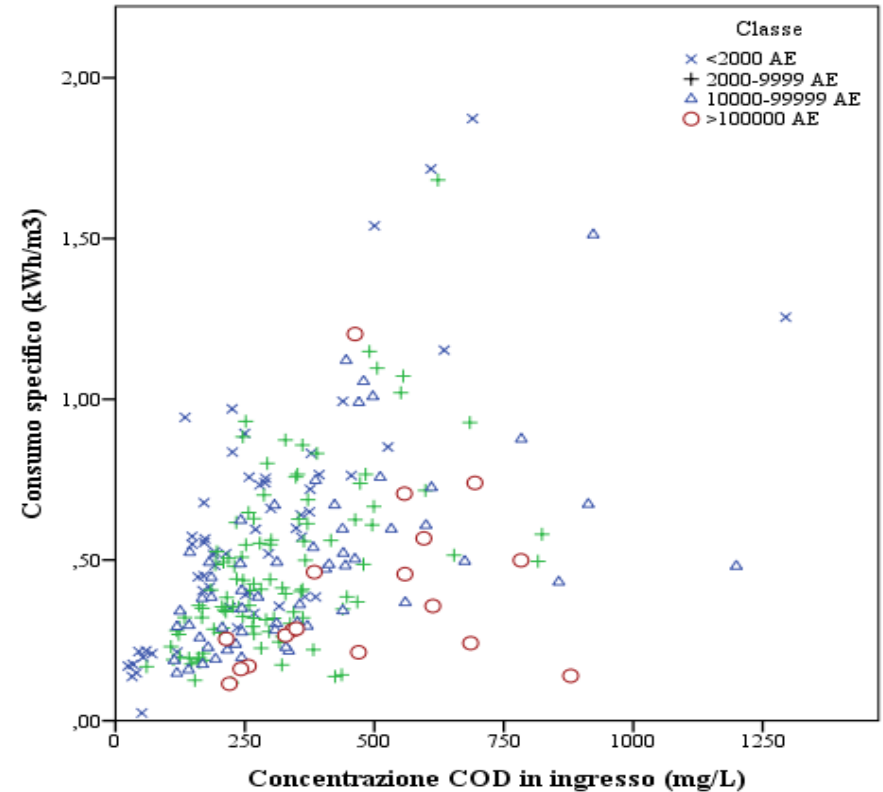
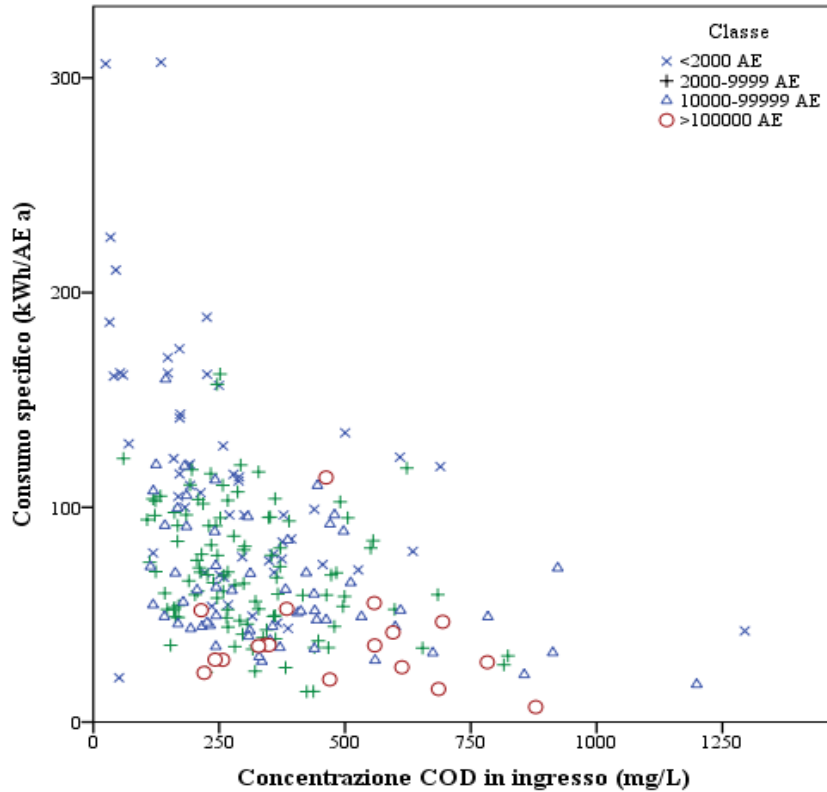
Consumo energetico per metro cubo trattato



Consumo energetico per kg di COD rimosso



Consumo energetico specifico riferito a [CODin]



Riferimento a portata
trattata fuorviante!

SOLUZIONI DI RISPARMIO ENERGETICO

- Settore acque potabili -

- Settore acque reflue -

Manutenzione preventiva per tutte le AEM

Sostituzione di AEM obsolete con modelli nuovi e motori ad alto rendimento

Applicazione di inverter (la potenza assorbita dipende da n^3).

Efficientamento edifici (riscaldamento/raffrescamento, luci)

Efficientamento illuminazione (controllo crepuscolare)

SOLUZIONI DI RISPARMIO ENERGETICO

- Settore acque potabili -

Inverter su pompe funzionanti a velocità fissa

Inverter su pompe sovradimensionate ad alta pressione funzionanti con strozzature e controllo multipompa

Ottimizzazione del processo di coagulazione (pH, dosaggi, ...) per risparmio energetico nella successiva filtrazione (minori fasi di controlavaggio)

Ottimizzazione del processo di coagulazione (pH, dosaggi, ...) per risparmio energetico nel successivo trattamento UV (minore concentrazione di DOC)

SOLUZIONI DI RISPARMIO ENERGETICO

- Settore acque reflue -

**Funzionamento nel punto di lavoro ottimale
Inverter al posto di valvole di strozzamento**

**Rimozione più spinta mediante chemicals in sedimentazione primaria →
minore consumo energetico per l'aerazione in ossidazione e maggiore
produzione di biogas**

Installazione di aeratori a bolle fini ad alta efficienza

Controllo di OD (set-point) + inverter su soffianti

Controllo di OD e $\text{NH}_4\text{-N}$ + inverter su soffianti

**Controllo di $\text{NH}_4\text{-N}$ e/o $\text{NO}_3\text{-N}$ o altri
ON/OFF soffianti / Necessità di mixer**

**Ottimizzazione portata di ricircolo della miscela aerata con misura di $\text{NO}_3\text{-N}$
online**

CONCLUSIONI

Negli impianti di potabilizzazione:

- ▶ consumo specifico di EE rimane invariato in funzione della potenzialità dell'impianto
- ▶ parziale influenza della complessità impiantistica sul consumo specifico di EE

Negli impianti di depurazione:

- ▶ all'aumentare della **potenzialità diminuisce il consumo specifico** di energia
- ▶ tra gli **indici** di consumo specifico, quello **referito alla portata trattata** risulta **fuorviante** (impianti con significativo ingresso di acque bianche appaiono più efficienti!)
- ▶ impianti con potenzialità > 100.000 AE rispetto a quelli con potenzialità < 2.000 AE presentano una DIMINUZIONE (riferita alla mediana) di circa **70 %** del consumo energetico specifico
- ▶ aerazione incide per il **40–70%** del consumo totale. Incidenza del **10–25%** della fase di sollevamento, del **10–15%** del ricircolo dei fanghi e del **5–15%** della fase di denitrificazione

CONCLUSIONI

Esistono diverse possibilità per ridurre i consumi energetici:

- ▶ **Audit energetico:** conoscenza dettagliata dei consumi elettrici dei singoli comparti, evidenziare inefficienze e misurare i risparmi dopo implementazione
- ▶ **Molteplici soluzioni** di efficientamento energetico degli impianti di trattamento dell'acqua
- ▶ Disponibilità di soluzioni tecniche affidabili con **brevi tempi di pay-back** (2-3 anni o inferiore)
- ▶ **Risparmio energetico fino al 30%** con soluzioni gestionali facilmente applicabili
- ▶ L'applicazione di soluzioni di risparmio energetico migliora con:
 - ▶ diffusione di casi studio positivi
 - ▶ trasferimento di buone pratiche
 - ▶ disponibilità di dati e indagini per benchmark, in grado di aiutare nel processo decisionale



Consumi elettrici ed efficienza energetica nel trattamento delle acque reflue



A cura di
Massimiliano Campanelli • Paola Foladori • Mentore Vaccari



Il risparmio energetico nei sistemi di approvvigionamento idropotabile: captazione, trattamento e distribuzione



A cura di
Carlo Coltivignarelli • Sabrina Sordani



Grazie per l'attenzione!