

L'INNOVAZIONE PER LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE
NELL'EPOCA DELLA MULTITRANSIZIONE



L'INNOVAZIONE PER LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE NELL'EPOCA DELLA MULTITRANSIZIONE

A cura di
Vito Felice Uricchio, Silvia Paparella, Marco Falconi

Con le prefazioni del Ministro
Gilberto Pichetto Fratin,
del Sottosegretario **Vannia Gava**
e del Commissario **Giuseppe Vadalà**



**L'innovazione per la sostenibilità ambientale
nell'epoca della multitransizione**

RemTech Expo 2023

Libro degli abstract

Comitato scientifico

Valeria Ancona, Daniele Baldi, Anna Barra Caracciolo, Annamaria Basile, Eleonora Beccaloni, Vincenzo Belgiorno, Alessandro Bratti, Vito Bruno, Vera Corbelli, Marco Falconi, Cesare Ferone, Antonello Fiore, Massimiliano Lega, Michele Macaluso, Benedetto Nappi, Silvia Paparella, Fabio Pascarella, Cinzia Pasquale, Aldo Papotto, Marco Petrangeli Papini, Francesco Pirozzi, Andrea Sconocchia, Gianluca Selicato, Stefano Sorvino, Fabio Trincardi, Maria Cristina Tullio, Vito Felice Uricchio, Giuseppe Vadala, Igor Villani, Gianluca Farinola

Direttore scientifico

Vito Felice Uricchio

Curatori

Vito Felice Uricchio, Silvia Paparella, Marco Falconi

Direttore editoriale

Sara Di Marcello

Consiglio Nazionale delle Ricerche

© Cnr Edizioni, 2023

Piazzale Aldo Moro, 7 - 00185 Roma

ISBN 978 88 8080 574 8 (edizione stampa)

ISBN 978 88 8080 575 5 (edizione elettronica)

@ Grafica di copertina: [Roberta Lamaddalena]

Finito di stampare nel mese di settembre 2023

*Tutti i diritti sono riservati a norma di legge e a norma delle
convenzioni internazionali*

Indice

PREFAZIONI	6
PREMESSE	12
CRISI IDRICHE: INTERVENTI PER LA GESTIONE E STRATEGIE DI MITIGAZIONE - <i>AUDIZIONE DI MARIA CHIARA CARROZZA, PRESIDENTE CNR, SENATO DELLA REPUBBLICA, 4 MAGGIO 2023</i>	19
INDICE	32
I. METODOLOGIE E TECNOLOGIE PER LA CARATTERIZZAZIONE, MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA DI SITI INQUINATI	43
STUDIO IDROGEOLOGICO DEL SITO DI INTERESSE NAZIONALE DEL BACINO DEL FIUME SACCO: DAL DATO ALLA SINTESI	44
UTILIZZO DI NANOPARTICELLE DI TiO ₂ IN APPLICAZIONI DI FITORIMEDIO BIO-ASSISTITO PER IL RECUPERO DI SUOLI CONTAMINATI DA PCB E METALLI PESANTI.....	46
MISURARE LA SOSTENIBILITÀ DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA: STRUMENTI QUANTITATIVI PER LA VALUTAZIONE <i>EX ANTE</i> DEGLI IMPATTI LUNGO IL CICLO DI VITA, DELLA CIRCOLARITÀ E DEGLI ASPETTI SOCIO-ECONOMICI	48
PROCEDURA SEMPLIFICATA PER LA DETERMINAZIONE DELLE PRIORITÀ INTERVENTALI IN STRUTTURE CONTENENTI AMIANTO.....	50
RILIEVI FOTOGRAFICI GEORIFERITI CON DISPOSITIVI MOBILI: DALL'ACQUISIZIONE DELLE IMMAGINI ALLA CREAZIONE DI GEODATABASE PER I PROCEDIMENTI DI BONIFICA.....	52
DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO CONCETTUALE DI RIFERIMENTO: CASO STUDIO DI APPROCCIO OLISTICO E DIACRONICO.....	54
GUIDELINE FOR THE RECOVERY OF CONTAMINATED "ORPHAN" SITES – RISK ANALYSIS AND RENEWABLE ENERGY PRODUCTION PROJECTS.....	56
SOSTENIBILITÀ DELLA BONIFICA DEI PFAS: COMPARAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DELL'ATTENUAZIONE POTENZIATA MEDIANTE CARBONE ATTIVO COLLOIDALE E IL PUMP & TREAT	58
IL BIORIMEDIO FITO-ASSISTITO PER PROMUOVERE LA DEGRADAZIONE DEI PCB: STATO DELL'ARTE E PROSPETTIVE FUTURE	60
EFFETTI DI DIFFERENTI DONATORI DI ELETTRONI SUL RIARRANGIAMENTO DELLA COMUNITÀ MICROBICA NATIVA DI FALDE CONTAMINATE DA CROMO ESAVALENTE	62
VALUTAZIONE DEL RISCHIO SANITARIO IN AREE AGRICOLE: CASO STUDIO DELL'AREA VASTA DI STATTE.....	64
ATTIVITÀ DI VERIFICA DEI FONDI SCAVO NELLE AREE INTERESSATE DA INTERVENTI PREVISTI DALL'AIA NELLO STABILIMENTO SIDERURGICO DI TARANTO	66
BIOSTIMOLAZIONE AEROBICA PER ABBATTIMENTO CLORURATI NELLE ACQUE DI FALDA	68

L'IMPIEGO DEI DRONI DI ARTA ABRUZZO NELL'AMBITO DELLE ATTIVITÀ DI CONTROLLO SUI SITI CONTAMINATI E DISCARICHE. IL CASO STUDIO DEL SIN DI BUSSI SUL TIRINO	71
IL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE PUBBLICHE DEL SIN DI BUSSI SUL TIRINO (PE). NUOVE EVIDENZE E PROSPETTIVE FUTURE	73
CAMPIONAMENTO AUTOMATICO ECOSOSTENIBILE DI TERRENI CONTAMINATI MEDIANTE L'UTILIZZO DI UN ROBOT MOBILE E LA DIGITALIZZAZIONE DELLE MISSIONI DI CAMPIONAMENTO: PROGETTO DI RICERCA ROBILAUT	75
NATURE-BASED SOLUTIONS IN AMBITO URBANO E PERIURBANO: STRATEGIE ECOSOSTENIBILI PER LA RIQUALIFICAZIONE DI AREE DEGRADATE E LO SVILUPPO DI FILIERE VERDI	77
LA BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA DI UN SITO INQUINATO CON SOLUZIONI DI TUTELA PAESAGGISTICA NELL'OTTICA DEL RECUPERO FUNZIONALE DELL'AREA	79
PROTOCOLLI ECOLOGICI E INNOVATIVI PER LA RIDUZIONE DELLA DOMANDA CHIMICA DI OSSIGENO NEL CONCENTRATO DEL PERCOLATO DI DISCARICA	81
ALGHE E MITILI: LA COMBINAZIONE EFFICACE E NATURALE PER DETOSSIFICARE LE ACQUE	83
ESEMPI DI MESSA IN SICUREZZA E MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI DETERMINATI DA TRE CRITICITÀ AMBIENTALI.....	85
GAS RIDUCENTI PER LA BIOREMEDIATION DI UN ACQUIFERO CONTAMINATO DA SOLVENTI CLORURATI: CASO STUDIO CON CAMPO PROVA E TEST IN MICROCOSMO	87
APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE PER LA DETERMINAZIONE DEL VALORE DI FONDO NATURALE DELL'ARSENICO NEI TERRENI.....	90
APPLICAZIONE AD AMPIA SCALA DI UNA TECNOLOGIA ISCR E ERD PER IL BIORISANAMENTO DI UN ACQUIFERO STORICAMENTE CONTAMINATO DA ALCHENI CLORURATI E CROMO ESAVALENTE IN LOMBARDIA	92
CONTROLLI E VERIFICHE DI CONFORMITÀ PROGETTUALE DELLE MISURE DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DI UN SITO CONTAMINATO	94
LA GESTIONE SOSTENIBILE DEI SUOLI IN TERRITORI CON PRESENZA DI FONDO NATURALE: L'ESPERIENZA DI ARPA LOMBARDIA	96
INNOVATIVE BIOREMEDIATION OF MTBE AND ORGANICS	98
CAPPING SOTTOMARINO, DRAGAGGI E GESTIONE DEI SEDIMENTI MARINO COSTIERI ...	100
MONITORAGGIO AMBIENTALE INTEGRATO DELL'AREA PORTUALE DI TARANTO	102
LO SVILUPPO SOSTENIBILE DEL PORTO DI SALERNO.....	104
RADON NEGLI AMBIENTI INDOOR: IL RUOLO DELL'ESPERTO IN INTERVENTI DI RISANAMENTO GAS RADON	106
UN METODO COMPLETO DI VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ PER LA SELEZIONE DELLE TECNOLOGIE DI BONIFICA DEL SUOLO. UN CASO DI STUDIO A CONFRONTO TRA SCAVO E DESORBIMENTO TERMICO: "VALUTAZIONE DEL CONSUMO ENERGETICO DEL DESORBIMENTO TERMICO IN SITU: SPUNTI DA UN PROGETTO DI SUCCESSO A GELA, SICILIA"	109
ISCO CON OZONO PER LA BONIFICA DI UN ACQUIFERO CONTAMINATO DA IDROCARBURI ED ETERI.....	111
BONIFICHE SITI CONTAMINATI TRAMITE SISTEMI DI BLINDAGGIO	114

FENTON MODIFICATO, CHP CATALYSED HYDROGEN PEROXIDE, PER APPLICAZIONI ISCO	116
APPROCCIO IBRIDO DI RIDUZIONE BIOTICA E ABIOTICA IN UN SITO CONTAMINATO DA MISCELE DI ETANI ED ETILENI CLORURATI: TEST DI FATTIBILITÀ IN LABORATORIO.....	118
IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI FALDA IN UNO STABILIMENTO DI RECUPERO BATTERIE	121
IL PIANO REGIONALE BONIFICHE DEL VENETO: UN APPROCCIO TRASPARENTE E CONDIVISO CON GLI STAKEHOLDERS PER L'INDIVIDUAZIONE DELL'ORDINE DI PRIORITÀ DEGLI INTERVENTI.....	123
TRATTAMENTO DI TERRENI CONTAMINATI DA IDROCARBURI CON BIOSURFATTANTI OTTENUTI DA SCARTI AGRICOLI.....	125
STUDIO DEL FONDO NATURALE DI FERRO, MANGANESE E ARSENICO NEGLI ACQUIFERI DELLA PIANURA PADANA: INFLUENZA DELL'ASSETTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOCHIMICO LOCALE SUL PROCESSO DI ACQUISIZIONE E ANALISI DEI DATI	128
VERIFICA DEL MODELLO CONCETTUALE DI SITO MEDIANTE MODELLIZZAZIONE NUMERICA DELLA FALDA	130
FROM PILOT TESTING TO FULL SCALE: A SUCCESSFUL CHLORINATED SOLVENTS BIOREMEDIATION IN A HIGH FLOW AQUIFER	133
COUPLING HYDRO-STRATIGRAPHIC AND NUMERICAL 3D MODELS WITH IN SITU SENSORS TO IMPROVE THE ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF GROUNDWATER CONTAINMENT SYSTEMS AND ASSESS FULL SCALE REMEDIATION STRATEGY	136
SOLUZIONI INNOVATIVE PER LA BONIFICA	138
OLTRE LE BARRIERE IDRAULICHE: INTERVENTI SOSTENIBILI MIRATI ALLE SORGENTI SECONDARIE DI CONTAMINAZIONE” CON APPROFONDIMENTI SUI CASI GIÀ IN ESERCIZIO (GELA E MANFREDONIA).....	141
ANALISI PETROFISICHE DI LABORATORIO A SUPPORTO DELLE ATTIVITÀ DI BONIFICA IN UN SITO CONTAMINATO	144
LA BONIFICA SOSTENIBILE: CRITICITÀ GESTIONE RIFIUTI DA BONIFICA E SOLUZIONI PER I CASI CONCRETI: PORTO TORRES, RAVENNA (BIORECUPERO), ISAF GELA (DISCARICA ON-SITE TENORM), LE MISP (BRINDISI)	147
SITO DI INTERESSE NAZIONALE DI BUSSI SUL TIRINO - INTERVENTO DI BONIFICA MEDIANTE DESORBIMENTO TERMICO IN SITU	149
SITO DI INTERESSE NAZIONALE DI BUSSI SUL TIRINO: AREA TREMONTI, TRA RISANAMENTO E SFIDE OPERATIVE	151
INTERVENTI PER LA RIMOZIONE DEI RIFIUTI/TERRENI CONTAMINATI IN AREA CRATERE NELLO STABILIMENTO DI MANTOVA.....	153
SUMMARY OF DESTRUCTIVE TECHNOLOGIES USED TO TREAT PFAS	155
BEST PRACTICES FOR APPLY ACTIVATED PERSULFATE	156
ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO MULTI SCENARIO PER LA MISURAZIONE DI INQUINANTI IN MATRICE AERODISPERSA MEDIANTE APPLICAZIONE DI SENSORISTICA UAV BASED	158
L'USO DI SISTEMI AEROMOBILI A PILOTAGGIO REMOTO (DRONI) NELLE BONIFICHE AMBIENTALI: TECNOLOGIE E PROCESSI INNOVATIVI PER LA CARATTERIZZAZIONE DI SITI INQUINATI	160

II. LA GESTIONE EFFICIENTE DELLE RISORSE IDRICHE.....162

REGOLAMENTO (UE) 2020/741 RECANTE PRESCRIZIONI MINIME PER IL RIUTILIZZO DELL'ACQUA A FINI IRRIGUI: UNA POSSIBILE APPLICAZIONE A LIVELLO ITALIANO	163
I CAMBIAMENTI CLIMATICI ED IL CONTROLLO AMBIENTALE DEGLI SCOLMATORI DI PIENA	165
APPROCCIO CONGIUNTO DI MODELLI NUMERICI AVANZATI PER LO STUDIO DI BACINI COSTIERI VULNERABILI: LO STUDIO DEI MARI DI TARANTO.....	167
APPROCCIO OPERATIVO PER ESTRARRE VALORE DA BIG-DATA SPAZIOTEMPORALI. APPLICAZIONE AL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DEI FITOFARMACI DEI CORPI IDRICI PUGLIESI	169
MISURE DI EFFICIENZA NELLA GESTIONE DELL'ACQUA: DALLE SINERGIE IDRICHE ALLA DIGITALIZZAZIONE DEI CONSUMI D'IMPIANTO	171
L'ACCERTAMENTO DEL DANNO AMBIENTALE: OPPORTUNITÀ PER MIGLIORARE LA TUTELA DELLA RISORSA IDRICA.....	174
VALUTAZIONE DEL BIOFILM MICROBICO COME APPROCCIO ECOLOGICO PER IL BIORISANAMENTO DEL GLIFOSATO IN UN SISTEMA LENTICO: STUDIO PRELIMINARE IN MICROCOSMO	176
VALUTAZIONE DELLA PRESENZA DI GLIFOSATE E AMPA NEI SEDIMENTI DEL FIUME OFANTO	178
RIUTILIZZO DELLE ACQUE ED OTTIMIZZAZIONE DEI SISTEMI DI GESTIONE IMPIANTISTICA	180

III. LE OPPORTUNITÀ DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ED I NUOVI PARADIGMI DI SVILUPPO.....182

PRETRATTAMENTO CON ACIDO PERFORMICO PER UNA MIGLIORE DIGERIBILITÀ ENZIMATICA DI BIOMASSE OTTENUTE DA APPLICAZIONI DI BIORIMEDIO FITO-ASSISTITO: APPROCCIO GREEN PER LA SINTESI DI <i>FINE CHEMICALS</i> ED IL RECUPERO DI CONTAMINANTI	183
IL RUOLO DELL'INVENTARIO NAZIONALE DELLE STRUTTURE DI DEPOSITO DI RIFIUTI ESTRATTIVI STORICI IN RELAZIONE AL RECUPERO DI MATERIE PRIME CRITICHE.....	185
LOOK DOWN: IL RUOLO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE NELLA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO CULTURALE COME STRATEGIA DI RIGENERAZIONE SOCIALE	187
IWAYS - INNOVATIVE WATER RECOVERY SOLUTIONS THROUGH RECYCLING OF HEAT, MATERIALS AND WATER ACROSS MULTIPLE SECTORS PER AFFRONTARE LE SFIDE AMBIENTALI E DEFINIRE NUOVI MODELLI IN OTTICA CIRCOLARE	189
GLI STANDARD INTERNAZIONALI E LA NORMATIVA EUROPEA PER I FILM DI PACCIAMATURA BIODEGRADABILI	191
NO PART OF MUSSEL IS TO BE WASTED: PRODUCTION OF A "BLUE" CALCIUM CARBONATE FROM SHELLS	193
LOTTA AGLI SPRECHI ALIMENTARI IN PUGLIA: MISURE DI GARANZIA DEL "DIRITTO AL CIBO" MEDIANTE BUONE PRATICHE DI ECO-SOSTENIBILITÀ ED ECONOMIA CIRCOLARE .	195
L'ECONOMIA CIRCOLARE TRA STANDARD DI RIFERIMENTO E CRITERI DI VAGLIO TASSONOMICI: I RIFERIMENTI PER LE AZIENDE	197

STUDI PRELIMINARI SULL'IMPIEGO DI MATERIALI INNOVATIVI ECOCOMPATIBILI, FINALIZZATI ALL'ADSORBIMENTO SELETTIVO DI INQUINANTI ORGANICI IN AMBITO DI CAMPIONAMENTO E DI ANALISI IN MATRICI AMBIENTALI.....	199
WASTE TO CHEMICAL: IDROGENO E CARBURANTI A BASSO IMPATTO DA RIFIUTO	201
DESTINO DEI PFAS NEL TRATTAMENTO DEL PERCOLATO: CONFIGURAZIONI IMPIANTISTICHE A CONFRONTO E CASO STUDIO DEL CLUSTER ITALIANO NELLE CIRCULAR ECONOMY ROUTES INVESTIGATE DA PROMISCES	204
THE INDUSTRIAL SYMBIOSIS APPROACH IN A WASTE- WASTEWATER-ENERGY BIO- REFINERY: A LCA ASSESSMENT	207
GESOCV: GESTIONE SOSTENIBILE DELLE CENERI VULCANICHE PRECIPITATE SUI TERRITORI ETNEI	210
LA GESTIONE DEI RIFIUTI DA BONIFICA E LE INIZIATIVE DI RECUPERO	213
ETV COME STRUMENTO DI VERIFICA DELLE PRESTAZIONI AMBIENTALI PER FAVORIRE LA DIFFUSIONE E L'ADOZIONE DI TECNOLOGIE INNOVATIVE	215
IL PERCORSO VERSO L'ECONOMIA CIRCOLARE: MISURARE COME L'Eco-INNOVAZIONE SUPPORTA LE IMPRESE NELL'AFFRONTARE LE SFIDE DELLA SOSTENIBILITÀ.....	218
VI. INTELLIGENCE E LEGISLAZIONE AMBIENTALE.....	220
CONTRASTO AGLI ILLECITI AMBIENTALI: TECNICHE DI INTELLIGENCE.....	221
GUIDA OPERATIVA PER L'INDIVIDUAZIONE DEL RESPONSABILE DELL'EVENTO DI CONTAMINAZIONE: UN APPROCCIO SISTEMICO VERSO UNA PROPOSTA DI LINEA GUIDA	223
IL CONTRIBUTO DELLE CC.DD. "AREE INTERNE" ALLA TRANSIZIONE ENERGETICA	225
INTELLIGENCE AMBIENTALE ED IL RUOLO NEL PREVENIRE I FENOMENI DI CORRUZIONE	227
IL CREDITO DI IMPOSTA QUALE VOLANO PER UN RIORDINO DEGLI INCENTIVI FISCALI ALLE IMPRESE TRA PERDURANTI INCERTEZZE APPLICATIVE E CONTROVERSO REGIME SANZIONATORIO. QUALE TUTELA PER IL CONTRIBUENTE?	229
INTELLIGENZA ARTIFICIALE: SPUNTI DI RIFLESSIONE SUL DIFFICILE BILANCIAMENTO TRA TUTELA AMBIENTALE E DIRITTO ALLA PRIVACY	231
LE ATTIVITÀ DI INTELLIGENCE PER LA GESTIONE STRATEGICA DEI <i>CRITICAL RAW</i> <i>MATERIALS</i> : IL RUOLO DEL COMPARTO AMBIENTALE	233
PROGRAMMA STRAORDINARIO DEI CONTROLLI ALLE DISCARICHE NELLA REGIONE PUGLIA: UNA BUONA PRATICA PER LA TUTELA DEL TERRITORIO	235
LA COOPERAZIONE A FINI CONOSCITIVI TRA ENTI PUBBLICI, CONNETTERSI PER AFFRONTARE LE SFIDE DELLA MULTITRANSIZIONE	237
IN CHE MODO LA CLUSTER POLICY PUÒ INCENTIVARE LA TRANSIZIONE ECOLOGICA: IL CASO DEI DISTRETTI PRODUTTIVI PUGLIESI	239
LA TRANSIZIONE ETICA PER LA SALVAGUARDIA DEL BENE COMUNE.....	242
IL REGIME REGOLATORIO QUALE ELEMENTO DETERMINANTE PER LA TUTELA DELLE AREE STRATEGICHE DALLE INTRUSIONI DEGLI AGENTI STRANIERI	244
V. REMTECH EUROPE.....	247
EXAMPLES OF SECURING AND MITIGATING THE IMPACTS DETERMINED BY THREE ENVIRONMENTAL CRITICALITIES.....	248

PROTECTING HEALTH THROUGH THE REDEVELOPMENT URBAN CONTAMINATED SITES	250
PFAS-CONTAMINATED SOIL MANAGEMENT :LEARNED LESSONS FROM SOIL-WASHING TREATMENT STRATEGIES IMPLEMENTED IN FRANCE AND BELGIUM.....	253
BIOREMEDIATION: A USEFUL WAY TO MITIGATE HEAVY METAL TOXICITY IN SOIL.....	255
A RISK BASED PLAN OF INSPECTIONS AT WASTE RECYCLING INSTALLATIONS: THE EXPERIENCE AT THE SARDINIAN ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.....	256
CLAY MINERALS AS SIMULTANEOUS SORBENTS OF PFAS AND PESTICIDES	259
DESTRUCTION OF SPENT MEDIA FROM PFAS REMEDIATION USING SUPERCRITICAL WATER OXIDATION.....	263
INJECTION OF COLLOIDAL REAGENTS FOR IN SITU SOIL REMEDIATION: LESSONS LEARNED ON MORE THAN 100 PROJECTS OVER EUROPE	266
GREEN SYNTHESIS OF NZVI WITH COMMON REED AND ITS APPLICATION IN FENTON-LIKE DECOLORIZATION PROCESS.....	268
ACCURATE DISTRIBUTION AND ITS IMPORTANCE FOR THE TREATMENT OF PETROLEUM HYDROCARBONS USING COLLOIDAL ACTIVATED CARBON.....	271
USING REAL-TIME MONITORING TO UNDERSTAND THE VARIABILITY OF TCE CONCENTRATIONS IN INDOOR AIR IN A SITE IN BELGIUM.....	273
CONSTRUCTED WETLANDS AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE TO TRADITIONAL PUMP AND TREAT SYSTEMS	275
ADSORPTION ISOTHERMS AND KINETIC MODELS FOR REMOVAL ENDOCRINE DISRUPTORS AND FROM WASTEWATER USING ADVANCED OXIDATION PROCESSES IN MATLAB.....	277
USING TERNARY PLOTS TO EVALUATE THE INFLUENCE OF SEWER GAS IN VAPOR INTRUSION PATHWAY EVALUATIONS	279
MODELLING THE INFLUENCE OF ADVECTION ON THE SOIL GAS RADON DEFICIT TECHNIQUE FOR THE QUANTIFICATION OF LNAPL SATURATION.....	283
LANDFILL DIVERSION: REPURPOSING CONSTRUCTION & DEMOLITION WASTE & ADVANCING THE CIRCULAR ECONOMY	286
INVESTIGATING THE RELEVANCE OF DENSITY-DRIVEN TRANSPORT ON THE VAPOR INTRUSION PATHWAY FOR CHLORINATED VOCs	290
TRACING AIRBORNE MICROPLASTICS IN MODENA: RESULTS FROM THE MICROTRACES PROJECT.....	293
IMMOBILISATION: A VIABLE SOLUTION FOR LARGE VOLUMES OF DIFFUSE PFAS CONTAMINATED SOIL AT AIRPORTS	297
THE EVOLUTION OF TWO REMEDIATION METHODS: COMBINED IN SITU STABILIZATION (ISS) AND IN SITU CHEMICAL OXIDATION (ISCO)	299
SAFETY CONSIDERATIONS ABOUT BIODIGESTERS IN THE BIOGAS PRODUCTION.....	301
THE PFAS RISK MANAGEMENT STRATEGY.....	304
CONSTRUCTED WETLAND BIOREMEDIATION OF CHLORINATED ORGANIC COMPOUNDS IN A GROUNDWATER CAPTURE AND REINJECTION SYSTEM.....	308
FIELD APPLICATION OF ENDOPHYTIC FUNGI AND ALOCASIA CALIDORA FOR EFFECTIVE REMEDICATION OF HEAVY METAL CONTAMINATED LANDFILL SOIL	310
LIFE FRAC IN: ENABLING IN SITU SOIL REMEDIATION ON LOW-PERMEABILITY SITES THROUGH HYDRAULIC AND PNEUMATIC FRACTURING	315

THE SOIL-OMIC FOR SOIL AND GROUNDWATER DECONTAMINATION, AN INTEGRATED CHEMICAL-PHYSICAL-BIOLOGICAL PROCESS SUPPORTED BY METABARCODING OF SOIL BACTERIAL COMMUNITIES	320
ASSESSING ORGANIC AMENDMENT’S ABILITY TO REDUCE BIOAVAILABILITY OF TRIFLURALIN	323
SYNTHESIS AND POSSIBILITY OF APPLICATION OF MAGNESIUM TITANATES BASED PHOTOCATALYSTS FOR REDUCTION OF ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS IN SEDIMENTS	326
THE PROPOSED EU NATURE RESTORATION LAW: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES ..	329
ACTIVATION OF PERSULFATE AND PEROXYMONOSULFATE BY ZERO-VALENT IRON AND IRON-COPPER BIMETALS FOR THE CHEMICAL OXIDATION OF HALOGENATED CONTAMINANTS IN WATER.....	333
SEAR COMBINED WITH MPE TO RESOLVED RECALCITRANT NAPL AT COAL TAR BROWNFIELD SITE.....	336
HOW TO RESOLVE RISK OF CROSS CONTAMINATION TO ASTM STANDARDS. USING PFAS AND 1,4 DIOXANE FREE PRODUCTS	338
SURFACTANT ENHANCED EXTRACTION OF CARBON TETRACHLORIDE. SOURCE ZONE AT ACTIVE GRAIN ELEVATOR FACILITY	339
SURFACTANT ENHANCED EXTRACTION OF NAPL, GLOBULE, AND SORBED PHASE CONTAMINATION RESOLVING PRIMARY HYDRO-GEO-CHEMICAL LIMITATIONS	340
A FIELD PILOT STUDY DEMONSTRATING SUSTAINABLE REMEDIATION OF MERCURY-CONTAMINATED SOIL AND GROUNDWATER SOURCES USING A NOVEL AMENDMENT KNOWN AS MERCLOK TM P-640	342
ADSORPTION PROCESS AS THE BEST AVAILABLE TREATMENT TECHNOLOGY FOR PFAS REMOVAL FROM WATER: CURRENT GAPS AND RESEARCH NEEDS	344
EFFECTIVENESS OF MICROWAVE IRRADIATION IN REGENERATING PFAS-LOADED GAC	348
UNLOCKING THE MAGIC OF PHOSPHATE SOLUBILIZING BACTERIA: AN EFFICIENT MOVE TOWARDS SUSTAINABLE CROP PRODUCTION	352
ASSESSING THE GENETIC POTENTIAL FOR NATURAL SOURCE ZONE DEPLETION AT A PETROLEUM-CONTAMINATED SITE.....	353
SCREENING AND OPTIMISATION OF THE BIODEGRADATION POTENTIAL FOR LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) FILMS BY <i>FUSARIUM EQUSETI</i> AND <i>BREVIBACILLUS PARABREVIS</i>	355
SUCCESSFUL TREATMENT OF PFAS-CONTAMINATED SOILS ON LARGE SCALE: PRACTICAL EXPERIENCE WITH IMPROVED SOIL-WASHING	357
ASSESSING A METHODOLOGY FOR ESTIMATING SOIL POLLUTION COSTS IN LUXEMBOURG	360
FIELD TEST OF A PILOT SCALE SEQUENTIAL REDUCTIVE/OXIDATIVE BIOELECTROCHEMICAL PROCESSES FOR CAHS REMOVAL FROM CONTAMINATED GROUNDWATERS	363
FATE AND EMISSION PATHWAYS OF PFAS IN FULL-SCALE PLANTS FOR LANDFILL LEACHATE TREATMENT	366
CHLORINATED SOLVENT DAUGHTER PRODUCT MANAGEMENT AND EXPEDITED REMEDIATION	369

LEGACY URBAN UNDERGROUND STORAGE TANK SITE ACHIEVES SITE CLOSURE USING SURGICAL INJECTION STRATEGY	371
ASSESSING A METHODOLOGY FOR ESTIMATING SOIL POLLUTION COSTS IN LUXEMBOURG	373
WEBGIS DEI POTENZIALI SITI PFAS IN ITALIA.....	376
LCA IN THE DEVELOPMENT OF AN IN-SITU INNOVATIVE REMEDIATION TECHNOLOGY: THE CASE OF ERASE - ELECTRODE-AIDED SOIL REMEDIATION.....	379
DECONTAMINATION OF PAH-IMPACTED SOILS USING LIQUID ACTIVATED CARBON (LAC) – ENHANCED MICROWAVE TREATMENT	383
OPTIMIZING RISK MANAGEMENT PLANS FOR POLLUTANTS DISPERSION IN AQUIFERS BY USE OF INNOVATIVE MASS FLUX AND MASS DISCHARGE APPROACHES.....	386
A SUSTAINABLE APPROACH FOR DNAPLS CONTAMINATED GROUNDWATER REMEDIATION: RAW POLYHYDROXYALKANOATES (PHA) FROM ORGANIC WASTE AS ELECTRON DONOR FOR BIOLOGICAL REDUCTIVE DECHLORINATION COUPLED WITH ADSORPTION ON BIOCHAR	389
FEASIBILITY OF MYCOAUGMENTATION IN THE CLEAN-UP OF TPH-CONTAMINATED SOILS: THE LIFE MYSOIL PROJECT	392
INADEQUATE MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT AND OCCURRENCE OF PHTHALATE ESTERS IN SOIL IN SERBIA	396
INTRODUCING CONTINUOUS MONITORING OF INDIVIDUAL CONTAMINANT SPECIES....	398
PFAS LEACHING TEST AND SOIL THRESHOLD CALCULATIONS BY MEANS OF ANALYTICAL MODELS.....	400
MULTI-LEVEL APPROACH OF THE CHARACTERIZATION OF RIVERINE SEDIMENTS AFFECTED BY UNAUTHORIZED CHEMICAL WASTES MANagements. RESULTS FROM CONTAMINATED SITE OF NATIONAL INTEREST “BUSSI SUL TIRINO”	402
IMPACT ASSESSMENT OF WGC BAT CONCLUSIONS IMPLEMENTATION ON IED PERMIT RELEASE FOR THE CHEMICAL INDUSTRY IN ITALY	405
WIDENING THE SCOPE OF THERMAL DESORPTION, EXAMPLE OF MERCURY REMOVAL .	408
"REMIAPP"-INTEGRAL TREATMENT SYSTEM FOR THE REMEDIATION OF MINING-METALLURGICAL EFFLUENTS FOR THEIR CONVERSION INTO FARMING WATER AND DRINKING WASTEWATER"	410
IMPORTANCE OF USING BACKGROUND CONCENTRATIONS TO ASSESS ANTHROPOGENIC IMPACT ON SOIL AND GROUNDWATER. CASE: METALS IN ANDEANS SOILS	414
POSSIBILITIES AND CHALLENGES OF AI IN REMEDIATION OF MINING ENVIRONMENTAL LIABILITIES	416
DEMONSTRATING TECHNICAL IMPRACTICABILITY AT LNAPL SITES.....	418
HIGH-ENERGY IN SITU INJECTION OF A MODIFIED CLAY FOR SEQUESTRATION OF PFAS	419
USE OF GEOSTATISTICS FOR REMEDIATION TREATMENT MONITORING	421
EVALUATION OF CIRCULAR SKILLS AND CIRCULAR MIND-SET OF CONSUMERS WITH THE USE OF IT - CASE STUDY IN A SAMPLE OF CONSUMERS IN NORTHEAST BRAZIL COMPARED TO A SAMPLE OF INTERNAL STAKEHOLDERS OF AN INDUSTRY IN TRANSITION TO THE CIRCULAR ECONOMY	423

CADMIUM IN COCOA BEANS OF TRINIDAD & TOBAGO AND ECUADOR: WATERSHED SCALE INITIAL APPROACH	427
A NOVEL ADSORBENT MATERIAL FOR OIL SPILLS MANAGEMENT	429
MICROBIALLY MEDIATED PFAS DEGRADATION, A MICROCOSM STUDY	432
THERMAL REMEDIATION OF AN DNAPL SOURCE IN FRACTURED ROCK.....	435
LAST UPDATES FOR IN SITU APPLICATIONS, LESSONS LEARNED FROM SEVERAL FIELD CASES	437
METAGENOMICS OF A BIOREACTOR WITH POLYHYDROXYBUTYRATE (PHB) AND BIOCHAR AS BIOMATERIALS TO PROMPT REDUCTIVE DECHLORINATION.....	438
TOWARDS RAPID AND SENSITIVE BIOMONITORING TOOLS FOR BIOREMEDIATION: EXPLORING DIGITAL DROPLET PCR AS A THIRD- GENERATION QUANTIFICATION METHOD	441
COMPARISON OF SAMPLE PREPARATION METHODS FOR CHARACTERIZATION OF SOIL GEOCHEMISTRY BY HANDHELD X-RAY FLUORESCENCE	444
STRUVITE MINIMIZATION IN DOMESTIC WASTEWATER SYSTEMS: PROTOTYPING & OPTIMIZATION IN FULL-SCALE PLANTS.....	446
SECRETORY EXPRESSION OF MEMBRANE-RELATED HYPERTHERMALPHILIC ENDO-1,4-B-D, GLUCANASE OF PYROCOCOUS HORRIKOSHII IN PICHIA PASTORIS.....	447
DETERMINING THE BACKGROUND VALUES FOR SOILS AND GROUNDWATER: THE ITALIAN GUIDELINES BY SNPA.....	449
SUSTAINABLE SOIL MANAGEMENT USING GROUND PENETRATING RADAR TECHNIQUE.....	452
KUWAIT SOIL REMEDIATION	455
SURFACE ACTIVE FOAM FRACTIONATION (SAFF) IN COMBINATION WITH A PATENTED ALL NATURAL AMENDMENT TO INCREASE THE PFAS REMOVAL EFFICIENCY OF SAFF FOR COMPLEX LEACHATE	458
SURFACE ACTIVE FOAM FRACTIONATION (SAFF) TREATING PFAS CONTAMINATED SOIL WASH WATER, COUPLED WITH ELECTROCHEMICAL OXIDATION FOR DESTRUCTION OF FOAM CONCENTRATE	461
IN SITU METAL PRECIPITATION (ISMP) OF HEAVY METALS.....	464
COMPLEX GROUNDWATER FLOW AND CONTAMINANT TRANSPORT MODEL FOR GROUNDWATER MANAGEMENT OF A PFAS CONTAMINATED SITE.....	466
TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF PILOT TESTING PFAS REMOVAL FROM GROUNDWATER USING GAC AND SORBIX™ ION EXCHANGE RESIN AT A SWEDISH AIRPORT	470
3D HYDROGEOPHYSICAL AND TIME-SENSITIVE MODEL FOR REMEDIATION OF A LNAPL-POLLUTED SITE	471
TECHNOLOGY FOR CONTINUOUS, IN-SITU PRODUCTION OF REACTIVE OXYGEN SPECIES	473
SIMULTANEOUS REMOVAL OF TOXIC METALLOIDS AND METALS FROM SOIL USING RE ^{SOIL} ® TECHNOLOGY.....	475
AMERICAN PERSPECTIVE OF THE SOIL REMEDIATION MARKET	478
TREATMENT OF HYDROCARBON-CONTAMINATED SOILS WITH BIOSURFACTANTS OBTAINED FROM AGRICULTURAL WASTES	481
FROM TREE PRUNING WASTES TO SUSTAINABLE SOIL REMEDIATION.....	484

RADIONUCLIDE CONCENTRATION IN THE SEDIMENTS OF THE SACCA DI GORO (ITALY)	487
INTEGRATED USE OF SCREENING MATRIX, SUSTAINABILITY CRITERIA AND ENGAGEMENT FOR DESIGN REMEDIATION OF AN AGRICULTURAL SITE	489
REMEDICATION AND CLOSURE OF LNAPL CONTAMINATED SITE USING AN INNOVATIVE 3-STEP APPROACH FROM REMEDIAL DESIGN TO IN-SITU REMEDIATION	493
IN-SITU REMEDIATION OF DNAPL SOURCE AND PLUME AT AN ACTIVE INDUSTRIAL FACILITY WITH INNOVATIVE ENHANCED REDUCTIVE DICHLORINATION TECHNOLOGY .	495
USE OF SUNFLOWER FOR PLANT-ASSISTED BIOREMEDIATION OF A DEGRADED SOIL MIXED WITH MARINE SEDIMENTS CONTAMINATED BY POLYCHLOROBYPHENILS.....	497
APPLICATION OF NATURAL AND MODIFIED ZEOLITES FOR WASTEWATER TREATMENT ..	499
SUSTAINABLE REMEDIATION: AN APPROACH TO REACH AND COMPLETELY DESTROY CONTAMINANT MASS IN LOW-PERMEABILITY STORAGE ZONES WITH HIGH-RESOLUTION DATA	501
SEMI-CONTINUOUS SUMMER-SEASON CULTIVATION IN A FLAT OUTDOOR PROTOTYPE OF AN AUTOCHTHONOUS MICROALGAE FOR THE PHYTOREMEDIATION OF URBAN WASTEWATERS AT THE FERRARA (ITALY) PLANT.....	504
UTILIZING DRONE TECHNOLOGY FOR MONITORING AND ESTIMATING GULLY EXPANSION IN AN ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA IN NOVA LIMA-MG, BRAZIL	508
HIDDEN SOURCES OF SOIL POLLUTION: POTENTIAL IMPACT OF OPERATIONAL HEATING AND COOLING SYSTEMS ON SOIL HEALTH AND MICROBIAL DYNAMICS	511
CURRENT TRENDS AND CHINESE PERSPECTIVE OF THE SOIL REMEDIATION METHODS USING REMEDIATION TRAINS	514
ENVIRONMENTAL FORENSICS: CHALLENGES, OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS OF SOURCE-TRACKING PFAS CONTAMINATION UNDER COMPLEX SITE CONDITIONS	518
A NEW DUO TO SUPERCHARGE YOUR SUB-SLAB CHARACTERIZATION	521
REVOLUTIONIZE YOUR SITE CHARACTERIZATION WITH OUR ANALYTICAL TECHNIQUES FOR SOIL CORE MOBILE PHASE RECOVERY AND DETERMINATION	523
IN-SITU ELIMINATION OF PFAS IN CONTAMINATED SOIL AND GROUNDWATER BY WASHING WITH PROTEIN BIO-POLYMERS AND STABILIZATION BY GAC HIGH PRESSURE INJECTION	525
WHAT IS THE ENVIRONMENTAL FOOTPRINT OF PER-AND POLYFLUOROALKYL SUBSTANCES (PFAS) TREATMENT TECHNOLOGIES FOR LIQUID AND SOLID?	527
RISK ASSESSMENT APPLIED TO BACKFILL MATERIALS NON-COMPLIANT TO LEACHING TEST AS DEFINED BY LAW NO. 108 OF JULY 29, 2021.....	529
DEVELOPMENT AND DEMONSTRATIONS OF THE PFAS EFFLUENT TREATMENT SYSTEM (PETS) AND PLANNED RESEARCH AND DEVELOPMENT EFFORTS AT THE ERDC.....	532
HIGH PFAS CONCENTRATIONS IN WATER AND ON SOLID SURFACES.....	533
4C SYSTEM - TOOL FOR MANAGING CONTAMINATION SOURCES AT COMPLEXES SITES.	536
DEVELOPMENT AND TESTING OF AN ALGORITHM FOR THE DYNAMIC MANAGEMENT OF A MULTIPLE AND INTERFERING HYDRAULIC BARRIER SYSTEM	539
IMPLEMENTATION OF A MULTI-SENSOR PROTOCOL FOR THE EVALUATION OF DIFFUSE METHANE EMISSIONS IN LANDFILL SITES.....	542

Inadequate municipal solid waste management and occurrence of phthalate esters in soil in Serbia

**Dragana Vidojević¹, Nataša Stojić², Mira Pucarević², Dunja Prokić²,
Ljiljana Ćurčić²**

¹*Serbian Environmental Protection Agency, Ministry for Environmental Protection, Belgrade, Republic of Serbia*

²*University Educons, Sremska Kamenica, Republic of Serbia*

Introduction and study objectives

An increase in urban population and the rising demand for food and other essentials, perpetuate a rise in the amount of waste being generated daily by each household. In the Republic of Serbia, landfilling is the principal action for the municipal solid waste disposal. Landfills receive plenty of plastic waste generated from daily usage. Municipal solid waste in landfills may act as a reservoir of microplastics (MPs) and related pollutants such as phthalate esters (PAEs) into surrounding environment.

This study illustrated considerable PAEs levels from an uncontrolled landfill without adequate protection, possibly contributing to their release into the environment in the Republic of Serbia.

Results and Discussion

According to the Law on Soil Protection, the Cadastre of Contaminated Sites is a set of relevant data on endangered, polluted, and degraded soil. The main purpose of the Cadastre is to provide systematic data on sources of pollution such as the type, quantities, methods, and location of discharges of pollutants into the soil, in order to implement preventive or remediation measures. Serbian Environmental Protection Agency has been constantly working to improve the national methodology for collection, analysis and assessment of data on contaminated sites. In 2020, 213 potentially contaminated and contaminated sites have been identified and recorded on the territory of the Republic of Serbia. The largest share in the identified sites belongs to waste disposal sites - 71.83%, within which there are also unsanitary landfills, which are managed by local self-governments (Vidojevic et al, 2021). Phthalate esters (PAEs) as the main plasticizers group are applied to plastics, personal care products, building materials, lubricating oils, and insect repellents. PAEs release into the

environment throughout manufacture, application, and disposal of various commercial products (Mohammadi et al., 2023).

In the area of AP Vojvodina, the Provincial Secretariat for Urban Planning and Environmental Protection in 2020 investigated the soil quality of non-agricultural land in the area of 30 municipalities and cities, at 113 illegal landfills. A total of 1,130 soil samples were analyzed. An average of 5 soil samples was taken from each landfill (one from the central point of the landfill and 4 around the perimeter of the landfill). The analysis of the content of PAEs shows that in 319 out of a total of 1,130 samples the content of PAEs is higher than the remediation value.

Conclusions

The PAEs levels in soil samples gathered from the illegal landfills were quantified in this study. The finding suggested that waste disposal sites adversely affect soil in the study area. Continuous landfills control and monitoring is highly recommended to prevent further environmental pollution.

Acknowledgements

This research was supported by the European Union's Horizon Europe Project GREENLand - Twinning Microplastic-free Environment under grant agreement number 101079267.

Email: dragana.vidojevic@sepa.gov.rs;
natasa.stojic@educons.edu.rs; mira.pucarevic@educons.edu.rs;
dunjaprokic@educons.edu.rs; ljiljanacurcic@educons.edu.rs