



# Sostenibilità tecnica, economica ed ambientale nel trattamento e gestione delle acque reflue

Francesco Fatone



Dipartimento di Biotecnologie – Università di Verona



Co-chair of the specialist group on Small Water and Wastewater Systems – International Water Association



Conceiving Wastewater Treatment in 2020. Energetic, environmental and economic challenges – Water2020

# Sommario

- Le acque di scarico ed il loro trattamento
- Il funzionamento degli impianti di depurazione: secondo quale sostenibilità?
- Risparmi energetici e recuperi possibili: ottimizziamo l'impronta ambientale
- Ricerca e sviluppo dell'Università di Verona nello scenario internazionale



**Acque di scarico: lontano dagli  
occhi...lontano da noi...  
ma solo per un ciclo!**



CORRIERE DELLA SERA

# SALUTE

www.corriere.it/salute



**GLI OROLOGI**  
Scopri con noi come  
misurare il tuo tempo  
e quello giusto  
a pagina 88



**DIETE**  
I dolcificanti  
non bastano  
per dimagrire  
a pagina 92



**RETTORI**  
Nuovo forum  
su Corriere.it  
consiglia il pediatra  
a pagina 98



## NUOVI RISCHI AMBIENTALI

### Ormoni

Un nuovo studio  
ha dimostrato che  
gli ormoni presenti  
nelle acque reflue  
possono alterare  
il sistema endocrino  
di alcuni pesci.

### Cocaina

Una ricerca del Pn, in  
collaborazione con  
l'Università di Padova,  
ha dimostrato che  
la cocaina presente  
nell'acqua potabile  
può alterare il sistema  
endocrino.

# LA NOSTRA LINEA GUIDA:

- NO all'allarmismo ambientale
- SI alla diffusione del metodo scientifico
- SI al principio di precauzione

### Antibiotici

Un nuovo studio  
ha dimostrato che  
l'uso eccessivo di  
antibiotici può  
alterare il sistema  
endocrino.

### Antinfiammatori

Un nuovo studio  
ha dimostrato che  
l'uso eccessivo di  
antinfiammatori  
può alterare il sistema  
endocrino.



# L'effetto dell'industrializzazione

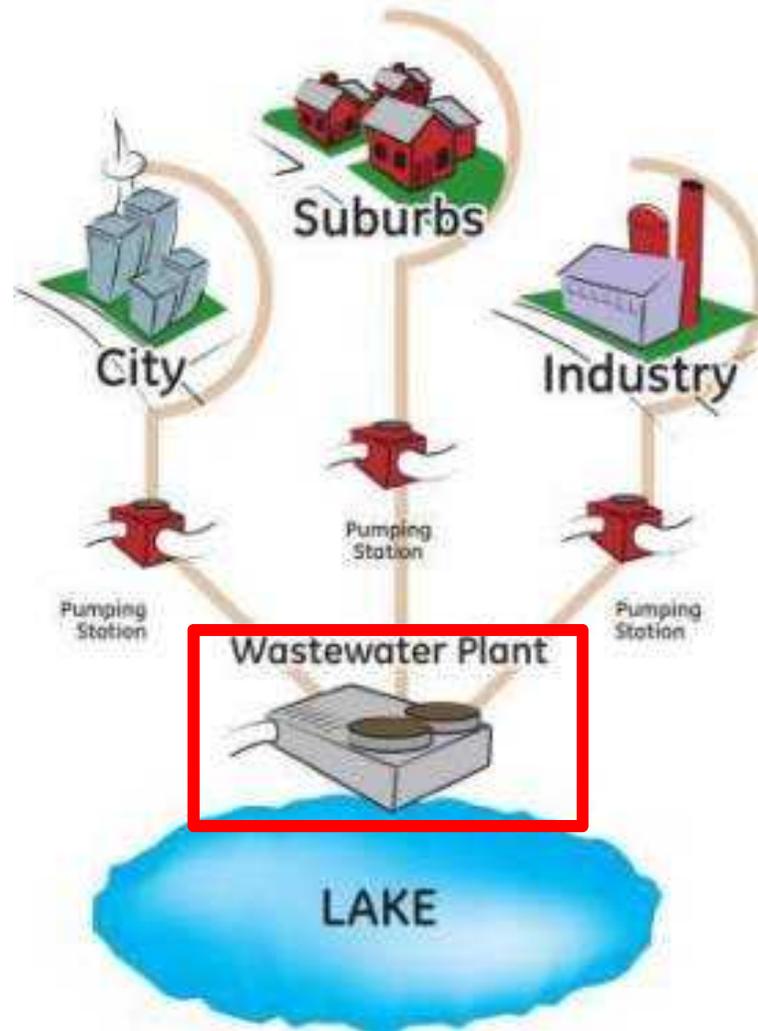


- 100 000 composti chimici sono registrati nella UE e circa 3000 sono “new compounds” (registrati negli ultimi 20 anni)
- 30 000 prodotti in quantità >1 ton/anno
- 5 000 distribuiti in quantità >100 ton/anno
- 8 700 integratori alimentari
- 3 300 farmaceutici

Fonte: EINECS (European Inventory of Existing Chemical Substances)



# Nessun timore, qualcuno “ripulirà”... è proprio così?

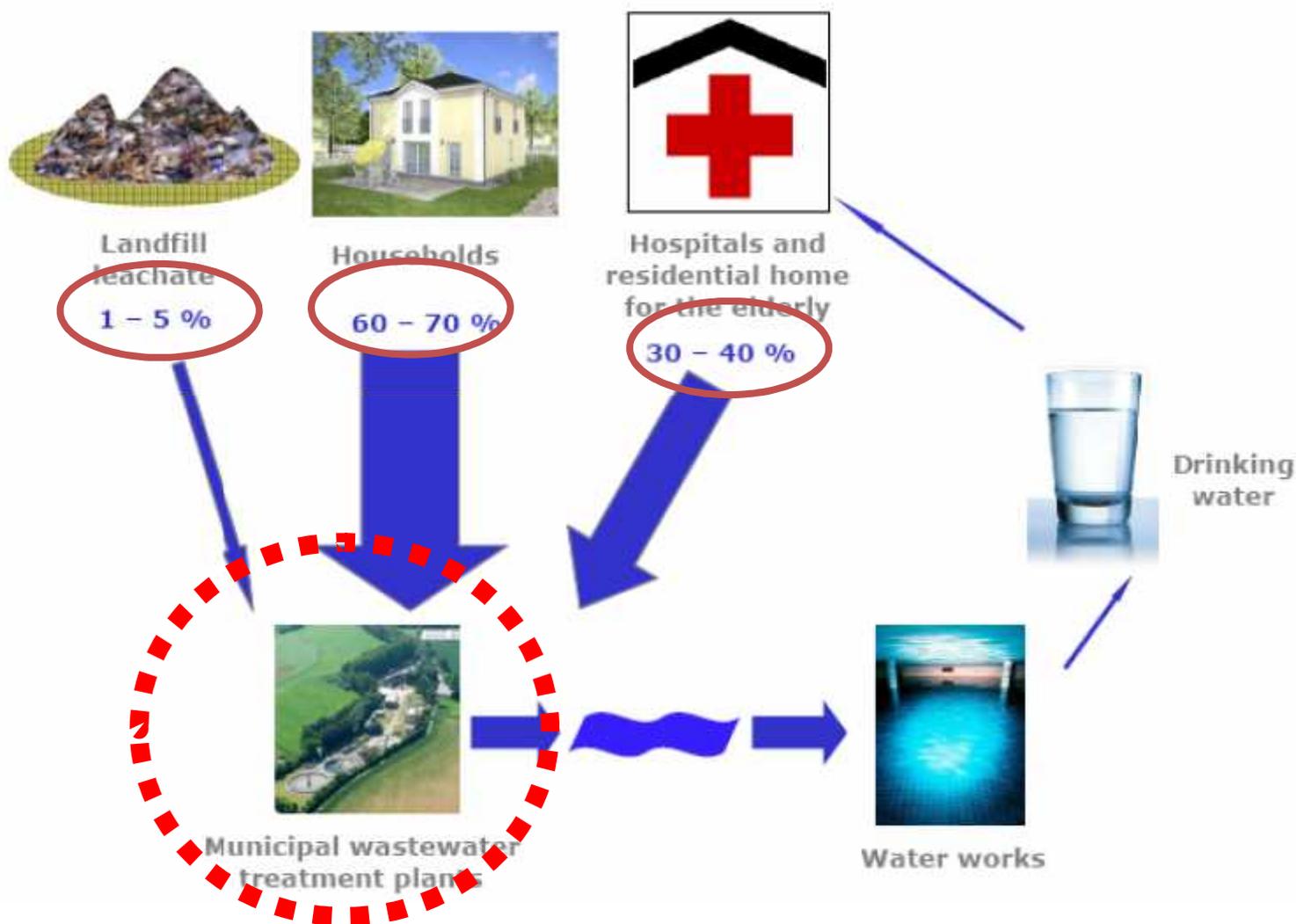


W20<sub>20</sub>

**ECO STP**  
Eco Technologies for  
Wastewater Treatment



# Sfatiamo alcuni falsi miti: origini di farmaci nell'ambiente



# Esempio di inquinamento diffuso: ormoni nei liquami zootecnici

- Concentrazione di ormoni (17- $\beta$ - estradiolo, estrone, 17- $\alpha$ - estradiol) nel range 5÷80  $\mu\text{g/L}$

**Negli USA *10 milioni di bovini e 43 milioni di suini* scaricano giornalmente:**

- **10–30 kg di 17- $\beta$ -estradiolo**
- **20–80 kg di estrone**



L'allarme dal 2004

Huge amounts of waste generated by farm animals are flooding the environment with potentially endocrine-disrupting hormones

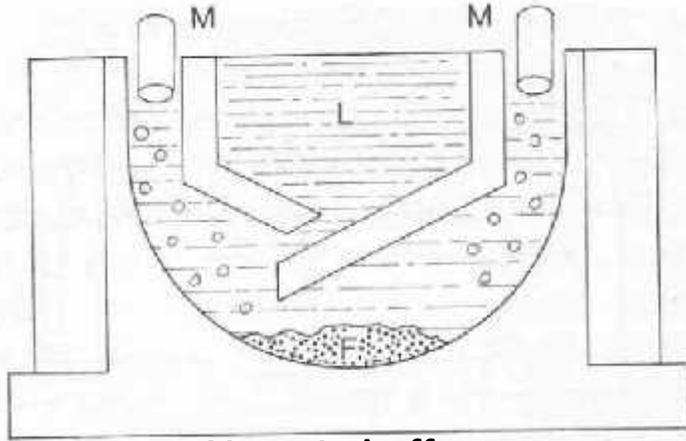


# ***Tipi di inquinanti (ad oggi) di interesse nel trattamento delle acque reflue urbane***

<b>Convenzionali</b> <i>Considerati nella progettazione dei depuratori</i>	Solidi sospesi totali Solidi colloidali BOD, COD, COT Ammoniaca, nitrati, nitriti, azoto totale Fosforo Batteri, cisti, oocisti di protozoi, virus
<b>Non convenzionali</b>	Sostanze organiche refrattarie Composti organici volatili Tensioattivi Metalli Solidi disciolti totali
<b>Emergenti</b>	<b>Farmaci prescritti e non prescrittibili</b> <b>Prodotti per la cura e l'igiene personale</b> <b>Antibiotici a uso umano e animale</b> <b>Interferenti endocrini</b> <b>Droghe illecite</b>



# ***Non un'evoluzione omogenea, ma uno scenario esistente eterogeneo: dalla fossa Imhoff all'impianto integrato***



**Vasca Imhoff**



**Depuratore urbano da 8000 abitanti equivalenti**



**Depuratore convenzionale di Verona**



**Impianto integrato di Treviso**



# Scenario nazionale: Insufficiente depurazione (Istat, 2008)

Fatta 100 capacità depurativa necessaria (oltre 81 milioni AE)

Realizzata (18000 depuratori urbani in esercizio):  
75,2 % (Bolzano 95,9%, Calabria 59,1%)

Utilizzata: 59,0 % (Bolzano 90,0%, Sicilia 42,0%)

Rispetto direttiva 91/271

Per art.3, 87% (media UE 15 97%, Germania 100%, Francia 96%)

Per art. 4, 64% (media UE 15 88%, Germania 100%, Francia 84%)

Per art.5, 86%(media UE 15 90%, Germania 100%, Francia 87%)



# Gli investimenti nel settore della depurazione (stime Federutility)

Fabbisogno di investimenti di circa **65 miliardi di Euro (di cui circa 30 per la depurazione)**, pari a 2,2 miliardi per 30 anni.

Da piani pilota: più 2,9 miliardi anno nel prossimo triennio per il rispetto di impegni comunitari.

Per superare l'attuale gap si dovrebbero investire oltre 5 miliardi l'anno a fronte degli attuali 1,5, di cui 1,2 a carico della tariffa, distribuiti in modo disomogeneo sul territorio e in costante diminuzione negli ultimi anni.

L'attuale investimento pro-capite è pari a 26 euro/ab/y contro i 40 previsti nei piani d'ambito e gli 80-120 dei paesi OECD più avanzati.



# Il costo del non fare

- **Le penali comunitarie possono avere un costo sino a 700 milioni di euro l'anno fino al raggiungimento degli obiettivi comunitari**



# La depurazione municipale in Veneto

Numero degli impianti di depurazione delle acque reflue urbane del Veneto, suddivisi per provincia e per classi di potenzialità (in abitanti equivalenti). Anno 2010

PROVINCI A	CLASSI DI POTENZIALITA' DEGLI IMPIANTI (AE)				TOTALE
	< 2.000 AE	2.000 – 9.999 AE	10.000 – 99.999 AE	> 100.000 AE	
Belluno	35	25	3	1	64
Padova	21	19	25	1	66
Rovigo	45	19	8	0	72
Treviso	55	24	14	0	93
Venezia	18	16	8	6	48
Verona	45	13	14	2	74
Vicenza	64	16	12	6	98
<b>TOTALE</b>	283	132	84	16	515

Su base BOD5, COD, TSS

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua>



# La depurazione municipale in Veneto

PROVINCIA	N. impianti conformi	N. impianti non conformi	TOTALE	PERCENTUALE DI CONFORMITA'
Belluno	29	0	29	100%
Padova	45	0	45	100%
Rovigo	27	0	27	100%
Treviso	38	0	38	100%
Venezia	30	0	30	100%
Verona	34	0	34	100%
Vicenza	29	0	29	100%
<b>TOTALE</b>	<b>232</b>	<b>0</b>	<b>232</b>	<b>100%</b>

Su base BOD5, COD, TSS

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua>



# Depuratori nell'ATO Veronese

Gli Enti Gestori gestiscono rispettivamente:

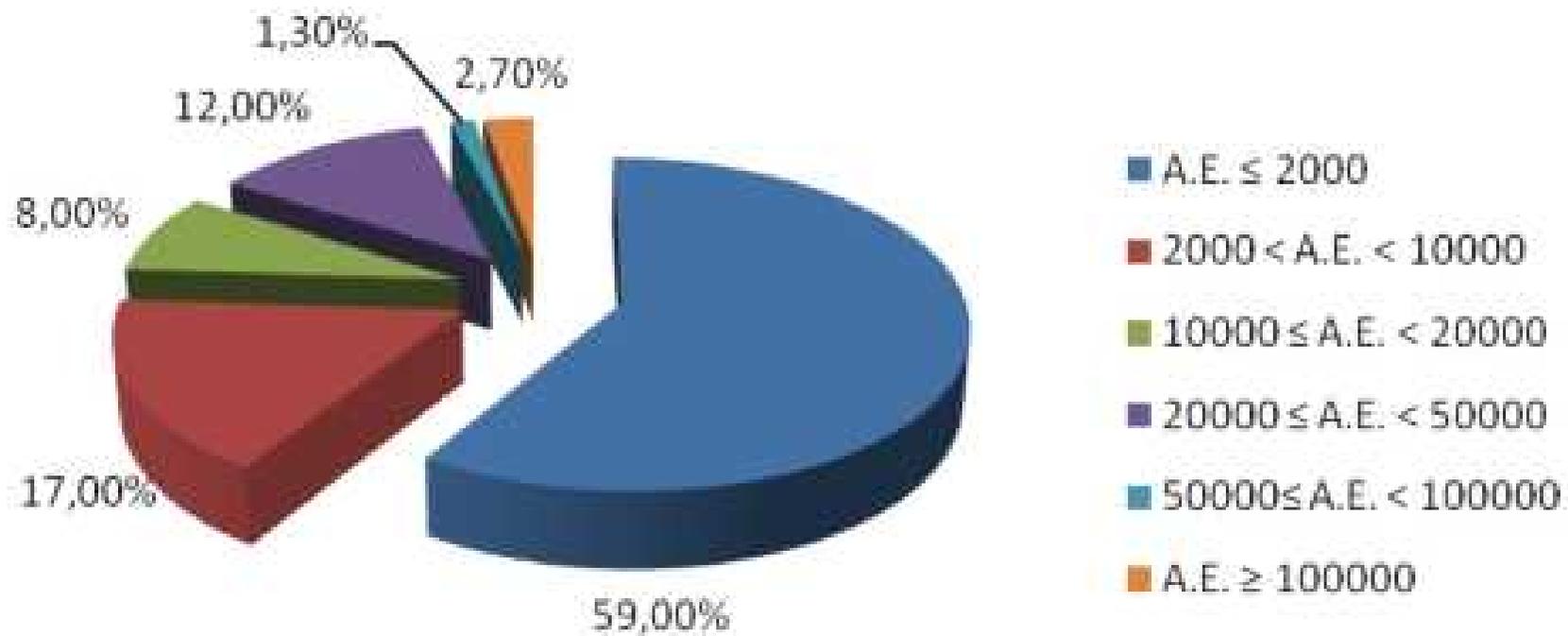
- AGS SpA, 11 impianti e 11 fosse Imhoff;
  - Acque Veronesi Scarl, 62 impianti e circa 80 fosse Imhoff.
- 2 impianti di depurazione attualmente gestiti direttamente dai comuni: Caldiero (30.000 A.E.) e Castel d'Azzano (20.000 A.E.)

La potenzialità di progetto complessiva di tutti gli impianti di depurazione dell'ATO Veronese è pari a 1.257.569 AE.

Fonte: Piano d'Ambito ATO Veronese



### distribuzione della potenzialità degli impianti di depurazione dell'ATO



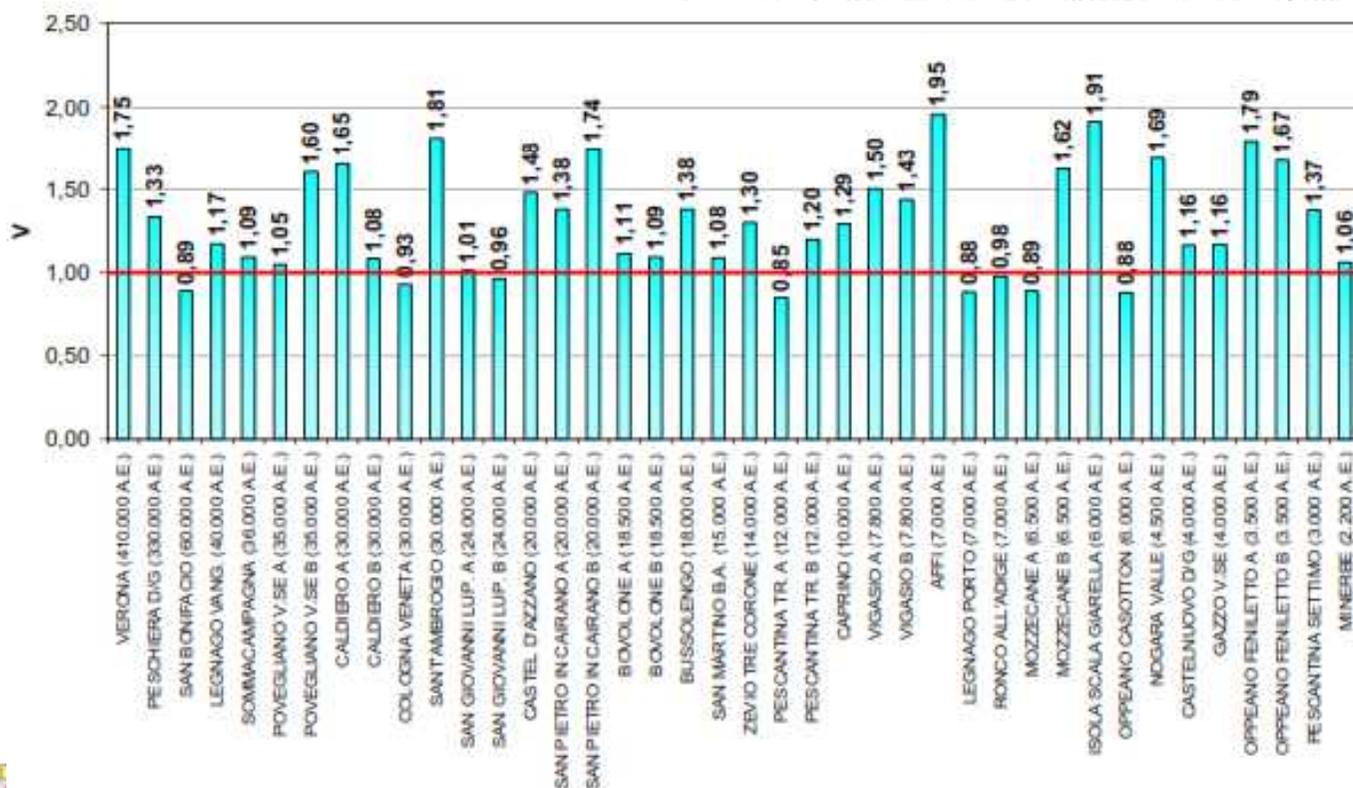
Fonte: Piano d'Ambito ATO Veronese



# Gli indici di funzionalità valutati degli impianti in provincia di Verona

- di efficienza depurativa dell'impianto (D) (RIFERITA A ;
- di gestione dei fanghi (F);
- dei consumi di energia (E);
- dei consumi di reagenti e di combustibile (R);
- dei costi di gestione (C).

$$V = D \cdot p_D + F \cdot p_F + E \cdot p_E + R \cdot p_R + C \cdot p_C$$



Fonte:  
Piano d'Ambito  
AATO Veronese

Indice > 1 ----> RISULTATO BUONO  
Indice < 1 ----> RISULTATO NON BUONO



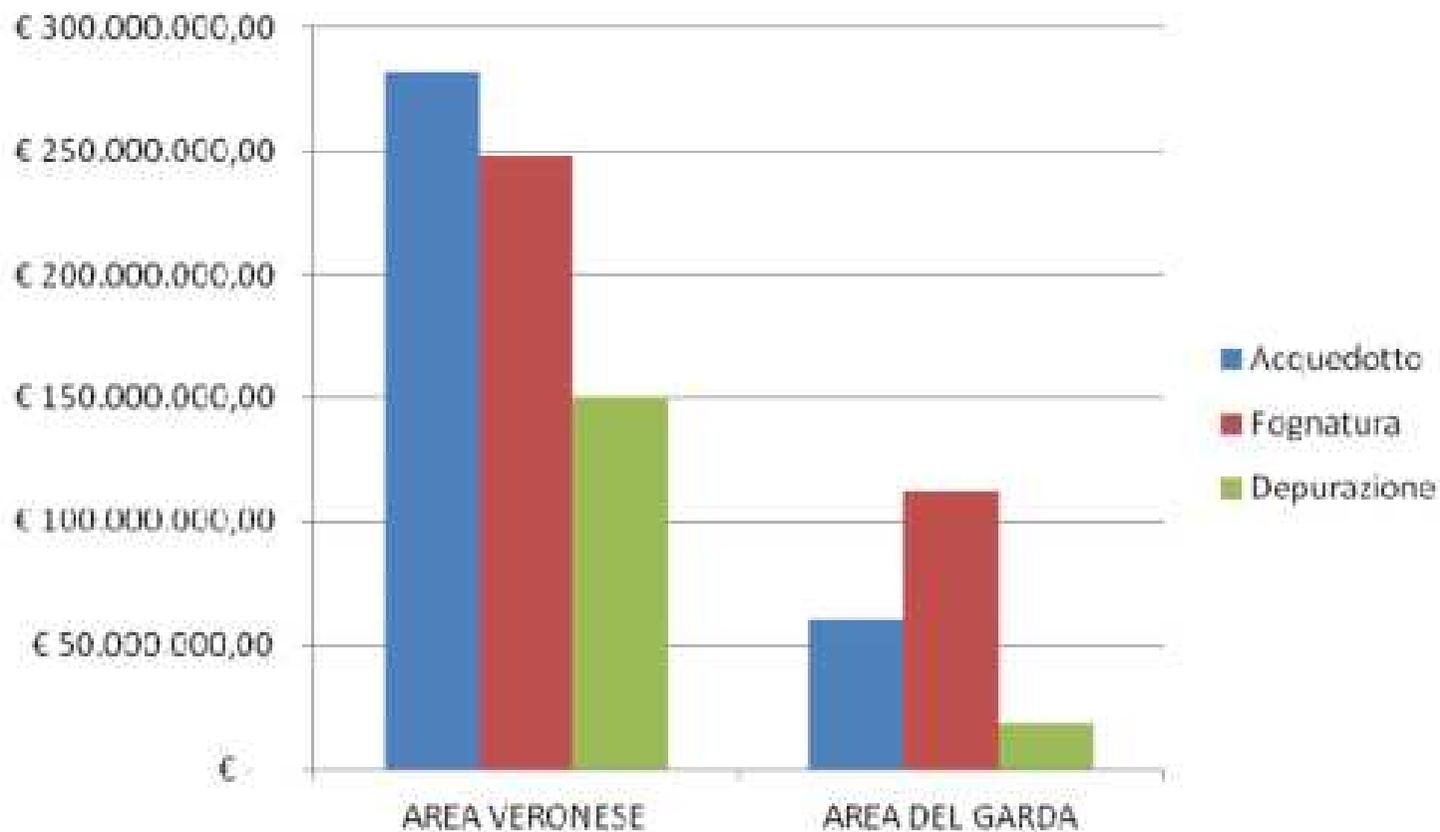
Fonte: Piano d'Ambito ATO Veronese



# ATO Veronese:

## Investimenti nel periodo 2013-2042

Suddivisione degli investimenti tra area gestionale e servizio



Fonte: Piano d'Ambito ATO Veronese



# COME INVESTIRE NELLO SVILUPPO SOSTENIBILE DELLA GESTIONE E TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE



# Le visioni dello sviluppo

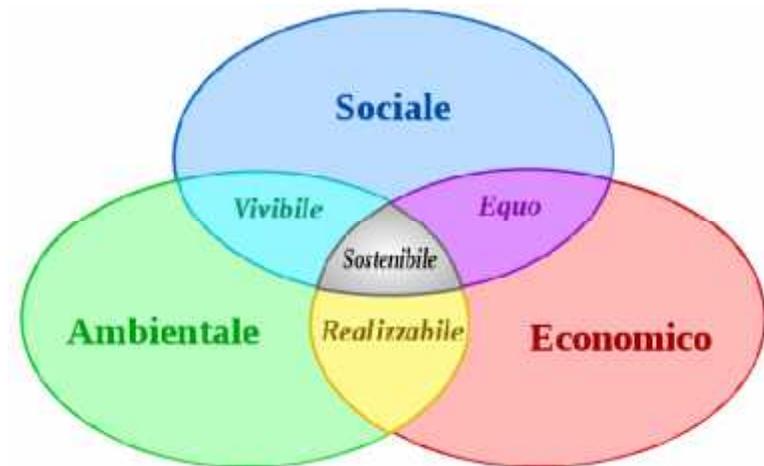


## Sviluppo sostenibile “antropocentrico”

Gro Harlem Brundtland, Presidente della WCED,  
Ex Primo Ministro della Norvegia

*Sustainable development  
meets the needs of the  
present generation without  
compromising the ability  
of future generations to  
meet their needs*

*Gro H. Brundtland*

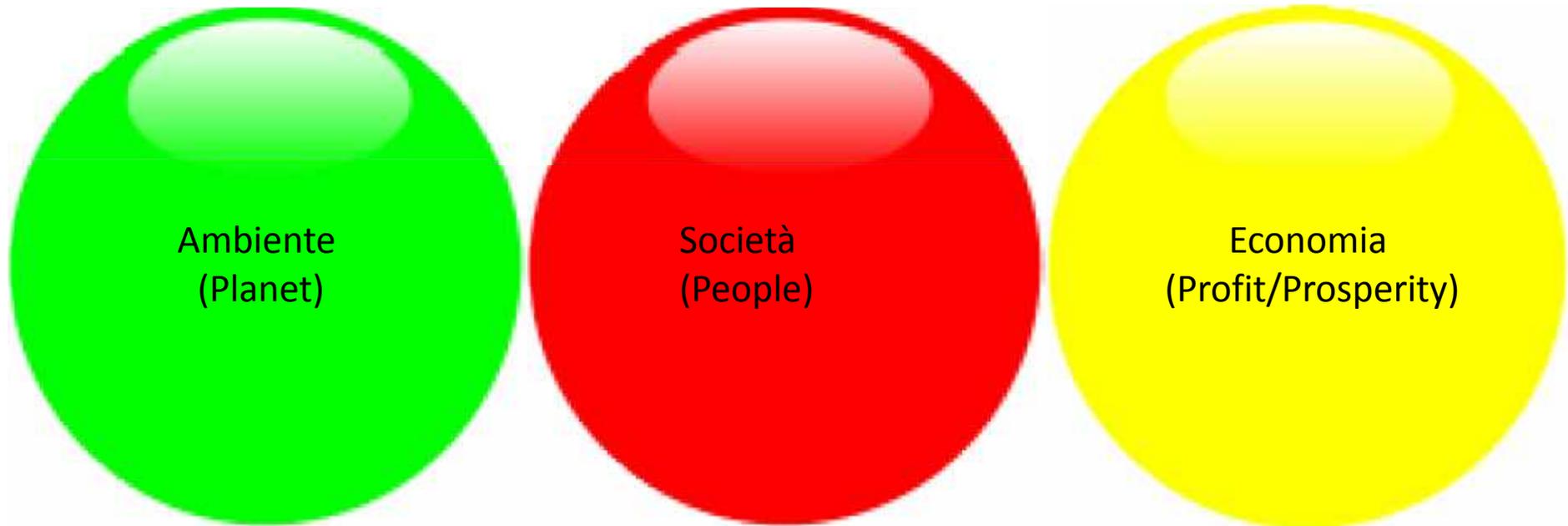


**Lo *Sviluppo sostenibile* è uno sviluppo che soddisfa i bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni**

# Le visioni di sviluppo

## Sviluppo sostenibile

La linea di base (Le “3P”)

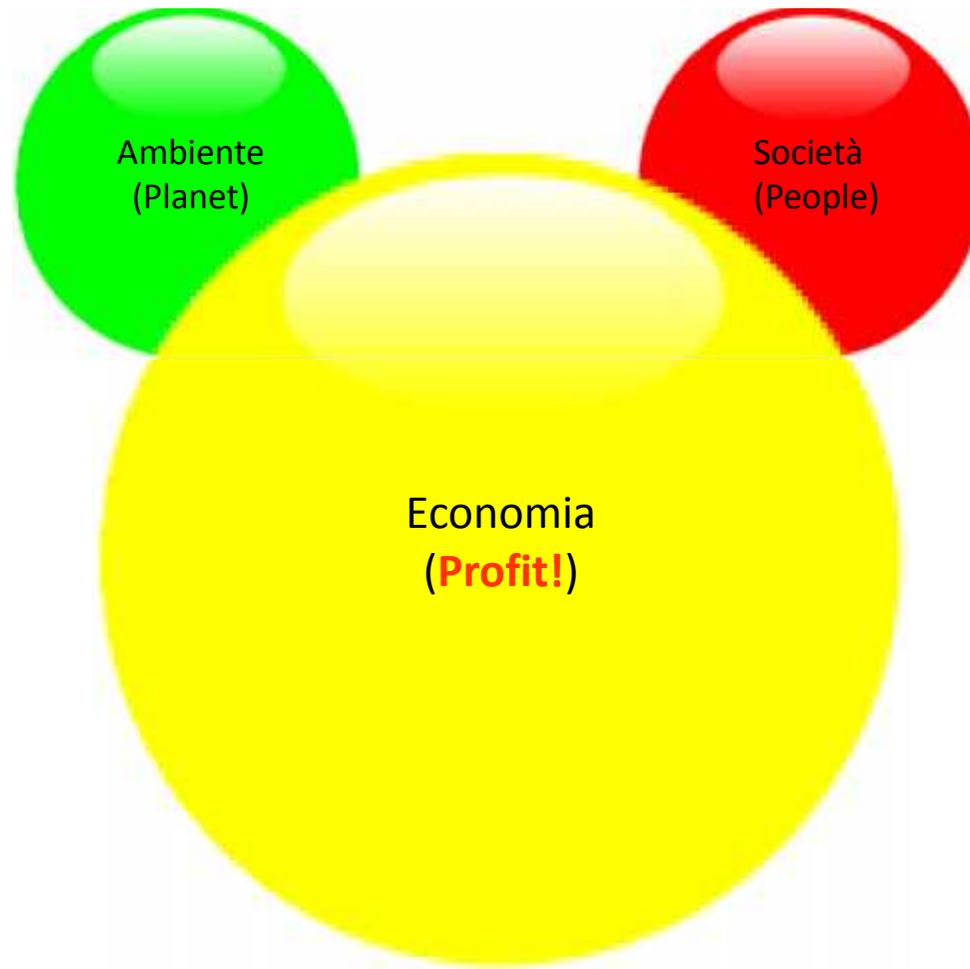


Natura **unica** (Globalizzazione)

Elkington, J., Tickell, S. y Lee, M., 2007. SustainAbility. 20 Years of Global Leadership [online]. London: SustainAbility. [www.sustainability.com](http://www.sustainability.com)

# Le visioni di sviluppo

## Sviluppo sostenibile “reale”



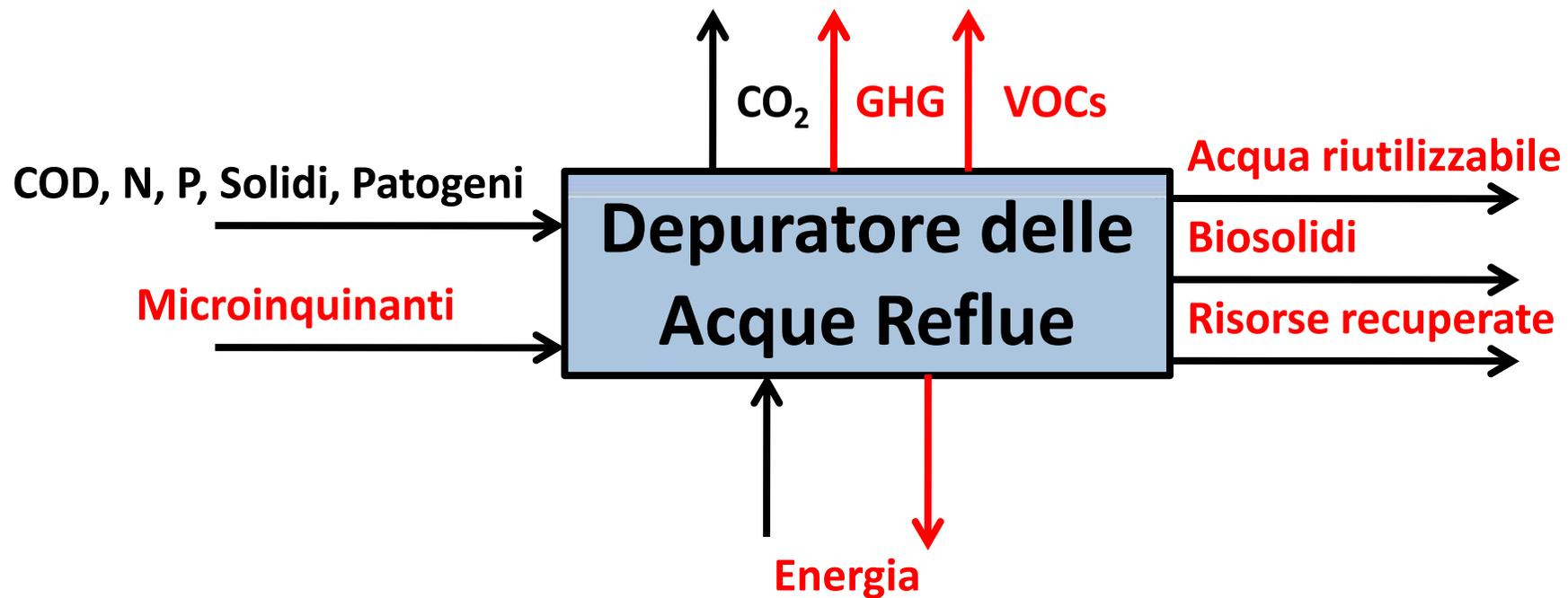
# Obiettivi e criticità per la gestione del SII

La gestione della risorsa idrica dovrebbe essere:

- **rispettosa dell'ambiente**, ma con adeguati costi economici e sociali,
- **economicamente sostenibile**, ma con minimi impatti ambientali e sociali,
- **socialmente e territorialmente equa**, ma con adeguati costi economici e minimi impatti ambientali

L' "efficienza" della gestione della risorsa idrica è attualmente un concetto soggettivo, interpretato dallo specifico portatore di interesse

# Il depuratore del XXI secolo: un'idea astratta o un'innovazione perseguibile?

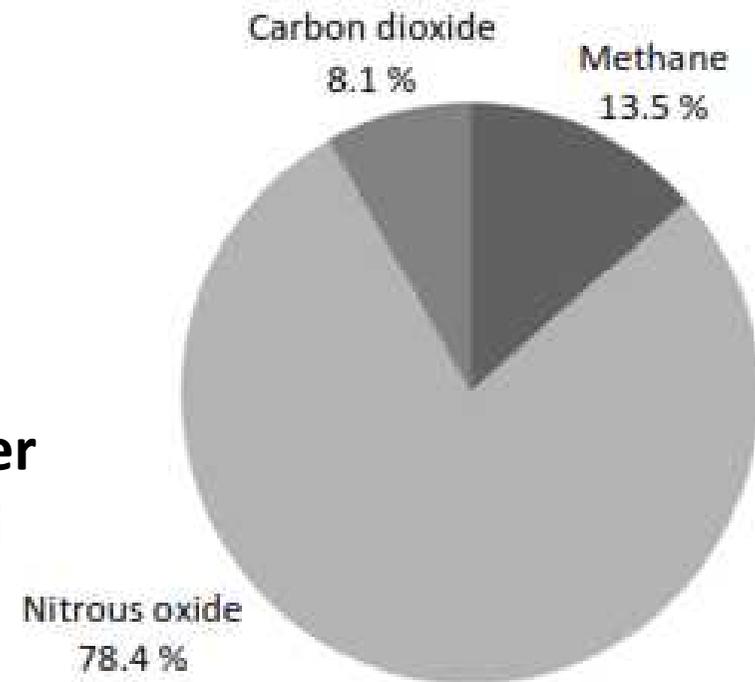


# Consumi energetici ed emissioni di gas serra in depuratori urbani

La depurazione delle acque reflue municipali in USA ed UE comporta circa **3% dei consumi di energia elettrica complessivi**

Tuttavia, il principale impatto serra è dato dalle emissioni dirette di greenhouse gas.

Le emissioni globali di N<sub>2</sub>O in depuratori urbani sono stimate in **0.22 TgN/yr (Mosier et al.,1999)**, pari al **3.2%** delle emissioni totali antropogeniche di NO



# Le sfide del network Water2020

## Recupero di risorse e riutilizzo delle acque depurate

- ✓ *Ottimizzazione dei trattamenti biologici delle acque reflue (nuove tecnologie, controllo automatico dei processi)*
- ✓ *Post-trattamenti per il riutilizzo delle acque reflue urbane*
- ✓ *Integrare gli impianti esistenti con tecnologie per il recupero di risorse (nutrienti, energia, bioplastiche)*

## Minimizzazione dei consumi energetici e dei costi di gestione

- ✓ *Ottimizzazione della progettazione (nuove tecnologie ed EDSS)*
- ✓ *Ottimizzazione della gestione (controllo del processo)*
- ✓ *Analisi dell'efficienza, fattibilità economica e funzioni di costo*

## Minimizzazione della produzione dei fanghi e miglioramento gestionale

- ✓ *Innovare processi biologici di trattamento (in linea acque e in linea fanghi)*
- ✓ *Ottimizzazione steps di pretrattamento*



# Water research & education: cosa si fa nel mondo? Alcuni esempi

---



Centro di eccellenza di singole Università  
Centre for Water Sciences  
Cranfield University (UK)

---



Centro di eccellenza UNESCO  
Delft (Olanda)

---



Centro nazionale di consorzi universitari  
International Water Centre (Australia)

---



# Ricerca & Sviluppo dell'Università di Verona

- Trattamento integrato di acque reflue e rifiuti organici biodegradabili in sistemi decentralizzati
- Co-digestione anaerobica di rifiuti organici biodegradabili (produzione di bio-hythane)
- ***Rimozione corto-circuitata dell'azoto e iperaccumulo via-nitrito del fosforo da effluenti anaerobici***
- ***Presenza, rimozione e destino di contaminanti emergenti dalle acque reflue urbane e/o industriali***
- ***Recupero di biopolimeri dalle acque reflue municipali***
- ***Sistemi di supporto alla decisione per l'ammmodernamento degli impianti di depurazione delle acque reflue (Water2020)***

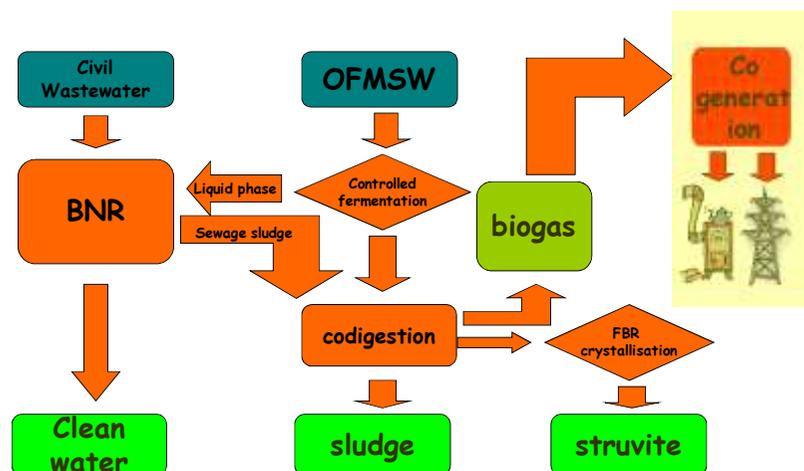


# Progetti internazionali di R&S in corso

n.	FUNDING PROGRAM	ACRONYM	TITLE	PERIOD
1	IEE (Intelligence Energy Europe)	GR3 	G <sup>R</sup> ass as a G <sup>R</sup> een Gas Resource: Energy from landscapes by promoting the use of grass residues as a renewable energy resource	2012-2014
2	FP7 (Cooperation)	ROUTES 	Innovative systems solutions for municipal sludge treatment and management	2012-2014
3	Life+ 2011 "Environmental Policy and Governance"	ISWM 	Integrated solid waste management	2012-2014
4	FP7 (People)	LEF BIOWASTE 	Low Environmental Footprint Biological Treatment Processes for Waste and Wastewater Treatment	2012-2016
5	FP7 (Cooperation)	VALORGAS 	Valorization of Food Waste to Biogas	2010-2013
6	COST action	WATER 2020 	Conceiving Wastewater Treatment in 2020 – Energetic, environmental and economic challenges	2013-2016
7	Life+ 2012 "Environmental Policy and Governance"	LIVE-WASTE 	Sustainable management of livestock waste for the removal/recovery of nutrients	2013-2016
8	Bodossaki Foundation	INNO-WATER 	Investigation of the application of an innovative integrated UASB – MBR system for the enhanced treatment of municipal wastewater	2012-2014



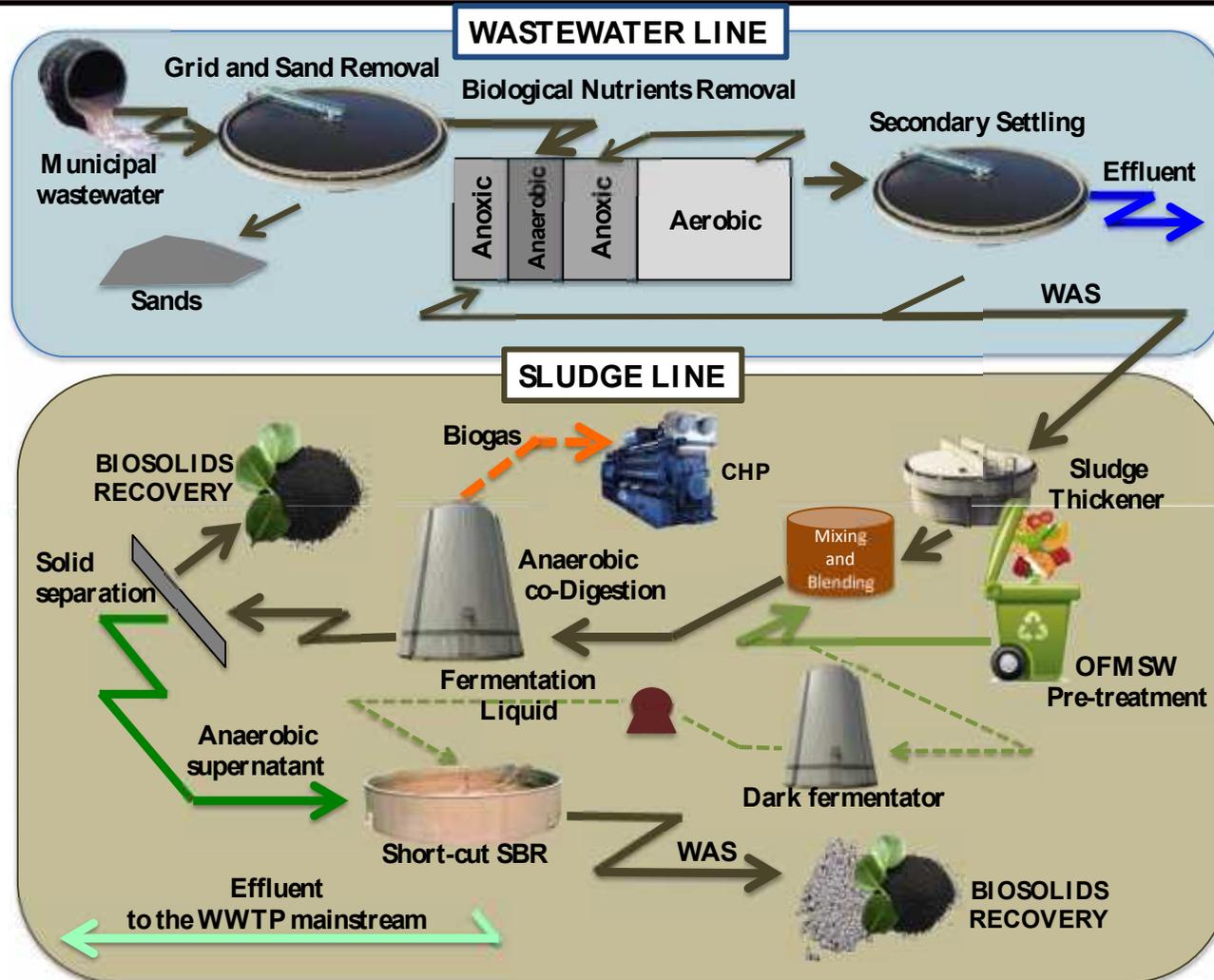
# Trattamento integrato di acque reflue e FORSU



Are sperimentali di Treviso finanziate principalmente negli anni 90 dalla Regione del Veneto e dal Comune di Treviso



# Siamo fermi agli anni '90?



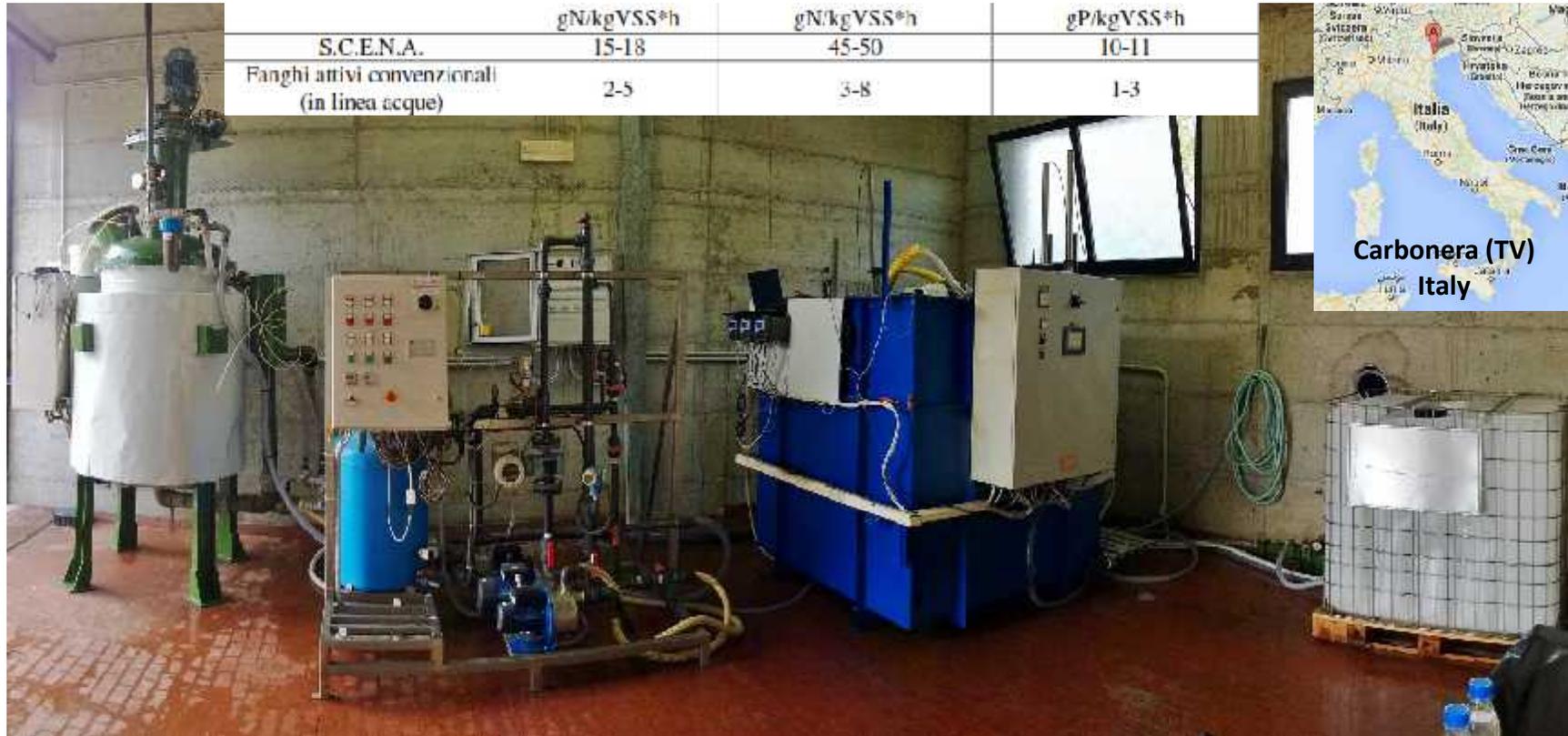
Nuovi sistemi di trattamento per il recupero di risorse da fanghi di depurazione e FORSU



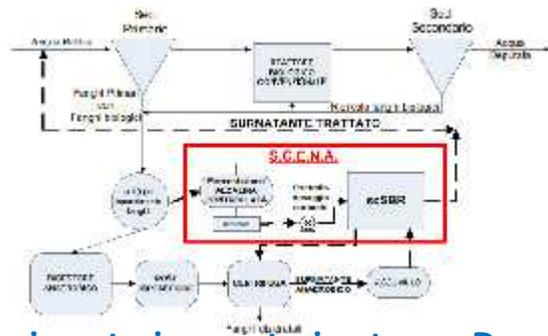
# Joint project



# Progetto S.C.E.N.A.



	gN/kgVSS* <sup>h</sup>	gN/kgVSS* <sup>h</sup>	gP/kgVSS* <sup>h</sup>
S.C.E.N.A.	15-18	45-50	10-11
Fanghi attivi convenzionali (in linea acque)	2-5	3-8	1-3

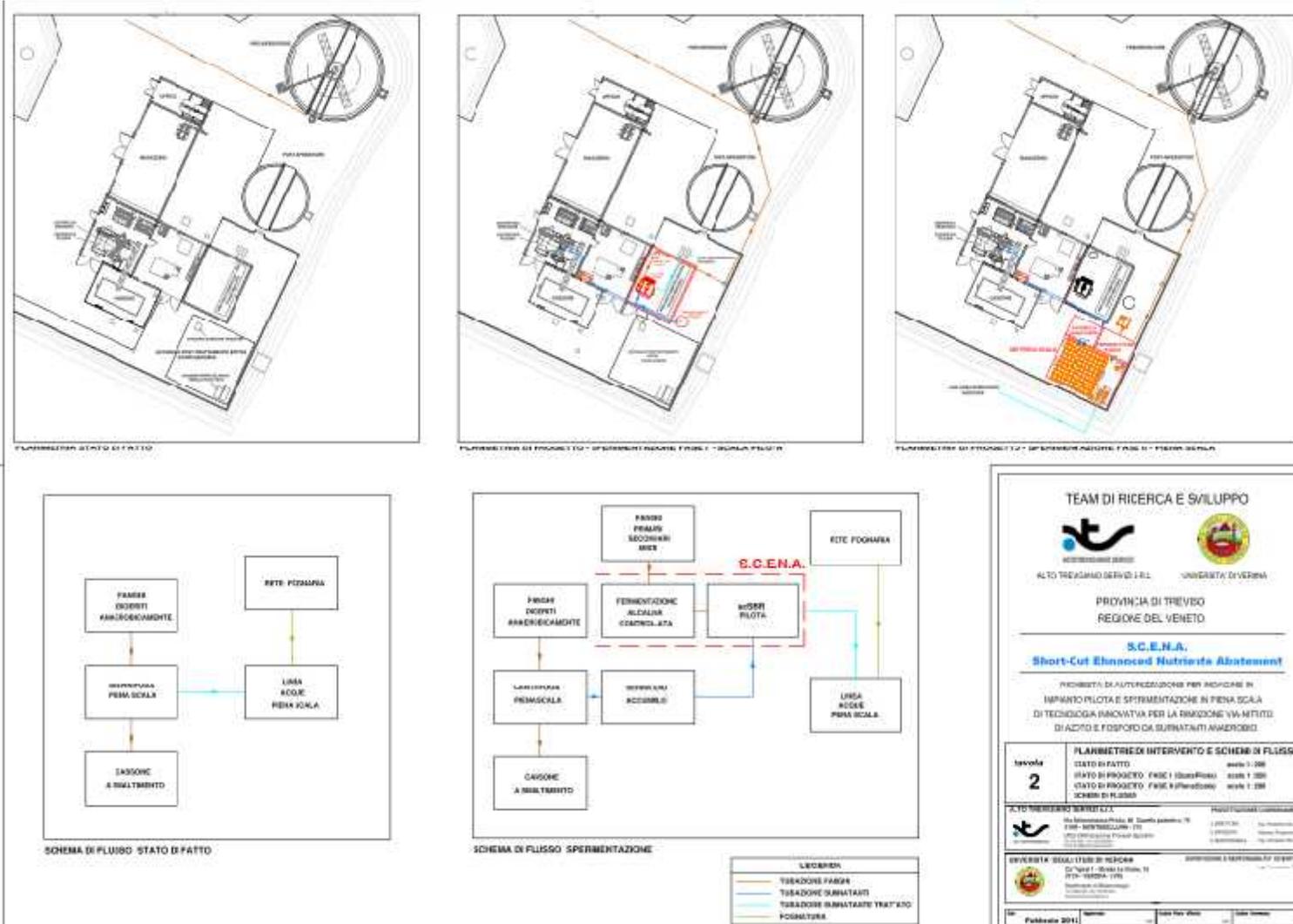


**Short-Cut Enhanced Nutrients Removal (SCENA) from Anaerobic Supernatant -Piena Scala nel 2014-**



Sperimentazione autorizzata con Decreto della Regione del Veneto n. 754 del 21.05.2013 "indagine in impianto pilota e sperimentazione in piena scala di tecnologia innovativa per la rimozione Via-Nitrito dei nutrienti azoto e fosforo dai surnatanti anaerobici presso l'impianto di depurazione di Carbonera (TV)"

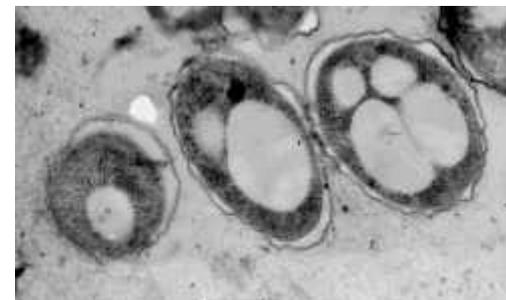
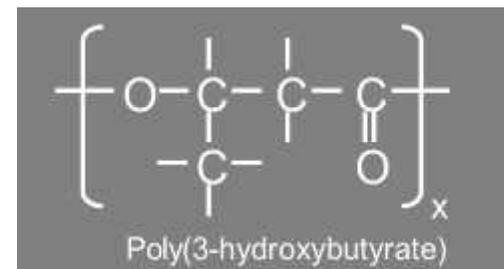
# Progetto S.C.E.N.A. nel 2014



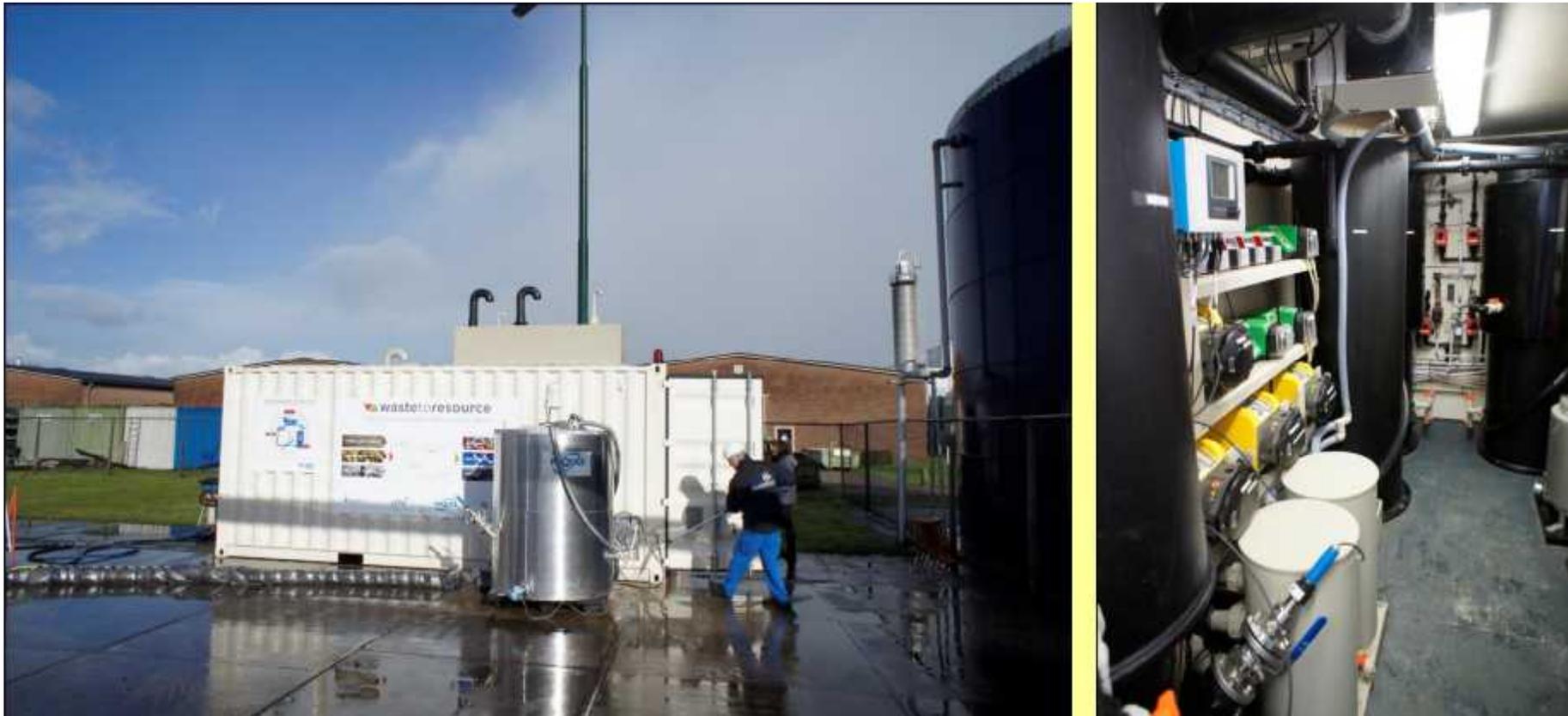
Sperimentazione autorizzata con Decreto della Regione del Veneto n. 754 del 21.05.2013 “indagine in impianto pilota e sperimentazione in piena scala di tecnologia innovativa per la rimozione Via-Nitrato dei nutrienti azoto e fosforo dai surnatanti anaerobici presso l’impianto di depurazione di Carbonera (TV)”

# The dream: recupero di bioplastiche da fanghi di depurazione

- ✓ Proprietà simili a plastiche petrolchimiche
- ✓ Proprietà dipendono dal monomero e dalla lunghezza della catena: fibre termoplastiche ed elastomeriche
- ✓ Biodegradabili
- ✓ Prodotte da risorse rinnovabili
- ✓ Prezzo 3-5 € / kg
- ✓ Microrganismi capaci di produrle sono diffusi nell'ambiente (>90% sono archaea ed eubatteri)
- ✓ Stoccaggio in granuli (amorfi)
- ✓ Stoccaggio in condizioni dinamiche feast-famine



# Produzione di bioplastiche da scarti agroindustriali



Impianto pilota presso fabbrica cioccolato MARS



# A new concept for upgrading existing municipal WWTPs

In the public-owned water utility ATS

Alkaline AF

Production of bioplastics from sludge

Short-cut SBR

Membrane separation

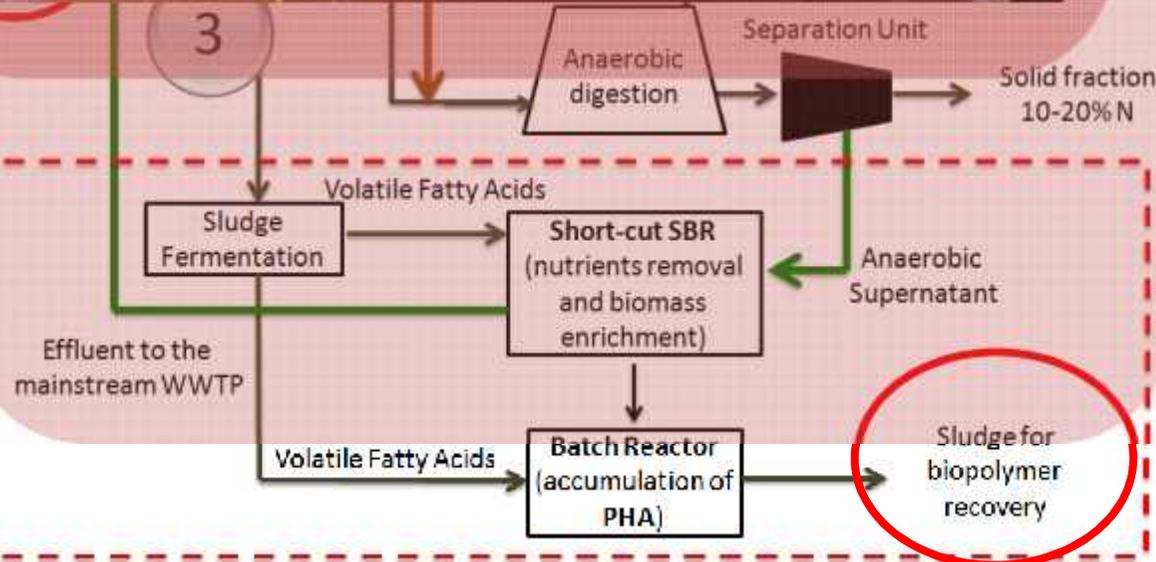
Fermentation Liquid

Effluent  
-20% N

2

Solutions – Benefits:

- Avoid nutrients overload in treatment line
- Production of bioplastics





Technical, Environmental  
& Economic Challenges

Verona  
Italy, 23-25 June 2014



## BRIEF OVERVIEW – JANUARY 2014

*Visit [www.ecostp.org](http://www.ecostp.org)*

Organized by:



DICA - Env. Section



# 245 Contributions submitted from 41 Countries



# Local collaboration



## Under the auspices (to date) of:



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



Pending patronages:

Regione del Veneto, Ordine degli Ingegneri, Federutility