



GRUPPO DI LAVORO
GESTIONE IMPIANTI DI DEPURAZIONE
dell'Università di Brescia

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

4 Giugno 2019, Parma

LE VERIFICHE DI FUNZIONALITA' APPLICATE AGLI IMPIANTI DI POTABILIZZAZIONE

Sabrina Sorlini
Università di Brescia

In collaborazione con



VERIFICHE DI FUNZIONALITA': finalità

- individuare le reali condizioni di funzionamento
- valutare la efficienza di rimozione degli inquinanti
- verificare la conformità con i limiti normativi
- valutare l'efficienza energetica
- individuare eventuali anomalie di funzionamento
- individuare le cause dei malfunzionamenti
- individuare interventi correttivi

VERIFICHE DI FUNZIONALITA': quali?

VERIFICHE GENERALI

- Verifica sulle portate (bilancio idraulico)
- Verifica sull'efficienza depurativa
- Verifica sul consumo di reagenti
- Verifica sui consumi energetici
- Verifica idrodinamica

VERIFICHE DI FUNZIONALITA': quali?

VERIFICHE SPECIFICHE (unità di trattamento)

LINEA TRATTAMENTO ACQUA

- Trattamenti fisici:
 - sedimentazione
 - filtrazione granulare
- Trattamenti chimico-fisici:
 - coagulazione/flocculazione
 - adsorbimento su carbone attivo granulare
- Trattamenti chimici:
 - ossidazione e disinfezione chimica
- Trattamenti biologici

LINEA TRATTAMENTO FANGHI

ECONOMIA CIRCOLARE e POTABILIZZAZIONE dell'ACQUA

- *Ottimizzazione upgrade* degli impianti
- Ottimizzazione dei **consumi energetici**
- Riduzione degli **sprechi di acqua**
- Ottimizzazione dei **consumi di reagenti**
- Ottimizzazione della gestione dei **fanghi chimici**:
 - da RIFIUTO a RISORSA

VERIFICHE DI FUNZIONALITA': **upgrade degli impianti**

Le **verifiche di funzionalità** vengono effettuate su un impianto esistente per:

- individuare eventuali anomalie di funzionamento
- individuare le cause dei malfunzionamenti
- individuare interventi di upgrade



L'UPGRADE degli impianti basato sulle verifiche di funzionalità si inserisce pienamente nello spirito dell'**ECONOMIA CIRCOLARE** per:

- Priorità degli interventi «gestionali» rispetto a quelli «impiantistici»
- Minimizzazione dei costi di intervento di upgrade
- Riduzione dei costi di esercizio
- Minimizzazione dei rifiuti

ECONOMIA CIRCOLARE e POTABILIZZAZIONE dell'ACQUA

- *Ottimizzazione upgrade* degli impianti:
- Ottimizzazione dei **consumi energetici**
- Riduzione del **consumo di acqua**
- Ottimizzazione del **consumo di reagenti**
- Ottimizzazione della gestione dei **fanghi chimici**:
 - da RIFIUTO a RISORSA

VERIFICHE DI FUNZIONALITA': consumi di EE - esempi

Gestore 1 (BS)

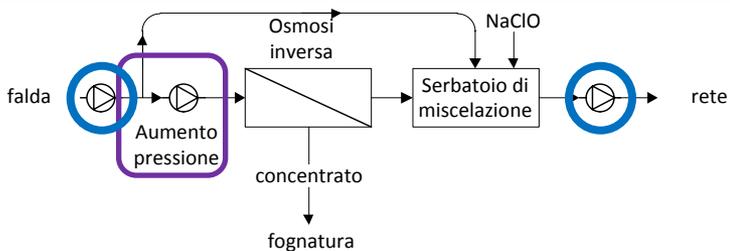
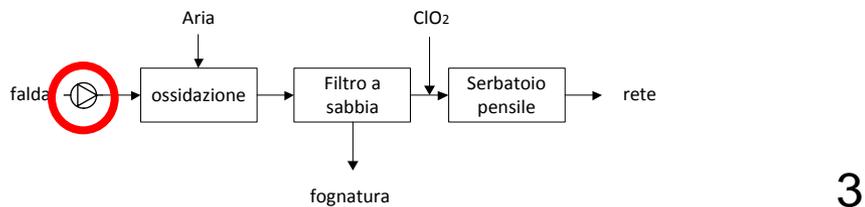
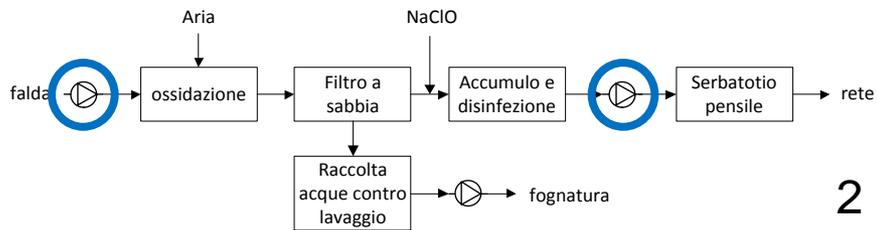
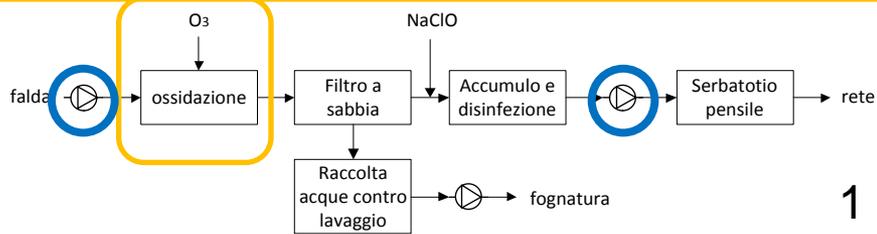
Gestore 2 (CR)

Impianto N.	Popolazione civile servita (abitanti)	Portata di acqua emunta (m ³ /anno)	Tipologia di fonte alimentata all'impianto	Inquinanti presenti nell'acqua grezza	Impianto N.	Popolazione civile servita (abitanti)	Portata di acqua emunta (m ³ /anno)	Tipologia di fonte alimentata all'impianto	Inquinanti presenti nell'acqua grezza
1	3.000	207.000	Sotterranea	Ferro e manganese	1	3.056	239.310	sotterranea	Manganese Arsenico Ammonio Metano
2	3.900	527.000	sotterranea	Ferro e manganese	2	4.769	271.532	sotterranea	Manganese Arsenico Ammonio
3	1.400	178.000	sotterranea	Ferro e manganese	3	6.223	634.682	sotterranea	Ferro Manganese Ammonio
4	1.000	78.000	sotterranea	Nitrati					

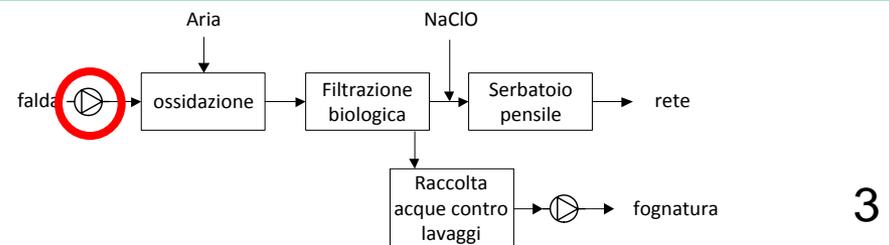
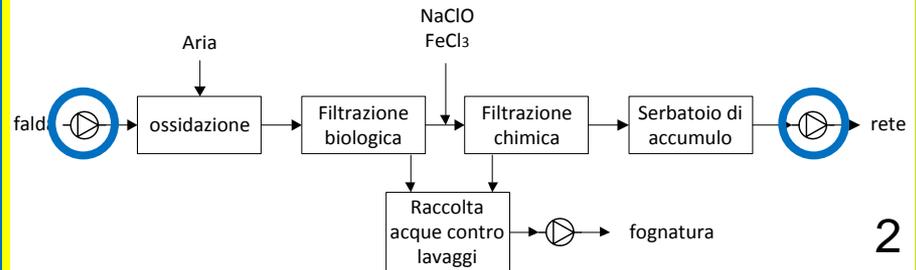
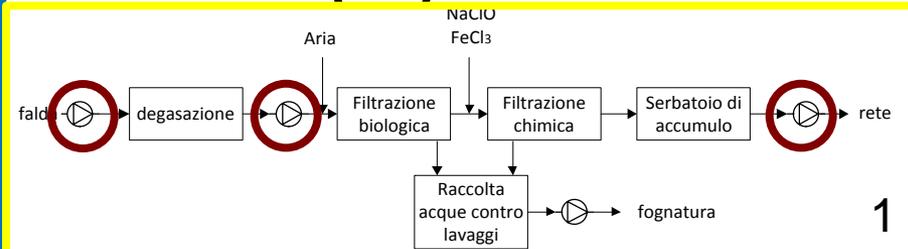
➤ fonte sotterranea: 0,48-0,50 kWh/m³

VERIFICHE DI FUNZIONALITA': consumi di EE - esempi

Gestore 1 (BS)



Gestore 2 (CR)



Legenda:

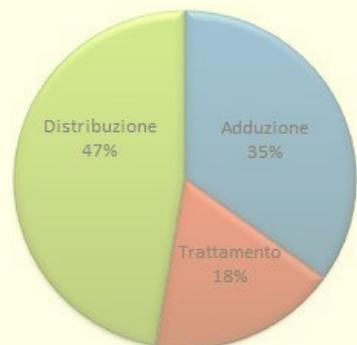
 Pompa di sollevamento

VERIFICHE DI FUNZIONALITA':

GESTORE 1 (BS)

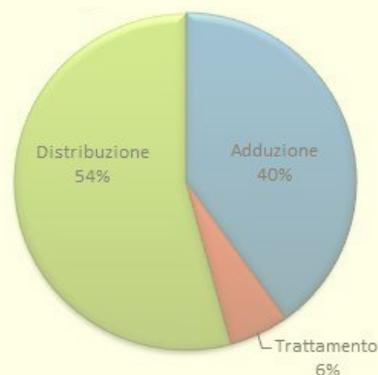
consumi di EE - esempi

1 - ozono



109.136 kWh/anno

1 - aria



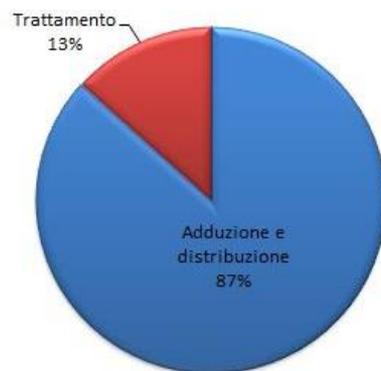
95.196 kWh/anno

2



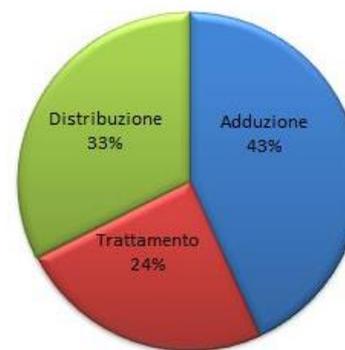
232.288 kWh/anno

3



53.226 kWh/anno

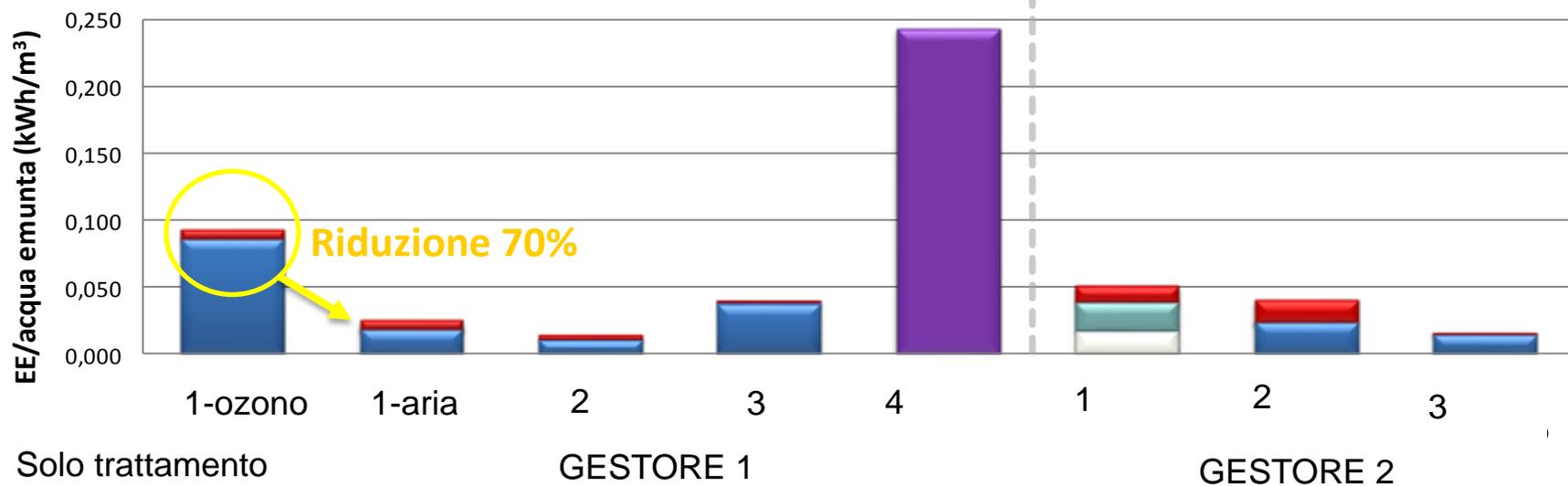
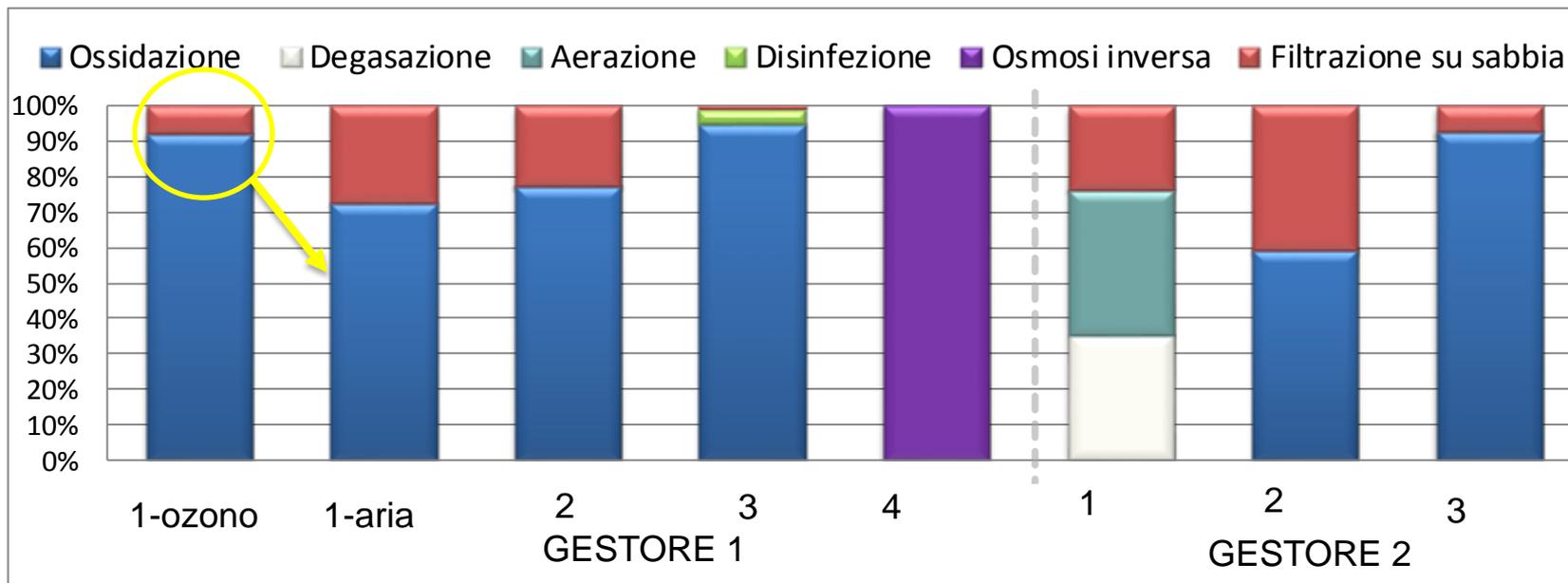
4



78.136 kWh/anno

Trattamento: 4-24% consumo totale EE

VERIFICHE DI FUNZIONALITA': consumi di EE - esempi



ECONOMIA CIRCOLARE e POTABILIZZAZIONE dell'ACQUA

- *Ottimizzazione upgrade degli impianti:*
 - ridurre i costi
 - ridurre i rifiuti prodotti
- Ottimizzazione dei **consumi energetici**
- Riduzione del **consumo di acqua**
- Ottimizzazione dei **consumi di reagenti**
- Ottimizzazione della gestione dei **fanghi chimici:**
 - da RIFIUTO a RISORSA

VERIFICA DI FUNZIONALITA': unità di filtrazione granulare – **consumo di acqua**

⇒ verifica della durata del ciclo di filtrazione:

- analisi in continuo di torbidità in funzione del tempo di filtrazione
- analisi perdite di carico filtro in funzione del tempo di filtrazione
→ determinazione intervallo tra i controlavaggi

⇒ Verifica di parametri di performance:

- *Unit Filter Run Volume (UFRV)*: volume di acqua filtrato per unità di superficie filtrante durante il ciclo di filtrazione
 - < 200 m³/m² bassa performance
 - > 410 m³/m² media performance
 - > 610 m³/m² buona performance

⇒ verifica dell'efficienza dei controlavaggi:

- qualitativa: monitorare la torbidità nell'acqua in uscita dal filtro prima e dopo il controlavaggio e la riduzione di perdita di carico sul filtro stesso conseguente al controlavaggio
- quantitativa: rapporto tra il volume di acque utilizzata per il controlavaggio del filtro e quello dell'acqua trattata nell'impianto
 - <2%: performance ottimale
 - 2-5%: performance media
 - >5%: performance scarsa

ECONOMIA CIRCOLARE e POTABILIZZAZIONE dell'ACQUA

- *Ottimizzazione upgrade degli impianti:*
 - ridurre i costi
 - ridurre i rifiuti prodotti
- Ottimizzazione dei **consumi energetici**
- Riduzione del **consumo di acqua**
- Ottimizzazione dei **consumi di reagenti**
- Ottimizzazione della gestione dei **fanghi chimici:**
 - da RIFIUTO a RISORSA

VERIFICHE DI FUNZIONALITA':

consumi reagenti

⇒ COAGULAZIONE/FLOCCULAZIONE

- caratteristiche dei reagenti (UNI)
- efficienza dei sistemi di dosaggio e miscelazione reagenti
- verifica del dosaggio reattivi e pH ottimale (prove di jar test) ASTM D2035-80 (2003)

⇒ OSSIDAZIONE/DISINFEZIONE

- caratteristiche dei reagenti (UNI)
- efficienza generatori (reattivi in situ)
- concentrazione attiva sui microrganismi ("Cxt") (es. cloro libero)
- verifica del dosaggio ottimale dei reagenti: curva di domanda (AWWA Standard Methods 2350-1998; UNI EN 14718-2007)
- verifica della formazione dei sottoprodotti di ossidazione (AWWA Standard Methods 5710-1998)

ECONOMIA CIRCOLARE e POTABILIZZAZIONE dell'ACQUA

- *Ottimizzazione upgrade degli impianti:*
 - ridurre i costi
 - ridurre i rifiuti prodotti
- Ottimizzazione dei **consumi energetici**
- Riduzione del **consumo di acqua**
- Ottimizzazione dei **consumi di reagenti**
- Ottimizzazione della gestione dei **fanghi chimici:**
 - da RIFIUTO a RISORSA

In Italia **750.000 t/anno** fango disidratato proveniente da impianti di potabilizzazione che trattano acqua superficiale con una spesa di circa **50 milioni di euro l'anno**

Composizione chimica:

Idrossido di ferro, idrossido di alluminio, materia organica colloidale o disciolta, argilla, limo e microrganismi

ESEMPI PER LA VALORIZZAZIONE RECUPERO IN AGRICOLTURA

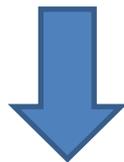
Pascolo, terreni coltivati,
foreste, parchi pubblici,
giardini privati,..



- Correzione acidità suolo (riduzione pH)
- Prevenzione perdita di fosforo nei deflussi da terreni agricoli
- Miglioramento delle proprietà-fisico strutturali del suolo (porosità, conduttività idraulica, capacità di ritenzione idrica, contenuto di sostanza organica e livelli di nutrienti)

ESEMPI PER LA VALORIZZAZIONE

APPLICAZIONI GEOTECNICHE/ RIPRISTINI AMBIENTALI



- Risanamento di laghi eutrofici: copertura dei sedimenti con immobilizzazione del fosforo
- Copertura delle discariche di rifiuti

ESEMPI PER LA VALORIZZAZIONE RECUPERO COME MATERIALE DA COSTRUZIONE

PRODUZIONE DI
CEMENTO/
CALCESTRUZZO



Composizione
chimica a base di
idrossidi metallici
(proprietà leganti)

COSTRUZIONI
STRADALI

Materiale per lavori
geotecnici e costruzioni
stradali (miscele
bituminose, strato di
base per la costruzione
di strade)



Caratteristiche
geotecniche e
geoambientali dei
fanghi

PRODUZIONE DI
MATTONI



Composizione
chimica con
presenza di
limo/argilla

CONCLUSIONI

⇒ Verifiche di funzionalità:

- strumento essenziale per comprendere le “reali” condizioni di funzionamento di un impianto, **individuare criticità, margini di miglioramento/ottimizzazione**
- permettono di scoprire le potenzialità di miglioramento di un impianto sul piano gestionale, senza necessariamente ricorrere ad onerosi interventi di carattere impiantistico → **UPGRADE INTELLIGENTE** impianto

⇒ Utile strumento per:

- Ottimizzare il funzionamento di un impianto
- Ridurre il consumo di **materie prime** (reagenti, acqua)
- Ridurre il **consumo di energia**
- Ottimizzare la gestione dei **residui prodotti** (es. fanghi, acque di lavaggio, ecc.) → valorizzazione di **RISORSE**

Bibliografia

- Bertanza G., Collivignarelli C. (2012): Impianti di trattamento acque: verifiche di funzionalità e collaudo, Hoepli Editore
- Collivignarelli C., Sorlini S. (2014): Risparmio energetico nei sistemi di approvvigionamento idropotabile: captazione, trattamento e distribuzione. Maggioli Editore.
- Collivignarelli C., Sorlini S. (2009): POTABILIZZAZIONE DELLE ACQUEPROCESSI E TECNOLOGIE - TEORIA APPLICAZIONI ESEMPI DI CALCOLO. Flaccovio Editore.
- Babatunde A.O., Zhao Y.Q (2007). Constructive approaches towards water treatment works sludge management : an international review of beneficial re-uses. In: Critical Reviews in Environmental Science and Technology. Taylor & Francis.
- Dassanayake K.B., Jayasinghe G.Y., Surapaneni A., Hetherington C. (2014). A review on alum sludge reuse with special reference to agricultural applications and future challenges. Waste Management.
- Kyncl M. (2008). Opportunities for water treatment sludge re-use. GeoScience Engineering, vol.54.
- Verlicchi P., Masotti L. (2000). Reuse of drinking water treatment plants sludges in agriculture: problems, perspectives and limitations. In: Technology transfer. Proceedings of the 9th International Conference on the FAO ESCORENA Network on recycling of agricultural, municipal and industrial residues in agriculture. Gargano, Italy.

Ambiente & Territorio



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



A cura di
Carlo Collivignarelli e Sabrina Sorlini

a cura di Giorgio Bertanza e Carlo Collivignarelli

IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE: VERIFICHE DI FUNZIONALITÀ E COLLAUDO

Manuale operativo

biblioteca tecnica HOEPLI



HOEPLI

Potabilizzazione delle acque Processi e tecnologie

TEMA - APPLICAZIONI - ESEMPI DI CALCOLO



HOEPLI.IT
BIBLIOTECA TECNICA

Grazie per l'attenzione
sabrina.sorlini@unibs.it