

Allegato B1 - Relazione Tecnica

POR FESR 2007 - 2013 ATTIVITA' 1.1 LINEE D'INTERVENTO A E B
**BANDO REGIONALE 2008 PER IL SOSTEGNO A PROGETTI DI RICERCA CONGIUNTI TRA
GRUPPI DI IMPRESE E ORGANISMI DI RICERCA IN MATERIA
DI AMBIENTE, TRASPORTI, LOGISTICA, INFOMOBILITA' ED ENERGIA**

Sezione 1: Anagrafica del progetto

Titolo	Barriere BioreAttive a base di Gessi Rossi per discariche		
Acronimo	Bi.A.G.Ro.		
Durata	Mesi 18		
Data prevista per l'avvio	Settembre 2009		
Materia della ricerca	<input checked="" type="checkbox"/> ambiente	<input type="checkbox"/> trasporti/logistica/ infomobilità	<input type="checkbox"/> energia
Categoria del progetto di ricerca:	80% ricerca industriale		20% sviluppo sperimentale

Obiettivo generale

Si propone di sperimentare l'impiego dei gessi rossi che esitano dalla produzione di biossido di titanio come materiale per la copertura definitiva di discariche di rifiuti speciali non pericolosi, al fine di:

- a) individuare un possibile utilizzo dei gessi che permetta lo smaltimento di questo sottoprodotto industriale pienamente compatibile dal punto di vista ambientale con gli interessi del territorio di riferimento, riducendo la quantità di gessi da smaltire come rifiuto in discarica;
- b) verificare la capacità del gesso di agire come strato biologicamente reattivo capace di ossidare il metano (gas di serra 20 volte più potente della CO₂) che viene emesso in atmosfera e che non è tecnicamente possibile o economicamente sostenibile captare, nelle discariche a fine vita.

Il conseguimento di questi obiettivi permette di ridurre le pressioni sull'ambiente collegate allo smaltimento di sottoprodotti industriali e alle emissioni di gas metano in discarica. Permetterà inoltre la diminuzione dell'uso di terreno vegetale e argilla nelle discariche, diminuendo i prelievi in cava. Inoltre la necessità di garantire un'elevata compatibilità ambientale dei gessi rossi prodotti da Tioxide porterà ad una completa revisione del processo produttivo, con una conseguente mitigazione degli impatti ambientali collegati alla produzione di biossido di titanio. Da questo punto di vista, la riduzione degli impatti ambientali complessivi dello stabilimento di Scarlino potrà permettere un'adeguata difesa dei livelli di produzione e dell'occupazione in un'area di forte deindustrializzazione.

In maggiore dettaglio, si propone di sperimentare il riutilizzo dei gessi come materiale per copertura definitiva di discariche di rifiuti speciali in sostituzione 1) dello strato di argilla compattata e 2) dello strato di terreno vegetale. L'attività di ricerca, in campo e in laboratorio, sarà volta a verificare tutti gli aspetti riguardanti le proprietà tecniche del materiale, a definire le modalità ottimali di utilizzo e a verificare, quantificandoli, che non vi siano impatti sull'ambiente a seguito di interazioni con la matrice discarica. Da questo punto di vista è anche previsto un controllo rigoroso della qualità dei gessi rossi, che riguarderà tutte le fasi del processo di produzione e che potrà prevedere anche interventi significativi di miglioramento del processo.

Per condurre l'attività in campo, stante le caratteristiche intrinseche del materiale, si prevede la posa in opera della copertura definitiva su una porzione di discarica, in cui il gesso sostituisce lo strato di argilla compattata e lo strato di terreno vegetale. Il gesso verrà posato in strati sottili e compattati in luogo dell'argilla quale strato minerale compatto a permeabilità minore di 10⁻⁸ m/sec e successivamente in sostituzione del terreno vegetale, con aggiunta di uno strato superficiale (in ambiente aerobico quindi) di materiale ammendante.

L'attività di ricerca scientifica è volta a:

- 1) caratterizzare le cenosi microbiche e comprendere le reazioni biochimiche che potrebbero instaurarsi a regime in uno strato di copertura di discarica costituito da gessi rossi, sia riguardo alla capacità di ossidazione del metano (studio della popolazione metanotrofa) che riguardo al possibile intervento di batteri solfato riduttori (SRB, Sulphate Reducing Bacteria) nelle condizioni di potenziale redox conduttive per questo tipo di microrganismi, vale a dire in condizioni di scarsa od assente presenza di ossigeno molecolare,
- 2) studiare i fenomeni chimici e fisico-chimici che influenzano la mobilità dei metalli all'interno della matrice gesso;
- 3) verificare la possibilità di sostenere l'attecchimento e la crescita di essenze vegetali, nonché l'interazione tra queste e i microrganismi in vista del raggiungimento di condizioni di climax fito-microbico duraturo.
- 4) verificare le prestazioni tecniche delle coperture studiando la permeabilità dello strato di gesso a supporto del verde, verificando il bilancio idrologico e del biogas, e monitorando gli impatti ambientali (percolato, biogas, acque di ruscellamento e di drenaggio).

Le quattro linee di attività scientifica potranno fornire indicazioni essenziali per la valutazione dell'affidabilità dei gessi rossi nella formazione delle coperture di discarica, in merito – soprattutto – al rischio di diventare fonte di rilascio di idrogeno solforato (H₂S), influenzando sulla mobilità di microinquinanti quali metalli pesanti e metalloidi.

Sintesi del progetto (max 2000 caratteri)

La ricerca proposta prevede attività in campo e in laboratorio per verificare la fattibilità del riutilizzo dei gessi rossi (GR) che esitano dalla produzione di biossido di titanio di Tioxide come materiale per le coperture definitive di discariche di rifiuti speciali non pericolosi e si strutturerà nelle seguenti attività:

- 1) Assicurazione della qualità della produzione del GR: il processo di neutralizzazione dell'acido esausto verrà inserito nel circuito di *Quality Assurance*, permettendo di definire le specifiche sulla materia prima (acido esausto, agenti neutralizzanti), le azioni correttive, la gestione del non conforme.
- 2) Progettazione e realizzazione in discarica (a seguito di autorizzazione regionale) di coperture definitive a norma di legge (D. Lgs. 36/03) su bacini idraulicamente indipendenti, su aree idonee (chiuse al conferimento rifiuti da diversi anni, con produzione ridotta di metano e in cui i rifiuti si sono assestati) con i gessi in sostituzione degli strati di terreno vegetale e argilla; test per almeno un anno sulle coperture pre e post inerbimento, per verificare le proprietà tecniche e gli impatti ambientali. Verrà monitorata la qualità del percolato, del biogas e delle acque di ruscellamento, e verranno calcolati i bilanci di produzione del biogas e del percolato.
- 3) Caratterizzazione delle cenosi microbiche e comprensione delle reazioni biochimiche in situ e in laboratorio per verificare la capacità del GR di agire come biocover per favorire l'ossidazione del metano attraverso l'attività dei batteri metanofili, e controllare che non vi sia attivazione di batteri solfato-riduttori con produzione di H_2S .
- 4) caratterizzazione del comportamento fisico-chimico dei gessi in particolare riguardo alla possibilità di mobilizzare i metalli pesanti.
- 5) studio del comportamento dei GR riguardo all'attecchimento e la crescita di essenze vegetali nelle condizioni operative previste, nonché dell'interazione tra queste e i microrganismi in vista del raggiungimento di condizioni di climax fito-microbico duraturo.

Sezione 2: Partecipanti al progetto
(da compilare per ciascun soggetto coinvolto nel progetto)

Numero del partecipante: 1

Nome legale

TIOXIDE EUROPE S.r.l

Indirizzo

Sede legale e operativa: Località Casone - Scarlino – GR

Organismo di ricerca

NO

Impresa: SI'

Grande impresa

Fatturato (anno di riferimento 2007): 194.380.017 (*)

Numero di dipendenti: (anno di riferimento 2007): 290

Impresa: codici ATECO 2002:= **24.12.0** e ATECO 2007 = **20.12.00**

(*) in euro; 2007 è l'ultimo bilancio approvato.

Dipendenza con altri partecipanti

Nessuna

Referente scientifico del progetto

Ing. **ANTONIO AGOSTINI**

Tel ufficio 0566 71202

Fax 0566 71130

Tel cellulare 335 8071681

e-mail antonio_agostini@huntsman.com

Numero del partecipante: 2

Assegnare a ciascun partecipante un numero. Il soggetto capofila è sempre il numero 1.

Nome legale

TEA Sistemi S.p.A.

Indirizzo

Indicare l'indirizzo della Sede Legale o dell'Unità Locale dove viene svolta l'attività relativa al progetto

Sede legale e operativa: Piazza Giuseppe Mazzini, 1 - 56127 Pisa
Telefono 050 6396101 – fax 050 6396110

Organismo di ricerca: NO

Indicare se il soggetto è un organismo di ricerca, specificando se si tratta di università o istituti di ricerca, se è costituito secondo il diritto privato o pubblico e quale sia la fonte di finanziamento.

Impresa: SI'

Indicare se il soggetto è un'impresa, specificandone le dimensioni e i codici ATECO 2002 e ATECO 2007 riferiti all'attività prevalente.

Numero di dipendenti: anno di riferimento 2008: occupati (ULA): 29,5

Fatturato (anno di riferimento 2007): 4.491.708 (*)

Totale di bilancio (anno di riferimento 2007) 4.347.884 (*)

ATECO 2002 = 73.10.0p

ATECO 2007 = 72.19.0

(*) in euro; 2007 è l'ultimo bilancio approvato.

Dipendenza con altri partecipanti: NO

Due partecipanti sono dipendenti uno dall'altro se esiste una relazione di controllo tra di essi:

Referente scientifico del progetto

Indicare il nome e cognome del referente scientifico del progetto per il soggetto partecipante. Indicare i suoi riferimenti (telefono fisso e cellulare, fax, e-mail).

Paolo Andreussi

Tel ufficio 050 6396136

Fax 050 6396110

Tel cellulare 348 3821223

Email paolo.andreussi@tea-group.com

Sezione 2: Partecipanti al progetto
(da compilare per ciascun soggetto coinvolto nel progetto)

Numero del partecipante: 3

Assegnare a ciascun partecipante un numero. Il soggetto capofila è sempre il numero 1.

Nome legale

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (CNR)
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ISE) – SEDE DI PISA

Indirizzo

Indicare l'indirizzo della Sede Legale o dell'Unità Locale dove viene svolta l'attività relativa al progetto

VIA GIUSEPPE MORUZZI, 1 - 56124 PISA

Organismo di ricerca: SI'

Indicare se il soggetto è un organismo di ricerca, specificando se si tratta di università o istituti di ricerca, se è costituito secondo il diritto privato o pubblico e quale sia la fonte di finanziamento.

TRATTASI DI ORGANISMO DI RICERCA E PRECISAMENTE DI ISTITUTO DI RICERCA, COSTITUITO SECONDO IL DIRITTO PUBBLICO E AVENTE FINANZIAMENTO STATALE

Impresa: NO

Indicare se il soggetto è un'impresa, specificandone le dimensioni e i codici ATECO 2002 e ATECO 2007 riferiti all'attività prevalente.

Dipendenza con altri partecipanti: NO

Due partecipanti sono dipendenti uno dall'altro se esiste una relazione di controllo tra di essi:

Referente scientifico del progetto

Indicare il nome e cognome del referente scientifico del progetto per il soggetto partecipante. Indicare i suoi riferimenti (telefono fisso e cellulare, fax, e-mail).

DR. GIANNIANTONIO PETRUZZELLI

Tel: 050/3152489

Cell: 348/0154630

Fax: 050/3152473

Mail: Gianniantonio.petruzzelli@ise.cnr.it

Numero del partecipante: 4

Assegnare a ciascun partecipante un numero. Il soggetto capofila è sempre il numero 1.

Nome legale

Università degli Studi di Firenze – Centro Interdipartimentale per le biotecnologie di interesse agrario, chimico e industriale (CIBIACI)

Indirizzo

Indicare l'indirizzo della Sede Legale o dell'Unità Locale dove viene svolta l'attività relativa al progetto

Sede CIBIACI: Via Romana 25 – 29 Firenze - cap: 50125

Organismo di ricerca: SI'

Indicare se il soggetto è un organismo di ricerca, specificando se si tratta di università o istituti di ricerca, se è costituito secondo il diritto privato o pubblico e quale sia la fonte di finanziamento.

Organismo di ricerca – il centro CIBIACI appartiene all'Università di Firenze, ente costituito secondo diritto pubblico con fonte di finanziamento statale.

Impresa: NO

Indicare se il soggetto è un'impresa, specificandone le dimensioni e i codici ATECO 2002 e ATECO 2007 riferiti all'attività prevalente.

Dipendenza con altri partecipanti: NO

Due partecipanti sono dipendenti uno dall'altro se esiste una relazione di controllo tra di essi:

Referente scientifico del progetto

Indicare il nome e cognome del referente scientifico del progetto per il soggetto partecipante. Indicare i suoi riferimenti (telefono fisso e cellulare, fax, e-mail).

prof. Roberto Gabbrielli – dipartimento biologia vegetale Università degli Studi di Firenze

Tel: 055 2757382

Fax 055 282358

Cellulare 349 4042973

Email: gabbrielli@unifi.it;

Sezione 3: Descrizione del progetto

Titolo	Barriere BioreAttive a base di Gessi Rossi per discariche
Acronimo	Bi.A.G.Ro.

Idea alla base del progetto

Il progetto ha come scopo verificare la possibilità di utilizzo dei gessi rossi prodotti dall'industria del biossido di titanio come materiale per la copertura di discariche di rifiuti non pericolosi, anche al fine della bonifica di discariche, costruendo (su una discarica esistente) e monitorando una copertura definitiva a norma di legge in cui i gessi rossi sostituiscono lo strato di impermeabilizzazione e lo strato di terreno vegetale, e studiando il comportamento agronomico, microbiologico, chimico e chimico fisico del gesso sia in situ che in laboratorio. E' necessario infatti acquisire le conoscenze scientifiche e tecniche, auspiccate e tuttora mancanti, che permettano di interpretare il comportamento del gesso rosso nelle condizioni operative in cui se ne propone l'utilizzo.

L'industria del biossido di titanio, presente nella nostra regione, produce grandi quantità di scarti di lavorazione, noti come "gessi rossi", composti principalmente da solfato di calcio e idrossido di ferro, più altre impurezze minerali. La produzione di gessi rossi dello stabilimento Tioxide di Scarlino (GR) è di circa 400.000 t/anno (% sui rifiuti speciali non pericolosi prodotti in Toscana: 5,7% - dati ARPAT). E' necessario individuare le modalità più appropriate di riutilizzo del materiale, tra cui il capping discariche esaurite sembra essere la più promettente, per consolidare una nuova opportunità di riutilizzo e diminuire la quantità smaltite in discarica.

L'utilizzo del gesso rosso come materiale per la copertura di discarica diminuisce il consumo di suolo sia diminuendo le superfici necessarie per discariche dedicate ai gessi sia diminuendo la necessità di approvvigionarsi di argille e terreno vegetale per le coperture (creando quindi cave di estrazione).

Ricordiamo che nella sola Toscana si trovano 65 discariche gestite, di cui 43 di rifiuti non pericolosi (fonte SIRA/ARPAT) e un numero ancora maggiore di discariche per le quali è stata attivata la procedura di bonifica.

Se, come teoricamente possibile, il gesso potrà favorire l'ossidazione di metano, comportandosi come matrice biologicamente reattiva (biocover), si avrà anche l'importante beneficio di diminuire la quantità di metano emessa in atmosfera attraverso la copertura delle discariche.

Il basso costo del materiale, la sua costanza qualitativa e la disponibilità inoltre potrà contribuire a risolvere il problema del costo elevato delle coperture di vecchie discariche da bonificare, costo che spesso è di ostacolo nel portare a compimento interventi di bonifica che sono, nella maggior parte dei casi, a carico di enti pubblici.

Proprio allo scopo di garantire la costanza qualitativa del Gesso Rosso, sopra menzionata, il processo di neutralizzazione a Gesso Rosso, i flussi in ingresso e quelli in uscita saranno definiti, misurati e gestiti in maniera codificata. Le azioni correttive e preventive saranno individuate, le specifiche saranno univocamente definite. Per far questo, la Tioxide si avvarrà degli strumenti e degli approcci già noti alla *Quality Assurance* (norme ISO in campo di Qualità dei Processi e di Ambiente) e di metodologie di analisi statistica (Sei Sigma).

L'utilizzo dei gessi come materiale di copertura di discariche è previsto dall'accordo volontario per il riutilizzo dei gessi siglato dalla Regione Toscana, dalla provincia di Grosseto e da diversi comuni della zona Nord della Provincia di Grosseto il 24/02/2004, che ha come finalità l'aumento delle quantità di gesso inviate al riutilizzo fino al 95% del gesso prodotto nel 2011, ma necessita di una approfondita attività di ricerca scientifica senza la quale non è possibile rendere operativa questa parte dell'accordo. I gessi rossi vengono prodotti da Tioxide, soggetto capofila, nel processo di neutralizzazione dei reflui acidi, utilizzando per la neutralizzazione il carbonato di calcio contenuto nella "marmettola" di risulta dell'industria estrattiva del marmo di Carrara e Rapolano (Siena), dando quindi un importante contributo alla diminuzione dei quantitativi di rifiuti provenienti da questo settore industriale che finiscono in discarica.

Ricordiamo inoltre che la ricerca di coperture alternative per le discariche è un argomento di estrema attualità in ambito internazionale. Negli USA, dall'inizio del duemila è cominciato un programma di verifica di coperture alternative delle discariche (EPA, 2002). Questo interesse nasce dall'esigenza di trovare delle modalità di protezione per il lungo periodo, per l'uomo e l'ambiente, non sempre garantite dalle normali condizioni di esercizio e conduzione delle discariche. Anche l'aspetto economico è di rilevante importanza: spesso è infatti costoso reperire del suolo con caratteristiche qualitative adeguate alla copertura finale in zone vicine al sito della discarica. In questo ambito la scelta di ricorrere a residui provenienti da attività produttive, dotati di sostanziale omogeneità nel tempo, consente da un lato di risparmiare del suolo di buona qualità che può essere destinato ad interventi di recupero paesaggistico in aree protette, e dall'altro di trovare una collocazione ottimale per residui industriali.

Le caratteristiche geomeccaniche e agronomiche dei gessi rossi fanno di questo residuo un materiale che ben si presta alla progettazione di coperture alternative delle discariche. La ricerca proposta nasce dalla necessità di esaminare in dettaglio tutte le proprietà di questi materiali in confronto con le caratteristiche di un terreno vegetale e di un'argilla nello specifico ambiente della discarica. In aggiunta agli aspetti microbiologici, dei quali non si trovano studi specifici in letteratura, si ritiene essenziale la valutazione sistematica ed esaustiva di tutte le caratteristiche e proprietà che una copertura deve possedere, al fine di promuovere l'utilizzo di questo materiale.

E' necessario quindi condurre studi mirati delle dinamiche delle popolazioni microbiche ospitate nei gessi, delle proprietà assorbenti di questi materiali, mediante studi dei processi di adsorbimento/desorbimento nei confronti di metalli pesanti, e delle proprietà agronomiche, in particolare riguardo alla capacità di ospitare specie vegetali, e condurre il monitoraggio qualitativo e quantitativo completo degli aspetti ambientali, in modo da ricostruire i bilanci di materia all'interno del sistema discarica. Tioxide inoltre, in quanto produttore del materiale, deve rivedere il ciclo produttivo in modo da migliorare le caratteristiche dei gessi rossi e garantirne proprietà costanti nel tempo, per trasformare quindi quello che era concepito come un rifiuto in un prodotto con caratteristiche note e riproducibili.

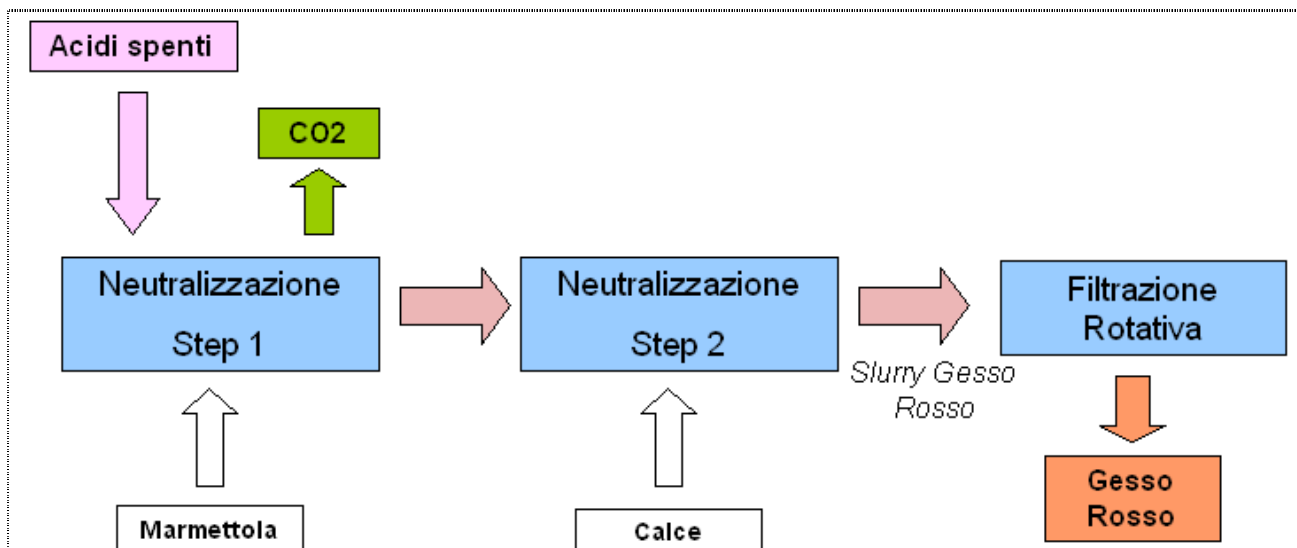
L'attività di ricerca proposta fa seguito ed integra precedenti sperimentazioni e test in situ e in laboratorio svolti in oltre 20 anni con esiti positivi da Tioxide, per verificare le proprietà geotecniche e le caratteristiche agronomiche del gesso, e che hanno permesso l'utilizzo del gesso nel ripristino ambientale di cave esaurite con ottimi risultati tecnici e ambientali. Tali studi e risultati sono stati oggetto di pubblicazioni scientifiche.

Stato dell'arte

Attualmente la produzione di gessi rossi dallo stabilimento Tioxide di Scarlino (GR) ammonta ad una quantità totale annua (variabile in funzione dell'andamento della produzione di pigmento, di circa 70.000 t/anno) di circa 400.000 t/anno, pari al 5,7% dei rifiuti speciali prodotti in Toscana. La destinazione attuale dei gessi è per circa il 70% a ripristino cave esaurite, per il 20 % in discarica ed un 10 % circa nel settore edile.

Tioxide già da anni sta agendo su vari fronti per cercare da un lato di migliorare il processo produttivo per ottimizzare la quantità di acido impiegato e quindi diminuire la quantità di gesso prodotto nella neutralizzazione dei reflui, e dall'altro lato di individuare diverse modalità di riutilizzo dei gessi rossi che permettano di diminuire le quantità di gessi conferite come rifiuto.

Si riporta di seguito lo schema a blocchi che descrive il processo di neutralizzazione dell'acido esausto a Gesso Rosso:



Tioxide ha avviato delle sperimentazioni atte a verificare la possibilità di utilizzo dei gessi rossi come materiale per il riempimento di cave esaurite, con ottimi risultati, ottenendo la ricostruzione della morfologia antecedente all'attività antropica, il ripristino a verde della superficie con piantumazione di alberi caratteristici dei luoghi, e l'assenza di impatti sulle matrici aria, acqua e suolo.

Tioxide non ha ancora testato, invece, i gessi come materiali alternativi per la copertura di discariche di rifiuti non pericolosi contenenti una matrice organica, e che quindi producono biogas.

E' necessario quindi approfondire questi aspetti (studio delle interazioni gesso-acque al fine di caratterizzare, quantitativamente e temporalmente, i possibili rilasci nell'ambiente, studio dell'adattabilità di specie vegetali al substrato e studio delle interazioni gesso-fitocenosi al fine di migliorare le caratteristiche agronomiche dei gessi) con attività di ricerca mirate che partano dalle esperienze già realizzate e rendano le conoscenze acquisite più sistematiche e in grado di garantire la riproducibilità dei risultati.

Infatti, mentre sia in Italia che a livello internazionale sono state effettuate diverse sperimentazioni su materiali alternativi per le coperture di discariche, sia per diminuire i volumi di materiali utilizzati (ad es geoteti drenanti, strati bentonitici) che per favorire la bioreattività dei suoli (ad es. uso di compost ad integrazione dello strato di copertura vegetale), non sono noti nella letteratura tecnico-scientifica altri test e sperimentazioni sull'uso di gessi come coperture di discariche.

L'utilizzo di coperture alternative per le discariche è un argomento di estrema attualità in ambito internazionale, negli USA è dall'inizi del duemila che è cominciato un programma di verifica di coperture alternative delle discariche (EPA, 2002). Questo interesse nasce dall'esigenza di trovare delle modalità di protezione per il lungo periodo, per l'uomo e l'ambiente, non sempre garantite dalle normali condizioni di esercizio e conduzione delle discariche. Anche l'aspetto economico è di rilevante importanza: spesso è infatti costoso reperire del suolo con caratteristiche qualitative adeguate alla copertura finale in zone vicine al sito della discarica. La scelta di ricorrere a residui provenienti da attività produttive, dotati di sostanziale omogeneità nel tempo, consente da un lato di risparmiare del suolo di buona qualità che può essere destinato ad interventi di recupero paesaggistico in aree protette, e dall'altro di trovare una collocazione ottimale per residui industriali.

Riguardo alla bioreattività delle coperture di discarica, sono stati condotti studi di comunità batteriche metanotrofe negli strati di copertura delle discariche, che rappresentano un elemento di

preminente importanza al fine di stabilire la capacità delle matrici di copertura impiegate di abbattere le emissioni diffuse di CH_4 (Watzinger *et al.*, 2008).

Sebbene l'ossidazione microbica del metano dipenda largamente – in condizioni aerobiche – dall'attività di batteri metilotrofi obbligati quali *Methylobacter*, *Methylocystis*, *Methylomonas*, *Methylosinus* e *Methylococcus*, di recente – partendo da studi biogeochimici in ambiente marino – è stato evidenziato il coinvolgimento di archeobatteri metanotrofi (ANME = *anaerobic methanotrophs* o MOA = *methane-oxidizing archaea*) in grado di ossidare il CH_4 anaerobicamente in associazione sintrofica con batteri solfato-riduttori (SRB = *sulphate-reducing bacteria*) quali *Desulfococcus*, *Desulfosarcina* e *Desulfotomaculum*. (Boetius *et al.*, 2000; Orphan *et al.*, 2002; Girguis *et al.*, 2005; Durisch-Kaiser *et al.*, 2005)

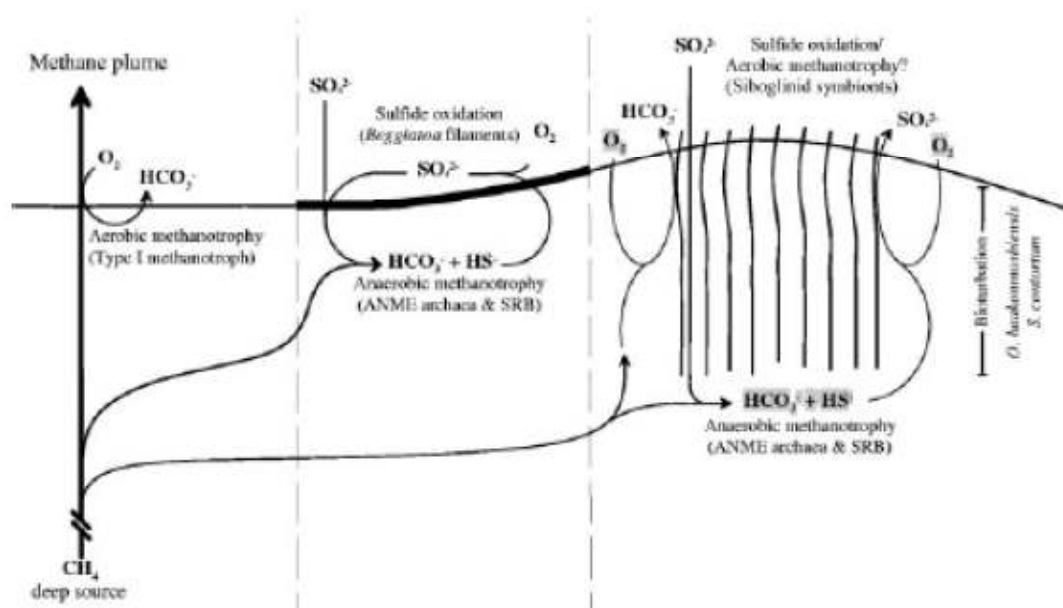


Fig. 1 – Rappresentazione diagrammatica delle possibili interazioni tra batteri metanotrofi (aerobi ed anaerobi), batteri solfato-riduttori e batteri solfo-ossidanti, nella copertura di discarica a base di gessi rossi derivanti dalla produzione di biossido di titanio (modificata da: Lösekann *et al.*, 2007).

Ora, data la natura dei gessi rossi derivanti dal processo di produzione del biossido di titanio, il ricorso a questa matrice come materiale per la messa in opera di strati di copertura (*capping*) di discarica, potrebbe rappresentare un ottimo passaggio al fine di assicurare la formazione di un vero e proprio strato bio-reattivo, con variegata attività biochimica. Ragionevolmente, il delicato equilibrio tra batteri metano-ossidanti aerobi, metanotrofi anaerobi e batteri solfato-riduttori, potrebbe – in una copertura con tali caratteristiche (ricca in solfati) – giocare un ruolo molto importante al fine del contenimento delle emissioni in atmosfera. Infatti, mentre da una parte i batteri metanotrofi sia aerobi che anaerobi potrebbero attuare l'abbattimento del CH_4 - in un ampio spettro di valori di potenziale redox - prima che questo si disperda in atmosfera, i batteri solfato-riduttori potrebbero, dall'altra, contribuire all'ossidazione anaerobica di idrocarburi basso-bollenti a corta catena (e.g. etano, propano e butano) (Kniermeyer *et al.*, 2007). Al tempo stesso, la possibile affermazione – negli strati superiori della copertura di discarica a base di gessi rossi – di comunità batteriche solfo-ossidanti (e.g. *Beggiatoa*) agirebbe come filtro al rilascio di quella quota parte di idrogeno solforato (*cfr.* Fig. 1) eventualmente ancora libero nonostante la reazione con i metalli a formare solfuri insolubili.

Di fatto, se lo studio di caratterizzazione microbiologica portasse alla conferma dello schema sopra esposto, ci troveremmo di fronte ad una copertura biologicamente attiva a rilascio praticamente zero, in quanto, una volta debitamente piantumata con fitocenosi adatte (*cfr.* attività di indagine da

parte di CIBIACI), anche la CO₂ emessa diventerebbe – in larga parte - substrato per il processo fotosintetico.

Al contrario di quanto accade per lo studio delle comunità metanofile, non vi sono studi specifici volti a caratterizzare specificatamente l'azione dei batteri solfato riduttori all'interno di una discarica. E' nota invece la proprietà dei solfati di agire da accettori di elettroni per la crescita di batteri solfato-riduttori (SRB) in ambiente anaerobico e in presenza di substrato organico (carbonio) come nutriente, con formazione di solfuri. Questo ha portato alla necessità di regolamentare il conferimento in discarica come rifiuti di materiali contenenti gesso, in modo da impedire che il gesso venga a diretto contatto con la componente organica del rifiuto.

Nella letteratura scientifica e tecnica si trovano diversi studi sull'azione dei batteri solfato-riduttori; gli studi applicativi riguardano prevalentemente:

- l'uso di SRB per la depurazione di acque reflue ricche in solfati, in reattori anaerobici;
- l'uso di SRB per l'abbattimento di metalli pesanti, sia in acque reflue (in reattori anaerobici) che per la decontaminazione di acque sotterranee o di suoli inquinati da metalli;
- lo studio della corrosione di strutture metalliche dovuta al metabolismo degli SRB, che possono utilizzare il ferro metallico come donatore di elettroni.

La gran parte di questi studi è volta a determinare le condizioni in cui avviene la solfato-riduzione al fine di controllare il processo e convogliarlo verso i risultati voluti, siano questi la soppressione della solfato-riduzione o, al contrario, il suo potenziamento.

Gli aspetti maggiormente indagati riguardano:

- la competizione con i batteri metanogeni (in reattori anaerobici per la depurazione delle acque)
- l'abbattimento di metalli pesanti come solfuri insolubili (per la depurazione delle acque reflue e per la bonifica di suoli contaminati)
- l'effetto inibitore di altre sostanze presenti nell'ambiente di reazione.

Riguardo alla competizione tra metanogeni e SRB, uno studio interessante per comprendere il comportamento degli SRB in discarica in presenza di solfati e sostanze organiche è riportato da F.Omil *et al.* (Omil, 1997), anche se si riferisce a reattori UASB (Upflow Anaerobic Sludge Bed) per la depurazione di acque reflue. Omil ha studiato la competizione a lungo termine (centinaia di giorni) tra batteri metanogenici (MB) e SRB, a pH 8, alimentando il reattore con acidi grassi volatili e solfati a vari rapporti COD/SO₄.

E' stato visto che la ripartizione nell'utilizzo di acetato tra metanogeni e SRB, e quindi la predominanza di attività metanogena o solfato-riducente, dipende dal rapporto COD/SO₄. Per valori di COD/SO₄ minori di 0,67, gli SRB diventano predominanti sugli MB. In un tempo di 400 giorni la quantità di acetato utilizzata dagli SRB è il 90% del totale e l'attività di solfato-riduzione diventa quindi largamente predominante.

Lo studio propone anche la simulazione della cinetica della competizione utilizzando un modello matematico basato sui parametri cinetici di Monod. La simulazione ha confermato che la competizione tra MB e SRB ha una natura a lungo termine, e che il pH elevato (circa 8) è tra i fattori che influenzano la crescita degli SRB.

Trasponendo i risultati di questo studio dai reattori anaerobici alla discarica, dove il pH del percolato è intorno a 8, si può ragionevolmente supporre che in tempi sufficientemente lunghi (le centinaia di giorni sono tempi normali per una discarica), la compresenza di solfato e di substrato organico possa favorire lo sviluppo di SRB e di aumentare in modo significativo la produzione di acido solfidrico.

Un altro studio sulla competizione tra MB e SRB utilizzando metanolo come substrato in un reattore anaerobico (Weijima, 2000) riporta che la competizione a lungo termine favorisce gli SRB, con l'80% del COD consumato per la produzione di Solfuri a pH 7,5 e 65°C. In questo caso specifico, si è trovato che la competizione riguarda soprattutto H₂ come principale donatore di elettroni.

Un aspetto interessante riguarda l'abbattimento dei metalli pesanti utilizzando solfuri: diversi studi riportano la possibilità di utilizzare SRB in reattori anaerobici o inoculati nel terreno per precipitare metalli pesanti come solfuri e quindi per depurare acque, percolati o bonificare terreni (Diels, 2002, Sivula, 2006, Higgins, 2003). Nel caso dei gessi, la presenza di impurezze di metalli pesanti potrebbe essere utilizzata per l'abbattimento dei solfuri nel biogas.

Essendo i metalli pesanti presenti inoltre anche nel percolato, anche se a bassa concentrazione dato che a quei valori di pH la maggior parte dei metalli è precipitata come idrossido, e dato che a pH 8 l'acido solfidrico è principalmente presente come HS⁻ (aq), è possibile quindi che anche i metalli pesanti disciolti in soluzione abbattano parzialmente l'H₂S che si può liberare in atmosfera in forma gassosa (costanti di acidità di H₂S: Ka1= 1*10⁽⁻⁷⁾, Ka2= 1*10⁽⁻¹⁴⁾).

Sivula osserva che la presenza di Calcio inibisce la riduzione dei solfati nel reattore anaerobico perché la precipitazione del Carbonato di Calcio può sottrarre biomassa, intrappolandola e limitando l'apporto di substrato verso di questa. L'inibizione della riduzione dei solfati non viene però osservata nello smaltimento in discarica di gessi insieme a materiale organico, dove il Calcio è presente insieme al Solfato e ci sono le condizioni per la precipitazione di CaCO₃, ma dove H₂S viene prodotto. Lo studio proposto dovrà quindi verificare la funzione del Calcio come inibitore della riduzione dei solfati nelle condizioni operative in esame.

Riferimenti bibliografici

Boetius A., Ravenschlag K., Schubert C.J., Rickert D., Widdel F., Giesecke A., Amann R., Jørgensen B.B., Witte U. and Pfannkuche O. (2000). A marine microbial consortium apparently mediating anaerobic oxidation of methane. *Nature*, 407: 623–626.

Diels (2002): L. Diels, N. van del Leile, L. Bastiaens, “*New Developements in treatmen of Heavy Metal in Contaminated Soil*”, Re/Views in Environmental Science & Bio/Technology , Vol. 1, pagg. 75-82, 2002, Kluwer Academic Publishers.

Durisch-Kaiser E., Klauser L., Wehrli B. and Schubert C. (2005). Evidente of intende archaeal and bacterial methanotrophic activity in the Black Sea water column. *Appl. Environ. Microbiol.*, 71(12): 8099-8106.

EPA, 2002, Technical Guidance for RCRA/CERCLA Final Covers, EPA Technical Guidance Document.

Girguis P.R., Cozen A.E. and DeLong E.F. (2005). Growth and population dynamics of anaerobic methane-oxidizing archaea and sulfate-reducing bacteria in a continuous-flow bioreactor. *Appl. Environ. Microbiol.*, 71(7): 3725-3733.

Higgins (2003):J. P. Higgins, B. C. Hard, A. Matters, “*Bioremediation of Rock Drainage Using Sulphate-Reducing Bacteria*”, Sudbury 2003 –Mining and the Environment III & Annual Meeting of the CLRA - 25 – 28 maggio 2003, Laurentian University - Sudbury, Ontario, Canada, reperibile su http://www.jacqueswhitford.com/site-jw/media/1_4e5c_Sudburypaper2003May122003%20Higgins10-8.pdf

Kniemeyer O., Musat F., Sievert S.M., Knittel K., Wilkes H., Blumenberg M., Michaelis W., Classen A., Bolm C. Joye S.B. and Widdel F. (2007). Anaerobic oxidation of short-chain hydrocarbons by marine sulphate-reducing bacteria. *Nature*, 449: 898-901.

Lösekann T., Knittel K., Nadalig T., Fuchs B., Niemann H., Boetius A. and Amann R. (2007).

Diversity and abundance of aerobic and anaerobic methane oxidizers at the Haakon Mosby Mud Volcano, Barents Sea. *Appl. Environ. Microbiol.*, 73(10): 3348-3362.

Omil (1997): F. Omil, P. Lens, A. Visser, L.W. Hulshoff Pol, G. Lettinga, “*Long Term Competition Between Sulphate Reducing and Methanogenic Bacteria in UASB Reactors Treating Volatile Fatty Acids*”, *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. 57, n.6, 20 marzo 1998, pagg. 676-685, John Wiley and Sons.

Orphan V.J., House C.H., Hinrichs K.-U., McKeegan K.D. and DeLong E.F. (2002). Multiple archaeal groups mediate methane oxidation in anoxic cold seep sediments. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 99: 7663–7668.

Sivula (2006): L. J. Sivula, A.O. Vaisanen, J.A. Rintala, “*Treatment of Leachate from Municipal Solid Waste Incineration Bottom Ash Landfilling with Anaerobic Sulphate-Reducing Process*”, *Water Res.* 2007 Feb;41(4):835-41. 16 gennaio 2007; disponibile su <http://www.aseanenvironment.info/Abstract/41014447.pdf>.

Watzinger A., Stemmer M., Pfeffer M., Rasche F. and Reichenauer T.G. (2008). Methanotrophic communities in a landfill cover soil as revealed by [¹³C] PLFAs and respiratory quinines: Impact of high methane addition and landfill leachate irrigation. *Soil Biol. Biochem.*, 40: 751-762.

Weijima (2000): J. Weijima, A. J. M. Stams, L. W. Hulshoff Pol, Gatze Lettinga, “*Termophilic Sulphate Reduction and Methanogenesis with Methanol in a High Rate Anaerobic Reactor*”, *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. 67, n.3, 5 febbraio 2000, pagg. 354-363, John Wiley and Sons.

Obiettivo generale

Sperimentare due modalità di riutilizzo dei gessi rossi di risulta dalla produzione di biossido di titanio al fine di ridurre la quantità di gessi da smaltire come rifiuto in discarica e quindi diminuire la conseguente pressione sull'ambiente: in particolare si propone il riutilizzo come materiale per la copertura definitiva di discariche di rifiuti speciali: a) in sostituzione dello strato di argilla a bassa permeabilità e b) in sostituzione dello strato di terreno vegetale.

L'attività di ricerca, in campo e in laboratorio, sarà volta ad acquisire le conoscenze scientifiche che permettano di comprendere il comportamento del gesso nelle condizioni operative proposte, in particolare riguardo alle proprietà microbiologiche (capacità di ossidare il metano e possibilità di riduzione dei solfati) e chimico fisiche (rilascio di metalli pesanti), alle capacità di sviluppo delle fitocenosi e alle interazioni tra queste e le cenosi microbiche, a verificare le proprietà tecniche del materiale, a definire le modalità ottimali di utilizzo e a verificare, quantificandoli, che non vi siano impatti sull'ambiente.

Obiettivi operativi

Il progetto si suddivide in 5 obiettivi operativi tecnici.

Questi sono:

1. Sviluppo e applicazione di **metodi di controllo di processo e di qualificazione** chimica e fisica dei gessi rossi (Tioxide);
2. **Progettazione, posa in opera e manutenzione della copertura** in campo (Tioxide (responsabile), TEA Sistemi);
3. **Caratterizzazione della reattività biologica della copertura di discarica** (ISE (responsabile), TEA Sistemi, Tioxide);
4. **Studio sulle specie vegetali adattabili alle coperture di “gesso rosso”** (CIBIACI (responsabile), Tioxide);
5. **Monitoraggio** degli aspetti ambientali e verifiche tecniche sulle coperture (TEA Sistemi (responsabile), Tioxide, ISE).

A questi è necessario aggiungere le attività di gestione del progetto, quali

Gestione e rendicontazione (Tioxide (responsabile), CIBIACI, ISE, TEA Sistemi)

Disseminazione (TEA Sistemi (responsabile), Tioxide, CIBIACI ,ISE)

Per ciascun obiettivo operativo fornire le informazioni richieste

Obiettivo operativo n. 1:

Sviluppo e applicazione di metodi di controllo di processo e di qualificazione chimica e fisica dei Gessi Rossi

Attività previste

Partner coinvolti: Tioxide (Responsabile)

La Tioxide ha come scopo primario la produzione di biossido di titanio di elevata e costante qualità partendo dalla ilmenite arricchita quale materia prima. Il processo è studiato e ottimizzato per far sì che le variazioni sulla composizione chimica della materia prima in entrata non inficino la qualità del biossido di titanio in uscita. Pertanto le fluttuazioni sulla qualità dell'ilmenite arricchita (anche denominata scoria titanifera) e i conseguenti aggiustamenti sul processo del TiO_2 sono potenzialmente riversati sui sottoprodotti/rifiuti che esitano dal processo, tra i quali il Gesso Rosso (fase solida precipitata dagli stadi di neutralizzazione dei reflui acidi).

Per sua natura e concezione, l'impianto di neutralizzazione dell'acido esausto raccoglie quanto "scartato" dall'impianto di produzione del Biossido di Titanio ed è per questo motivo che il lavoro di "regimazione" dei flussi in entrata risulta particolarmente lungo e impegnativo.

Quindi, il punto cardine di questo obiettivo sarà quello di elevare il materiale in uscita (Gesso) al rango di "prodotto" per applicazione in dicarica.

Scopo di questo obiettivo operativo è quello di integrare e migliorare i sistemi di controllo del processo di neutralizzazione, delle materie prime in entrata e del Gesso Rosso risultante, attraverso strumenti e degli approcci già noti alla *Quality Assurance* (norme ISO in campo di Qualità dei Processi e di Ambiente) e di metodologie di analisi statistica (Sei Sigma).

Si prevedono le seguenti attività:

1. **Valutazione e integrazione del piano analitico e di campionamento per monitorare la qualità del Gesso Rosso e delle materie prime in ingresso (acido esausto e neutralizzanti).** Sarà condotta l'analisi statistica dei dati relativi alle materie prime e dei parametri di processo, al fine di individuarne gli effetti sulla qualità del Gesso risultante.
2. **Revisione e definizione di specifiche delle materie prime.** Dove possibile ed opportuno, saranno riviste e definite le specifiche relativamente sia ai neutralizzanti (contattando i fornitori), sia dell'acido esausto in arrivo dal processo di produzione del TiO_2 . A questo proposito, sarà necessario individuare e codificare delle azioni che permettano di gestire il processo di produzione del biossido di Titanio e al tempo stesso garantiscano le specifiche minime per l'acido esausto da inviare alla neutralizzazione con contestuale generazione di Gesso.
3. **Implementazione sistema elettronico di registrazione e divulgazione dati di analisi e di processo relativi alla fase.** L'azienda già possiede un sistema elettronico di archiviazione e gestione dei dati di laboratorio (Tessa) che necessita di essere adeguato e aggiornato in particolare per la sezione relativa ai coprodotti. Andranno creati report specifici e tag, dopo aver consultato gli utenti ed i clienti del sistema.
4. **Creazione/revisione/integrazione di Procedure e Manuali di Produzione** (Area Nero, Area Effluenti) **e Tecnici relativi alla fase** (metodi di analisi e strumentali, ricette di lavorazione). L'azienda già possiede un Database Lotus Notes contenente manuali e procedure di Fabbrica. La sezione relativa ai coprodotti richiede di essere ampliata ed integrata in relazione alle mutue interazioni con le altre sezioni di impianto, operazioni a monte e a valle, ed in molti aspetti questa

parte deve essere creata del tutto.

5. **Implementazione di un sistema di registrazione dei quantitativi di GR in uscita dal Sito per la sperimentazione in discarica.** Questa attività dovrà essere effettuata sia in Fabbrica che nella discarica. Sarà necessario implementare un sistema di compilazione dei formulari con i rispettivi quantitativi di GR in uscita, che dovranno poi essere registrati; successivamente sarà necessario "ricevere" il mezzo presso la discarica completando le operazioni di accettazione del formulario e successiva registrazione, oltre beninteso al supervisionare le operazioni.

6. **Simulazione teorica e pratica di condizioni "limite"** che possono portare ad un gesso rosso non accettabile per l'applicazione come materiale massivo per la copertura delle discariche. Se necessario, saranno effettuate delle prove pilota di neutralizzazione di Laboratorio.

Si evidenzia come i punti 1 - 4 abbiano un impatto sia sul processo di fabbricazione del biossido di titanio che su tutti i coprodotti generati dal processo di neutralizzazione (Gesso Rosso, Gesso Grigio, Gesso Bianco e Anidride carbonica), e quindi l'impatto delle specifiche, dei limiti di processo posti vada ad essere interpretato sotto il duplice profilo delle ripercussione sia sul biossido di Titanio sia sulla processabilità dei prodotti generati in neutralizzazione.

L'operazione proposta di inserire in un sistema normato la generazione dei gessi è da intendersi come "preparazione per il riutilizzo" contemplata nella gerarchia dei rifiuti della Direttiva 2008/98/CE del parlamento Europeo del 19 Novembre 2008 che aggiorna la normativa in materia di rifiuti ed aggiunge la possibilità di ottimizzare il rifiuto affinché possa essere riutilizzato. Infatti all'articolo 4 è riportata la nuova *"gerarchia dei rifiuti che si applica quale ordine di priorità della normativa e della politica in materia di prevenzione e gestione dei rifiuti"*:

a) *prevenzione;*

b) *preparazione per il riutilizzo;*

c) *riciclaggio;*

d) *recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia; e*

e) *smaltimento."*

Mentre la normativa vigente contempla solo 3 attività :

a) prevenzione;

b) riciclaggio e

c) smaltimento

Strumenti/attrezzature

Si prevede di utilizzare:

1. strumenti informatici forniti da Tioxide (Lotus Notes Database, Minitab, Tessa, PI Process Book)
2. strumenti di Laboratorio Tioxide (Assorbimento Atomico, ICP, XRF, XRD, titolatori, cromatografo ionico, analizzatore elementare)
3. apparecchiatura pilota di Laboratorio Tioxide (reattori, filtri, pompe...)
4. apparecchiatura d'impianto Tioxide (serbatoi, reattori, strumentazione innovativa, pompe, pHmetri)

Il costo di utilizzo degli strumenti ed attrezzature impiegati all'interno del presente obiettivo operativo da parte di Tioxide non è stato speso nel progetto in quanto di complessa e difficile determinazione o perché lo strumento/attrezzatura utilizzato risulta già interamente ammortizzato.

Risorse umane

Tioxide prevede di impiegare **44.6** mesi/uomo complessivi, così ripartiti per figura professionale:

- ricercatori: **21.3** mesi/uomo
- altro (personale di produzione e assicurazione qualità): **23.3** mesi/uomo

la suddivisione dei mesi-uomo per partner in questo obiettivo operativo può essere schematizzata come di seguito:

obiettivo operativo 1: assicurazione qualità del Gesso Rosso		mesi uomo	
attività		Tioxide	
Piano di controllo Gesso Rosso e materie prime		14	
Definizione specifiche materie prime		6.3	
Sistema elettronico dati analisi		4	
Procedure e manuali Produzione e Tecnici		16.4	
Registrazione movimenti GR		2.9	
Prove di Laboratorio		1	
Ore totali		6877	
Mesi/uomo		44.6	

Per la conversione da ore totali a mesi/uomo sono state utilizzati i seguenti valori:

- Tioxide: 154.17 h/mese
- Tea Sistemi: 157 h/mese
- ISE: 160 h/mese
- C.I.B.I.A.C.I: 160 h/mese per ricercatori e dirigenti e 144 h/mese per tecnici e amministratori.

Subcontratti

Nessuno

Risultati attesi

Ci si attende di ottenere i seguenti risultati:

- 1) Individuazione dei parametri chiave da controllare durante il processo in modo da garantire la necessaria costanza qualitativa dei gessi in vista dell'applicazione come materiali per la ricopertura delle discariche (punto cardine).
- 2) Impostazione di una procedura operativa di laboratorio che, col minor numero di analisi possibili, garantisca l' idoneità di un gesso all'applicazione per il *capping* delle discariche.

Tempi

La successione temporale delle attività previste è riassunta nel seguente diagramma di Gannt:

Ob. Op. 1	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Attività																			
1	Piano controllo GR e materie prime																		
2	Definizione specifiche																		
3	Sistema elettronico analisi dati																		
4	Procedure e manuali di Prod e Tecnici																		
5	Registrazione movimenti																		
6	Prove di Laboratorio																		
totale ob op. 1																			

Obiettivo operativo n. 2

Progettazione, posa in opera e manutenzione delle coperture in gesso presso la discarica di rifiuti speciali non pericolosi

Attività previste

Partner coinvolti: Tioxide (Responsabile), TEA Sistemi.

Si prevede di svolgere le seguenti attività:

- 1) acquisizione delle informazioni necessarie per la progettazione esecutiva della posa in opera delle coperture, incluso il sopralluogo sul sito;
- 2) progettazione esecutiva della posa in opera delle coperture e della strumentazione per il monitoraggio;
- 3) acquisizione delle autorizzazioni necessarie per lo svolgimento della sperimentazione in situ (autorizzazione regionale all'attività di sperimentazione sui rifiuti ex LR 25/98);
- 4) selezione dei fornitori, stipula contratti di fornitura per la posa in opera delle coperture e per l'acquisto e l'installazione della strumentazione per il monitoraggio e stipula convenzione operativa con il Comune di Grosseto;
- 5) realizzazione delle coperture e installazione della strumentazione necessaria per il monitoraggio (piezometri, pluviometri, etc);
- 6) collaudo coperture.

Nella conduzione di questo obiettivo operativo Tioxide e TEA Sistemi collaboreranno a stretto contatto e, sebbene l'obiettivo operativo sia responsabilità di Tioxide, TEA Sistemi avrà comunque un ruolo rilevante e costante di supporto in tutte le attività. TEA Sistemi affiancherà Tioxide per tutta la parte progettuale delle coperture e per la richiesta dell'autorizzazione, partecipando anche alle conferenze di servizi della Regione e, all'occorrenza, presso il Ministero dell'Ambiente, e sarà responsabile della progettazione. Per la progettazione e la richiesta delle autorizzazioni Tioxide e TEA Sistemi condideranno tutte le decisioni e terranno informati gli altri partner.

La progettazione esecutiva delle coperture sarà eseguita in collaborazione tra Tioxide e TEA Sistemi, che si avvarrà della consulenza di un ingegnere civile progettista esperto in progettazione di discariche. La selezione dei fornitori per l'esecuzione delle coperture sarà compito di Tioxide, con il supporto di TEA Sistemi.

Tioxide eseguirà le coperture avvalendosi del proprio personale e di ditte esterne per i trasporti dei materiali, la movimentazione terra, installazione dei piezometri e costruzione delle eventuali opere civili di supporto, sulla base del progetto. TEA Sistemi supporterà Tioxide in questa fase eseguendo la direzione lavori e il collaudo delle coperture.

Per eseguire le coperture in campo sarà necessario infatti:

- acquisire del Sito di discarica che ospiterà la sperimentazione, (discarica comunale delle Strillaie – Grosseto) tutti gli atti autorizzativi, i progetti della discarica, gli eventuali collaudi, le informazioni sulla gestione del sito che consentano di progettare le coperture sperimentali e la loro posa in opera. Sarà necessario compiere dei sopralluoghi sul sito, compresi dei rilievi topografici e analisi chimiche del biogas e del percolato (attività 1). Il Comune di Grosseto ha deliberato la concessione d'uso del Sito per il progetto (allegata al modulo B1 cartaceo) , e stipulerà una convenzione con Tioxide che regolerà i diritti d'uso del sito (attività 4).
- parallelamente, acquisire dalla Regione Toscana l'autorizzazione ad attività sperimentale di recupero rifiuti, prevista per legge per questo tipo di attività (LR 25/98). La richiesta di

autorizzazione dovrà essere presentata anche al Ministero dell'Ambiente in quanto la discarica è Sito di Interesse Nazionale (SIN) per le bonifiche. Il progetto di realizzazione delle coperture sperimentali verrà presentato in Regione e agli altri enti interessati per ottenere l'autorizzazione ad attività di sperimentazione del riutilizzo di rifiuti. Una volta ottenuta l'autorizzazione Tioxide e il Comune di Grosseto definiranno la convenzione per la concessione d'uso del Sito sulla base del progetto approvato.

- Si procederà con la selezione dei fornitori dei materiali e per la posa in opera.
- Si prevede quindi di realizzare le coperture a partire dal mese 5 dall'inizio del progetto. La posa in opera avverrà in due mesi. Le coperture verranno collaudate e la direzione lavori assicurerà che l'esecuzione sia conforme al progetto e alle prescrizioni dell'autorizzazione. I collaudi prevedono le verifiche sui materiali, come le prove in campo e in laboratorio sul grado di compattazione e sulla permeabilità dei gessi (prove Proctor, prove in cella triassiale, prove con permea metro di Boutwell), sugli spessori posati, sulla densità dei materiali, e le verifiche sui criteri e metodologia di posa in opera e compattazione.

Strumenti/attrezzature

Per Tioxide:

Per la posa in opera si prevede di utilizzare i seguenti strumenti e attrezzature: auto carri per il trasporto mezzi d'opera di cantiere quali ruspe, escavatori, rulli compattatori.

Per il rinverdimento si prevede l'impiego di macchine agricole quali trattori equipaggiati con assolcatori profondi, frangizolle etc per la preparazione del letto di semina mentre seminatrici ed erpici a denti fissi per la copertura.

Il costo di utilizzo degli strumenti ed attrezzature impiegati all'interno del presente obiettivo operativo da parte di Tioxide è stato speso nel progetto alla voce "altri costi" in quanto sarà un terzo a fornire ed utilizzare tali strumenti e attrezzature.

Per TEA Sistemi:

Si prevede di utilizzare personal computer, stampanti e software sottoposti a licenza d'uso (AUTOCAD, ARCVIEW) per la progettazione per e la redazione delle relazioni tecniche per le autorizzazioni.

Non si prevede di rendicontare le spese relative a strumentazione e attrezzature in quanto già in possesso di TEA Sistemi e già ammortizzate.

Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività

I partner coinvolti nel secondo obiettivo operativo sono Tioxide e TEA Sistemi.

Tioxide prevede di impiegare **9** mesi/uomo complessivi, così ripartiti per figura professionale:

- dirigenti (redazione richieste di autorizzazione, contatti con gli enti autorizzatori, gestione del progetto e progettazione etc): **5** mesi uomo;
- altro (personale di produzione): **4** mesi/uomo.

TEA Sistemi prevede di impiegare 4,75 mesi/uomo complessivi, così ripartiti:

- ricercatori: 2,06 mesi uomo;
- personale amministrativo: 0,19 mesi uomo;
- tecnici laureati: 1,94 mesi uomo;
- dirigenti (redazione richieste di autorizzazione, contatti con il Comune di Grosseto, progettazione, etc): 0,19 mesi uomo;
- amministratori/soci: 0,37 mesi uomo;

la suddivisione dei mesi-uomo per partner in questo obiettivo operativo può essere schematizzata come di seguito:

obiettivo operativo 2: progettazione, posa in opera e manutenzione coperture attività	mesi uomo	
	Tioxide	Tea Sistemi
acquisizione informazioni per progetto	0,25	0,5
progettazione coperture	1	0,5
acquisizione autorizzazione	1,5	2
selezione fornitori	1	0,5
realizzazione coperture	5	1
collaudo coperture	0.25	0,25
Ore totali	1388	760
totale mesi uomo	9	4,75

Per la conversione da ore totali a mesi/uomo sono state utilizzati i seguenti valori:

- Tioxide: 154.17 h/mese
- Tea Sistemi: 157 h/mese
- ISE: 160 h/mese
- C.I.B.I.A.C.I: 160 h/mese per ricercatori e dirigenti e 144 h/mese per tecnici e amministratori.

Subcontratti

Tioxide si avvarrà di consulenti per quei ruoli di cui non dispone al suo interno quali professionisti per rilievi topografici e per eventuali prescrizioni autorizzazioni quali, e.g., convenzione con Arpat
Tioxide si servirà dei seguenti fornitori di servizi per la posa in opera delle coperture:

- ditte di movimento terra, equipaggiate di mezzi di trasporto, ruspe, escavatori, compattatori e relative professionalità
- ditte per esecuzione opere civili (ad es. installazione di nuovi piezometri) oltre che per la realizzazione della viabilità di cantiere dedicata ed eventuali sistemi di gestione delle acque meteoriche
- ditte con attrezzature e professionalità idonee per i lavori di semina e manutenzione del verde

TEA Sistemi si servirà del supporto di un ingegnere civile progettista esperto in progettazione e bonifiche di discariche di rifiuti non pericolosi, che coadiuvi le professionalità del geologo e del chimico presenti in TEA Sistemi.

Risultati attesi

Illustrare i risultati attesi delle attività e indicare i punti cardine (momenti decisivi) per l'attuazione del progetto

Ci si attende di ottenere i seguenti risultati:

1. progettazione delle coperture;
2. stipula della convenzione con Arpat;
3. autorizzazione allo svolgimento della sperimentazione in campo da parte della Regione Toscana con il coinvolgimento degli altri enti interessati (punto cardine);
4. realizzazione e collaudo con esiti positivi delle coperture sperimentali in gesso (punto cardine).

Tempi

Si prevede di terminare la posa in opera delle coperture e il collaudo entro sei mesi dall'inizio del progetto.

La successione temporale delle attività previste è riassunta nel seguente diagramma di Gannt:

Ob. Op. 2	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	acquisizione info																		
2	progettazione																		
3	autorizzazioni																		
4	selezione fornitori																		
5	posa in opera																		
6	collaudo																		
totale ob op. 2																			

Obiettivo operativo n. 3: Caratterizzazione della reattività biologica della copertura di discarica: a) analisi delle cenosi microbiche e identificazione delle attività biochimiche prevalenti; b) studio della mobilità e biodisponibilità degli elementi metallici

Attività previste

Illustrare le attività previste per realizzare l'obiettivo indicato specificando il ruolo di ciascun partner del progetto

I partner coinvolti in questo obiettivo operativo sono ISE-CNR (Responsabile), e, come supporto, TEA Sistemi e Tioxide.

Si prevede di condurre le seguenti attività:

1. analisi delle cenosi microbiche e identificazione delle attività biochimiche prevalenti all'interno delle coperture in gessi, sia in campo che in laboratorio;
2. studio della mobilità e biodisponibilità degli elementi metallici, sia in campo che in laboratorio.
3. Reporting finale dei risultati.

ISE – CNR sarà responsabile della conduzione e della direzione scientifica delle attività di studio microbiologico e della chimica del suolo, chiedendo la collaborazione di Tioxide e TEA Sistemi quando necessario e coordinando le loro attività;

Tioxide fornirà i campioni di gesso necessari per le prove in laboratorio, assicurando la costanza della composizione del gesso, e renderà disponibili tutte le informazioni a sua disposizione sulla composizione, sulle caratteristiche e le proprietà del materiale.

TEA Sistemi coadiuverà ISE-CNR nella conduzione delle prove e dei prelievi in campo, e fornirà a ISE-CNR tutte le informazioni e i dati a sua disposizione sulle condizioni ambientali in discarica, sui dati di monitoraggio delle acque, percolato e biogas (vedi obiettivo operativo 5) e sui risultati dei collaudi e delle verifiche sulle coperture.

Le attività di ricerca si svolgeranno sia su campioni prelevati in campo che su campioni coltivati in laboratorio.

In particolare, le attività 1 e 2 saranno così articolate:

Attività 1 – analisi delle cenosi microbiche e identificazione delle attività biochimiche:

- 1.1. Prove preliminari in laboratorio di microbiologia circa la reattività biologica dei gessi rossi.
- 1.2 Caratterizzazione delle cenosi batteriche della copertura di discarica in opera,
- 1.3 Messa a punto di inoculi microbici per l'attivazione rapida della reattività di coperture di discarica a base di gessi rossi e verifica degli stessi in prove parcellari.

Attività 2 – studio della mobilità e biodisponibilità degli elementi metallici:

- 2.1 Analisi *in situ* della speciazione dei microinquinanti nella copertura di discarica in opera.
- 2.2 Messa in essere e monitoraggio delle prove lisimetriche con gessi rossi in purezza o in miscela con altre matrici (es. compost).
- 2.3 Continuazione dello studio sulla speciazione dei microinquinanti sia in vasca lisimetrica che nella copertura di discarica in opera.

Di seguito si riporta una descrizione dettagliata delle attività.

Attività 1. Analisi delle cenosi microbiche e identificazione delle attività biochimiche

Riguardo ai campioni prelevati in campo, una volta messa in opera la copertura a base di gessi rossi e trascorso un tempo sufficiente a creare una situazione di climax lungo il profilo della stessa,

questa verrà studiata dal punto di vista microbiologico.

In particolare, saranno prese in considerazione le cenosi batteriche responsabili dell'ossidazione del metano (batteri metilotrofi obbligati o metanotrofi), sia in condizioni aerobiche che anaerobiche. Contestualmente, verrà prestata attenzione alle specie microbiche coinvolte nel ciclo biogeochimico dello zolfo, con particolare riferimento ai batteri solfato-riduttori ed alle specie batteriche solfo-ossidanti.

La caratterizzazione microbiologica verrà condotta sia ricorrendo a tecniche classiche basate su saggi biochimici ed isolamenti in coltura axenica, sia con l'ausilio di metodi molecolari *culture-independent* (e.g. DGGE, *Denaturing Gradient Gel Electrophoresis*; RFLP, *Restriction Fragment Length Polymorphism*; analisi degli acidi grassi di membrana o FAME, *Fatty Acid Methyl Ester*; FISH, *Fluorescent In Situ Hybridization*).

Di pari passo allo studio condotto su campioni ambientali derivanti direttamente dalla copertura di discarica in opera, a livello di laboratorio i gessi rossi saranno sottoposti a prove di reattività biologica in presenza di ceppi in purezza ovvero di *consortia* batterici ben definiti – sia derivanti dagli isolamenti sia acquisiti da collezioni - in modo da poter meglio definire – con modelli semplificati – il comportamento della matrice di copertura in condizioni fisico-chimiche (pH, temperatura, potenziale redox) e trofiche (presenza di nutrienti specifici e di composti organici) diverse.

La copertura di discarica sarà inoltre caratterizzata in termini di contenuto in microinquinanti (metalli pesanti e metalloidi), ricostruendo – in senso diacronico – la speciazione degli stessi nelle frazioni insolubili e biodisponibili. A tal fine, oltre al monitoraggio *in situ*, verranno allestite prove lisimetriche in modo da ricostruire i bilanci di massa dei singoli microinquinanti.

Attività 2 – studio della mobilità e biodisponibilità degli elementi metallici:

2.1 Analisi *in situ* della speciazione dei microinquinanti nella copertura di discarica in opera.

La ricerca che si propone in questa attività nasce dalla necessità di esaminare in dettaglio le proprietà di questi materiali in confronto con le caratteristiche di un terreno vegetale nello specifico ambiente della discarica. In aggiunta agli aspetti microbiologici in precedenza illustrati si ritiene opportuno valutare tutti i possibili percorsi di migrazione degli eventuali microinquinanti presenti: diviene quindi essenziale determinare mediante analisi condotte direttamente sulla matrice prelevata “*in situ*” le forme chimiche dei microinquinanti inorganici che possano essere considerate mobili e bioaccessibili tenendo conto delle specifiche condizioni della matrice. Esistono diversi test di estrazione per valutare la mobilità e la bioaccessibilità dei contaminanti inorganici. Sui campioni di gessi rossi raccolti nella campagna di prelievi “*in situ*”, saranno provati, pertanto, differenti test chimici.

In particolare saranno impiegati i seguenti reattivi secondo lo schema riportato in Tabella 1:

Tabella 1 Reattivi utilizzati per la valutazione della frazione biodisponibile di metalli

Reattivo	Rapporto suolo estraente	Tempo di contatto
Acqua	1:5	5 h
CaCl ₂	1:5	5 h
NH ₄ NO ₃ 1M	1:2.5	5 h

Nell'estrazione con acqua vengono interessati, in termini schematici, i metalli pesanti nella matrice che possono essere considerati presenti come solubili nella fase liquida sia in forma di ioni liberi sia come complessi con eventuali leganti inorganici presenti. Si valuta, pertanto, la quantità immediatamente disponibile per i processi di assorbimento dei recettori ecologici.

L'impiego di nitrato di ammonio o di cloruro di calcio consente di estrarre i metalli che si trovano nella fase solida, legati alle superfici con cariche elettrostatiche negative. Vengono così interessati i legami di natura elettrostatica e si individua la quota di metalli che è potenzialmente disponibile per i processi ambientali in seguito alla diminuzione delle concentrazioni presenti nella fase liquida.

Questo tipo di estrazioni chimiche, che rientrano nelle metodologie di approccio passivo, sono considerate le più indicate per simulare l'assorbimento degli elementi inorganici da parte degli organismi viventi.

Queste misure saranno inoltre accompagnate da misure effettuate direttamente in campo mediante "lisimetri a suzione" con estrazione della fase liquida dalla copertura finale della discarica per suzione attraverso una ceramica porosa. Si potrà così analizzare la soluzione circolante e determinare anche in tempi diversi i cationi e gli anioni presenti e mettere a punto un bilancio previsionale di eventuali rilasci.

2.2. Messa in essere e monitoraggio delle prove lisimetriche con gessi rossi in purezza o in miscela con altre matrici (es. compost).

Le prove saranno condotte nella serra dell'ISE in condizioni tali da simulare alcuni fenomeni che avvengono in pieno campo, al fine di caratterizzare la capacità dei gessi rossi di ridurre i processi di infiltrazione, e minimizzare i fenomeni di percolazione. Per questo motivo si ritiene opportuno utilizzare dei lisimetri nei quali sia possibile stimare l'efficienza e le caratteristiche di questi materiali in copertura di discariche.

I lisimetri che saranno impiegati sono costituiti da contenitori in PVC che verranno riempiti con il materiale oggetto di studio dopo una fase di miscelamento e omogeneizzazione. I recipienti saranno predisposti in modo da consentire la raccolta del percolato. Si determinerà la produzione di lisciviato in condizioni differenti di aggiunta di acqua per simulare diversi eventi meteorici; si valuterà quindi la presenza di ioni metallici e anioni inorganici quali ad esempio cloruri e solfati nel percolato. Si utilizzeranno anche soluzioni acquose con acidità crescente, anche con lo scopo di simulare effetti derivanti dall'acidità delle piogge. Gli esperimenti saranno condotti in presenza di soli gessi rossi, su una matrice costituita da gessi rossi e compost ed infine in presenza di vegetazione per valutare se i vegetali sin combinazione con i gessi rossi sono in grado di ridurre i processi di infiltrazione dell'acqua e modificare la composizione chimica del lisciviato.

Continuazione dello studio sulla speciazione dei microinquinanti sia in vasca lisimetrica che nella copertura di discarica in opera.

Sulla base dei risultati ottenuti saranno impostate ulteriori prove in vasche lisimetriche, mettendo a disposizione le strutture per le verifiche di carattere microbiologico e chimico. Condizioni simili saranno ricercate anche "in situ" nella discarica in accordo con le altre competenze coinvolte nel progetto per predisporre un adeguato programma di monitoraggio di eventuali rilasci di cationi ed anioni inorganici nelle condizioni reali del sito della discarica prescelto

Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività

Per lo svolgimento delle attività programmate, l'ISE-CNR di Pisa si avvarrà di attrezzature e strumentazione disponibili presso le strutture dell'Ente. In particolare, la caratterizzazione microbiologica verrà condotta in apposito laboratorio attrezzato per ricerche di microbiologia ambientale e tassonomia molecolare. Questo laboratorio è dotato di tutta la strumentazione standard per l'isolamento e la coltivazione di microorganismi, nonché di apparecchiature per l'indagine molecolare (e.g. termociclatori per PCR, celle elettroforetiche per DGGE, strumentazione Fast-PREP per estrazione di DNA genomico da campioni ambientali, gas-cromatografo, *etc.*)

Sul versante dell'indagine sui microinquinanti in matrici ambientali, l'ISE-CNR di Pisa dispone di strumentazione per la spettrofotometria in assorbimento atomico, dello strumento Dionex-SPE (Solid Phase Extraction), di colonne lisimetriche per i bilanci di materia.

L'attrezzatura e la strumentazione di laboratorio è già disponibile presso l'ISE - CNR e non si prevede di rendicontare spese di attrezzatura e strumentazione nell'ambito del progetto.

Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività

Obiettivo operativo 3 - Attività 1: analisi delle cenosi microbiche e identificazione delle attività biochimiche

Per lo svolgimento dell'attività 1 è previsto l'apporto delle seguenti figure professionali di ISE-CNR:

- Dirigente, per un totale di 0,72 mesi/uomo, con particolare riferimento alle seguenti attività: prove preliminari in laboratorio di microbiologia (0,24 mesi /uomo); caratterizzazione cenosi batteriche (0,24 mesi/uomo); e messa a punto di inoculi microbici (0,24 mesi/uomo)
- Ricercatore, per un totale di 1,26 mesi/uomo, con particolare riferimento alle seguenti attività: microbiologia di laboratorio (0,41 mesi /uomo); caratterizzazione cenosi batteriche (0,49 mesi/uomo); e messa a punto di inoculi microbici (0,36 mesi/uomo);
- Assegnista, per un totale di 17,1 mesi/uomo, con particolare riferimento alle seguenti attività: prove preliminari in laboratorio di microbiologia (5,69 mesi /uomo); caratterizzazione cenosi batteriche (6,50 mesi/uomo); e messa a punto di inoculi microbici (4,89 mesi/uomo).

Obiettivo operativo 3 – Attività 2: – studio della mobilità e biodisponibilità degli elementi metallici:

Per lo svolgimento dell'attività 2 è previsto l'apporto delle seguenti figure professionali di ISE-CNR:

- Dirigente, per un totale di 0,40 mesi/uomo, con particolare riferimento alle seguenti attività: speciazione microinquinanti (0,24 mesi /uomo); prove lisimetriche (0,16 mesi/uomo);
- Ricercatore, per un totale di 0,66 mesi/uomo, con particolare riferimento alle seguenti attività: speciazione microinquinanti (0,33 mesi /uomo); prove lisimetriche (0,33 mesi/uomo);
- Assegnista, per un totale di 8,78 mesi/uomo, con particolare riferimento alle seguenti attività: speciazione microinquinanti (3,66 mesi /uomo); prove lisimetriche (5,12 mesi/uomo);

Per le attività di reporting è previsto l'apporto delle seguenti figure professionali:

- Dirigente: 0,07 mesi/uomo)
- Ricercatore: 0,15 mesi/uomo
- Assegnista: 2,44 mesi/uomo

Per ognuna delle attività è previsto un supporto per il prelievo dei campioni di suolo in campo e per lo scambio di informazioni sul monitoraggio ambientale della discarica da parte di TEA Sistemi, di 0,5 mesi uomo e di Tioxide, 0.5 mesi uomo (altro – personale di produzione).

La suddivisione dei mesi-uomo per partner in questo obiettivo operativo può essere schematizzata come di seguito:

obiettivo operativo 3	Caratterizzazione reattività biologica			
Attività 1 - MICROBIOLOGIA	Tioxide	TEA Sistemi	ISE	CIBIACI
prelievo campioni suolo in campo		0,5		
microbiologia laboratorio			6,34	
caratterizzazione cenosi			7,24	
inoculi microbici			5,5	
fornitura campioni gesso rosso				
<i>totale mesi uomo attività 1</i>		<i>0,5</i>	<i>19,08</i>	
				0
Attività 2 – MOBILITA' METALLI				
prelievo campioni suolo e acque		0,5		
fornitura campioni gesso rosso	0.5			
speciazione microinquinanti			4,23	
prove lisimetriche			5,61	
<i>totale mesi uomo attività 2</i>		<i>0,5</i>	<i>9,84</i>	
Attività 3- REPORTING				
			2,67	
Ore totali	77	160	3884	
Totale mesi uomo	0.5	1	31,59	0

Per la conversione da ore totali a mesi/uomo sono state utilizzati i seguenti valori:

- Tioxide: 154.17 h/mese
- Tea Sistemi: 157 h/mese
- ISE: 160 h/mese
- C.I.B.I.A.C.I: 160 h/mese per ricercatori e dirigenti e 144 h/mese per tecnici e amministratori.

Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione delle attività

Non sono previsti subcontratti per questo obiettivo operativo.

Risultati attesi

Illustrare i risultati attesi delle attività e indicare i punti cardine (momenti decisivi) per l'attuazione del progetto

Lo studio condotto dall'Unità Operativa ISE-CNR di Pisa porterà alla completa delucidazione delle proprietà biologiche/biochimiche della copertura di discarica a base di gessi rossi.

Ci si attende, infatti, di comprendere il comportamento dei gessi nelle coperture riguardo alla possibilità di attivare colonie batteriche solfato-riduttrici in ambiente anaerobico, col rischio di produzione di H_2S , e riguardo alla capacità di biofiltrazione e abbattimento del metano da parte di popolazioni batteriche metanofile (punto cardine).

Inoltre ci si attende di ottenere dati quantitativi e riproducibili riguardo ai processi di lisciviazione e alle capacità di assorbimento dei gessi nelle condizioni operative proposte (punto cardine).

Ciò consentirà di predisporre i protocolli più adeguati per la gestione standard di questo tipo di coperture nelle condizioni operative reali, prevenendo qualsiasi tipo di impatto negativo in termini ambientali (ad esempio rilascio di maleodoranze, migrazione di inquinanti, *etc.*)

L'indagine porterà inoltre alla messa a punto di inoculi microbici finalizzati all'attivazione rapida delle funzioni bioreattive in coperture appena messe in opera.

Tempi

Si propone di suddividere le attività previste secondo la seguente cadenza temporale:

Attività 1: analisi delle cenosi microbiche e identificazione delle attività biochimiche prevalenti all'interno delle coperture in gessi, sia in campo che in laboratorio;

1° anno: da mese 1 a mese 6

Prove preliminari in laboratorio di microbiologia circa la reattività biologica dei gessi rossi.

1° anno: da mese 4 a mese 12

Caratterizzazione delle cenosi batteriche della copertura di discarica in opera,

2° anno: da mese 13 a mese 16

Messa a punto di inoculi microbici per l'attivazione rapida della reattività di coperture di discarica a base di gessi rossi e verifica degli stessi in prove parcellari.

Attività 2: studio della mobilità e biodisponibilità degli elementi metallici, sia in campo che in laboratorio.

1° anno: da mese 1 a mese 12

Messa in essere e monitoraggio delle prove lisimetriche con gessi rossi in purezza o in miscela con altre matrici (es. compost).

1° anno: da mese 4 a mese 12

Analisi *in situ* della speciazione dei microinquinanti nella copertura di discarica in opera.

2° anno: da mese 13 a mese 16

Continuazione dello studio sulla speciazione dei microinquinanti sia in vasca lisimetrica che nella copertura di discarica in opera.

Reporting (comune per attività 1 e 2)

2° anno: da mese 17 a mese 18

Elaborazione complessiva dei risultati dell'indagine e stesura del rapporto finale sulla reattività biologica e sulla dinamica dei microinquinanti nella copertura di discarica a base di gessi rossi.

Ob. Op. 3	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	<i>microbiologia</i>																		
1.1	microbiologia laboratorio																		
1.2	caratterizzazione cenosi																		
1.3	inoculi microbici																		
2	<i>Mobilità metalli</i>																		
2.1	speciazione microinquinanti																		
2.2	prove lisimetriche																		
3	<i>reporting</i>																		
totale ob op. 3																			

Obiettivo operativo 4:

studio sulle specie vegetali adattabili alle coperture di “gesso rosso” (CIBIACI (responsabile), Tioxide)

Attività previste

Illustrare le attività previste per realizzare l'obiettivo indicato specificando il ruolo di ciascun partner del progetto

Per la conduzione di questo obiettivo operativo è previsto il coinvolgimento di CIBIACI (responsabile) e la collaborazione di Tioxide.

Tioxide supporterà CIBIACI fornendo tutte le informazioni disponibili riguardo alle pregresse esperienze di piantumazione e rinverdimento su gessi ammendati e collaborerà all'attività 2 (allestimenti in campo) fornendo supporto all'allestimento dell'impianto pilota e al monitoraggio della crescita della vegetazione in situ.

L'obiettivo operativo è suddiviso in due attività:

- 1) Screening in laboratorio di specie adatte alla vegetazione delle coperture in gesso rosso (0-9° mese).
- 2) Verifica della performance delle piante prescelte direttamente sulle coperture allestite in campo (9-18° mese).

Di seguito si riporta la loro descrizione:

1) Screening in laboratorio di specie adatte alla vegetazione delle coperture in gesso rosso (0-9° mese).

In studi pregressi condotti da Tioxide, il gesso rosso si è dimostrato capace di sostenere la crescita di alcune piante ma né è stata valutata la sua incidenza sullo sviluppo degli organismi stessi né sono state selezionate le piante e le condizioni colturali migliori per la vegetazione delle coperture. Il substrato infatti può limitare la crescita delle piante a causa delle conseguenze asfittiche dovute al suo stato granulometrico e della sua eventuale tossicità causata da sostanze presenti in concentrazioni non adeguate. Verranno quindi effettuate prove per valutare questi aspetti e selezionare le specie e le modalità di coltivazione più adatte alle esigenze del presente progetto.

Verrà verificata la tolleranza delle specie al substrato tal quale e a miscele di gesso rosso e ammendanti in proporzioni variabili (misura della produzione di biomassa e dell'allungamento delle piante). Per questa sperimentazione saranno allestite coltivazioni in vaso di alcune specie prescelte secondo le seguenti caratteristiche:

- Pianta ad elevato contenuto in zolfo (es. Brassicaceae tipo *Brassica juncea*)
- Pianta normalmente utilizzate per le coperture (erbacee, arbustive etc.)
- Pianta che crescono spontaneamente in zone ad alto contenuto di solfati

Per tale scopo saranno sperimentate procedure per migliorare la tessitura del terreno (miscele con aggiunta di substrato inerte tipo agriperlite o argilla espansa) e aumentare la fertilità del substrato (aggiunta di ammendanti naturali tipo compost vegetale).

Una volta trovate le migliori condizioni di crescita, sarà verificato lo stato nutrizionale delle piante con particolare riferimento allo zolfo ed ai metalli pesanti. Le piante saranno mineralizzate tramite digestione umida e gli estratti saranno analizzati mediante spettrometria ad assorbimento atomico o spettrometria al plasma accoppiata induttivamente.

In parallelo saranno condotte prove di controllo in normale terriccio da giardinaggio come riferimento per crescita e stato nutrizionale.

In particolare, specie vegetali provenienti da substrati ad alto contenuto di solfato saranno confrontate mediante analisi molecolare con analoghe specie cresciute in terreni normali per evidenziare differenze nei profili genetici tra le diverse popolazioni, che consentano di valutare se la pressione selettiva del substrato possa aver influito sull'adattamento.

2) Verifica della performance delle piante prescelte direttamente sulle coperture allestite in campo (9-18° mese).

Sulle coperture in gesso rosso saranno allestiti impianti pilota di circa dodici metri quadri in cui verranno depositati almeno trenta centimetri della miscela selezionata. Per quanto riguarda il substrato tal quale, se nella prima fase questo si sarà eventualmente dimostrato capace di sostenere con una discreta resa la crescita di alcune specie, allora sarà allestito anche un impianto di riferimento, altrimenti il controllo sarà fatto solo per gli altri parametri che questo progetto si propone di verificare su copertura vegetata o meno (e in caso sempre con uno strato di trenta centimetri della miscela proposta).

Le piante prescelte saranno coltivate e monitorate relativamente alla crescita e allo stato nutrizionale con le stesse modalità precedentemente illustrate.

Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività

Verranno utilizzate le seguenti attrezzature da laboratorio:

1. Attrezzatura di base da laboratorio chimico (cappe, stufe, etc.)
2. Celle climatiche per la coltivazione
3. Spettrofotometro ad assorbimento atomico e spettrofotometro ICP (disponibile presso Polo Scientifico Universitario)
4. Attrezzatura di base da laboratorio di biologia molecolare (PCR, sistemi per elettroforesi su gel, etc.)
5. Sequenziatore a capillare

Non si prevede di rendicontare l'ammortamento delle attrezzature nell'ambito del progetto in quanto già disponibili e ammortizzate.

Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività

I partner coinvolti nell'obiettivo operativo 4 sono C.I.B.I.A.C.I. e Tioxide.

Il C.I.B.I.A.C.I. prevede di impiegare 13,65 mesi/uomo complessivi, così ripartiti per figura professionale:

- tecnici laureati: 10,48 mesi/uomo
- ricercatori: 1,77 mesi/uomo
- dirigenti (prof. Ordinari): 1,4 mesi/uomo

Tioxide prevede di impiegare 5 mesi/uomo complessivi, così ripartiti:

- ricercatori: 3 mesi uomo
- altro (operai): 2 mesi uomo

La suddivisione dei mesi-uomo per partner in questo obiettivo operativo può essere schematizzata come di seguito:

obiettivo operativo 4: studio sulle specie vegetali adattabili alle coperture di "gesso rosso"	mesi uomo	
	CIBIACI	Tioxide
allestimento coltivazioni in vaso	1	
monitoraggio piante in vaso	4	
analisi molecolare	4	
allestimento impianto pilota	0,2	2
monitoraggio piante in situ	4,45	3
Totale ore	2184	771
totale mesi uomo	13,65	5

Per la conversione da ore totali a mesi/uomo sono state utilizzati i seguenti valori:

- Tioxide: 154.17 h/mese
- Tea Sistemi: 157 h/mese
- ISE: 160 h/mese
- C.I.B.I.A.C.I: 160 h/mese per ricercatori e dirigenti e 144 h/mese per tecnici e amministratori.

Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione delle attività

Non si prevedono subcontratti per questo obiettivo operativo.

Risultati attesi

Illustrare i risultati attesi delle attività e indicare i punti cardine (momenti decisivi) per l'attuazione del progetto

Il lavoro di ricerca che sarà effettuato sarà mirato ad individuare specie vegetali e protocolli di crescita per la vegetazione più adatta alle coperture in gesso rosso.

Per il raggiungimento di questo risultato finale ci si attende di:

- 1) verificare se un substrato ricco di solfati può influire sull'adattamento;
- 2) realizzare un impianto pilota.
- 3) stabilire la tolleranza delle specie esaminate al substrato (punto cardine).

Tempi

La successione temporale delle attività previste è riassunta nel seguente diagramma di Gantt:

Ob. Op. 4	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	allestimento coltivazioni in vaso																		
2	monitoraggio piante in vaso																		
3	analisi molecolare																		
4	allestimento impianto pilota																		
5	monitoraggio piante in situ																		
totale ob op. 4																			

Obiettivo operativo n. 5:

Monitoraggio degli aspetti ambientali e verifiche tecniche delle coperture

Attività previste

I partner coinvolti in questo obiettivo operativo sono Tioxide e TEA Sistemi, con il supporto di ISE-CNR.

TEA Sistemi sarà il partner responsabile della conduzione di questo obiettivo operativo.

Si prevede di realizzare le seguenti attività:

- 1) monitoraggio dello stato delle coperture;
- 2) monitoraggio dei parametri ambientali (parametri meteorologici, campionamento e analisi acque di ruscellamento, percolato, acque di drenaggio, biogas);
- 3) analisi dei risultati.

TEA Sistemi seguirà, in quanto partner responsabile, tutte attività di questo obiettivo operativo, e in particolare supporterà Tioxide nella verifica delle coperture, condurrà il campionamento e le analisi chimiche delle acque, del percolato e del biogas (servendosi anche del supporto esterno di un laboratorio specializzato), e interpreterà i risultati, condividendo l'interpretazione con Tioxide e ISE-CNR.

Tioxide si occuperà di:

- verificare periodicamente lo stato delle coperture (in collaborazione con TEA Sistemi);
- analizzare i risultati del monitoraggio (in collaborazione con TEA Sistemi e ISE-CNR);

ISE-CNR collaborerà con Tioxide e TEA Sistemi nell'interpretazione dei risultati.

Lo stato delle coperture verrà monitorato attraverso:

- ispezioni visive periodiche e documentazione fotografica;
- rilievi topografici per verificare gli assestamenti.

Il monitoraggio sarà volto all'acquisizione dei parametri che consentano di valutare gli impatti ambientali derivati dall'uso dei gessi come coperture e che consentano di eseguire un bilancio idrologico e del biogas in discarica nella fase a regime.

Sarà necessario monitorare gli inquinanti sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, per verificare: a) l'andamento delle concentrazioni di macro e microcomponenti nel percolato e nel biogas e b) l'andamento delle quantità di percolato e biogas emessi, e comprendere l'effetto su questi delle nuove coperture.

Le concentrazioni di inquinanti nel percolato e nelle acque di drenaggio e di ruscellamento verranno misurate attraverso analisi chimiche condotte con i metodi standard riconosciuti (IRSE, EPA, Standard Methods) e servendosi di un laboratorio accreditato SINAL.

La composizione del biogas verrà misurata campionando il gas interstiziale dal suolo con apposite sonde ed eseguendo l'analisi per via gas-cromatografica in laboratorio.

Il bilancio del percolato verrà ricavato attraverso misure delle precipitazioni e del percolato estratto. In fase di progettazione delle coperture si analizzerà come misurare le acque drenate e ruscellate. Verranno comunque utilizzati modelli per il bilancio idrologico delle discariche accreditati in letteratura (ad es. utilizzando la formula di Turc per la stima dell'evapotraspirazione, indicata per

superfici semiinerbite e climi mediterranei, e il metodo del *numero di curva*, sviluppato dal *Soil Conservation Service* (S.C.S.) dello USDA (Dipartimento di Agricoltura degli Stati Uniti) per esprimere il ruscellamento in funzione dell'altezza di pioggia e di un numero, il numero di curva, che dipende dalle caratteristiche idrologiche e morfologiche della superficie, dal tipo di copertura e dal grado di imbibimento del terreno).

Le emissioni di biogas dal suolo verranno misurate attraverso il metodo della camera di accumulo ed eseguendo una interpolazione geostatistica sui dati puntuali di campionamento. La superficie attraverso la quale viene emesso il gas viene suddivisa in una maglia di misura, sui cui nodi vengono effettuate delle misurazioni di flusso di gas attraverso la "camera di accumulo".

Il metodo della "Camera di Accumulo" è un metodo diretto e statico che consiste nel determinare l'aumento di concentrazione di CO₂ o CH₄ nel tempo in un volume noto d'aria contenuto in un recipiente capovolto sul terreno.

Il tasso iniziale di incremento della concentrazione nella camera di accumulo poggiata sul suolo è una misura diretta del flusso tramite una costante che dipende dalle dimensioni della camera.

Il dispositivo utilizzato è costituito da: una camera cilindrica, un sistema di alimentazione a 12V; uno spettrometro ad infrarosso tarato per la CO₂ (IRGA); un palmare opportunamente programmato; un convertitore di segnale analogico-digitale (ADC).

Dall'interno della camera la miscela gas-aria che esce dal suolo è convogliata tramite una pompa di portata nota allo spettrometro ad infrarosso che rileva la concentrazione di CO₂ o CH₄. Il segnale è acquisito dall'ADC e trasmesso al palmare che visualizza la curva concentrazione nel tempo.

Dopo pochi secondi si interrompe l'acquisizione del dato proveniente dallo spettrometro. L'operatore sceglie la porzione di curva per il calcolo del gradiente di concentrazione ed il programma fornisce direttamente il valore di flusso (ppmV/s).

Dai dati di concentrazione nel tempo si calcola la velocità del flusso di gas. Rilevando il flusso su una maglia di punti di campionamento opportuna è possibile interpolare con metodi geostatistici (kriging) il valore di flusso totale dall'area in esame. Il metodo è stato utilizzato nel monitoraggio delle emissioni diffuse di biogas in diverse discariche regionali (Legoli, Terranuova Bracciolini, Firenzuola, Gello di Pontedera).

Si propone di eseguire i campionamenti e le analisi dei parametri ambientali secondo il seguente Piano di Monitoraggio (Tabella A) – il piano di monitoraggio potrà subire delle variazioni in funzione delle prescrizioni impartite dalla Regione all'interno dell'autorizzazione all'installazione delle coperture sperimentali.

Tabella A) CONTROLLI AMBIENTALI

TIPO DI DETERMINAZIONE	PARAMETRI	METODO	UBICAZIONE	FREQUENZA	SCOPO	VALORI DI RIFERIMENTO/PARAMETRI DI SUCCESSO
Biogas – composizione	CO ₂ , CH ₄ , H ₂ , H ₂ S, N ₂ , O ₂	Misura gas interstiziali nel suolo	Tre punti di prelievo per ogni vasca	<ul style="list-style-type: none"> - 1 misura prima di inizio lavori - 1 misura fase di inerbimento - 1 misura ogni tre mesi fase a regime 	Determinare la composizione del biogas emesso dal suolo	la % di H ₂ S nel biogas non deve aumentare nelle vasche con coperture in gessi rispetto al controllo
Biogas – emissioni da suolo	Flusso di CO ₂ e CH ₄ dal suolo	Camera di accumulo	In ogni vasca con maglia 10x10 metri	<ul style="list-style-type: none"> - 1 misura prima di inizio lavori - 1 misura fase di inerbimento - 1 misura fase a regime 	Quantificare le emissioni di biogas dal suolo	Le emissioni di biogas dal suolo non devono aumentare nel corso della sperimentazione
Percolato – composizione	SO ₄ , Cl, Solfuri, COD, BOD ₅ , NH ₃ , NO ₂ , NO ₃ , pH, conducibilità, temperatura, eH, Ca, SOV, in particolare acidi grassi volatili, Cr, Fe, Mn	Metodiche chimiche ufficiali riconosciute	Un campione per ogni vasca	Una misura prima di inizio lavori Una misura ogni tre mesi fase a regime	Determinare la composizione del percolato emesso dal suolo	Il percolato non deve variare di composizione rispetto alla composizione del percolato prima di inizio lavori (i valori devono rientrare nel campo di variabilità di composizione delle analisi pregresse)
Percolato – quantità estratta	Metri cubi	Contatore volumetrico alla pompa di prelievo	Una misura per ogni vasca	Variabile a seconda della piovosità del periodo e comunque almeno tre volte a settimana	Parametro necessario per eseguire il bilancio idrologico della discarica	Il livello del percolato deve essere tenuto al di sotto di 0,5 m
Percolato – livelli piezometrici in discarica	Livello in centimetri	Misura con freatimetro	Un piezometro per ogni vasca	Prima e dopo ogni prelievo in vasca	Parametro necessario per eseguire il bilancio idrologico della discarica	Il livello del percolato deve essere tenuto al di sotto di 0,5 m
Precipitazioni – quantità	Precipitazioni in mm	Misura con pluviometro	Un pluviometro in discarica	giornaliera	Parametro necessario per eseguire il bilancio idrologico della discarica	Non applicabile

TIPO DI DETERMINAZIONE	PARAMETRI	METODO	UBICAZIONE	FREQUENZA	SCOPO	VALORI DI RIFERIMENTO/PARAMETRI DI SUCCESSO
Ruscellamenti – quantità	Metri cubi	Conta litri allo scarico o altre metodiche da valutare	Vasche di raccolta	Misura del livello ad ogni evento meteorico e ad ogni prelievo delle acque	Parametro necessario per eseguire il bilancio idrologico della discarica	Non applicabile
Drenaggi – quantità	Metri cubi	Conta litri allo scarico o altre metodiche da valutare	Vasche di raccolta	Misura del livello ad ogni evento meteorico e ad ogni prelievo delle acque	Parametro necessario per eseguire il bilancio idrologico della discarica	Non applicabile
Acque ruscellamento – qualità	SO ₄ , Cl Ca, Fe, Cl, pH, solidi sospesi, contenuto in Ca e SO ₄ nei SS, pH, temperatura, conducibilità, eH, Mn, Mg, Ni, Cr, Fe	Metodiche chimiche ufficiali riconosciute	Pozzetti di raccolta (uno per vasca)	A seguito di eventi meteorici importanti e comunque almeno 6 determinazioni	Determinare se il gesso rosso viene lisciviato nelle acque di ruscellamento	Valori di riferimento: accettabilità allo scarico in acque superficiali
Acque drenaggio – qualità	SO ₄ , S totale, Ca, Fe, Cl, pH, eH, conducibilità, temperatura, Mg, Mn, Ni, Cr, solidi sospesi, contenuto in Ca e SO ₄ nei SS	Metodiche chimiche ufficiali riconosciute	Pozzetti di raccolta (uno per vasca) DOVE ? Come?	A seguito di eventi meteorici importanti e comunque almeno 6 determinazioni	Determinare se il gesso rosso viene lisciviato nelle acque drenate	Valori di riferimento: accettabilità allo scarico in acque superficiali

Strumenti/attrezzature

Si prevede di utilizzare la seguente strumentazione:

- Per il campionamento sarà utilizzata strumentazione specifica per campionamento delle matrici acque, percolato e biogas: pHmetro, conducimetro e termometro da campo; attrezzatura per il campionamento, la conservazione e il trasporto dei campioni; pompe a immersione per l'estrazione percolato e generatore, bailer in polietilene.
- Per la conservazione e il trasporto dei campioni verranno utilizzate le normali attrezzature previste dalle norme tecniche per il campionamento delle matrici ambientali (campionatori, bottiglie in polietilene o vetro scuro, reagenti per la stabilizzazione, frigoriferi portatili).
- Il biogas emesso dal suolo verrà campionato per l'analisi qualitativa servendosi di una apposita sonda di prelievo e di una linea di campionamento per gas interstiziali con pompa a vuoto. Il campione di gas interstiziale verrà raccolto in sacche di tedlar per essere inviato al laboratorio.
- Le emissioni di biogas dal suolo verranno quantificate mediante l'uso di una camera di accumulo munita di rivelatore gas-cromatografico IR per la misura di flusso del biogas emesso dal suolo. Si tratta di un campionatore costituito di una camera di volume noto che si posa sulla superficie di suolo che emette gas, nella quale il flusso che fuoriesce dal suolo si accumula nel tempo. La camera è collegata a un rilevatore a infrarossi che registra l'aumento della concentrazione di gas (metano o CO₂) all'interno della camera nel tempo.
- Verrà installato un pluviometro per la misura delle precipitazioni.
- Il campo prova delle coperture verrà attrezzato con piezometri capaci di campionare a diversi livelli, in modo da intercettare eventuali depositi di acque di infiltrazione alla base degli strati drenanti.
- Il laboratorio chimico è equipaggiato con la strumentazione richiesta per eseguire le analisi secondo metodi standard, tra cui spettrofotometro di emissione al plasma (ICP), gas cromatografo, cromatografo ionico, HPLC, spettrofotometri UV-VIS.
- Per la verifica degli assestamenti delle coperture verrà utilizzata la strumentazione tecnica per i rilievi topografici (teodolite).

Non si prevede di rendicontare i costi di strumentazione in quanto già in possesso di TEA Sistemi e ammortizzati o in possesso di terzi incaricati (es laboratorio chimico).

Il costo di utilizzo degli strumenti ed attrezzature impiegati all'interno del presente obiettivo operativo da parte di Tioxide è stato speso nel progetto alla voce "altri costi" del progetto.

Risorse umane

I partner coinvolti in questo obiettivo operativo sono Tioxide, TEA Sistemi (responsabile) e ISE-CNR.

Si prevede di impegnare le seguenti professionalità:

per Tioxide:

dirigenti = 0.5 mesi-uomo per analisi dei risultati monitoraggio;

ricercatori = 3 mesi-uomo per analisi dei risultati del monitoraggio e per verifica delle coperture;

altro (personale di produzione) = 3 mese-uomo per verifica coperture;

Per TEA Sistemi:

ricercatori: 4,6 mesi uomo per organizzazione e supervisione della campagna di monitoraggio e per interpretazione dei risultati del monitoraggio;

tecnici laureati: 2,05 mesi uomo per verifica delle coperture e il monitoraggio dei parametri ambientali (organizzazione ed esecuzione delle campagne di misura);

dirigenti: 0,3 mesi uomo per supervisione campagna di monitoraggio e risultati;

amministratori e soci : 0.3 mesi uomo per direzione, supervisione risultati.

per ISE – CNR:

ricercatori: 0,5 mesi-uomo per supporto all'interpretazione dei risultati.

La suddivisione dei mesi-uomo per partner in questo obiettivo operativo può essere schematizzata come di seguito:

obiettivo operativo 5: monitoraggio aspetti ambientali e verifiche coperture	Mesi uomo		
	tioxide	Tea sistemi	ISE-CNR
attività			
monitoraggio coperture	4	1	
monitoraggio parametri ambientali		2	
analisi risultati	2,5	4,3	0,5
Totale ore	1003	1168	60
totale mesi uomo	6,5	7,3	0,5

Per la conversione da ore totali a mesi/uomo sono state utilizzati i seguenti valori:

- Tioxide: 154.17 h/mese
- Tea Sistemi: 157 h/mese
- ISE: 160 h/mese
- C.I.B.I.A.C.I: 160 h/mese per ricercatori e dirigenti e 144 h/mese per tecnici e amministratori.

Subcontratti

Parte delle analisi chimiche sulle matrici acque, biogas e percolato verranno commissionate da TEA Sistemi ad un laboratorio specializzato accreditato SINAL per tutte le prove commissionate.

TEA Sistemi si servirà del supporto del prof. Giovanni Vallini, professore ordinario di Microbiologia Agraria dell'Università di Verona, esperto in bonifiche ambientali e in processi microbiologici all'interno delle discariche. Il prof. Vallini supporterà TEA Sistemi e tutti i proponenti nell'interpretazione dei risultati del monitoraggio ambientale al fine di comprendere le relazioni tra i dati di monitoraggio e i fenomeni microbiologici e fisico chimici studiati nei gessi, e darà quindi un contributo fondamentale nel fornire una visione di insieme alle problematiche ambientali che verranno analizzate sotto i diversi aspetti dai vari partner.

I rilievi topografici verranno commissionati da Tioxide a uno studio professionale.

Risultati attesi

Illustrare i risultati attesi delle attività e indicare i punti cardine (momenti decisivi) per l'attuazione del progetto

Ci si attende di acquisire tutti i parametri che consentano di monitorare gli impatti ambientali derivati dall'uso dei gessi come coperture e che consentano di eseguire un bilancio idrologico e del biogas in discarica nella fase non a regime di piantumazione e crescita della vegetazione e nella fase a regime ad inerbimento avvenuto.

Nella fase non a regime ci si attende una modesta lisciviazione del gesso da parte delle acque meteoriche e quindi la necessità di collettare e smaltire le acque meteoriche. Nella fase a regime non ci si attende una lisciviazione del gesso da parte delle acque meteoriche che saranno comunque scaricate a seguito delle analisi chimiche e comunque seguendo le prescrizioni dell'autorizzazione alla sperimentazione.

Ci si aspetta che l'analisi dei risultati confermi l'assenza di impatti ambientali dovuti all'utilizzo dei gessi nelle coperture (assenza di rilasci di metalli pesanti nelle acque di ruscellamento, assenza di aumento di inquinanti nel percolato e assenza di aumento di emissioni di biogas).

I punti cardine saranno quindi:

- una prima verifica degli impatti ambientali nella fase non a regime in cui avviene l'inerbimento delle coperture (circa mese 6);
- la verifica finale degli impatti per la fase a regime (coperture inerbite), alla conclusione del progetto.

NB: le attività di monitoraggio delle coperture potranno proseguire oltre il termine temporale del progetto, a spese della capofila.

Tempi

Il monitoraggio durerà per tutta la sperimentazione in campo, dall'inizio della posa in opera delle coperture (circa inizio mese 5) fino al termine del progetto. Si prevede che Tioxide continuerà il monitoraggio dello stato delle coperture anche oltre il termine temporale del progetto, se i risultati nel corso del primo anno saranno soddisfacenti.

La frequenza dei campionamenti è riportata nella Tabella A – Piano di Monitoraggio, nella sezione "attività previste" di questo obiettivo operativo.

Ob. Op. 5	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	test coperture																		
2	Monitor. ambientale																		
3	analisi dei risultati																		
totale ob op. 5																			

Gestione e rendicontazione del progetto

Attività previste

Illustrare le attività finalizzate alla gestione e alla rendicontazione del progetto specificando il ruolo di ciascun partner

La gestione del progetto sarà responsabilità del capofila (Tioxide) ma richiederà la stretta collaborazione di tutti i partner soprattutto per lo scambio di informazioni, il coordinamento delle attività e la verifica dello stato di avanzamento del progetto. Tutti i partner quindi vi parteciperanno.

Il progetto verrà gestito attraverso:

- La costituzione dell'Associazione Temporanea di Scopo (ATS) tra i partner;
- l'organizzazione e la realizzazione di seminari interni di aggiornamento, aperti anche a collaboratori e studenti interessati (a cavallo con le attività di disseminazione);
- la redazione dei rapporti sullo stato di avanzamento e le riunioni periodiche sull'organizzazione e l'avanzamento del progetto;
- i rapporti con la Regione Toscana per la rendicontazione, la verifica dello stato di avanzamento del progetto e la riscossione dei contributi;
- la rendicontazione del progetto.

La costituzione dell'ATS avverrà con atto notarile – nell'ATS si specificheranno tutti gli accordi tra i partner (consortium agreement).

I seminari interni verranno organizzati con lo scopo di favorire lo scambio di conoscenze e armonizzare le competenze dei vari partner, nell'ottica di permettere ad ogni partner di acquisire una visione unitaria del progetto e delle sue problematiche.

Le riunioni periodiche sull'organizzazione e l'avanzamento del progetto avverranno all'inizio del progetto ("*kick-off*") e in corrispondenza del sesto (termine installazione coperture), dodicesimo (termine sperimentazioni in laboratorio), sedicesimo (termine delle attività sperimentali in laboratorio) e diciottesimo mese (termine del progetto). Per ogni riunione verrà preparato un rapporto interno sullo stato di avanzamento del progetto, a cura di tutti i partner coinvolti nelle attività di riferimento della riunione.

Tioxide, capofila e quindi partner responsabile, dovrà coordinare tutte le attività di gestione e rendicontazione del progetto, e in particolare la stesura dei rapporti e le riunioni sullo stato di avanzamento del progetto, di cui stabilirà gli ordini del giorno, sentiti gli altri partner, e organizzerà la logistica, e verrà coadiuvato da tutti i partner e in particolare da TEA Sistemi, che possiede una vasta esperienza in partecipazione a progetti di ricerca finanziati.

Le attività di rendicontazione verranno svolte dai partner ognuno per le parti di propria competenza. Tioxide coordinerà la rendicontazione fornendo supporto ai partner e facendo da tramite con la Regione Toscana per ogni necessità. Allo scopo, se richiesto dai partner, Tioxide organizzerà un seminario di formazione sulla rendicontazione per il personale amministrativo dei partner.

Tioxide, nell'espletare l'azione di coordinamento e supporto ai partner, si avvarrà, oltre che di proprio personale, anche della consulenza esterna della società INNOVAZIONE SRL sostenendo il relativo costo.

TEA Sistemi si occuperà principalmente dell'organizzazione e svolgimento dei seminari interni, in quanto elemento di unione, per sua esperienza e vocazione, tra il mondo industriale e il mondo della ricerca scientifica, con cui ha sempre operato a stretto contatto, e affiancherà Tioxide

nell'organizzazione e conduzione delle riunioni di avanzamento del progetto nonché nella redazione dei rapporti di avanzamento.

ISE – CNR e CIBIACI collaboreranno alla preparazione dei seminari interni (preparazione del materiale didattico di loro competenza), alla redazione dei rapporti per le loro parti di competenza, parteciperanno a riunioni e seminari e alla rendicontazione del progetto.

Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività

Tutti i partner sono coinvolti nella gestione del progetto. Il compito di responsabile è della capofila Tioxide.

Si prevede di impegnare le seguenti professionalità:

per Tioxide:

- ricercatori: 8,25 mesi-uomo
- personale amministrativo: 5 mesi-uomo
- dirigenti: 2,6 mesi-uomo

TEA Sistemi prevede di impiegare 6,5 mesi/uomo complessivi, così ripartiti:

- ricercatori: 2,2 mesi uomo;
- personale amministrativo: 1,6 mesi uomo;
- tecnici laureati: 1,4 mesi uomo;
- dirigenti: 0,5 mesi uomo;
- amministratori/soci: 0,75 mesi uomo.

ISE - CNR prevede di impiegare 5,64 mesi/uomo complessivi, così ripartiti:

- ricercatori: 0,66 mesi uomo;
- personale amministrativo: 0,33 mesi uomo;
- assegnisti: 3,60 mesi uomo;
- dirigenti: 1,06 mesi uomo;

per CIBIACI:

- ricercatori: 0,1 mesi uomo;
- personale amministrativo: 0,67 mesi uomo;
- tecnici laureati: 2,8 mesi uomo;
- dirigenti (prof. Ordinari): 0,1 mesi uomo.

La suddivisione dei mesi-uomo per partner in questo obiettivo operativo può essere schematizzata come di seguito:

Management				
Attività	tioxide	Tea Sistemi	ISE-CNR	CIBIACI
costituzione ATS	0,75	0,5	0,2	0,2
organizzazione seminari interni	1	1	0,89	0,5
svolgimento seminari interni	0,75	1	1,14	1
redazione rapporti stato avanzamento	2	0,5	1,38	1
riunioni avanzamento progetto	2	1,5	1,04	0,5
rapporti con la Regione Toscana	2,35			
rendicontazione progetto	7	2	0,99	0,67
totale mesi uomo	15,85	6,5	5,64	3,67
Ore totali	2444	1040	694	531

Per la conversione da ore totali a mesi/uomo sono state utilizzati i seguenti valori:

- Tioxide: 154.17 h/mese
- Tea Sistemi: 157 h/mese
- ISE: 160 h/mese
- C.I.B.I.A.C.I: 160 h/mese per ricercatori e dirigenti e 144 h/mese per tecnici e amministratori.

Risultati

Illustrare i risultati delle attività di gestione e rendicontazione del progetto

I risultati delle attività di gestione e rendicontazione sono:

- la costituzione dell'Associazione Temporanea di Scopo e il relativo *Consortium Agreement*;
- il materiale di formazione dei seminari interni;
- i rapporti sullo stato di avanzamento del progetto e i verbali delle riunioni;
- i documenti per la rendicontazione del progetto.

Tempi

Le attività di gestione e rendicontazione del progetto saranno distribuite nel corso dei 18 mesi del progetto, e si concentreranno soprattutto nelle fasi iniziali (stipula della convenzione con la Regione, kick-off del progetto e costituzione dell'ATS), a metà progetto (rendicontazione e reporting) e alla fine del progetto (rendicontazione e reporting).

Gestione	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	costituzione ATS																		
2	seminari interni																		
3	riunioni avanzamento																		
4	rapporti con RT																		
5	rendicontazione																		
totale gestione e rendicontazione																			

Disseminazione dei risultati del progetto

Attività previste

Illustrare le attività finalizzate alla disseminazione dei risultati del progetto specificando il ruolo di ciascun partner

Tutti i partner saranno coinvolti nelle attività di disseminazione. Il partner responsabile sarà TEA Sistemi.

Data la rilevanza dei risultati del progetto nel settore della gestione delle discariche e delle bonifiche ambientali, la disseminazione dei risultati avrà un ruolo chiave per il successo del progetto.

I risultati, fatti salvi i diritti di brevettabilità e di segreto industriale stabiliti nell'accordo tra i partner sulla proprietà intellettuale, verranno resi noti alla comunità scientifica e tecnica attraverso:

- la pubblicazione su riviste scientifiche e tecniche specializzate nel settore delle biotecnologie, del trattamento dei rifiuti e delle bonifiche;
- la preparazione di un opuscolo – dossier sulle caratteristiche dei gessi, sulle caratteristiche tecniche delle coperture sperimentate e sui risultati della sperimentazione;
- la presentazione dei risultati del progetto ai gestori delle discariche toscane, agli enti di controllo e agli enti locali (ARPAT, regione, province e comuni) nonché agli ordini dei professionisti (agronomi, chimici, geologi e ingegneri), organizzando una giornata di studi sulle coperture di discariche e il comportamento microbiologico dei materiali di copertura;
- la partecipazione a congressi nel settore delle discariche (ad esempio Sardinia 2011);
- il sito internet del progetto – il sito internet potrà contenere un'area riservata ai partner per lo scambio di dati e documentazione;
- il CD riportante i risultati principali del progetto, da distribuire nel corso della giornata di studi al termine del progetto;
- Verrà studiata la possibilità di presentare una proposta di brevetto.

I seminari interni organizzati nell'ambito delle attività di gestione del progetto per condividere tra i partner i risultati del progetto e aggiornarsi sullo stato di avanzamento delle attività saranno aperti ai collaboratori degli istituti di ricerca e agli studenti interessati.

I partner saranno coinvolti nelle attività di disseminazione con ruoli rilevanti. TEA Sistemi coordinerà le attività di disseminazione ma, ognuno per le proprie competenze, tutti i partner collaboreranno e saranno corresponsabili del buon esito delle attività previste.

In particolare:

- Tioxide si occuperà principalmente dell'organizzazione della giornata di studi, della preparazione dell'opuscolo informativo sui risultati e degli eventuali brevetti.
- TEA Sistemi si occuperà principalmente della costruzione del sito internet e del CD, della preparazione delle comunicazioni a congressi nel settore delle discariche e, insieme a Tioxide e ISE, all'organizzazione della giornata di studi.
- Gli enti di ricerca ISE-CNR e CIBIACI si occuperanno principalmente di presentare pubblicazioni su riviste scientifiche, dell'organizzazione della giornata di studi e della preparazione delle comunicazioni a congressi.

Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono impiegare per la disseminazione

Per le attività di disseminazione (partecipazione a convegni, organizzazione di eventi) si prevede di utilizzare:

- computer portatili
- proiettore audiovisivo
- stampanti

Non si prevede di rendicontare costi di strumentazione per la gestione e rendicontazione del progetto, essendo la strumentazione necessaria già disponibile.

Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività

Si prevede di impegnare le seguenti professionalità:

per Tioxide: un totale di 6,9 mesi uomo così distribuiti:

- ricercatori : 4 mesi-uomo
- dirigenti: 1 mese-uomo
- altro: 2 mesi uomo.

Per TEA Sistemi: un totale di 5,25 mesi uomo così distribuiti:

- ricercatori: 1,75 mesi uomo;
- personale amministrativo: 0,25 mesi uomo;
- tecnici laureati: 2,75 mesi uomo;
- dirigenti: 0,25 mesi uomo;
- amministratori/soci: 0,25 mesi uomo.

per ISE – CNR: un totale di 5,01 mesi uomo così distribuiti:

- ricercatori: 0,68 mesi uomo;
- assegnisti: 3,60 mesi uomo;
- dirigenti: 0,73 mesi uomo.

per CIBIACI: un totale di 3,95 mesi uomo così distribuiti:

- ricercatori: 0,5 mesi uomo;
- tecnici laureati: 3,2 mesi uomo;
- dirigenti (prof. Ordinari): 0,25 mesi uomo.

disseminazione	Mesi uomo			
	Tioxide	Tea Sistemi	ISE-CNR	CIBIACI
attività				
sito internet e aggiornamento / CD:	1.09	2	0,49	0
congressi-preparazione e partecipazione	1.09	1	1,3	1,45
organizzazione giornata di studi:	1.26	0,5	1	1
Preparazione opuscolo	1,26	0,25	0	0
brevetto	1.44	0,5	0	0
pubblicazioni su riviste	0,75	1	2,23	1,5
totale ore	1079	840	617	581
totale mesi uomo	6.9	5,25	5,01	3,95

Per la conversione da ore totali a mesi/uomo sono state utilizzati i seguenti valori:

- Tioxide: 154.17 h/mese
- Tea Sistemi: 157 h/mese
- ISE: 160 h/mese
- C.I.B.I.A.C.I: 160 h/mese per ricercatori e dirigenti e 144 h/mese per tecnici e amministratori.

Risultati

Illustrare i risultati della disseminazione

I risultati consistono essenzialmente nei prodotti delle attività di disseminazione e quindi in:

- sito internet e CD riportanti i principali risultati del progetto;
- atti dei convegni cui si parteciperà e delle giornate di studio organizzate;
- pubblicazioni su rivista;
- brevetto (eventuale);
- opuscolo illustrativo del progetto e dei risultati;
- materiale per l'esposizione dei risultati ai seminari interni.

Tempi

Le attività di disseminazione saranno particolarmente concentrate negli ultimi tre mesi (mesi 16-18).

Il sito internet verrà installato all'inizio del progetto e verrà aggiornato all'inizio del monitoraggio e al termine del progetto;

La partecipazione a congressi avverrà a ottobre 2009 (Sardinia 2009) ad attività non ancora concluse. Verranno quindi preparati gli articoli da sottoporre al congresso Sardinia 2011. La partecipazione a Sardinia 2011 (ottobre 2011) sarà probabilmente oltre il mese 18 e verrà quindi sostenuta con fondi propri dei partner. Verranno però preparate le comunicazioni da inviare ai congressi (mesi 16-18).

La giornata di studi sulle coperture delle discariche verrà organizzata durante i mesi 17 e 18.

La preparazione degli articoli da sottoporre a riviste scientifiche e dell'eventuale brevetto avverrà dal mese 16 al mese 18.

I tempi previsti per le attività di disseminazione sono riportati nel seguente diagramma di GANTT:

disseminazione	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	sito internet-CD																		
2	congressi																		
3	giornata di studi																		
4	opuscolo																		
5	brevetto																		
6	pubblicazioni su rivista																		
totale disseminazione																			

Sezione 4: Cronoprogramma del progetto

Ob. Op. 1	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Attività																			
1	Piano controllo																		
2	Definizione specifiche																		
3	Sistema elettr. analisi dati																		
4	Procedure e manuali																		
5	Registrazione movimenti																		
6	Prove di Laboratorio																		
totale obiettivo operativo 1																			

Ob. Op. 2	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	acquisizione info																		
2	progettazione																		
3	autorizzazioni																		
4	selez fornitori																		
5	posa in opera																		
6	collaudo																		
totale obiettivo operativo 2																			

Ob. Op. 3	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	microbiologia																		
1.1	microbiologia laborat.																		
1.2	caratterizzazione cenosi																		
1.3	inoculi microbici																		
2	mobilità metalli																		
2.1	speciazione microinquin.																		
2.2	prove lisimetriche																		
3	reporting																		
totale obiettivo operativo 3																			

Ob. Op. 4	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	allestimento coltivazioni in vaso																		
2	monitoraggio piante in vaso																		
3	analisi molecolare																		
4	allestimento impianto pilota																		
5	monitoraggio piante in situ																		
totale obiettivo operativo 4																			

Ob. Op. 5	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	test coperture																		
2	Monitor. ambientale																		
3	analisi dei risultati																		
totale obiettivo operativo 5																			

Disseminaz.	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
attività																			
1	sito internet-CD																		
2	congressi																		
3	giornata di studi																		
4	opuscolo																		
5	brevetto																		
6	pubblicazioni																		
totale disseminazione																			

Gestione	mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	costituzione ATS																		
2	seminari interni																		
3	riunioni avanzamento																		
4	rapporti con RT																		
5	rendicontazione																		
totale gestione e rendicontazione																			

Per ciascun obiettivo operativo esplicitare le attività e indicare i tempi di attuazione di ognuna in mesi.

Sezione 5: Elementi per la valutazione del progetto

Grado di innovazione del progetto

Definire il grado di innovazione del progetto di ricerca presentato rispetto alle pratiche diffuse per il settore d'interesse nel panorama europeo, specificando l'oggetto dell'innovazione (processo, prodotto, procedure, standard e protocolli).

Diversi sono i tentativi di testare materiali alternativi per la copertura di discariche, allo scopo di diminuire i costi delle coperture e riutilizzare materiali di risulta da altre produzioni come le terre di bonifica o il compost, o allo scopo di diminuire i volumi (ad es con geoteti artificiali o bentoniti), a dimostrazione dell'interesse nel settore di trovare delle alternative alle coperture in terreno vegetale e argilla per diminuire i costi e gli impatti ambientali dovuti all'uso di cave.

Tioxide ha sperimentato con successo l'utilizzo dei gessi rossi nel ripristino ambientale di cave esaurite ottenendo buoni risultati riguardo al rinverdimento, alle proprietà geotecniche e all'assenza di impatti ambientali.

Non esistono invece ad oggi esperienze e ricerche scientifiche in merito alla possibilità di utilizzare i gessi come materiale per la copertura di discariche esaurite. Lo studio del comportamento microbiologico atto ad appurare definitivamente le interazioni tra gesso e matrice organica è quindi altamente innovativo anche nel contesto della ricerca scientifica.

In letteratura si trovano studi sulla capacità del gesso di agire come nutriente per lo sviluppo, in condizioni anaerobiche, di colonie di batteri solfato-riduttori. Questo comportamento ha portato a vietare il mescolamento dei gessi con la matrice organica all'interno del corpo discarica, ma niente è conosciuto riguardo al comportamento biochimico del gesso se separato fisicamente dalla matrice organica presente nel corpo rifiuti e utilizzato come materiale di copertura.

Se le attività di ricerca condurranno a risultati positivi, il progetto porterà ad una sostanziale innovazione nelle tecnologie di bonifica e ripristino ambientale di vecchie discariche e nelle tecnologie per la chiusura e il ripristino delle discariche attive (43 nella sola Toscana). Inoltre la possibilità di impiego del gesso rosso in un'area vicina allo stabilimento e molto vasta, quale è quella delle Strillaie con circa 60 ettari da adeguare ai dettati della Norma, garantirà notevoli benefici in termini ambientali ed economici sia per la collettività che per l'azienda.

Infine si potrebbero aprire delle prospettive molto concrete nell'utilizzo di nuovi materiali con un notevole abbassamento dei costi per la realizzazione delle coperture definitive e nell'uso delle coperture come biocover (o biofiltri) per l'ossidazione del metano, abbassando quindi le pressioni sull'ambiente dovute alle emissioni di un potente gas serra. Il progetto quindi prevede sia un'innovazione di processo (le modalità di costruzione delle coperture e la facilità di inerbimento) che di prodotto (il materiale utilizzato).

Affidabilità dei soggetti proponenti

Illustrare le esperienze già acquisite dagli organismi di ricerca e dalle imprese nella conduzione di progetti di ricerca analoghi. Indicare la qualificazione tecnico scientifica, specificando l'adeguatezza e la complementarietà delle competenze coinvolte. Descrivere l'eventuale collegamento dei soggetti proponenti con reti di ricerca e sviluppo sperimentale nazionali e internazionali.

Il consorzio dei proponenti raccoglie tutte le competenze multidisciplinari necessarie per la conduzione del progetto, nei settori del monitoraggio ambientale e progettazione di bonifiche (TEA Sistemi), della chimica e della microbiologia del suolo (ISE-CNR) e dell'agronomia (CIBIACI-Università di Firenze), oltre al proponente, Tioxide, che, oltre ad essere il produttore del materiale oggetto della ricerca, possiede un vasto know-how sul suo riutilizzo, acquisito in 20 anni di sperimentazioni.

Presentiamo di seguito le esperienze acquisite dai singoli proponenti.

Tioxide sta conducendo sperimentazioni riguardo al riutilizzo dei gessi rossi da più di 20 anni. Le sperimentazioni sull'uso di gessi in sostituzione del terreno vegetale sono iniziate a fine anni 80. Ad oggi i gessi rossi sono stati utilizzati nelle operazioni di ripristino ambientale dei siti a piè di fabbrica a Scarlino e nel ripristino ambientale e Morfologico della cava "Bufalaia" a Montioni (Comune di Follonica), completato nel 2004 con ottimi risultati. Tioxide ha maturato una notevole esperienza circa le caratteristiche chimiche, chimico fisiche, geotecniche e agronomiche dei gessi e capacità di progettazione e movimentazione in opere che ne prevedano l'utilizzo. Le prime sperimentazioni e test furono eseguiti con la collaborazione di laboratori e professionisti qualificati. Le sperimentazione ed i risultati ottenuti sono stati oggetto di pubblicazioni su riviste specializzate in Italia e nel Mondo. Si riporta l'indice cronologico degli:

Studi e delle sperimentazioni agronomiche condotte da Tioxide

Marzo 1988: "Progetto per il reinserimento ambientale delle discariche "Gessi" in località Casone di Scarlino" Proposta operativa di sperimentazione in campo – Studio Dott. Galli - Firenze

Luglio 1988: "Progetto per il reinserimento ambientale delle discariche "Gessi" in località Casone di Scarlino" Lavori preliminari di sistemazione Disposol – Studio Dott. Galli – Firenze

Gennaio 1989: "Progetto per il reinserimento ambientale delle discariche "Gessi" in località Casone di Scarlino" Stato di avanzamento – Impianto del prato – Studio Dott. Galli - Firenze

Novembre 1989: "Progetto per il reinserimento ambientale delle discariche "Gessi" in località Casone di Scarlino" Rapporto finale sulla sperimentazione in campo – Studio Dott. Galli - Firenze

Gennaio 1990: "Progetto per il reinserimento ambientale delle discariche "Gessi" in località Casone di Scarlino" Schema sperimentale per la valutazione in vivo delle qualità delle erbe cresciute sui gessi – Studio Dott. Galli - Firenze

Febbraio 1990: "Progetto per il reinserimento ambientale delle discariche "Gessi" in località Casone di Scarlino" Seconda Fase: sperimentazione specie arboree – Studio Dott. Galli - Firenze

Agosto 1990: "Progetto per il reinserimento ambientale delle discariche "Gessi" in località Casone di Scarlino" Stato di avanzamento: sperimentazione specie arboree – Studio Dott. Galli - Firenze

Giugno 1991: "Progetto esecutivo di recupero dei "Gessi Rossi Tioxide" mediante metodologia agronomica Valutazione in vivo della qualità dei vegetali utilizzati per la rinaturalizzazione dei gessi – Studio Dott. Galli - Firenze

Studi e sperimentazioni geotecniche condotte da Tioxide

Ottobre 1987: "Caratterizzazione geomeccanica dei Gessi Rossi – Prima Campagna "

Laboratori Geofield

Febbraio 1999: "Caratterizzazione geomeccanica dei Gessi Rossi –Seconda Campagna "

Laboratori Geofield

Luglio 2006: "Caratterizzazione meccanica dei campioni di Gesso Rosso Huntsman Tioxide "

Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria Civile, Laboratorio di Geotecnica

Febbraio 2007: "Prove edometriche non convenzionali su campioni di Gesso Rosso Huntsman Tioxide " Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria Civile, Laboratorio di Geotecnica

Applicazioni in campo effettuate da Tioxide

Giugno 1990: “Approvazione progetto di ripristino ambientale aree denominate “bacini 11 e 12, ubicate all’interno del perimetro dello stabilimento (Del. 1905/90)” – Studio Dott. Galli - Firenze

Agosto 1991: “Approvazione progetto di ripristino ambientale delle aree denominate “solferro”, ubicate all’interno del perimetro dello stabilimento (Del. 1905/90)” – Studio Dott. Galli - Firenze

Maggio 1999: “Approvazione progetto di ripristino ambientale delle aree denominate “Disposal”, ubicate all’interno del perimetro dello stabilimento (Del. 195/99)” – Studio Dott. Galli - Firenze

Maggio 2004: “ Progetto per il recupero morfologico e ambientale della ex cava di quarzite ubicata in località Poggio Speranzona, Montoni, Comune di Follonica, con gessi rossi provenienti dal ciclo di produzione del Biossido di Titanio”

Ottobre 2007: “Discarica a piè di fabbrica di rifiuti speciali non pericolosi provenienti dal ciclo di produzione dell’impianto per la produzione del biossido di titanio, sita in località Casone del Comune di Scarlino. Approvazione piano di adeguamento al Decreto Legislativo 13/01/2003, n. 36. (D.D. 3976 1/10/07)

Indice Cronologico pubblicazioni condotte da Tioxide

1990: Biocycle, Journal of Waste Recycling: n.6/90 – Land application of industrial residues” – G. Galli

1990: ACER – “Recupero biologico delle discariche di gesso: L’esperienza della Tioxide di Scarlino” – G. Galli; A. Parenti

1991: Tesi di laurea in Scienze Agrarie: Il recupero agronomico di discariche industriali: I Gessi Chimici di Scarlino” – Relatore Prof.ssa Concetta Vazzana; Correlatore Dott. Gianluca Galli; candidato Giulio Lazzerini

1993: “Recupero a verde di una discarica industriale: individuazione del substrato colturale” – G. Galli; C. Mezzana; G. Lazzerini

1993: Rivista l’universo – “Una metodologia agronomica per il recupero ambientale di aree degradate” – G. Galli

1998: “Recupero ambientale discariche di gessi chimici: la due facce”- G. Galli

Document list on Red gypsum: re-naturalisation and its geotechnical properties

Novembre 1989: “Progetto per il reinserimento ambientale delle discariche “Gessi” in località Casone di Scarlino”

Rapporto finale sulla sperimentazione in campo - Studio Dott. Galli - Firenze

Project for re-grassing gypsum disposal area in Casone di Scarlino : Final report on field experiment

Agosto 1990: “Progetto per il reinserimento ambientale delle discariche “Gessi” in località Casone di Scarlino”

Stato di avanzamento: sperimentazione specie arboree - Studio Dott. Galli – Firenze

Work progress : experiment on arboreous species

1990: Biocycle, Journal of Waste Recycling: n.6/90 – Land application of industrial residues” - G. Galli

1990: ACER – “Recupero biologico delle discariche di gesso: L’esperienza della Tioxide di Scarlino”. Biological recovery of gypsum disposal area: Tioxide Scarlino experience - G.Galli; A.Parenti

Febbraio 1999: “Caratterizzazione geomeccanica dei Gessi Rossi –Seconda Campagna ”

Laboratori Geofield Geotechnical characterisation of red gypsum 2^ campaign.

Nel 2008 si è siglata una convenzione con il Dipartimento di Agronomia e Gestione del Territorio Agroforestale dell’Università di Firenze, che ha per oggetto **“Impiego di gessi chimici da produzione di biossido di titanio in agricoltura”**.

Negli anni Tioxide ha instaurato una collaborazione continuativa con l’Università di Pisa, nello specifico con il Dip. di Chimica e Chimica Industriale, in seguito con il Dip. di Ingegneria Chimica. Attraverso Borse di Studio, Assegni di Ricerca e Tesi di Laurea, sono stati sviluppati e approfonditi numerosi aspetti inerenti il processo di produzione del biossido di titanio.

Nel 2007 si è avviata la collaborazione con il Centro Polo Tecnologico della Magona (C.P.T.M., Cecina, Li) circa alcune applicazioni, alternative a quella pigmentaria, del Biossido di Titanio, nel settore dell’antiquinamento. Negli anni 2006 e 2007, Tioxide ha ottenuto il finanziamento dalla Regione Toscana con il Bando DOCUP Ob. 2, MISURA 1.8 per i progetti “Studio e progetto di un sistema innovativo per l’automazione della conduzione del forno ad Anatasio” e “Sviluppo di un nuovo prodotto da utilizzare in campo edile partendo da un materiale di scarto del processo di produzione del TiO₂”. Nel corso di quest’ultimo progetto, Tioxide ha collaborato con l’Istituto ISTEC (Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici) del CNR di Faenza.

TEA Sistemi è nata nel 1997 come società spin-off del centro TEA (Centro per le Tecnologie energetiche ed Ambientali) del Consorzio Pisa ricerche (CPR), e opera sul mercato nazionale ed internazionale fornendo servizi specializzati di consulenza e ingegneria nei settori della sicurezza industriale, dell’ambiente e dell’energia. In particolare si occupa di modellistica ambientale orientata al monitoraggio e alla prevenzione dei rischi in ambienti industriali a rischio di incidenti rilevanti, ma dalla sua fondazione porta avanti anche un settore specializzato che si occupa di gestione ambientale particolarmente indirizzato alla gestione dei rifiuti e delle bonifiche.

Tea Sistemi opera nel settore delle bonifiche e del monitoraggio ambientale di discariche da più di 10 anni, con competenze di ingegneria, chimica e geologia. Ha curato la caratterizzazione e la progettazione della bonifica di due siti toscani (Croce al Marmo (PI) e Le Strillaie (GR)), conduce il monitoraggio ambientale della discarica delle Strillaie, dove verranno installate le coperture sperimentali oggetto della presente proposta di ricerca, continuativamente dal 2001 e ha eseguito il monitoraggio e lo studio di impatto ambientale di diverse discariche toscane (Legoli, Firenzuola, Gello di Pontedera) anche in collaborazione con enti di ricerca (Istituto di Geochimica e Geoscienze del CNR) pubblicando a conferenze internazionali sulla gestione delle discariche (Sardinia 2003 e Sardinia 2005). E’ quindi il soggetto più indicato per supportare Tioxide nelle attività sul sito delle Strillaie, di cui ha una profonda conoscenza.

Per sua missione, vocazione ed origine (CPR è un centro nato per incentivare il trasferimento tecnologico da enti di ricerca e imprese e ha condotto numerosi progetti di ricerca italiani e europei in collaborazione tra università, CNR e imprese private) TEA Sistemi mantiene forti legami con il mondo della ricerca scientifica, esegue ricerche scientifiche su commesse industriali e pubblica i risultati su riviste e a congressi internazionali, ospita studenti per tesi di laurea, dottorati di ricerca, master, in quanto opera in settori ad alto livello di specializzazione che necessitano di un continuo aggiornamento.

Dalla sua fondazione come spin-off del Consorzio Pisa Ricerche TEA Sistemi ha partecipato in

partnership con il CPR a progetti di ricerca nazionali ed europei (UE-Craft, Ministero del Lavoro, DOCUP-Regione Toscana), e ha a sua volta finanziato attività di ricerca scientifica (ad es. tramite contratti con CPR e Università di Udine). Del personale TEA Sistemi, ad oggi 11 persone su 39 sono assunte con la qualifica di “ricercatore”. Per lo sviluppo di attività di ricerca, TEA Sistemi accede dal 200 ai fondi MIUR per il finanziamento delle attività di ricerca scientifica. Per la Regione Toscana, in collaborazione con il Consorzio Pisa Ricerche ha condotto la sperimentazione della depurazione del percolato delle discariche di Rosignano Marittimo e delle Strillaie (progetto finanziato su fondi DOCUP).

TEA Sistemi è quindi un’impresa che è interessata a sviluppare conoscenze all’avanguardia sulla progettazione delle bonifiche e la gestione ambientale delle discariche, possiede le competenze sulla gestione di progetti complessi e, interloquendo continuamente con enti di ricerca come CNR e Università, può facilmente porsi come facilitatore nei rapporti tra mondo dell’impresa e mondo della ricerca scientifica.

L’Istituto per lo Studio degli Ecosistemi del CNR (ISE-CNR) si è formato nel 2001, nell’ambito di una ristrutturazione della rete degli Organi del CNR, accorpono quattro Istituti e due centri di studio preesistenti. Attualmente l’ISE è articolato in quattro sedi territoriali: Verbania-Pallanza, che ospita la Direzione, Pisa, Firenze e Sassari.

L’ISE svolge attività di ricerca sulla struttura e il funzionamento degli ecosistemi, con particolare riferimento agli aspetti relativi alla pressione antropica e al cambiamento globale. Le conoscenze acquisite servono come base scientifica per l’identificazione dei più appropriati interventi protettivi e correttivi e forniscono il supporto per gli Enti incaricati di formulare direttive per il recupero e la protezione ambientale.

Due sono i temi principali nei quali confluiscono tutte le attività delle diverse sedi: 1) struttura e funzionamento degli ecosistemi acquatici e terrestri e 2) tecniche per la protezione e il recupero delle qualità di acqua e suolo.

Le ricerche attualmente in corso nell’ISE-Pisa hanno come scopo la comprensione dei processi che controllano le modificazioni degli ecosistemi terrestri specialmente nel caso siano stati interessati da stress naturali e antropici.

Nell’ambito di queste attività, tutte quelle teoriche e pratiche attive già da molti anni e relative alla caratterizzazione dell’inquinamento di suoli, siti contaminati e discariche e al loro recupero mediante tecnologie innovative sono confluite nel 2005 nel Modulo “Caratterizzazione dell’inquinamento dei suoli e tecnologie di bonifica” appartenente alla Commessa “Risanamento dei siti inquinati” del Progetto “Controllo dell’inquinamento e recupero ambientale” attiva nel Dipartimento CNR “Terra e Ambiente”, per la quale l’ISE fornisce competenze di chimica, fisica, microbiologia e biochimica del suolo.

Numerose pubblicazioni scientifiche in riviste di grande prestigio internazionale e presentazioni, anche su invito, in congressi nazionali ed internazionali sono state effettuate sugli argomenti descritti precedentemente. Inoltre, a ulteriore supporto della competenza scientifica del gruppo proponente, possono essere citati i numerosi progetti e contratti commissionati da vari Enti pubblici e privati. Come esempio si riportano quelli più recenti ottenuti da Ministeri (MATT: Bonifica e recupero ambientale di siti ex-estrattivi e minerari del bacino del fiume Cecina 2007-2008; Consulenza su VIA 2005-2006 e BAT 2003-2004; progetto su “Bioremediation di suoli inquinati da prodotti organici 2003-2005), CE (PHYTODEC 1999-2006), NATO (Phytoremediation di siti contaminati da metalli pesanti 2004-2006), Regioni (Regione Toscana: progetto su “Origine del Cromo esavalente in val di Cecina e valutazione integrata sanitaria-ambientale 2007-2008), Industrie (CESI 2008; SNAM Progetti 2007-2008; Montefibre 2005-2006; Enitecnologie 2001-

Il Centro Interdipartimentale di servizi per le Biotecnologie di Interesse Agrario, Chimico ed Industriale (C.I.B.I.A.C.I.) dell'Università degli Studi di Firenze nasce nel 1992 con lo scopo di fornire senza scopo di lucro un supporto tecnico-organizzativo alle attività di ricerca nell'area delle biotecnologie a partire dalle 12 unità amministrative afferenti dell'ateneo, fino ai privati. Il Centro svolge infatti servizi di mappatura/relazione tra ricerca e impresa per accelerare il processo di sfruttamento industriale, anche attraverso la gestione diretta dell'Osservatorio Regionale per le Biotecnologie (ORBIT). In campo sperimentale invece svolge servizi di analisi e messa a punto di metodiche analitiche per la caratterizzazione molecolare interspecifica e intraspecifica di microrganismi, piante e animali anche per enti pubblici (ARSIA, ARPAT) e soggetti privati. Le attività di ricerca che il Centro svolge attraverso progetti che coinvolgono direttamente anche i vari gruppi di ricerca delle Unità Amministrative afferenti, riguardano la tassonomia, l'analisi dei livelli di biodiversità e delle risorse genetiche, la biosicurezza, l'identificazione di patogeni, la bioremediation per la restituzione alla vocazione naturale dei suoli inquinati da metalli. Inoltre il Centro promuove e realizza attività di alta formazione e di aggiornamento negli specifici settori di competenza.

Replicabilità dei risultati

Illustrare le potenzialità del progetto in termini di qualificazione professionale e di disseminazione di competenze, di trasferimento dei risultati ad altre imprese in contesti di cluster o distretti, di diffusione di modelli organizzativi, procedure, standard e protocolli.

La possibilità di utilizzare i gessi rossi come materiale per la copertura di discariche è di interesse di tutto il settore della gestione dei rifiuti e delle bonifiche (enti di controllo e gestori dei siti), in quanto può consentire di diminuire i costi per la realizzazione delle coperture ottenendo al contempo dei benefici in termini di impatti ambientali.

Potenzialmente nella sola Toscana ci sono 43 discariche attive di rifiuti speciali non pericolosi che potrebbero applicare le coperture in gessi, e un numero ancora maggiore di discariche da bonificare che necessitano di ripristino ambientale. Le attività di disseminazione previste comprendono, infatti, la presentazione dei risultati a tutti i soggetti gestori di discariche, agli enti di controllo e agli enti locali della Regione, per consentire il trasferimento delle conoscenze riguardo alle prestazioni dei gessi e alle modalità di realizzazione delle coperture utilizzando questo materiale.

I partner aumenteranno le proprie competenze nel settore del riutilizzo di materiali come copertura di discarica. In particolare TEA Sistemi potrà proporsi sul mercato della consulenza e progettazione degli interventi di risanamento e copertura di discariche con un bagaglio di conoscenze e professionalità che ancora non sono presenti nella nostra Regione.

L'esperienza pilota che verrà realizzata nel presente progetto presso la discarica delle Strillaie consentirà la messa a punto di procedure attuative di coperture con gessi e di monitoraggio ambientale perfettamente replicabili in altri siti della Regione e non solo. Il sito, una volta bonificato, sarà il modello per la stesura di protocolli e l'esemplificazione pratica delle possibilità della nuova tecnologia della copertura con i gessi acquisita mediante il presente progetto.

Validità tecnica

Illustrare le motivazioni a supporto della realizzazione del progetto, gli elementi di innovatività nella metodologia proposta, nei materiali e strumenti utilizzati.

La capacità dei gessi rossi di servire come materiale per la ricostruzione di un suolo per coperture e ripristini ambientali è già stata ampiamente dimostrata dalle esperienze pregresse condotte da Tioxide, citate in questo documento: in particolare, l'uso dei gessi rossi per il ripristino ambientale delle aree a piè di fabbrica ha dato risultati molto positivi in termini di stabilità geotecnica, capacità di favorire l'attecchimento della copertura vegetale, capacità di assorbimento delle acque meteoriche, resistenza alla lisciviazione e assenza di impatti ambientali. I risultati di questa esperienza sono stati ampiamente documentati da Tioxide, anche in pubblicazioni tecniche (Cfr lista delle pubblicazioni in "affidabilità dei soggetti proponenti" in questa Sezione), e sono stati verificati con il supporto del dipartimento di Agraria dell'Università degli Studi di Firenze. Il ripristino della cava di Montioni, nel Comune di Follonica (GR), autorizzato dalla Provincia di Grosseto, completato nel 2004, ha confermato i risultati positivi in un contesto collinare e con scarpate impegnative. La proposta di ampliamento delle possibilità di riutilizzo dei gessi come materiale di copertura di discariche si basa quindi su un bagaglio di conoscenze tecniche già consolidato circa la movimentazione e la posa in opera di questo materiale e sulle sue proprietà come suolo. La permeabilità del gesso compattato è stata provata da uno studio sulla caratterizzazione meccanica condotto dal Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università degli Studi di Pisa nel luglio 2006, nel corso del quale sono state condotte le seguenti prove:

- 1) classificazione granulometrica e definizione del contenuto d'acqua ottimo;
- 2) Edometria;
- 3) Prova di permeabilità a parete flessibile.

In particolare sono state condotte tutte le prove standard previste nelle determinazioni geotecniche, tra cui la determinazione del contenuto d'acqua, del peso specifico dei grani, della granulometria, dei Limiti di Atterberg, le prove edometriche, le prove di taglio, la Prova Proctor Standard e la Prova di permeabilità a pareti flessibili, tutte condotte secondo metodiche ufficiali (ASTM).

Tutte le prove hanno dato esito positivo; in particolare la permeabilità del gesso compattato mostra valori tra **7,5 e $8,9 \cdot 10^{-10}$ m/s**.

C'è quindi la consapevolezza, basata su prove e conoscenze consolidate, del fatto che i gessi posseggano le giuste caratteristiche tecniche per gli scopi proposti.

Gli aspetti di innovazione in proposta riguardano l'approccio multidisciplinare, dato che per la prima volta viene proposto uno studio sistematico e esaustivo delle caratteristiche del gesso rosso come materiale per copertura per quel che riguarda sia la composizione del materiale (interventi sul processo produttivo e assicurazione della qualità), sia la verifica dell'assenza di impatti ambientali, e come materiale con caratteristiche potenzialmente benefiche per l'ambiente, come la capacità di ospitare colonie batteriche in grado di agire come biofiltro per l'ossidazione del metano e la capacità di ospitare fitocenosi che consolidino il terreno e impediscano l'infiltrazione di acqua meteorica grazie all'evapotraspirazione. Come già descritto nella sezione "stato dell'arte", infatti, non esistono studi specifici volti a caratterizzare le catene trofiche dei batteri solfato riduttori né le capacità di ospitare cenosi metanofile.

Infatti aspetti, ancora da esplorare e che saranno oggetto specifico delle attività di ricerca che verranno condotte, riguardano l'approfondimento e la sistematizzazione delle conoscenze che è necessario acquisire per trattare tutte le particolarità specifiche dell'utilizzo dei gessi in ambiente di discarica dove è presente produzione di biogas dovuta alla mineralizzazione anaerobica della componente organica dei rifiuti, e in particolare:

- 1) la reattività microbiologica, ovvero la capacità del gesso di agire come biofiltro per

- l'abbattimento del metano tramite le cenosi microbiche che può ospitare;
- 2) il comportamento alla lisciviazione del gesso, che dovrà essere studiato in modo più sistematico e dettagliato, in modo da acquisire le conoscenze che consentano di prevenire eventuali impatti ambientali soprattutto nella fase transitoria di posa in opera delle coperture;
 - 3) la capacità del gesso di ospitare fitocenosi in ambiente di discarica;
 - 4) l'acquisizione dei dati di monitoraggio ambientale sulle coperture, sul biogas, sulle acque e sul percolato, che consentiranno di ricostruire i bilanci del biogas e idrologico della discarica con le coperture in gessi e di quantificare i benefici del loro utilizzo.

Le attività che si propone di condurre coprono tutti gli aspetti che è necessario affrontare e conoscere per utilizzare i gessi come materiale di copertura, nella consapevolezza che inserire un materiale innovativo nell'ecosistema discarica richieda un approccio multidisciplinare, tipico delle scienze e tecnologie ambientali.

Le tecnologie di indagine proposte, sia per quel che riguarda le attività in campo che in laboratorio, rappresentano lo stato dell'arte nel monitoraggio e negli studi ambientali, grazie al fatto che i partner tecnici e scientifici sono assolutamente all'avanguardia nei loro rispettivi ambiti disciplinari.

Il monitoraggio degli aspetti ambientali in discarica riguarderà non solo la ricerca di contaminanti nelle matrici acquose e nel biogas, come viene realizzato solitamente nel monitoraggio ambientale, ma la quantificazione completa delle emissioni (biogas e percolato) attraverso bilanci di materia misurati attraverso le tecnologie più avanzate, come la quantificazione del biogas emesso dal suolo attraverso la camera di accumulo e le interpolazioni geostatistiche.

Validità economica

Illustrare la coerenza tra i costi sostenuti per il progetto e i risultati attesi dalla ricerca. Giustificare la sostenibilità finanziaria del progetto.

La validità economica del progetto, così come la coerenza tra costi sostenuti per il progetto ed i risultati attesi dalla ricerca, deve essere valutata sotto più aspetti.

- Benefici economici ottenibili da parte dei soggetti partecipanti al progetto.
- Benefici economici ottenibili da parte delle aziende (pubbliche o private) utilizzatrici dei gessi il cui impiego innovativo è oggetto di sviluppo del presente progetto.
- Benefici economici ottenibili da parte della comunità, in quanto indotti dal progetto.

Con riferimento alla prima categoria di benefici si evidenzia che il riutilizzo dei gessi di Tioxide Europe S.r.l. nel capping delle discariche consente di scontare una tassa, per tonnellata di materiale utilizzato, inferiore rispetto a quella che graverebbe sulla stessa quantità se smaltita in discarica. Tali risparmi inducono a valutare che il costo sostenuto per realizzare il progetto, al netto del contributo pubblico ottenuto, componente essenziale per la sostenibilità economica del progetto, possa essere recuperato in circa dieci anni. La valutazione effettuata potrebbe risultare cautelativa vista la sempre crescente pressione normativa in materia ambientale che impone di aumentare la quantità di rifiuti destinati al riutilizzo. I benefici economici ottenibili dai partner del soggetto capofila, siano essi organismi di ricerca che aziende, si stima possano essere recuperati in circa 10 anni. Infatti, grazie al know how sviluppato e conseguito con il progetto, i partner saranno in grado di valorizzare tali conoscenze in future applicazioni pratiche.

Circa i benefici ottenibili da parte delle aziende utilizzatrici dei gessi, il cui impiego innovativo è oggetto di sviluppo del presente progetto, si evidenzia che il riutilizzo dei gessi nel capping delle discariche sostituisce materie prime NON RINNOVABILI, quali argilla e terreno coltivabile, il cui

costo di acquisto ed impiego è nettamente superiore rispetto a quello che verrebbe sostenuto con l'utilizzo dei gessi.

Il risparmio, ad oggi stimabile, per gli utilizzatori dei gessi nel capping delle discariche, è di circa € **200.000,00 per ogni ettaro di copertura**. Tale risparmio, in futuro, è destinato ad aumentare, in termini economici, in quanto le materie prime non rinnovabili subiranno un aumento di prezzo a fronte di una loro sempre maggiore scarsità, data la pressione normativa, già stringente, che ne limiterà ulteriormente l'impiego con conseguente aumento dei costi di utilizzo. Si evidenzia poi che le norme ambientali esortano sempre più a riutilizzare, in termini proficui e a parità di prestazioni, scarti di lavorazione.

L'ultima categoria di vantaggi economici ottenibili con il progetto vede come beneficiario la collettività sotto una duplice valenza, nazionale e locale.

A livello nazionale, la collettività trarrà beneficio economico dall'utilizzo dei gessi nel capping delle discariche, in quanto la diminuzione dei costi di realizzazione delle coperture si rifletterà sui costi complessivi della gestione rifiuti, che ricadono sulla collettività attraverso il pagamento della TARSU.

A livello locale, la comunità trarrà benefici economici molto consistenti dato che la Tioxide Europe S.r.l. è la realtà economica industriale più importante nella provincia di Grosseto. La Tioxide Europe S.r.l. è di proprietà della Huntsman Investments (Netherlands) Bv, società multinazionale. All'interno di ogni gruppo di imprese multinazionali, soprattutto in periodi di crisi economica come quelli che stiamo attraversando, si sviluppa un'azione competitiva, tra le varie aziende controllate, che si esplica su due livelli: uno esterno, comune, costituito dal mercato ed uno interno tra le diverse realtà della stessa casa. Questa dimensione competitiva interna ha il potenziale di portare al ridimensionamento delle realtà meno competitive in termini economici e qualitativi.

La realizzazione del presente progetto, con il conseguimento degli obiettivi proposti permetterà alla Tioxide Europe S.r.l. di riutilizzare il "rifiuto" di produzione "gessi" in applicazioni eco-compatibili, in accordo con le Amministrazioni locali, nel pieno rispetto delle norme nazionali in materia di ambiente, con risparmi economici di gestione interessanti.

Con la realizzazione del presente progetto, quindi, la Tioxide Europe S.r.l., potrà presentarsi, all'interno del gruppo multinazionale, con rilevanti punti di forza strategici rispetto alle altre aziende controllate.

Con la realizzazione del presente progetto, la Tioxide Europe S.r.l. si assicura un'importante riutilizzazione del gesso - che ad oggi ha rappresentato una rilevante debolezza - che si riverbera in un migliore posizionamento competitivo dello Stabilimento di Scarlino all'interno del gruppo, e consente quindi un'importante ricaduta positiva in termini occupazionali, di cui la comunità locale non potrà che trarne enorme beneficio economico e sociale.

Sostenibilità finanziaria.

La copertura finanziaria al progetto viene garantita, in parte, dal contributo pubblico richiesto, flusso finanziario imprescindibile per la realizzazione del progetto stesso, e per la restante parte dall'impegno economico e strategico delle imprese che partecipano al progetto.

Gli Organismi pubblici di ricerca provvederanno a coprire i loro costi, oltre che con il contributo pubblico di loro spettanza, con gli introiti ordinari.

Rilevanza e credibilità del progetto

Descrivere la coerenza fra gli obiettivi del progetto, i contenuti, le modalità, gli strumenti e le risorse

Il progetto affronta la qualificazione del gesso rosso da rifiuto a materiale riutilizzabile, in grado di apportare all'utilizzatore un valore aggiunto, attraverso lo studio di tutti gli aspetti che riguardano la generazione sino alla caratterizzazione e funzionalità di questo materiale.

Verrà studiato e rivisto il processo produttivo che dà origine al gesso per trasformare la produzione di uno scarto di lavorazione nell'ottenimento di un prodotto con caratteristiche merceologiche definite e riproducibili. La proposta è coerente con le linee contenute nella Direttiva 2008/98 CE del parlamento Europeo e del Consiglio del 19 Novembre 2008, ove che aggiorna la normativa in materia di rifiuti ed aggiunge la possibilità di ottimizzare il rifiuto affinché possa essere riutilizzato.

Il progetto offre l'opportunità di nobilitare il gesso, prodotto collaterale alla produzione del Biossido di Titanio, sino ad ora considerato rifiuto e in quanto tale trattato e gestito. In altri termini, oltre alle attività sin qui svolte si verificheranno nel dettaglio le norme operative, le specifiche sulle materie prime, le ricette di lavorazione ed i metodi di analisi affinché consentano, già nelle fasi di produzione, di preparare un prodotto idoneo per il suo successivo riutilizzo. Si esploreranno condizioni limite per valutarne gli impatti qualitativi ed applicativi. Con la proposta si intende conservare allo stabilimento di Scarlino la sua posizione di battistrada in materia di tutela dell'ambiente evitando, al tempo stesso, di incorrere in non accettabili penalizzazioni in termini di costi. .

Verranno installate, in un sito di discarica scelto appositamente per la caratteristica di ospitare i rifiuti in celle di dimensioni contenute e che formano bacini idraulicamente indipendenti, le coperture a norma di legge nelle quali gli strati di argilla e di terreno vegetale verranno sostituiti con i gessi, e si monitoreranno nel tempo gli aspetti ambientali e gli assestamenti delle coperture, verificando la capacità tecnica del gesso a funzionare come materiale di copertura. Le coperture in gessi verranno sottoposte a tutte le prove di collaudo previste.

Il comportamento del gesso rosso in ambiente di discarica verrà quindi studiato, in laboratorio e in campo, per approfondire, sistematizzare e verificare le conoscenze riguardo alla possibilità di rilasci nell'ambiente, di sviluppare popolazioni batteriche solfato-riduttrici e di ospitare essenze vegetali adatte a favorire il consolidamento del suolo, analizzando anche l'eventualità che le piante adsorbano microinquinanti dai gessi attraverso l'apparato radicale.

Verrà inoltre studiata la capacità del gesso di ospitare cenosi batteriche metanofile, in grado di apportare un notevole valore aggiunto al materiale, e cioè la capacità di ossidare il metano contenuto nel biogas che viene emesso attraverso le coperture della discarica, contribuendo quindi all'abbattimento di un gas di serra 20 volte più potente della CO₂.

Il progetto quindi affronta la caratterizzazione del gesso rosso sotto tutti gli aspetti, dalla produzione all'installazione delle coperture, e analizza tutti gli aspetti ambientali connessi (microbiologici, agronomici e chimico-fisici) in modo acquisire tutti gli elementi che permettano una valutazione completa ed esaustiva delle sue proprietà e delle possibilità di applicazione.

Il progetto inoltre si pone come obiettivo quello di individuare le condizioni migliori di utilizzo e di valorizzare le caratteristiche positive che questo può offrire (biofiltering).

Gli obiettivi operativi proposti quindi sono tutti interconnessi tra loro e rispondono all'obiettivo generale di caratterizzare le proprietà del gesso rosso in modo da fornire le massime garanzie circa le possibilità di utilizzo, cercando inoltre di evidenziare e valorizzare le caratteristiche positive.

Le attività proposte rispondono tutte, nei contenuti e nelle modalità di esecuzione, all'esigenza di fornire una conoscenza completa delle proprietà del materiale.

Le attività di ricerca condotte in laboratorio e in campo utilizzano metodologie e strumenti di indagine affidabili e che costituiscono lo stato dell'arte negli studi ambientali del settore.

Anche le metodologie di campionamento e indagine ambientale in situ garantiscono una conoscenza approfondita di tutti gli aspetti ambientali del sito sperimentale, facendo riferimento a metodi all'avanguardia e messi in opera in discariche ad elevata protezione ambientale (ad es. il metodo della camera di accumulo e il bilancio idrologico del percolato).

Necessariamente, uno studio così articolato e complesso necessita del contributo di professionalità multidisciplinari (ingegneri, chimici, geologi, agronomi, microbiologi), di strutture di ricerca con competenze diverse e con attrezzature complesse, di strumentazione per le analisi e per i rilievi in campo altamente specialistica e varia.

Solo quindi una partnership articolata come quella proposta può garantire di coprire tutto lo spettro delle competenze e delle attrezzature richieste, e solo imprese con una forte capacità di ricerca e sviluppo possono garantire le necessarie competenze per il coordinamento del progetto e per mantenerne una visione d'insieme.

Il numero di persone che verranno dedicate al progetto è considerevole: si tratta di un totale di circa 170 mesi uomo e di circa 30 persone coinvolte. Questo è giustificato dalla mole di lavoro necessaria, in particolare da parte di Tioxide, e dalla necessità di formare un gruppo di lavoro con competenze molto diversificate e specialistiche.

Attitudine del progetto a creare validi rapporti di rete

Eslicitare se il progetto di ricerca sia collegato con distretti produttivi e reti di servizi regionali o progetti presentati da raggruppamenti di imprese con diverse dimensioni in termini di addetti.

Il progetto coinvolge due imprese per vocazione e dimensioni molto differenti tra loro e che hanno trovato in questa attività delle sinergie: la necessità per Tioxide di essere supportata da un'impresa che offre servizi e conoscenze altamente specializzati a contatto con il mondo della ricerca scientifica e che ha le competenze per progettare, monitorare e valutare gli impatti ambientali derivanti dallo sviluppo di nuove tecnologie, e la predisposizione per TEA Sistemi di interloquire sia con grandi entità industriali sia con enti di ricerca per offrire soluzioni innovative a problemi legati alla tutela dell'ambiente e alla sostenibilità.

Il progetto consoliderà i rapporti con i partner scientifici di Tioxide e di TEA Sistemi, aziende che operano ad alto livello di specializzazione tecnologica, rapporti che sono strategici per le attività anche future delle due imprese proponenti e per la futura auspicata collocazione sul mercato dei gessi rossi.

Sono coinvolti nel progetto, benché non siano eligibili come partner, il Comune di Grosseto che partecipa alla sperimentazione concedendo l'uso della discarica delle Strillaie, la Provincia di Grosseto, la Regione Toscana – ufficio rifiuti e bonifiche, il Ministero dell'Ambiente – direzione qualità della vita ed ARPAT per le attività di controllo.

Ai risultati del progetto sono potenzialmente interessati gli enti di controllo ambientale sul territorio (Regione – settore rifiuti e bonifiche, ARPAT, province e comuni) e i gestori delle discariche attive e in bonifica, ai quali questi verranno presentati.

In particolare, Tioxide e TEA Sistemi considerano di particolare rilievo per le attività future i contatti che potranno stabilirsi attraverso le attività di disseminazione, e in particolare la dimostrazione dei risultati del progetto ai soggetti gestori delle discariche e agli enti di controllo. Gli enti di ricerca coinvolti operano da anni nel settore ambientale e sono orientati allo studio di questioni ambientali presenti sul nostro territorio per fornire risposte e conoscenze concrete e qualificate.

Promozione e qualificazione dell'occupazione

Indicare nuovi addetti alla R&S coinvolti nella fase di implementazione del progetto, addetti che aumenteranno la propria qualificazione, aumento degli addetti nei settori high-tech

Huntsman-Tioxide prevede di coinvolgere parzialmente nel progetto circa 13 persone (per un complessivo di 5 persone per 18 mesi a tempo pieno). Tra queste, alcune sono di estrazione tecnica (ricercatori o tecnici di laboratorio), altre provengono dai Reparti di Produzione o dai Servizi (ca 50%), queste ultime raramente impegnate in progetti di Ricerca.

La partecipazione attiva al progetto permetterà l'arricchimento della professionalità delle persone coinvolte e accrescerà il know how della Fabbrica di Scarlino.

La collaborazione con realtà private (TEA Sistemi) ed Enti di Ricerca (ISE e CIBIACI), nonché il colloquio con Enti Pubblici (Regione Toscana) permetteranno al personale Tioxide coinvolto di sviluppare conoscenze e competenze nuove, più specifiche e al tempo stesso più varie.

Inoltre, permetterà al personale della Tioxide di sviluppare ed implementare un'applicazione importante per il territorio, quale è il capping delle discariche ove il Gesso Rosso potrà essere elevato a risorsa, mentre ad oggi è considerato un problema per lo Stabilimento e per la Comunità.

TEA Sistemi conta sulla realizzazione del progetto per ampliare le proprie attività nel settore della gestione ambientale delle discariche e delle bonifiche, ampliando le conoscenze del proprio personale tecnico sulla gestione operativa delle coperture di discarica e sulle problematiche da affrontare nella scelta del capping, in modo da offrire servizi ambientali più completi e qualificati.

TEA Sistemi ha assunto una laureata in Chimica nell'Ottobre 2008 e una laureata in Biologia nel Gennaio 2009 che verranno dedicate al progetto. Inoltre, è prevista un'ulteriore assunzione di una laureata in Scienze Ambientali nel corso del 2009.

ISE-CNR bandirà due Assegni di Ricerca specificamente dedicati al progetto. Il personale di ISE-CNR aumenterà le proprie conoscenze riguardanti tematiche ambientali concrete che riguardano la gestione e la bonifica di discariche, attività che ad oggi riguardano tutto il territorio nazionale in modo capillare e diffuso, essendo stato in passato (e tuttora) lo smaltimento in discarica l'attività di gestione rifiuti largamente prevalente nel nostro paese.

Capacità di favorire le pari opportunità di genere e non discriminazione

Indicare quante donne sono presenti fra i nuovi addetti di cui al punto precedente, il loro ruolo all'interno del progetto di ricerca e descrivere la capacità del progetto a favorire la non discriminazione

Il progetto si configura con elevata capacità di favorire le pari opportunità in quanto l'argomento della ricerca e la sua realizzazione prevedono l'utilizzo di professionalità ed abilità assolutamente non discriminanti e i partner del progetto, sia le aziende che i centri di ricerca, mostrano di aver sempre applicato politiche per le pari opportunità. Nel particolare:

Tioxide vede partecipare una laureata in Chimica (Responsabile del Lab An&Amb&Sviluppo) una laureata in Chimica farmaceutica (ricercatrice), un tecnico di laboratorio qualificato donna, e due donne facenti parte del personale di Quality Assurance e amministrativo.

Quindi circa il 40% del personale impiegato nel progetto è di sesso femminile.

TEA Sistemi vedrà impegnati nel progetto 5 donne tutte laureate e in posizioni di rilievo per la conduzione del progetto, tra cui la Project manager, che ha la qualifica di quadro, e 2 uomini. TEA Sistemi annovera attualmente tra il suo personale il 41 % di donne, tutte laureate e con elevata qualificazione professionale, tra cui 6 ingegneri e 4 quadri, in un settore altamente specializzato e tradizionalmente maschile come i servizi di ingegneria per la sicurezza e l'ambiente.

L'università degli Studi di Firenze e il CNR praticano politiche attive di pari opportunità. Per lo specifico del progetto, ISE- CNR impiegherà due donne tra cui una ricercatrice con la qualifica di primo ricercatore (su 3.5 ULA impiegati nel complesso sul progetto).

Contributo alla riduzione delle pressioni e degli effetti ambientali sul territorio

Gli esiti positivi del progetto porteranno alla possibilità di utilizzare i gessi rossi come materiale per la copertura definitiva di discariche in esercizio e per il ripristino ambientale di siti contaminati. Inoltre, il progetto è volto a verificare la funzionalità del gesso come “biocover” o “biofiltro” per indurre l’ossidazione a CO₂ del metano contenuto nel biogas e non captabile, abbassando di venti volte la capacità del gas di agire come “gas serra”.

Come già detto, Tioxide ha già verificato e messo in atto la possibilità di utilizzare i gessi per il ripristino ambientale di cave esaurite, con risultati positivi in termini di prestazioni e di impatto ambientale. L’uso dei gessi come materiale per le coperture definitive di discariche e per il loro ripristino ambientale comporterà i seguenti ulteriori benefici ambientali:

- la diminuzione della quantità di gessi rossi che non trovano utilizzi produttivi e che quindi vengono conferiti in discarica (attualmente il 20% della produzione, corrispondente a circa 80.000 t/anno, quantità che è destinata ad aumentare, al contrario di quanto auspicato nell’accordo di programma del 2004 siglato tra Regione, Enti locali e Tioxide, se non vengono individuate altre modalità di utilizzo);
- la conseguente diminuzione, quantitativamente pari ai gessi riutilizzati, del ricorso a cave per l’estrazione di argilla e di terreno per la ricopertura di discariche, che comporta un effetto positivo in termini di diminuzione di uso del suolo e di impatto paesaggistico;
- la possibilità per Tioxide di poter continuare ad utilizzare la “marmettola” (polveri di carbonato di calcio) derivante dall’estrazione del marmo (Carrara e Siena), dando quindi una risposta alla necessità di recupero di questo rifiuto della produzione marmifera;
- la diminuzione della quantità di metano emessa in atmosfera dalle discariche a fine vita, quando la captazione del biogas diventa tecnicamente complessa ed economicamente non vantaggiosa, grazie all’effetto ossidante che si può instaurare nella copertura in gesso derivante dal metabolismo delle cenosi microbiche che si possono instaurare nella matrice di solfati;
- la diminuzione dei costi di ripristino ambientale di vecchie discariche, che può contribuire ad accelerare gli interventi di ripristino delle coperture di vecchie discariche. La copertura rappresenta un fattore importante per la diminuzione della quantità di precipitazioni che si infiltrano nel corpo discarica e che danno origine al percolato. Favorire l’abbassamento dei costi di copertura significa quindi in ultima analisi contribuire alla diminuzione della quantità di percolato prodotto (e che deve quindi essere smaltito in impianti di depurazione) e alla diminuzione della probabilità di dispersione del percolato sul suolo e nel sottosuolo.

Firma del legale rappresentante
del soggetto capofila
