



INGEGNERIA DELL'AMBIENTE



N. 1/2024



Nel trattamento delle acque il massimo rispetto per l'ambiente

Da anni ci dedichiamo con passione
allo sviluppo ed alla messa a punto
di sistemi per la depurazione delle acque
senza inquinare l'aria.

Ozono per ridurre i microinquinanti,
ossigeno per eliminare gli aerosol per soluzioni
a scala reale e sperimentazioni a cura del nostro
laboratorio di biologia e chimica ambientale.

Gruppo SIAD.
Technical gases, Engineering,
Healthcare, LPG and Natural Gas.

thesiadgroup.com





INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

INDICE



VOL. 11
NUM. 1
2024

Ingegneria
dell'Ambiente
per il 2024
è sostenuta da:



better together



Editoriale

- 1 Le nuove sfide dell'ingegnere ambientale
Michele Torregrossa

- 5 10 anni di Ingegneria dell'Ambiente
La Redazione

Articoli

- 17 Analisi sperimentale sulla degradazione in condizioni anaerobiche di vaschette a base carta per il cibo d'asporto
Florian Fava, Giovanni Dolci, Martina Intilisano, Valeria Venturelli, Francesca Malpei, Mario Grosso

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- 27 Il traguardo climatico europeo per il 2040 e il percorso verso la neutralità climatica entro il 2050 all'insegna di una società giusta, prospera e sostenibile
Commissione europea
- 33 Sintesi della 66ª giornata di studio di ingegneria sanitaria-ambientale "Impianti di trattamento rifiuti liquidi: AIA e applicazione delle BAT conclusions"
Alessandro Abbà, Carlo Collivignarelli, Alberto Riva, Sabrina Sorlini, Italo Tordini

Pubbliredazionali

- 38 Gestione di un impianto di depurazione con impiego di strumentazione di analisi on line e controllori avanzati ed automatici del processo
Maria Serena Gironi
- 44 Veolia Water Technologies è stata scelta da Madama Oliva per il revamping dell'impianto di trattamento delle acque reflue di Carsoli (AQ)
Matteo Scattolin
- 48 Sonde e apparecchiature da campo CID per rilevare: COD, SST, Tensioattivi, Volume e velocità di sedimentazione dei fanghi
Arcangelo Ventura, Davide Ventura, Carlo Ventura

Rubriche

- 52 Informazioni dalle aziende



IdA



Direttore responsabileStefano Caserini (*Università di Parma*)**Direzione scientifica**Stefano Caserini (*Università di Parma*)Elena Sezenna (*Politecnico di Milano*)Roberto Canziani (*Politecnico di Milano*)**Comitato scientifico**Manuela Antonelli (*Politecnico di Milano*)Arianna Azzellino (*Politecnico di Milano*)Vincenzo Belgiorio (*Università di Salerno*)Giorgio Bertanza (*Università di Brescia*)Gianluigi Buttiglieri (*Catalan Institute for Water Research, Girona, Spagna*)Andrea Capodaglio (*Università di Pavia*)Alessandra Carucci (*Università di Cagliari*)Stefano Cernuschi (*Politecnico di Milano*)Paola Crippa (*Università di Notre Dame, USA*)Giovanni De Feo (*Università di Salerno*)Massimiliano Fabbicino (*Università di Napoli Federico II*)Francesco Fatone (*Università Politecnica delle Marche*)Elena Ficara (*Politecnico di Milano*)Paola Foladori (*Università di Trento*)Mario A. Gandini (*Univ. Aut. de Occidente, Cali, Colombia*)Grazia Ghermandi (*Università di Modena e Reggio Emilia*)Daniele Goi (*Università di Udine*)Mario Grosso (*Politecnico di Milano*)Giovanni Lonati (*Politecnico di Milano*)Claudio Lubello (*Università di Firenze*)Francesca Malpei (*Politecnico di Milano*)Salvatore Masi (*Università della Basilicata*)Giulio Munz (*Università di Firenze*)Salvatore Nicosia (*Università di Palermo*)Senem Ozgen (*Laboratorio Energia e Ambiente, Piacenza*)Eleonora Perotto (*Politecnico di Milano*)Francesco Pirozzi (*Università di Napoli Federico II*)Alessandra Poletti (*Università di Roma La Sapienza*)Raffaella Pomi (*Università La Sapienza, Roma*)Marco Ragazzi (*Università di Trento*)Ezio Ranieri (*Politecnico di Bari*)Enrico Remigi (*DHI, Merelbeke, Belgio*)Lucia Rigamonti (*Politecnico di Milano*)Paolo Roccaro (*Università di Catania*)Francesco Romagnoli (*Riga Technical Univ., Riga, Lituania*)Diego Rosso (*University of California, Irvine, USA*)Sabrina Saponaro (*Politecnico di Milano*)Elena Sezenna (*Politecnico di Milano*)Fabio Tatano (*Università di Urbino*)Sergio Teggi (*Università di Modena e Reggio Emilia*)Davide Tonini (*JRC Siviglia*)Vincenzo Torretta (*Università dell'Insubria*)Mentore Vaccari (*Università di Brescia*)Paola Verlicchi (*Università di Ferrara*)Gaspere Viviani (*Università di Palermo*)Maria Chiara Zanetti (*Politecnico di Torino*)**Comitato di redazione**

Stefano Cernuschi, Arianna Azzellino, Mario Grosso,

Giovanni Lonati, Lucia Rigamonti, Elena Sezenna

Segretaria di redazione

Loredana Alaimo

INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE

N. 1/2024

**Copyright**

I testi sono pubblicati da Ingegneria dell'Ambiente con la licenza CREATIVE COMMONS Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 3.0 Italia (CC BYNC-SA 3.0 IT)

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/it/deed.it>

Chiunque è libero di:

- *Condividere* – riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare questo materiale con qualsiasi mezzo e formato;
- *Modificare* – remixare, trasformare il materiale e basarsi su di esso per le sue opere;

alle seguenti condizioni:

- *Attribuzione* – Deve essere attribuita adeguatamente la paternità del materiale, fornendo un link alla licenza e indicando se sono state effettuate modifiche. È possibile realizzare queste condizioni in qualsiasi maniera ragionevole, ma senza suggerire che il licenziante avalli il modo in cui il materiale è usato.
- *Non Commerciale* – Non è possibile usare il materiale per scopi commerciali.
- *Stessa Licenza* – Se si trasforma il materiale o ci si basa su di esso, è fatto obbligo di distribuire il contributo così prodotto con la stessa licenza del materiale originario. Il licenziante non può revocare questi diritti fintanto che i termini della licenza sono rispettati.

Editore

COLORSHADE

di Cabrini Matteo M., Via Cristoforo Colombo, 7, 20068 Peschiera Borromeo (MI), Italia.

• Redazione e pubblicità: Loredana Alaimo, Tel. 329.3126157, e-mail: redazione@ingegneriadellambiente.net

• Registrata presso il Tribunale di Milano (n.108 del 21/3/2014)

• Per abbonamenti: Tel. 02.2847518, Fax 02.45482383, e-mail: amministrazione@ingegneriadellambiente.net

• Per informazioni: Prof. Roberto Canziani, Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), Sezione Ambientale, Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, Tel. 02.23996410

– e-mail: info@ingegneriadellambiente.net

Pubblicato on-line il 21 maggio 2024

Finito di stampare in **maggio 2024**,

presso Colorshade di Cabrini Matteo M.,

Via Cristoforo Colombo, 7, 20068 – Peschiera Borromeo (MI)



LE NUOVE SFIDE DELL'INGEGNERE AMBIENTALE

Michele Torregrossa

Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Palermo

Il susseguirsi di eventi che destabilizzano l'intera comunità mondiale e il prevalere degli interessi forti di gruppi di potere economico, nel corso degli ultimi decenni, hanno avuto l'effetto di contrastare e ingessare una sana politica di protezione e cura dell'ambiente in cui viviamo.

Pertanto, sebbene oggi siano evidenti gli effetti devastanti di ciò che è stato commesso e di ciò che è stato omesso, e nonostante siano stati incrementati gli sforzi in termini di emanazione di nuove norme a tutela dell'ambiente, siamo e saremo costretti ad affrontare eventi e sfide sempre più difficili.

In questo contesto, a cui vanno ad aggiungersi anche la continua trasformazione culturale, sociale, economica e tecnologica, sorge l'esigenza, per noi ingegneri ambientali, di riesaminare il nostro ruolo alla luce delle nuove sfide da sostenere.

L'analisi non può che partire dalle fondamenta, ossia dalla formazione culturale dell'ingegnere ambientale e, quindi, dal suo percorso di studi universitari.

Nell'ambito dei corsi di laurea in ingegneria ambientale svolti negli Atenei italiani, fin da quando questi furono istituiti, è prevalso un corretto approccio multidisciplinare, equilibratamente bilanciato tra le cono-

scenze specifiche di varie branche dell'ingegneria: civile, sanitaria, chimica, dell'energia e della pianificazione territoriale. Ciò ha consentito ai laureati di trovare sbocchi lavorativi in numerosi campi di applicazione grazie alla evidente trasversalità delle competenze acquisite.

Tuttavia, ciò che oggi si osserva è che il livello di competenza acquisita dai nuovi laureati è diverso rispetto a quello di coloro che avevano conseguito la laurea negli anni '90 del secolo scorso e, in particolare, la preparazione, rispetto a quella di questi ultimi, appare meno ricca di competenze nelle applicazioni pratiche.

A tal riguardo hanno giocato un ruolo non marginale da una parte i nuovi criteri di valutazione dei docenti universitari e dall'altra la sempre più ridotta possibilità data a questi di svolgere una seppur limitata attività professionale.

Poiché i docenti di quasi tutti i settori dell'ingegneria, ai fini di possibili avanzamenti di carriera, sono adesso valutati sulla base di indicatori bibliometrici, si è ormai da tempo instaurata una sorta di corsa alla produzione di articoli scientifici che, ovviamente, comporta una sempre più estesa e impegnativa attività per l'acquisizione di fondi, per la ricerca sperimentale e per una accurata redazione dei rapporti scientifici.



Ciò, sebbene abbia certamente elevato il livello scientifico dei docenti, ha avuto come effetto che questi, visto il notevole incremento delle attività istituzionali richieste loro, non hanno più il tempo necessario per svolgere attività collaterali che gli consentano di acquisire esperienze di ingegneria pratica, potenzialmente trasferibile agli allievi. Ciò, unito alla limitazione normativa imposta sulla attività professionale, costituisce, a mio avviso, un non trascurabile fattore di rischio: chi dovrà formare ingegneri sarà sempre più propenso ad affrontare i problemi dal punto di vista scientifico e meno dal punto di vista della concreta realizzazione delle soluzioni; sarà quindi sempre più teorico e sarà sempre meno in grado di trasferire esperienza pratica.

A completare il quadro relativo alla formazione non vanno omesse circostanze, apparentemente condivisibili, come ad esempio la richiesta di semplificazione e velocizzazione dei percorsi accademici. Poiché, però, gli atenei sono valutati e finanziati in proporzione inversa rispetto ai tempi medi di completamento dei percorsi accademici degli allievi, il semplificare e velocizzare questi percorsi ha comportato, inevitabilmente, la riduzione proprio di quei contenuti formativi rivolti agli aspetti progettuali, costruttivi, e gestionali delle opere, degli interventi e dei processi, che erano il fiore all'occhiello dei primi ingegneri ambientali.

Da quanto sopra, le prime sfide: da una parte gli ingegneri docenti dovrebbero sforzarsi per rendere più ricco di concretezza il bagaglio culturale degli allievi ingegneri, nonostante i nuovi vincoli che il sistema universitario impone e, dall'altra, i nuovi ingegneri ambientali dovrebbero impegnarsi a completare la propria formazione professionale approfondendo personalmente gli aspetti più pratici.

Oltre all'aspetto della formazione universitaria, l'ingegnere ambientale ha molte altre sfide da affrontare.

Una è quella della competizione con altre professionalità (ingegneri chimici, civili e gestionali; dottori in scienze ambientali, chimiche, biologiche, geologiche e agronomiche, ecc.). Sebbene la normativa italiana sulle competenze professionali tuteli l'attività dell'ingegnere, non sono mancati casi di inosservanza.

Un campo in cui assai spesso vengono confusi i ruoli e in modo ambiguo emergono competenze inappropriate è quello delle consulenze. Infatti, in tale tipo di attività, non configurata come specificamente tipica dell'ingegnere (progettazione, direzione lavori, ecc.), molto spesso figure professionali più agguerrite tentano di proporsi come alternative all'ingegnere ambientale anche su temi che solo quest'ultimo studia nel suo percorso formativo accademico. Gli esempi in tal senso sono numerosi anche in ambito forense in cui esiti di consulenze tecniche di ufficio affidate a professionisti aventi altre competenze, esulando dai giudizi

finali, hanno in taluni casi comportato anche effetti tecnico-economici non sostenibili dalla comunità, proprio per mancata conoscenza di aspetti prettamente di competenza ingegneristico-ambientale.

La sfida, in tal senso, è e sarà quella di rendere inequivocabilmente più evidenti le nostre competenze professionali con esplicitazioni sempre più chiare, nella forma e nella sostanza, in tutte le declaratorie relative alle competenze professionali.

Un esempio assai eclatante è quello dei molti corsi pubblici e dei tanti avvisi di ricerca di personale tecnico specializzato in cui sono richieste competenze specifiche proprie dell'ingegnere ambientale, ma nei quali il titolo di studio richiesto è quello dell'ingegnere chimico o civile-idraulico, se non del laureato in scienze chimiche o biologiche. Ciò sia per mancata conoscenza dell'esistenza della nostra figura professionale da parte dell'ente che emana il bando o l'avviso, ma anche per una ridotta pubblicizzazione di ciò che siamo e di cosa sappiamo fare.

In tal senso, sebbene sia stato già fatto molto — a tal proposito mi piace evidenziare gli sforzi fatti dall'AIAT (Associazione Ingegneri per l'Ambiente e il Territorio) — c'è ancora da tanto da fare.

Un'ulteriore sfida per l'ingegnere ambientale è quella di stare al passo con una evoluzione scientifica e tecnologica galoppante, sia della strumentazione necessaria per lo svolgimento della propria attività professionale, che delle applicazioni da proporre per la prevenzione e/o la soluzione di problemi ambientali.

È quindi di fondamentale importanza per l'ingegnere ambientale instaurare un rapporto il più possibile costante con il mondo scientifico, e in particolare con l'Università che tra i compiti istituzionali ha anche quello della “terza missione”, ossia l'obbligo di diffondere cultura, conoscenze e trasferire i risultati della ricerca al di fuori del contesto accademico.

Una diffusione attuata con lo stile della “formazione permanente” (questo è un messaggio per i colleghi accademici!) anche con il coinvolgimento di professionisti esterni all'accademia (aziendali, funzionari di pubbliche amministrazioni, legali, economisti, igienisti, ecc.) sarebbe fortemente auspicabile.

Infatti, questo in taluni casi (ricordo a tal proposito la grande utilità dei corsi di Formazione Permanente organizzati dal Politecnico di Milano) è stato di fondamentale importanza per la divulgazione approfondita di tutti quegli aspetti tecnici che per limitazioni di vario genere non era possibile trasferire nell'ambito dei corsi di laurea.

L'aggiornamento costante dell'ingegnere ambientale dovrà essere basato anche sull'informazione, non saltuaria ma opportunamente cadenzata, attraverso

mezzi di comunicazione a stampa (nuovi libri, riviste specializzate) e media digitali (siti web, partecipazione a webinar, ecc.) nonché sulla partecipazione attenta e critica ad eventi espositivi in cui vengono proposte tutte le soluzioni tecnologiche più appropriate alla soluzione di problemi ambientali, con un occhio di riguardo verso le nuove tecnologie.

Di fondamentale importanza è anche un approccio consapevole con le nuove tecnologie digitali. Infatti, poiché oggi sono state sviluppate eccellenti soluzioni informatiche e una sensoristica di ottima affidabilità che consentono la gestione anche di processi complessi, l'ingegnere ambientale non può esimersi dal farne bagaglio proprio di competenza. Tuttavia, questo dovrà avvenire con la cosciente consapevolezza che, poiché i fattori che influenzano i processi ambientali sono tanti e fortemente variabili, egli dovrà tenerne in "giusto" conto dando peso adeguato ai risultati che modelli di simulazione e app, anche basati sull'applicazione dell'intelligenza artificiale, possono fornire.

Ultima, ma non per questo la meno importante, è per l'ingegnere ambientale la sfida di avere una visione ampia e aperta dei problemi da affrontare, cosa oggi sempre più ostacolata (da qui la sfida!) da una tendenza alla iperspecializzazione professionale. Se, infatti, si rimane strettamente vincolati nei confini del proprio piccolo campo di intervento, sarà sempre più difficile trovare soluzioni ai problemi da affrontare, mentre confrontandosi con mentalità aperta e critica con l'esperienza di altri in campi diversi del sapere e della tecnologia sarà possibile affrontare ostacoli tecnici oggi non attuabili per limitazione di conoscenza o di esperienza settorializzata. Un esempio positivo assai significativo è stato quello sviluppatosi ampiamen-

te nel corso della pandemia da Covid-19, durante la quale il connubio scientifico tra ingegneri ambientali, medici igienisti e biologi, ha fornito strumenti e approcci nuovi per attuare la strategia di indagine denominata "Wastewater Based Epidemiology".

Un accenno va fatto anche al rapporto tra imprese, pubbliche amministrazioni e università. L'instaurarsi di rapporti di scambio e collaborazione tra queste consente un più rapido sviluppo tecnologico e, di conseguenza, una maggiore incidenza nella risoluzione di problemi ambientali, ma anche un più rapido trasferimento di conoscenze, una crescita di competenza dei tecnici d'impresa e delle strutture pubbliche nonché l'individuazione di nuovi obiettivi da raggiungere per i quali i ricercatori possono sperimentare. In pratica una feconda *joint venture* per tutte le istituzioni che condividono questa esperienza.

In tal senso sia l'ingegnere ambientale d'impresa o della PA sia l'ingegnere ambientale ricercatore dovrebbero affrontare anche questa sfida: operare per far crescere la consapevolezza dell'importanza di questa collaborazione, ciascuno nel proprio ambito istituzionale, promuovendo e cooperando affinché questi rapporti istituzionali si instaurino.

In quest'ottica, un'occasione di sviluppo a questo tipo di rapporto sarà dato dall'evento SIDISA 2024 (XII Simposio Internazionale di Ingegneria Ambientale promosso dall'ANDIS e dal GITISA e organizzato dal Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Palermo dove si svolgerà dal 1 al 4 ottobre 2024): nel corso di questo evento è prevista una sessione parallela di confronto tra imprese, accademia e centri di ricerca avente per tema gli sviluppi tecnologici nel settore dell'Ingegneria Ambientale e le nuove forme di collaborazione.



Foto tratta da: www.spidernewtech.com/news/ifat-munich-2024-invitation



INGEGNERIA DELL'AMBIENTE



Seguiteci anche su:



Rivista tecnico-scientifica per il settore dell'ingegneria sanitaria ambientale

Ingegneria dell'Ambiente (IDA) è una rivista scientifica ad accesso aperto (open access) nata nel 2014 da un'iniziativa della Sezione Ambientale del *Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale del Politecnico di Milano*. La rivista è gratuita per autori e lettori (open access) ed è dotata di un sistema di revisione paritaria (peer-review).

Ingegneria dell'Ambiente pubblica articoli riguardanti la ricerca tecnico-scientifica nei campi di interesse dell'Ingegneria Sanitaria-Ambientale e si propone come strumento in lingua italiana per raggiungere e dialogare con tecnici ambientali, liberi professionisti, funzionari della pubblica amministrazione, formatori ed Enti di controllo. La rivista ospita contributi in lingua italiana; ma sono richiesti anche un titolo e un abstract in inglese.

I temi di interesse della rivista sono: *Tecnologie per acque di approvvigionamento e di rifiuto; Riutilizzo e recupero di energia e materia; Inquinamento dell'aria e depurazione*

delle emissioni in atmosfera; Inquinamento delle acque; Bonifiche dei suoli contaminati; Trattamento e gestione dei rifiuti; Valutazione di impatto ambientale; Cambiamenti climatici; Analisi del ciclo di vita; Energia e ambiente; Sistemi di gestione ambientale; Caratterizzazione, monitoraggio e modellistica dei fenomeni di inquinamento ambientale.

Ingegneria dell'Ambiente pubblica Articoli di ricerca, che illustrano risultati di ricerche tecnico-scientifiche; Articoli di review, che illustrano lo stato dell'arte; Comunicazioni tecnico-scientifiche, che illustrano risultati di progetti dimostrativi o soluzioni applicative innovative; Brevi resoconti di convegni o mostre; Recensioni di volumi, italiani e stranieri, di interesse per i campi dell'Ingegneria Sanitaria Ambientale; Editoriali o testi generali di inquadramento di temi di particolare rilevanza dell'Ingegneria Sanitaria Ambientale, scritti con un linguaggio divulgativo (su invito della Direzione Scientifica o del Comitato Scientifico).

Per l'invio di proposte utilizzare la piattaforma all'indirizzo: www.ingegneriadellambiente.net

Ingegneria dell'Ambiente ha il patrocinio di
IGITISA Gruppo Italiano di Ingegneria Sanitaria,
www.gitisa.it

AIAT Ass. Ingegneri per l'Ambiente e il Territorio,
www.ingegneriambientali.it

La pubblicazione su **Ingegneria dell'Ambiente** è riconosciuta ai fini dell'ottenimento di crediti per la formazione informale prevista dagli Ordini Professionali.

Nel 2024 la rivista Ingegneria dell'Ambiente è giunta al suo decimo anno di pubblicazione.

Sono stati pubblicati 302 contributi, fra articoli scientifici e comunicazione tecnico-scientifiche ed editoriali, da parte di 718 diversi autori. Questi contributi rappresentano un prezioso apporto alla ricerca e alla conoscenza nel campo dell'Ingegneria Sanitaria-Ambientale.

Nel mettere di seguito a disposizione l'indice dei numeri fino a qui pubblicati, cogliamo l'occasione di ringraziare autori e revisori per il loro prezioso contributo.

Ringraziamo altresì i lettori e gli sponsor che non ci hanno fatto mancare il loro sostegno.

Indice 1/2014

- EDITORIALE
Stefano Cernuschi
- RIMOZIONE COMPLETAMENTE AUTOTROFA DELL'AZOTO: PASSATO, PRESENTE E FUTURO
Tommaso Lotti, Davide Scaglione, Aronne Teli, Roberto Canziani, Elena Ficara, Francesca Malpei
- FATTORI DI EMISSIONE DALLA COMBUSTIONE DI LEGNA E PELLETTI IN PICCOLI APPARECCHI DOMESTICI
Stefano Caserini, Senem Ozgen, Silvia Galante Galante, Michele Giugliano, Francesca Hugony, Gabriele Migliavacca, Carmen Morreale
- PREVENZIONE DEI RIFIUTI TRAMITE LA DISTRIBUZIONE DI PRODOTTI ALIMENTARI SFUSI: UN CONFRONTO BASATO SULLA METODOLOGIA LCA
Giovanni Dolci, Simone Nessi, Lucia Rigamonti, Mario Grosso
- DETERMINAZIONE IN CONTINUO DELLA QUOTA DI ENERGIA RINNOVABILE PRODOTTA DAI TERMOVALORIZZATORI DI RIFIUTI
Marco Cesare Viganò, Roberto Guandalini, Mario Grosso
- TRATTAMENTI DI OSSIDAZIONE E DI RIDUZIONE CHIMICA PER LA BONIFICA DI SEDIMENTI CONTAMINATI
Alessandro Careghini, Kevin Gardner, Scott Greenwood, Andrea Mastorgio, Sabrina Saponaro, Elena Sezenna
- PRIMO INTERVENTO DI BONIFICA IN ITALIA DI TERRENI CONTAMINANTI DA IPA, MEDIANTE ISCO CON OZONO IN FASE GAS
Marco Morando, Andrea Bombieri, Elio Crescini, Giuseppe Rea, Andrea Guerini
- EMAS E CERTIFICAZIONI AMBIENTALI, SEMPLIFICAZIONE NORMATIVA E AGEVOLAZIONI PER LE IMPRESE
Valentina Scaglione, Massimo Mauri
- ECOSTP 2014 – ECOTECHNOLOGIES FOR WASTEWATER TREATMENT
Roberto Canziani, Francesco Fatone

Indice 1/2015

- EDITORIALE: L'ARIA CHE TIRA
Michele Giugliano

- RIMOZIONE COMBINATA DI CARBONIO E NUTRIENTI IN DUE REATTORI SBR CON DIFFERENTE FANGO GRANULARE
Santo Fabio Corsino, Gaetano Di Bella, Michele Torregrossa, Gaspare Viviani
- ANALISI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA NELLA ZONA CIRCOSTANTE UN GRANDE IMPIANTO SIDERURGICO
Deborah Panepinto, Giuseppe Genon, Marco Nocco
- PREVENZIONE DEI RIFIUTI NELLA DISTRIBUZIONE DI PRODOTTI ORTOFRUTTICOLI: CONFRONTO TRA FARM DELIVERY E MODALITÀ TRADIZIONALI
Camilla Tua, Simone Nessi, Lucia Rigamonti, Mario Grosso
- RIFIUTI INDUSTRIALI DAL SETTORE MANIFATTURIERO DELLA NAUTICA DA DIPORTO NELLA REGIONE MARCHE: CARATTERIZZAZIONE PARAMETRICA E CHIMICO-FISICA
Manuela Carchesio, Fabio Tatàno, Giovanni Tosi, Carlo Hans Trivellone
- BIOREMEDIATION CON MICROINIEZIONE DI OSSIGENO PURO (GROUND BIO2®) IN FALDA: UN CASO DI STUDIO
Michela Peroni, Eleonora Pasinetti, Giorgio Bissolotti, Andrea D'Anna, Andrea Gigliuto, Roberta Vaccari
- CAMBIAMENTI CLIMATICI E SICUREZZA ALIMENTARE
Stefano Caserini

Indice 2/2015

- EDITORIALE: DA RIFIUTO A RISORSA
Francesco Pirozzi
- ASPETTI TECNICI E AMBIENTALI NELLO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI MEDIANTE INCENERIMENTO: LA SITUAZIONE ITALIANA
Gaetano Settimo, Andrea Magrini, Giuseppe Viviano
- IL SISTEMA DI GESTIONE DEI RAEE IN LOMBARDIA. PARTE I: BILANCIO DI MATERIA
Alida Falbo, Laura Biganzoli, Federica Forte, Lucia Rigamonti, Mario Grosso
- PRESENTAZIONE DEGLI ARTICOLI TRATTI DAL WORKSHOP SICON 2014 "SITI CONTAMINATI"
Carlo Collivignarelli, Mentore Vaccari, Stefano Caserini

- VALUTAZIONE DI EMISSIONE E DISPERSIONE DI BIOAEROSOL DA UN IMPIANTO DI BIOTRATTAMENTO DI SEDI-
MENTI CONTAMINATI

Valentina Bertolini, Isabella Gandolfi, Roberto Ambrosini, Maddalena Papacchini, Giuseppina Bestetti, Andrea Franzetti

- TRATTAMENTO ELETTROKINETICO DI SEDIMENTI DI
DRAGAGGIO PORTUALE CONTAMINATI DA METALLI PE-
SANTI: IL PROGETTO LIFE+ “SEKRET”

Renato Iannelli, Matteo Masi

- LA DENITRIFICAZIONE BIOLOGICA DELLE ACQUE DI FAL-
DA: STUDIO DI TRE DIFFERENTI SUBSTRATI ORGANICI

Morici, Capodici, Viviani

- MICRO E NANOPARTICELLE DI FERRO PER LA BONIFICA
DI ACQUIFERI CONTAMINATI: DAL LABORATORIO ALL'AP-
PLICAZIONE IN CAMPO

Tiziana Tosco, Francesca Gastone, Michela Luna, Rajandrea Sethi

Indice 3/2015

- EDITORIALE: IL RUOLO DELL'INGEGNERE SANITARIO-AM-
BIENTALE NEL RISANAMENTO DI SITI CONTAMINATI

Carlo Collivignarelli

- VERIFICA DELL'EFFICIENZA DEPURATIVA DI UN IMPIAN-
TO AIA ATTRAVERSO UN MODELLO CONCETTUALE DI SI-
MULAZIONE

Ivano Spiniello

- SIMULAZIONE DEL PROCESSO BIOLOGICO DI UN IMPIAN-
TO DI DEPURAZIONE: CONFRONTO TRA FANGHI ATTIVI
CONVENZIONALI E REATTORI A MEMBRANA

Roberto Di Cosmo, Cristian Mascheroni, Roberto Canziani

- IL SISTEMA DI GESTIONE DEI RAEE IN LOMBARDIA. PAR-
TE II – VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA

*Alida Falbo, Laura Biganzoli, Federica Forte, Lucia Rigamonti, Ma-
rio Grosso*

- MODELLAZIONE DI RICICLO, RIUSO E RECUPERO ENER-
GETICO NELLE ANALISI DEL CICLO DI VITA DEI PRODOT-
TI: UN CONFRONTO FRA LE EQUAZIONI DISPONIBILI NEL-
LA NORMATIVA TECNICA.

Laura Tagliabue

- USO DI BIOTENSIOATTIVI IN TRATTAMENTI DI DECONTA-
MINAZIONE ELETTROKINETICA DI MATRICI A BASSA PER-
MEABILITÀ CONTAMINATE DA MERCURIO

*Pietro Paolo Falciglia, Danilo Malarbi, Paolo Rocco, Federico G.A.
Vagliasindi*

- UN INNOVATIVO AGENTE ISCO A BASE DI PERSOLFATO
CATALIZZATO: STUDI DI LABORATORIO E IN CAMPO PER
LA COMPARAZIONE CON SISTEMI TRADIZIONALI DI ATTI-
VAZIONE

Paola Gorla, Marcello Carboni

- GREEN SITE PROJECT “UTILIZZO DELLA TECNOLOGIA
DEI FLUIDI SUPERCRITICI PER IL DISINQUINAMENTO DI
SEDIMENTI PROVENIENTI DAL DRAGAGGIO DI FIUMI ED
AREE MARITTIME” – LIFE 10 ENV/IT/343

Ruggero Corazza, Katuscia Checchin, Guerrino Cravin

- CONCLUSIONI DELLA 52^A GIORNATA DI STUDIO “LA GE-
STIONE DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE MBR: CRITI-
CITÀ, SOLUZIONI ATTUATE E SVILUPPI FUTURI”

Mentore Vaccari, Carlo Collivignarelli

- 2° WORKSHOP RIFIUTI E LIFE CYCLE THINKING – PER
UN USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE ED UNA GESTIONE
VIRTUOSA DEI RIFIUTI – MILANO, 24 GIUGNO 2015

Giovanni Dolci

Indice 4/2015

- EDITORIALE: RECUPERO DI MATERIA E DI ENERGIA DAI
RIFIUTI: ALLA RICERCA DEL SACRO GRAAL

Mario Grosso

- DISINFEZIONE DI EFFLUENTI SECONDARI CON ACIDO
PERACETICO: UNA VALUTAZIONE COMPLESSIVA DI EFFI-
CACIA

*Manuela Antonelli, Andrea Turolla, Valeria Mezzanotte, Costantino
Nurizzo*

- APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA LCA AL TRATTA-
MENTO DELLE ACQUE REFLUE

Giovanni De Feo, Carmen Ferrara, Giovanni Iuliano

- ANALISI LCA DI UN PROCESSO INNOVATIVO PER IL RE-
CUPERO E IL RICICLO DEI MATERIALI COSTITUENTI LE
BATTERIE AL PIOMBO

*Germana Olivieri, Enrico Gerboni, Francesca Falconi, Emilio Gia-
nicolo*

- INDICATORE DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE ED ECONO-
MICA DI SISTEMI DI GESTIONE INTEGRATA DI RIFIUTI
URBANI

Lucia Rigamonti, irene sterpi, Mario Grosso

- I RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE: LCA DELLA
DEMOLIZIONE DI 51 EDIFICI RESIDENZIALI

Michele Paleari

- PRODUZIONE DI RIFIUTI A RISCHIO INFETTIVO E INDICI
DI COMPLESSITÀ IN UN “CENTRO TRAPIANTI”

*Placido Alfredo Lanza, Claudia Insinga, Carmelo Massimo Maida,
Salvatore Nicosia Messaggio*

Indice 1/2016

- EDITORIALE: L'INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE E I
CAMBIAMENTI CLIMATICI

Stefano Caserini

Articoli

- GESTIONE E TRATTAMENTO DEGLI ODORI IN REGIONE
LOMBARDIA: INDAGINE SU 35 IMPIANTI DI DEPURAZIONE
DELLE ACQUE REFLUE

*Cristiana Morosini, Maurizio Favaron, Davide Cogo, Domiziano
Ivan Basilico*

- LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ IDRO-MORFOLOGICA
DEGLI AMBIENTI FLUVIALI: UN CASO DI STUDIO IN UN
BACINO ALPINO

*Daniele Bocchiola, Giulia Viganò, Gabriele Confortola, Riccardo For-
naroli, Riccardo Cabrini, Sergio Canobbio, Valeria Mezzanotte*

- GESTIONE DELLE SCORIE DA INCENERIMENTO DI RIFIUTI SOLIDI URBANI: SISTEMI DI ESTRAZIONE E LAYOUT IMPIANTISTICI DI TRATTAMENTO

Alberto Riva, Laura Biganzoli, Mario Grosso

- INFLUENZA DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA FREQUENZA DELLE INVERSIONI TERMICHE E DEGLI EVENTI DI STAGNAZIONE IN PIANURA PADANA: TREND STORICO E PROIEZIONI

Stefano Caserini, Paolo Giani, Federico Caspani, Domenico Santoro, Carlo Cacciamani, Giovanni Lonati

- SCENARI DI CAMBIAMENTI CLIMATICI NEL PERIODO 2021-2050: QUALE DISPONIBILITÀ IDRICA NEL BACINO DEL FIUME PO?

Renata Vezzoli, Paola Mercogliano, Sergio Castellari

- STIMA DELL'EFFETTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUI FENOMENI DI DISSESTO GEO-IDROLOGICI: IL CASO STUDIO DELLA CAMPANIA CENTRALE

Guido Rianna, Luigi Iodice, Luigi Fariello, Francesco Guarino, Paola Mercogliano

Comunicazioni

- GLI IMPEGNI VOLONTARI DI REGIONE LOMBARDIA PER IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Gian Luca Gurrieri, Elisabetta Buganza, Nadia Carfagno, Alberto Suppa

Indice 2/2016

- EDITORIALE: UN MONDO COMPLESSO E COMPLICATO

Federico Vagliasindi

Articoli

- ANALISI DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DI FILIERE AGROALIMENTARI: UN CONFRONTO LCA TRA MODALITÀ ALTERNATIVE DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI INSALATA

Andrea Luca Tasca, Lucia Rigamonti, Simone Nessi

- EFFICIENZA DI FILTRAZIONE DI NANOPARTICELLE CON MATERIALE ELETTROTESSUTO CONTENENTE NANOFIBRE ULTRASOTTILI DI NYLON-6

Francesca Camilla Bruno, Yu-Ying Kuo, Jing Wang

- LA VALUTAZIONE LCA PER L'ELABORAZIONE DELLA ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION DI UN PONTE STRADALE SUL FIUME PO

Nicola Mezzadri, Germana Olivieri, Francesca Falconi, Vincenzo D'Amico

Atti SiCon

- TRATTAMENTO E GESTIONE DI SEDIMENTI DRAGATI DA PICCOLI PORTI: L'ESPERIENZA COAST-BEST

Sara Dastoli, Elena Romano, Alessandra Polettini, Raffaella Pomi, Aldo Muntoni, Antonio Zucca

- GESTIONE E TRATTAMENTO DEGLI ELETTROLITI NELLA BONIFICA ELETTROKINETICA DI MATRICI CONTAMINATE DA METALLI PESANTI

Renato Iannelli, Matteo Masi, Alessio Ceccarini

- EFFICIENZA DI BARRIERE PERMEABILI REATTIVE COSTITUITE DA MISCELE GRANULARI DI FEO/POMICE E FEO/LAPILLO PER LA BONIFICA DI FALDE CONTAMINATE DA METALLI PESANTI

Stefania Bilardi, Paolo Salvatore Calabrò, Maria Grazia Madaffari, Nicola Moraci

- UN NUOVO PROCESSO PER LA BONIFICA DI SORGENTI RESIDUALI DI DNAPL: RISULTATI DELLA PRIMA SPERIMENTAZIONE IN PIENA SCALA

Lucia Pierro, Bruna Matturro, Simona Rossetti, Marco Sagliaschi, Salvatore Sucato, Ernst Bartsch, Eduard Alesi, Mauro Majone, Firoozeh Arjmand, Marco Petrangeli Papini

Indice 3/2016

- EDITORIALE: I FANGHI, INEVITABILI PRODOTTI DELLA DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI RIFIUTO

Roberto Canziani

- USO DEL NOCCIOLINO DI OLIVA COME MATERIALE DI RIEMPIMENTO DI BIOTRINCEE PER LA DENITRIFICAZIONE BIOLOGICA IN SITU DI ACQUE DI FALDA

Marco Capodici, Claudia Morici, Alessia Avona, Gaspare Viviani

- APPLICAZIONE DI TECNICHE STATISTICHE AVANZATE (DESIGN OF EXPERIMENT – DOE) ALLO STUDIO DI PROCESSI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE

Riccardo Delli Compagni, Andrea Turolla, Laura Domínguez Henao, Manuela Antonelli

- L'INFLUENZA DELLA GESTIONE DELLE DEIEZIONI SULLA PRODUZIONE DI BIOGAS NEGLI ALLEVAMENTI

Davide Gardoni, Damiano Coppolecchia, Cecilia Baldini, Federica Borgonovo, Marcella Guarino

- UTILIZZO DI TECNICHE NON DISTRUTTIVE PER LA LOCALIZZAZIONE DI BIOGAS IN DISCARICA

Luca Di Giambattista, Giorgio De Donno, Luciana Orlando

- BONIFICA DI ACQUIFERI CONTAMINATI DA IDROCARBURI MEDIANTE TRATTAMENTI A MICROONDE

Pietro Paolo Falciglia, Giuseppe Mancuso, Riccardo Maddalena, Valeria Messina, Paolo Roccaro, Federico Vagliasindi

- DISPERSIONE ATMOSFERICA A MICROSCALA DI EMISSIONI VEICOLARI DA FLUSSI DI TRAFFICO RILEVATI AUTOMATICAMENTE E CONFRONTO CON MISURE DI QUALITÀ DELL'ARIA

Grazia Ghermandi, Sara Fabbri, Alessandro Bigi, Sergio Teggi, Luca Torreggiani

Indice 4/2016

- EDITORIALE: RIFIUTI ORGANICI E BIORAFFINERIE – OPPORTUNITÀ E LIMITI

Alessandra Polettini, Raffaella Pomi

- COLTIVAZIONE DI FANGO AEROBICO GRANULARE PER IL TRATTAMENTO DI REFLUI INDUSTRIALI SALINI

Riccardo Campo, Santo Fabio Corsino, Michele Torregrossa, Gaetano Di Bella

- CONTROLLO DI CONTAMINANTI EMERGENTI NELLE ACQUE REFLUE MEDIANTE ULTRAFILTRAZIONE MIGLIORATA CON ULTRASUONI
Vincenzo Belgiorno, Vincenzo Naddeo, Mona F. N. Secondes, Laura Borea, Florencio C. Ballesteros
- TRATTAMENTO DI REFLUI PETROLCHIMICI CON FANGHI AEROBICI GRANULARI: EFFETTI DELLA CONCENTRAZIONE DEL SUBSTRATO DI CRESCITA
Stefano Milia, Emanuela Mallocci, Giaime Tocco, Alessandra Carucci
- STIMA DELL'ESPOSIZIONE E DEL CALCOLO DEL RISCHIO INALATORIO NELL'ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA: CONFRONTO FRA DIVERSE LINEE GUIDA E SOFTWARE
Alberto Floreani, Alessandro Zorzet
- STUDIO DI UN SISTEMA DI GESTIONE DEL RIFIUTO URBANO RESIDUO: MODELLIZZAZIONE DELLA DISCARICA BIOREATTORE E ANALISI LCA
Stefano Dellavedova, Mario Grosso, Lucia Rigamonti, Sergio Scotti
- LA GESTIONE DEI SEDIMENTI MARINI: VERSO UN PERCORSO UNIVOCO DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ NEI NUOVI DISPOSTI NORMATIVI
Francesca Giaime, Fulvio Onorati, Mario Sprovieri, Enza Maria Quinci, Fulvio Ferrara, Mario Carere
- L'ACCORDO DI PARIGI E LA CONFERENZA DI MARRAKECH
Stefano Caserini, Valentino Piana

Indice 1/2017

- EDITORIALE: QUESTO NUMERO
Stefano Caserini, Roberto Canziani
- UNA LEZIONE DURATA 40 ANNI
Arianna Azzelino, Antonio Ballarin-Denti, Paolo Mocarelli
- GLI IMPATTI SULLA SALUTE A LUNGO TERMINE DELL'INCIDENTE DI SEVESO
Pier Alberto Bertazzi, Angela C. Pesatori, Dario Consonni
- «UN GROVIGLIO DI PROBLEMI»: LE CONSEGUENZE POLITICHE, ISTITUZIONALI E AMMINISTRATIVE DI UN DISASTRO INDUSTRIALE
Bruno Ziglioli
- UN RACCONTO DELL'EMERGENZA E DELLA BONIFICA
Mino Carrara, Giampiero Valsecchi
- VALUTAZIONE DEL DANNO AMBIENTALE NEGLI IMPIANTI SOGGETTI ALLE DIRETTIVE AIA E SEVESO
Alessia Lambertini, Adele Lo Monaco
- INCENERITORI E DIOSSINA: EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI ABBATTIMENTO E DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI
Werner Tirlir, Marco Palmitano e Stefano Raccanelli
- LA RISPOSTA ALL'INCIDENTE DI SEVESO – L'EVOLUZIONE NORMATIVA E LA PERCEZIONE DEL “RISCHIO”
Paolo Ceci, Claudia Cafaro, Massimo Mari
- SUL MECCANISMO DI FORMAZIONE E DISTRUZIONE DI POLICLORODIBENZO-P-DIOSSINE E POLICLORODIBENZOFURANI NEI PROCESSI TERMICI
Elena Collina, Marina Lasagni, Elsa Piccinelli, Demetrio Pitea

- NUOVA AUTOSTRADA PEDEMONTANA LOMBARDA: CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE AREE INTERESSATE DALL'INCIDENTE ICMESA
Giuseppe Pastorelli, Barbara Vizzini, Raffaele Golinelli, Andrea Marzi, Giuseppe Massimi, Alfredo Ingletti, Stefano Possati, Manuela Sorge, Claudia Morici, Ermanno Dolci, Gianfranco Camana, Ilaria Nizzetto
- VALUTAZIONE CRITICA RETROSPETTIVA DELLO STUDIO CONDOTTO SU LAVORATORI ADDETTI ALLA BONIFICA NELLA ZONA A DI SEVESO E MODERNA GESTIONE DEL RISCHIO DA DIOSSINA IN ZONE A FORTE PRESENZA DI INSEDIAMENTI INDUSTRIALI QUALE L'AREA DI TARANTO
Vittorio Esposito, Giorgio Assennato

Indice 2/2017

- EDITORIALE: LA MULTIDISCIPLINARIETÀ DELL'INNOVAZIONE A TUTELA DELLE RISORSE IDRICHE
Alessandro De Carli

Articoli scientifici

- TRATTAMENTO DI INQUINANTI EMERGENTI IN ACQUE DA DIGESTIONE ANAEROBICA DI LIQUAMI SUINICOLI MEDIANTE MICROALGHE
Alessandro Alberto Casazza, Attilio Converti, Mauro Rovatti
- TECNICHE DI MODELLAZIONE DI REATTORI DI DISINFEZIONE CON AGENTI CHIMICI: DALL'IDDF ALLA CFD
Alessandra Galbiati, Andrea Turolla, Marco Maria Rossi, Stefano Malavasi, Manuela Antonelli
- DIFFUSIONE E VALUTAZIONE DI RISCHIO DI LM6, METABOLITA NON CLORURATO DELLA TERBUTILAZINA, NELLE FALDE ACQUIFERE
Sara Valsecchi, Michela Mazzoni, Marianna Rusconi, Stefano Polesello, Alberto Sala, Orietta Longoni, Michele Rusconi
- TRATTAMENTO DEI DIGESTATI PER IL RECUPERO DELL'AZOTO AMMONIACALE SOTTOFORMA DI STRUVITE
Alessio Siciliano, Carlo Limonti, Maria Assuntina Stillitano, Sara Panico, Gilberto Garuti
- BARRIERA DI OSSIGENO PURO CON SISTEMA GROUND BIO2® PER LA BONIFICA DELLE ACQUE DI FALDA IN UN SITO FARMACEUTICO DEL NORD ITALIA
Eleonora Pasinetti, Michela Peroni, Giorgio Bissolotti, Piero Mori, Andrea Gigliuto, Michele Remonti
- IL CONTRIBUTO DELLO STOCCAGGIO DI CARBONIO NEI SUOLI AGRICOLI ALLA MITIGAZIONE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO
Martino Bellieni, Stefano Brenna, Stefano Caserini, Marco Acutis, Alessia Perego, Calogero Schillaci, Roberta Farina, Marina Vitullo, Franco Miglietta

Comunicazioni tecniche

- ECO2PLANT, IL PRODOTTO DI UNA START-UP AMBIENTALE NATA SUOI BANCHI DI SCUOLA
Costanza Scacchi, Pietro Paruta, Gabriele Zanchi

Indice 3/2017

- EDITORIALE: L'ANALISI DEL CICLO DI VITA NEL SETTORE RIFIUTI: L'IMPORTANZA DI UN SOLIDO APPROCCIO METODOLOGICO

Lucia Rigamonti, Andrea Fedele

- LCA DI DIVERSE TECNOLOGIE E PROCESSI PER LA DEPURAZIONE DEL PERCOLATO DI DISCARICA: APPLICAZIONE AD UN CASO REALE

Francesco Di Maria, Federico Sisani

- L'USO INTEGRATO DI LCA E GIS PER FAVORIRE IL RIUSO E LA VALORIZZAZIONE DEGLI SCARTI/RIFIUTI PRE-CONSUMO PROVENIENTI DAL SETTORE INDUSTRIALE

Marco Migliore, Monica Lavagna, Cinzia Maria Luisa Talamo

- LIFE CYCLE ASSESSEMENT DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI NEGLI IMPIANTI DELLA CISA S.P.A., MASSAFRA (TA)

Pietro Alexander Renzulli, Giuseppe Tassielli, Bruno Notarnicola, Arcangela Gabriella Fedele

- COMBINING LIFE CYCLE ASSESSMENT AND ENVIRONMENTAL LIFE CYCLE COSTING TO ASSESS CIRCULARITY STRATEGIES: THE CASE OF ALUMINIUM CANS

Davide Visini, Raffaele Principgiallo, Alessandra Bonoli, Monia Niero

- MATERIAL FLOW ANALYSIS E CARBON FOOTPRINT – UN APPROCCIO COMBINATO VERSO L'ECONOMIA CIRCOLARE DEL SETTORE DELL'ACQUA MINERALE IN BOTTIGLIA

Francesca Lonoce

- CIRCULAR ECONOMY, GESTIONE DEI RIFIUTI E LIFE CYCLE THINKING

Serena Giorgi, Monica Lavagna, Andrea Campioli

- IMPRONTA ECOLOGICA DEI SOTTOPRODOTTI DELLA VINIFICAZIONE E VALENZA DELLA LORO IMMISSIONE NELL'ECONOMIA CIRCOLARE

Noemi Bevilacqua, Massimo Morassut, Maria Cecilia Serra, Francesca Cecchini

Indice 4/2017

- EDITORIALE: LE EMISSIONI ODORIGENE NEL D.LGS. 152/06: UNA NUOVA SFIDA DELL'INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE

Vincenzo Belgiorno

Articoli scientifici

- QUALITÀ DELL'ARIA E CAMBIAMENTI CLIMATICI: DUE FACCE DELLA STESSA MEDAGLIA

Maria Cristina Facchini, Sandro Fuzzi

- CENTRALI A CARBONE IN ITALIA TRA PASSATO E FUTURO

Claudia Cafaro, Carla Mazziotti

- ANALISI LCA A SUPPORTO DELLA PIANIFICAZIONE DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE NON PERICOLOSI IN LOMBARDIA

Giulia Borghi, Sara Pantini, Lucia Rigamonti

- MISURE DIRETTE DI VAPORI IN PROCEDIMENTI DI BONIFICA: SPERIMENTAZIONI IN LOMBARDIA IN COLLABORAZIONE CON SNPA

Madelia Torretta, Sara Puricelli

Comunicazioni tecniche

- OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA E GESTIONALE DI UN IMPIANTO DI ESSICCAMENTO FANGHI DI DEPURAZIONE CIVILI

Nicola De Bortoli, Valentina Cabbai, Enea Faggiani

- LA COP23 E IL PERCORSO DI IMPLEMENTAZIONE DELL'ACCORDO DI PARIGI

Stefano Caserini, Valentino Piana, Federico Brocchieri

Indice 1/2018

- EDITORIALI: LAVORI IN CORSO

Stefano Caserini, Roberto Canziani

- GESTIONE DEI FANGHI DI DEPURAZIONE: UN PUZZLE DA RISOLVERE TRA PRINCIPI TEORICI E REALTÀ

Ludovico Spinosa

Articoli scientifici

- STUDIO DEI TREND DI COMPOSTI CLIMALTERANTI PRESSO LA STAZIONE GLOBALE WMO-GAW DI MONTE CIMONE (2165 M SLM, APPENNINI SETTENTRIONALI)

Paolo Cristofanelli, Michela Maione, Angela Marinoni, Igor Arduini, Paolo Bonasoni, Francescopiero Calzolari, Francesco Furlani, Umberto Giostra, Francesco Graziosi, Tony Christian Landi, Luca Naitza, Douglas Orsini, Davide Putero, Fabrizio Roccatto

- LA DISIDRATAZIONE ELETTRO-ASSISTITA DEI FANGHI: INFLUENZA DEL DOSAGGIO DI POLIELETTROLITA E DEI PARAMETRI OPERATIVI

Simone Visigalli, Andrea Turolla, Hai Zhang, Paolo Gronchi, Roberto Canziani

Comunicazioni tecniche

- GESTIONE DEI RIFIUTI CONTENENTI INQUINANTI ORGANICI PERSISTENTI: IMPLICAZIONI DELL'ATTIVITÀ INTERNAZIONALE ED EUROPEA

Elisabetta Bemporad, Sabrina Campanari, Alessandro Ledda, Paolo Napolitano

- GESTIONE DEI RIFIUTI IN EMERGENZA: ANALISI DI RECENTI CASI DI STUDIO ITALIANI

Francesco Gabrielli, Lorenzo Magi Galluzzi, Alessia Amato, Susanna Balducci, Francesca Beolchini

- EFFETTI TOSSICOLOGICI DEL PARTICOLATO ULTRAFINE EMESSE DA IMPIANTI RESIDENZIALI A BIOMASSA: NOTE SUL PROGETTO TOBICUP

Senem Ozgen, Donatella Caruso, Emanuela Corsini, Paola Fermo, Giovanni Lonati, Laura Marabini, Roberta Vecchi, Marina Marinovich

Indice 2/2018

- EDITORIALE: LE TECNOLOGIE APPROPRIATE E LA COOPERAZIONE INTERNAZIONALE: UN'OCCASIONE DI EDUCAZIONE AMBIENTALE E UMANA

Carlo Collivignarelli

Articoli scientifici

- STERILIZZAZIONE CON MICROONDE DI RIFIUTI SANITARI: DETERMINAZIONE DIRETTA DELL'EFFICACIA DEL PROCESSO

Placido Alfredo Lanza, Carmelo Massimo Maida, Laura Benanti, Giuseppe Giliberto, Salvatore Nicosia

- VALUTAZIONE LCA DEL SISTEMA DI RICICLO DEI RIFIUTI A BASE DI GESSO IN REGIONE LOMBARDIA

Marta Giurato, Sara Pantini, Lucia Rigamonti

- IL QUADRO NORMATIVO AMBIENTALE NELLA LAGUNA DI VENEZIA. PROPOSTA DI NUOVA PROCEDURA DI GESTIONE DEI SEDIMENTI.

Elisa Morabito, Fabiana Corami, Paolo Cescon, Anna Volpi Ghirardini, Andrea Gambaro, Carlo Barbante

Comunicazioni tecniche

- PRODUZIONE DI METANOLO DAI GAS DI ACCIAIERIA: IL PROGETTO EUROPEO FRESME

Giulia Borghi, Lucia Rigamonti

- LA COMBUSTIONE DI LEGNA IN PICCOLI APPRECCCHI DOMESTICI: IMPATTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA E STRATEGIE DI RIDUZIONE

Stefano Caserini.

- LANDFILL MINING: INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO DI CASI PRATICI IN REGIONE LOMBARDIA

Silvio Landonio, Dario Sciummach, Silvia Cappa

Indice 3/2018

- EDITORIALE: I CONTAMINANTI EMERGENTI NELLE ACQUE: A CHE PUNTO SIAMO ARRIVATI?

Paola Verlicchi

Articoli

- STATO DELL'ARTE E POTENZIALITÀ DELLE TECNOLOGIE DI RECUPERO DEL FOSFORO DAI FANGHI DI DEPURAZIONE

Roberto Canziani, Roberto Di Cosmo

- CARATTERIZZAZIONE E TRATTAMENTO DEI SEDIMENTI MARINI CONTAMINATI: VALUTAZIONI SUI SEDIMENTI DELLA RADA DI AUGUSTA (SR)

Lucia Lumia, Maria Gabriella Giustra, Gaspare Viviani, Gaetano di Bella

- LIVELLI E TOSSICITÀ DI DIOSSINE, FURANI E PCB-DIOXIN LIKE IN ARIA AMBIENTE NEL VENETO

Luca Zagolin, Giovanna Marson, Salvatore Patti

- ANALISI SPERIMENTALE DI UN IMPIANTO DI SELEZIONE AVANZATA DEI RIFIUTI PLASTICI DA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Caterina Conte, Pietro Navarotto, Mario Grosso

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- CRITERI PER LA DEFINIZIONE DI INDICATORI PRIORITARI DI IMPATTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI: VERSO UN SET A LIVELLO NAZIONALE

Francesca Giordano, Claudia Sebbio, Gabriele Antolini, Lucio Bo-

tarelli, Federica Flapp, Veronica Bonati, Luca Onorato, Nicola Loggisci, Graziella Priod, Renata Pelosini, Andrea Motroni, Umberto Morra di Cella

Indice 4/2018

- EDITORIALE: QUALITÀ DELL'ARIA, INFOMAZIONE E CITTIZIEN SCIENZE

Giovanni Lonati

Articoli scientifici

- REATTORE ANAEROBICO A MEMBRANA: PRODUZIONE DI BIOMETANO DA POLLINA ED EFFLUENTE AD ELEVATA QUALITÀ

Cynara Juliana Busato, Roberto Pellay, Paola Barbierato, Paolo Pavan

- VARIABILITÀ SPAZIO-TEMPORALE DELL'AMMONIACA NELL'ATMOSFERA IN LOMBARDIA

Giovanni Lonati, Riccardo Fabio Mosca

- STIMA DEI GRADI GIORNO PER LA VALUTAZIONE DEL FABBISOGNO ENERGETICO NAZIONALE NEI PROSSIMI DECENNI

Paola Faggian, Giuseppe Maurizio Riva, Riccardo Bonanno

- UN INDICE DI IMPLEMENTAZIONE DEI PIANI D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE: METODOLOGIA E APPLICAZIONE ALLA CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO

Giada Messori, Stefano Caserini, Eugenio Morello

Comunicazioni tecniche

- VALUTAZIONE DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI IN UN CAMPUS UNIVERSITARIO ITALIANO: VERSO UNA MIGLIORE RACCOLTA DIFFERENZIATA

Navarro Ferronato, Laura Dalla Valle, Vincenzo Torretta

- FANGHI DI DEPURAZIONE: QUALI SOLUZIONI?

Antonio Castorini, Barbara Orlandi, Lucas Preatoni

Indice 1/2019

- EDITORIALE: L'ECONOMIA CIRCOLARE NELLA GESTIONE DEL SERVIZIO IDRICO

Francesco Fatone

Articoli scientifici

- REALIZZAZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE NUMERICA DELLA LINEA ACQUE A SUPPORTO DEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI UDINE

Roberto Perin, Nicola De Bortoli, Gabriele Indovina, Daniele Goi

- CHIARIFLOCCULAZIONE IN CONTINUO IN IMPIANTO BENCH SCALE PER IL TRATTAMENTO DI REFLUI INDUSTRIALI SALINI CONTAMINATI DA IDROCARBURI

Paolo Bruno, Riccardo Campo, Maria Gabriella Giustra

- ANALISI DEI COSTI DEL CICLO DI VITA DI FILIERE DI PRODUZIONE DI ENERGIA DAL RIFIUTO URBANO INDIFERENZIATO BASATE SUL PRETRATTAMENTO MECCANICO BIOLOGICO

Lucia Rigamonti, Giulia Borghi, Giovanna Martignon, Giovanni Ciceri, Mario Grosso

- FATTORI DI EMISSIONE DI CO₂ PER CONSUMI ENERGETICI E TRASPORTI PER GLI INVENTARI DI GAS SERRA DEGLI ATENEI ITALIANI

Stefano Caserini, Paola Baglione, Dario Cottafava, Michela Gallo, Francesco Laio, Giacomo Magatti, Valter Maggi, Maurizio Maugeri, Luca Moreschi, Eleonora Perotto, Lisa Pizzol, Elena Semenzin, Antonella Senese

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- LA GESTIONE SOSTENIBILE DI GRANDI EVENTI SPORTIVI
Roberto Cavallo, Emanuela Rosio, Luigi Bosio, Andrea Pavan, Lorenzo Ardito, Giada Fenocchio
- VENTI ANNI DI ATTIVITÀ DEL GRUPPO DI LAVORO GESTIONE IMPIANTI DI DEPURAZIONE DELL'UNIVERSITÀ DI BRESCIA
Carlo Colliwignarelli, Giorgio Bertanza, Sabrina Sorlini, Mentore Vaccari, Laura Menoni, Alessandro Abbà
- AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE NEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE REFLUE E RIFIUTI LIQUIDI
Sabrina Sorlini, Alberto Riva, Renzo Compiani, Alessandro Abbà

Indice 2/2019

- EDITORIALE 1: 20 ANNI DI BONIFICHE: CRITICITÀ E PROSPETTIVE DI EVOLUZIONE
Renato Baciocchi
- EDITORIALE 2: L'APPROCCIO "LIFE CYCLE THINKING" APPLICATO ALLA GESTIONE DEI RIFIUTI: UN MODELLO A SOSTEGNO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE A GARANZIA DELLA SOSTENIBILITÀ
Andrea Fedele, Lucia Rigamonti

Articoli scientifici

- SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELLA VALORIZZAZIONE DI MATERIE PLASTICHE DA DISCARICA MEDIANTE LANDFILL MINING
Grazia Maria Cappucci, Maurizio Avella, Roberto Avolio, Cosimo Carfagna, Maria Emanuela Errico, Paolo Neri, Martina Pini, Francesco Spina, Francesco Spina, Francesco Spina
- IL LIFE CYCLE THINKING COME STRUMENTO DI SUPPORTO VERSO LA BIOECONOMIA CIRCOLARE: UN CASO STUDIO NELL'INDUSTRIA COSMETICA
Francesca Rosa, Serena Errante, Federica Carlomagno, Giacomo Magatti
- CIRCULAR ECONOMY VS END OF WASTE: QUANDO LA MANCANZA DI REGOLE LIMITA L'INNOVAZIONE
Anna Mazzi, Chiara Zampiero

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- LA LEGISLAZIONE EUROPEA IN MATERIA DI ECONOMIA CIRCOLARE E IL RUOLO DEI GOVERNI NAZIONALI
Massimo Mari, Antonio Fardelli, Lia Millucci
- VALUTARE L'ECONOMIA CIRCOLARE SECONDO UN APPROCCIO DI LIFE CYCLE THINKING: L'ATLANTE ITALIANO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE
Silvia Pezzoli, Silvia Vaghi

- CIRCOLARE E SOSTENIBILE: OTTIMIZZAZIONE DEI FLUSSI MATERICI NEI PROCESSI DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA IN ITALIA

Serena Giorgi, Monica Lavagna, Andrea Campioli

Indice 3/2019

- EDITORIALE: "LIVING LABS": UNO STRUMENTO DI INNOVAZIONE PER SOCIETÀ WATER-SMART
Francesca Malpei, Desdemona Oliva

Articoli scientifici

- CONFRONTO TRA DIFFERENTI VERSIONI DEL SOFTWARE RISK-NET PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SANITARIO-AMBIENTALE DI UN SITO CONTAMINATO DI INTERESSE NAZIONALE
Claudia Labianca, Sabino De Gisi, Grazia Pannarale, Vito Specchio, Michele Notarnicola
- UTAQ, UN TOOL A SUPPORTO DELLA PREVISIONE E DELLA GESTIONE DEGLI EPISODI ACUTI DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO
Fabrizio Ferrari, Roberta Gianfreda, Giuseppe Maffei
- STIMA DEGLI IMPATTI AMBIENTALI DEGLI IMPIANTI ENERGETICI A BIOMASSA A SCALA REGIONALE ATTRAVERSO UN APPROCCIO LIFE CYCLE ASSESSMENT: IL CASO DELL'EMILIA-ROMAGNA
Luca Vignoli, Paolo Cagnoli, Alessandra Bonoli

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- UNA NUOVA VITA PER LA VETRORESINA
Andrea Ratti, Federico Maggiulli

Indice 4/2019

- EDITORIALE: SENSORI A BASSO COSTO PER IL CONTROLLO DIFFUSO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA URBANA
Grazia Ghermandi

Articoli scientifici

- TECNOLOGIE DI DISIDRATAZIONE DEI FANGHI
Simone Visigalli, Ludovico Spinosa, Roberto Canziani
- VALUTAZIONE DEI SERVIZI WASH NELLE SCUOLE DI ANAPOLIS, BRASILE
Carmencita Tonelini Pereira, Sabrina Sorlini, Sara Pugliese

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- UN PREZZO MINIMO PER LE EMISSIONI DI CO₂: OBIETTIVI E PROSPETTIVE DI UNA INIZIATIVA DEI CITTADINI EUROPEI
Alberto Majocchi, Carlo Maresca, Claudia Basta
- L'END OF WASTE: DALLA CULLA ALLA CRISI
Federica Carollo, Lucia Rigamonti

Indice 1/2020

- EDITORIALE: LA PANDEMIA DI COVID-19 IN ITALIA E NEL MONDO E LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
Marino Gatto

- RIFLETTENDO SULLE AMBIZIONI DI NEUTRALITÀ CLIMATICA IN EUROPA AI TEMPI DEL COVID-19

Hans Bruyninckx

Articoli di ricerca

- ANALISI DEL CICLO DI VITA DI UN PROCESSO PER RIMUOVERE LA CO₂ ATMOSFERICA E CONTRASTARE L'ACIDIFICAZIONE DEL MARE

Francesco Pietro Campo, Stefano Caserini, Dario Pagano, Giovanni Dolci, Mario Grosso

- SCENARI DI GESTIONE SOSTENIBILE E RIUTILIZZO IN SITO DEI DETRITI DA TERREMOTO

Antonio Basti

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- LA PRODUZIONE DI BIOMETANO DA FORSU NEL CONTESTO DI PROMOZIONE DELL'USO DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI

Micol Centorrino, Paolo Neri, Marco Cervino, Anna Maria Ferrari

- SINTESI DEGLI INTERVENTI AL CONVEGNO “LA RIMOZIONE DI CO₂ DALL'ATMOSFERA E IL PROGETTO DESARC-MARRESANUS”

Antonella Abbà, Dario Pagano, Momme Butenschön, Giovanni Cappello, Massimiliano Cremonesi, Caterina Lanfredi, Martina Fantini

- REPORT DELLA VISITA TECNICA ALLA MINIERA DI OLIVINA DI VIDRACCO (TO)

Mark Matalog, Matteo Ferrero, Stefano Caserini

Indice 2/2020

- EDITORIALE: ELIMINARE L'ACQUA DALLE ACQUE REFLUE: UN INELUTTABILE OSSIMORO PER LA SOSTENIBILITÀ DEL CICLO IDRICO URBANO

Andrea Capodaglio

- RIMOZIONE TECNOLOGICA DELLA CO₂, RIPRISTINO CLIMATICO E UMILTÀ

S. Julio Friedmann

Articoli di ricerca

- MILANO SENZA DIESEL: QUANTO MIGLIOREREBBE LA QUALITÀ DELL'ARIA?

Camillo Silibello, Alessandro Nanni, Nicola Pepe Nicola Pepe, Giuseppe Calori, Giuseppe Brusasca

- UNO STRUMENTO INNOVATIVO PER MONITORARE L'EFFICIENZA DI AERAZIONE E LE EMISSIONI DI GAS SERRA NEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE

Cecilia Caretti, Iacopo Ducci, Roberta Muoio, Francesco Spennati, Simone Neri, Riccardo Gori

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- LA TRASFORMAZIONE DEL SETTORE ENERGETICO IN ITALIA

Claudia Cafaro, Paolo Ceci, Antonio Fardelli, Elisa Zazzu

- LA REGOLAZIONE DELLA QUALITÀ NEL SETTORE RIFIUTI: L'INTERVENTO DI ARERA

Giorgio Gbiringhelli, Carlo Sguarato, Paolo Pagani, Giuseppe Sbarbaro, Elisa Amodeo

- LE LINEE GUIDA SUL MONITORAGGIO DEGLI AERIFORMI DEL SISTEMA NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE. IL PUNTO AD UN ANNO DALLA PUBBLICAZIONE

Antonella Vecchio, Madela Torretta, Lucina Luchetti, Maurizio Di Tonno, Marco Fontana

Indice 3/2020

- IN COPERTINA: EVAPORAZIONE SOTTOVUOTO: COME MIGLIORARNE LE PERFORMANCE NEL TRATTAMENTO DI SOLUZIONI SALINE O INCROSTANTI

Gabriele Marcandalli, Mattia Maggioni

- EDITORIALE: RIFIUTI, ACQUE REFLUE, ENERGIA: L'ESIGENZA DI UN APPROCCIO SISTEMICO NELLE REGIONI DEL MERIDIONE D'EUROPA

Giuseppe Mancini, Antonella Luciano, Laura Cutaia, Debora Fino

Articoli di ricerca

- VALUTAZIONE DEI FLUSSI DI SCARTO NELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI IN ITALIA

Martina Bellan, Mario Grosso

- ANALISI DEI DATI DEL TRAFFICO MARITTIMO PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DI CO₂ E DEL POTENZIALE DI ALCALINIZZAZIONE DEL MARE

Dario Pagano, Stefano Caserini, Francesco Pietro Campo, Mario Grosso

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- DA KYOTO A PARIGI: GLI ELEMENTI CHIAVE PER COMPRENDERE L'ATTUALE NEGOZIATO SUL CLIMA

Federico Broccieri, Lucia Perugini

- DIECI ANNI DI APPLICAZIONE DELLA DIRETTIVA IPPC IN PROVINCIA DI VERONA: BILANCI E PROSPETTIVE FUTURE

Marco Carcereri, Sabina De Biasio, Alessandro Iseppi, Francesca Vezzà, Antonella Zamardini

- APPLICAZIONI DELLA METODOLOGIA LCA NEL CAMPO DELLA GESTIONE E DEL TRATTAMENTO DEI RIFIUTI

Lucia Rigamonti, Roberto Chirone, Luca Ciacci, Anna Degli Esposti, Anna Ferrari, Chiara Magrini, Fabrizio Passarini, Andrea Paulillo, Martina Pini, Sara Toniolo, Andrea Fedele

Indice 4/2020

- EDITORIALE: GESTIONE INTEGRATA DELLE ACQUE REFLUE: IL FUTURO DEL RIUTILIZZO DELL'ACQUA NELLE GRANDI AREE METROPOLITANE

George Tchobanoglous

Articoli di ricerca

- LA PRESENZA E GLI IMPATTI SARS-COV-2 NEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

Michela Langone, Luigi Petta, Gianpaolo Sabia, Carmela Cellamare, Marco Ferraris, Roberta Guzzinati, Davide Mattioli

- ANALISI QUALITATIVA E QUANTITATIVA DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI DI LANA DI ROCCIA

Piera Policaro, Federica Carollo, Lucia Rigamonti

- MODELLO IBRIDO EULERIANO-LAGRANGIANO PER LA QUALITÀ DELL'ARIA E LA STIMA DEL CONTRIBUTO DEL-

LE SORGENTI IN AMBITO URBANO: CASO STUDIO PER IL CENTRO DI MILANO

Giovanni Lonati, Nicola Pepe, Guido Pirovano, Alessandra Balzarini, Anna Toppetti, Maurizio Riva

– SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE, CAMBIAMENTI CLIMATICI E ATTIVITÀ SPORTIVE: UNA REVIEW SUL TEMA

Dario Battistel, Marco Benedetti, Paolo Cescon, Giovanni Finotto, Andrea Gambaro, Angelo Pecci, Orazio Rossi

Comunicazioni tecnico-scientifiche

– DEFINIZIONE DI PROPOSTE OPERATIVE PER BONIFICHE DA AMIANTO NON DISCIPLINATE SPECIFICAMENTE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Sergio Clarelli

Indice 1/2021

– EDITORIALE: TRANSIZIONE ECOLOGICA E SVILUPPO SOSTENIBILE DEI TERRITORI: IL RUOLO DELL'UNIVERSITÀ

Patrizia Lombardi

Articoli di ricerca

– IL PROGETTO LIFE DENTREAT: RIMOZIONE AUTOTROFA DELL'AZOTO NEI REFLUI DA STAMPA TESSILE DIGITALE CON PROCESSO PN/A

Simone Visigalli, Andrea Turolla, Lucia Rigamonti, Micol Bellucci, Glauco Menin, Augusta Silva, Martina Bargna, Giovanni Bergna, Roberto Canziani

– EFFETTI DEGLI INTERVENTI DI CONTRASTO ALLA DIFFUSIONE DEL COVID19 SULLA QUALITÀ DELL'ARIA IN PIANURA PADANA

Federico Riva, Giovanni Lonati

– ANALISI LCA A SUPPORTO DI UN PROGETTO DI ADEGUAMENTO DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE

Sara Pantini, Martina Bellan, Lucia Rigamonti

Comunicazioni tecnico-scientifiche

– FILTRAZIONE SU FILTRO A DISCHI A GRAVITÀ SERECO TIPO FDGIE IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE DI PUTIGNANO (BA)

Antonio Paciolla, Vito Laera, Gianluca Notarangelo

– VALUTAZIONE DEI COSTI DEL SERVIZIO DI IGIENE URBANA SECONDO I PRINCIPI DETTATI DALLE DIRETTIVE ARERA

Luisa Tramontano, Giovanni De Feo, Giorgio Ghiringhelli, Tiziana De Sio, Giuseppe Milite

Indice 2/2021

– EDITORIALE: NOVITÀ E SFIDE DELL'APPROCCIO LIFE CYCLE THINKING APPLICATO AL SETTORE DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI

Lucia Rigamonti, Andrea Fedele

Articoli di ricerca

– ANALISI DELLE PRESTAZIONI DI UN IMPIANTO DI TRATTAMENTO MECCANICO-BIOLOGICO DI RIFIUTI URBANI INDIFFERENZIATI

Giovanni Gadaleta, Francesco Todaro, Sabino De Gisi, Vincenzo Gadaleta, Michele Notarnicola

– RIFIUTI PLASTICI COME MATERIA PRIMA PER PAVIMENTAZIONI STRADALI INNOVATIVE: UNA VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA

Lucia Capuano, Giacomo Magatti, Paride Mantecchia

– RIFIUTI: RICICLARLI O EVITARLI? RISPOSTE DAGLI STUDI DI LIFE CYCLE ASSESSMENT

Anna Mazzi

– VALUTAZIONE LCA DI UN EDIFICIO REALIZZATO CON CONTAINER PER TRASPORTI MARITTIMI RIUSATI

Serena Giorgi, Monica Lavagna, Elisabetta Ginelli

Comunicazioni tecnico-scientifiche

– IL LIFE CYCLE THINKING COME STRUMENTO PER LA VALUTAZIONE CRITICA DELLE POLITICHE DI ECONOMIA CIRCOLARE

Daniela Camana, Alessandro Manzardo, Andrea Fedele

– CHOMGENIUS COME ESEMPIO DI SMART ING CONTAINER BUILDING, TRA ECONOMIA CIRCOLARE E INNOVAZIONE

Elisabetta Ginelli, Gianluca Pozzi, Giulia Vignati

Indice 3/2021

– EDITORIALE: IL SESTO RAPPORTO DI VALUTAZIONE DELL'IPCC

Stefano Caserini

– CLIMATE CHANGE 2021 – LE BASI FISICO-SCIENTIFICHE: I MESSAGGI PRINCIPALI DEL RAPPORTO

Focal Point IPCC per l'Italia

Articoli di ricerca

– LE FASI OPZIONALI DI NORMALIZZAZIONE E PESATURA NELL'ANALISI DEL CICLO DI VITA: APPROCCI POSSIBILI E STATO DELL'ARTE

Giulia Cavenago, Mario Grosso, Lucia Rigamonti

– LA STRATEGIA ITALIANA DI LUNGO TERMINE SULLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA: SCENARI EMISSIVI E TREND STORICI

Emanuele Peschi, Antonio Caputo, Marina Colaiezzzi, Eleonora Di Cristofaro, Monica Pantaleoni, Marina Vitullo

– ANALISI SPERIMENTALE SULLA DEGRADAZIONE ANAEROBICA DI SACCHETTI IN CARTA O IN BIOPLASTICA PER LA RACCOLTA DEL RIFIUTO ALIMENTARE

Valeria Venturelli, Giovanni Dolci, Arianna Catenacci, Francesca Malpei, Mario Grosso

– RIMOZIONE DI CROMO DA REFLUI INDUSTRIALI: VALUTAZIONE DELL'UPGRADING DI UN DEPURATORE DI REFLUI E RIFIUTI INDUSTRIALI

Andrea Re, Elisabetta Zanardini, Domiziano Ivan Basilico, Marcello Rigon, Marco Vanotti, Cristiana Morosini

Indice 4/2021

– EDITORIALE: POLITICA E SCIENZA PER AFFRONTARE LA SFIDA AMBIENTALE E CLIMATICA

Paolo Cescon, Carlo Barbante

Articoli di ricerca

- BIOFILTRAZIONE DI EFFLUENTI GASSOSI DA UN PROCESSO DI COMPOSTAGGIO: CONFRONTO TRA DIFFERENTI MEZZI DI RIEMPIMENTO

Andrea Re, Marco Schiavon, Vincenzo Torretta, Elisa Polvara, Marzio Invernizzi, Selenia Sironi, Paolo Caruson

- STRATEGIE DI RILEVAMENTO CON METODOLOGIE INTEGRATE GEOLOGICHE E GEOFISICHE PER L'INDIVIDUAZIONE DI AREE DI DISCARICA

Daniela Tarallo, Antmo Angelino, Giuseppe Cuvuoto, Massimo Conterio, Michele Iavarone, Massimiliano Lega, Nicola Pelosi, Michele Punzo, Paolo Scotto di Vettimo, Vincenzo di Fiore

- IMPLEMENTAZIONE DI NUOVE PARAMETRIZZAZIONI PER LA SIMULAZIONE DELL'AEROSOL ORGANICO CON CAMX: CASO DI STUDIO IN PIANURA PADANA NEL PERIODO ESTIVO

Barbara Basla, Valentina Agresti, Alessandra Balzarini, Paolo Giani, Guido Pirovano, Stefania Gilardoni, Marco Paglione, Cristina Colombi, Claudio Belis, Vanes Poluzzi, Giovanni Lonati

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- ANALISI DELLE PORTATE SFIORATE PRESSO GLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE IN SISTEMI FOGNARI DI TIPO MISTO: CASO STUDIO E NORMATIVE REGIONALI DI RIFERIMENTO

Roberto Perin, Loredana Braidotti, Valentina Cabbai, Paolo Dreossi, Elisa Prodorutti, Gabriele Sandri, Alessandro Patriarca, Daniele Goi

- “COMPETENZE TRASVERSALI SULLA SOSTENIBILITÀ”, IL NUOVO INSEGNAMENTO ATTIVATO IN UNIMORE

Grazia Ghermandi, Francesca Despini

Indice 1/2022

- EDITORIALE: IL MONITORAGGIO DEL SARS-COV2 NELLE ACQUE REFLUE: INTEGRAZIONE TRA SISTEMI DI SORVEGLIANZA EPIDEMIOLOGICA E AMBIENTALE

Arianna Azzellino, Manuela Antonelli, Giorgio Bertanza, Marta Domini, Andrea Turolla, Francesca Malpei

Articoli di ricerca

- INTEGRAZIONE DI CITIZEN SCIENCE E MONITORAGGIO STRUMENTALE PER IL RICONOSCIMENTO DELLE CLASSI ODORIGENE NELLE VICINANZE DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE

Federico Cangialosi, Edoardo Bruno, Antonio Fornaro

- APPLICAZIONE DELLA MODELLISTICA INVERSA PER LA STIMA DEL FLUSSO EMISSIVO DI AMMONIACA IN AMBITO ZOOTECNICO

Elisabetta Angelino, Giulia Malvestiti, Alessandro Marongiu, Giuseppe Fossati, Edoardo Peroni

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- SOCIAL LIFE CYCLE ASSESSMENT: UNA METODOLOGIA PER VALUTARE LA SOSTENIBILITÀ SOCIALE DEL CICLO DI VITA DI PRODOTTI E ORGANIZZAZIONI

Giuseppe Cecere, Lucia Rigamonti

- I 50 ANNI DEL RAPPORTO “I LIMITI ALLA CRESCITA”

Dennis Meadows

Indice 2/2022

- EDITORIALE: LA PIANIFICAZIONE DEI RIFIUTI VERSO L'ECONOMIA CIRCOLARE

Mario Grosso

Articoli di ricerca

- EDITORIA SCOLASTICA E IMPATTI AMBIENTALI: ANALISI DEL CASO ZANICHELLI TRAMITE LA METODOLOGIA LCA

Camilla Tua, Giulia Cavenago, Mario Grosso, Lucia Rigamonti

- OZONOLISI IN DIGESTIONE ANAEROBICA: UN CASO DI STUDIO A SCALA REALE E DI LABORATORIO

Michela Peroni, Matteo Cascio, Davide Soderino, Davide Preda, Arianna Catenacci, Eleonora Pasinetti, Francesca Malpei, Marco Bernardi

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- 35 ANNI DI RICOGNIZIONE DEGLI SCARICHI FOGNARI IN TRENTINO

Giuliano Rizzi

- LA TARIFFAZIONE PUNTUALE PER IL CONSEGUIMENTO DEGLI OBIETTIVI DELL'ECONOMIA CIRCOLARE NELLA GESTIONE DEI RIFIUTI: IL CASO DELLA CITTÀ DI LATINA

Silvio Ascoli, Chiara Pagano, Raffaella Pomi, Alessandra Poletti, Anna Proietti

- IL NUOVO PROGRAMMA DI GESTIONE DEI RIFIUTI DELLA REGIONE LOMBARDIA: GLI OBIETTIVI DI RICICLO DEI RIFIUTI URBANI

Giorgio Gbiringhelli, Michele Giavini, Elisa Amodeo, Silvia Colombo

Indice 3/2022

- EDITORIALE: NOTIZIE DA REMTECH: UN FERMENTO DI NUOVE TECNOLOGIE

Marco Falconi

Articoli di ricerca

- VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA DI UN IMPIANTO EOLICO OFFSHORE GALLEGGIANTE: UN CASO STUDIO ITALIANO

Gaia Brussa, Mario Grosso, Lucia Rigamonti

- TECNOLOGIE, CONSUMI ENERGETICI, COSTI E IMPATTI AMBIENTALI NELL'ESCAVAZIONE, LAVORAZIONE E TRASPORTO DI CALCARE E OLIVINA

Serena De Marco, Stefano Caserini

- FINALE DI PARTITA SUL CLIMA: ESPORARE GLI SCENARI CATASTROFICI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Luke Kemp, Chi Xu, Joanna Depledge, Kristie L. Ebi, Goodwin Gibbins, Timothy A. Kohler, Johan Rockström, Marten Scheffer, Hans Joachim Schellnhuber, Will Steffen, Timothy M. Lenton

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- SCIENZA E POLITICA PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

Andrea Gambaro, Paolo Cescon, Davide Zancettin

Indice 4/2022

- EDITORIALE: LA CENTRALITÀ DELLA COMUNICAZIONE AMBIENTALE: AGIRE, COMUNICARE, COINVOLGERE
Domiziano Ivan Basilico, Sergio Vazzoler

Articoli di ricerca

- OZONOLISI IN OSSIDAZIONE BIOLOGICA: UN CASO STUDIO A SCALA REALE
Michela Peroni, Eleonora Pasinetti, Davide Soderino, Matteo Cascio, Davide Preda, Arianna Catenacci, Roberto Canziani, Marco Bernardi, Desdemona Oliva
- INTERVENTO DI ADEGUAMENTO DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE A SERVIZIO DI UN CANTIERE STRADALE PER LA REALIZZAZIONE DI UNA GALLERIA
Giovanni De Feo, Maurizio Galasso, Gianluca La Sala
- ANALISI SPERIMENTALE SULLA DISINTEGRAZIONE IN PROVE DI COMPOSTAGGIO DI VASCETTE A BASE CARTA PER IL CIBO D'ASPORTO
Florian Fava, Giovanni Dolci, Valeria Venturelli, Mario Grosso

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- IMPATTO DELLA DIFFUSIONE DI VEICOLI ELETTRICI E A IDROGENO SULLE CONCENTRAZIONI DI PM10 IN EMILIA-ROMAGNA
Sara Fabbri, Giorgio Veratti, Alessandro Bigi, Grazia Ghermandi
- FIT FOR 55: LE NUOVE AMBIZIOSE REGOLE DELL'UNIONE EUROPEA SULL'EMISSION TRADING E LA FINANZA PER IL CLIMA
Davide Michielin

Indice 1/2023

- EDITORIALE: IL RIUSO POTABILE DELLE ACQUE REFLUE, FRA UTOPIA E REALTÀ
Paolo Roccaro

Articoli di ricerca

- RIGENERAZIONE DI CARBONI ATTIVI GRANULARI (GAC) SATURI DA PFAS TRAMITE IRRADIAMENTO A MICRONDE
Erica Gagliano, Yeakub Zaker, Nazmiye Birben, Pietro Falciglia, Tanju Karanfil, Paolo Roccaro
- IL COVID-19 E LA GESTIONE DEI RIFIUTI SANITARI IN CONTESTI A BASSO REDDITO: PROPOSTE PER UN QUARTIERE INFORMALE DI MAPUTO
Sofia De Giorgi, Mario Grosso, Francesca Villa
- COMBINAZIONE TRA COMPOSTAGGIO E VERMICOMPOSTAGGIO DELLA FORSU: UN CASO STUDIO SICILIANO
Gaetano Di Bella, Enrico Licitra, Antonio Iudani, Sabrina Milano, Laura Cozzo, Graziella Rabbeni, Maria Giustra, Marco Gentile, Roberto Palumbo, Santo Castagna

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE REFLUE AFFINATE: L'ITALIA È PRONTA A RECEPIRE IL REGOLAMENTO (UE) 2020/741?
Geneve Farabegoli

- ACQUE AD USO UMANO E CONTAMINANTI UBIQUITARI: PFAS E BISFENOLO A, DAL TESTO DELLA NUOVA DIRETTIVA AI TEST DI LABORATORIO
Paola Verza, Francesca Faraon, Alessio Mattiazzo, Barbara Scantamburlo

Indice 2 /2023

- EDITORIALE: IN RICORDO DI MARIA VITTORIA PRATI
Simone Casadei, Stefano Caserini

Articoli di ricerca

- POLITICHE DI SVILUPPO TERRITORIALE E MODELLISTICA AMBIENTALE: CENSIMENTO, ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI DI FONTI INQUINANTI SU SCALA COMUNALE
Marina Campolo, Filippo Valdevit, Paolo Pivato
- RICICLO DI PANNELLI SOLARI E BATTERIE: NON SOLO UNA QUESTIONE AMBIENTALE
Anna Mazzi, Giulia Lovato, Elena Battiston

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- LIFE CYCLE THINKING PER L'ORGANISMO EDILIZIO: IL VALORE DEL PROCESSO PROGETTUALE NELLA CIRCOLARITÀ
Giulia Vignati, Gianluca Pozzi, Elisabetta Ginelli
- PREVENIRE LE PERDITE DALLE TUBAZIONI NELL'INDUSTRIA CHIMICA
Jasper Schmeits, Thijs Lanckriet

Indice 3/2023

- EDITORIALE: IL POTENZIALE DELLE SOLUZIONI NATURALI E DELLA LORO COMBINAZIONE CON TRATTAMENTI CONVENZIONALI NEL TRATTAMENTO DEI REFLUI URBANI
Arianna Azzelino

Articoli di ricerca

- ANALISI DEI METODI DI INTEGRAZIONE DEGLI INDICATORI ECONOMICI E AMBIENTALI
Paula Barbato, Lucia Rigamonti
- UTILIZZO DI SURFATTANTI PER IL RISANAMENTO DI SUOLI CONTAMINATI DA IDROCARBURI
Federica De Marines, Daniele Di Trapani, Gaspare Viviani

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- MODELLAZIONE NUMERICA INTEGRATA FOGNATURA – CORPO IDRICO RECETTORE: UN CASO DI STUDIO IN PROVINCIA DI UDINE
Roberto Perin, Loredana Braidotti, Alessandro Patriarca, Daniele Goi
- STUDIO DI OTTIMIZZAZIONE PER IL TRATTAMENTO BIOLOGICO DI AREE DESERTICHE CONTAMINATE DA IDROCARBURI
Federica Brogioli, Cosimo Masini

Indice 4/2023

- EDITORIALE: IL CONTENIMENTO DEL CONSUMO DI SUOLO MEDIANTE IL RISANAMENTO E IL RECUPERO DI SITI



CONTAMINATI E AREE DEGRADATE: CRITICITÀ E OPPORTUNITÀ

Carlo Collivignarelli, Maurizio Tira, Mentore Vaccari

Articoli di ricerca

- LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE ED ECONOMICA DEL TRATTAMENTO DEI FANGHI DI DEPURAZIONE: EVIDENZE DALLA LETTERATURA

Stefano Puricelli, Andrea Franzoni, Marco Traversi, Mariasole Bannò, Roberto Canziani, Mario Grosso, Lucia Rigamonti

- VALUTAZIONE DI UN SERVIZIO DI PULIZIA PROFESSIONALE IN AMBITO CIVILE: ANALISI COMPARATIVA MICROBIOLOGICA ED AMBIENTALE TRA METODI TRADIZIONALI E “GREEN”

Asia Rosatelli, Erika Bruno, Luciano Vogli, Beatrice Bandera, Cesare Buffone, Andrea Franzetti

- RASSEGNA ED ANALISI DELLE VARIABILI CHE INFLUENZA-

NO LE EMISSIONI DI AMMONIACA DAL SETTORE ZOOTECNICO

Elisabetta Angelino, Anna Gilia Collalto, Alessandro Marongiu

Comunicazioni tecnico-scientifiche

- IL FUTURO DELL'ACQUA E LA NUOVA DIRETTIVA EUROPEA: TECNOLOGIE INNOVATIVE E RISPARMIO ENERGETICO

Domiziano Basilico, Elisabetta Vaccelli

- ECONOMIA CIRCOLARE E SOSTENIBILITÀ LOCALE: OPPORTUNITÀ E VINCOLI PER LE PICCOLE MEDIE IMPRESE ITALIANE

Chiara Fabris, Anna Mazzi

- INTESI DEL SEMINARIO DI STUDIO DI INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE “ESPERIENZE DI ECONOMIA CIRCOLARE APPLICATA AL TRATTAMENTO DEI RIFIUTI”

Carlo Collivignarelli, Giorgio Bertanza, Sabrina Sorlini, Mentore Vaccari, Alessandro Abbà, Claudio De Rosa



ANALISI SPERIMENTALE SULLA DEGRADAZIONE IN CONDIZIONI ANAEROBICHE DI VASCHETTE A BASE CARTA PER IL CIBO D'ASPORTO

Floriana Fava¹, Giovanni Dolci^{1,*}, Martina Intiliso¹, Valeria Venturelli²,
Francesca Malpei¹, Mario Grosso¹

¹ Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA).

² Politecnico di Milano, Dipartimento di Energia.

Sommario

La quantità di frazioni cellulosiche e bioplastiche compostabili presenti nella frazione organica dei rifiuti solidi urbani è in aumento a causa del crescente utilizzo di tali materiali, soprattutto nel settore degli imballaggi, in sostituzione delle plastiche convenzionali. Questo studio completa l'analisi sulla degradabilità degli imballaggi a base cellulosica di cui la prima parte è riportata in Fava et al. (2022) e ha l'obiettivo di valutare la degradabilità in condizioni anaerobiche di due imballaggi a base carta quando sottoposti ai processi di trattamento del rifiuto organico. Sono state svolte prove di biometanazione (biochemical methane potential—BMP) su due vaschette per il cibo d'asporto certificate EN 13432:2002: una realizzata in carta con un film in acido polilattico (PLA) e una in sola carta. Sulla prima sono state inoltre svolte prove di co-digestione con il rifiuto alimentare in condizioni di semi-continuo, per simulare le condizioni presenti negli impianti di digestione anaerobica alla scala industriale. I risultati delle prove di BMP per la vaschetta in sola carta indicano una degradabilità paragonabile a quella del rifiuto alimentare (superiore al 90%), mentre la degradabilità della vaschetta con film in PLA è risultata inferiore (75%). Nelle prove in semicontinuo effettuate sulla vaschetta con film in PLA, la produzione di metano del reattore in co-digestione è risultata inferiore del 3,8% e del 2,5% rispettivamente nella prima e nella seconda parte della prova, rispetto alla produzione di metano del reattore di controllo (alimentato con solo rifiuto alimentare). Dalle prove in semi-continuo sono stati inoltre estratti dei residui, costituiti principalmente dal film in PLA e corrispondenti al 26% della massa totale di PLA alimentata. Complessivamente i risultati mostrano l'elevata compatibilità della carta con i processi di digestione anaerobica; al contrario, sono emerse potenziali criticità legate alla presenza delle componenti in plastica biodegradabile.

Parole chiave: *test di biometanazione (BMP), semi-continuo, degradabilità anaerobica, carta, bioplastica*

EXPERIMENTAL ANALYSIS ON THE DEGRADATION OF PAPER BOXES FOR FOOD DELIVERY UNDER ANAEROBIC CONDITIONS

Abstract

In Italy, the organic fraction accounts for 39% of all materials separately collected in municipal solid waste (ISPRA, 2022). The amount of cellulosic fractions and compostable bioplastics found in such a fraction is growing, also due to the increased use of these materials in the packaging sector as a replacement for conventional plastics. According to the Italian legislation, the waste (including packaging) with properties of biodegradability and compostability similar to organic waste should be delivered to composting or anaerobic digestion plants. These properties must be verified through the compliance with the European standards EN 13432:2002 and EN 14995:2007. However, the conditions described in such standards are not necessarily consistent with those found in full scale anaerobic treatment plants. This study completes the analysis on the degradability of paper-based packaging, the first part of which is reported in Fava et al. (2022), and it aims at evaluating the degradability under anaerobic conditions of two boxes used for food delivery when subjected to biological treatments together with the organic waste. Mono-digestion biochemical methane potential (BMP) tests were performed on two food delivery boxes, EN 13432:2002 certified, one made entirely of paper, and one made of paper laminated with a poly-lactic acid (PLA) film. Subsequently co-digestion tests with food waste were also carried out on the box with the PLA film under semi-continuous conditions, to better simulate the real scale anaerobic digestion plants. The BMP test results were analysed through kinetic models and the substrate degradability were compared with those obtained in the semi-continuous co-digestion tests. Subjected to BMP tests, the paper-only box exhibited a behaviour comparable to that of food waste, both in terms of degradability (>90%) and kinetics. The degradability of the PLA-laminated paper box film

* Per contatti: piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano.
Tel. 02.23994350. E-mail giovanni.dolci@polimi.it

Ricevuto il 29-2-2024; Correzioni richieste il 4-4-2024; Accettazione finale il 18-4-2024.

resulted lower, being equal to 75%. No residue was found when sieving the digestate at 2 mm after the tests. With regard to the semi-continuous tests performed on the box with PLA film, the methane production of the co-digestion reactor was lower by 3.8% (first part of the test) and by 2.5% (second part) compared to the methane production of the control reactor (fed with only food waste). If only the degradability of the packaging is considered, an increase can be observed from 66% in the first part of the test up to 75% in the second part. These values are comparable with the results obtained in the BMP tests, which shows that no synergistic effects between the two substrates occurred and there were also no

significant acclimatisation phenomena. During the semi-continuous tests, the residues extracted from the digestate were mainly constituted by the PLA film. In particular, the weight of the non-degraded fraction (larger than 2 mm) resulted 2.8% of the total mass fed, corresponding to 26% of the total mass of inserted PLA. Altogether the results of this study indicate that paper is highly compatible with the anaerobic digestion process, while there were potential criticalities associated with the presence of undigested pieces of PLA.

Keywords: *BMP test, semi-continuous, anaerobic degradation, paper, bioplastic.*

1. Introduzione

In Italia la frazione organica rappresenta il 39% di tutti i materiali raccolti in modo differenziato nei rifiuti solidi urbani (ISPRA, 2022). Al suo interno, in aggiunta al rifiuto alimentare e al verde, si ritrovano però anche altre frazioni presenti in quantità non trascurabili di cui i materiali cellulosici e le bioplastiche compostabili sono tra le più rilevanti.

Nel 2021, a livello nazionale le frazioni cellulosiche hanno costituito circa il 2,5% del rifiuto organico, con dati regionali che variano dallo 0,5% fino a raggiungere il 3,9%. Nello specifico, più del 60% degli scarti a matrice cellulosica sono identificati come tessuti cellulosici (quali tovaglioli e carta da cucina), mentre il 28,3% è costituito da imballaggi, che includono una quota crescente di manufatti utilizzati per il catering (4,3%) e per confezionare il cibo d'asporto (Bonori, 2022).

Esaminando le bioplastiche compostabili presenti nel rifiuto organico, esse sono cresciute passando da 27.000 tonnellate annue nel 2016/2017 a 83.000 tonnellate nel periodo 2019/2020 (CIC-COREPLA, 2020). Il principale settore di utilizzo delle bioplastiche è legato alla produzione di imballaggi flessibili e rigidi (European Bioplastics, 2022). Oltre ai sacchetti utilizzati per il conferimento del rifiuto, è in continua crescita la quantità di bioplastica compostabile attribuibile a imballaggi e prodotti monouso sostitutivi dei corrispondenti in plastica tradizionale. Tra le bioplastiche compostabili, la più diffusa è l'acido polilattico (PLA), che rappresenta il 20,7% della capacità produttiva mondiale di bioplastiche nel 2022 ed è il polimero biogenico e biodegradabile più utilizzato nell'industria dell'imballaggio alimentare (European Bioplastics, 2022; European Bioplastics, 2019).

L'incremento dell'utilizzo di manufatti in carta e bioplastica compostabile è anche legato all'emanazione della Direttiva Europea 904/2019, che vieta l'immissione sul mercato di prodotti in plastica monouso

di cui sono disponibili adeguate soluzioni alternative alla plastica tradizionale. Tra i manufatti a base carta rilevati in crescita si riscontrano gli imballaggi legati al settore alimentare, tra cui le vaschette utilizzate per confezionare il cibo d'asporto. Questi sono generalmente raccolti insieme alla carta per essere avviati a riciclo. Tuttavia, se certificati compostabili e contenenti residui di cibo, possono essere conferiti con il rifiuto organico.

La normativa italiana (D.Lgs. n. 152/2006, come modificato dal D.Lgs. n. 116/2020) prevede che i rifiuti, compresi gli imballaggi, aventi analoghe proprietà di biodegradabilità e compostabilità dei rifiuti organici siano conferiti negli impianti di compostaggio e digestione anaerobica. Tali proprietà devono essere verificate attraverso il rispetto delle norme EN 13432:2002, che riporta i requisiti per gli imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione, o UNI EN 14995:2007, che tratta invece i requisiti e le procedure per la determinazione della compostabilità dei manufatti diversi dagli imballaggi, seguendo un approccio comparabile a quello della norma precedente (EN, 2002; EN, 2007).

In merito alla degradabilità in condizioni anaerobiche, la norma EN 13432:2002 prevede l'esecuzione di prove secondo la metodologia della norma tecnica EN ISO 15985:2018, svolte in condizioni termofile ($52 \pm 2^\circ\text{C}$) e in un processo a secco per una durata massima prevista di due mesi. La percentuale di biodegradazione, espressa in termini di produzione di biogas rispetto al valore teorico, deve risultare pari o superiore al 50% (EN, 2002). Tali condizioni risultano non necessariamente coerenti con quelle riscontrate presso gli impianti di trattamento anaerobico. La durata massima risulta superiore ai tempi di residenza idraulici più comunemente utilizzati negli impianti di trattamento del rifiuto alimentare, compresi generalmente tra i 15 e i 30 giorni (Bátori et al., 2018).

Inoltre, numerosi impianti operano in condizioni mesofile (circa 37°C), con potenziali maggiori criticità associate a tempi di degradazione più lunghi. Infine, è rilevante evidenziare che la norma EN 13432:2002 indica che per garantire la compostabilità dei manufatti è sufficiente determinare la degradabilità in condizioni aerobiche. Non è quindi strettamente necessario effettuare prove per valutare la biodegradabilità e la disintegrabilità anaerobica dei substrati. Tuttavia, sulla base della crescente diffusione degli impianti di digestione anaerobica e dell'aumento dei quantitativi di manufatti in bioplastica e a base cellulosica conferiti insieme al rifiuto organico, è essenziale valutare il comportamento e la degradabilità di tali materiali anche in condizioni anaerobiche. Gli impianti di trattamento integrato (caratterizzati da un primo stadio anaerobico seguito da un post-compostaggio), insieme a quelli di digestione anaerobica, contribuiscono infatti alla gestione di oltre il 50% del rifiuto organico inviato a trattamento, percentuale che supera il 60% se si considera la sola frazione umida (ISPRA, 2022).

Questo studio completa l'analisi sulla degradabilità degli imballaggi a base cellulosica di cui la prima parte è riportata in Fava et al. (2022), in cui sono state effettuate prove di compostaggio aerobico su quattro vaschette a base carta per il cibo d'asporto. Il presente studio ha l'obiettivo di valutare la degradabilità in condizioni anaerobiche di due di questi imballaggi: in primo luogo sono state effettuate prove di biometanazione (biochemical methane potential, BMP) in mono-digestione; successivamente è stata testata la co-digestione con rifiuto alimentare in prove di BMP e in condizioni di alimentazione semi-continua, per simulare le condizioni presenti negli impianti di digestione anaerobica alla scala industriale. I risultati ottenuti dalle prove di BMP sono stati analizzati attraverso modelli cinetici e le degradabilità ottenute in queste prove sono state confrontate con quelle delle prove di co-digestione in semi-continuo.

In letteratura sono presenti diversi esempi di prove di BMP volte a valutare la degradabilità di prodotti a base di cellulosa (Dolci et al., 2022; Dolci et al., 2021; Naroznova et al., 2016) e bioplastiche, tra cui il PLA (Battista et al., 2021; Hobbs et al., 2019; Zhang et al., 2018). Meno numerosi sono invece gli studi sul comportamento di tali materiali in condizioni più simili a quelle degli impianti di trattamento, come prove di co-digestione in condizioni di semi-continuo (Dolci et al., 2022; Zhang et al., 2018).

2. Materiali e metodi

Lo studio della degradabilità anaerobica delle vaschette a base carta per il cibo d'asporto è stato effettuato attraverso prove di BMP in mono e co-digestione

con rifiuto alimentare sintetico. Successivamente, sono state condotte prove di co-digestione in semi-continuo. Le caratteristiche e le modalità di preparazione dei substrati e lo svolgimento delle prove sono descritti nei paragrafi successivi.

2.1. Preparazione e caratterizzazione dei substrati e degli inoculi

2.1.1. Vaschette

Gli imballaggi analizzati durante la sperimentazione presentano le seguenti caratteristiche:

- Vaschetta 1 (V1): composta interamente da cartoncino di pura cellulosa accoppiato a un film biodegradabile e compostabile di PLA; essi costituiscono rispettivamente il 90% e il 10% in peso dell'imballaggio; è utilizzabile tra -10 e +85°C. In merito al fine vita, le indicazioni riportate sull'imballaggio prevedono il conferimento con il rifiuto organico (il cartoncino e il film accoppiato non sono separabili).
- Vaschetta 2 (V2): composta da cartone ondulato incollato con amido, utilizzabile in frigorifero e in forno per massimo 30 minuti a 220°C. Dopo l'utilizzo le indicazioni riportate sull'imballaggio prevedono il conferimento con la carta se il materiale è pulito, altrimenti con il rifiuto organico.

Per l'esecuzione delle prove di BMP, V1 e V2 sono state tagliate in pezzi quadrati di lato 1 cm, mentre nelle prove di co-digestione è stata analizzata la sola V1 in pezzi delle stesse dimensioni. La scelta di utilizzare V1 come substrato, rispetto a V2, è stata compiuta a valle dei risultati ottenuti nelle prove di BMP, in quanto ritenuta di maggiore interesse sperimentale, vista anche la presenza di bioplastica e le sue possibili problematiche negli impianti di digestione anaerobica. Per entrambi i substrati sono stati determinati il peso su base umida, lo spessore, i solidi totali (ST), i solidi volatili (SV), l'azoto totale Kjeldahl (TKN) e la richiesta chimica di ossigeno (chemical oxygen demand, COD).

2.1.2. Rifiuto alimentare

La composizione del rifiuto alimentare sintetico (Tabella S1 del Materiale Supplementare – MS) è basata sui risultati ottenuti da precedenti analisi merceologiche della frazione organica ricevuta in tre impianti di compostaggio e in un inceneritore (Fava et al. 2022). Gli inerti, quali gusci e ossa, tipicamente presenti nel rifiuto alimentare non sono stati inseriti poiché generalmente rimossi dai pretrattamenti presso gli impianti di digestione anaerobica. Il rifiuto alimentare è stato pretrattato mediante triturazione delle diverse componenti coadiuvata dall'aggiunta di acqua, nella quantità di 850 g di acqua di rete per ogni kg di rifiuto. Il rifiuto così preparato è stato poi miscelato e conservato in congelatore a -18°C. Il

Tabella 1. Risultati della caratterizzazione dei substrati e degli inoculi impiegati nelle prove

Parametro	V1	V2	Rifiuto alimentare	Inoculo 1	Inoculo 2
Peso umido (g)	21,1 ± 0,2	47,6 ± 0,4	-	-	-
Spessore (mm)	0,400 ± 0,010 ^a	0,59 ± 0,08	-	-	-
ST (g/kg)	934 ± 3	927 ± 7	88,2 ± 2,2 ^b	24,7 ± 0,3	20,5 ± 0,1
SV (g/kg)	833 ± 64	836 ± 65	80,6 ± 4,4 ^b	13,0 ± 0,2	10,2 ± 0,01
pH	-	-	4,68 ± 0,01 ^b	8,27 ± 0,05	8,72 ± 0,05
COD (g/kg)	1.122 ± 88	1.086 ± 23	106 ± 1 ^b	-	12,8 ± 0,2
TKN (g/kg)	1,02	0,875	2,56 ± 0,01 ^b	-	2,33 ± 0,01
NH ₄ ⁺ (mg/L)	-	-	54,5 ± 8,5 ^b	1.400	1.760 ± 42
AT (mgCaCO ₃ /L)	-	-	446 ± 121 ^b	10.406	9.305 ± 163
AGV (mgCH ₃ COOH/L)	-	-	5.617 ± 878 ^b	404	85,4 ± 14

^a Di cui film in PLA = 0,04 ± 0,01 e carta = 0,36 ± 0,01.

^b Inclusa l'acqua aggiunta per permettere la triturazione delle componenti.

rifiuto è stato caratterizzato in termini di ST, SV, TKN, azoto ammoniacale (NH₄⁺), COD, pH, alcalinità totale (AT) e acidi grassi volatili (AGV).

2.1.3. Inoculi

Gli inoculi utilizzati sono costituiti da due digestati termofili, acquisiti presso impianti di digestione anaerobica del rifiuto alimentare proveniente dalla raccolta differenziata domestica e dalle utenze non domestiche assimilabili. Prima dell'inizio delle prove ogni inoculo è stato tenuto in incubazione in un termostato per sei giorni alla temperatura di 55°C. Dopo il periodo di incubazione sono stati determinati ST, SV, TKN, NH₄⁺, COD, pH, AT e AGV di ciascun inoculo.

2.1.4. Risultati della caratterizzazione dei substrati e degli inoculi

La Tabella 1 riporta i risultati della caratterizzazione dei substrati e degli inoculi impiegati nelle prove di BMP e in semi-continuo.

2.2. Allestimento e conduzione delle prove di BMP

Le prove di BMP sono state svolte secondo il metodo UNI/TS 11703:2018 “Metodo per la misura della produzione potenziale di metano da digestione anaerobica ad umido”, con misura volumetrica del metano prodotto (UNI/TS, 2018), presso il Laboratorio “A.Rozzi” del Dipartimento DICA del Politecnico di Milano (<https://www.dica.polimi.it/environmental-engineering-laboratories-a-rozzi-laboratory-fabe-lab/>).

L'analisi ha previsto una prima serie di prove in mono-digestione svolte in triplo dei seguenti substrati: rifiuto alimentare, V1 e V2. Sono stati inoltre allestiti tre reattori bianchi, costituiti solo da inoculo (inoculo 1) e utilizzati per valutare la produzione di metano di quest'ultimo. È stata quindi svolta una seconda serie di prove (con un diverso inoculo – inoculo 2). In tale serie, per valutare i possibili effetti sulla cinetica

di degradazione legati alla contemporanea disponibilità dei substrati, oltre alle mono-digestioni precedentemente descritte, è stata svolta una prova di co-digestione di rifiuto alimentare (87% in termini di COD) e V1 (13%). La quantità di V1 corrisponde al 2,5% del peso umido alimentato, ovvero la quantità di frazione cellulosica riscontrata nel rifiuto organico in Italia (Bonori, 2022).

Le prove sono state svolte in reattori miscelati di volume 600 mL, con volume operativo pari a 480 mL. I reattori sono stati mantenuti in condizioni termofile alla temperatura di 55 ± 0,5°C attraverso un bagno termostatico. Le prove di BMP sono state impostate rispettando un rapporto inoculo/substrato (I/S) pari a 2,5 per la prima serie di prove e pari a 4 per la seconda.

Secondo i dati riportati nel Capitolo 1, nel 2021 a livello nazionale le frazioni cellulosiche presenti nel rifiuto alimentare sono risultate pari al 2,5%. Per le prove di co-digestione è stato ipotizzato che V1 fosse rappresentativa della totalità delle frazioni cellulosiche, mantenendo tale proporzione fra rifiuto alimentare e vaschetta alimentati come substrati.

In ogni reattore sono state inoltre dosate soluzioni contenenti macronutrienti e micronutrienti, e acqua di rete fino al raggiungimento del volume operativo. Il pH, misurato in ogni reattore a inizio prova, è risultato compreso nell'intervallo 7-7,5. Prima dell'inizio delle prove, per ottenere condizioni anaerobiche nello spazio di testa di ogni reattore è stato flussato azoto (Holliger et al., 2016).

Al termine delle prove di BMP, si è provveduto a verificare la presenza di residui nel digestato attraverso una vagliatura con un setaccio a maglia 2 mm. I risultati delle prove di BMP sono stati analizzati dal punto di vista cinetico ricercando, per ogni substrato, il tempo necessario al raggiungimento del 50% e del 90% del BMP finale. Infine, alcuni modelli di letteratura sono stati adattati ai risultati delle prove e con-

frontati tra loro attraverso diversi criteri di efficienza per individuare quello più rappresentativo della cinetica di degradazione del singolo substrato (Capitolo 2 del MS).

2.3. Allestimento e conduzione delle prove in semi-continuo

Le prove sono state svolte per valutare la biodegradazione anaerobica in semi-continuo di V1, in co-digestione con il rifiuto alimentare.

Le prove sono state condotte in 2 reattori di volume 2.250 mL e con un volume operativo di 2.000 mL, miscelati meccanicamente con un rotore verticale collegato a un motore temporizzato. Le condizioni di temperatura e il sistema di misurazione della produzione di metano sono gli stessi descritti al Paragrafo 2.2 per le prove di BMP.

All'inizio delle prove, in ogni reattore sono stati dosati 1,7 L di digestato precedentemente utilizzato per la seconda serie di prove di BMP. Durante le prove, le condizioni di alimentazione semi-continua sono state ottenute seguendo la metodologia riportata in Dolci et al. (2022), attraverso una procedura bisettimanale che ha previsto la rimozione di una parte del digestato e l'alimentazione di nuovi substrati, acqua e nutrienti. Tale procedura è stata svolta in modo tale da mantenere un tempo di residenza idraulico (hydraulic retention time, HRT) di 21 giorni e un carico organico (organic loading rate, OLR) di 2,20 kgCOD/(m³×giorno), corrispondente a 1,65 kgSV/(m³×giorno). I valori di questi parametri sono stati scelti tenendo in considerazione gli intervalli tipici riportati nella letteratura scientifica per analoghe prove svolte: dai 10 ai 30 giorni per l'HRT e valori inferiori a 2 kgSV/(m³×giorno) per l'OLR in prove di laboratorio (Dolci et al., 2022; Venturelli et al., 2021). Il metano contenuto nello spazio di testa dei reattori, perso durante le operazioni periodiche di estrazione, è stato incluso nella quantificazione del metano complessivamente prodotto considerando il volume dello spazio di testa e la composizione del biogas.

Nello svolgimento delle prove è stato previsto un piano di analisi per il monitoraggio dei principali parametri operativi del sistema. Il fabbisogno minimo di macronutrienti e micronutrienti, valutato in Dolci et al. (2022), è stato garantito attraverso il dosaggio periodico delle tre soluzioni di nutrienti previste nel metodo UNI/TS 11703:2018.

Al termine di ogni alimentazione, prima di riprendere la prova, è stato flussato azoto per ripristinare le condizioni anaerobiche.

La prova ha previsto una suddivisione in due fasi:

- fase 1, composta da 15 cicli di alimentazione ed estrazione, in cui entrambi i reattori sono stati ali-

mentati esclusivamente con rifiuto alimentare. Questa fase ha avuto l'obiettivo di conseguire l'acclimatazione e di raggiungere le condizioni stazionarie;

- fase 2, composta da 18 cicli di alimentazione ed estrazione, in cui l'alimentazione del reattore 1 (R1) è rimasta invariata (reattore di controllo), mentre parte dell'alimentazione del reattore 2 (R2) è stata sostituita con V1, così da effettuare la prova di co-digestione. In dettaglio, la quantità di V1 alimentata è stata assunta pari al 13% del complessivo carico organico previsto in termini di COD.

Durante la fase 2, a ogni estrazione il digestato è stato vagliato con un setaccio di maglia 2 mm per recuperare gli eventuali pezzi di V1 non completamente degradati. Tutti i residui estratti sono stati contati, lavati con acqua deionizzata e pesati (dopo l'essiccazione e la stabilizzazione del peso a temperatura ambiente). Queste stesse operazioni sono state ripetute anche al termine della prova durante lo svuotamento finale di R2.

Dai risultati delle prove, in termini di produzione di metano, sono state ricavate le degradabilità in condizioni di semi-continuo dei due substrati. In particolare, per R2 si è ipotizzato che la degradabilità anaerobica del rifiuto alimentare (calcolata per R1) si sia mantenuta costante anche in condizioni di co-digestione, rendendo quindi possibile stimare un valore di degradabilità per la sola V1. Questi valori sono poi stati confrontati con quelli ottenuti durante le prove di BMP.

È stata inoltre eseguita un'analisi statistica sulla produzione specifica di metano per unità di massa di COD alimentato come substrato, per confrontare il comportamento dei due reattori, considerando separatamente le due fasi di prova. È stata testata la normalità delle distribuzioni della produzione di metano attraverso il test non parametrico di Shapiro-Wilk con significatività posta pari a 0,05. Poiché la normalità delle distribuzioni non è stata sempre soddisfatta, i due reattori, per ognuna delle due fasi, sono stati confrontati attraverso il Test U di Mann-Whitney a campioni indipendenti (con significatività posta pari a 0,05). Questo test è stato effettuato per verificare l'assenza (nella prima fase) e l'eventuale presenza (nella seconda fase) di differenze statisticamente significative nella produzione specifica di metano dei due campioni.

2.4. Metodi analitici

ST e SV sono stati determinati secondo la procedura indicata in Standard Methods 2540 (Rice et al., 2017). Lo spessore degli imballaggi è stato misurato per mezzo di un calibro digitale. L'NH₄⁺ è stato misurato su campioni filtrati a 0,45 µm, utilizzando test in cuvetta spettrofotometrici (HachLange). Il TKN e il COD totale sono stati analizzati seguendo i metodi indicati rispet-

tivamente nella norma tecnica ISO 5663 (ISO, 1984) e in Standard Methods 5220 (Rice et al., 2017). Il pH è stato misurato mediante una sonda multiparametrica portatile (HachA B 28 Lange HQ40D). L'AT è stata misurata per mezzo di titolazione automatica con H_2SO_4 fino a un pH di 4,30 (Hach-Lange BIOGAS Titration Manager). La concentrazione di AGV (acetico, propionico, isobutirrico, butirrico, isovalerico, valerico, isocaproico e caproico) e dell'etanolo è stata determinata secondo la procedura riportata in Standard Methods 5560 (Rice et al., 2017), utilizzando un gas cromatografo (Dani Master GC) collegato a un rilevatore a ionizzazione di fiamma. La composizione del biogas (CO_2 , CH_4 , H_2 , O_2 e N_2) è stata determinata utilizzando un gas cromatografo (Dani Master GC dotato di due colonne HayeSep Q e Molesieve 5A).

La misura volumetrica del metano prodotto è stata effettuata per mezzo dello strumento AMPTS (Automatic Methane Potential Test System II, Bioprocess Control®). I valori finali di BMP sono stati calcolati come la media della produzione cumulata di metano in condizioni normali, al netto della produzione dei bianchi, nel giorno in cui la produzione giornaliera durante gli ultimi tre giorni consecutivi è risultata <1% della produzione cumulata di metano (Holliger et al., 2021), mantenendo una durata minima delle prove di 21 giorni (UNI/TS, 2018).

3. Risultati e discussione

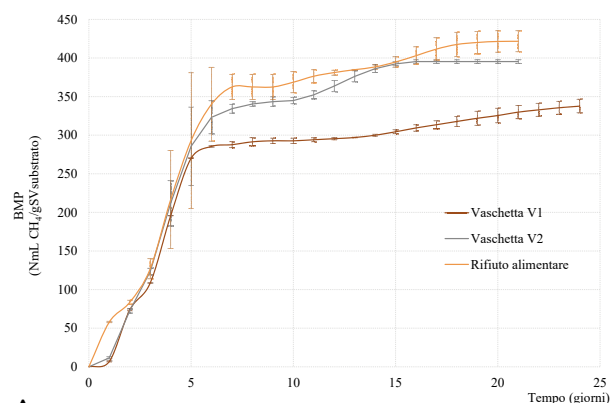
3.1. Prove di BMP

Si riportano in Figura 1 le curve relative alla produzione cumulata netta specifica di metano della prima serie di prove di BMP, riguardanti la mono-digestione di V1 e V2 e del rifiuto alimentare e della seconda serie di BMP, riguardanti oltre alle mono-digestioni anche la co-digestione del rifiuto alimentare con V1.

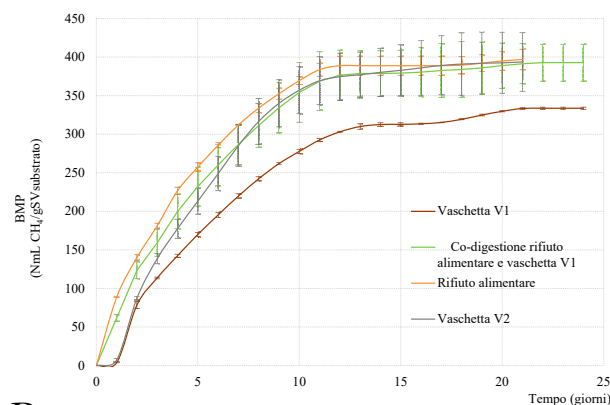
In Tabella 2 sono riassunti i risultati finali delle due serie di prove di BMP. In particolare, per il calcolo della degradabilità anaerobica è stata considerata una produzione teorica di metano di 330 $\text{NmLCH}_4/\text{gCOD}$, nell'ipotesi che il 6% del COD venga utilizzato per la crescita batterica.

Confrontando i risultati nella prima le serie di prove, si osserva che la degradabilità anaerobica di V1 è risultata pari al 76%, inferiore a quella di V2 di 16 punti percentuali. La seconda serie di prove ha mostrato un'analogia differenza tra i due imballaggi. La biodegradabilità di V2 è paragonabile a quella del rifiuto alimentare e superiore al 90%.

Dal confronto con i valori presenti nella letteratura, il BMP finale della vaschetta in sola carta V2 è risultato in linea o superiore ai risultati di studi precedenti: 262-290 $\text{NmLCH}_4/\text{gSV}$ su sacchetti in carta per la raccolta del rifiuto alimentare (Dolci et al., 2021; Dolci et al.,



A



B

Figura 1: Produzione cumulata netta specifica di metano (0°C , 1 atm) della prima serie di prove di BMP (A) e della seconda serie di BMP (B) in funzione del tempo (media e deviazione standard dei triplicati)

2022), 372 $\text{NmLCH}_4/\text{gSV}$ su carta contenuta nel rifiuto alimentare (Naroznova et al., 2016), 260-570 $\text{NmLCH}_4/\text{gSV}$ su diversi tipi di rifiuti in carta (Kobayashi et al., 2012). In mancanza di dati di letteratura relativi a manufatti in carta e bioplastica, lo stesso confronto è stato effettuato anche per V1: la produzione netta di metano è risultata compresa nell'intervallo osservato da Kobayashi et al. (2012), inferiore del 10% rispetto al risultato di Naroznova et al. (2016), ma superiore del 15%-29% rispetto ai risultati di Dolci et al. (2021) e Dolci et al. (2022). La minor produzione di metano di V1 osservata durante le prove di BMP, rispetto agli altri substrati è ragionevolmente dovuta alla presenza del film in PLA a cui è generalmente associata una più lenta e bassa degradabilità in condizioni anaerobiche. La letteratura riporta una degradazione del PLA compresa tra il 25% e il 58% in condizioni mesofile e tra il 75% e il 90% in condizioni termofile, con tempi rispettivamente di 50-147 giorni e 60-75 giorni (Abraham et al., 2021). Si tratta di tempi molto lunghi e superiori a quelli tipicamente impiegati negli impianti di trattamento (Cazaudehore et al., 2022). Ciò è confermato anche dalle prove di BMP svolte da Hobbs et al. (2019),

Tabella 2: Risultati delle due serie di prove di BMP: media e deviazione standard del BMP finale, per unità di massa di substrato in termini di SV e in termini di COD; coefficiente di variazione (CV); degradabilità anaerobica su base COD (DA); durata delle prove, tempi per il raggiungimento del 50% ($t_{50\%}$) e del 90% ($t_{90\%}$) del BMP finale

Serie	Substrato	BMP finale (NmLCH ₄ /gSV)	BMP finale (NmLCH ₄ /gCOD)	CV (%)	DA (%)	Durata (giorni)	$t_{50\%}$ (giorni)	$t_{90\%}$ (giorni)
1	V1	338 ± 9	251 ± 7	2,63	76	24	4	15
	V2	395 ± 2	304 ± 2	0,56	92	21	4	12
	Rifiuto alimentare	422 ± 14	321 ± 10	3,23	97	21	4	12
2	V1	334 ± 2	248 ± 1	0,45	75	24	5	12
	V2	394 ± 38	303 ± 29	9,64	92	21	5	10
	Rifiuto alimentare	397 ± 13	302 ± 10	3,40	92	21	4	10
	Co-digestione	393 ± 24	296 ± 18	6,08	90	24	4	10

riportanti una perdita in peso pari al 54% dopo 70 giorni, evidenziando come durante la digestione anaerobica di rifiuti a PLA, la degradazione di quest'ultimo risulti incompleta. In merito al rifiuto alimentare, i valori ottenuti da entrambe le serie di prove sono comparabili con quelli presenti in letteratura per prove in condizioni termofile: 410-460 NmLCH₄/gSV (Li et al., 2016), 403 NmLCH₄/gSV (Chuenchart et al., 2020), 418 NmLCH₄/gSV (Dolci et al., 2022), 300-500 NmLCH₄/gSV (Davidsson et al., 2007).

Analizzando poi i BMP della prova di co-digestione del rifiuto con V1, la produzione di metano è risultata in linea con il valore che si otterrebbe considerando i risultati della mono-digestione dei due substrati nelle proporzioni di SV alimentati nel reattore. Questo risultato suggerisce l'assenza di significativi effetti sinergici tra i due substrati. Infine, la vagliatura a 2 mm del digestato svolta al termine di ogni prova non ha individuato la presenza di residui in nessuno dei reattori.

Il Capitolo 2 del MS riporta inoltre i dettagli dell'analisi cinetica per i diversi substrati. Sulla base dei risultati, tutti i substrati analizzati nella prima serie di prove di BMP sono stati descritti attraverso il modello Cone. Questo modello, insieme al modello Gompertz, è tipicamente utilizzato per descrivere la cinetica della cellulosa o di altri substrati caratterizzati da una fase di latenza iniziale (Carrère et al., 2020). Per la seconda serie di prove di BMP invece l'analisi ha fornito risultati differenti: il modello più adatto a descrivere la cinetica del rifiuto alimentare è risultato essere quello del primo ordine, per V1 è stato nuovamente scelto il modello Cone, mentre per V2 sono risultati adatti il Cone e il Gompertz e per la co-digestione i modelli del primo ordine e il Cone.

3.2. Prove in semi-continuo

La prima fase delle prove di co-digestione in condizioni di alimentazione semi-continua (giorni 1-52) ha permesso l'acclimatazione dell'inoculo e la stabi-

lizzazione dei principali parametri di interesse su valori che indicano la stabilità del processo di digestione anaerobica (Cecchi et al., 2005, Yirong et al, 2014). Più precisamente, in entrambi i reattori il pH si è stabilizzato nell'intervallo compreso tra 7,4 e 7,6 e il contenuto volumetrico medio di metano nel biogas prodotto pari al 68-70%. Inoltre, il rapporto AGV/AT e l'azoto ammoniacale sono risultati sempre inferiori rispettivamente a 0,1 p/p e 1.100 mgN/L.

Nella prima fase i due reattori hanno mostrato un andamento simile anche in termini di produzione specifica di metano, pari a 310 NmLCH₄/gCOD per R1 e 308 NmLCH₄/gCOD per R2 (417 e 414 NmLCH₄/gSV), a cui corrisponde una degradabilità anaerobica rispettivamente del 94% e 93%. Infine, il Test U di Mann-Whitney ha confermato che le distribuzioni delle produzioni specifiche di metano durante la prima fase sono da considerarsi statisticamente uguali ($U = 89$, significatività asintotica = 0,330, rango della media di R1 = 17,07 e rango della media di R2 = 13,93).

Anche durante la seconda fase (giorni 53-118), i parametri operativi si sono mantenuti stabili sui valori precedentemente indicati. La produzione specifica di metano di R1 è risultata pari a 306 NmLCH₄/gCOD, confermando il valore di degradabilità ottenuto nella prima fase per il rifiuto alimentare (93%). Per avere una più precisa valutazione delle variazioni nel tempo del comportamento del reattore di co-digestione in seguito alla parziale sostituzione del rifiuto alimentare con V1, la seconda fase è stata suddivisa in due sottofasce: 2A (giorni 53-87) e 2B (giorni 88-118). In dettaglio, la produzione specifica di metano misurata per R2 è stata di 294 NmLCH₄/gCOD nella fase 2A e ha raggiunto i 298 NmLCH₄/gCOD nella fase 2B. Questi risultati mostrano una modesta riduzione rispetto a R1, rispettivamente del 3,8% nella fase 2A e 2,5% nella fase 2B. La degradabilità della sola V1 è aumentata passando dal 66% della fase 2A al 75% della fase 2B (Ta-

Tabella 3: Degradabilità anaerobica su base COD dei substrati analizzati nelle prove di BMP e nelle prove in semi-continuo, assumendo che il 6% del COD venga utilizzato per la crescita batterica

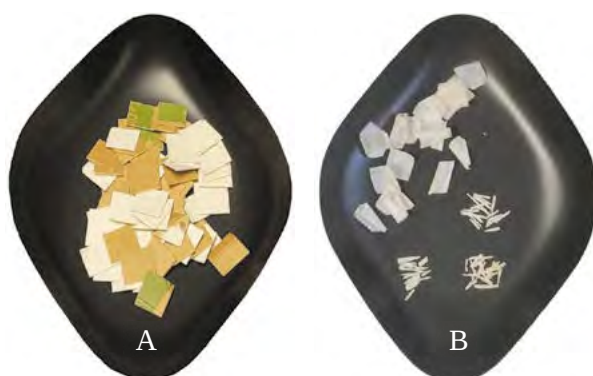
Substrato	Degradabilità anaerobica (%)		
	Prove di BMP	Prove in semi-continuo	
	BMP finale	Fase 2A	Fase 2B
Rifiuto alimentare	92-97	93*	93*
V1	75-76	66**	75**
V2	92	-	-
Co-digestione	90	89***	90***
*Degradabilità del rifiuto alimentare (R1).			
**Degradabilità della sola V1, calcolata sottraendo il contributo del rifiuto alimentare (ottenuto da R1) dalla produzione di metano di R2.			
*** Degradabilità della co-digestione di V1 e del rifiuto alimentare in R2.			

bella 3). Tuttavia, sia nella fase 2A che nella fase 2B le produzioni specifiche di metano di R1 e R2 sono risultate statisticamente differenti tra loro. In dettaglio sono stati riscontrati i seguenti risultati del Test U di Mann-Whitney per la fase 2A ($U = 22$, significatività asintotica = 0,034, rango della media di R1 = 13,13 e rango della media di R2 = 7,70) e 2B ($U = 12$, significatività asintotica = 0,036, rango della media di R1 = 11,00 e rango della media di R2 = 6,00).

Durante la seconda fase, vagliando il digestato estratto da R2 con setaccio a maglia 2 mm sono stati recuperati dei residui non digeriti di V1 (Figura 2).

Tali residui sono costituiti principalmente da film in PLA (intero o frammentato) e corrispondono al 26% della massa totale di PLA inserito (il 2,8% della massa totale di V1 alimentata al reattore). Se si considera invece il numero dei pezzi, i residui interi estratti rappresentano il 20% del totale inserito. È stato inoltre misurato lo spessore di alcuni residui di PLA estratti interi, ottenendo un valore medio di $0,040 \pm 0,010$ mm. Non

Figura 2: Pezzi di V1 iniziali alimentati (A) e residui non digeriti estratti durante le prove in semi-continuo (B)



è stata quindi osservata alcuna variazione rispetto allo spessore iniziale del film di PLA.

Confrontando le degradabilità ottenute nelle prove di BMP e al termine delle prove in semi-continuo (Tabella 3), esse hanno mostrato valori paragonabili sia per il rifiuto alimentare che per V1. Non si evidenziano quindi significativi effetti sinergici tra i due substrati o la presenza di fenomeni di acclimatazione. Nonostante i risultati ottenuti, le prove in semi-continuo hanno evidenziato le potenziali criticità associate alla presenza di pezzi non digeriti di PLA, che potrebbero facilmente aumentare nel caso di digestori anaerobici operanti in condizioni mesofile. La mesofilia, infatti, è spesso poco efficace per il PLA (Narancic et al., 2018). Le problematiche associate al trattamento delle bioplastiche in condizioni anaerobiche sono ampiamente documentate dalla letteratura: Zhang et al. (2018), attraverso prove in semi-continuo, hanno valutato la perdita in peso e il rapporto tra pezzi non digeriti e pezzi alimentati di un film e di pellet realizzati in PLA. I risultati riportati indicano la biodegradazione del film ma nessuna degradazione per il pellet. Altre prove in semi-continuo (Dolci et al., 2022), sebbene effettuate su una bioplastica differente (Mater-Bi), hanno evidenziato la presenza di residui in bioplastica, al contrario della carta che ha mostrato l'assenza di residui significativi.

Complessivamente, i risultati delle prove svolte in condizioni anaerobiche hanno quindi confermato l'elevata compatibilità della carta con questo processo, evidenziando invece alcune criticità legate al PLA. Attualmente, per gli imballaggi realizzati in carta accoppiata con tale bioplastica compostabile, la proporzione tra la quantità di carta e quella di PLA può essere considerata un valido parametro per comprenderne la compatibilità con i trattamenti biologici: minore è la presenza di PLA e minori sono generalmente le criticità attese. Tuttavia, a oggi è presente in letteratura un numero ridotto di prove su tali materiali compositi. È quindi essenziale svolgere prove sperimentali quanto più possibile rappresentative delle condizioni presenti negli impianti di trattamento per verificare il comportamento dei diversi materiali e individuare le eventuali criticità a essi associati.

4. Conclusioni

Nello studio è stata valutata la degradabilità in condizioni anaerobiche di due vaschette a base carta certificate EN 13432:2002 e utilizzate per confezionare il cibo d'asporto: una in carta accoppiata con un film in PLA e una in sola carta. Sottoposta alle prove di BMP, la vaschetta in sola carta ha esibito un comportamento paragonabile a quello del rifiuto alimentare, con valori di degradabilità e cinetiche sovrapponibili.

La degradabilità della vaschetta con il film in PLA è invece risultata inferiore (75%) rispetto a quella della vaschetta in sola carta (92%). Al termine delle prove di BMP non sono stati individuati residui in nessuno dei reattori. In merito alle prove svolte in condizioni di semi-continuo effettuate sulla vaschetta con film in PLA, la sua degradabilità è risultata pari al 66% (prima parte) e al 75% (seconda parte). Tali valori sono paragonabili a quelli ottenuti nelle prove di BMP. Considerando invece i residui non digeriti riscontrati durante le prove in semi-continuo, essi sono principalmente costituiti da film in PLA. In particolare, il peso della frazione non degradata di dimensione superiore ai 2 mm ha rappresentato il 2,8% della massa totale alimentata, corrispondente al 26% della massa totale di PLA inserita. In conclusione, gli imballaggi analizzati hanno mostrato una buona degradabilità in condizioni anaerobiche. Come atteso, la carta ha mostrato un'alta compatibilità con i processi anaerobici, mentre la presenza di residui di PLA riscontrati durante le prove di digestione anaerobica in semi-continuo è invece indice di una possibile criticità del processo nel trattare questa tipologia di substrato. ■

Riferimenti bibliografici

- Abraham A., Park H., Choi O., et al. (2021) Anaerobic co-digestion of bioplastics as a sustainable mode of waste management with improved energy production – A review. *Bioresource Technology*, 322: 124537. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124537>
- Bátori V., Åkesson D., Zamani A., et al. (2018) Anaerobic degradation of bioplastics: a review. *Waste Management*, 80: 406-413. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.040>
- Battista F., Frison N., Bolzonella D. (2021) Can bioplastics be treated in conventional anaerobic digesters for food waste treatment? *Environmental Technology & Innovation*, 22: 101393. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101393>
- Bonori B. (2022) Garantire la qualità del riciclo: indagine sulla presenza di carta nella frazione organica, analisi 2021. *Ingegneria dell'Ambiente* Vol. 9 n. 1/2022.
- Carrère H., Antonopoulou G., Druilhe C. et al. (2020) Methods to Assess Biological Transformation of Biomass. In: Nzihou A. (eds), *Handbook on Characterization of Biomass, Biowaste and Related By-products*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35020-8_5
- Cazaudehore G., Guyoneaud R., Evon P. et al. (2022) Can anaerobic digestion be a suitable end-of-life scenario for biodegradable plastics? A critical review of the current situation, hurdles, and challenges. *Biotechnology Advances*, 56: 107916. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2022.107916>
- Cecchi F., Battistoni P., Pavan P. et al. (2005) Digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi; aspetti fondamentali, progettuali, gestionali, di impatto ambientale ed integrazione con la depurazione delle acque reflue. APAT – agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici. Roma. <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003400/3482-manuali-linee-guida-2005.pdf>. (consultato a maggio 2023).
- Chuenchart W., Logan M., Leelayouthayotin C. et al. (2020) Enhancement of food waste thermophilic anaerobic digestion through synergistic effect with chicken manure. *Biomass and Bioenergy*, 136: 105541. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105541>
- CIC (Consorzio Italiano Compostatori) – COREPLA (Consorzio nazionale per la raccolta, il riciclo e il recupero degli imballaggi in plastica) (2020) Studio CIC-COREPLA, 2020: triplicano le bioplastiche compostabili nella raccolta dell'organico. https://www.compost.it/wp-content/uploads/2020/07/CS-4-Studio-CIC-COREPLA-2020_-raddoppiano-le-bioplastiche-compostabili-nella-raccolta-dell%E2%80%99organico-5.pdf (consultato a ottobre 2022).
- Davidsson A., Gruvberger C., Christensen T.H. et al. (2007) Methane yield in the source-sorted organic fraction of municipal solid waste. *Waste Management*, 27(3): 406-414. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.02.013>
- Dolci G., Venturelli V., Catenacci A. et al. (2022) Evaluation of the anaerobic degradation of food waste collection bags made of paper or bioplastic. *Journal of Environmental Management*, 305: 114331. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114331>
- Dolci G., Catenacci A., Malpei F. et al. (2021) Effect of Paper vs. Bioplastic Bags on Food Waste Collection and Processing. *Waste and Biomass Valorization*, 12: 6293-6307. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01448-4>
- EN (2007) European standard EN 14995:2007. Plastics – Evaluation of compostability – Test scheme and specifications.
- EN (2002) European standard EN 13432:2002. Packaging – Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation – Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.
- European Bioplastics (2022). *Bioplastics Market Development Update 2022*. European Bioplastics report. <https://www.european-bioplastics.org/market> (consultato ad aprile 2023).
- European Bioplastics (2019). *Bioplastics Market Development Update 2019*. European Bioplastics report. https://www.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2019/11/Report_Bioplastics-

Market-Data_2019_short_version.pdf (consultato a gennaio 2023)

- Fava F., Dolci G., Venturelli V. et al. (2022) Analisi sperimentale sulla disintegrazione in prove di compostaggio di vaschette a base carta per il cibo d'asporto. *Ingegneria dell'Ambiente*, Vol. 9, n. 4/2022.
- Hobbs S.R., Parameswaran P., Astmann B. et al. (2019) Anaerobic Codigestion of Food Waste and Polylactic Acid: Effect of Pretreatment on Methane Yield and Solid Reduction. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019: 4715904. <https://doi.org/10.1155/2019/4715904>
- Holliger C., Astrals S., Fruteau de Lacroix H., et al. (2021) Towards a standardization of biomethane potential tests: a commentary. *Water Science & Technology*, 83: 247-250. <https://doi.org/10.2166/wst.2020.569>
- Holliger C., Alves M., Andrade D. et al. (2016) Towards a standardization of biomethane potential tests. *Water Science & Technology*, 74(11): 2515-2522. <https://doi.org/10.2166/wst.2016.336>
- ISO – International Organization for Standardization, 1984. Technical standard ISO 5663:1984, 76 Water quality – Determination of Kjeldahl nitrogen – Method after mineralization with selenium.
- ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (2022). Rapporto rifiuti urbani edizione 2022. https://www.isprambiente.gov.it/files2022/pubblicazioni/rapporti/rapportorifiutiurbani_ed-2022_n-380_agg-23_12_2022.pdf (consultato ad aprile 2023).
- Kobayashi T., Xu K.Q., Li Y.Y. et al. (2012) Evaluation of hydrogen and methane production from municipal solid wastes with different compositions of fat, protein, cellulosic materials and the other carbohydrates. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(20): 15711-15718. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.05.044>
- Li Y., Liu H., Su D., et al. (2016) Characterization and Thermophilic Anaerobic Digestion of Organic Fraction of Municipal Solid Waste. *Waste and Biomass Valorization*, 7: 325-330. <https://doi.org/10.1007/s12649-015-9444-6>
- Narancic T., Verstichel S., Reddy Chaganti S. et al. (2018) Biodegradable Plastic Blends Create New Possibilities for End-of-Life Management of Plastics but They Are Not a Panacea for Plastic Pollution. *Environmental Science & Technology*, 52(18): 10441-10452. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02963>
- Naroznova I., Møller J., Scheutz C. (2016) Characterisation of the biochemical methane potential (BMP) of individual material fractions in Danish source-separated organic household waste. *Waste Management*, 50: 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.02.008>
- Rice E.W., Baird R.B., Eaton A.D. (2017) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 23rd Edition*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, D.C., USA.
- UE – Parlamento e Consiglio Europeo (2019) Regolamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 giugno 2019 che stabilisce norme relative alla messa a disposizione sul mercato di prodotti fertilizzanti dell'UE, che modifica i regolamenti (CE) n. 1069/2009 e (CE) n. 1107/2009 e che abroga il regolamento (CE) n. 2003/2003.
- UNI/TS, 2018. UNI/TS 11703:2018 Method for the Assessment of Potential Production of Methane from Anaerobic Digestion in Wet Conditions – Matrix into Foodstuffs.
- Utilitalia (2020). Managing and recovering bioplastics. Utilitalia Position Paper adopted on January 21 2020 by the Environmental Board. <http://www.utilitalia.it/dms/file/open/?8bf343a1-901d-4f99-890b-bbe422a324fd> (consultato a marzo 2023).
- Venturelli V., Dolci G., Catenacci A. et al. (2021) Analisi sperimentale sulla degradazione anaerobica di sacchetti in carta o in bioplastica per la raccolta del rifiuto alimentare. *Ingegneria dell'Ambiente*, Vol. 8, n.3/2021. <https://doi.org/10.32024/ida.v8i3.358>
- Yirong C., Heaven S. e Banks C.J. (2014) Effect of a Trace Element Addition Strategy on Volatile Fatty Acid Accumulation in Thermophilic Anaerobic Digestion of Food Waste. *Waste Biomass Valor*, 6:1-12. <https://doi.org/10.1007/s12649-014-9327-2>
- Zhang W., Heaven S. e Banks C.J. (2018) Degradation of some EN13432 compliant plastics in simulated mesophilic anaerobic digestion of food waste. *Polymer Degradation and Stability*, 147: 76-88. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2017.11.005>

Ringraziamenti

Si ringrazia il Consorzio Nazionale per il Recupero e Riciclo degli Imballaggi a base Cellulosica (Comieco), che ha finanziato la ricerca.

Materiale supplementare è disponibile gratuitamente all'indirizzo www.ingegneriadellambiente.net

IL TRAGUARDO CLIMATICO EUROPEO PER IL 2040 E IL PERCORSO VERSO LA NEUTRALITÀ CLIMATICA ENTRO IL 2050 ALL'INSEGNA DI UNA SOCIETÀ GIUSTA, PROSPERA E SOSTENIBILE

Commissione europea

Sommario

Pubblichiamo un estratto della recente Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, in cui la Commissione ha per la prima volta indicato i possibili obiettivi della prossima fondamentale tappa della politica climatica europea; obiettivi che avranno un profondo impatto sulle politiche ambientali e industriali in tutti i settori economici europei. Per mettere saldamente l'Unione europea sul percorso della neutralità climatica, la Commissione raccomanda come traguardo per il 2040 una riduzione del 90% delle emissioni nette di gas a effetto serra, rispetto ai livelli del 1990. La comunicazione completa, comprensiva del capitolo 4 "Conseguire il traguardo per il 2040", dell'allegato "8 assi d'azione per centrare il traguardo per il 2040", è disponibile sul sito della Commissione europea (EC, 2024).

Parole chiave: politiche climatiche, mitigazione, Unione europea.

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS

Abstract

We publish an extract from the recent Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, in which the Commission has, for the first time, indicated the possible objectives of the next fundamental stage of European climate policy; objectives which will have a profound impact on environmental and industrial policies across all European economic sectors. To put the European Union on a firm path to climate neutrality, this Communication presents a 90% net GHG emissions reduction compared to 1990 levels as the recommended target for 2040 ('the 2040 target'). The complete Communication, including Chapter 4 "Achieving the target for 2040", and the annex "8 axes of action to reach the target for 2040", is available on the European Commission website (EC, 2024).

Keywords: climate policies, mitigation, European Union.

* Commissione Europea, 2040 climate target.
https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2040-climate-target_en

1. Una prospettiva dopo il 2030

I cambiamenti climatici si stanno intensificando e i loro costi reali si avvertono sempre più rapidamente. Nel 2023 un'accelerazione senza precedenti ha portato per la prima volta il riscaldamento globale a +1,48°C rispetto ai livelli preindustriali. Anche le temperature degli oceani e la fusione dei ghiacci nell'Oceano Antartico hanno ampiamente superato i massimi storici. È più che mai chiaro che per stabilizzare il clima e garantire a questa e alle prossime generazioni un pianeta vivibile bisogna ridurre nettamente e rapidamente le emissioni globali di gas a effetto serra e prepararsi agli effetti futuri dei cambiamenti climatici (IPCC, 2023). Ciò può e deve essere accompagnato da una società prospera ed equa e da un'industria e un settore agricolo dell'UE agili e forti in un'economia competitiva su scala mondiale e sempre più sostenibile, al servizio di tutti e in linea con i 20 principi del pilastro europeo dei diritti sociali e il relativo piano d'azione.

L'esito della COP28 di Dubai e il primo bilancio globale (Global stocktake) dell'azione per il clima dimostrano che anche il resto del mondo si sta rapidamente portando sulla stessa rotta. L'UE, che ha sancito per legge l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050, è uno dei leader dell'azione per il clima e intende proseguire in questa direzione.

Le prospettive per l'Europa alla fine del prossimo decennio sono di largo respiro: dovrebbe rimanere una destinazione di eccellenza per investimenti in grado di assicurare posti di lavoro stabili, di qualità e adeguati alle esigenze future, con un solido ecosistema industriale. L'Europa dovrebbe essere in prima linea nello sviluppo dei mercati delle tecnologie pulite del futuro, comparto nel quale tutti i grandi paesi e le grandi imprese cercheranno opportunità di mercato. Diventare un continente che può contare su un'energia pulita, a basse emissioni di carbonio e a prezzi accessibili e su alimenti e materiali sostenibili ci renderà resilienti di fronte alle crisi future, come quelle attualmente causate dalle interruzioni dell'approvvigionamento di combustibili fossili. Confermandosi leader mondiale e partner affidabile nell'azione per il clima, l'Europa rafforzerà la propria autonomia strategica aperta e al tempo stesso diversificherà le proprie catene del valore

mondiali sostenibili, così da poter essere padrona del proprio destino in un mondo segnato dalla volatilità.

Un'azione per il clima ben congegnata può concretizzare questa visione a beneficio dell'Europa e dei suoi cittadini. Il Green Deal europeo è la strategia a lungo termine dell'UE per la crescita economica, gli investimenti e l'innovazione, la cui attuazione rafforzerà in particolare l'indipendenza energetica dell'Unione dai combustibili fossili. Nel 2022 il valore delle importazioni di combustibili fossili ha toccato il picco di 640 miliardi di euro (4,1% del PIL) a causa della guerra di aggressione della Russia nei confronti dell'Ucraina. Nel 2023, quando i prezzi sono scesi notevolmente, i costi netti delle importazioni di combustibili fossili si sono attestati al 2,4% circa del PIL (sulla base dei dati sugli scambi commerciali per i primi 10 mesi dell'anno e del PIL previsto).

Una crescita economica basata sui combustibili fossili e sullo spreco di risorse non è sostenibile. Disaccoppiando la crescita dalle emissioni di gas a effetto serra, l'UE ha dimostrato che l'azione per il clima e il sostegno alla crescita economica vanno di pari passo. Stando ai dati provvisori, nel 2022 le emissioni totali nette di gas a effetto serra sono state inferiori del 32,5% rispetto al 1990 (EC, 2023), mentre nello stesso periodo l'economia è cresciuta del 67% (EC-DG ECFIN, 2023; PIL reale). Tra il 2000 e il 2022 la produttività dei materiali è aumentata del 37,5% (Eurostat, 2023).

Si registrano attualmente livelli record di diffusione delle tecnologie rinnovabili e a basse emissioni di carbonio: nel 2023 l'UE ha installato la cifra senza precedenti di 17 GW di nuova capacità eolica e 56 GW di solare e nel 2022 sono state vendute circa 3 milioni di pompe di calore.

La normativa europea sul clima ha introdotto un traguardo intermedio che la Commissione deve proporre al più tardi sei mesi dopo la Global stocktake prevista dall'Accordo di Parigi. Pertanto, in linea con il parere scientifico del Comitato consultivo scientifico europeo sui cambiamenti climatici (ESABCC) e sulla base di una valutazione d'impatto dettagliata, la presente comunicazione raccomanda per il 2040 una riduzione delle emissioni nette di gas a effetto serra del 90% rispetto ai livelli del 1990 ("traguardo per il 2040"). Questo garantirebbe che il corrispondente bilancio complessivo delle emissioni di gas a effetto serra per l'UE di qui al 2050 sia in linea con le disposizioni della normativa europea sul clima e tracci un percorso credibile verso una società forte e sostenibile in Europa.

Per raggiungere questo obiettivo serviranno le giuste condizioni, tra cui la piena attuazione del quadro concordato per il 2030, interventi per la competitività dell'industria europea, maggiore enfasi su una transizione giusta che non lasci indietro nessuno, condizioni di parità con i partner internazionali e un dialogo

strategico sul quadro post-2030, anche con l'industria e il settore agricolo.

Scopo della presente comunicazione è avviare il dibattito politico e orientare la preparazione del quadro post-2030, non proporre misure politiche nuove o obiettivi settoriali nuovi.

La stabilità e la piena attuazione del quadro legislativo in vigore volto a conseguire gli obiettivi in materia di clima ed energia per il 2030 sono imprescindibili affinché l'UE resti sulla buona strada verso il traguardo per il 2040 e la neutralità climatica entro il 2050 e possa cogliere tutti i potenziali benefici della transizione. La proroga delle politiche attuali fino al 2040 porterebbe già a una riduzione dell'88% nello stesso arco di tempo. Lungo il percorso verso la neutralità climatica entro il 2050, anticipare la decarbonizzazione ridurrà in modo significativo le importazioni di combustibili fossili (dell'80% nel 2040) e fornirà quindi maggiore protezione contro gli shock dei prezzi, oltre a creare un mercato guida delle tecnologie pulite che rafforzerà l'autonomia strategica aperta e la competitività dell'UE. Occorre tuttavia concentrare maggiormente gli sforzi su un quadro atto a garantire che la transizione climatica vada a vantaggio di tutti i cittadini, fin da ora e nei prossimi decenni. Il Green Deal europeo, ad esempio, deve rappresentare anche un impegno alla decarbonizzazione dell'industria. L'Europa deve integrare meglio nell'azione per il clima l'occupazione e le competenze e gli aspetti sociali e distributivi; nel perseguimento di una crescita economica sostenibile ha inoltre bisogno di un quadro propizio alla decarbonizzazione industriale e di condizioni di parità a livello mondiale affinché le imprese verdi possano prosperare. Dovrà anche pianificare le infrastrutture energetiche e di trasporto necessarie. Tutti questi aspetti saranno affrontati nelle imminenti revisioni già previste nelle misure dell'UE per garantire il raggiungimento dei nostri obiettivi per il 2030.

L'Europa dovrà mobilitare la giusta combinazione di investimenti pubblici e privati per rendere l'economia sostenibile e al tempo stesso competitiva. Nei prossimi anni servirà un approccio europeo in materia di finanziamenti, in stretta cooperazione con gli Stati membri, per generare economie di scala e di diversificazione, limitando la frammentazione degli sforzi e l'aggravarsi degli squilibri regionali.

Gli effetti di molti degli investimenti necessari per centrare gli obiettivi per il 2030 in materia di clima ed energia saranno avvertiti per decenni. Definire sin da ora un traguardo climatico per il 2040 darà prevedibilità a questi investimenti e aiuterà i responsabili politici dell'UE, gli Stati membri e i portatori di interessi a prendere le decisioni del caso in questo decennio così critico, così che siano compatibili con il traguardo per il 2040 e con l'obiettivo della neutralità climatica

e minimizzino i rischi di dipendenza da attivi non recuperabili e da linee d'azione costose e non ottimali.

La necessità di una transizione giusta è al centro del Green Deal europeo, viste le riserve di alcuni cittadini ed esponenti dell'industria circa i rischi e i costi della transizione climatica ed energetica. L'azione per il clima deve coinvolgere tutti, sostenendo in particolare chi deve far fronte alle sfide maggiori. È per questo che la presente Comunicazione segna l'inizio di un dialogo e di ampie attività di consultazione di cittadini, imprese, parti sociali, ONG, mondo accademico e altri portatori di interessi su quale sia il giusto percorso verso il 2040 e la neutralità climatica entro il 2050. Nell'ambito dei dialoghi sulla transizione pulita, organizzati con i principali settori industriali interessati, sono già in corso scambi di vedute, che proseguiranno e saranno ampliati, anche all'orizzonte del 2040. È stato inoltre avviato un dialogo strategico sul futuro dell'agricoltura con gli agricoltori e altri attori della filiera alimentare. Andrebbe rafforzato il dialogo strutturato e sistematico con le parti sociali per garantire che apportino il loro contributo, in particolare riguardo all'occupazione, compresa la disponibilità di posti di lavoro per i lavoratori espulsi dal lavoro, la mobilità, la qualità del lavoro e gli investimenti nella riqualificazione e nel miglioramento delle competenze. La Commissione farà il punto sui dialoghi sulla transizione pulita prima della riunione straordinaria del Consiglio europeo in programma ad aprile di quest'anno. Questi dialoghi e le attività di sensibilizzazione consentiranno alla prossima Commissione di presentare le proposte legislative per il quadro politico post-2030 che risulteranno necessarie per raggiungere il traguardo per il 2040 in modo equo ed efficiente sotto il profilo dei costi.

2. Un'azione per il clima ambiziosa a livello globale

Il primo bilancio globale nell'ambito dell'Accordo di Parigi ha rilevato che le parti si stanno dotando di politiche climatiche sempre più efficaci, ma che servono urgentemente interventi supplementari per mettere saldamente il mondo sulla buona strada verso il conseguimento degli obiettivi dell'accordo.

Alla COP28 le parti hanno concordato sul fatto che limitare il riscaldamento globale a 1,5°C richiede una riduzione decisa, rapida e duratura delle emissioni mondiali di gas a effetto serra – pari al 43% entro il 2030 e al 60% entro il 2035 rispetto ai livelli del 2019 – e l'azzeramento delle emissioni nette mondiali di CO₂ entro il 2050. La Global Stocktake ha sottolineato che l'era dei combustibili fossili deve finire, riconoscendo la necessità che tutti abbandonino questo tipo di combustibili. L'accordo raggiunto alla COP28 invita le parti a triplicare la capacità globale di energia rinnovabile, a raddoppiare il tasso di miglioramento dell'efficienza energetica en-

tro il 2030 e ad accelerare gli sforzi globali che tendono a sistemi energetici a zero emissioni nette, passando a combustibili a zero e a basse emissioni di carbonio ben prima della metà del secolo o al massimo attorno a tale data. Ferma restando l'importanza di una transizione giusta, invita altresì ad accelerare gli sforzi per diminuire gradualmente l'uso di carbone non soggetto ad abbattimento delle emissioni, a ridurre le emissioni del trasporto su strada, ad affrontare in questo decennio il problema delle emissioni di metano e di altre emissioni diverse dal CO₂ ed ad eliminare quanto prima le sovvenzioni inefficienti ai combustibili fossili che non contrastano la povertà energetica né vanno a beneficio dei gruppi vulnerabili. A tal fine i modelli di investimento dovranno cambiare in tutto il mondo, affinché i flussi di finanziamento siano coerenti con percorsi di sviluppo a basse emissioni e resiliente ai cambiamenti climatici.

La COP28 ha definito le aspettative minime d'azione per la comunità mondiale e ha messo altri sulla traiettoria già tracciata dall'UE. L'Unione continuerà a fare la sua parte per fornire i mezzi e lo slancio necessari a un'azione globale più intensa e per persuadere altri paesi a fare lo stesso, sostenendoli.

Sulla scorta del successo e delle potenzialità del Global Gateway (una nuova strategia europea per promuovere connessioni intelligenti, pulite e sicure nei settori digitale, energetico e dei trasporti e per rafforzare i sistemi sanitari, di istruzione e di ricerca in tutto il mondo, ndr) la cooperazione internazionale sarà estesa a nuovi settori, coerentemente con gli impegni collettivi esposti nel bilancio globale e le nuove opportunità tecnologiche. I finanziamenti per il clima rimarranno al centro del contributo dell'UE all'azione globale per il clima. Insieme agli Stati membri e alla Banca europea per gli investimenti (BEI), l'Unione è il principale erogatore di finanziamenti pubblici per il clima alle economie in via di sviluppo, con un contributo di 28,5 miliardi di euro nel 2022 e altri 11,9 miliardi di euro di finanziamenti privati mobilitati.

L'UE e i suoi Stati membri potenzieranno ulteriormente la diplomazia climatica nei consessi bilaterali, plurilaterali (tra gli altri G7, G20, OCSE e gruppo per il clima, il cosiddetto "Climate Club") e multilaterali.

La Commissione istituirà una task force dedicata per mettere le proprie competenze e il proprio personale al servizio della creazione di mercati del carbonio, sviluppare un approccio globale in materia di fissazione del prezzo del carbonio (tenendo debitamente conto della spinta dell'UE a favore di misure globali di fissazione del prezzo del carbonio per il trasporto aereo e marittimo internazionale, rispettivamente attraverso l'ICAO e l'IMO), intensificare l'attività diplomatica in tema di mercati del carbonio in tutto il mondo e moltiplicare gli sforzi tesi a replicare il successo del sistema per lo scambio di quote

di emissioni dell'UE (ETS), incoraggiando e sostenendo altre giurisdizioni a introdurre o migliorare i rispettivi meccanismi di fissazione del prezzo del carbonio.

La graduale attuazione del meccanismo di adeguamento del carbonio alle frontiere (Carbon Border Adjustment Mechanism – CBAM), entrato in vigore il 1° ottobre 2023 nella fase transitoria, incentiva i governi a utilizzare misure di fissazione dei prezzi per ridurre le emissioni, da un lato, e le industrie a tagliare le proprie emissioni di gas a effetto serra, dall'altro, sulla base di una metodologia potenzialmente applicabile a livello internazionale.

In un contesto geopolitico volatile, l'UE continuerà a sviluppare partenariati stabili con paesi che condividono i suoi stessi principi. Le alleanze e i partenariati verdi conclusi dal 2021 agevolano i percorsi dell'UE e dei suoi partner verso la neutralità climatica. L'Unione amplierà e approfondirà i partenariati con fornitori internazionali affidabili, compresi i paesi del vicinato, per garantirsi sicurezza energetica a lungo termine e prevedibilità dell'approvvigionamento durante l'intera transizione energetica, contribuendo così a ridurre non solo le dipendenze esterne e i costi, ma anche i rischi che interessano le catene di approvvigionamento. Questo consentirà alle imprese europee e alla società di trarre giovamento dalla transizione globale e dalla crescente domanda di tecnologie pulite, grazie anche a strumenti strategici volti a garantire la resilienza dell'approvvigionamento da parte dell'UE di tecnologie a zero emissioni nette.

Gli accordi commerciali possono aiutare a avvicinarsi agli obiettivi climatici e ai traguardi fissati, assicurando nel contempo che il sistema di scambi internazionali rimanga equo e non discriminatorio. La politica commerciale può stimolare l'innovazione, promuovendo catene del valore sostenibili e creando possibilità di accesso al mercato per le tecnologie e i prodotti puliti.

In considerazione del notevole slancio ricavabile dall'allargamento dell'UE, la Commissione sosterrà i paesi candidati e i potenziali candidati nell'allinearsi e nell'adottare l'acquis unionale in materia di clima ed energia, compresa la normativa europea sul clima. Ciò comprende l'attuazione degli impegni assunti attraverso la Comunità dell'energia: conseguire gli obiettivi in materia di clima ed energia per il 2030 e la neutralità climatica entro il 2050 in un quadro basato sul regolamento sulla governance dell'Unione dell'energia. L'impegno a perseguire il traguardo per il 2040 e una transizione in linea con quest'ultimo saranno fattori importanti nel processo di adesione dei futuri Stati membri.

Una volta concordato, il traguardo per il 2040 sarà alla base dei nuovi contributi determinati a livello nazionale dell'UE, previsti dall'accordo di Parigi, che dovranno essere comunicati all'UNFCCC entro il 2025 in

vista della COP30. Dopo aver raggiunto un accordo sul traguardo per il 2040, sarà calcolato un valore per le emissioni nette di gas a effetto serra dell'UE nel 2035, che verrà comunicato insieme ai nuovi contributi determinati a livello nazionale.

3. Il traguardo per il 2040 e il percorso verso la neutralità climatica

3.1. Obiettivo

Per mettere saldamente l'UE sul percorso della neutralità climatica, la Commissione **raccomanda come traguardo per il 2040 una riduzione del 90% delle emissioni nette di gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990** (il “traguardo per il 2040”). L'analisi contenuta nella valutazione d'impatto indica che, per raggiungere tale traguardo, le emissioni residue di gas serra dell'UE nel 2040 dovrebbero essere inferiori a 850 Mt CO_{2eq} (escluse le emissioni del settore LULUCF) e gli assorbimenti di carbonio dall'atmosfera (attraverso il suolo e gli assorbimenti industriali) dovrebbero ammontare a 400 Mt CO₂.

L'obiettivo proposto si basa su una valutazione d'impatto approfondita, basata su scenari che tengono conto di politiche e misure fino a marzo 2023. Nel 2024 gli Stati membri presenteranno i piani nazionali definitivi per l'energia e il clima, che possono includere misure supplementari. La valutazione di impatto ha esaminato nel dettaglio le implicazioni di tre opzioni per il 2040:

- l'opzione 1 consiste in una riduzione fino all'80% rispetto al 1990, coerente con una traiettoria lineare tra il 2030 e il 2050 di cui all'articolo 8 della normativa europea sul clima; una traiettoria lineare tra l'obiettivo concordato per il 2030 e la neutralità climatica nel 2050 porterebbe alla riduzione di circa il 78% nel 2040;
- l'opzione 2 consiste in una riduzione dell'85-90%, compatibile con il livello di riduzione delle emissioni nette di gas a effetto serra che si raggiungerebbe se l'attuale quadro politico fosse prorogato fino al 2040;
- l'opzione 3 consiste in una riduzione del 90-95%.

Vi è una netta differenza tra queste opzioni in termini di importanza delle nuove tecnologie. Rispetto all'opzione 2, l'opzione 3 è accompagnata da investimenti più rapidi nella diffusione di tecnologie innovative a basse emissioni di carbonio tra il 2031 e il 2040, come la produzione di idrogeno per elettrolisi, la cattura e l'uso del carbonio e gli assorbimenti industriali. Nell'opzione 1 la diffusione delle nuove tecnologie è rimandata per lo più al periodo 2041-2050, col rischio di non raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. L'opzione 3 anticipa il grande volume di assorbimenti di carbonio necessari per conseguire la neutralità climatica entro il 2050 e giungere a emissioni nette negative dopo tale data.

L'opzione 3 porta al bilancio più contenuto di gas a effetto serra, con emissioni nette cumulative nell'UE (ossia il bilancio indicativo di gas a effetto serra) pari a 16 Gt CO_{2eq} nel periodo 2030-2050. È l'unica che si conforma al parere dell'ESABCC (ESABCC, 2023), che riduce al minimo le emissioni totali di gas serra nell'atmosfera e rispetta le disposizioni della normativa europea sul clima che chiedono di presentare un bilancio di gas a effetto serra che non comprometta gli impegni assunti dall'UE nel quadro dell'accordo di Parigi. Di fronte alla rapida diminuzione del bilancio globale di carbonio residuo (per ulteriori dettagli si veda l'allegato 14 della valutazione d'impatto), è essenziale che tutte le parti riducano al minimo le emissioni cumulative. Mettere l'UE sulla giusta rotta quanto prima renderà la transizione meno dispendiosa e più prevedibile. Quanto più ritardiamo l'azione per il clima, tanto maggiori saranno i costi umani ed economici e il fabbisogno di fondi per il ripristino e l'adattamento, che sottrarranno risorse all'economia dell'UE.

Tutte le opzioni comportano una ridistribuzione dei costi totali, da quelli operativi (connessi all'acquisto di combustibili fossili) ai costi di capitale. Il fabbisogno di investimenti per il periodo 2031-2050 è simile in tutte le opzioni: l'opzione 3 richiede più investimenti su base annua nel periodo 2031-2040 rispetto alle opzioni 1 e 2, ma il fabbisogno è poi inferiore nel periodo 2041-2050. Tuttavia, fatta eccezione per industrie ad alta intensità energetica, le differenze tra le opzioni 2 e 3 in termini di costi totali del sistema energetico, PIL e competitività sulle quote di esportazioni globali rimangono limitate. L'opzione 3 definisce un percorso chiaro di abbandono dei combustibili fossili, come chiesto dalla COP28, che apporta i benefici maggiori sul piano dell'indipendenza energetica e della protezione dagli shock dei prezzi dei combustibili fossili. Rafforza l'autonomia strategica aperta dell'UE in un contesto internazionale molto volatile in cui la dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili mette a rischio la sicurezza e la stabilità economica dell'UE.

L'obiettivo raccomandato impone una rapida diffusione delle tecnologie a zero e basse emissioni di carbonio di qui al 2040, dando spazio a un grande mercato interno per i fabbricanti di tecnologie pulite e incentivando la ricerca e l'innovazione e la creazione di una solida base industriale europea, grazie a cui l'UE si porterà alla testa della corsa mondiale alle tecnologie pulite anziché rimandare l'azione all'ultimo decennio fino al 2050. Tuttavia, vista l'azione condensata soprattutto nel decennio 2031-2040, l'opzione 3 comporta anche un fabbisogno moderatamente più elevato di materie prime (che va poi scemando nel decennio successivo) e, se non saranno diffuse abbastanza in fretta tecnologie innovative, un maggior rischio di potenziali compromessi

Raffronto tra le opzioni di obiettivo

Investimenti e costi

Tutte le opzioni richiedono un livello simile di investimenti tra il 2031 e il 2050, con il riorientamento di risorse che, in assenza di interventi, dovrebbero essere investite in tecnologie a maggior intensità di carbonio per rispondere alla domanda di energia dell'economia. Il fabbisogno di investimenti nel sistema energetico ammonta in media a quasi 660 miliardi di euro l'anno (pari al 3,2% del PIL) per l'intero periodo (contro 250 miliardi di euro, ovvero l'1,7% del PIL, nel 2011-2020, decennio che ha visto investimenti relativamente contenuti nel sistema energetico), mentre la spesa annua per i trasporti si aggira sugli 870 miliardi di euro (che equivalgono a 4,2% del PIL, percentuale simile a quella registrata nel periodo 2011-2020). Gli investimenti nel settore dei trasporti tengono conto della spesa per veicoli, materiale rotabile, aeromobili e navi e per le infrastrutture di ricarica e rifornimento; non sono invece compresi gli investimenti in infrastrutture a sostegno della mobilità multimodale e del trasporto urbano sostenibile. Nello specifico i costi di acquisizione di veicoli privati rappresentano il 60% circa del totale.

L'opzione 3 anticipa alcuni investimenti nel sistema energetico al decennio 2031-2040, con un livello medio annuo di investimenti di 710 miliardi di euro nel periodo.

Anche i costi del sistema energetico (includono sia gli investimenti che il costo del capitale — costo d'investimento annualizzato — e le spese per l'energia necessaria alle attività economiche; si veda la valutazione dell'impatto per maggiori dettagli) sono simili nelle tre opzioni: oscillano tra il 12,4% (opzione 1), il 12,7% (opzione 2) e il 12,9% (opzione 3) del PIL nel periodo 2031-2040, in moderato aumento rispetto all'11,9% del PIL speso nel 2011-2020, per poi scendere all'11,3% circa per il periodo 2041-2050. Il costo delle importazioni di combustibili fossili diminuisce notevolmente nell'opzione 3, arrivando a meno dell'1,4% del PIL entro il 2040 e a meno dello 0,6% nell'ultimo decennio (rispetto al 2,3% nel periodo 2010-2021 e al 4,1% nel 2022, durante la recente crisi energetica), con un risparmio di circa 2.800 miliardi di euro nel periodo 2031-2050.

Dalla valutazione si evince che i progressi compiuti, ad esempio sul fronte dell'economia circolare, possono ridurre il fabbisogno di investimenti nel sistema energetico di circa il 7% nel periodo 2031-2050 (pari a un risparmio annuo di 45 miliardi di euro) e la spesa per i trasporti di circa il 9% (127 miliardi di euro). Questo si traduce in una riduzione dei costi del sistema energetico, che si attesterebbero al 12,6% del PIL nel 2031-2040 e al 10,8% nel 2041-2050, livello notevolmente inferiore a quello del 2011-2020.

Ambiente

Tutte e tre le opzioni offrono benefici accessori, compresi miglioramenti della qualità dell'aria, degli ecosistemi e della salute umana nonché una diminuzione dei costi sanitari.

ambientali in termini di uso del suolo e ruolo della biomassa nel sistema energetico.

Un obiettivo del 90% richiederà maggiore attenzione e sforzi più decisi per garantire una transizione giusta rispetto alle opzioni meno ambiziose, in quanto il processo è leggermente accelerato. Sebbene i costi delle tre opzioni per le famiglie non varino molto (in particolare grazie alla maggiore efficienza energetica nell'opzione 3, che limita gli acquisti di energia), il quadro strategico post-2030 dovrebbe prevedere misure politiche idonee a garantire prezzi dell'energia accessibili e l'accesso a soluzioni decarbonizzate. Saran-

no essenziali misure di redistribuzione per parare gli impatti sociali così che nessuno rimanga indietro.

3.2. Costo dell'inazione

I costi dei cambiamenti climatici e i loro impatti sugli esseri umani sono ingenti e non fanno che crescere. Tra il 1980 e il 2022 gli eventi estremi legati al clima sono aumentati, causando 220.000 morti e perdite economiche per 650 miliardi di euro nell'UE, di cui circa 170 miliardi di euro solo negli ultimi cinque anni (EEA, 2023). Ne è scaturita tra le altre cose la decisione, nel febbraio 2024, di destinare 1,5 miliardi di euro supplementari alla riserva di solidarietà e per gli aiuti d'urgenza dell'UE per il periodo 2024-2027 (in aggiunta agli 1,2 miliardi di euro l'anno già stanziati dal quadro finanziario pluriennale originario). Si stima inoltre che nel 2022 le temperature estreme siano costate 61.000 vite umane, cifra seconda solo alle 70.000 vittime delle ondate di calore del 2003 (Ballester et al., 2023). Questi numeri potrebbero salire rapidamente, dal momento che gli effetti combinati di cambiamenti climatici, uso del suolo e degrado ambientale possono anche incidere in diversi modi sulla salute, creando nuovi canali di trasmissione virale tra specie selvatiche in precedenza geograficamente isolate, da cui le infezioni possono poi passare agli esseri umani. I cambiamenti climatici, uniti alla perdita di biodiversità, minano notevolmente anche la sicurezza alimentare. Dobbiamo fare i conti con rischi sempre maggiori di raggiungere punti di non ritorno, con conseguenze ignote e potenzialmente catastrofiche per società, ecosistemi ed economie.

L'inazione comporterebbe costi molto più ingenti, che non farebbero che crescere nei prossimi decenni. Le stime sono incerte ma, stando all'ottica prudente della valutazione d'impatto, i costi degli eventi meteorologici estremi potrebbero determinare un calo del PIL del 7% circa entro la fine del secolo, senza tenere conto di eventuali punti di non ritorno. Nel periodo 2031-2050 un percorso che porta a un riscaldamento globale superiore all'obiettivo di 1,5°C dell'accordo di Parigi potrebbe comportare per il PIL un costo cumulato supplementare di 2.400 miliardi di euro nell'Unione. La stima deriva dal confronto tra l'impatto dello scenario climatico di "maggiore riscaldamento" RCP7.0 dell'IPCC, con una "migliore stima" dell'aumento della temperatura di 2,1°C a medio termine (2041-2060) e 3,6°C a lungo termine (2081-2100), e lo scenario RCP1.9, compatibile con un aumento della temperatura limitato a 1,5 °C ("migliore stima" dell'aumento delle temperature: 1,6 °C e 1,4 °C).

Sebbene le sfide connesse alla transizione alla neutralità climatica non debbano essere sottovalutate, il processo creerà anche nuove importanti opportunità e

garantirà un futuro sostenibile per tutti. La valutazione d'impatto stima che, se centrassimo l'obiettivo del 90%, i decessi prematuri dovuti all'inquinamento atmosferico potrebbero passare da 466.000 l'anno nel 2015 a 196.000 l'anno nel 2040, con un conseguente calo dei costi da 1.700 nel 2015 a 670 miliardi di euro nel 2040 (stime indicative basate su EC-DG ENV, 2022).

Le importazioni nette di combustibili fossili diminuirebbero, mentre l'economia crescerebbe. Sempre secondo la stima della valutazione d'impatto, i costi degli shock di prezzo stilizzati dei combustibili fossili – in termini di perdita tanto di produzione quanto di occupazione – sarebbero dimezzati nel contesto di un'economia fortemente decarbonizzata (come quella a cui si pervenirebbe raggiungendo il traguardo climatico per il 2040). ■

Riferimenti bibliografici

- Ballester, J., Quijal-Zamorano, M., Méndez Turrubiates, R.F. et al. (2023) Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nat Med* 29, 1857-1866. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>, <https://www.nature.com/articles/s41591-023-02419-z>
- EC (2023) ClimateAction-ProgressReport-2023. European Commission. https://climate.ec.europa.eu/document/download/60a04592-cf1f-4e31-865b-2b5b51b9d09f_en
- EC (2024) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions. Securing our future Europe's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2024%3A63%3AFIN>
- EC-DG ECFIN (2023) Banca dati AMECO. Commissione europea. Directorate-General Economic and Financial Affairs
- EC-DG ENV (2022) Third Clean Air Outlook. Commissione europea Directorate-General for Environment. https://environment.ec.europa.eu/publications/third-clean-air-outlook_en
- EEA (2023). Economic losses from weather- and climate-related extremes in Europe. Agenzia europea dell'ambiente.
- ESABCC (2023). Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030–2050. Comitato consultivo scientifico europeo sui cambiamenti climatici. <http://doi.org/10.2800/609405>
- Eurostat (2023) Circular Economy Monitoring Framework
- IPCC (2023) AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. www.ipcc.ch

SINTESI DELLA 66^a GIORNATA DI STUDIO DI INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE “IMPIANTI DI TRATTAMENTO RIFIUTI LIQUIDI: AIA E APPLICAZIONE DELLE BAT CONCLUSIONS”

Alessandro Abbà^{1,*}, Carlo Collivignarelli¹, Alberto Riva², Sabrina Sorlini¹, Italo Tordini³

¹Università degli Studi di Brescia, Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica, Brescia.

²Ecologica Naviglio S.p.A., Robecchetto con Induno (Milano).

³Libero Professionista, Bergamo

Sommario

La Decisione di Esecuzione (UE) 2018/1147 ha stabilito le Conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BATC) da assumere come riferimento per le condizioni di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) applicabili al trattamento dei rifiuti. Da oltre 15 anni il tema è oggetto di studio da parte del Gruppo di Lavoro “Gestione impianti di depurazione” dell’Università degli Studi di Brescia, che ha organizzato giornate di studio e prodotto pubblicazioni, tra cui l’ultima significativa nel 2018 (“Autorizzazione Integrata Ambientale, Proposte per ottimizzarne l’applicazione negli impianti di trattamento acque reflue e rifiuti liquidi”, Ed. Maggioli). Le “BAT conclusions” pongono attenzione al miglioramento della prestazione ambientale complessiva degli impianti, da perseguire attraverso l’adozione e l’aggiornamento dei Sistemi di Gestione Ambientale, la predisposizione di inventari dei flussi di processo e degli scarichi con relativa caratterizzazione quali/quantitativa, il monitoraggio di parametri funzionali di processo e delle emissioni in acqua e aria. Durante questo convegno abbiamo voluto raccogliere le valutazioni dei Gestori degli impianti di trattamento dei rifiuti liquidi in merito all’applicazione delle BATC in sede di primo rilascio o di riesame dell’AIA e di proporre un confronto con gli Enti preposti, anche alla luce di Linee Guida e documenti di indirizzo emessi a livello regionale e nazionale.

Parole chiave: *Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), Best Available Techniques (BAT), industria, rifiuti liquidi.*

SUMMARY OF THE 66th SANITARY-ENVIRONMENTAL SEMINAR “AQUEOUS WASTE TREATMENT PLANTS: INTEGRATED ENVIRONMENTAL AUTHORIZATION AND APPLICATION OF BAT CONCLUSIONS”

Abstract

The Commission Implementing Decision (EU) 2018/1147 established the Conclusions on the Best Available Techniques (BATC) to be taken as a reference for the of the Integrated Environmental Authorization (IEA) applicable to waste treatment. The Working Group “Management of Wastewater Treatment Plants” at the University of Brescia has been studying this topic for more than 15 years. The group has organized seminars and wrote books, the most notable of which was published in 2018 (“Integrated Environmental Authorization. Proposals to optimize its application in wastewater and aqueous waste treatment plants”, Maggioli Publisher). The main goal of the BAT conclusions is to improve the overall environmental performance of plants. This will be accomplished by adopting and updating Environmental Management Systems, creating process flow and discharge inventories with relative qualitative and quantitative characterization, and controlling the process functional parameters and air and water emissions. During this conference, we intended to gather opinions from aqueous waste treatment plant operators about the use of BATC in the initial IEA issue or review. We also wanted to suggest a conversation with the relevant authorities, taking into consideration regional and national guidelines and policy documents.

Keywords: *Integrated Environmental Authorization (IEA), Best Available Techniques (BAT), industry, aqueous waste*

* Per contatti: Via Branze 43, 25123 Brescia. Tel 030 3711303; Fax 030 3711312. E-mail: alessandro.abba@unibs.it

Ricevuto il 28-4-2024. Accettato l’1-5-2024..

Il 5 marzo 2024 presso l'Auditorium del Collegio Lucchini dell'Università degli Studi di Brescia si è svolta la 66ª Giornata di Studio sul tema dell'Autorizzazione Integrata Ambientale negli impianti di trattamento acque reflue e rifiuti liquidi. In questo documento vengono sintetizzati i contenuti degli interventi presentati e le considerazioni emerse nella tavola rotonda.

La prima parte è stata coordinata dalla Dott.ssa Emma Porro (ARPA Lombardia) e dal Prof. Carlo Collivignarelli (Università degli Studi di Brescia). Dopo una breve introduzione alla Giornata di Studio, ha preso la parola l'Avv. Mara Chilosi (Studio legale associato Chilosi e Martelli) sul tema dell'Autorizzazione Integrata Ambientale con riferimento agli aspetti normativi correlati alle BAT (Best Available Techniques) ed alle BREF (BAT Reference Documents). L'intervento ha sottolineato come le migliori tecniche disponibili, per ottenere gli obiettivi di protezione dell'ambiente nel suo complesso, non siano da intendere solo come processi/tecnologie, ma anche come procedure in fase di esercizio degli impianti. Nel processo di definizione delle BAT, si sottolinea l'importanza degli aspetti tecnici attraverso l'operatività di un gruppo di lavoro (Technical Working Group) nel quale esperti del settore, nonché Università, possono portare un utile contributo. Le BAT costituiscono un sistema dinamico, in quanto soggetto a revisione periodica e includono "BAT orizzontali" – indicazioni generali valide per tutte le installazioni e "BAT verticali" – indicazioni specifiche per ciascun comparto produttivo. Sebbene i BAT-AEL (livelli di emissione associati alle BAT) contenuti nelle BAT Conclusions (BATC) rappresentino i valori di riferimento per le prescrizioni autorizzative, in casi specifici e giustificati l'Autorità competente può fissare valore limiti di emissione meno restrittivi, a patto che si dimostri lo sproporzionato onere economico associato al raggiungimento dei BAT-AEL.

Segue l'intervento dell'Ing. Roberto Esposito (DG Ambiente e Clima – Regione Lombardia) sulle linee guida di Regione Lombardia e il ruolo dell'Autorità competente e degli altri soggetti coinvolti. Viene sottolineata l'importanza dell'AIA in Regione Lombardia, che presenta più di un terzo delle installazioni soggette ad AIA (circa 1.800) rispetto al totale nazionale (circa 5.600). L'impegno di Regione è quello di garantire l'uniformità di applicazione della normativa tecnica comunitaria attraverso l'adozione di atti di indirizzo tecnico-amministrativo e di strumenti operativi adeguati. Questo viene sottolineato anche dall'emanazione della DGR n. 3398/2020 contenente gli "indirizzi per l'applicazione delle conclusioni sulle migliori tecniche disponibili per il trattamento dei rifiuti" (Decisione di esecuzione UE 2018/1147). Relativamente alla DGR vengono illustrati i protocolli e le indicazioni volte a favorire/uniformare l'applicazione delle BAT nell'ambito del riesame

delle AIA, nonché fornire indicazioni interpretative e strumenti operativi per i gestori. Viene infine sottolineata l'importanza dell'interazione con l'Autorità competente in materia ambientale soprattutto per quanto riguarda il tema dei piani di monitoraggio e controllo.

Segue l'intervento congiunto della Prof.ssa Sabrina Sorlini (Università degli Studi di Brescia) e dell'Ing. Italo Tordini (libero professionista).

La Prof.ssa Sorlini, con riferimento alla Decisione di Esecuzione (UE) 2018/1147 della Commissione del 10 agosto 2018 relativa alle conclusioni sulle migliori tecniche disponibili per il trattamento dei rifiuti, illustra le principali BAT di carattere generale (BAT 1-24) e quelle riferite a specifici trattamenti (BAT 25-53), relativamente all'ambito di interesse per il gruppo di lavoro focalizzato su impianti di depurazione di acque reflue e rifiuti liquidi. Si sottolinea nella BAT 2 l'importanza delle procedure di pre-accettazione/accettazione e caratterizzazione dei rifiuti ingresso (informazioni sui rifiuti, campionamento e caratterizzazione) al fine di migliorare la prestazione ambientale complessiva dell'impianto, aspetto che viene ripreso nella BAT specifica 52 "Migliorare la prestazione ambientale complessiva mediante monitoraggio dei rifiuti in ingresso nelle procedure di pre-accettazione e accettazione" in cui si sottolinea l'importanza di eseguire test preliminari per la verifica della trattabilità delle acque/rifiuti. Nella BAT 3 si evidenzia la necessità di dotarsi di un inventario dei flussi in emissione di acque reflue e degli scarichi gassosi (analisi dei flussi in ingresso all'impianto, dei processi di trattamento e flussogrammi delle emissioni prodotte). Con riferimento alla BAT 6 "Monitoraggio dei principali parametri di processo nei punti fondamentali dell'impianto per le emissioni rilevanti in acqua", si evidenzia l'importanza di un monitoraggio funzionale dei processi di trattamento attraverso il controllo dei parametri di qualità dell'acqua, non solo nelle emissioni prodotte, ma anche in altri "punti fondamentali dell'impianto". In conclusione, viene ripreso come utile suggerimento il tema della verifica di funzionalità periodica degli impianti di trattamento in fase di esercizio.

L'Ing. Tordini, con riferimento alle BAT relative alle emissioni in atmosfera, sottolinea che la richiesta di AIA deve descrivere le prevedibili emissioni ed effetti sull'ambiente, le tecniche di prevenzione/riduzione delle emissioni, le misure di controllo/autocontrollo emissioni e le alternative alle tecniche e misure proposte. È necessario produrre una relazione di progetto che permetta all'Autorità competente di replicare i procedimenti di calcolo relativi ai bilanci di materia e di energia e al dimensionamento degli impianti. L'intervento, tuttavia, sottolinea come Autorità competente di Province e Regioni diverse (vedi gli esempi di Città metropolitana di Torino, Provincia di Novara, Regione Lombardia) adot-

tino criteri non uniformi per l'approvazione del progetto presentato e richiedano la conformità a requisiti minimi prestazionali differenti e non sempre condivisibili.

Segue l'intervento congiunto dell'Ing. Alessandro Abbà (Università degli Studi di Brescia) e del Dott. Alberto Riva (Ecologica Naviglio S.p.A.). L'Ing. Abbà riporta i risultati di una check list di verifica dell'applicazione delle BATC agli impianti di trattamento rifiuti liquidi a seguito dell'emanazione della Decisione UE 2018/1147. La check list è stata inviata a 79 Gestori, 15 dei quali (prevalentemente nelle regioni del Nord Italia) hanno risposto. Il 50% circa degli impianti è rappresentato da piattaforme di trattamento rifiuti liquidi; il restante 50% circa è suddiviso equamente tra impianti che prevedono il trattamento congiunto di acque reflue urbane e rifiuti liquidi e impianti che ricevono acque reflue industriali e rifiuti liquidi. La maggior parte degli impianti (quasi i tre quarti) ha già ottenuto il riesame completo dell'AIA, nella quale l'Autorità competente è stata prevalentemente supportata da ARPA e, talvolta, da Comuni e Aziende sanitarie locali. Sebbene le visite ispettive siano state effettuate in sede di riesame, non sempre sono entrate nel merito delle BATC. Dall'analisi è emerso inoltre che molti impianti sono autorizzati a trattare moltissimi codici EER (anche oltre 200), ma nella pratica ne ricevono poche decine. Peraltro, la maggior parte dei rifiuti trattati è rappresentata da codici EER generici che forniscono poche informazioni sulle loro caratteristiche qualitative e sugli inquinanti presenti (es. EER 16.10.02 – soluzioni acquose di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 16.10.01). L'applicazione delle BATC ha comportato, secondo i Gestori, un miglioramento nell'efficacia/efficienza delle lavorazioni ed una revisione del piano di monitoraggio, nonché un ritorno positivo verso i clienti. Il Dott. Riva presenta i risultati di un'analisi comparativa riferita agli impianti di trattamento rifiuti liquidi con lavorazione chimico-fisica e biologica in Lombardia, con riferimento alla BAT 1 comma IX “svolgimento di analisi comparative settoriali su base regolare”. La precedente – del marzo 2019 – fu trattata in sede di tavolo tecnico regionale nell'ambito dell'elaborazione delle Linee Guida del 2020 di Regione Lombardia, impiegando basi dati pubbliche, per atti AIA, certificazioni ISO, registrazioni EMAS, MOG 231, geolocalizzazione impianti, dati societari, bilanci e visura storica imprese. La capacità produttiva dei 20 impianti (22 nel 2019) assomma a circa 2,5 Mt/anno di rifiuti pericolosi/non pericolosi, con riferimento a circa 280 dipendenti, ricavi per 115 M€ e una “età” media delle attività di 33 anni. Un sistema industriale strutturato e relativamente stabile nel tempo, realizzato e adeguato in presenza di una normativa complessa e con disomogeneità di applicazione sul territorio della Regione. L'analisi ha evidenziato la presenza di tutti gli schemi di filiera e recapito possibili,

una netta prevalenza delle operazioni di smaltimento su quelle di recupero, conseguenza della attuale “natura” giuridica dell'acqua depurata, una diffusione inferiore al 50% della ISO integrata ambiente/qualità/sicurezza (quasi al 100% per la sola ISO 14001), di EMAS III in soli 5 impianti, e del MOG (Modello di Organizzazione, Gestione e Controllo) 231 solo su 7 aziende, per questo dato senza una variazione sul 2019. Le aziende sono state infine suddivise per classi di ricavo e presenza di ammortamenti a bilancio. Il rapporto si chiude con la presentazione di spunti di riflessione, con un confronto rispetto allo studio del 2019, e per ambito riferito alla parte amministrativa da un lato, e a quelle tecnica e industriale dall'altro.

La seconda parte della mattinata è stata dedicata alla presentazione di casi studio partendo con l'intervento della Dott.ssa Maura Lauzzana riguardante il caso di Specialacque S.r.l., piattaforma per il trattamento di rifiuti liquidi di Brescia. Viene sottolineato come l'impianto riguardi il trattamento di rifiuti liquidi soggetto ad un'AIA acquisita a valle dell'emanazione delle BATC. Viene evidenziata l'importanza del tracciamento dei rifiuti in ingresso all'impianto nella fase di accettazione mediante un adeguato dossier rilasciato dal produttore, che spesso non possiede un adeguato livello di preparazione tecnica. Un interessante aspetto dell'esperienza riguarda la possibilità, che l'Azienda stessa ha messo in pratica, di ridurre la frequenza di monitoraggio di alcuni parametri alla luce dei dati acquisiti, sottolineando come l'AIA possa effettivamente rappresentare un sistema dinamico nella gestione di un impianto. Vengono comunque sottolineate alcune criticità quali l'introduzione di alcuni parametri di monitoraggio (es. TOC in sostituzione del COD), le tempistiche delle procedure, la poca rappresentatività del rifiuto da parte dei codici EER, ecc.. Rimane il quesito di fondo se la procedura autorizzativa per un impianto “nato” a valle dell'emanazione delle BATC sia più rigida rispetto a quella di un impianto esistente adeguato alle nuove BATC.

L'intervento congiunto del Dott. Giuseppe Toccagni e del Dott. Matteo Comi ha riportato l'esperienza di Euro D S.r.l. (Urgnano – Bergamo) piattaforma di trattamento e recupero di rifiuti liquidi di origine civile e industriale e di reflui industriali provenienti da aziende del territorio. L'applicazione delle BATC ha comportato un maggiore impegno dal punto di vista del monitoraggio di nuovi e/o diversi parametri. I limiti applicati post riesame – in alcuni casi pari al limite inferiore del BAT-AEL – hanno inoltre confermato l'attenzione verso la tutela ambientale del recettore dello scarico aziendale (roggia a uso irriguo). Il Dott. Toccagni segnala che l'impianto Euro D non accetta attualmente rifiuti contenenti PFAS, per evitare l'eventuale futura

prescrizione di limiti allo scarico troppo severi da poter essere garantiti nel proprio impianto e la conseguente riapertura del procedimento di riesame.

L'esperienza dell'impianto di Co.r.d.a.r Valsesia S.p.A. (Serravalle Sesia – Vercelli) è stata riportata nell'intervento congiunto degli Ingg. Susanna Mo e Luca Veronese. Si tratta di un impianto che riceve acque reflue urbane con il trattamento congiunto di rifiuti liquidi soggetto ad un riesame dell'AIA nel giugno 2023. I gestori hanno sottolineato l'importanza della verifica della trattabilità biologica dei rifiuti liquidi mediante l'utilizzo di test specifici (respirometrici), peraltro già definiti nei BREF. L'intervento evidenzia che l'applicazione delle BATC ha portato ad una maggior tutela sia a livello impiantistico che ambientale, ad un potenziale aumento dell'efficacia/efficienza del processo e quindi ad un miglioramento della qualità del refluo. Il riesame dell'AIA, che ha rappresentato un momento di confronto costruttivo con gli Enti, non ha comportato alcuna necessità di adeguamenti impiantistici.

A conclusione di questa seconda parte della mattinata, il Dott. Claudio de Rose (Direttore dell'Istituto di Studi Europei «Alcide de Gasperi») ha evidenziato che la gestione degli impianti di trattamento rifiuti liquidi è una realtà complessa. Una realtà che implica il rispetto, senza eccezioni, delle BAT, norme tecniche di diretta derivazione europea. E implica, altresì, particolari capacità di gestione e di autocontrollo da parte dei Gestori. Anche il settore delle autorità pubbliche è particolarmente coinvolto nella buona gestione degli impianti vuoi con riferimenti all'AIA e ai controlli sul rispetto delle BAT, vuoi con riferimento alla potestà di emanare linee guida in materia.

L'iniziativa si conclude con la tavola rotonda, coordinata dagli Ingg. Edoardo Slavik (libero professionista) e Luciano Franchini (Ente di Governo dell'ATO Veronese) a cui hanno partecipato diversi esponenti di Enti di controllo e pianificazione, Gestori di impianti di trattamento rifiuti liquidi, Associazioni di categoria.

Si è discusso in merito all'uniformità delle AIA, che rappresenta ad oggi un aspetto critico come evidenziato dalla presenza di piani di monitoraggio molto differenti. L'intervento della Dott.ssa Manuela Pedroni (Tea Mantova) sottolinea l'introduzione di un piano di monitoraggio consistente sia in fase di omologa iniziale dei percolati che periodica, motivato dalla presenza di PFAS nei rifiuti liquidi trattati. Questo comporta costi rilevanti per l'Azienda che, peraltro, si è fatta carico di un significativo problema ambientale.

La Dott.ssa Chiara Lanzini (Confindustria Brescia) sottolinea gli sforzi di omogeneizzazione tra le varie Province nell'applicazione dell'AIA.

La Dott.ssa Elisabetta Perrotta (Assoambiente) riprende l'importanza dell'uniformità attraverso l'adozione di linee guida condivise, nonché di uno schema di auto-

rizzazione che possa supportare gli Enti come già introdotto dalla DGR Lombardia. Viene nuovamente ripreso il tema della formazione dei produttori di rifiuti che rappresentano un anello importante nella filiera di produzione e trattamento/gestione di tali flussi.

La Dott.ssa Lucia Rossi (Provincia di Brescia) ricorda lo sforzo che è stato messo in campo nel rinnovo delle AIA in tempi molto stretti con la necessità di non tralasciare aspetti tecnici rilevanti, tra questi i temi del monitoraggio. Su questo aspetto viene sottolineata l'uniformità dell'approccio su criteri condivisi con ARPA nell'ottica di una revisione del piano di monitoraggio basata anche sulla presenza di dati storici consolidati.

L'Ing. Roberto Esposito (Regione Lombardia) richiama l'art. 29 bis del D. Lgs. 152/2006, che per talune categorie di installazioni, in applicazione della direttiva IED, consente di determinare requisiti generali basati sulle migliori tecniche disponibili e di rilasciare l'autorizzazione in base ad una semplice verifica di conformità a tali requisiti generali.

A conclusione della tavola rotonda, la Dott.ssa Emma Porro (ARPA Lombardia) evidenzia quali aspetti centrali per la corretta applicazione dell'AIA un idoneo piano di monitoraggio, che deve partire da un'attenta analisi dei flussi reali in ingresso all'impianto e dalla ricostruzione del proprio destino nell'impianto, nonché una corretta caratterizzazione dei rifiuti in ingresso al di là del codice EER (con l'auspicio di poterne ridurre il numero previsto in autorizzazione, qualora non impiegati). Riguardo ai rifiuti contenenti PFAS, su cui si è ampiamente dibattuto, la dott.ssa Porro ne sostiene l'accettazione nelle piattaforme di trattamento in quanto risulterebbero almeno tracciati e monitorati.

La Giornata di Studio è stata seguita sia in presenza che da remoto, da partecipanti provenienti da ben 53 province e città metropolitane, distribuite su 16 Regioni.

Le aziende e figure rappresentate con i partecipanti coprono l'intera "filiera" dell'AIA, con la presenza di Regioni, di ARPA regionali e provinciali, delle Province e Città Metropolitane, di Comuni, di Aziende del Servizio Idrico Integrato, di Aziende Sanitarie Locali, di Università, di associazioni imprenditoriali, di consulenti e società di ingegneria, di gestori pubblici e imprese private, di laboratori di analisi ambientali, di impiantisti e società di costruzione e commercio di attrezzature per l'ecologia. In tal senso l'evento si conferma come il principale mai tenuto in Italia per ampiezza dell'origine geografica delle istituzioni e delle società. ■

Ringraziamenti

Si ringraziano tutte le persone che hanno contribuito alla buona riuscita del Seminario di studio, nonché ai partecipanti, a distanza ed in presenza.

REMTECH EXPO

FERRARA FIERE

18 - 20
SETTEMBRE
2024

RemTech Expo è l'unico Hub Tecnologico Ambientale,
specializzato sui temi del risanamento, della
rigenerazione e dello sviluppo sostenibile dei territori

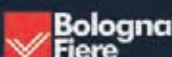
REGISTRAZIONE ONLINE
www.remtechexpo.com



Un marchio di:



Società del gruppo:



RemTech è certificato da:





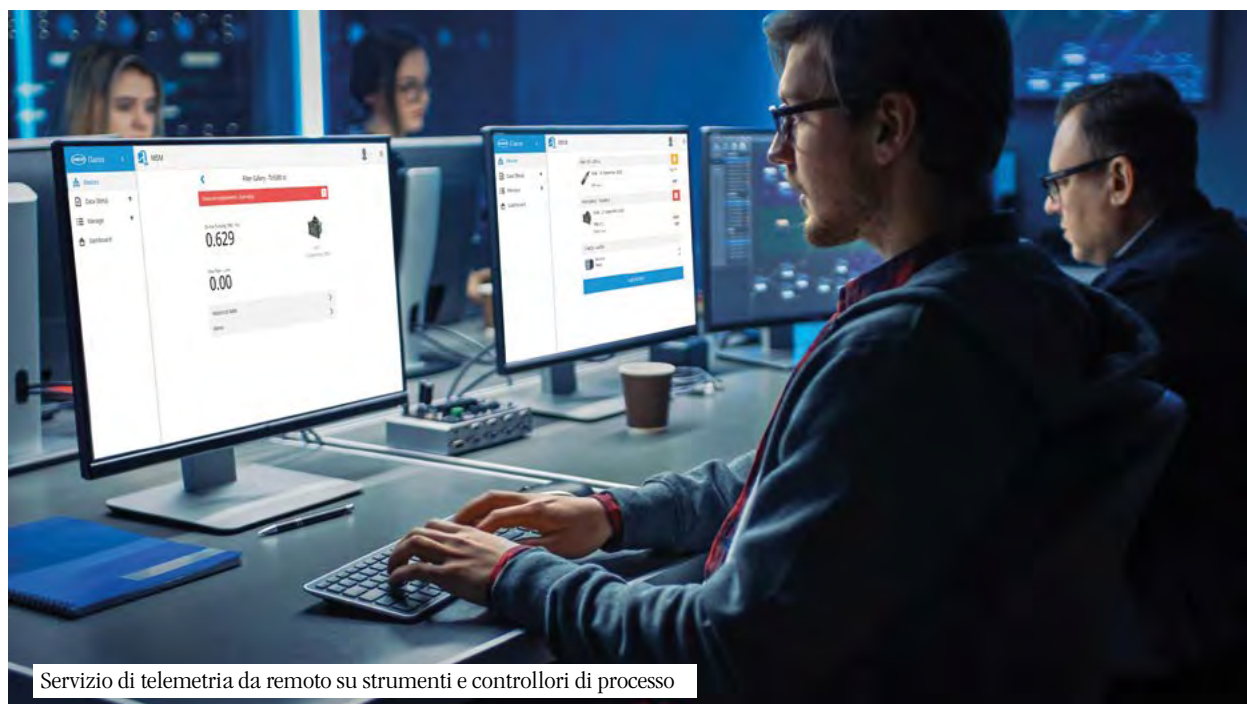
GESTIONE DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE CON IMPIEGO DI STRUMENTAZIONE DI ANALISI ON LINE E CONTROLLORI AVANZATI ED AUTOMATICI DEL PROCESSO

Ing. Maria Serena Gironi – *Sales Development Manager HACH ITALIA*

Introduzione

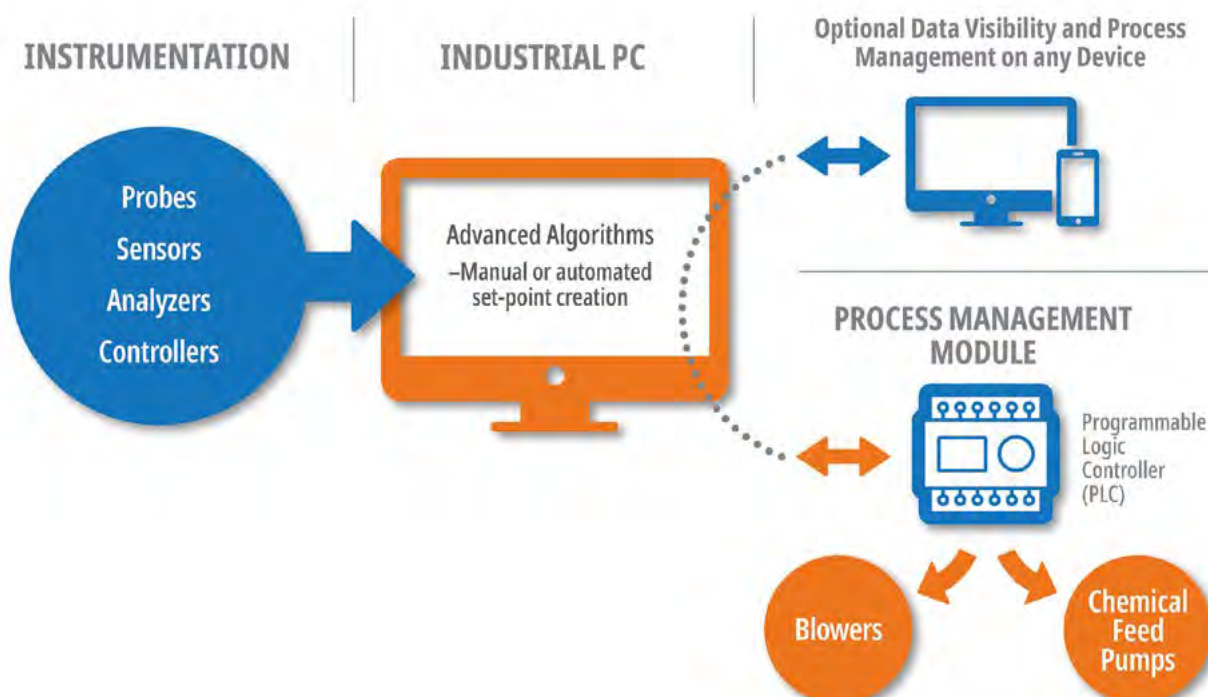
Il mercato delle acque reflue ha visto negli ultimi anni una continua evoluzione non soltanto per l'innovazione tecnologica che lo ha caratterizzato in termini di disponibilità di apparecchiature e strumenti di controllo sempre più affidabili e performanti, nonché di nuovi protocolli e tecnologie di comunicazione ma anche e soprattutto per il cambiamento di approccio che si è verificato nella gestione stessa dell'impianto di depurazione. Si è infatti gradualmente passati da una filosofia che prevedeva il semplice monitoraggio dei vari parametri chimico/fisici in uscita dall'impianto per avere la sicurezza del rispetto dei limiti legislativi (peraltro sempre più restrittivi perché associati alla definizione e riclassificazione delle aree sensibili, normativa con limiti sempre più stringenti) ad una filosofia che cerca di avere una comprensione e consape-

volezza più approfondita dei meccanismi del processo allo scopo di ottimizzarne il funzionamento sia in termini di incremento della resa globale del processo sia per quanto riguarda la riduzione dei costi gestionali che il depuratore comporta. L'utilizzo di strumenti in linea affidabili che forniscono una misura dei parametri chiave del trattamento depurativo e permettono di avere una maggiore visibilità di ciò che sta avvenendo nel processo e soprattutto la loro integrazione in sistemi completi di controllo, verifica e regolazione automatica delle macchine consente di ottenere una gestione più razionale delle singole fasi del trattamento depurativo, un incremento dell'efficienza globale dell'impianto nel suo complesso (anche in presenza di elevate fluttuazioni nel carico entrante) ed un'importante riduzione dei costi gestionali dell'impianto in termini di efficientamento energetico. Ciò a mag-



IdA





Architettura di integrazione dei controllori di processo con SCADA e PLC di impianto

gior ragione per gli impianti di depurazione di bassa potenzialità che sono spesso i più difficili da gestire e da ottimizzare per diverse ragioni: sono scarsamente controllati ed equipaggiati con strumenti di misura e controllo; hanno spesso problemi a garantire il risultato finale dell'effluente come rispetto dei limiti di legge; si trovano a gestire frequentemente picchi di carico improvviso (non equalizzato da elevati valori nel flusso entrante); si trovano in posizioni difficilmente raggiungibili e sono scarsamente presidiati.

Le fasi più critiche da gestire nel processo di depurazione

Le fasi più difficili da gestire in un impianto di depurazione in termini di monitoraggio dell'efficienza di trattamento e di riduzione dei costi gestionali annessi sono quelle legate all'abbattimento dei nutrienti (Azoto e Fosforo) nella linea acque e alla linea fanghi.

1) La defosfatizzazione chimica

La rimozione chimica del fosforo che può arrivare all'impianto di depurazione sotto diverse forme (come orto fosfato PO_4-P o fosforo legato alla materia organica) e con una concentrazione che tipicamente varia tra 5-30 mg/l, viene solitamente realizzata tramite l'aggiunta di agenti chimici che contengono ioni metallici (i più comuni: solfato di alluminio, solfato ferrico, cloruro ferrico). Il processo globale di eliminazione

del fosforo che passa attraverso una serie di fasi (precipitazione, coagulazione, flocculazione e filtrazione con la formazione di molecole aggregate di fosfato di metallo) può essere effettuata prima (pre-precipitazione a monte delle vasche di ossidazione), durante (precipitazione simultanea nelle vasche a fanghi attivi) o dopo il processo biologico (post-precipitazione, a valle dei reattori biologici) ed, in ogni caso, porta alla formazione di fanghi che devono essere necessariamente smaltiti nelle successive fasi di trattamento.

Si intuisce facilmente come un controllo in continuo dell'ortofosfato grazie ad un analizzatore online che dà l'informazione in tempo reale della concentrazione effettivamente presente nella fase di trattamento e la sua implementazione a dispositivi di automazione che consentono il dosaggio automatico degli agenti precipitanti possa portare ad un notevole risparmio dei prodotti defosfatanti usati, ad una minor produzione dei fanghi da smaltire ed, infine, ma non meno importante, ad un effluente con concentrazioni del parametro di legge Fosforo a valori quasi costanti e comunque sempre al di sotto del limite normativo.

2) La rimozione dell'Azoto in un impianto funzionante con logica a Cicli alternati

Generalmente, l'Azoto, che può arrivare all'impianto di depurazione sotto diverse forme (principalmente azoto ammoniacale) viene eliminato



SW RTC integrato nella centralina Sc4500plus per controllo del processo

attraverso un processo che prevede rispettivamente l'ossidazione biologica dei composti inorganici dell'azoto (fase di nitrificazione) e la successiva riduzione biologica dell'azoto nitrico e nitroso (fase di denitrificazione). Il controllo della fornitura di aria in un impianto a fanghi attivi è molto importante per due motivi: perché rappresenta un fattore determinante per l'efficienza del processo (in termini di rimozione dell'azoto, sedimentazione dei fanghi, stato di salute della biomassa) ma anche perché di fatto la fornitura dell'ossigeno nel trattamento di ossidazione rappresenta una delle principali voci di costo gestionali di un impianto (25-40%). Una fornitura ottimizzata nella vasca di ossidazione consente quindi di non avere sprechi di energia dovuti ad una fornitura eccessiva e permette di adeguare il sistema a condizioni variabili del carico entrante assicurando in tal modo la massima efficienza di trattamento e stabilità del processo. La rimozione dell'Azoto attraverso le fasi di Nitrificazione e Denitrificazione si concretizza in diversi schemi di impianto: impianti con flusso a pistone, ossidazione in continuo e ricircolo miscela areata e impianti funzionanti con aerazione ad intermittenza – tipici degli impianti medio-piccoli e generalmente con problemi di spazio. In impianti a ciclo alternato sono quelli in cui la fase di nitrificazione e rispettivamente di denitrificazione avvengono nel medesimo comparto; in questo caso il processo ad aerazione intermittente permette, attraverso l'utilizzo di un ciclo di accensione e spegnimento dell'aria all'interno della vasca, la forma-

zione di condizioni aerobiche ed anossiche adeguate per far avvenire sequenzialmente e alternativamente la nitro e la denitro. Il fattore determinante per aumentare la resa complessiva di rimozione dell'azoto è quello di ottimizzare la durata delle due fasi. Tradizionalmente la logica di alternanza nitro/denitro è una logica di tipo temporale: l'accensione dei meccanismi di aerazione per creare condizioni aerobiche e il loro spegnimento con l'attivazione contemporanea dei dispositivi di miscelazione avvengono in base a fasce orarie prestabilite. Si intuisce come un controllo ed una gestione automatica del ciclo alternato non su fasce orarie temporizzate ma basata sull'impiego di sonde ed analizzatori in continuo dei parametri chiave del processo ($\text{NH}_4\text{-H}$ e $\text{NO}_x\text{-N}$) permetta di avere una gestione ottimale del processo, una logica più flessibile, razionale e flessibile nell'alternanza delle rispettive fasi ed ottenere conseguentemente un notevole risparmio energetico.

3) La fase di Disidratazione nella Linea Fanghi

I processi depurativi di trattamento delle acque reflue portano alla produzione di fanghi (fango che proviene dalla sedimentazione primaria che contiene il 2%-3% di secco e molta sostanza putrescibile, fango prodotto nella vasca biologica con 0.8%-1.6% di secco, fango da processo di abbattimento chimico del fosforo). Il deposito, la movimentazione e lo smaltimento del fango prodotto rappresentano importanti voci di costo operative di un impianto e l'invio alle fasi successive di trattamento deve essere realizzato solo



Visualizzazione immediata di tutti i parametri di processo sul controller digitale universale Sc4500

nel momento in cui il fango ha raggiunto una determinata concentrazione allo scopo di evitare spreco di energia e volumi nella linea stessa. I costi operativi si evidenziano in modo particolare nella fase di disidratazione del fango (centrifuga) dove viene aggiunto un polielettrolita, prodotto chimico necessario per l'addensamento del fango stesso. Tipicamente il dosaggio del polimero viene effettuato manualmente, con portata fissa, indipendentemente dalle caratteristiche del fango che entra nella centrifuga e tutto questo può portare a sovradosaggio e spreco del prodotto, scarsa stabilità di processo, qualità del fango ottenuto scarsa e non costante. Si intuisce facilmente come, in questa fase di trattamento del fango di depurazione, l'implementazione di una misura in continuo ed in tempo reale della concentrazione degli SST (Solidi Sospesi Totali) ed un controllore di processo che, sulla base degli SST misurati sul fango da disidratare, dosi in automatico il polimero in centrifuga rappresenti decisamente un passo in avanti per la gestione ottimale anche della linea fanghi.

I controllori di processo HACH RTC (Real Time Controller)

I Software ed algoritmi dei Controllori di Processo RTC sono appositamente progettati per garantire processi automatici di misura, controllo e gestione del processo garantendo un risparmio sui prodotti usati ed efficientamento energetico, sempre con la sicurezza di avere sempre uno scarico conforme alle normative vigenti. Partendo infatti dalle misure in campo fornite da sonde ed analizzatori che danno la visibilità completa di ciò che sta avvenendo nella specifica fase di trattamento, i software dei control-

lori di processo elaborano i segnali dal campo in algoritmi di calcolo e strategie di controllo di diversa tipologia (ad anello aperto, ad anello chiuso o una combinazione di entrambe) che controllano i processi non sulla base del tempo o volume ma sulla base dell'effettivo carico. Una diagnostica avanzata ed integrata nella strumentazione e nel controllore stesso aumenta l'affidabilità di processo, permettendo di stabilire se le variazioni di misura dipendono da alterazioni dello strumento o del processo in modo sempre da dare la massima sicurezza per il raggiungimento del risultato finale. Da oggi i Software RTC sono integrati direttamente nella centralina digitale universale Sc4500 che gestisce tutte le sonde ed analizzatori online, centralina Sc4500 che quindi diventa da semplice visualizzatore della misura a vero e proprio controllore di processo in grado di interfacciarsi con qualsiasi dispositivo di automazione presente sull'impianto.

L'innovativo controller Sc4500plus con integrati SW RTC: la soluzione ideale per gli impianti medio-piccoli

La centralina Sc4500plus diventa la soluzione ideale per il controllo di processo degli impianti medio-piccoli essendo caratterizzata da un investimento ridotto, da costi di installazione ridotti al minimo, da un'elevata flessibilità di integrazione nei sistemi di automazione già presenti in impianto con protocolli classici ed avanzati di comunicazione. Grazie ad una diagnostica avanzata integrata nella centralina stessa, fornisce in qualsiasi momento informazioni dettagliate sulla qualità della misura, sullo stato attuale di salute dello strumento e sulla eventuale necessità di manutenzione preventiva per ogni sonda. Il tutto accessibile anche da remoto tramite piattaforma cloud dedicata che permette l'invio di notifiche in caso di superamento di limiti impostati ed in caso di malfunzionamento o avvertimenti di guasto sugli strumenti di analisi. Tutti i parametri chiave del processo vengono memorizzati e si può visualizzare su apposita pagina grafica il trend che ne delinea l'andamento generale. Più centraline dello stesso tipo possono essere messe in rete tra di loro per creare un vero e proprio network di misura e controllo.

Centralina Sc4500plus con SW P-RTC per la gestione ottimale del processo di defosfatazione

Il Controllore di processo P-RTC (Phosphate Real Time Controller) consente di ottenere il massimo beneficio e risparmio nel dosaggio automatico degli agenti precipitanti (fino al 40% di risparmio) e nella produzione di fanghi perché, a differenza delle tradizionali tecni-

che basate solo sul valore della portata o del carico entrante, basandosi sulla concentrazione effettivamente presente di Orto-fosfato, tiene conto di eventuali fluttuazioni che si possono verificare ed è in grado di rispondere in tempo reale a variazioni repentine del parametro monitorato. Esperienze concrete dimostrano che i vantaggi ottenibili da una logica di regolazione di questa tipologia sono legati ai seguenti aspetti:

- miglioramento della qualità dell'effluente e costante rispetto dei limiti normativi: fissando il set point della concentrazione di PO_4 si riesce a garantire una concentrazione di P_{tot} sempre al di sotto dei limiti normativi;
- risparmio nel dosaggio del precipitante chimico: vengono evitate situazioni di dosaggio eccessivo del defosfatante visto che viene monitorata in continuo la concentrazione di ortofosfato da abbattere;
- minor produzione di fanghi: il più razionale dosaggio di precipitante comporta una minor produzione dei fanghi che devono essere smaltiti nelle successive fasi di trattamento;
- maggiore stabilità di processo anche in condizioni di estrema variabilità del carico entrante.

Il SW gestionale P-RTC integrato nella centralina Sc4500plus riceve come input il segnale relativo alla concentrazione di PO_4 -P dall'analizzatore on-situ PHOSPHAX SC installato in corrispondenza del punto di analisi e quindi in grado di fornire la misura analitica in modo diretto, affidabile ed immediato. Il segnale di misura della portata deve essere integrato da segnale 4-20mA proveniente da un misuratore di portata o da un PLC sulla centralina stessa. Il segnale di output viene trasmesso come segnale analogico direttamente alla pompa di dosaggio o al PLC dell'impianto. Il SW P-RTC è in grado di realizzare una logica di controllo ad anello aperto (Open loop) con misura a monte rispetto al punto di dosaggio o una logica ad anello chiuso (Closed loop) con misura del parametro PO_4 -P a valle rispetto al defosfatante o una combinazione di entrambe le logiche di controllo.

Centralina Sc4500plus con SW N/DN-RTC per la gestione ottimale del processo biologico a ciclo alternato

Il sistema di ottimizzazione N/DN RTC per impianti biologici funzionanti con processo a ciclo alternato è un controllore di processo che, sulla base della misura on-line dei parametri chiave della fase ossidativa (Ammoniaca e Nitrati, Ossigeno) consente la regolazione automatica della fase intermittente e della fornitura di ossigeno allo scopo di ottimizzare le performance della fase biologica sia per quanto concerne l'efficacia del trattamento che per ciò che riguarda la riduzione dei costi gestionali. Il controllore di processo

N/DN RTC ottimizza in tal modo la durata delle fasi di nitrificazione e denitrificazione in funzione dei parametri analitici chiave che direttamente intervengono nel processo ad aerazione intermittente (concentrazione di azoto ammoniacale e di quello nitrico e nitroso). Questo tipo di regolazione è più favorevole rispetto alla logica basata sull'alternanza delle fasi su base temporale o parametri indiretti o sulla base della sola misura di ossigeno, dal momento che, attivando ad hoc i dispositivi di aerazione, comporta un minor consumo energetico, una maggiore efficienza di abbattimento dell'azoto (quindi una qualità più elevata dell'effluente) ed una maggiore stabilità di controllo. Il modulo di regolazione RTC è dotato anche di una logica di sicurezza per la quale, in caso di indisponibilità delle misure analitiche, viene comunque garantita continuità di controllo sulla base dell'andamento storico o di valori prefissati.

Centralina Sc4500plus con SW SP-RTC per la gestione ottimale della fase di Disidratazione della Linea Fanghi

Il sistema di regolazione automatica SP-RTC integrato nella centralina Sc4500 consente una gestione ottimale della fase di Disidratazione poiché regola in automatico il dosaggio del polimero usato in funzione della concentrazione di Solidi sospesi monitorata online sul fango in ingresso alla centrifuga (grazie alla sonda SOLITAX SC) ed, opzionalmente, sul chiarificato in uscita dalla macchina stessa. Esperienze reali dimostrano che i vantaggi ottenibili da una logica di regolazione di questa tipologia sono legati a diversi aspetti: aumento della capacità di trattamento della macchina, processo di trattamento più efficace (fango più concentrato), funzionamento stabile sulla base del reale carico anziché del volume, maggiore stabilità di processo, dosaggio più razionale del polielettrolita, riduzione dei costi di smaltimento del fango prodotto.

Conclusioni

I vantaggi che derivano dall'utilizzo di misuratori in linea dei parametri chiave del processo depurativo cominciano ad essere sempre più apprezzati poiché, abbinati a controllori di processo specifici per le varie fasi che sono integrati direttamente nella centralina di misura si traducono, oltre che in un miglioramento della qualità dell'effluente, anche in un risparmio economico facilmente quantificabile ed un incremento dell'efficienza globale di funzionamento dell'impianto di depurazione.

Hach
<https://it.hach.com/>





La **manifestazione internazionale** di riferimento per gli **operatori del settore idrico**, arriva per la **17° edizione** in **Puglia**.

Un'area espositiva per toccare con mano le soluzioni tecnologiche più innovative.

Un ricco programma di **convegni** e **seminari** su:

- digitalizzazione
- trattamento e riuso delle acque reflue
- potabilizzazione
- desalinizzazione
- utilizzo dei fanghi
- aggiornamenti normativi e tecnici

Segreteria organizzativa



Main Media Partner



27-28 | 11 | 2024

Nuova Fiera del Levante, Bari



info@mirumir.it | accadueo.com



Veolia Water Technologies Italia S.p.A.

VEOLIA WATER TECHNOLOGIES È STATA SCELTA DA MADAMA OLIVA PER IL REVAMPING DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE DI CARSOLI (AQ)

Matteo Scattolin

Responsabile Commerciale Area Service

Dopo un esauriente water audit e alcune analisi condotte presso i laboratori di Veolia AnoxKaldnes, Veolia Water Technologies Italia si è aggiudicata un contratto per la progettazione e la fornitura delle tecnologie proprietarie del Gruppo Idrascreen™, Idraflot™ DAF e Anoxkaldnes™ MBBR per il revamping dell'impianto di trattamento delle acque reflue (WWTP) esistente.

Questo progetto, acquistato in "Compliance Piano Industria 4.0", è iniziato dopo che Veolia Water Tech-

nologies Italia ha effettuato un Water Audit preliminare presso il WWTP che ha permesso di analizzare approfonditamente tutti i flussi d'acqua, e conseguentemente di individuare la migliore linea di processo per il trattamento delle acque reflue.

Madama Oliva, leader nella fornitura di olive in Italia e all'estero, ha dovuto far fronte ad un aumento dei carichi organici e di altri inquinanti presenti nelle acque reflue a causa del raddoppio della produzione.



Impianto MBBR presso lo stabilimento di Carsoli di Madama Oliva

IdA



Questo incremento ha comportato una richiesta aggiuntiva di acqua, un aumento della portata e, infine, la necessità di un ammodernamento dell'impianto esistente.

Per far fronte a questa necessità, Veolia Water Technologies Italia ha effettuato numerose analisi preliminari, segregazioni di flussi d'acqua e prove di laboratorio sulle acque reflue in questione prima di individuare la soluzione tecnologica più idonea per il revamping dell'impianto.

In particolare, presso i laboratori Veolia AnoxKaldnes sono state condotte prove di biodegradabilità aerobica che hanno confermato un'elevata percentuale di biodegradabilità delle acque reflue.

Pertanto, lo scopo di questo revamping era di ridurre in modo efficiente e affidabile gli inquinanti organici (COD biodegradabile e BOD) e i solidi sospesi totali (TSS) all'ingresso del WWTP.



Tipologia di carrier utilizzati nell'impianto MBBR presso lo stabilimento di Carsoli di Madama Oliva

Contestualmente sono stati rivisti anche i pretrattamenti – per ridurre l'ingresso di olii e TSS – e sono stati introdotti dei sistemi di controllo avanzati (es. unità di analisi dell'uscita e sensori nei reattori) per ridurre le operazioni di manutenzione giornaliera e semplificare la gestione generale dell'impianto.



Tecnologia Idrascreen™ utilizzata nella fase di pretrattamento



Tecnologia Idraflot™ utilizzata per ottimizzare la fase di pretrattamento

Descrizione del processo:

La soluzione tecnologica proposta consiste in:

- **Pretrattamento per la rimozione di sabbie, oli e solidi sospesi**

È stato aggiunto un separatore d'olio e un pretrattamento compatto per la sgrigliatura fine con tecnologia Idrascreen™. A valle, come pretrattamento finale, è stata utilizzata un'unità Idraflot™ DAF (flottazione ad aria disciolta) noleggiata dal cliente al fine di migliorare la situazione d'emergenza iniziale. L'unità DAF, noleggiata per ottimizzare la fase di pretrattamento e per garantire la continuità operativa dell'impianto di trattamento dei reflui durante il periodo di revamping, è stata riscattata dal cliente ed è stata integrata all'interno della linea di processo finale. Escludendo dalla fornitura qualsiasi revamping, la vasca di emergenza e la vasca di equalizzazione iniziale già esistenti, sono state mantenute ed inglobate nella linea di processo.

- **Trattamento biologico**

Per questa fase sono stati installati due reattori MBBR AnoxKaldnes™ in serie per la rimozione del carico organico (COD biodegradabile e BOD), dimensionati per il carico inquinante attuale (ie 380 m³/g) e per un futuro aumento della capacità idraulica (ie 709 m³/g). Uno dei due reattori è stato costruito ex

novo mentre il secondo è stato ricavato all'interno della vasca biologica esistente (circa 430 m³).

- **Trattamento terziario**

Anche per questa fase è stata scelta un'unità Idraflot™ DAF per la separazione dei fanghi biologici prodotti dal trattamento biologico e per la riduzione dei solidi sospesi per lo scarico dell'effluente finale nelle acque superficiali.

Questo progetto, acquisito nel primo trimestre del 2021, è stato completato nel corso del 2023.

Link nel testo:

- <https://idraflot.com/it/idrascreen/#:~:text=IDRASCREEN%20rappronta%20la%20gamma,problema%20per%20molti%20settori%20industriali>
- <https://www.veoliawatertechnologies.it/soluzioni/tecnologie/idraflot>
- <https://www.veoliawatertechnologies.it/solutions/technologies/anoxkaldnes-mbbr>

Veolia Water Technologies Italia spa

www.veoliawatertechnologies.it





Global Energy
Transition Congress
and Exhibition

1-3 luglio 2024

Allianz MiCo - Milano Convention Center,
Milano Italia

Prenota uno stand nel Padiglione Italia.



Mostra il contributo dell'Italia alla transizione energetica.

GET, la piattaforma per il networking, lo scambio di conoscenze e la presentazione di soluzioni a basse emissioni di carbonio che plasmeranno il futuro della transizione energetica a livello mondiale.

Networking con
più di **20.000**
professionisti
del settore

Ottenere
investimenti

Accedere a
nuovi mercati

Valorizzare
il marchio

Energia | Soluzioni a basse emissioni di carbonio | Finanza
Start-up | Edilizia | Acciaio | Settore minerario

PRENOTA UNO STAND



Accelerare la Transizione Energetica Globale



#getcongress

getcongress.com

Organizzato da

dmg events



SONDE E APPARECCHIATURE DA CAMPO CID PER RILEVARE: COD, SST, TENSIOATTIVI, VOLUME E VELOCITÀ DI SEDIMENTAZIONE DEI FANGHI

Ing. Arcangelo Ventura¹, Ing. Davide Ventura², Ing. Carlo Ventura³

¹ A.D. CID; ² Responsabile R&D; ³ Responsabile tecnico

Il CID Ing. Ventura Srl opera nel settore della depurazione delle acque reflue da oltre 45 anni attraverso la progettazione e fornitura chiavi in mano di impianti di depurazione e i servizi di gestione, grazie alle sonde e ai sistemi di telecontrollo di propria produzione. L'esperienza maturata nel campo della depurazione ha permesso a CID di realizzare sistemi di rilevazione da campo, coperti da Brevetto Europeo, costituiti dalle sonde e apparecchiature per la rilevazione in continuo di diversi parametri: [ppm] COD, Solidi Sospesi, Tensioattivi, e il misuratore del Volume [cc/l] e Velocità di sedimentazione dei fanghi [m/h].

Nel presente articolo presentiamo più in dettaglio i nostri sistemi che sono particolarmente indicati nella gestione e nel telecontrollo degli impianti per la versatilità, robustezza e assenza di manutenzione, dovuta ai componenti utilizzati, alla struttura delle sonde in acciaio inox, e al sistema di pulizia pneumatica automatica particolarmente efficiente.

Le sonde CID non utilizzano reagenti ed essendo sonde da campo non seguono la metodica standard di laboratorio ma il principio di rilevazione, coperto dal Brevetto Europeo conseguito nel 1994, di lettura fotometrica all'infrarosso della trasmittanza dell'acqua tal quale e successiva elaborazione statistica-neurale, utilizza il software avanzato di auto-apprendimento, per fornire i valori delle concentrazioni in ppm. ogni secondo e salvati ad intervalli di tempo prefissati a piacere.

Il sistema di rilevazione in continuo delle sonde CID non sostituisce le routine analisi di laboratorio ma le integra, rappresentando un ottimo indicatore in continuo del trend del processo depurativo e del funzionamento dell'impianto, mediante rilevazione in continuo delle concentrazioni dei parametri delle acque, dei carichi, dei flussi e degli allarmi, dello stato delle macchine e delle apparecchiature collegate.

SONDE E APPARECCHIATURE CID



Sonda
CODout



Sonda
TENSIOATTIVI



MINI



RACK



Misuratore VF30
FANGHI

Brevetto Europeo CID 1994

Brevetto Europeo CID 2022



Impianto caseificio, sonda CODout in sedimentazione e Misuratore fanghi Vf30 al termine ossidazione.

La finalità di un impianto di depurazione è depurare, ma...

Dire che la finalità di un impianto di trattamento è depurare è banale, ma non lo è se si misura il tasso di abbattimento del carico inquinante. Negli impianti con trattamento biologico a fanghi attivi, in fase di avviamento d'impianto o nel caso di disfunzioni, il carico inquinante in ingresso e uscita si determina con la COD in luogo della BOD5, poiché il dato è disponibile in 2 ore anziché 5 giorni.

La sonda Inox CID mod CODout permette di conoscere in continuo i ppm COD in uscita dal depuratore.

SONDA inoxCID mod.CODout

È particolarmente indicata per il controllo dell'acqua depurata in uscita da impianti di depurazione con trattamento biologico.

La sonda immersa nell'acqua rileva in continuo i seguenti parametri: COD, BOD5, SST (Solidi sospesi totali).

Il funzionamento prevede il collegamento alla apparecchiatura CID nei modelli Mini, Rack (prodotti e sviluppati da oltre 20 anni) e nel nuovo sistema smart CID.

SONDA inoxCID mod.TE

Per rilevazione in continuo ogni 2 sec. nell'acqua tale quale della concentrazione dei Tensioattivi Totali nel range: 0,5- 70 ppm.

Il funzionamento prevede il collegamento alla apparecchiatura CID nei modelli Mini (prodotto da oltre 20 anni) e nel nuovo sistema smartCID.

Principio di misurazione

La sonda CID mod.TE è indicata per rilevare i tensioattivi con potere schiumogeno che diminuiscono la tensione superficiale delle molecole, per cui si formano bolle piene d'aria cioè schiuma.

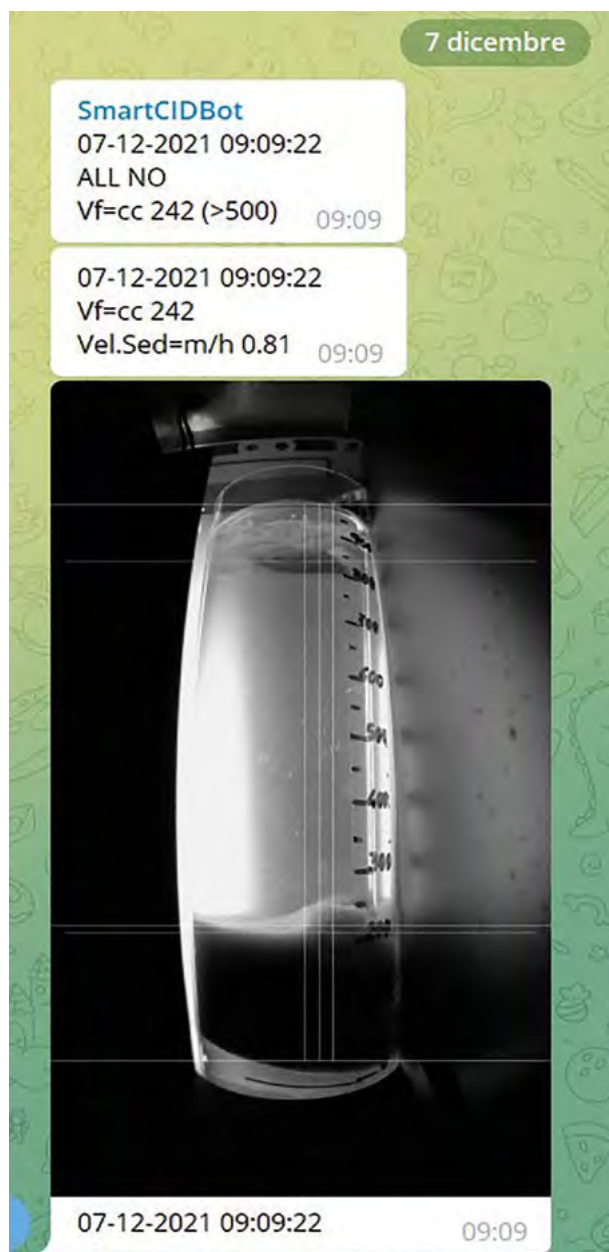
La concentrazione di tensioattivi totali rilevata dalla sonda con la curva di default va da 0,5 a 8ppm. Per valori superiori è necessaria la verifica preliminare. La schiuma formata nel reattore passa nel vetrino di misurazione attraversato dall'infrarosso dell'unità analogica che ne trasmette il segnale al programma CID che lo elabora per fornire la concentrazione in ppm dei tensioattivi.

MISURATORE FANGHI smartCID Vf30 per rilevare in automatico la quantità di fango [cc/l] e la velocità di sedimentazione [m/h]

Nella gestione degli impianti di depurazione biologica uno dei parametri più importanti, viene rilevato saltuariamente e manualmente dal personale addetto è il Vf30 [cc/l] cioè la quantità di fango prelevato in ossidazione, che sedimenta dopo 30min in cilindro o cono da 1lt. Il dato permette di stabilire quando inviare i fanghi di supero in eccesso nel processo depurativo e di indicarne la quantità più probabile da smaltire.

L'importanza del Vf30 oltre che processuale è economica, dato che il trattamento e lo smaltimento dei fanghi di supero rappresenta mediamente il 35% dei costi gestionali dell'impianto.

Avere a disposizione giornalmente questo dato risulta cruciale; per tale motivo il CID Ing. Ventura Srl



di Brescia ha messo a punto e brevettato la nuova apparecchiatura smartCID Vf30 per la rilevazione automatica della quantità e velocità di sedimentazione dei fanghi, basata su una complessa elaborazione delle immagini scattate dalla telecamera sul cilindro da 1.000cc riempito con la miscela di fango che giunge in sedimentazione. La smartCID Vf30 è coperta dal Brevetto Europeo conseguito nel 2022.

Il misuratore fanghi smartCID Vf30 è indicato sia nei processi biologici che chimico-fisici di flocculazione poiché i tempi per Vf, Vsed1, Vsed2 sono impostabili dall'utente nella tabella di configurazione.

È composto da due armadi in termoresina IP65 assemblati e provvisti dei componenti necessari.

Alimentando a 220V si avvia automaticamente il ciclo composto dalle fasi: carico, intervalli Vsed1 e Vsed2 per la velocità di sedimentazione [m/h], l'intervallo per determinare il Vf30 [cc/l], scarico.

Al termine del ciclo i dati vengono visualizzati sul display e con gli allarmi salvati sulla memoria microSD e inviati sia su un database o FTP del server del cliente che su Telegram impostati dal cliente, per renderli disponibili su pc, smartphone, tablet in modo semplice e immediato.

L'immagine del fango sedimentato nel cilindro risulta fondamentale poiché con i dati Vf30[cc/l] e Vsed [m/h] indica la qualità del fango (se ben sedimentato o rotto a zone) determinante nel caso di disfunzioni tipo bulking, permettendo di intervenire subito sui parametri di processo.

Visualizzazione immagini e dati inviati da smartCID Vf30

Da PC o Smartphone è possibile, previa configurazione, ricevere automaticamente i dati e le immagini inviate dal misuratore fanghi smartCID Vf30. Al termine di ogni ciclo di rilevazione i dati vengono registrati sulla memoria microSD della smartCID Vf30 e inviati sia su Telegram (su PC, smartphone o tablet) sia sul database o FTP del server del cliente.

Aperto Telegram, è possibile visualizzare l'immagine del cilindro graduato contenente il fango sedimentato, data e ora della rilevazione e i corrispondenti valori del volume di fango [cc/l] e della velocità di sedimentazione [m/h]. Inoltre scorrendo come su una pellicola si visualizza tutto lo storico delle immagini rilevate in modo semplice e immediato (come da immagine a destra).

Nell'immagine del cilindro oltre a visualizzare le caratteristiche del fango e dell'acqua surnatante, si vedono le linee di minimo e massimo oltre alle tre righe verticali di lettura dei pixel e la linea in corrispondenza dell'interfaccia fango-acqua.



CID Ing.Ventura Srl
BRESCIA, Tel. 0303730699
E-mail: info@venturacid.it
Web: www.venturacid.it

Sonde da campo per rilevazione in continuo

Interfaccia SmartCID per l'invio automatico dei dati registrati e visualizzati su pc, smartphone e tablet.

SONDA TENSIOATTIVI

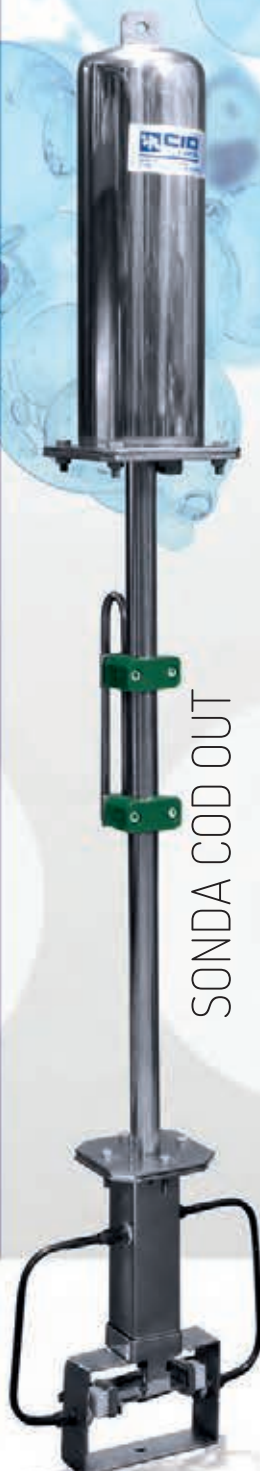
Per la rilevazione automatica in continuo di ppm Tensioattivi



SONDA TENSIOATTIVI

SONDA COD OUT

Per rilevazione automatica in continuo di:
ppm Solidi sospeso totali
ppm BOD5, COD, Torbidità



SONDA COD OUT

VF30 FANGHI

Misura automatica del volume dei fanghi [cc/l]
e velocità di sedimentazione [m/h]

Brevetto 2021 n. 102021000028064

NOVITA'



VF30 FANGHI

dal 1979



Informazioni DALLE AZIENDE

Sistema economico di sostituzione delle campane gasometriche

Un problema che è sempre più presente nei depuratori con digestione anaerobica dei fanghi è quello della campana gasometrica. In particolare con l'andare degli anni la campana tradizionale tende ad arrugginire ed il meccanismo di sollevamento sia telescopico che a guide elicoidali, tende a bloccarsi.

La sostituzione di una campana è un investimento notevole ed anche il tempo necessario è particolarmente lungo, poiché il lavoro è complesso e difficile.

Moreschini Rappresentanze Snc, che da oltre 40 anni propone sul mercato italiano macchinari di qualità per depuratori e che è stata una dei pionieri nel proporre in Italia gasometri a doppia membrana, ha la soluzione: il gasometro a doppia membrana Biodigester della EnvironTec (A), da decenni specializzato nella fornitura di macchinari per biogas (filtri a ghiaia e ceramici, desolforatori e deumidificatori, torce, gasometri), e propone i sistemi di sostituzione del-

la campana a doppia membrana che hanno il grande vantaggio dell'economicità di acquisto e di gestione e della semplicità di montaggio oltre che la copertura a doppia membrana di digestori per il recupero del biogas prodotto.

Gli stessi sistemi servono per coprire digestori con diametro fino a 50 m. Una volta smontata la vecchia campana e pulito il bordo in muratura del gasometro, si monta il gasometro a semisfera Biodigester in speciale tessuto in poliestere con inserto in PVC ad alta resistenza, fissato con una tenuta stagna particolarmente sicura e frutto della grande esperienza dei progettisti EnvironTec (A), successivamente viene montata la semisfera di protezione esterna in tessuto in poliestere particolarmente studiato per la resistenza alle intemperie, stagno e sottoposto a processo anti UV, fungicida, antincendio ed anticorrosione.

La membrana esterna è tenuta in pressione da un ventilatore a ADF a bassa potenza. Mentre la membrana interna (gasometro vero e proprio) viene riempita dal biogas. Una particolare sonda ad ultrasuoni permette

di stabilire il volume effettivo del gas immagazzinato.

Guardia idraulica, valvola di sovrappressione ed eventuale rilevatore di gas, provvedono a garantire il funzionamento del Biodigester in tutta sicurezza.

Una speciale rete evita che la membrana, in caso di mancanza di biogas, cada al interno del gasometro/digestore.

Questi gasometri servono anche per altri tipi di gas: singas ecc.

La semisfera esterna può essere verniciata con colori a piacere, adatti al panorama esterno ed in alcuni casi è persino utilizzata per messaggi pubblicitari.

EnvironTec e Moreschini Rappresentanze garantiscono assistenza con tecnici qualificati all'avviamento; il sistema è sicuro ed affidabile.

Moreschini Rappresentanze propone una linea completa di macchinari per impianti a biogas e, grazie alla collaborazione con Future Engineering (S), anche agitatori per digestori nonché digestori e fermentatori metallici della Eurotank (D) e scambiatori di calore Farmatic (D). ■

Moreschini Rappresentanze Snc

via Roma 14, 08016 Borore (NU)

Tel. 0785.86447

www.moreschinisnc.it

moreschini@moreschinisnc.it



Figura 1. Depuratore di Landau (A)



Figura 2. Depuratore di Karlovac (HR)

Facile da installare, facile
da gestire, facile da adattare
Fino al **99%** di inquinanti acidi
abbattuti



SOLVAir[®]

| by **SOLVAY**

Il nostro lavoro? Aiutare centinaia di operatori a gestire a costi contenuti le loro emissioni nel rispetto di normative sempre più severe, aumentando l'efficienza energetica dei loro impianti e migliorando i risultati industriali.

Come ci riusciamo? Offrendo soluzioni personalizzate a base di sodio per abbattere i gas acidi (HCl, SO_x, HF...) nei fumi di ogni tipo di attività industriale, in tutto il mondo.

CLEAN AIR SOLUTIONS FOR HIGHER PERFORMANCE.
solvairsolutions.com

Sistemi tradizionali di diffusione a membrana negli impianti di depurazione delle acque: aspetti tecnici gestionali

La continua attenzione dimostrata dai progettisti e dai gestori degli impianti di trattamento delle acque in termini di affidabilità delle macchine che trasferiscono ossigeno ai vari comparti di un impianto depurativo di acque reflue civili/di processo industriale e in termini di analisi costi-benefici nel medio lungo termine (piano di manutenzione e piano energetico) ha reso negli ultimi anni sempre più importante la valutazione e l'analisi dell'efficienza energetica delle macchine, legata anche ai costi di bolletta elettrica e ai costi di mantenimento. In base alle tecnologie oggi disponibili sul mercato, si rende necessario un

confronto tra i sistemi di immissione ad aria tramite tecnologie pressurizzate, oggi ritenute dal mercato tra le più efficienti disponibili per le applicazioni sopra descritte, sia in ambito civile che in ambito industriale.

S.C.M. Tecnologie S.r.l., azienda italiana costruttrice e fornitrice di una delle più ampie gamme di prodotto a servizio della miscelazione e dell'aerazione delle acque reflue civili ed industriali, offre la sua esperienza con l'obiettivo di fornire alcune fondamentali considerazioni circa i vantaggi e gli svantaggi di due importanti famiglie di prodotto deputate all'aerazione pressurizzata: gli aeratori pressurizzati sommersi e i sistemi di diffusione a membrana.

I sistemi d'aerazione a membrana, siano essi del tipo con diffusori a disco, tubolari o a pannello (forse più noti, questi ultimi, come strip diffusers)

hanno come vantaggio quello di avere all'inizio della loro vita di funzionamento un rendimento (efficienza, intesa come rapporto tra kgO_2 forniti e kWh elettrici assorbiti ai morsetti del sistema) più elevato se paragonati agli aeratori pressurizzati. L'inevitabile intasamento della membrana, la necessità di pulirla frequentemente, la perdita di prestazioni meccaniche dei materiali plastici dovuti all'aggressività dell'ambiente in cui tali sistemi operano oltre che l'estrema fragilità delle tubazioni e dei corpi diffusori generano rapidi abbattimenti di efficienza nei primi anni di vita dell'impianto (stimabili da uno a tre anni) e quasi sistematicamente portano ad una necessità di sostituzione dell'intero sistema o di sue componenti (ad esempio sostituzione delle membrane o di tubazioni) con significativi aumenti di costi di

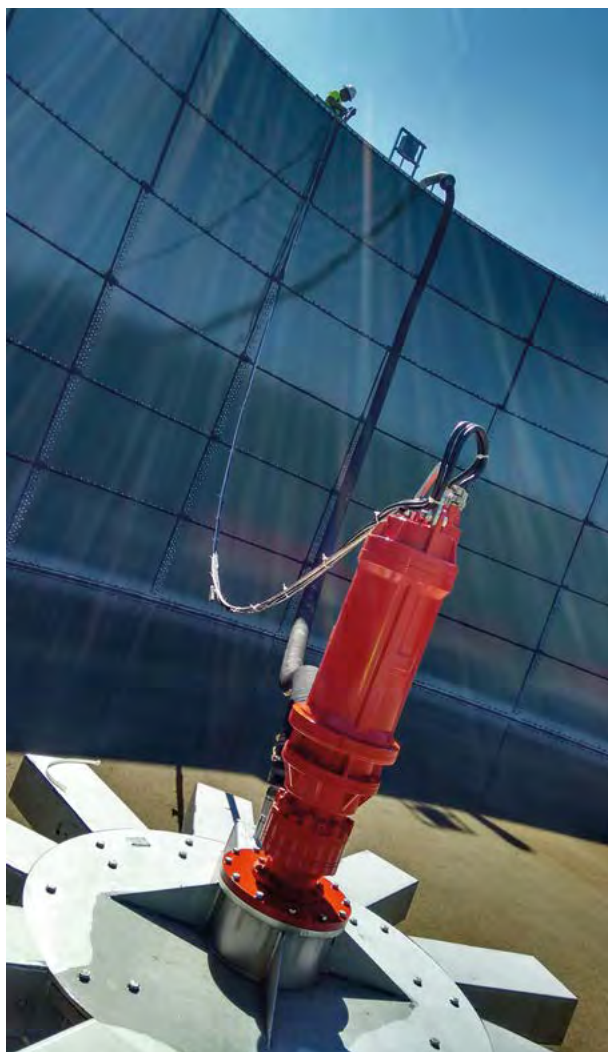


Figura 1. Aeratore SCLK trattamento digestato.

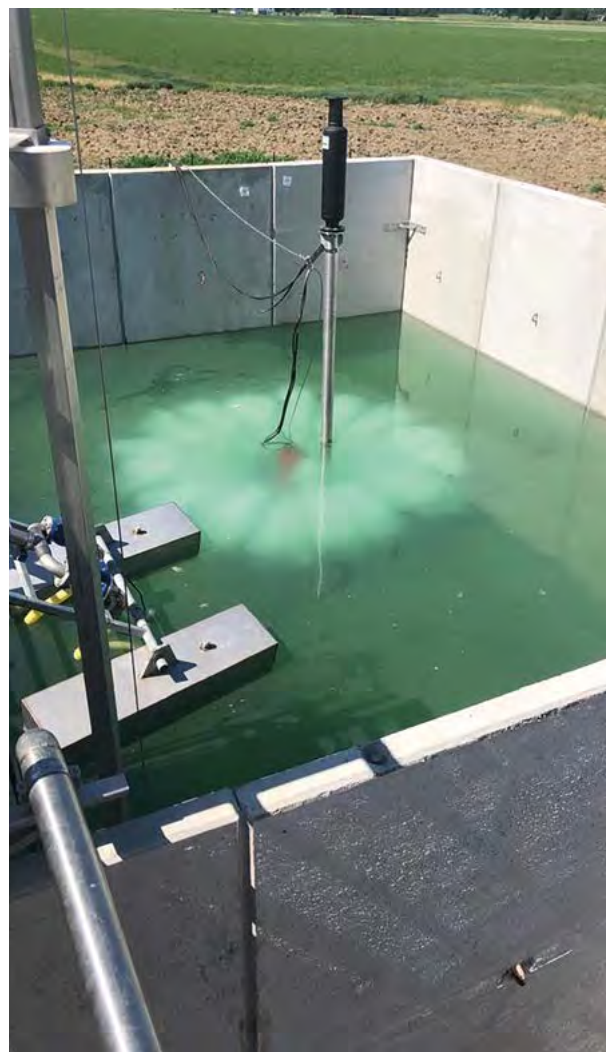


Figura 2. Avviamento aeratore SC acqua pulita.

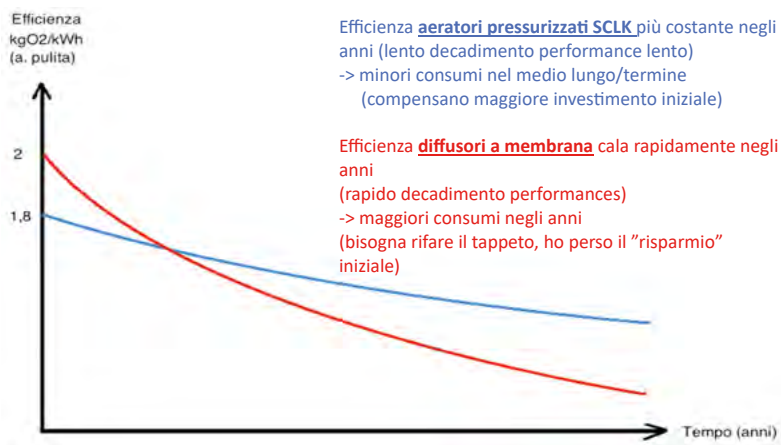


Figura 3. Valutazioni tecnico/gestionali aeratori LK VS reti.

acquisto nuovo materiale, manodopera, fermo impianto, svuotamento vasche e altri vari disservizi. Inoltre, i costi di installazione delle reti possono significativamente aumentare (anche fino a quadruplicarsi per piccole e medie vasche) laddove la linea ossidativa è singola e quindi i diffusori, non potendo essere installati sul fondo vasca permanentemente, necessitano di un supporto di base su cui essere posizionati (telai estraibili). Ne consegue che con la perdita di performances di trasferimento d'ossigeno da parte delle membrane, i costi energetici aumentano velocemente e generano altrettanto veloci perdite di efficienza. In conclusione, del ragionamento, il presunto "risparmio" che il cliente inizialmente osserva va via via perdendosi nei successivi anni di vita della vasca fino ad annullarsi nel giro di pochissimi mesi.

Sull'altro versante troviamo gli aera-

tori pressurizzati, modello SCM noto al mercato con la sigla "SCLK" che rispetto ai diffusori godono di molti ed importanti vantaggi. Per cominciare, trattandosi di apparecchiature elettromeccaniche estremamente robuste, hanno il vantaggio di avere un rendimento praticamente costante nel tempo e non soggetto ai deperimenti del materiale. Possono essere installate in tutte le configurazioni di impianto (a singola linea o multilinea) perché possono essere posizionate ed estratte dalla vasca senza nessuna necessità di svuotamento e appoggiate direttamente sul fondo vasca. La girante degli aeratori SCLK ruota a basso numero di giri (130 rpm circa) quindi le usure meccaniche sulla parte idraulica sono notevolmente ridotte. Queste macchine per funzionare necessitano di un controllo da quadro elettrico tramite variatore di frequenza (inverter) che le rende estremamente flessibili alle



Figura 4. SCLK impianto FORSU.

varie richieste di ossigeno nell'arco della giornata, e questo in vari settori dove i carichi inquinanti variabili possono generare richieste elevate di ossigeno anche di notevole durata (picchi) ripetute ciclicamente. Inoltre, tali macchine hanno il vantaggio di operare in duplice configurazione, quindi come aeratore in senso stretto (motore + soffiante accese) oppure come solo miscelatore a basso numero di giri (in caso di soffiante spenta).

Questo vantaggio è davvero molto significativo nei reattori SBR, con i cicli alternati, dove nella stessa volumetria si ha la necessità di aerare (condizioni aerobiche) e di solo miscelare (condizioni anossiche).

Gli aeratori SCLK possono lavorare con battenti molto elevati anche nell'ordine di 12-14 metri, situazioni con temperatura dell'aria molto elevata, in cui la membrana comincia ad avere problemi di funzionamento. Concludendo, al netto degli aspetti tecnici impiantistico-gestionali fino a qui descritti, gli aeratori pressurizzati SCLK prodotti da S.C.M. Tecnologie S.r.l. stanno sempre più prendendo piede in ambito industriale e anche civile. ■



Figura 5. SCLK impianto cantina / distilleria.

SCM tecnologie S.r.l.
www.scmtec.com
info@scmtec.com



IdA



Pompa monovite HiCone per gli impianti di trattamento delle acque reflue e le stazioni di pompaggio. Gestione efficiente dei corpi estranei con i triturator XRipper e RotaCut

All'IFAT (13-17 maggio 2024, Fiera di Monaco), Vogelsang GmbH & Co. KG ha presentato la pompa monovite conica HiCone per l'impiego negli impianti di trattamento delle acque reflue e nelle stazioni di pompaggio. Inoltre, ha esposto anche un modello 3D della nuova versione, più piccola e compatta, della pompa HiCone. “Gli impianti di trattamento delle acque reflue, che consumano grandi quantità di energia a causa delle impegnative fasi di processo, necessitano di tecnologie efficienti dal punto di vista energetico e allo stesso tempo potenti”, afferma Michael Brinkmann, direttore delle vendite internazionali di Vogelsang. E aggiunge: “L'HiCone offre agli operatori degli impianti di trattamento delle acque una tecnologia di pompaggio durevole e altamente efficiente, che può essere adattata in modo flessibile a diversi processi e parametri operativi”.

HiCone: regolazione tramite controllo da remoto

L'HiCone presenta una geometria conica rotore-statore e un sistema di rego-

lazione intelligente. Il riaggiustamento preciso del rotore compensa l'usura. Ciò garantisce prestazioni di pompaggio costanti a un livello elevato di efficienza, senza la sostituzione di parti costose e che richiedono lunghi tempi per la manodopera. Inoltre, il prodotto è dotato di un display che informa gli utenti sulle condizioni della pompa in modo continuo e in tempo reale. L'HiCone richiede quindi una manutenzione meno frequente, che può essere pianificata al meglio. Se l'HiCone è dotata dell'opzione di regolazione automatica e collegata alla manutenzione da remoto, il rotore può essere regolato in base alle necessità dalla sala di controllo, senza dover affrontare lunghi viaggi e interventi di manutenzione. Gli operatori degli impianti di depurazione che utilizzano software per il controllo da remoto di pompe in differenti località, ne traggono particolare vantaggio, ad esempio nelle stazioni di pompaggio, che di solito non sono monitorate da tecnici in loco.

Pompa conica per alte pressioni fino a 12 bar

L'HiCone è progettata per raggiungere anche per pressioni più elevate, fino a 12 bar. Per gli operatori degli impianti di trattamento delle acque, ciò significa che l'HiCone può gestire anche applicazioni di processo con pressioni elevate, che di solito richiedono una



Figura 1. XRipper XRC100 con il Sewer Integration Kit (SIK) per canali molto stretti.

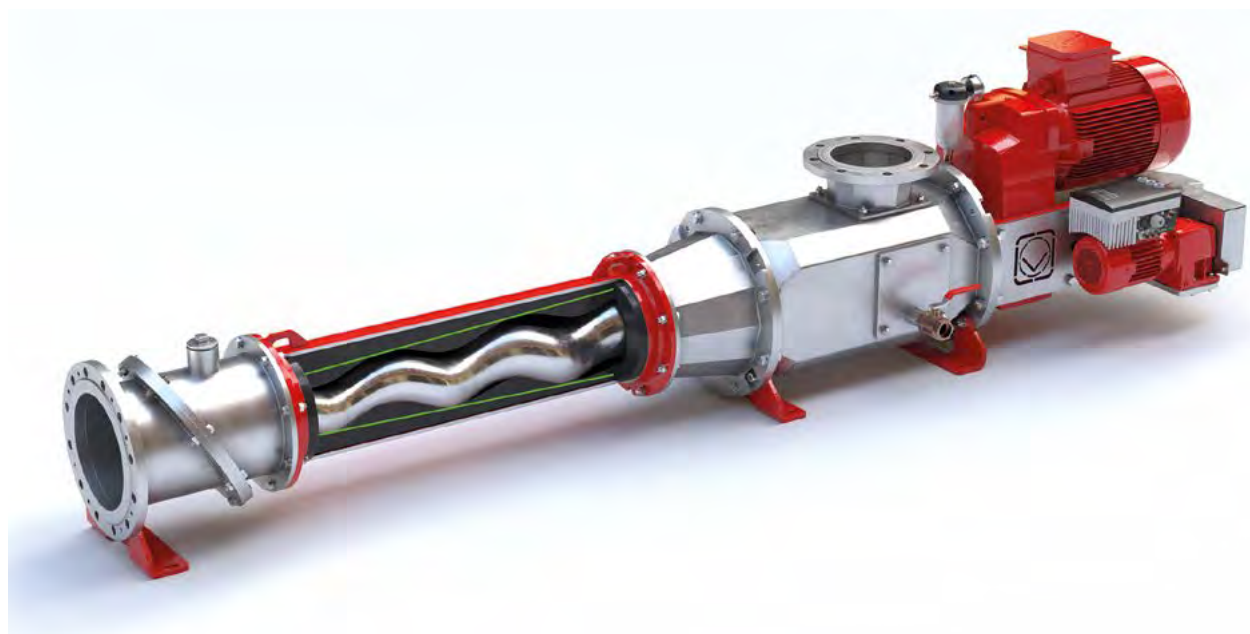


Figura 2. La geometria conica rotore-statore dell'HiCone consente una regolazione precisa del rotore in caso di usura. Non è necessario sostituire i componenti costosi e che richiedono lunghi tempi per il ripristino.



Figura 3. Il trituratore a albero doppio XRipper XRG186, particolarmente potente e progettato per portate elevate.



Figura 4. Trituratore a albero doppio XRipper XRP: la variante compatta, in linea, per le tubature.



Figura 5. La variante in linea modificata del trituratore RotaCut RCQ può essere facilmente installata in un secondo momento nelle tubazioni con sistema di rimozione integrato posizionabile in modo flessibile. Fonte di tutte le immagini: Vogelsang GmbH & Co. KG

pompa monovite lunga e a due stadi. Dopo l'acquisto dell'HiCone, negli impianti di depurazione si riducono i costi, l'energia necessaria per le operazioni e lo spazio richiesto per l'installazione.

Tecnologie di triturazione per una gestione delle acque reflue senza problemi

Vogelsang presenta inoltre la sua vasta gamma di prodotti dotati di una potente tecnologia di triturazione. In particolare, i trituratori a albero doppio XRipper XRG e XRipper XRC sono adatti per l'installazione, anche a posteriori, nel sistema fognario: ad esempio in canali aperti o pozzi. XRipper XRP è la variante compatta, in linea, per l'installazione nelle tubazioni. Tutti i modelli della serie XRipper sono dotati di rotoripperi monoblocco robusti e durevoli. Triturano i materiali estranei presenti nelle acque

reflue, come salviettine umidificate, panni per la pulizia, stracci e pezzi di legno, riducendoli a dimensioni non problematiche. In questo modo, proteggono i componenti a valle, compresa la tecnologia di pompaggio, da intasamenti e danni.

Vogelsang presenta anche la variante modificata, in linea, del trituratore RotaCut RCQ. Questo tipo di RotaCut viene utilizzato, tra l'altro, negli impianti di depurazione, per il trattamento dei fanghi. Può essere installato rapidamente in tubazioni rettilinee e quindi riadattato senza laboriose modifiche d'impianto. Grazie al suo principio di taglio basato sul contatto, il trituratore sminuzza in modo affidabile fibre e solidi come capelli e tamponi di cotone nelle acque reflue e come nei fanghi. Il sistema integrato per la rimozione dei materiali pesanti separa pietre, parti

metalliche e altri corpi estranei, che possono essere espulsi dallo sportello, posizionato in modo flessibile in base alle necessità di installazione.

Pompe a lobi rotativi: collaudate nel settore della depurazione

Le potenti pompe a lobi rotativi delle serie VX e IQ di Vogelsang hanno già dato prova di sé in tutto il mondo in un'ampia gamma di applicazioni che prevedono il pompaggio di fanghi e acque reflue. ■

Vogelsang GmbH & Co. KG
carsten.wenner@vogelsang.info
www.vogelsang.info/it-it



IdA



Epson progetta la costruzione della sua prima centrale elettrica a biomasse

Seiko Epson Corporation ha annunciato che sta pianificando la costruzione della sua prima centrale elettrica a biomasse, che sorgerà a Iida City, nella Prefettura di Nagano (Giappone), presso il sito dell'ex Kiribayashi Clean Center.

Epson è attualmente impegnata nella fase iniziale di avvio dell'opera, con l'obiettivo di rendere operativo l'impianto per marzo 2027.

Nella sua Environmental Vision 2050, Epson si è impegnata pubblicamente a diventare carbon negative e a non utilizzare più materie prime vergini¹ entro il 2050. L'uso di energia elettrica da fonti rinnovabili è uno strumento chiave con cui la società punta a raggiungere l'obiettivo di decarbonizzazione: in linea con tutto questo, nel dicembre 2023 ha completato il passaggio al 100% di energia elettrica da fonti rinnovabili in tutti i siti del Gruppo nel mondo².

Oltre a soddisfare i criteri tecnici di RE100 (l'iniziativa che riunisce le

1. Risorse non rinnovabili quali petrolio e metalli.
2. Sono esclusi alcuni siti di vendita e proprietà in affitto per i quali non è possibile determinare la quantità di energia elettrica consumata.



Figura 1. Ecco come sarà la centrale elettrica a biomasse di Epson.

aziende più influenti del mondo che promuovono l'utilizzo di elettricità al 100% da fonti rinnovabili), la nuova centrale è destinata a fornire a Epson, su base continuativa, energia elettrica da fonti rinnovabili autoprodotta, riducendo così la percentuale di quella acquistata da società esterne. La produzione in eccesso verrà ceduta in rete, promuovendo così una più ampia adozione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili all'interno della collettività.

La centrale non dipenderà da combustibili fossili, ma sarà alimentata principalmente da scarti di legno e da corteccia d'albero, oltre che da terreno di coltura per funghi e da pallet in legno inutilizzati da Epson. Tutto questo consentirà all'azienda di contribuire anche

alla conservazione e cura delle foreste. In futuro, la società intende creare una centrale elettrica a ciclo chiuso, sviluppando anche una tecnologia per la fissazione e l'utilizzo della CO₂ prodotta durante la produzione di energia. Non solo: Epson continuerà a promuovere l'adozione su larga scala di energia elettrica da fonti rinnovabili, a ridurre i propri consumi energetici e a far circolare le risorse per realizzare la sua Environmental Vision 2050. ■

Seiko Epson Corporation
www.epson.it



Idrico, Accadueo a Bari

Accadueo, l'appuntamento internazionale per i professionisti del settore idrico organizzato da BolognaFiere Water&Energy – BFEW, si espande e arriva per la sua diciassettesima edizione in Puglia, a Bari.

Da quest'anno, negli anni pari, Accadueo si svolgerà presso la Nuova Fiera del Levante di Bari, offrendo l'opportunità di intensificare le alleanze strategiche ed industriali nel settore del servizio idrico tra aziende, operatori e istituzioni del Centro Sud e dei Paesi che si affacciano sul Mediterraneo.

Nel 2024 l'appuntamento è già fissato per il 27-28 novembre. Accadueo continuerà la sua tradizionale presenza a Bologna negli anni dispari.

L'evento affiancherà a una parte esposi-

tiva, eventi convegnistici e formativi. Si parlerà dunque di riuso, digitalizzazione, dissalazione, irrigazione, recupero, smart metering, depurazione e di tutte quelle tecnologie innovative che contribuiscono a minimizzare le perdite idriche, a garantire la fornitura continua di acqua potabile di qualità e a modernizzare le infrastrutture nell'ottica dell'economia circolare. Tutti temi affrontati da sempre in occasione di Accadueo, che a Bari verranno calati nella realtà del territorio. Il Centro Sud ha infatti problematiche e potenzialità specifiche. Tranne poche eccezioni, in generale il servizio idrico del Centro Sud ad oggi è più inefficiente e registra perdite idriche superiori a quelle del Nord Italia. Si cercherà di capirne le motivazioni e trovare possibili soluzioni insieme. Ci si confronterà su come funzionano i

vari servizi idrici nelle singole Regioni e sulle opportunità derivanti dalla collaborazione con i Paesi del bacino del Mediterraneo. Accadueo sarà anche l'occasione per rafforzare i rapporti e il dialogo tra gestori, Regioni e Comuni del Centro Sud, superando l'eccessiva frammentazione attuale. E ancora, si farà il punto sui finanziamenti del PNRR e sulle policy italiane ed europee che stanno ridisegnando il settore verso altri modelli.

Nella parte espositiva, i visitatori potranno toccare con mano le tecnologie e i materiali più all'avanguardia delle società impegnate a modernizzare il servizio idrico. ■

Accadueo Bari
<https://www.accadueo.com/it/>



CON CARTA E CARTONE L'ECONOMIA CIRCOLA CHE È UN PIACERE.



La buona notizia? L'economia circolare di carta e cartone è un fiore all'occhiello del Paese, che ha già raggiunto gli obiettivi europei di riciclo degli imballaggi previsti per il 2030. Pensaci: tutte le volte che fai una buona raccolta differenziata di carta e cartone fai partire un circolo virtuoso, sottrai materiali preziosi alla discarica e alimenti l'industria del riciclo. È così che il cerchio si chiude e si riapre all'infinito. Al centro c'è Comieco, il consorzio nazionale senza scopo di lucro che con la sua rete di impianti fa in modo che tutto il meccanismo funzioni. Una garanzia per tutti gli italiani.

La carta si ricicla e rinasce.
Garantisce Comieco.

www.comieco.org





Figura 1. Azienda SIMA sede principale.



Figura 2. Urraco 5000 EK nastro.

SIMA presenta il nuovo URRACO 5000 EK

Dotato di un motore elettrico da 355 kW e di un nuovo controllo idraulico mobile, l'Urraco 5000 EK permette di mantenere i costi energetici al minimo fornendo allo stesso tempo prestazioni senza pari. Una dimensione delle particelle <120 mm rende le prestazioni di Urraco 5000 EK fra le migliori dei trituratori primari robusti a doppio albero presenti sul mercato.

Lindner Sky Flap

Grazie al Lindner Sky Flap i materiali non triturabili possono essere rimossi rapidamente e gli alberi possono essere sostituiti velocemente e facilmente. Il trituratore da 100 t/h è inoltre dotato di prese elettriche Plug&Play di facile utilizzo. L'ulteriore unità ausiliaria indipendente garantisce il trasferimento flessibile del trituratore ad

un altro luogo di lavoro, completamente senza corrente elettrica.

Sistemi di alimentazione e scarico ben progettati

Il nastro di scarico integrato a nastro singolo è alimentato idraulicamente e può essere completamente ripiegato. L'altezza del nastro trasportatore può essere facilmente regolata durante il funzionamento, semplicemente sollevando il nastro dalla pala gommata durante la triturazione. Per materiali particolarmente pesanti, come rottami leggeri e rifiuti commerciali difficili, il nastro trasportatore può essere rinforzato con acciaio.

Sima srl, società operante nello sviluppo di soluzioni per impianti di riciclaggio customizzati, fondata dal CEO Alessandro Mandelli, lavora con soluzioni tecnologiche all'avanguardia a sostegno dell'economia circolare, con l'obiettivo di valorizzare i rifiuti come

importanti e insostituibili risorse per un futuro ecosostenibile.

Sima è Dealer per l'Italia del marchio Lindner, che produce una gamma completa e versatile di soluzioni all'avanguardia per il trattamento dei rifiuti come trituratori primari, secondari e universali.

L'azienda, che ha ottenuto le certificazioni ISO 14001 e ISO 9001, ha stipulato convenzioni con numerosi Enti Pubblici per il recupero e lo smaltimento dei rifiuti; in ambito nazionale rappresenta quindi un punto di riferimento per qualsiasi tipologia di impresa, con l'obiettivo di costruire e ampliare i valori dell'economia circolare. ■

Sima srl

<https://sima-srl.it>



Figura 3. Scarti di legno

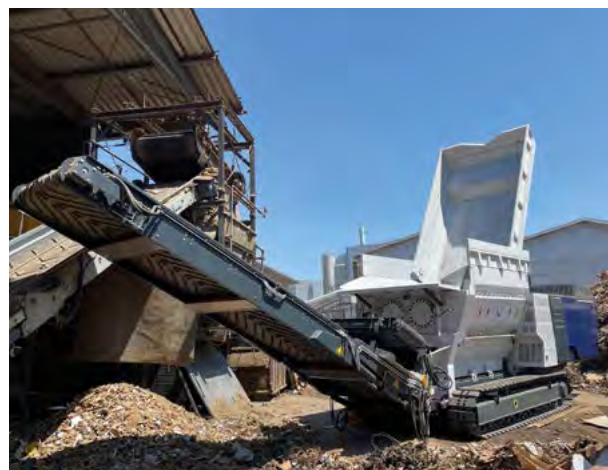


Figura 4. Trituratore semimobile elettrico Urraco 5000 EK.

Greentire e SITEB insieme per l'asfalto del futuro grazie al recupero di materia dagli Pneumatici Fuori Uso

Greentire, la società consortile senza scopo di lucro attiva nella raccolta degli PFU su tutto il territorio nazionale e nella massimizzazione del recupero di materia per ogni pneumatico giunto a fine vita, punta sempre di più sulla sostenibilità e sull'economia circolare con l'adesione a Siteb, l'associazione che riunisce in Italia i rappresentanti dell'industria dei lavori stradali.

Tra le applicazioni più performanti dei materiali derivanti dagli PFU, infatti, c'è l'asfalto: l'intensa attività di ricerca di Greentire, anche in sinergia con prestigiosi enti e atenei, ha dimostrato che il polverino di gomma, oltre alle fibre contenute negli pneumatici, sono preziosi componenti dei conglomerati bituminosi per la costruzione e la manutenzione di strade.

Un'innovazione importante per un uso estensivo sulle strade – che invece oggi richiedono numerosi e significativi interventi di ripristino del manto superficiale – e che è autorizzato dal decreto ministeriale 78 del 2020, in conformità alla sua sostenibilità ambientale.

Lo sviluppo e progresso tecnico della strada portati avanti in 50 anni di esperienza di Siteb incontrano il know how Greentire, come evidenzia il Presidente Roberto Bianco: “Greentire è impegnata, da sempre, nella diffusione di best practices e nella ricerca di nuove applicazioni degli PFU, nonché alla loro promozione. La gomma e le fibre derivanti dal loro recupero sono preziosi protagonisti



Figura 1. Granulato da PFU.

dell'economia circolare, la cui potenzialità non è stata ancora compresa o ingiustificatamente osteggiata. Grazie a questa sinergia possiamo sperare di percorrere l'ultimo importante passo, ossia permettere un utilizzo massivo di questa importante consolidata innovazione nel settore gomma e strade”.

L'attività di Greentire, che raggiunge una percentuale record del 98% per gomma recuperata dagli PFU, risulta certificata e l'azienda stessa risulta un operatore accreditato grazie all'adozione del modello 231, l'ottenimento del rating di legalità e l'inserimento nella white list.

“Insieme a Greentire, azienda leader del recupero del PFU – dichiara il direttore generale di SITEB Stefano Ravaioli – costruiremo strade più sicure e sostenibili. Il PFU proveniente dalla demolizione degli pneumatici fuori uso è infatti un ottimo ingrediente per migliorare tutte le prestazioni del manto stradale soprattutto in ottica di durabilità, aderenza e fono-assorbimento. La sinergia Siteb Greentire contribuirà certamente a uno sviluppo del settore in termini di performance e sostenibilità”. ■

Greentire S.c.r.l. è una società consortile, senza scopo di lucro, che si occupa della gestione degli Pneumatici Fuori Uso (PFU). La mission: affiancare gli associati nel ciclo degli PFU; assicurarsi che la gestione sia conforme alla normativa; massimizzare il recupero dei derivati degli PFU, dando loro una seconda vita nel rispetto dell'ambiente.

SITEB, Strade Italiane e Bitume, è un'associazione senza fini di lucro che raggruppa in maniera trasversale i principali operatori del settore stradale e delle membrane impermeabilizzanti. Unico in Italia a rappresentare le esigenze del settore, SITEB aggrega circa 200 Associazioni, tra aziende, pubbliche Amministrazioni, enti, laboratori e fornitori di servizi, istituzioni e liberi professionisti che, a vario titolo, si occupano di strade ed impermeabilizzazioni.

Greentire S.c.r.l.
www.greentire.it



SITEB
www.siteb.it



Figura 2. Pavimentazione antitrauma derivante da granulato di PFU.



Figura 3. Strade sicure e sostenibili.

Il metano biologico al posto delle batterie, Res Italia presenta il suo ultimo progetto innovativo

Una delle sfide più importanti che dovrà affrontare l'umanità nei prossimi anni sarà quella del conservare l'energia rinnovabile. Lo stoccaggio nel breve termine è relativamente semplice, come il suo utilizzo istantaneo. Si complica, e di molto, la gestione sul medio o lungo termine. Ci sono picchi di surplus che non sono facili da distribuire lungo la rete elettrica istantaneamente: le batterie non bastano più, ce ne vorrebbero di gigantesche e sarebbero molto costose anche nella gestione.

Su questo fronte opera da anni Res Italia (Reliable Environmental Solutions), società cooperativa con sede a Ravenna, fondata nel 2004 da Chato Della Casa. L'azienda è impegnata nello sviluppo e nella promozione di applicazioni e soluzioni impiantistiche innovative, basate sulla digestione anaerobica.

Oggi Res è una eccellenza italiana nella ricerca e nell'innovazione fino alla fase di prima prototipazione, al comando ci sono tre soci.

Obiettivo principale di RES è fornire prodotti e servizi utili a sostenere il progresso tecnologico, conciliando i principi di tutela ambientale ed economia circolare. Il core business è lo sviluppo di soluzioni tecnologiche per l'impiego di energie rinnovabili, il risparmio energetico, salvaguardando l'ambiente nell'ottica dell'economia circolare. Realizzano impianti pilota di digestione anaerobica (tecnologia plug-flow) e di metanazione biologica, fermentatori da banco, impianti pilota di upgrading biogas, impianti pilota di steam explosion.

Oggi il team è composto da mezza dozzina di ingegneri e scienziati, gli uffici sono collocati nei pressi di uno spazio produttivo a Ravenna dove vengono realizzati prototipi ed effettuati esperimenti. Rappresentano una delle eccellenze italiane per la ricerca applicata, passano dai disegni ai prototipi negli stessi spazi, scienziati coraggiosi e capaci di sperimen-

tare alla ricerca delle migliori soluzioni ecosostenibili.

La più recente innovazione proposta ha potenziali applicative straordinarie. Si tratta infatti di un impianto di metanazione biologica, realizzato per l'Agenzia Sardegna Ricerche, presso la sua sede operativa nella zona industriale di Cagliari.

Di fatto, l'impianto è costituito da un reattore nel quale crescono dei ceppi batterici specializzati che si nutrono di anidride carbonica (immessa tramite bombole in questa fase sperimentale, ma di fatto uno degli in-

quinanti che più causano problemi all'ambiente) e idrogeno (prodotto dall'idrolisi dell'acqua).

Quest'ultimo processo ha bisogno di energia per realizzarsi, che può essere energia green prodotta da eventuali eccessi di energia rinnovabile non programmabile, la quale viene immagazzinata sotto forma di metano attraverso la conversione dell'idrogeno proprio tramite metanazione biologica.

Si passa così, ad esempio, da un surplus di energia solare, non immagazzinabile a lungo termine in batterie,



Figura 1. Metanatore biologico – Linea gas metano output

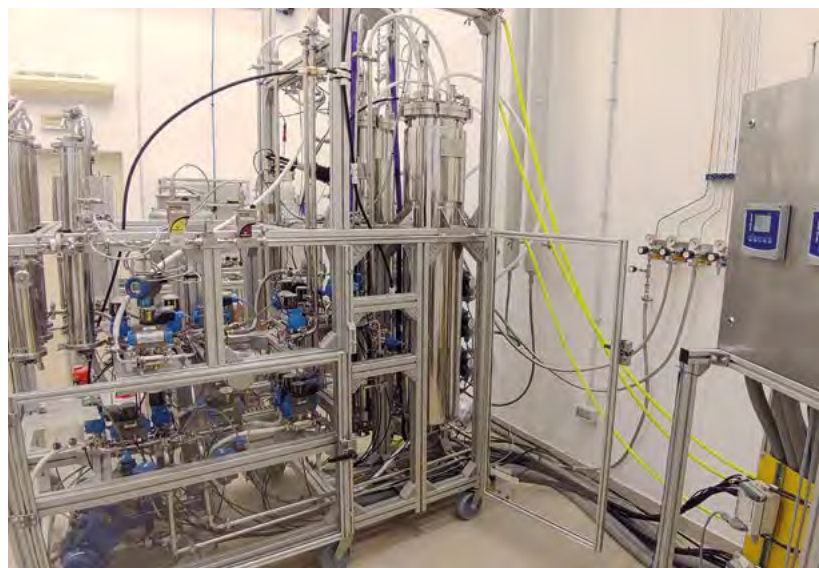


Figura 2 Metanatore biologico – Skid d'impianto e quadro sensori



Il nuovo significato di efficienza energetica.

Migliorare l'utilizzo dell'energia è la sfida più importante che l'uomo dovrà affrontare nei prossimi anni. Il miglior modo per ridurre i consumi energetici è la loro ottimizzazione.

In Ecogenerazione integriamo al meglio sistemi di produzione energetica combinata come COGENERAZIONE o TRIGENERAZIONE, con tecnologie di TRATTAMENTO E RECUPERO ACQUE INDUSTRIALI.

Risparmiare migliorando le performance. Oggi si può.

www.ecogenerazione.it

ECO
GENERAZIONE
Tecnologie Energetiche e Ambientali



Figura 3. Metanatore biologico – Coperchio di chiusura reattore.

a metano, risorsa energetica tipicamente stoccabile e conservabile senza complicazioni enormi.

“Il processo di metanazione biologica è noto da tempo, ma certamente è unico nel suo genere l’impianto che abbiamo realizzato in collaborazione con Sardegna Ricerche, dove è attivo un progetto di circolarità energetica ben integrato con altri impianti che avevamo installato negli anni passati”, spiega il ceo di Res Italia, Davide Bersani. “Ma le applicazioni che prevediamo possibili, attraverso questo processo, sono davvero innumerevoli se pensiamo solo che si utilizza un inquinante come l’anidride carbonica per produrre energia rinnovabile. Il nostro obiettivo è quello di sviluppare soluzioni tecnologiche che consentano di affrontare e risolvere problematiche energetiche ed ambientali, garantendo uno sviluppo sostenibile nei relativi settori di intervento”. ■

Res Italia

<https://www.resitalia.org/portfolio/>



SCHEDA DI APPROFONDIMENTO

Il Metanatore Biologico per Sardegna Ricerche

L’impianto è finalizzato alla conduzione di test per la metanazione di anidride carbonica e idrogeno, in modalità batch oppure con funzionamento in continuo. Il cuore del sistema è un reattore di tipo bubble column avente un volume utile di circa 70 litri, all’interno del quale vengono immesse miscele stechiometriche di anidride carbonica e idrogeno, mediante sparger a disco forato. L’impianto, a norma ATEX e installato su skid carrellato, è equipaggiato con sensori per la misura, l’acquisizione, il controllo e la regolazione di: temperatura, pH, CO_2 , O_2 disciolti all’interno del reattore; pressione del sistema; massa del medium culturale all’interno del reattore; portate dei gas in input (CO_2 e H_2) e del-

la miscela gassosa in output dal sistema; livello del liquido e delle eventuali schiume nel reattore. È inoltre presente un sistema a sonda ottica per la visione interna al reattore. L’impianto è equipaggiato con dispositivi i quali rendono possibile l’attivazione ed il controllo di procedure automatiche di sterilizzazione termica (mediante acqua surriscaldata) o chimica del sistema. Tramite il sistema di automazione e controllo è possibile acquisire, registrare e regolare i dati di processo rilevati tramite i diversi sensori di cui la macchina è dotata, tra cui pH e temperatura del medium culturale (fino ad un valore massimo di 70°C), pressione all’interno del reattore (fino ad un valore massimo di 6 barg). Il sistema

è equipaggiato per gestire una portata massima di gas in input costituita da CO_2 fino a 3.000 L/giorno e H_2 fino a 750 L/giorno. Ma anche attivare e monitorare le diverse procedure automatiche implementate: alimentazione del medium culturale, termostatazione, regolazione del pH, ricircolo del digestato, lavaggio e sanificazione chimica e termica dei componenti critici d’impianto. L’impianto pilota è dotato di pannello di controllo per una gestione ottimale, da parte dell’operatore, di tutte le procedure implementabili e le attività necessarie; è inoltre possibile modificare costanti e parametri di processo. L’impianto è monitorabile anche da remoto, grazie ad un apposito sistema di telecontrollo.

A&B Prosciutti e HSE: accordo strategico per la decarbonizzazione con un nuovo impianto di cogenerazione a San Daniele del Friuli

A&B Prosciutti, rinomato produttore di prosciutto San Daniele, e Hera Servizi Energia, leader nei servizi di efficienza energetica, realizzeranno un impianto di cogenerazione presso lo stabilimento produttivo di San Daniele del Friuli. Gli impianti di cogenerazione consentono di ottenere simultaneamente energia elettrica ed energia termica, garantendo un notevole aumento dell'efficienza energetica rispetto alle produzioni separate.

Elevata capacità produttiva e nuova tecnologia energetica

Lo stabilimento di San Daniele del Friuli, con la sua produzione annua di 450.000 prosciutti, si attesta come il principale produttore di prosciutto San Daniele per singolo sito produttivo. L'accordo prevede la realizzazione di un impianto di cogenerazione con una potenza di 635 kWe, capace di generare 5.100 MWh/anno di energia elettrica, coprendo il 72% del fabbisogno di energia elettrica dello stabilimento. L'impianto non solo produrrà energia elettrica, ma recupererà anche energia termica sotto forma di acqua calda, coprendo l'88% del fabbisogno totale del sito e sostituendo un impianto precedente ormai obsoleto.

Sostenibilità ambientale e impegno territoriale

Grazie al nuovo impianto, A&B Prosciutti eviterà emissioni di CO₂ pari a 628 tonnellate equivalenti all'anno, pari all'assorbimento di anidride carbonica da parte di 68 ettari di bosco. L'accordo pluriennale con Hera Servizi Energia comprende tutte le fasi del progetto, dimostrando un impegno concreto per l'efficienza energetica e la sostenibilità.

“Siamo lieti di iniziare questa collaborazione e poter così mettere a disposizione il nostro know-how per decarbonizzare i consumi e ridurre i costi di approvvigionamento energetico per un'azienda che rappresenta un'eccellenza del territorio – spiega Giorgio Golinelli, Amministratore Delegato di HSE –. Un territorio per noi fondamentale, in cui HSE ha la propria sede legale a Udine. La nostra mission è di sostenere la transizione energetica e attuare la decarbonizzazione dei consumi energetici dei clienti del nostro territorio”.

Stefano Aimaretti, di A&B Prosciutti, commenta: “In tutti i nostri stabilimenti i temi legati all'efficienza energetica rivestono un'importanza tutt'altro che secondaria. Il nostro radicamento al territorio ci porta da sempre ad agire nell'ottica di studiare e realizzare quegli interventi di efficientamento che sono necessari coniugare il miglioramento continuo dei processi alla salvaguardia di

quanto ci circonda. Questi presupposti hanno trovato in HSE il partner ideale per lo sviluppo di questo nuovo progetto: una stretta collaborazione che ha condotto allo studio di varie soluzioni, all'analisi di dettaglio dei diversi aspetti tecnici ed economici e infine all'individuazione della soluzione ideale per le esigenze del nostro sito produttivo. Possiamo ritenerci molto soddisfatti di questo percorso e della competenza e disponibilità dimostrata dai tecnici HSE.”

Hera Servizi Energia, con oltre vent'anni di esperienza nel settore dell'efficienza energetica industriale, si pone come partner ideale per A&B Prosciutti. L'accordo sottolinea l'impegno condiviso verso gli obiettivi ONU sullo sviluppo sostenibile e rafforza la posizione di Hera Servizi Energia come leader nel settore. A&B Prosciutti, oltre a valorizzare l'esperienza di Hera Servizi Energia, dimostra un forte impegno nella responsabilità ambientale e nell'efficienza energetica, consolidando ulteriormente la sua posizione di eccellenza nel settore. ■

Hera Servizi Energia

caterina.zanirato@gruppohera.it
www.heraservizienergia.it



Figura 1. Stabilimento di San Daniele del Friuli



Figura 2. Stabilimento di San Daniele del Friuli

Listone Giordano presenta circular, un innovativo progetto per mostrare le potenzialità dell'economia circolare applicata al legno

Come si applica il concetto di economia circolare alle superfici in legno? Come coniugare sostenibilità, business e design alle nuove tecnologie? A questa e a numerose altre questioni risponde circular, il nuovo progetto di Listone Giordano, marchio di riferimento nel settore delle pavimentazioni lignee d'alta gamma, che dopo essere stato presentato al Salone del Mobile, sarà protagonista dello Spazio Arena di Milano con due prodotti che, ciascuno a suo modo, interpretano le due anime della circolarità: quella più industriale, con il pavimento Graphit (in collaborazione con Alisea), e quella ispirata alla natura della collezione Terre di Vigna (in sinergia con Passoni Design).

Presso Arena Listone Giordano, crocevia tra design, arte e cultura che in questi anni si è conquistato un ruolo di primo piano nel panorama milanese, questo concept viene mostrato raccontando al pubblico di appassionati e non solo, che cosa significa davvero economia circolare e come

questo possa avere un impatto nella vita di ciascun individuo attraverso il caleidoscopio del legno. Circular nasce con questo obiettivo: mostrare e spiegare come appunto il legno, materia viva per eccellenza, possa cambiare forma e natura senza perdere la propria anima mostrandosi attraverso due diversi tipi di pavimentazioni che promuovono una vision a cavallo tra coscienza ambientale e avanguardia tecnologica.

All'origine di tutto, un semplice interrogativo: perché non dare nuova vita a diverse tonnellate di grafite provenienti dalle lavorazioni di impianti industriali risparmiando tempi, spazi e costi annui di smaltimento? Una domanda semplice con una risposta geniale che non solo risponde a un'esigenza, ma la trasforma in opportunità di creare qualcosa di nuovo, difendendo il pianeta. Questo è Graphit, il parquet firmato da Listone Giordano che contribuisce al virtuoso modello dell'economia circolare contribuendo a un graduale disaccoppiamento dell'attività economica dal consumo di fonti finite. Partner di questo progetto, Alisea – Recycled & Reused Objects Design, l'impresa che dal 1994 progetta in modo esclusivo prodotti derivati dal

recupero della grafite. Tutti i materiali utilizzati per la produzione degli oggetti sono trattati con processi di trasformazione innovativi, che garantiscono standard qualitativi praticamente identici alle materie vergini.

Per questo esperimento, sono state scelte due collezioni iconiche di Listone Giordano, Slide, firmata da Daniele Lago e Atelier Desir Heritage, che nella versione Graphit cambiano pelle con un'essenza tutta nuova per delle special edition d'altissimo livello.

“Per Listone Giordano la parola ‘innovazione’ ha un significato ampio” – ricorda Andrea Margaritelli, Brand Manager di Listone Giordano. “Listone Giordano pone infatti al centro della propria identità di certo conoscenza e tecnologia del legno, ricerca estetica, ma non di meno rispetto della natura e interpretazione autentica dei migliori valori della cultura, sensibilità artistica e stile di vita italiano.”

Questo progetto è condiviso tra Alisea e Listone Giordano, la cui scintilla è scaturita da un meraviglioso materiale dalle caratteristiche chimico-fisiche uniche: la grafite. Non una grafite qualsiasi, ma quella proveniente dal recupero dagli scarti della lavorazione industriale degli elettrodi che studiamo e applichiamo, da oltre 10 anni, in progetti ambientali legati al design e all'innovazione esclusivamente Made in Italy.

In Listone Giordano è presente un approccio mentale caratterizzato da una predisposizione al confronto e al cambiamento, quindi di apertura all'innovazione e il risultato è il frutto della ricerca di una sostenibilità autentica, di nuove forme di Economia Circolare, di innovazione, design, Made in Italy e rispetto.

Terre di vigna by Passoni Design & Listone Giordano

Natura e arredo in simbiosi perfetta. Questo e molto di più è Terre di Vigna, la sofisticata pavimentazione in legno realizzata da Listone Giordano e Passoni Design dove l'arte della vinificazione e il design si fondono in

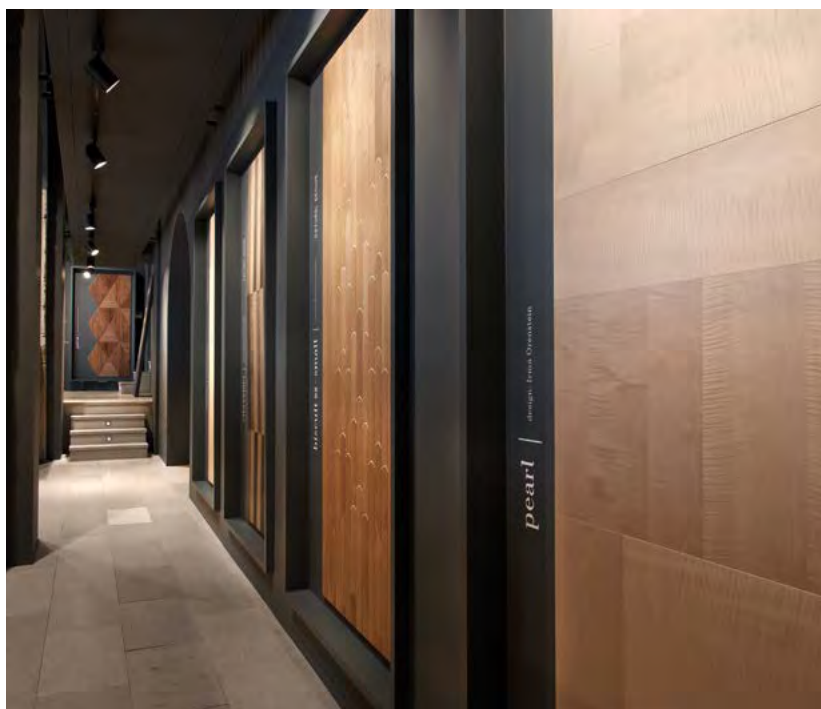


Figura 1. Dettaglio galleria di pavimenti presso Arena Listone Giordano

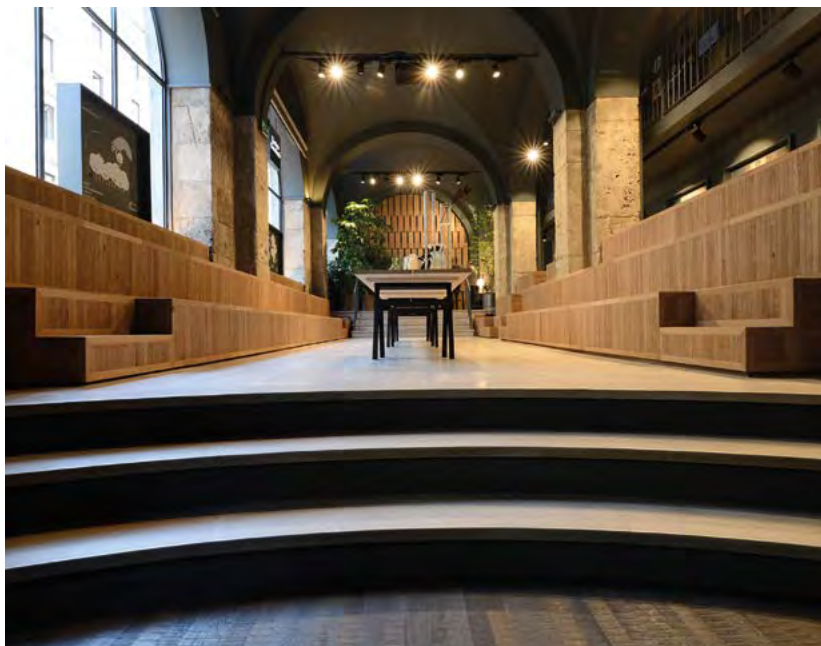


Figura 2. Panoramica di Arena Listone Giordano in via Santa Cecilia 6 a Milano. Luogo storico del capoluogo lombardo che fu il ristorante futurista La Penna d'Oca di Giò Ponti e poi riconvertito nel Flagship store di Listone Giordano con un progetto di Michele De Lucchi

un unico progetto dal sapore antico ma dotato di una sensibilità moderna. In questo prodotto, il vino si trasforma in catalizzatore di design dinamico capace di potenziare il legame tra natura e legno.

Per questo Passoni ha sviluppato un procedimento brevettato ed assolutamente unico per colorare il legno sfruttando le proprietà intrinseche del vino e delle vinacce. Grazie alla loro acidità, in abbinamento a ossidi di ferro, queste sostanze interagiscono con il legno, innescando una reazione chimica autocolorente. Le loro proprietà alcoliche consentono a loro volta l'utilizzo di pigmenti completamente naturali, veicolando il colore e permettendo di ottenere tinte uniche di elevatissimo pregio. Il processo è completamente privo di emissioni nocive e assolutamente non inquinante.

“La collaborazione nata con Listone Giordano conferma il grandissimo valore di un progetto di ricerca e sviluppo in continua evoluzione – conferma Tommaso Passoni, quarta generazione del brand familiare. Con questo progetto abbiamo voluto portare avanti un approccio realmente sostenibile nella produzione di complementi d'arredo per la casa

ed il contract di qualità, design e benessere. Ed è proprio in un comune contesto di cultura del e per il legno che si sviluppa la ricerca e l'utilizzo delle tinte naturali al vino sui prodotti Listone Giordano. L'applicazione di queste tinte richiede grande sapienza delle materie prime e delle loro proprietà ed è proprio grazie ad un condiviso e reale amore per la natura e la sostenibilità ad aver permesso la nascita di un prodotto ed un progetto eccezionale, unico nel suo genere, capace di rappresentare al massimo i migliori valori del Made in Italy”.

Terre di vigna – Medoc e Atelier Désir special edition

Per la prima “sperimentazione” del concetto derivato dall'economia circolare naturale, è stato scelto non a caso Medoc, il pavimento in legno che incarna l'anima stessa della collezione Natural Genius, destinata all'incontro tra naturalezza e l'espressione contemporanea della cultura della materia.

Firmato da un genio indiscusso come Michele De Lucchi, Médoc è un omaggio dell'architetto allo spirito francese dell'azienda. Un fil rouge che collega l'Umbria alle foreste di

Borgogna e prosegue fino al cuore della celebre regione vinicola di Bordeaux. Il nome Médoc – già noto prima dell'epoca degli antichi romani – significa *il territorio di mezzo o pagus medulorum*. Luogo dal quale nasce il celebre modello enologico imitato in tutto il mondo, un successo fatto non solo di magiche uve. La finitura Mirantico pervade altri tessuti e conquista anche la collezione Atelier désir (nome liberamente ispirato al capolavoro di De Chirico *The seer*). Una pavimentazione che incarna l'armonica proporzione di liste più strette e allungate, che caratterizzava alcuni antichi pavimenti in legno, dove assi longilinee si allungavano e fondevano insieme in un originale tessuto. Désir ripropone oggi quelle particolari armonie compositive reinterpretandole attraverso alcune sapienti finiture Heritage. Nella versione Mirantico Filo di lama la materia acquista un carattere tagliente e contemporaneo, per un'estetica che permette di godere appieno di tutta l'autenticità del legno.

Come è evidente dallo spirito che caratterizza queste quattro versioni, il concetto di limited non fa certo riferimento ai limiti del pavimento in legno, al contrario, ne esalta le potenzialità e volge a stimolare la crescita di un prodotto in edizione limitata. Questa strategia scelta da Listone Giordano si basa su una proposta in nuce atta a testare la possibile domanda di mercato, pur trasmettendo nel contempo un senso di esclusività e immediatezza, dato che la collezione presentata nel corso dell'ultima design week milanese si rende disponibile su progetto e ad un numero selezionato di partner. ■

Listone Giordano
info@listonegiordano.com
www.listonegiordano.com



NASCE LA SCUOLA “CIRCOLARE E SMONTABILE”, AL VIA LA GARA D'APPALTO PER IL PROGETTO DI C+S ARCHITECTS

Prototipi di scuole circolari che costruiscono comunità, la visione di C+S Architects diventa realtà: approvato il progetto dell'Istituto Tecnico Malignani.

Firmato da Carlo Cappai e Maria Alessandra Segantini di C+S Architects, studio con sede tra Treviso e Londra e recentemente premiato come miglior studio di architettura italiano, il progetto per il nuovo Istituto Tecnico Malignani di Cervignano del Friuli (in provincia di Udine) è uno dei tre prototipi di scuole circolari che lo studio ha recentemente sviluppato nell'ambito del proprio programma di ricerca sulla progettazione scolastica.

Tutti e tre sono edifici NZEB, (Nearly Zero Energy Building, ovvero un edificio ad elevata efficienza energetica), e sono prototipi per tutti i livelli di istruzione: un asilo nido per il Comune di Venaria Reale, in provincia di Torino, una scuola primaria a Conegliano (Treviso) e una scuola secondaria a Cervignano del Friuli (Udine).

Questi prototipi sono tutti in costruzione. In Friuli sarà il Ministero dell'Istruzione, che ha finanziato il progetto, a gestire la gara d'appalto. Sono stati sperimentati nuovi layout scolastici circolari, differenti per le tre fasi di crescita dei ragazzi e costruttivamente, un kit di montaggio che permette di costruire l'edificio 'a secco' e smantellarlo a fine vita riciclandone i materiali costruttivi.

Il progetto per l'Istituto Tecnico Malignani a Cervignano del Friuli

Il nuovo Istituto Malignani di Cervignano del Friuli, recentemente approvato dal Comune, ospiterà due sezioni dell'ISIS Malignani, per 2.800 mq che saranno completate sul terreno adiacente inclusi tutti gli impianti sportivi. Il progetto è finanziato dal MIUR (Ministero dell'Istruzione) per un costo complessivo di 7,5 milioni di euro di cui 5,8 milioni sono i costi di costruzione di questa fase. Il Ministero



dell'Istruzione gestirà direttamente il processo di costruzione. La scuola comprende 10 aule con una capacità totale di 250 studenti. La dimensione delle aule è più generosa di quanto previsto dalla normativa (54 mq per aula anziché 49 mq) in quanto l'esperienza di C+S nella progettazione di edifici scolastici considera questa scelta un valore aggiunto alle potenzialità didattiche e alla possibilità di conformare lo spazio dell'aula posizionando i banchi in modo variabile a seconda della tipologia di lezione.

La forma circolare è storicamente un elemento di centralità e coesione sociale in ogni cultura. Uno spazio centrale, aperto e circolare diventa una piazza interna coperta che è il centro del layout. Su questo spazio a doppia altezza, inondato di luce zenitale e coperto da un'elegante struttura in acciaio, si affacciano le aule e quelle funzioni pubbliche, che possono essere aperte alla comunità dopo l'orario scolastico: un auditorium polivalente, una piccola biblioteca, un'aula studio e i laboratori. Questi ultimi, disposti al piano terra, hanno il potenziale per diventare micro-incubatori in grado di connettere gli

studenti alle industrie locali, grazie all'organizzazione di laboratori e attività da svolgere durante o dopo l'orario scolastico. Lo spazio della piazza interna al piano terra è stato pensato per gli studenti come luogo di incontro informale, dove trascorrere del tempo studiando, scambiando esperienze o semplicemente rilassandosi. Una scala a chiocciola e un ascensore (più una seconda scala di sicurezza in posizione opposta alla prima) conducono a un ballatoio al primo piano, che si affaccia sulla piazza centrale a doppia altezza. Il ballatoio serve 10 aule, il blocco dei servizi igienici, le aule docenti e gli uffici amministrativi. Non avendo un andamento lineare, il ballatoio è stato pensato anch'esso come uno spazio di sosta informale, di relax o di studio in piccoli gruppi. Il layout dello spazio è semplice e funzionale.

Proprio perché si tratta di un istituto tecnico, il progetto esplora le potenzialità della forza di gravità nel dare forma allo spazio. “Abbiamo disegnato uno spazio-struttura che si modella sulle forze in gioco: le travi in acciaio aumentano di spessore quando sono sottoposte a maggiori sollecitazioni, dando forma a una danza struttura-



le di leggerezza e trasparenza. Il progetto architettonico definisce la forma della struttura che a sua volta genera un paesaggio interno.” – racconta Maria Alessandra Segantini.

I volumi liberi della grande piazza centrale (ascensore, scala a chiocciola, volumi-struttura degli spazi multifunzionali- bar e biblioteca) diventano il supporto strutturale del sistema di copertura.

“Si tratta di volumi metallici trasparenti conici o cilindrici con travi incrociate che si incontrano senza toccarsi, grazie ad un elegante dettaglio di attacco agli anelli di controvento”, spiega Cappai. “Lo spazio si definisce grazie al disegno elegante della struttura. Il sistema delle travi di copertura è modellato seguendo le sollecitazioni strutturali che deve sostenere trasformandosi in un elegante paesaggio di copertura punteggiato dalla luce zenitale che evidenzia il gioco delle travi inclinate proiettando il disegno delle loro ombre sulla piazza”.

“I ballatoi sono a sbalzo dalla corona strutturale delle aule, grazie a una trave continua circolare che poggia su pilastri IPE 300”, dichiara Segan-

tini. “Anche le strutture dei ballatoi si modellano seguendo gli sforzi strutturali e creando una sequenza e un ritmo che si trasforma in uno spazio porticato a piano terra, una soglia che precede l’ingresso ai laboratori. L’architettura disegna un paesaggio didattico-strutturale”.

L’utilizzo di materiali industriali (blocchi in calcestruzzo cellulare tipo YTONG e battuto di cemento al piano terra) e materiali naturali (sughero nel pavimento delle aule e per il rivestimento della facciata esterna) permettono di costruire un dialogo tra tradizione tecnica e innovazione nel rispetto dell’ambiente garantendo una certificazione NZEB.

Le aule sono collocate al primo piano e sono tutte affacciate all’esterno con grandi vetrate everso il ballatoio. Le loro finestre permettono di garantire quell’intervisibilità che C+S ritiene un asset importante per la crescita degli studenti, stimolando la curiosità e l’interscambio. Le aule si affacciano su un ballatoio a larghezza variabile che, a sua volta, si affaccia sulla piazza centrale, creando uno spazio ricco di potenzialità. Per la progettazione

del nuovo Istituto Malignani a Cervignano del Friuli, particolare importanza è stata data alla sostenibilità energetica del progetto, utilizzando materiali ecompatibili e smontabili in modo da garantire la circolarità costruttiva: strutture metalliche, blocchi in cemento cellulare tipo YTONG, solai in X_LAM pannelli portanti, rivestimenti e pavimenti in sughero.

Oltre a Carlo Cappai e Maria Alessandra Segantini, hanno lavorato al progetto Stefano Di Daniel (Project Manager) C+S Architects, lo studio Archest per il calcolo strutturale, la sicurezza e i computi, Seingim per il progetto impiantistico e le pratiche dei Vigili del Fuoco.

La riflessione sullo spazio pubblico

Le scuole sono anche l’occasione per una riflessione più ampia sullo spazio pubblico delle città in cui viviamo: “città dense e città diffuse”. Entrambi i modelli urbani sono sottoposti a processi di erosione dello spazio pubblico, i primi omologati da brand che si rincorrono uguali ad ogni latitudine e dove la libertà di attivazione da par-



te della comunità è sostanzialmente nulla; i secondi, le metropoli orizzontali essendo caratterizzate dall'assenza di interni urbani. Qui lo spazio pubblico è il residuo di microprocessi di privatizzazione e zonizzazione. "Da vent'anni lavoriamo su quella che definiamo la spina dorsale della città: lo spazio collettivo, aperto, condiviso, la vera identità delle comunità", spiega ancora Cappai. "In questa prospettiva, lavorando sui centri minori e sulle periferie, abbiamo focalizzato la no-

stra attenzione sulle scuole perché il loro utilizzo è obbligatorio; per il loro carattere di prossimità alle comunità, per la loro capillarità, per il loro carattere informale e riconoscibile all'interno delle comunità, per il loro potenziale ancora inespresso e la loro forza innovativa. Manifesti colorati, aperti, trasparenti di un approccio progettuale sostenibile in termini ecologici e sociali per accogliere i bambini e la comunità che li circondano: per noi le scuole sono le piazze delle

periferie e dei piccoli centri". Chiosa Segantini: "Colorate, aperte, trasparenti: manifesti di un approccio sostenibile per accogliere i bambini e la comunità che li circondano: per noi le scuole sono le 'piazze delle periferie e dei piccoli centri'". ■

C+S Architects
<http://web.cipiuessie.it/>
press@pkcommunication.it





“Qualità svizzera, a kilometro zero”

Consulenza

Formazione

Impianti elettrici

Depurazione acque

Trattamento rifiuti

Costruzioni edili

Valorizzazione fanghi

Pianificazione territoriale

Comunicazione

GHG

Mobilità

Ferrovie

Protezione dell'ambiente

Reti di depurazione acque

Automazione

Carbon footprint

BIM

Grafica

Project management

Sostenibilità

Sviluppo progetti

Carbon capture

Engineering

Impianti edili

Formatica

Cambiamenti climatici

Pericoli naturali

Genio civile



INDEX

VOL. 11
NUM. 1
2024

Immagine
in copertina
di istockphoto

Editorial

The environmental engineer's new challenges
Michele Torregrossa

10 years of Ingegneria dell'Ambiente
The editorial team

Articles

Experimental analysis on the degradation of paper boxes for food delivery under anaerobic conditions
Floriana Fava, Giovanni Dolci, Martina Intilisano, Valeria Venturelli, Francesca Malpei, Mario Grosso

Technical-scientific communications

Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions
Commissione europea

Summary of the 66th sanitary-environmental seminar "Aqueous waste treatment plants: integrated environmental authorization and application of BAT conclusions"
Alessandro Abbà, Carlo Collivignarelli, Alberto Riva, Sabrina Sorlini, Italo Tordini

ISSN e e-ISSN 2420-8256

Ingegneria dell'Ambiente per il 2024 è sostenuta da:



better together

