



**Criteria e strumenti per la valorizzazione dei rifiuti,  
il recupero ambientale e funzionale di siti inquinati e  
il monitoraggio e la tutela dell'ambiente**

A cura di:  
*Federico G.A. Vagliasindi*

---

## **CSISA-ONLUS**

L'Associazione "CSISA-Centro Studi Ingegneria Sanitaria Ambientale", costituita nel 2004, è una organizzazione non lucrativa di utilità sociale (Onlus) che ne costituisce peculiare segno distintivo ed a tale scopo viene inserita in ogni comunicazione e manifestazione esterna della medesima. Scopo dell'Associazione è lo svolgimento delle seguenti attività:

- studio delle principali problematiche ambientali dell'area euro-mediterranea (salvaguardia e recupero dell'ambiente e delle risorse naturali, al risparmio di risorse);
- attività di formazione ed informazione anche attraverso l'organizzazione di corsi di formazione, seminari, convegni ed altre modalità di comunicazione;
- attività editoriale in campo ambientale.

Il CSISA Onlus ha sede presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Catania.

---

## PRESENTAZIONE

La ricerca, sia di base che applicata, rappresenta uno strumento imprescindibile per individuare adeguate misure preventive e correttive per la salvaguardia dell'ambiente e per uno sviluppo appropriato e sostenibile che siano, tra l'altro, efficaci, per garantire la salute dell'uomo e dell'ambiente, economiche, per consentire una applicabilità a scala reale, e socialmente accettabili, per procedere con le realizzazioni previste senza incorrere nella resistenza della popolazione coinvolta.

Questo approccio, basato sullo studio e la valutazione dei fattori rilevanti per le diverse dimensioni (tecniche, sociali ed economiche) dei problemi affrontati, risulta particolarmente adatto per i diversi settori dell'Ingegneria Sanitaria Ambientale: dal trattamento delle acque destinate al consumo antropico alla depurazione dei reflui e riuso, dall'inquinamento atmosferico al monitoraggio ed alla valutazione di impatto ambientale, dalla gestione appropriata dei rifiuti alla bonifica e al recupero funzionale dei siti inquinati.

In tale contesto, questo volume presenta ventiquattro contributi che affrontano le suddette problematiche, illustrando i risultati ottenuti da gruppi di ricerca attivi da anni nel settore.

I contributi sono distribuiti in tre parti. Nella prima e nella seconda, sono presentate, rispettivamente, le attività svolte ed i risultati ottenuti nell'ambito dei due Progetti di ricerca di interesse nazionale (PRIN) cofinanziati dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2006-2008) *“Trattamenti avanzati per la valorizzazione dei rifiuti organici ai fini energetici e del riuso”*, coordinato dalla Prof.ssa Maria Rosaria Boni della SAPIENZA, Università di Roma e *“Criteri e strumenti per il recupero ambientale e funzionale di siti inquinati”*, coordinato dal sottoscritto. La terza parte, include una serie di contributi monografici predisposti da diversi gruppi di ricerca nell'ambito di progetti di ricerca che hanno affrontato numerose tematiche nel campo del monitoraggio e della tutela dell'ambiente.

Il volume rappresenta la prima pubblicazione promossa dal GITISA - Gruppo Italiano di Ingegneria Sanitaria Ambientale, associazione costituita nel 2007 che promuove e coordina lo sviluppo della ricerca di base ed applicata ed il coordinamento culturale dei programmi didattici, nonché lo scambio di informazione scientifica e didattica nei settori afferenti all'Ingegneria Sanitaria Ambientale.

Il volume è il risultato di un impegno distribuito fra tanti. Rivolgo pertanto un vivo ringraziamento agli Autori, per aver predisposto contributi di alto profilo tecnico e scientifico, ed agli ingg. Antonella Santamaria, Piero Falciglia, Gianluca Longo, Paolo Roccaro e Daniele Zito del Gruppo di Ingegneria Sanitaria Ambientale dell'Università degli Studi di Catania, per la preziosa collaborazione offerta.

Federico G.A. Vagliasindi  
Presidente GITISA

## INDICE GENERALE

### PARTE I TRATTAMENTI AVANZATI PER LA VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI ORGANICI AI FINI ENERGETICI E DEL RIUSO

VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI ORGANICI PER ATTIVITÀ DI RIPRISTINO AMBIENTALE	1
<i>M. R. Boni, G. De Casa, S. Scaffoni</i> .....	1
MODELLAZIONE MATEMATICA DEI PROCESSI DI CO-DIGESTIONE DELLA FORSU E DEI FANGHI DELLA DEPURAZIONE	33
<i>G. Esposito, L. Frunzo, A. Panico, F. Pirozzi</i> .....	33
OTTIMIZZAZIONE E INNOVAZIONE NEI SISTEMI INTEGRATI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI BIODEGRADABILI	65
<i>E. Trulli, G. Boari</i> .....	65
TRATTAMENTO ANAEROBICO E RECUPERO ENERGETICO DALLA FRAZIONE ORGANICA UMIDA DEI RIFIUTI RACCOLTI PER VIA DIFFERENZIATA	91
<i>G. Urbini, F. Conti, V. Torretta, P. Bini</i> .....	91
PROCESSI DI BIO-ESSICCAZIONE DEI RIFIUTI URBANI INDIFFERENZIATI AI FINI ENERGETICI	131
<i>G.M. Baruchello, C. Carnieri, P. Lombardi</i> .....	131

### PARTE II CRITERI E STRUMENTI PER IL RECUPERO AMBIENTALE E FUNZIONALE DI SITI INQUINATI

USO DI IMMAGINI TELERILEVATE IN SUPPORTO ALLA CARATTERIZZAZIONE E ALLA MODELLAZIONE DEI SITI CONTAMINATI	155
<i>S. Teggi, G. Ghermandi, R. Cecchi, S. Fabbi, M. P. Bogliolo</i> .....	155
ESTRAZIONE CON CO <sub>2</sub> SUPERCRITICA: UNA TECNOLOGIA INNOVATIVA PER LA BONIFICA DI SUOLI CONTAMINATI DA IPA	187
<i>B. Ruffino, M.C. Zanetti, G. Genon</i> .....	187
SVILUPPO DI UN SISTEMA A SCALA DI LABORATORIO PER LA VERIFICA SPEDITIVA DELL'EFFICACIA DI DESORBIMENTO TERMICO DI SUOLI CONTAMINATI DA IDROCARBURI	217
<i>P. P. Falciglia, M. G. Giustra, F. G. A. Vagliasindi</i> .....	217
SVILUPPO DI UN SISTEMA INFORMATIVO DI SUPPORTO ALLE ATTIVITÀ DI BONIFICA DI SITI CONTAMINATI	251
<i>G. Longo, D. Zito, A. Santamaria, F. G. A. Vagliasindi</i> .....	251

DISTRIBUZIONE DI METALLI PESANTI TRA SUOLI CONTAMINATI E L'ESSENZA ARBOREA PAULOWNIA TOMENTOSA: ESPERIMENTI PILOTA DI FITORIMEDIAZIONE <i>M. Del Bubba, S. Doumet, D. Fibbi, L. Checchini, S. Mancuso, G. Petruzzelli</i> .....	287
UTILIZZO DI ESSENZE VEGETALI PER LA DECONTAMINAZIONE E LA RICOLLOCAZIONE A TERRA DI SEDIMENTI DI DRAGAGGIO PORTUALE CONTAMINATI DA IDROCARBURI E METALLI PESANTI <i>R. Iannelli, D. Giraldi, V. Bianchi, G. Masciandaro</i> .....	327
<b>PARTE III MONITORAGGIO E TUTELA DELL'AMBIENTE</b>	
MARINE, LAGOON, AND RIVER SEDIMENT REMEDIATION <i>L. Bonomo, A. Muntoni, G. Andreottola, A. Poletini, M.C. Lavagnolo</i> .....	387
TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI DA IPA CON SOIL-SLURRY SEQUENCING BATCH REACTOR <i>R. Baciocchi, A. Chiavola</i> .....	401
TECNICHE NON CONVENZIONALI PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE ED IL CAMPIONAMENTO 3D DEGLI INQUINANTI <i>M. Lega, L. d'Antonio, R.M.A. Napoli</i> .....	429
IL BILANCIO AMBIENTALE DEI PERCORSI DI RECUPERO DI MATERIALI ED ENERGIA DAI RIFIUTI <i>M. Giugliano, L. Rigamonti, S. Cernuschi, M. Grosso, M. C. Sunseri</i> .....	447
EMISSIONI DI INQUINANTI DA PROCESSI PER IL RECUPERO DI MATERIA E DI ENERGIA DA RIFIUTI <i>M. Ragazzi, E. C. Rada, D. Antolini</i> .....	459
VALUTAZIONE DELLA STABILITÀ BIOLOGICA E DELLA FITOTOSSICITÀ DELLA FRAZIONE ORGANICA STABILIZZATA DA RSU <i>I. Mancini, S. Masi, E. Trulli, D. Caniani, R. Pandolfo</i> .....	469
VERIFICA TECNOLOGICA E COMPATIBILITÀ DI UN NUOVO SISTEMA DI INCENERIMENTO RIFIUTI <i>D. Panepinto, G. Genon</i> .....	485
CARATTERIZZAZIONE E CONTROLLO DEGLI ODORI DA IMPIANTI DI INGEGNERIA SANITARIA <i>V. Belgiorno, V. Naddeo, T. Zarra</i> .....	513
SALVAGUARDIA DEI CORPI IDRICI DALLA CONTAMINAZIONE DA COMPOSTI XENOBIOTICI: NUOVI STRUMENTI PER L'ANALISI, IL CONTROLLO ED IL TRATTAMENTO NELLE ACQUE REFLUE CIVILI ED INDUSTRIALI. <i>F. Conti, E. Lanciotti, F. Malpei, G. Mancini, F. Pirozzi, R. Vismara</i> .....	539

MODELLAZIONE MATEMATICA DEI PROCESSI DEPURATIVI IN IMPIANTI A BIOMASSA ADESA <i>A. Siciliano, F. Tripicchio, S. De Rosa</i> .....	567
CONTROLLO DI INQUINANTI CONVENZIONALI ED EMERGENTI NELLA POTABILIZZAZIONE DELLE ACQUE <i>C. Collivignarelli, S. Sorlini</i> .....	597
INDAGINI SPERIMENTALI SUL TRATTAMENTO DI REFLUI INDUSTRIALI <i>C. Lubello, R. Gori, G. Munz</i> .....	611
TRATTAMENTI AVANZATI DI RIFIUTI LIQUIDI OLEOSI PROVENIENTI DAL SETTORE PETROLIFERO <i>G. Lombardo, F. G. A. Vagliasindi</i> .....	641