



PROGETTO



NEW LIFE

SINTESI RIASSUNTIVA



PROGETTO NEW LIFE

RECUPERO AMBIENTALE DI UN SUOLO DEGRADATO E
DESERTIFICATO MEDIANTE UNA NUOVA TECNOLOGIA
DI TRATTAMENTO E DI RICOSTITUZIONE DEL TERRENO
LIFE 10 ENV/IT/0400



SINTESI RIASSUNTIVA

BUDGET TOTALE 4.025.473.00 EURO
CONTRIBUTO EU 1.929.837.00 EURO

www.lifeplusecosistemi.eu

redatto da:



[m.c.m. Ecosistemi s.r.l.](http://www.m.c.m. Ecosistemi s.r.l.)

Indice

1 - PREMESSA	4	5.8 - <i>ASPORTAZIONE DEI SUOLI DEGRADATI</i>	35	6.12 - LOTTA AL DEGRADO DEL SUOLO E ALLA DESERTIFICAZIONE	67
2 - INTRODUZIONE	5	5.9 - <i>RICOLLOCAMENTO DEI SUOLI RICOSTITUITI</i>	35	6.13 - BONIFICHE AGRICOLE REDENZIONE DEI TERRENI INCULTI	67
3 - PROBLEMA AFFRONTATO	6	Lavorazioni superficiali		6.14 - COPERTURA DI SITI DEGRADATI.....	68
4 - SCOPO DEL PROGETTO	9	Rivegetazione		6.15 - RECUPERO RIFIUTI NEL CONTESTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE	68
5 - DESCRIZIONE DEL PROGETTO	10	Piantumazione		6.16 - SVILUPPO DELLA TECNOLOGIA INDIRIZZATO ALLA PRODUZIONE DI SUOLI SPECIFICI	68
5.1 - SCELTA DEL SITO DI INTERVENTO.....	11	Studi sui suoli ricostituiti nell'area		6.17 - SVILUPPO DELLA TECNOLOGIA VERSO LA PRODUZIONE DI (TECHNO) HISTOSUOLI.....	68
5.2 - AZIONI SVOLTE	12	Capacità d'uso del suolo		6.18 - AFFERMAZIONE DELLA TECNOLOGIA COME SISTEMA.....	69
5.3 - <i>CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA E DEI SUOLI</i>	12	5.10 - ATTIVITÀ E INIZIATIVE DI DISSEMINAZIONE SVOLTE NEL CORSO DEL PROGETTO	49	6.19 - STUDIO ULTERIORE DELLA MECCANICA DELLA RICOSTITUZIONE E DELLA POLICONDENSAZIONE DEGLI ACIDI UMICI.....	69
Rilievi topografici		5.11 - <i>DIVULGAZIONE SCOLASTICA</i>	49	6.20 - REALIZZAZIONE DI UN CAMPO PROVA SPERIMEN- TALE PER LO STUDIO DEI SUOLI RICOSTITUITI.....	69
Prelievo dei suoli		5.12 - <i>CONFERENZE ESPOSITIVE DELL'INTERVENTO</i>	50	6.21 - APPLICAZIONE DELLA RICOSTITUZIONE PER LA RISOLUZIONE DEL PROBLEMA DEL DESTINO DEI FANGHI DI DRAGAGGIO.....	69
Prelievi mediante fustella		5.13 - <i>CONVEGNI SCIENTIFICI PRESENTAZIONI ORALI E POSTER</i>	53	6.22 - APPLICAZIONE DELLA RICOSTITUZIONE NELLA BONIFICA DEI SITI MINERARI DISMESSI.....	69
Prelievi a scavo manuale		5.14 - <i>PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE</i>	55	6.23 - VERIFICA E SVILUPPO DEL METODO DELLA RICOSTITUZIONE PER LA SUA APPLICAZIONE NEL CAMPO DELLA BIORIMEDIAZIONE.....	70
Analisi floristico - vegetazionale		5.15 - <i>TESI DI LAUREA</i>	56		
Erbario		5.16 - <i>CONVEGNO INTERNAZIONALE DEL PROGETTO NEW LIFE</i>	56		
Caratterizzazione dei suoli del sito		6 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	58		
Caratterizzazione preliminare		6.1 - <i>OBBIETTIVI RAGGIUNTI SULLA BASE DEL PROGETTO PRESENTATO</i>	58		
Caratterizzazione campioni indisturbati		6.2 - <i>OBBIETTIVO 1.</i>	58		
Caratterizzazione definitiva		6.3 - <i>OBBIETTIVO 2.</i>	60		
5.4 - STUDI E RICERCHE SUI RIFIUTI COMPATIBILI.....	20	6.4 - <i>OBBIETTIVO 3.</i>	61		
Caratterizzazione dei rifiuti		6.5 - <i>OBBIETTIVO 4.</i>	61		
Caratterizzazione ambientale e tossicologica		6.6 - <i>OBBIETTIVO 5.</i>	62		
Caratterizzazione pedo-agronomica		6.7 - <i>OBBIETTIVO 6.</i>	63		
Caratterizzazione terre e sedimenti		6.8 - <i>OBBIETTIVO 7.</i>	63		
5.5 - PROVE SPERIMENTALI	25	6.9 - <i>OBBIETTIVO 8.</i>	66		
Parcelle sperimentali di I ^a categoria:		6.10 - <i>OBBIETTIVO 9.</i>	67		
Parcelle sperimentali di II ^a categoria:		6.11 - SVILUPPO DEL SISTEMA E DELLA TECNOLOGIA DELLA RICOSTITUZIONE.....	67		
Caratteristiche fisiche					
Caratteristiche chimiche					
Caratterizzazione microbiologica e biochimica					
5.6 - INSTALLAZIONE IMPIANTO - PRODUZIONE	34				
5.7 - INTERVENTO SUL SITO.....	35				

1

Premessa

Il presente documento nasce dalla necessità di riassumere l'attività condotta durante il prezioso progetto NEW LIFE, in modo estraneo ai rapporti e alle relazioni standardizzate richieste dalle procedure amministrative.

L'intento di questo documento risulta quello di riassumere, anche citando notizie di contorno, quanto è stato svolto nel corso dei sei anni di intenso lavoro nei quali si sono sviluppate ulteriori idee, progetti, competenze, professionalità che, senza lo strumento LIFE +, non si sarebbero probabilmente mai espresse.

L'esperienza realizzata, oltre ad aver consentito di costruire con successo un'opera ambiziosa, ha permesso un'importante crescita di competenze, contatti e consapevolezze di valore fondamentale per lo sviluppo della tecnologia, delle conoscenze teoriche e delle ulteriori potenziali applicazioni.

Il progetto, inoltre, ha sviluppato ulteriori aspetti incidendo fortemente nella società Ecosistemi: il lavoro compiuto e gli sforzi richiesti hanno definito il valore professionale ed umano di chi ha contribuito con passione alla realizzazione dell'opera facendo emergere, nei meriti casi,

rapporti umani e professionali preziosi; l'impegno ha apportato capacità e motivazioni nell'azienda e nei collaboratori più valenti.

Il percorso non è sempre stato agevole anche a causa di iniziali diffidenze, sospetti, complicazioni amministrative, ostacoli che hanno trovato soli coloro che più hanno creduto nell'importanza di questa iniziativa: è stata la fiducia di questi nell'importanza del progetto a garantire la sua continuità con successo sino al raggiungimento, ed in alcuni casi al superamento, di tutti gli obiettivi finali.

Mi piace riportare, concludendo questa premessa, l'articolo scritto sul giornale parrocchiale da Don Pietro Cesena, parroco della Chiesa dei Santi Angeli Custodi della comunità di Borgotrezza, dove si è sviluppato l'intervento: questo articolo, così confortante, ha rappresentato la svolta morale della nostra iniziativa, il più genuino e onesto riconoscimento al progetto NEW LIFE che l'Unione Europea ci ha onorato di poter svolgere.

Dott. Paolo Manfredi



A volte basta solo parlarsi e allora... FIORIRA' IL DESERTO

G iorni fa mi telefona un signore. Si presenta: "Sono l'amministratore dell'azienda Ecosistemi che deve intervenire con un progetto di bonifica sulla ex-discardia di Camposanto Vecchio" (ne avevamo parlato sul giornalino di dicembre dello scorso anno e, precedentemente anche a Telelibertà...), "ho visto i suoi interventi e avrei voluto incontrarla subito, ma alcuni amministratori politici mi hanno dissuaso..." e poi continua: "Recentemente però alcuni amici hanno insistito perché la chiamassi e così mi sono deciso... Vorrei invitarla a vedere quello che stiamo facendo, per farle capire...". Accetto al volo l'invito, mi interessa e voglio conoscere meglio, d'altra parte il nostro disappunto era per la mancata informazione della cittadinanza su questo progetto, cosa che sembra sia diventata una abitudine per la nostra politica...

Così vado con lui al centro di ricerca: una bella struttura con svariate persone che lavorano nei laboratori e poi visito il campo di prova. E' in fondo alla Gragnana, zona di cave di ghiaia e di terreno di riporto per coprire i grandi buchi, dove anche l'erba grama fa fatica a crescere... ecco finalmente qui c'è il terreno rigenerato dove cresce il mais, più in fondo altro mais su terreno "normale". La differenza è evidente: più bello, più alto e forte, più verde... "Non abbiamo messo azoto nel terreno e abbiamo irrigato molto meno..." dice il contadino.

Insomma, cosa sta cercando di fare questa gente? Mi spiegano che il terreno, con l'uso indiscriminato di concimi chimici, si impoverisce sempre più e si inaridisce. Il loro lavoro, frutto di ricerca sperimentale si concretizza nel frantumare il terreno e di mescolarlo con sostanze organiche di scarto per rigenerarlo e migliorarne la fertilità.

Io guardo e penso... ad altri terreni inariditi, alla nostra gente, al nostro cuore spesso così sterile e misero, alle famiglie distrutte... E a quanta fatica facciamo a costruire, spesso senza alcun riconoscimento, pagando di persona, con l'aggiunta di calunnie, cattiverie e invidie.

Che differenza c'è, nella sostanza, tra l'opera della parrocchia e il loro lavoro?

Auguro una buona riuscita a questo progetto e insisto con questa gente a non restare sola, a cercare il confronto con altre persone che come loro rischiano per fare davvero...

E' così facile oggi ostacolare in mille modi chi si adopera per ricostruire: sono gli incapaci, gli accidiosi installati come parassiti nei gangli della burocrazia, quelli che hanno il posto sicuro, chi colleziona prebende, chi gioca sempre e solo per interessi di parte. Quando al potere ci sono i mediocri e i palloni gonfiati niente deve migliorare e tanto peggio, tanto meglio ...

Allora, siccome sono andato e mi sono reso conto, ho invitato il gentile signore a venire a Messa a Borgotrezza...

Tutti abbiamo bisogno di speranza e spesso basta solo alzarsi dalla sedia e andare a vedere, per ritrovarla.

don Pietro



4

2

Introduzione

Il progetto NEW LIFE nasce per dimostrare l'applicazione e la validità della ricostituzione, una pedotecnica avanzata che interviene sui suoli degradati e desertificati riportandoli alle condizioni di fertilità originarie, migliorando le caratteristiche dei terreni naturali o producendo suoli fertili da sedimenti sterili.

La ricostituzione è un concetto e un metodo del tutto innovativo che non ha riscontro su scala mondiale: è pertanto una tecnologia europea nata e sviluppata in Italia su solide basi scientifiche, che considera, in modo organico, gli aspetti ambientali, agronomici, forestali, economici e di simbiosi industriale in una visione di economia circolare.

Il modello concettuale, sul quale si basa la ricostituzione dei suoli, è incentrato sulla riproduzione meccanica e chimica dei processi di pedogenesi considerando, soprattutto, gli aspetti strutturali e la gerarchia della formazione degli aggregati; operando sui suoli degradati e desertificati utilizza materiali idonei e sottopone le matrici coinvolte in un primo trattamento meccanico, nel quale vengono realizzate delle disgregazioni, sfibrature e scomposizioni strutturali, un successivo trat-

tamento chimico di stabilizzazione delle componenti organiche aggiunte ed un finale trattamento meccanico, che consiste in ripetute compressioni ricostitutive, producendo i neo-aggregati di un tecnosuolo denominato ricostituito.

Mediante questo trattamento, sin dall'inizio, è stato possibile realizzare numerose prove sperimentali in laboratorio e su campo che hanno dato conferma dell'idoneità del processo nel produrre suoli di particolare interesse nella lotta alla desertificazione.

La tecnologia è stata brevettata dalla società Ecosistemi che ha ideato il principio e il sistema di trattamento, dopo averne sperimentato la validità sviluppando i numerosi aspetti scientifici e tecnici.

Il progetto NEW LIFE ha consentito un forte sviluppo della ricostituzione su molteplici livelli permettendo l'affermazione - anche internazionale - del sistema su diversi piani istituzionali, politici, accademici ed amministrativi; grazie alla diretta applicatività del metodo si sono offerti concreti risultati anche restituendo alla popolazione della città di Piacenza una porzione di territorio piuttosto vasto, maggiore di 10 ha (100.000 m²), prima

degradata e priva di fruibilità ed interesse: il coinvolgimento diretto della cittadinanza, che ha visto realizzare progressivamente la piantumazione di migliaia di alberi e di arbusti, ha sicuramente, nonostante le iniziali diffidenze, contribuito al successo dell'iniziativa.



5

3

Problema affrontato

Il progetto NEW LIFE affronta il problema della desertificazione, del degrado e della perdita delle superfici agricole e forestali alla tutela della risorsa non rinnovabile che garantisce la produzione di cibo per gli esseri viventi, la prosperità e l'equilibrio degli ecosistemi.

Il declino dei terreni agricoli e forestali, era, solo un decennio fa, una consapevolezza allarmante limitata agli ambienti istituzionali e accademici; oggi il problema è concretamente avvertito soprattutto nel mondo dell'agricoltura: nel corso degli anni, anche nelle aree più fertili, si assiste a manifestazioni sempre più evidenti di declino dei suoli.



Tra gli effetti più comunemente riscontrati vi sono:

- **compattazione dei terreni;**
- **perdita della frazione fine del suolo;**
- **erosione;**
- **decremento della Sostanza Organica;**
- **mineralizzazione dei suoli;**
- **diminuzione capacità di riserva dell'acqua utile;**
- **perdita degli elementi nutritivi e loro minore disponibilità;**
- **declino della struttura dei terreni;**
- **riduzione della biodiversità;**
- **assenza di umificazione.**

Tutte queste sintomatologie di degrado sono gli aspetti principali affrontati nel progetto NEW LIFE.

Il depauperamento del suolo origina da cause diverse - in gran parte riconducibili all'uomo - e possono essere distinte principalmente in due gruppi: il primo, lento e progressivo, dovuto - ad esempio - all'intensa attività agricola, sempre meno sostenuta dagli adeguati apporti di Sostanza Organica; il secondo, più veloce, legato alle trasformazioni del paesaggio, allo sfruttamento improprio del territorio,

alla cementificazione e all'inquinamento: in quest'ultimo gruppo la scomparsa dei terreni, anche per vaste superfici, è estremamente rapida e comporta la completa spoliatura di questa risorsa.

Dalla visibile condizione di progressivo declino dei suoli, dalla presenza di terreni agricoli esausti e dalla perdita di superfici causate da attività antropiche di diverso tipo, è nata la necessità di sperimentare l'efficacia della ricostituzione, una tecnologia in grado di rigenerare i suoli degradati e produrre delle terre per il recupero delle superfici agro-forestali perdute.

I processi di degrado del suolo, la desertificazione, la perdita di superfici agricole devono essere affrontati direttamente operando il ripristino delle funzioni del terreno mediante una tecnologia che permetta di applicare le conoscenze della pedologia.

3



Problema affrontato

La necessità, anche per le strategie economiche europee, di intervenire nel ripristino agronomico e forestale risulta fondamentale se si considerano le ampie superfici interessate ai fenomeni di degrado e di perdita del suolo, soprattutto nei paesi mediterranei dell'Unione Europea.



Una delle necessità ambientali ed economiche delle politiche dell'UE richiede il ripristino di numerose aree naturali e agricole definitivamente perdute.

Pur essendo ben conosciuta l'urgenza di intervenire nel ripristino di aree degradate si riscontra, su scala globale, una forte carenza di tecnologie che ostacolano o risolvono definitivamente i processi di degrado: molti sono gli approcci di tipo conservativo che, spesso, possono limitarsi al solo contenimento del declino ma non ad una risoluzione attiva del problema.

La carenza tecnologica nel settore ha spinto lo sviluppo di una sistema complesso di trattamento chiamato ricostituzione che affronta direttamente il problema basandosi sulle scienze del suolo e sulla pedologia applicata.

Ripristino delle proprietà dei suoli deve interrompere i processi di declino riconsegnando la fertilità perduta e la loro funzione ecosistemica in modo stabile.

Il metodo proposto contempla l'impiego di specifiche tipologie di rifiuti che posseggono proprietà ambientali ed agronomiche di particolare interesse; questi materiali consentono l'arricchimento dei suoli trattati con le componenti (minerali ed organiche) perdute nel corso dei diversi processi di decadimento dei suoli.

Specifiche tipologie di rifiuti sono idonee ad essere utilizzate per il miglioramento delle proprietà dei terreni e per la produzione di tecnosuoli fertili.

Quest'ultimo aspetto affronta quindi un secondo problema, particolarmente delicato ed importante per l'Unione Europea, riguardante il riutilizzo di risorse e materiali che, altrimenti, andrebbero perdute. La ricostituzione consente, mediante il recupero di diverse tipologie di scarti, di ripristinare le funzioni agronomiche e forestali dei suoli.

7

3



Problema affrontato

Numerose tipologie di rifiuti possono essere indirizzate al sistema della ricostituzione realizzando un perfetto modello di economia circolare.

Il sistema della ricostituzione affermato nel progetto ha affrontato il problema dell'economia circolare riunendo in una stretta simbiosi l'industria, l'ambiente e la produzione agro-forestale creando un modello completamente nuovo di questa visione di sostenibilità.

Il progetto doveva inoltre dimostrare la replicabilità economica del metodo rendendo fattibili interventi di ripristino non economicamente affrontabili.



Si è affermata una nuova linea di studio che si identifica nella valutazione della compatibilità dei rifiuti al loro utilizzo come pedomateriali.

Un'ulteriore argomento affrontato, connesso con la circolarità del recupero delle risorse, è stato quello di individuare una cospicua serie di rifiuti potenzialmente utili ad essere convertiti in pedomateriali; da questa ricerca si sono sviluppate specifiche metodologie atte ad individuare le proprietà di queste matrici come pure il metodo e la procedura mirata al loro trattamento a seconda delle proprietà di ognuno.

Il simbolo del progetto NEW LIFE rappresenta, graficamente, il modello concettuale della ricostituzione: la superficie circolare è composta da quattro differenti colori che rappresentano, nella parte centrale marrone scura a forma sigmoide, il Carbonio Organico; questa area centrale è circondata da un contorno di colore marrone più chiaro che corrisponde al carbonio organico che si diffonde nelle due altre porzioni del disco, di colore arancio e giallo: queste ultime aree rappresentano la componente minerale del suolo che riveste la Sostanza Organica. Il logo del progetto, registrato, simboleggia pertanto un aggregato stilizzato di suolo ricostituito.



8



4

Scopo del progetto

Il progetto è stato articolato per dimostrare l'applicabilità e la riproducibilità della ricostituzione nel contrastare la desertificazione e nel fornire un sistema economicamente fattibile per il ripristino delle aree degradate.

Il NEW LIFE ha quindi provveduto allo sviluppo di tre principali linee di lavoro che si sono articolate nel corso dell'intero progetto.

La prima linea di azioni si è rivolta allo studio dei differenti tipi di suolo presenti in un'area degradata per rappresentare le varie casistiche sulle quali intervenire. Questa attività ha consentito di raccogliere tutti i dati utili per la progettazione dell'intervento.

Il primo aspetto che ha interessato il progetto è stato quello della definizione delle differenti tipologie di degrado dei suoli presenti nell'area d'intervento allo scopo di individuare i casi in cui la tecnologia può operare.

La seconda linea, sviluppata per tutto il periodo del progetto, si è dedicata all'individuazione degli specifici materiali idonei per la produzione dei suoli ricostituiti mediante la tecnologia proposta. Il fine di tale studio è stato quello di individuare i rifiuti che possono essere d'interesse sotto l'aspetto ambientale ed agronomico - forestale considerando gli aspetti ambientali, tossicologici, agronomici e pedologici.

Lo scopo di queste indagini, oltre ad essere di diretto interesse per la tecnologia, riveste una motivazione ancora più ampia diretta alla risoluzione delle forti problematiche che sorgono nel recupero di quantitativi ingenti di rifiuti non pericolosi prodotti in quantità molto elevate.



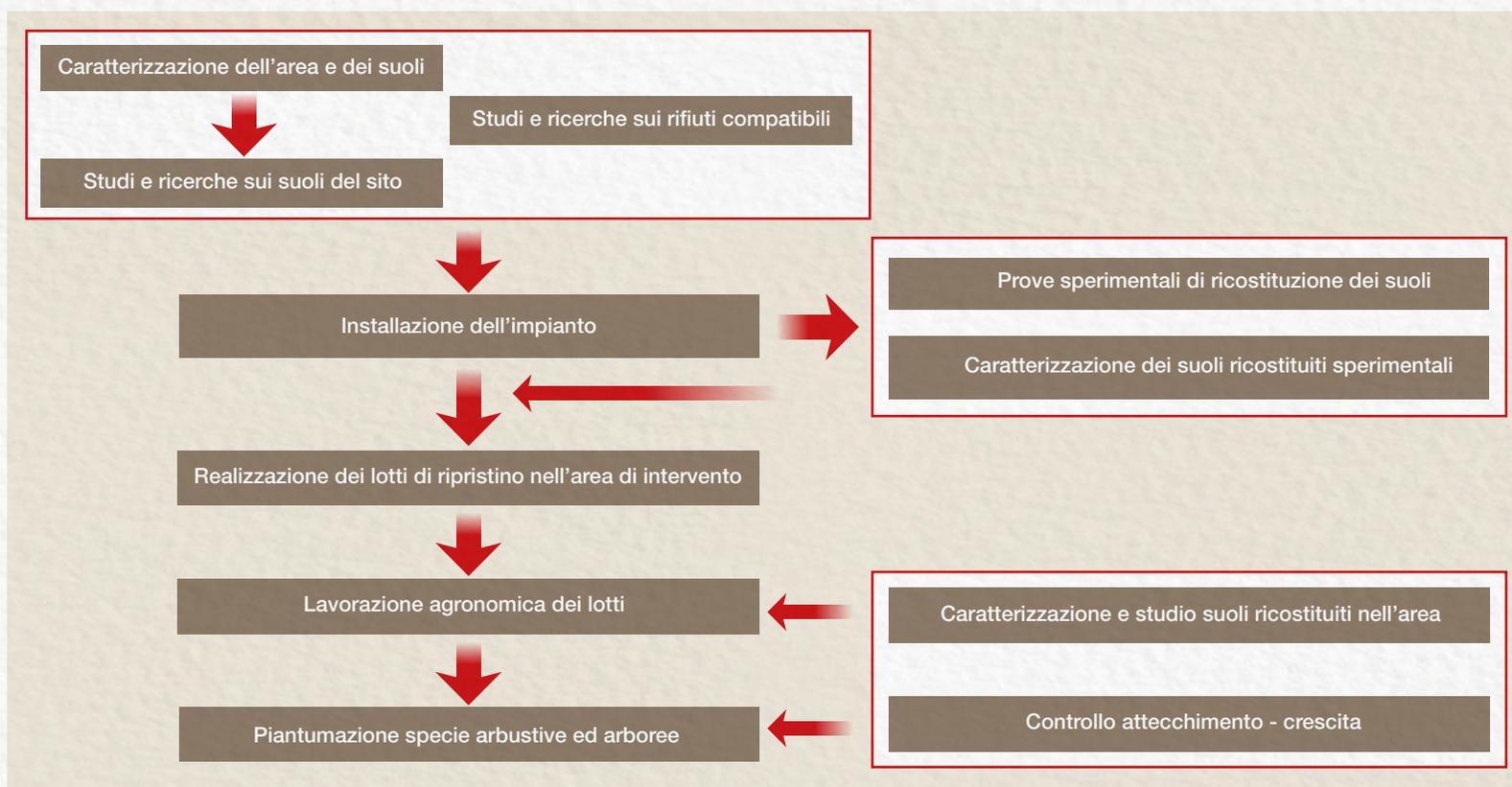
Il progetto si è posto come obiettivo l'individuazione dei materiali adatti per la tecnologia, offrendo alternative di recupero per sviluppare un modello di economia circolare sostenibile.

La terza linea del progetto ha sviluppato ed applicato direttamente la tecnologia della ricostituzione operando prima delle prove pilota e successivamente realizzando l'intervento di ripristino: da tali attività, accompagnate dalle indagini ambientali ed agronomiche, si è realizzata la piantumazione di specie forestali intervenendo nella rinaturalizzazione stabile dell'area.

5

Descrizione del progetto

Il progetto NEW LIFE si è svolto seguendo le Azioni riassunte nello schema sottostante.



10



Descrizione del progetto

Tutte le attività si sono svolte sul sito, nei laboratori di Ecosistemi e dell'Istituto di Chimica Agraria ed Ambientale dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, nei diversi stabilimenti di produzione dei rifiuti, nei campi sperimentali, nell'impianto di produzione dei terreni ricostituiti e, infine, nell'area degradata da ripristinare.

5.1 SCELTA DEL SITO D'INTERVENTO

L'intervento ha interessato una superficie complessiva di 20 ha (200.000 m²), si è svolto in località Campo Santo Vecchio (Borgotrebbia) nel territorio comunale di Piacenza (Emilia-Romagna, Italia); l'area è ubicata lungo la sponda orografica destra del fiume Trebbia, compresa nel territorio del Parco Fluviale del Trebbia e parzialmente inclusa nel Sito di Importanza Comunitaria (SIC 4010016 Basso Trebbia).

Il sito individuato per il progetto è una vasta superficie caratterizzata da una forte condizione di degrado dei suoli.

Nel sito, dal 1972 al 1985, è stata condotta un'attività di discarica per rifiuti solidi urbani occupando l'intera superficie per uno spessore d'intervento tra i 4 e i 5 metri: i lavori di smaltimento definitivo hanno dato origine ad un vasto rilevato, prevalentemente pianeggiante, interamente costituito da rifiuti; alla fine dell'attività l'area è stata ricoperta da uno strato di materiali terrosi di svariata origine.

L'orizzonte superficiale, costituito da un ammasso terroso eterogeneo di diversa natura, offriva uno spessore esiguo (inferiore ai 30 cm), che non ha consentito la realizzazione di alcuna rinaturalizzazione nonostante ripetuti tentativi effettuati nel corso degli anni.

Il sito, come capacità d'uso, poteva sporadicamente offrire l'utilizzo al pascolo e pertanto è stato scelto come modello di riferimento significativo per una dimostrazione della validità della tecnologia ad intervenire in condizioni di forte degrado. Le condizioni del luogo sono rappresentative di una condizione piuttosto diffusa che si è venuta a realizzare in un periodo (anni '70 e '80) nel quale sono sorte un sensibile numero di discariche per lo

smaltimento di rifiuti solidi urbani senza l'adozione di specifiche misure di tutela e di ripristino; su molti di questi siti, sino ad oggi, non si è posto rimedio per l'insostenibilità economica ed ambientale degli interventi.





Descrizione del progetto

5.2 AZIONI SVOLTE

5.3 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA E DEI SUOLI

Per inquadrare esattamente lo stato di degrado dei suoli, della vegetazione presente e definire esattamente le caratteristiche morfologiche del sito è stata realizzata la prima azione nella quale si sono svolte le attività necessarie per ottenere molteplici informazioni richieste.

Rilievi topografici

Preliminarmente sono stati realizzati i rilievi topografici dell'intera area unitamente alla descrizione morfologica delle superfici interessate dall'intervento; le misurazioni hanno fornito i dati necessari per la formulazione del progetto di ripristino e per stabilire i punti di prelievo e di osservazione dei suoli.

L'attività è stata descritta mediante un video consultabile



di suolo dell'area.

Prelievo dei suoli

I campionamenti dei suoli, oltre a quelli preliminari, sono stati realizzati con due differenti modalità: la prima, mediante carotaggi a fustella; la seconda tramite scavo; i due metodi hanno definito la vasta eterogeneità delle terre, lo spessore dei suoli e la profondità alla quale erano posti i rifiuti sotto il terreno di copertura.





Descrizione del progetto

Prelievi mediante fustella

Sono stati raccolti i campioni di suolo - indisturbati - suddivisi per punti e a seconda dei due principali orizzonti presenti: top soil e bulk soil; il rilievo della profondità radicale per ogni stazione ha inoltre consentito di fornire i necessari dati di progetto per i successivi lavori di asportazione dei terreni utilizzabili per il trattamento di ricostituzione.

Tale indagine, oltre a fornire ai laboratori i campioni necessari, ha consentito la valutazione dei volumi di suolo complessivi da sottoporre alla ricostituzione e le profondità di scavo massime per escludere la messa a giorno dei rifiuti presenti.

L'intera azione è stata documentata in dettaglio con un video pubblicato sul sito del progetto nella sezione dedicata Azione 8 Parte II Prelevi sito I.

L'indagine ha prodotto una serie di campioni di suolo (120) atti alla loro caratterizzazione e ad uno studio che ha classificato differenti tipologie di degrado. Sulla base di questa indagine è seguita una successiva campagna di prelievo più mirata mediante scavo manuale.



Prelievi a scavo manuale

Individuate le categorie di degrado dei suoli presenti nell'area si è provveduto agli ulteriori campionamenti unitamente alle più approfondite osservazioni pedologiche.

I suoli sono stati raccolti anche in funzione degli studi fitosociologici effettuati in modo da verificare la correlazione tra le specie bioindicatrici e la natura fisica, chimica e microbiologica dei terreni.



video Azione 8 Parte IV Caratterizzazione suoli Il presente nel sito internet del progetto.

Analisi floristico - vegetazionale

Lo studio floristico-vegetazionale è stato realizzato per integrare i dati dalle analisi pedologiche ottenendo una caratterizzazione dell'area il più completa ed esaustiva possibile.

Il campionamento è stato condotto esaminando l'intero sito ad esclusione delle zone di confine. La flora è stata studiata analizzandone gli aspetti biologici, corologici ed ecologici elaborando i rispettivi spettri.

Riguardo all'ecologia delle specie rinvenute sono stati utilizzati specifici indici modificati e riadattati per la flora d'Italia e i parametri di Landolt per avere una rappresentazione il più possibile completa; in particolare sono stati presi in considerazione gli indici di luminosità, temperatura, umidità, pH, nitrofilia, indici di humus, aerazione, salinità e tolleranza ai metalli pesanti.

Nell'area sono stati effettuati 52 rilievi fitosociologici campionando, per ognuno,



Descrizione del progetto

una superficie di 16 m². Ogni stazione è stata periodicamente controllata durante un preciso arco temporale in modo da avere dati floristici il più possibile completi.

I risultati delle indagini chimico-fisiche e botaniche hanno consentito di far conoscere il progetto NEW LIFE con interventi specifici nei convegni, mediante interventi orali, poster e tramite pubblicazioni su riviste scientifiche:

- *Relationship between hydraulic properties and plant coverage of the closed-landfill soils in Piacenza (Po Valley, Italy)*, *Solid Earth*, 2015, 6 pp. 929 - 943, 10.5194/se-6-929-2015

- *The vegetation of the Borgotrebbe landfill (Piacenza, Italy): Phytosociological and ecological characteristics*, *Plant Biosystems*, 2014

- *Onopordum acanthium subsp. Acanthium in una ex-discarica della Pianura Padana (Piacenza)*, *Inf. Bot. Ital.*, 45 (2) 2013, pp. 213 - 219

- *Application of the floristic-vegetational indexes system for the evaluation of the environmental quality of a semi-natural area of the Po Valley (Piacenza, Italy)*, *Plant Sociology*, Vol. 50, No. 2 December

2013, pp. 47 - 56

- *Preliminary comparison of the development of spontaneous vegetation between degraded soils and reconstituted ones (Piacenza, Italy)*, *Congresso Società Botanica Italiana PV*, 110° PV 14 - 18 settembre 2015

- *La vegetazione di un'area degradata della pianura padana*, 108° *Congresso Società Botanica Italiana, Baselga di Piné (TN)* 18 - 20 Settembre 2013

- *Environmental quality of a semi-natural area of the Po Valley (northern Italy): aspects of soil and vegetation*, *EGU: European Geos. Union General Assembly, Vienna, Austria* 27 Aprile - 2 Maggio 2014

- *Hydrological characteristics of the soil of a degraded area: comparison between physical, chemical and floristic-vegetational analysis*, *EGU: European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria*, 7 - 12 aprile 2013

- *Fluttuazioni stagionali della vegetazione di una discarica dismessa del piacentino*, 48° *Congresso Società Italiana di Scienze della Vegetazione Roma* 17 - 19 settembre 2014



Erbario

Nel corso delle osservazioni e degli studi in campo si è provveduto alla raccolta delle specie realizzando un erbario interamente dedicato al progetto.

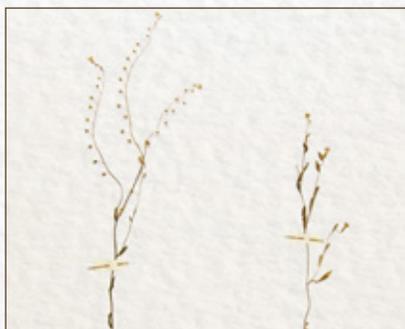
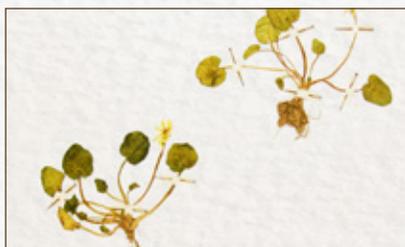
La raccolta, prodotta dall'Istituto di Agronomia, Genetica e Coltivazioni Erbacee dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza è conservato nella sede della società Ecosistemi ed utilizzato per le sezioni didattiche previste nel progetto NEW LIFE. L'esposizione dell'Erbario e dei dati floristico vegetazionali sono illustrati nelle relazioni e documentati nei video presenti nel sito del progetto: Azione 8 Parte V Analisi floristico vegetazionale e Azione 7 Parte V Pubblicazioni scientifiche [Convegno Bolzano L'uomo e il Suolo]; la collezione dei reperti è stata fotografata per realizzare un erbario digitale consultabile nel sito.

14

5



Descrizione del progetto



Caratterizzazione dei suoli del sito

L'indagine si è indirizzata verso la determinazione delle differenti tipologie di degrado dei suoli presenti nell'area allo scopo di inquadrare il trattamento mirato da effettuare e fornire una casistica sui miglioramenti effettuati dal processo di ricostituzione.

Caratterizzazione preliminare

La caratterizzazione preliminare ha permesso di stabilire l'esecuzione più accurata dei successivi prelievi indagando sulla concentrazione dei metalli pesanti e degli idrocarburi C < 12 C > 12 per verificare il rispetto dei limiti di legge; ulteriori indagini si sono indirizzate sulle proprietà agronomiche e pedologiche.

Già nella fase preliminare sono emersi aspetti confermati dai successivi approfondimenti:

- presenza di materiali estranei nei terreni;
- struttura dei suoli: poliedrici, lamellari, incoerenti;

- massiccia componente calcarea di provenienza industriale;
- carenza pronunciata di Sostanza Organica;
- forte compattazione dei suoli;
- scarso approfondimento radicale anche in assenza di apparenti strati limitanti;
- reazione del suolo mediamente alta.



Dallo studio e dagli esiti del laboratorio è subito apparso come l'orizzonte superficiale del sito fosse caratterizzato da un ammasso terroso eterogeneo di scarso

5



Descrizione del progetto

spessore che non poteva garantire l'attecchimento di specie vegetali che non fossero ruderali e xerofitiche.



Caratterizzazione campioni indisturbati

Le analisi di caratterizzazione dei suoli prelevati mediante carotatore a fustella hanno quantificato i principali aspetti di tipo ambientale ed agronomico. In tutti i 102 campioni raccolti su 51 stazioni sono stati analizzati i seguenti parametri:

- *struttura*
- *colore Munsell*
- *reazione*
- *salinità*
- *Calcare totale*
- *Calcare attivo*
- *Carbonio Organico*
- *Azoto totale*
- *rapporto C/N*
- *Capacità di Scambio Cationico - Metalli pesanti sul tal quale.*

I campioni raccolti risultavano all'interno dei limiti di legge della Colonna A, della Tabella 1 dell'Allegato V al Titolo V della Parte IV del d.lgs. 152/06, ad eccezione di un punto nel quale è stata rinvenuta una concentrazione eccedente di Cobalto.

Riguardo ai valori analitici riscontrati venivano confermate le considerazioni an-

ticipate dalle caratterizzazioni preliminari implementandone i dettagli anche in considerazione dei rilievi ecologici delle indagini botaniche.



Tutti i dati prodotti dalle indagini di laboratorio sono stati riportati nel documento Azione 8 - LIFE+2010 Rapporti campioni fustella.

L'elaborazione statistica dei dati (Cluster Analysis e Principal Component Analysis), illustrata nel documento Azione 8 - LIFE+2010 D 8.1 Elaborazione dei dati statistici per l'individuazione delle tipologie di suolo, ha individuato le stazioni rappresentative che mostravano congruenze con l'approccio vegetazionale



Descrizione del progetto

e con quello chimico-fisico. In tale modo è stato possibile determinare i punti di prelievo successivi per selezionare le tipologie di suolo più rappresentative dei differenti stati di degrado.

Le attività sono mostrate nel video presente nel sito del progetto: Azione 8 Parte IV Caratterizzazione suoli II.

Caratterizzazione definitiva

La classificazione delle differenti tipologie di degrado e delle terre presenti ha comportato ulteriori prelievi e rilevazioni su campo con analisi di laboratorio più approfondite. Le osservazioni effettuate hanno considerato - tra gli altri parametri - le seguenti caratteristiche primarie:

- *struttura del suolo*
 - *stabilità degli aggregati*
 - *Sostanza Organica - Carbonio Organico*
 - *Acidi Umici - Fulvici, Umina - TEC*
 - *rapporto C/N*
 - *curve di ritenzione idrica*
 - *stabilità di struttura*
 - *parametri riguardanti la fertilità dei suoli.*
- Durante le operazioni di prelievo si sono svolte le osservazioni dei profili di ogni stazione di campionamento descri-

vendo inoltre gli aspetti generali quali: profondità, spessore e limite inferiore, umidità, struttura, macroporosità, radici (dimensioni, abbondanza, volume), colore, quantificazione e classificazione materiali estranei (plastiche, laterizi, calcestruzzi ecc.), adesività e pietrosità.

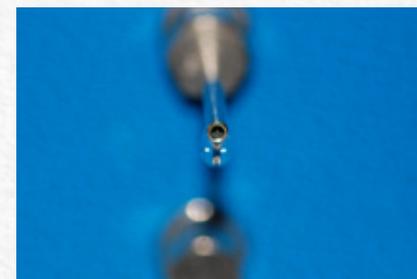


Le proprietà emerse dallo studio e dalle attività di laboratorio vengono qui di seguito esposte.

Le strutture più comuni dei terreni raccolti, ad eccezione di alcuni suoli incoerenti, sono apparse quelle poliedrico angolari, poliedriche sub-angolari e lamellari: la successiva sperimentazione sulla ricostituzione delle terre selezionate ha permesso di accertare e valutare i cambia-

menti strutturali dei suoli a beneficio della fertilità fisica.

La stabilità della struttura, essendo una proprietà dipendente da condizioni strettamente legate al processo di declino del suolo, ha rivestito un particolare interesse nell'individuazione di quei terreni del sito con scarsa aggregazione: sono stati rinvenuti differenti gradi di stabilità nei suoli dell'area e sono stati selezionati per le prove sperimentali successive.



Per delineare le caratteristiche idrologiche dei terreni campionati è stata quantificata la Concentrazione Idrica Massima, la Capacità di Campo e il Punto di Appassimento, inoltre sono stati calcolati i valori dell'acqua di percolazione (Acqua



Descrizione del progetto

di Circolazione) e dell'acqua utile (Acqua Disponibile Massima).

L'indagine sulla curva di ritenzione idrica ha tenuto in considerazione l'analisi floristico-vegetazionale che indicava un ambiente degradato: nel sito, la presenza di prati xerofili, confermava le condizioni di aridità (*Ranunculus bulbosus* L.; *Salvia pratensis* L.; *Euphorbia cyparissias* L.); la segnalazione dell'ampia diffusione di specie ruderali, anch'esse tipiche di ambienti aridi o di suoli con cattiva struttura e mal drenati, ha indotto ad una particolare attenzione verso le proprietà idrologiche in considerazione della possibilità di mutarne le caratteristiche con la ricostituzione.

I suoli dell'area hanno mostrato, dalle analisi effettuate, condizioni di concentrazione idrica massima molto basse, scarsa capacità di campo, elevata acqua di percolazione, elevato punto di appassimento e bassa acqua disponibile.

Il parametro relativo alla dotazione di Carbonio Organico (Sostanza Organica) ha assunto un'importanza centrale poiché, dalla sua presenza, dipendono numerosi e fondamentali aspetti sulla qualità del terreno. Il processo di trattamento

dei terreni mediante la tecnologia delle terre ricostituite comprende una fase di addizione della Sostanza Organica finalizzata sia ad un suo incremento sia una sua stabilizzazione all'interno della matrice del suolo, pertanto l'indagine è stata sviluppata con particolare approfondimento.



Nello stesso ambito sono state analizzate le concentrazioni della frazione umica distinta in Acidi Umici, Fulvici e Carbonio Organico estraibile: la caratterizzazione di queste componenti del Carbonio Organico stabile è stata indagata per comprendere al meglio lo stato di conservazione della Materia Organica nei terreni del sito. Le concentrazioni di tali frazioni sono risultate molto basse come pure il tasso di umificazione che rileva come nel sito fossero in atto processi di mineralizzazione preponderanti rispetto a quelli di umificazione, nonostante l'assenza di attività agricola.

Relativamente all'Azoto totale non sono emersi dati di interesse per la sperimentazione; i valori del parametro si mostravano mediamente alti e tale aspetto può essere forse correlabile con la precedente attività svolta di smaltimento definitivo di rifiuti solidi urbani nel sito.

Relativamente alla salinità i valori rilevati non si manifestavano fuori dalla norma mostrando condizioni di lisciviazione dei suoli. La reazione era distribuita con una forte eterogeneità, esprimeva oscillazioni da terreni debolmente alcalini a fortemente alcalini. La dotazione di Calcio

5

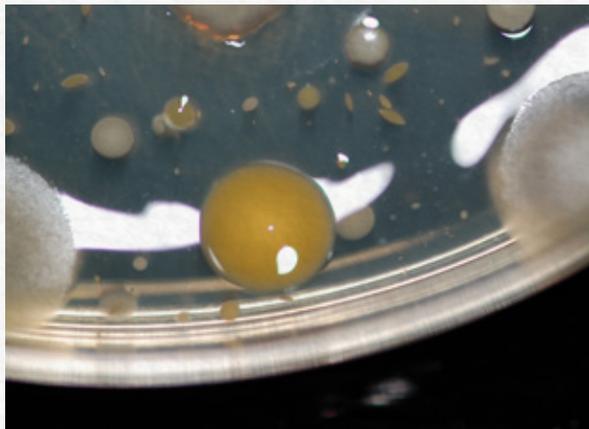


Descrizione del progetto

totale e attivo risultava mediamente alta giustificando i valori di reazione nel campo dell'alcalinità.

Il parametro della Capacità di Scambio Cationico, anch'esso presente con una forte eterogeneità, esprimeva valori da molto bassi ad alti.

Riguardo alle indagini microbiologiche e respirometriche effettuate, si rilevava una bassa presenza di batteri eterotrofi totali correlata con i parametri di Carbonio Organico, stabilità di struttura, Azoto totale.



È stato studiato l'aspetto respirometrico dei suoli con interessanti correlazioni con il Carbonio Organico, la popolazione batterica eterotrofica aerobia, la dotazione di Calcare totale e la tessitura.



Le metodiche analitiche scelte e tutti i dati ottenuti dalle indagini di laboratorio, unitamente alle considerazioni, sono esposti nella relazione D. 9.2.1. Individuazione dei suoli del sito interessati alla realizzazione delle parcelle sperimentali unitamente agli allegati.

Le indagini effettuate nei laboratori Ecosistemi sulle caratteristiche idrologiche

sono esposte nel video presente nel sito del progetto: Azione 8.9 Parte I Studio chimico fisico dei suoli - Ritenzione idrica e Azione 7.4 Pubblicazioni Scientifiche [Vienna European Geosciences Union General Assembly 2013].

Le attività di caratterizzazione hanno dato origine a pubblicazioni e partecipazioni a convegni anche correlando i dati con i rilievi botanici.

- *Relationship between hydraulic properties and plant coverage of the closed-landfill soils in Piacenza (Po Valley, Italy)*, *Solid Earth*, 2015, 6 pp. 929 - 943, doi:10.5194/se-6-929-2015

- *Relation between hydraulic properties and plant coverage of the closed-landfill soils in Piacenza (Po Valley, Italy)*, *Solid Earth Discuss*, 2015, 7 pp. 757 - 795, doi:10.5194/sed-7-757-2015

- *I caratteri del suolo di un'area degradata: parametri chimici e indicatori ecologici a confronto*, *EQAbook 2012.1*, pp. 81 - 88

- *Caratteri del suolo di un'area degradata: parametri chimici e indicatori ecologici a confronto*, *World Soil Day - Convegno Nazionale SISS, Bolzano 4 - 5 dicembre 2012: a world to discover - Ancona 5 - 7 dicembre 2016 L'Uomo e il Suolo una*



Descrizione del progetto

storia infinita

- *Parametri chimici e vegetazione spontanea in parcelle di suoli naturali e ricostituiti: primo anno di osservazioni, SISS, Alghero 5 - 6 dicembre 2014*

- *Environmental quality of a semi-natural area of the Po Valley (northern Italy): aspects of soil and vegetation, EGU: European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria 27 aprile - 2 maggio 2014*

- *Hydrological characteristics of the soil of a degraded area: comparison between physical, chemical and floristic-vegetational analysis, EGU: European Geosciences Union General Assembly Vienna, Austria, 7 - 12 aprile 2013*

- *Approccio multidisciplinare per descrivere i caratteri di un'area degradata, XXXI Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria, Napoli 16 - 17 settembre 2013*

- *Hydrological characteristics of degraded soils of a landfill in Northern Italy: a comparison between instrumental data and predictive models, FIST GEOITALIA 2013: IX Forum Italiano di scienze della Terra Pisa 16 - 18 settembre 2013*

Le attività hanno individuato condizioni di degrado dei suoli fornendo alle successive prove sperimentali pilota differenti casistiche sulle quali provare l'efficienza del trattamento di ricostituzione.

5.4 STUDI E RICERCHE SUI RIFIUTI COMPATIBILI

I rifiuti prodotti dalle specifiche attività industriali o civili possono rappresentare una risorsa importante per il trattamento e la produzione di suoli ricostituiti.

Uno degli obiettivi del progetto è quello di reimmettere nel ciclo ecologico ed ambientale materie che la tecnologia e la produttività hanno sottratto all'ambiente; solo a titolo di esempio:

- i sedimenti trattenuti dalle dighe o dagli acquedotti ritornano al loro consueto destino della genesi dei suoli come sarebbe avvenuto in natura;

- i fanghi di lavaggio degli inerti naturali vengono reintrodotti a costituire il suolo nella loro naturale destinazione;

- i fanghi di cartiera, prodotti dalla cellulosa, estratta dalle coltivazioni arboree, ritorna al suolo che le ha generate.

Lo studio e la ricerca dei rifiuti idonei ha esaminato molti dei residui potenzialmente interessati alla tecnologia della ricostituzione analizzando i cicli produttivi delle industrie con approfondimenti di particolare interesse sorti anche incontrando le associazioni dei produttori, come ad esempio è avvenuto nel Convegno Assocarta tenutosi a Lucca nell'ottobre del 2011 con un intervento che ha illustrato il progetto NEW LIFE dal titolo Recupero di suoli degradati con i fanghi di cartiera.



5



Descrizione del progetto

Il suolo, produttore delle risorse essenziali per il benessere e la prosperità, può essere rigenerato da quei rifiuti che, tornando ad esso, lo ricostituiscono.

Le visite effettuate in numerosi stabilimenti industriali hanno permesso, oltre all'approfondimento sui diversi cicli produttivi, di constatare che molti rifiuti non pericolosi, potenzialmente idonei al recupero, vengono generati in quantità talmente ingenti da costituire un sensibile problema per la continuità di importanti realtà industriali; pur nella loro innocuità ambientale, i quantitativi in alcuni casi sono talmente elevati da non trovare sbocchi sufficienti per essere destinati ad un idoneo recupero, tale condizione comporta uno spreco di risorse economiche e ambientali di forte impatto. È pertanto apparso importante l'approccio della ricostituzione sviluppato nel progetto alla luce della sostenibilità, in quanto il sistema consente l'impiego di grandi quantitativi di materiale.

La ricerca di quei rifiuti che hanno una provenienza o caratteristiche assimilabili al suolo sono stati oggetto di una particolare attenzione per reintrodurre un riciclo di risorse disperse dall'attività produttiva alla loro origine.

In alcune importanti realtà industriali che il NEW LIFE ha coinvolto sono sorte interessanti prospettive: è stato sviluppato un importante rapporto che sta esaminando il possibile recupero di sedimenti con Enti di Bonifica e di Navigazione, con il comparto industriale della produzione del biossido di titanio, con acquedotti, industrie della trasformazione del legno, della carta, dell'industria agro-alimentare. L'interesse da parte dei produttori di rifiuti è stato considerevole e provato dalla partecipazione al Convegno finale del NEW LIFE da parte del Consorzio di Bonifica Renana Atti I° Convegno Miglioramento del Suolo e dalla presenza dei responsabili di alcune industrie coinvolte nello studio. Dalle numerose indagini è apparso come

l'industria moderna sia in grado di offrire materiali di scarto con caratteristiche ragionevolmente costanti nel tempo: ciò è dovuto alle rigide procedure oggi richieste per garantire livelli produttivi uniformi.



21

5



Descrizione del progetto

Caratterizzazione dei rifiuti

In seguito all'esame dei processi industriali e produttivi, in grado di generare rifiuti di potenziale interesse per la tecnologia, è stata avviata una campagna di raccolta dei campioni rappresentativi per avviare una vasta indagine di studio sulla loro composizione.

Le indagini si sono sviluppate in due comparti distinti: analisi e caratterizzazione dell'idoneità ambientale, tossicologica e individuazione delle proprietà pedo-agricole.

Sono numerosi i processi industriali moderni che producono rifiuti con caratteristiche costanti nel corso della loro attività, molte di queste industrie generano matrici di scarto di interesse per la tecnologia della ricostituzione.

L'attività svolta ha consentito di contribuire alla realizzazione di un archivio rifiuti, unico nel suo genere, nel quale sono raccolti i campioni in cassette espositive.

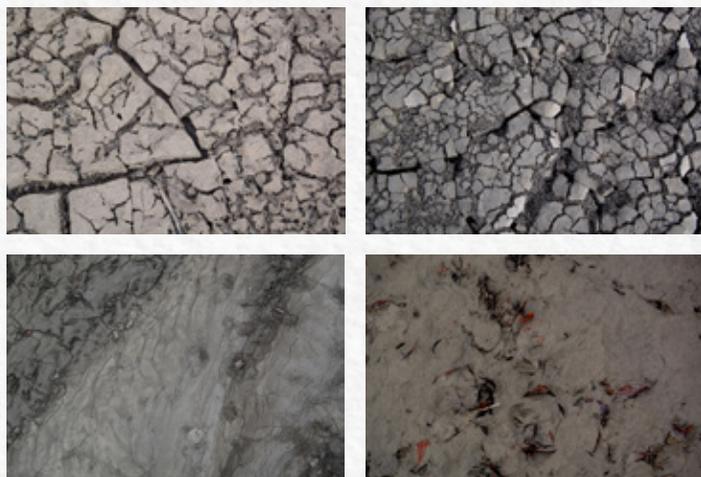
Caratterizzazione ambientale e tossicologica

Lo studio dell'idoneità dei rifiuti è stato impostato su tre differenti profili di indagine analitica.

- Prova di cessione: per la valutazione degli elementi e composti inquinanti eventualmente ceduti all'ambiente - cessione in acqua delle matrici in 24 ore sotto agitazione (Metodo UNI EN 1802).
- Analisi sul tal quale: valutazione degli elementi e composti inquinanti eventualmente presenti nella matrice (Rif. D.Lgs. 152/06) in concentrazioni superiori ai limiti di legge.
- Saggi di fitotossicità: esame della germinabilità e della crescita delle plantule effettuata con due metodi di prova su due specie differenti: *Lactuca sativa* e *Lepidium sativum*, per l'individuazione della tossicità o affinità agronomica delle matrici.

I saggi e i controlli effettuati sono stati ripetuti nel corso del tempo per individuare la continuità e la rappresentatività dei dati raccolti.

Su 74 differenti tipologie di rifiuti analizzate durante tutto il percorso del progetto



5



Descrizione del progetto

raramente si sono riscontrati dei discostamenti dalle caratterizzazioni effettuate inizialmente, avvalorando l'ipotesi che l'industria moderna, con le proprie procedure produttive standardizzate, genera rifiuti con proprietà uniformi nel tempo.

I controlli analitici hanno prodotto risultati favorevoli sotto il profilo ambientale soprattutto per quanto riguarda la composizione delle matrici sul materiale tal quale; riguardo al test di cessione, saggio nel quale si sono riscontrate le maggiori variabilità, in alcuni casi si sono osservati dei superamenti del limite di legge.



Riguardo ai saggi di fitotossicità si sono rilevate, in alcune tipologie di rifiuti, delle inidoneità dovute - come accertato dagli approfondimenti successivi - ad elevate salinità o ad eccessivi squilibri nutrizionali.

Le attività produttive maggiormente coinvolte nella caratterizzazione dei rifiuti sono quelle qui di seguito elencate:

- produzione dell'acqua potabile e industriale
- produzione dell'energia elettrica
- gestione dighe idroelettriche
- canali irrigui e navigabili
- produzione della pasta di legno e della carta
- produzione del biossido di titanio
- lavaggio lana grezza
- produzione di amido di mais
- incenerimento biomasse (legna - scarti vegetali)
- settore industria agro-alimentare

Caratterizzazione pedo-agronomica

Lo studio è proseguito nell'individuazione e quantificazione delle proprietà agronomiche e pedologiche dei residui; questo aspetto è stato accuratamente seguito

anche per valutare la stabilità dei parametri nel corso del tempo: è infatti su una ragionevole continuità delle caratteristiche dei rifiuti che si possono basare delle scelte oculate progettuali nella produzione dei suoli ricostituiti.



23



Descrizione del progetto

Le indagini di laboratorio sono state indizzate sui seguenti parametri:

- *natura della componente minerale;*
- *tessitura*
- *reazione*
- *salinità*
- *Calcare totale e attivo*
- *Capacità di Scambio Cationico*
- *basi scambiabili: Potassio, Magnesio, Calcio, Sodio*
- *rapporti tra basi scambiabili;*
- *Carbonio Organico*
- *Acidi Umici-Fulvici, Carbonio Organico Estraiabile*
- *Azoto totale*
- *Fosforo Olsen*
- *Ferro disponibile*
- *Magnesio disponibile*
- *Rame, Zinco, Boro disponibile.*

Sulla base delle ripetute analisi si sono identificate importanti classificazioni dei rifiuti distinte a seconda della loro provenienza, dei metodi di trattamento e di depurazione consentendo una suddivisione per categorie delle matrici analizzate.

Tali distinzioni risultano di particolare utilità per la progettazione dei trattamenti e della produzione dei suoli ricostituiti in quanto la formulazione della miscela da

trattare è fondamentale al fine di ottenere un suolo con proprietà agronomiche bilanciate e con idonee dotazioni in nutrienti.

Caratterizzazione terre e sedimenti

Per la scelta dei materiali ritenuti di interesse la produzione dei suoli ricostituiti è stato previsto l'impiego di materiali utili all'incremento della componente minerale rappresentata dalle frazioni di sabbia, limo e argilla.

Questa esigenza è stata infatti valutata in quanto, come è apparso durante l'indagine di caratterizzazione sul sito, la carenza di suolo naturale nell'area d'intervento poteva compromettere la possibilità di averne sufficienti quantitativi per realizzare l'opera; inoltre, il riscontro della pessima qualità dei suoli dell'area, a causa dell'esistenza diffusa di materiali estranei, poteva pregiudicare la possibilità del loro utilizzo.

Matrici minerali sterili offrono materiali sui quali sperimentare la possibilità di produrre suoli pedogenizzati fertili grazie alla ricostituzione.

Un altro motivo, ancor più importante, del progetto NEW LIFE che ha motivato l'impiego di matrici minerali sterili per la produzione, è stato quello di poter dimostrare la fattibilità di generare un suolo pedogenizzato fertile con il trattamento di sedimenti alluvionali limo-argillosi.

La ricerca di matrici idonee per offrire alla ricostituzione componenti minerali, si è indirizzata su terre e residui di scarso valore quali: fanghi di lavaggio di inerti naturali, sedimenti alluvionali di tipo limoso, argilloso provenienti da cave di prestito e sbancamenti, terre di scavo.

Sono state caratterizzate le matrici minerali fini e selezionate quelle con caratteristiche di minore fertilità per verificare l'utilità della ricostituzione nel produrre suoli eccellenti.



PROGETTO NEW LIFE

RECUPERO AMBIENTALE DI UN SUOLO DEGRADATO E DESERTIFICATO MEDIANTE UNA NUOVA TECNOLOGIA DI TRATTAMENTO E DI RICOSTITUZIONE DEL TERRENO
LIFE 10 ENV/IT/0400



NEW LIFE



5



Descrizione del progetto



Tra le matrici minerali sono state scelte quelle con le minori caratteristiche di fertilità chimica e fisica al fine di rendere più rappresentativa la sperimentazione considerando, ai fini delle prove, parametri quali: tessitura, scheletro, curva granulometrica, liquidità, consistenza, plasticità oltre ai parametri ambientali e pedo-agronomici.



I dati e le considerazioni riguardanti gli studi sulle terre e sui sedimenti sono riportati nella relazione Azione 10 Life+2010 Ricerca terre o materiali assimilabili; le operazioni svolte sono documentate nel video: Azione 10.1 Parte I Fanghi costituiti da inerti.

5.5 PROVE SPERIMENTALI

Per predisporre il tipo di trattamento di ricostituzione, calibrando la fase disaggregativa, ricostitutiva e di policondensazione da applicare ai suoli a seconda dei loro sintomi di degrado, sono state realizzate le prove sperimentali di trattamento. Le prove pilota verificano in dettaglio il tipo azione mirata chimico-meccanica, il dosaggio dei componenti aggiuntivi da inserire nella miscela e le evoluzioni fisiche, chimiche e microbiologiche dei suoli.

L'individuazione delle tipologie di terreni interessate alla sperimentazione ha consentito di fornire alle prove i seguenti diversi tipi di suoli degradati:

- *suoli compatti con struttura poliedrica angolare e lamellare*
- *suoli con bassa stabilità di aggregazione*

- *suoli con scarse proprietà di ritenzione idrica*
- *suoli con bassa dotazione di Carbonio Organico*
- *suoli a reazione mediamente alcalina quasi interamente rappresentati da carbonato di calcio.*

Le tipologie di materiali con i quali realizzare la sperimentazione di ricostituzione pilota quali: rifiuti, sedimenti e terre, interessati alle prove di ricostituzione sono stati selezionati nelle precedenti indagini di caratterizzazione.

Il campo prove sulla ricostituzione è stato strutturato realizzando parcelle sperimentali distinte in tre categorie.

Parcelle sperimentali di 1ª categoria:

- Parcelle ricostituite 1ª categoria: rappresentate dalle terre ricostituite prodotte con i suoli provenienti dal sito oggetto dell'intervento.
- Parcelle testimone 1ª categoria: sono parcelle di riferimento costituite solamente dai suoli degradati collocati come confronto non sottoposti al trattamento di ricostituzione.

5



Descrizione del progetto



La sperimentazione nel campo prove è stata predisposta per considerare un'ampia casistica di suoli degradati e individuare le rese della tecnologia della ricostituzione nei differenti casi.



degradati, alla realizzazione delle parcelle e al loro studio viene documentata nei video presenti nel sito: Azione 12.1 Asportazione suoli per sperimentazione su campo prove; Azione 12.1.2 Realizzazione parcelle sperimentali.



Parcelle sperimentali di II^a categoria:

- Parcelle ricostituite II^a categoria: parcelle di suoli ricostituiti ottenuti con terreni sterili di cava, terreni sabbiosi, terreni argillosi, limosi, fanghi di decantazione ecc.; tali parcelle sono oggetto di interesse per l'applicazione della ricostituzione dei suoli dalle diverse caratteristiche pedologiche estreme
- Parcelle testimone II^a categoria: parcelle di riferimento costituite solamente dai materiali non ricostituiti, non trattati, utilizzati come confronto.

Dopo la realizzazione delle parcelle con i differenti suoli ricostituiti prodotti dagli specifici trattamenti è stata avviata la sperimentazione, che ha avuto una durata di 3 anni di indagini periodiche sui numerosi parametri di interesse riguardanti l'evoluzione delle proprietà dei differenti suoli ricostituiti prodotti. L'Azione relativa all'asportazione dei suoli

Gli esiti delle indagini sono riportate nei documenti LIFE+2010 D.9 Osservazioni parcelle sperimentali. Vol. 1 Considerazioni generali; Vol. 2 Caratterizzazione Fisica; Vol. 3 Caratterizzazione Chimica;



Descrizione del progetto

Vol. 4 Caratterizzazione Microbiologica e Biochimica.

Numerose sono state le informazioni ottenute dalla sperimentazione sulle parcelle di prova, tra esse se ne distinguono alcune di particolare importanza per la lotta al degrado del suolo e alla desertificazione.

I suoli sottoposti al trattamento con modalità mirate a seconda delle loro proprietà, hanno mutato le caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche a vantaggio della fertilità generale e risolvendo in vari gradi le evidenze di degrado.



Le evoluzioni osservate nel corso della sperimentazione hanno fornito numerose informazioni relative ai tempi di matu-

razione e quindi di utilizzo agroforestale dei suoli; alla specifica applicazione del metodo a seconda della natura del degrado; alle modalità di applicazione della tecnologia.

Caratteristiche fisiche

Colore: i suoli sottoposti al trattamento di ricostituzione assumono colorazione più bruna soprattutto con il progredire della maturazione.

Struttura: gli aggregati dei suoli ricostituiti, rispetto a quelli naturali da cui hanno avuto origine - generalmente a struttura poliedrica angolare o sub-angolare, lamellare - sono grumosi, granulari, porosi: in prove su parcelle sperimentali realizzate in suoli privi di struttura, fortemente sabbiosi o fortemente argillosi, è stato possibile generare forme di aggregazione che migliorano la fertilità fisica. In tutte le prove sperimentali effettuate il trattamento ha dimostrato di realizzare un miglioramento strutturale a vantaggio di altre proprietà derivanti da questo aspetto.

Stato di aggregazione: è stato accertato un forte miglioramento della stabilità degli aggregati incrementando notevolmen-

te l'indice relativo a questa importante proprietà. Tale condizione risulta di particolare interesse per il ripristino dei suoli suscettibili ai fenomeni erosivi.

Massa volumica reale ed apparente: i dati raccolti hanno consentito di dimostrare che tutti i suoli sottoposti al trattamento di ricostituzione manifestano un forte incremento della porosità con una riduzione della massa volumica reale ed apparente. Si osserva pertanto una riduzione del grado di costipazione dei suoli e un aumento della loro sofficità.



Ritenzione idrica: le prove hanno accertato un deciso incremento delle proprietà che descrivono il comportamento idrologico dei suoli. Si è registrata una riduzione dell'Acqua di Percolazione, un

5



Descrizione del progetto

incremento della Capacità di Campo con un complessivo sensibile aumento della capacità idrica rispetto ai suoli degradati. I dati idrologici assumono un particolare interesse nei suoli sia per la loro importanza agricola e ambientale sia per quanto riguarda la gestione delle risorse idriche.

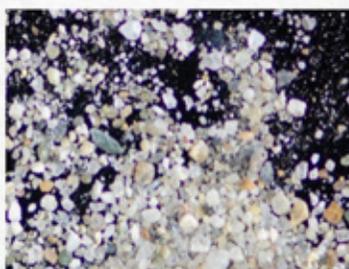
Capacità termica: le indagini sugli andamenti delle temperature, registrati nel corso del tempo, attestano come i suoli ricostituiti posseggono una maggiore capacità termica rispetto ai suoli naturali:

il confronto tra le parcelle dei terreni ricostituiti con quelle dei terreni degradati ha dimostrato come gli andamenti delle temperature siano più miti.

In tutte le prove pilota di ricostituzione si assiste ad un netto miglioramento delle proprietà fisiche dei suoli.

Caratteristiche chimiche

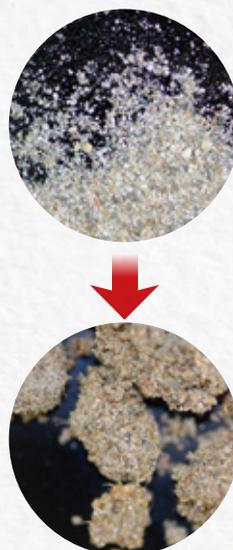
I controlli analitici svolti hanno delineato con maggiore precisione le proprietà dei suoli ricostituiti a seconda delle modalità di disgregazione, di policondensazione, compressione e dosaggio trattamento individuando i loro tempi di maturazione sui numerosi parametri correlati tra loro. Reazione: il pH dei suoli naturali e delle matrici impiegate nelle miscele risulta essere debolmente alcalino, durante la maturazione del suolo si è riscontrata una debole riduzione del grado di reazione a vantaggio di una migliore disponibilità di elementi che nelle condizioni precedenti erano meno assimilabili (Fosforo Olsen, Ferro).



Suolo sabbioso originario



Suolo sabbioso ricostituito



5



Descrizione del progetto



Salinità: i valori iniziali nei suoli ricostituiti risultano compresi nell'intervallo dei molto debolmente salini: questa condizione tende a ridursi in seguito ai processi chimici e fisici che si evolvono verso la stabilizzazione dei terreni prodotti. Come è stato meglio accertato in laboratorio, la salinità temporanea riscontrata (salinità labile) non dipende dalla presenza di Sodio o di Cloruri, come attestano i valori del catione scambiabile, bensì dalla presenza di ioni bicarbonato che si riducono nel corso di un breve periodo di tempo (6 - 12 mesi).

Calcarea totale - attivo: i suoli degradati utilizzati nella produzione delle parcelle sono tendenzialmente calcarei, con un

contenuto della sua forma attiva mediamente alto; tale aspetto comporta, soprattutto nelle fasi iniziali, un eccesso di Calcarea che si evolve diminuendo la sua concentrazione; si è riscontrata una netta correlazione tra il Calcarea attivo e la salinità.

Capacità di Scambio Cationico: il parametro mostra un forte incremento in tutti i suoli sottoposti al trattamento; la capacità di scambio cationico subisce un passaggio da valori medio bassi a valori alti o molto alti; questo aspetto assume un particolare interesse riguardo all'incremento della fertilità chimica e all'aumento del potere protettivo del suolo.

L'incremento della Capacità di Scambio Cationico aumenta le proprietà protettive ambientali e il trattenimento degli elementi nutritivi a vantaggio dell'agricoltura.

Basi scambiabili: presentano valori discordanti da quelli determinati nei suoli d'origine; si sono riscontrate delle difficoltà analitiche applicando le metodiche ufficiali. Sulla base di quanto analizzato

esistono, in una prima fase iniziale, delle difformità nei rapporti tra le basi quali Ca/Mg e K/Mg. Confrontando i valori rilevati con le concentrazioni ritenute ideali nel suolo, si osserva, nei suoli ricostituiti, una dominanza del Calcio scambiabile rispetto a quelli naturali e una tendenza alla carenza in Potassio scambiabile se riferito ai valori ottimali, comunque si registra un forte miglioramento rispetto ai suoli d'origine.



29

5



Descrizione del progetto



L'individuazione di questi scostamenti rispetto ai valori ideali che venivano individuati anche nei suoli originari, ha comportato una ulteriore fase di studio su una scelta più specifica delle matrici aggiuntive al fine di raggiungere una condizione ideale per i rapporti nutrizionali tra suolo e pianta; questa esigenza ha fatto sorgere una nuova linea di studio per lo sviluppo della tecnologia della ricostituzione.

Le prove pilota hanno fatto emergere ulteriori studi riguardanti la definizione di specifiche linee di dosaggio.

Un aspetto di particolare rilievo riguarda il Potassio; questo elemento, soprattutto nei suoli degradati, risulta facilmente solubile e lisciviabile mentre, nei suoli ricostituiti, oltre ad averne verificato un incremento nella sua forma disponibile e scambiabile, viene trattenuto sia dalla presenza ottimale di Sostanza Organica, sia dalla maggiore ritenzione idrica del suolo che riduce la sua lisciviabilità.

Carbonio Organico - Sostanza Organica: in tutti i suoli ricostituiti prodotti si è verificato un forte incremento della dotazione di Carbonio Organico sino ad arrivare a valori, in alcuni casi, confrontabili con gli histosuoli. Le verifiche analitiche e le osservazioni strutturali hanno accertato la funzionalità del processo di ricostituzione osservando la distribuzione della componente organica nella struttura del suolo e le dinamiche nel corso dei tre anni di osservazione. Sulla base dell'andamento delle concentrazioni del Carbonio Organico nei differenti suoli si è constatato che la sua stabilizzazione varia a seconda delle modalità di trattamento meccanico effettuato e della differenti matrici aggiuntive impiegate.

Acidi Umici - Fulvici - Umina: le linee

Nelle parcelle sperimentali si è constatata una stabilizzazione della Sostanza Organica con un forte incremento della componente umica.

analitiche affrontate nello studio hanno seguito, con una numerosa serie di ripetizioni, il frazionamento chimico del Carbonio Organico determinandolo nelle forme dell'estratto totale e di quella umificata (HA + FA e Umina).

I parametri descrittivi dello stato di umificazione e mineralizzazione utilizzati nel presente studio sono stati: rapporto acidi Umici/Fulvici, frazione non umica (NH) del Carbonio Organico nel suolo; indice di umificazione (HI); grado di umificazione (DH) e il tasso di umificazione (HR).

È stato possibile constatare come la fase del trattamento di policondensazione agevoli la stabilizzazione del Carbonio Organico e faciliti un incremento dell'umificazione.

In tutti i suoli ricostituiti il rapporto HA/FA rientra nei valori dei suoli fertili e dei suoli forestali.

5



Descrizione del progetto



Gli studi pilota hanno confermato l'importanza dell'azione meccanica che interviene durante il trattamento di ricostituzione nella stabilizzazione della Sostanza Organica.

Azoto totale: si registra un incremento dell'elemento: dagli approfondimenti analitici si è potuto constatare una maggiore popolazione di batteri azotofissatori liberi, (*Azotobacter spp.*): tale condizione comporta un innalzamento della dotazione di azoto totale nei suoli ricostituiti. Un aspetto collegato alla capacità di ritenzione idrica e la minore acqua di percolazione nei suoli ricostituiti permette il trattenimento dei composti azotati riducendone fortemente la perdita alla lisciviazione ottenendo due vantaggi complessivi: il primo ambientale, grazie al quale viene ridotta fortemente la diffusione negli acquiferi sotterranei; il secondo, agronomico-forestale, che consente un risparmio nei costi sulla fertilizzazione in quanto ne viene ridotta perdita.



Rapporto C/N: i suoli ricostituiti manifestano un elevato rapporto C/N con un forte incremento rispetto ai suoli naturali sottoposti al trattamento. Questo aspetto risulta di particolare interesse per i processi di umificazione che, come visto, risultano efficienti nei suoli prodotti. Il rapporto C/N riscontrato è superiore a 20.

Zolfo totale: in tutti i suoli sottoposti al trattamento si riscontra un incremento dello Zolfo totale che raggiunge un rapporto carbonio zolfo C/S da 100 a 250 offrendo condizioni di sufficienza dell'elemento nel suolo. Questo aspetto riveste un certo rilievo in quanto si riscontra una tendente carenza di Zolfo nei suoli che non ricevono apporti di Sostanza Organica.

31

5



Descrizione del progetto

Fosforo Olsen: si riscontra un deciso innalzamento della dotazione nei suoli ricostituiti con un passaggio dalle basse, od estremamente carenti concentrazioni nei suoli degradati a condizioni medio alte, tale incremento si è verificato per tre ordini di motivi: il notevole apporto di Sostanza Organica che ne favorisce la disponibilità, il cambiamento delle condizioni chimiche che ne comportano la retrogradazione, l'apporto di Fosforo da parte delle matrici impiegate.

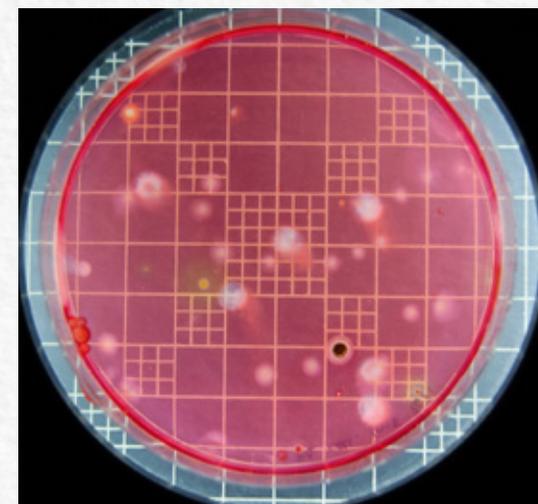
mente incrementata portando nei suoli sottoposti alla ricostituzione ad una condizione di sufficienza generale. Nel primo periodo di evoluzione dei suoli prodotti si riscontra uno squilibrio nei rapporti tra microelementi che, nel corso del tempo, si modifica attenuandone notevolmente gli aspetti legati a potenziali antagonismi tra i vari elementi. Specificamente si riscontra una maggiore disponibilità del Ferro, del Manganese e una sufficienza del Boro: relativamente a quest'ultimo elemento si è accertata la sua scarsità nei suoli degradati, al limite della grave insufficienza, per portare, nei suoli ricostituiti, ad una condizione ottimale.

tilità e delle proprietà ambientali del terreno, in ognuna si rinvergono aspetti che coinvolgono direttamente la microflora.



Caratterizzazione microbiologica e biochimica

I processi microbiologici garantiscono la funzionalità del suolo sotto molteplici aspetti che interessano le proprietà fisiche e chimiche come la fertilità e le funzioni ecologico ambientali. Soprattutto in considerazione del degrado e della desertificazione, la componente microbica assume un'importanza decisiva. Se si considerano le disfunzioni della fer-



Batteri eterotrofi aerobi: indice piuttosto significativo riguardante l'attività del terreno, ha fornito informazioni rilevanti sia dopo il trattamento sia nel corso dell'evoluzione dei terreni, constatando sempre un forte incremento di questo gruppo

32



Descrizione del progetto

totalmente correlato all'incremento della Sostanza Organica.

Cellulosolitici aerobi: come per il parametro della conta batterica totale, si è constatato un innalzamento, pur con differenti proporzioni, soprattutto dipendenti dalla tessitura dei suoli ricostituiti prodotti. La popolazione microbica aerobia dei suoli degradati è fortemente inferiore e quella dei terreni trattati.

Azotofissatori: l'aumento del gruppo degli *Azotobacter* nel tempo di osservazione di tre anni delle parcelle ha confermato le condizioni chimiche per le quali tipicamente questo gruppo funzionale di batteri si sviluppa, ovvero nelle condizioni di elevato rapporto C/N; tale stato, che si è verificato in tutte le parcelle di suolo ricostituito, è stato favorito, si suppone, anche dalla presenza di Molibdeno, maggiore nei suoli trattati rispetto a quelli naturali degradati da cui i primi sono stati prodotti.

Gli studi e le ricerche realizzati sulle parcelle sperimentali sono confluiti in una serie di fattive procedure inerenti i seguenti aspetti:

- modalità di trattamento dei suoli degradati a seconda delle loro caratteristiche e

proprietà fisiche e chimiche,

- dosaggio delle matrici aggiuntive secondo i parametri di tipo chimico ambientale e di tipo fisico chimico agronomico,
- azione meccanica del trattamento,



- concentrazione della Sostanza Organica e della componente umica.

Unitamente alle prove pilota sono state condotte, utilizzando i suoli prodotti, delle

sperimentazioni sull'emergenza del mais confrontata tra i suoli ricostituiti e i suoli naturali, lo sviluppo e la resa di piantine di pomodoro e degli studi comparativi di germinazione e di crescita su specie forestali di *Quercus robur*, *Juglans regia* e *Ulmus minor*, ottenendo risultati di forte interesse.

L'intera azione è stata oggetto di pubblicazioni che hanno considerato profili specifici interessati alla sperimentazione quali:

- Osservazione di *Lycogala terrestre* Fr. e

Stemonitis axifera (Bull.) T. Macr. su suoli ricostituiti sabbiosi, *Notiziario della Società Botanica italiana*, 2016

- *The reconstituted soils, the technology and its possible implementation in the remediation of contaminated soils EQAbook 2016.21*, pp. 19 - 31

- *Azione del processo ricostitutivo sulla struttura dei suoli e sulla loro stabilità,*





Descrizione del progetto

World Soil Day, Convegno Nazionale SISS, Ancona 5 - 7 dicembre 2016
- Ricostituzione di suoli degradati per produrre suoli con caratteri pedoagronomici migliori, AISSA: XII Convegno Associazione Italiana Società Scientifiche Agrarie, Sassari 6 - 7 novembre 2014.

5.6 INSTALLAZIONE IMPIANTO PRODUZIONE

L'impianto che realizza la ricostituzione dei suoli è di proprietà della società Ecosistemi, capofila del progetto, ideatrice del sistema di trattamento, del modello concettuale e dei brevetti.

L'intera struttura mobile di trattamento è stata posizionata in un'area differente da quella prevista: il progetto, inizialmente, aveva individuato nel sito d'intervento il luogo dove effettuare il trattamento; in seguito, a causa di un cambiamento delle norme sull'area, è stato necessario realizzare le attività di produzione in altro luogo, individuato in un piazzale di proprietà del Comune di Piacenza in una zona industriale; questa variazione ha ne-

cessariamente dovuto riesaminare anche l'aspetto logistico dell'intervento.

Il sito di produzione delle terre ricostituite è risultato compatibile con le norme urbanistiche ed ambientali e, successivamente alla presentazione delle necessarie richieste, è stato autorizzato alla sua attività di trattamento.

La preparazione del cantiere di produzione ha comportato la realizzazione di un piazzale suddiviso in settori mediante piastre e setti di separazione mobili, la collocazione di cisterne per la raccolta delle acque, l'installazione di una pesa mobile, del container ad uso ufficio, macchine di movimentazione terra (2 pale



gommate, 1 escavatore) e l'impianto di trattamento.

Sono state predisposte le procedure di controllo e di registrazione delle mo-

vimentazioni degli automezzi, i criteri di campionamento per lo studio degli aspetti qualitativi ambientali ed agro-pedologici dei materiali in ingresso quali: terre del sito d'intervento, sedimenti alluvionali e i rifiuti risultati idonei alle analisi già descritte.

Le attività principali previste nel cantiere sono state le seguenti:

- ricezione terre degradate del sito,
- ricezione sedimenti alluvionali,
- ricezione rifiuti,
- dosaggio dei materiali componenti,
- premiscelazione,
- trattamento della premiscela,
- produzione dei suoli ricostituiti,
- posizionamento prodotto finito in cumuli di sosta,
- controlli merceologici, ambientali e pedologici del materiale prodotto,
- caricamento sui mezzi di trasporto;
- conferimento dei suoli ricostituiti.

5



Descrizione del progetto

5.7 INTERVENTO SUL SITO

5.8 ASPORTAZIONE DEI SUOLI DEGRADATI

Le opere di scotico dei suoli nell'area non sono stati eseguiti interamente in quanto, come già segnalato, i terreni risultavano costituiti da una miscela di suoli e materiali estranei di origine antropica anche di dimensioni decimetriche: il trattamento di tali matrici avrebbe compromesso il risultato in quanto, nel processo di lavorazione, non sono previste fasi di vagliatura, selezione o cernita.



Per questo motivo le operazioni di scotico hanno interessato alcune aree dalle quali è stato possibile ottenere i suoli degradati da destinare alla ricostituzione: le operazioni di scotico, dove è stato possibile, hanno interessato uno spessore medio di circa 20 cm di strato superficiale facendo attenzione a non intercettare i rifiuti sottostanti.



5.9 RICOLLOCAMENTO DEI SUOLI RICOSTITUITI

L'intervento di copertura con i suoli prodotti è stato suddiviso in distinti lotti differenziati per tipologie di trattamento, per materiali impiegati - come definito dalle



lavorazioni di sistemazione finale.

La principale distinzione è stata nelle due seguenti macro-aree:

- a. lotti realizzati con i terreni ricostituiti prodotti con i suoli degradati del sito,
- b. lotti realizzati con il trattamento dei sedimenti alluvionali di cava impiegando un

5



Descrizione del progetto

sedimento alluvionale di natura limo-argilloso estratto da una cava di inerti.

La produzione dei suoli ricostituiti è proceduta in continuo, sottoponendoli - ogni 1.000 m³ - ad analisi di controllo; a verifica effettuata, i materiali idonei accumulati sono stati caricati sui mezzi di trasporto ed inviati al sito d'intervento.

Lo scarico dei mezzi è sempre stato effettuato sotto il controllo di personale qualificato che, successivamente allo scarico, provvedeva alla sistemazione del materiale.

Il posizionamento definitivo dei suoli ricostituiti è stato realizzato mediante escavatore cingolato sistemando le terre in arrivo lungo fronti di ricopertura regolari. L'altezza dell'intervento ha tenuto conto dell'assestamento naturale dei suoli ricostituiti (35 %) che risulta, mediamente, superiore a quello dei terreni naturali (30 %). Durante le operazioni di ricollocamento sono state adottate differenti modalità di stesura del prodotto in campo: tale accorgimento ha consentito di valutare i differenti metodi da confrontare successivamente con le evoluzioni della superficie, i tempi di attesa per le lavorazioni finali del terreno ed altri parametri

pedoagronomici.

L'intervento, sotto l'aspetto operativo ha consentito di raccogliere numerose informazioni sulle tecniche relative alla copertura con i suoli ricostituiti a seconda del periodo stagionale, della tipologia di materiale prodotto (suoli ricostituiti di superficie e sotto-superficiali) e delle modalità di collocazione.

Lavorazioni superficiali

Successivamente al posizionamento e alla prima sistemazione sul piano di copertura è stata effettuata la lavorazione superficiale per favorire un'uniforme rivegetazione e la preparazione del piano alle operazioni successive di piantumazione.



Rivegetazione

A seconda del periodo di copertura (1 - 2 mesi) i suoli ricostituiti iniziano ad essere colonizzati dalle specie vegetali di tipo erbaceo; unitamente ad esse, a seconda del periodo di osservazione compaiono formazioni fungine e, nel periodo primaverile, mixomicetiche.



36

5



Descrizione del progetto

costituiti collocati, risultano quasi interamente ricoperti di vegetazione a seconda del tipo di lavorazioni superficiali effettuate.

La colonizzazione spontanea dei suoli ricostituiti dimostra una maggiore vigoria e biodiversità rispetto ai terreni confinanti l'area d'intervento; tale condizione favo-

risce, nel periodo primaverile - estivo, la produzione di un'ingente biomassa vegetale tanto da aver reso più impegnative le successive operazioni di manutenzione per le fasi di piantumazione delle specie arboree e arbustive.

Piantumazione



La rinaturalizzazione dei suoli ricostituiti nel breve tempo intercorso dal loro posizionamento alla loro completa rivegetazione viene illustrata in questa immagine dove si osserva nel campo in alto a destra la vegetazione sviluppata dopo pochi mesi dall'intervento, all'estrema sinistra in alto le aree non coinvolte dall'intervento mentre tra essi i suoli ricostituiti appena collocati nel sito





Descrizione del progetto

La piantumazione delle specie autoctone ha avuto inizio nel periodo autunnale del 2016 procedendo nei lotti già interessati da una rivegetazione completa.



Le giovani piante utilizzate sono state acquistate nei vivai forestali presenti nel territorio tra i quali: Consorzio Parco Regionale dei Boschi di Carrega e il Vivaio Forestale dell'Ente Regionale per i servizi all'agricoltura e le foreste; ulteriori specie vegetali sono state fornite dai numerosi esemplari prodotti dalle sperimentazioni realizzate nel laboratorio di Ecosistemi dove, per due anni, sono stati effettua-

ti gli studi di germinazione e crescita di diverse essenze forestali (*Quercus robur*, *Acer campestre*, *Ulmus minor*, ecc.) sui suoli ricostituiti: i semi utilizzati provengono dal Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità di Peri (VR) e dalla Banca del Germoplasma di Potenza.



Il progetto di ripristino è stato ideato per l'ottenimento di molteplici risultati tenendo presente l'interessante sinergia tra lo studio applicativo - al fine dimostrativo e di sviluppo della tecnologia e l'ottenimento di un risultato stabile e duraturo, nell'interesse pubblico ed ambientale.



Pertanto nella piantumazione si sono visti realizzare i seguenti scopi principali:

- incremento del valore di naturalità, cercando di riprodurre lo sviluppo di un bosco spontaneo,
 - riqualificazione estetica del paesaggio;
 - incremento della diversità genetica (soprattutto in relazione alle riproduzioni da seme realizzate in laboratorio),
 - fonte di nutrimento per la fauna;
 - incremento del ripopolamento faunistico,
 - studio dei vegetali sui suoli ricostituiti.
- L'intervento è stato realizzato piantumando gli esemplari sui diversi lotti delle terre ricostituite mediante le comuni pratiche forestali avendo cura di avanzare con le opere a seconda dei tempi di maturazione dei suoli collocati nell'area.

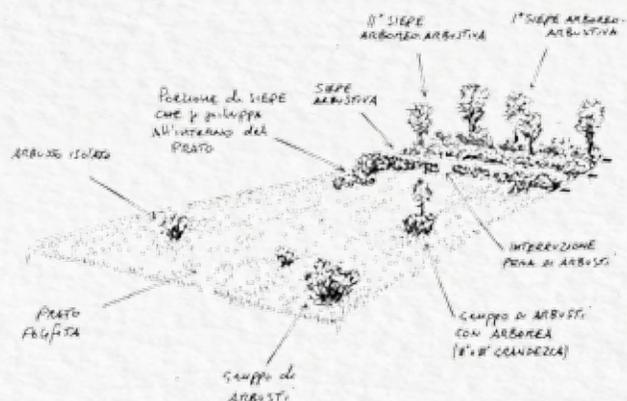
Le lavorazioni del terreno sul sito sono

5



Descrizione del progetto

risultate agevoli grazie all'ottimale lavorabilità dei suoli, pertanto la realizzazione dell'opera è stata agevole e facilitata. Le specie coinvolte nella sistemazione con siepi arboree-arbustive, arbusti ed alberi isolati sono state circa 2.000.



Osservazioni sugli alberi e arbusti

Tutte le osservazioni realizzate nel corso dell'anno 2017 sono raccolte in tre documenti riuniti nella relazione: "Sviluppo specie arboree e arbustive piantumate alla ex discarica di Borgotrebbeia succes-

sivamente al ripristino del suolo mediante la tecnologia della ricostituzione". La mortalità delle piantine risulta inferiore al 25 %, percentuale che risulta appena superiore alla media per interventi di simile tipologia: l'esito di questa mortalità è ampiamente giustificato dal periodo fortemente siccitoso che si è protratto dall'autunno 2016 a fine estate del 2017. Più del 30 % delle mortalità è stato causato dai danni da leporidi e dalle operazioni di manutenzione effettuate. Le specie che non hanno avuto alcuna mor-



talità sono le seguenti: *Acer campestre*, *Carpinus betulis*, *Ulmus minor*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa canina*, *Spartium junceum*. Sempre considerando le forti condizioni siccitose che si sono protratte per tutto l'anno 2017, il 47,5 % delle piantine ha mostrato uno sviluppo accettabile-buono mentre il 33,5 % ha presentato sintomi di generale sofferenza.

Condizioni nettamente differenti si sono verificate al termine della primavera del 2018 nella quale la piovosità è stata del tutto sufficiente per garantire condizioni ottimali: gli esemplari piantumati nell'area

5



Descrizione del progetto



nel novembre 2017 mostrano, a maggio 2018 fallanze decisamente inferiori al 10 %, per lo più rappresentate da danni arrecati da lepri e da cinghiali. Allo stato di fatto del 2018, in seguito alle considerazioni sul periodo di circa tre anni, si osserva uno sviluppo rigoglioso e



con l'evidente risoluzione delle sofferenze segnalate su alcune specie.

Studi sui suoli ricostituiti nell'area

Successivamente alla sistemazione dei suoli nei lotti di ricopertura è stata avviata una campagna di prelievi periodici atta allo studio delle caratteristiche e dell'evoluzione dei terreni ricostituiti.

Le campagne di prelievo sono state eseguite per rappresentare le condizioni pedo-agronomiche di ogni lotto realizzando prelievi periodici che hanno interessato i primi 35 cm di suolo. Gli studi hanno preso in considerazione gli aspetti fisici e chimici indirizzando l'attenzione sui seguenti parametri:

- caratteri morfologici e fisici dei suoli: colore, struttura, fibrosità, tessitura, densità, ritenzione idrica, stabilità degli aggregati,

40

5



Descrizione del progetto



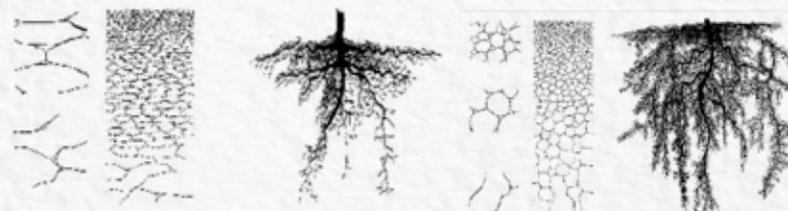
- caratteri chimico agronomici: reazione, salinità, Calcare totale e attivo, Capacità di Scambio Cationico, basi scambiabili, Carbonio Organico, Acidi Umici e Fulvici, Azoto totale, rapporto C/N, Fosforo Olsen, Zolfo, Ferro, Manganese.

Sotto l'aspetto dei caratteri morfologici e fisici i suoli ricostituiti mostrano una buona omogeneità, soprattutto dopo un periodo di circa tre mesi successivi al loro collocamento in campo.



I processi di maturazione, che avvengono con l'esposizione agli agenti atmosferici, comportano un forte miglioramento delle proprietà inerenti alla fertilità fisica. I suoli prodotti tendono ad inscurirsi, soprattutto in seguito alle trasformazioni della Sostanza Organica che può portare anche alla presenza di forme torbificate molto scure che si rinvengono, soprattutto, all'interno degli aggregati come si è riscontrato nella sperimentazione pilota su suoli a tessitura limo-argillosa. La struttura delle terre ricostituite è granulare porosa (grumosa) di dimensione medio fine e a maturazione, dopo 6 mesi, fortemente sviluppata. Questa caratteristica consente, una notevole espansione

dell'apparato radicale delle piante erbacee, arbustive ed arboree. Gli aggregati assumono la migliore struttura successivamente al periodo invernale in seguito alle gelate che comportano una loro riduzione dimensionale. La stabilità degli aggregati garantisce il mantenimento della struttura oltre alla minore erodibilità di questi suoli che, come già osservato nelle parcelle sperimentali, incrementa notevolmente anche nei terreni collocati nell'area. Il peso specifico reale ed apparente, soprattutto negli strati superficiali, si collocano tra quelli tipici delle torbe a quelli forestali; i valori inferiori della loro densità apparente e reale conferiscono un'alta



Differenze nello sviluppo radicale in un suolo naturale degradato (suolo dell'area prima dell'intervento) e suolo ricostituito (dopo l'intervento)



Descrizione del progetto

sofficià, un basso grado di costipazione e confermano l'elevata capacità di ritenzione idrica.

Le caratteristiche fisiche dei suoli prodotti si riflettono in una maggiore disponibilità nel trattenimento dell'acqua: si osserva una notevole capacità di ritenzione idrica, una maggiore capacità di trattenimento dell'acqua e quindi una maggiore capacità protettiva dei suoli sotto l'aspetto ambientale. I dati sperimentali confermano una minore acqua di percolazione e un'elevata Capacità Idrica Massima confermata dai precedenti dati raccolti nelle prove sulle parcelle sperimentali e negli studi realizzati su altri interventi; questa condizione consegue una minore esigenza irrigua con i vantaggi ambientali ed economici di un minore spreco nelle irrigazioni.

Tutti questi dati confermano inoltre le informazioni raccolte durante la sperimentazione sulle parcelle di prova anche riguardo all'elevata capacità termica che corrisponde a delle condizioni di temperatura più miti nei suoli ricostituiti rispetto a quelli naturali. D'inverno i suoli ricostituiti possiedono una temperatura superiore rispetto a quelli degradati mentre, d'e-

state, i terreni ricostituiti si caratterizzano con una temperatura inferiore.

Il suolo ricostituito ha apportato dei forti miglioramenti nei parametri pedologici offrendo inoltre una migliore capacità di espansione e di approfondimento radicale grazie alle elevate proprietà di fertilità fisica e all'incremento dello spessore passato mediamente dai precedenti 30 cm ai 120 cm.

I caratteri chimico agronomici definiti dalle indagini hanno confermato gli andamenti che si sono delineati nelle precedenti prove sulle parcelle.



Anche i parametri chimici hanno, nel corso del tempo, mostrato progressivi miglioramenti dovuti, soprattutto, all'esposizione agli agenti atmosferici. I diversi parametri, dopo circa 6 mesi, si stabilizzano

rimanendo tendenzialmente costanti.

La reazione dei suoli si riduce nel corso del tempo per stabilizzarsi a valori più bassi, migliorando in questo modo le condizioni debolmente e mediamente alcaline dei terreni sottoposti al trattamento e rendendo più disponibili gli elementi nutritivi che nelle condizioni precedenti risultavano carenti.

Il sito interessato dall'intervento presenta un grado di reazione (pH) atto ad ospitare il maggior numero di specie vegetali (agricole e forestali) rispetto alle condizioni precedenti.

I suoli ricostituiti, a seconda delle miscele prescelte, esprimono, con una ragionevole approssimazione, il grado di reazione voluto dal progetto.

La salinità dei terreni ricostituiti è maggiore di quella determinata nei suoli degradati e nei sedimenti alluvionali impiegati per la produzione. I valori rinvenuti sono, nella media, tipici dei suoli molto fertili; la salinità riscontrata è comunque da ritenere trascurabile come effetto sulle colture; è stato verificato, anche nelle sperimentazioni effettuate in vaso, che la maggiore salinità non è da associare alla presenza di Cloruri o di Sodio bensì da

5



Descrizione del progetto

ioni Bicarbonato provenienti dalla reazione del Calcare attivo abbondantemente presente nei suoli ricostituiti prodotti. Gli studi condotti durante le attività di produzione hanno confermato che questo parametro può essere regolato effettuando dosaggi precisi delle matrici impiegate. Sotto l'aspetto agronomico e forestale la salinità dei suoli ricostituiti non pone alcun limite nella scelta delle specie vegetali; nei terreni ricostituiti il valore tende a ridursi nel corso del tempo (> 6mesi) come è stato accertato durante lo studio sulle parcelle sperimentali.

Un approfondimento sulla tematica inerente alla correzione del grado di reazione nei suoli ricostituiti è stato approfondito in una delle tesi di laurea sviluppate all'interno del progetto: "Valutazione dei metodi di correzione di pH e salinità nella produzione dei suoli ricostituiti".

Il Calcare totale nei suoli ricostituiti prodotti in ogni lotto risulta maggiore rispetto ai sedimenti alluvionali ed inferiore ai suoli naturali presenti nell'area. Il valore rilevato di questo parametro, classificato come ricco in Calcare, non riflette negativamente sulla crescita e la presenza delle specie vegetali.

Le procedure realizzate nella produzione dei suoli ricostituiti può consentire di ridurre alle concentrazioni volute il Calcare totale dei prodotti operando sulla scelta dei pedomateriali.



Un parametro strettamente collegato al Calcare totale è il Calcare attivo che possiede, nei suoli ricostituiti prodotti, una dotazione leggermente elevata; questa concentrazione non compromette la resa colturale o la scelta di specifiche specie in quanto è stata verificata la riduzione complessiva del suo valore durante la maturazione del prodotto.

La riduzione della concentrazione di Calcare attivo è dovuta all'attività biologica: questa tendente riduzione del parametro è stata verificata anche nella sperimentazione realizzata nelle parcelle di prova. Anche questa proprietà può essere volu-

tamente dimensionata con i dosaggi delle matrici: come per il grado di reazione e la salinità, nell'ambito del progetto è stata realizzata una tesi di laurea dal titolo: "Valutazione sui metodi di correzione del Calcare totale ed attivo nella produzione dei suoli ricostituiti".



Riguardo alla Capacità di Scambio Cationico si segnala il comune carattere in tutti i suoli ricostituiti esaminati, comprese le parcelle sperimentali, di un forte incremento del parametro: questo aspetto influisce fortemente sul miglioramento della fertilità in quanto viene offerta una notevole capacità di trattenimento dei nutrienti garantendo una loro disponibilità nel tempo e una minore perdita per lisciviazione.

5



Descrizione del progetto



Questa caratteristica conferma il notevole trattenimento delle concimazioni azotate e potassiche effettuate in via sperimentale. Si è osservato che le proprietà di scambio dei suoli ricostituiti devono il loro contributo all'elevata concentrazione di Sostanza Organica e alla sua stabilità ga-

rantita dai complessi umo-argillosi, dagli Acidi Umici e Fulvici - generati dal trattamento - presenti soprattutto nei suoli più maturi. Questa caratteristica conferma la buona dotazione di basi scambiabili nei suoli esaminati.

Un aspetto ambientale rilevante è rappresentato dalla proprietà protettiva dei suoli ricostituiti: L'elevata Capacità di Scambio Cationico incrementa notevolmente la



capacità protettiva che si aggiunge ad altre caratteristiche quali: elevata dotazione di Sostanza Organica, alta capacità idrica e basso quantitativo di acque di percolazione.

La dotazione di Calcio scambiabile possiede valori medi in riferimento alla percentuale sul complesso delle altre basi di scambio, mentre, sul valore assoluto, risulta alta. La condizione risulta normale anche in considerazione della scelta mirata sulla concentrazione dell'elemento fatta sulle matrici selezionate per il trattamento.

I suoli ricostituiti prodotti sono ricchi di Magnesio scambiabile in valore assoluto;



5



Descrizione del progetto

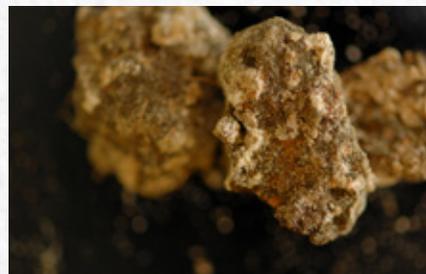
nella dotazione riferita alla percentuale sulle basi scambiabili, l'elemento risulta medio-basso: tale condizione si verifica in quanto la Capacità di Scambio Catio-



nico risulta molto alta. Le condizioni prodotte affinché questo elemento possa permanere nei terreni collocati nell'area sono ideali poiché i suoli ricostituiti, come già riportato, trattengono maggiormente gli elementi riducendo la loro perdita per lisciviazione. La dotazione di Potassio nei suoli ricostituiti risulta alta considerando il suo valore assoluto mentre è bassa rispetto alla percentuale delle altre basi scambiabili.

Confrontando le differenti concentrazioni dell'elemento lungo l'area d'intervento si nota un incremento del Potassio scambiabile, tale aumento conferma che il Potassio viene reso in parte disponibile dalle trasformazioni della Sostanza Organica abbondantemente presente nei terreni collocati.

Il rapporto Mg/K nei suoli ricostituiti è leggermente alto o ottimale mentre quello relativo al Ca/Mg risulta mediamente squilibrato: questa condizione si osserva soprattutto nei terreni ricostituiti prodotti all'inizio dell'intervento, ovvero prima che nel sistema di trattamento fosse operata una scelta mirata per equilibrare meglio



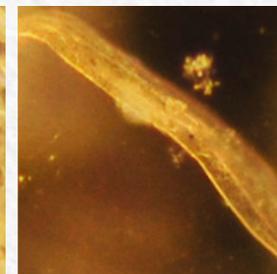
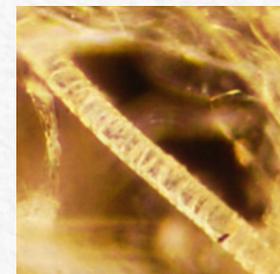
la concentrazione tra gli elementi scambiabili. Nonostante lo squilibrio verso il

Calcio, piuttosto diffuso nei suoli italiani, non si riscontrano carenze di Magnesio nei vegetali coltivati sui suoli ricostituiti dei vari lotti.

I suoli ricostituiti collocati non presentano concentrazioni di Sodio scambiabile che possono influire sulla crescita vegetale o sulla struttura del suolo.

La dotazione di Sodio è in concentrazioni inferiori rispetto ai comuni valori. A conferma, i parametri ESP (percentuale di Sodio scambiabile sul complesso di scambio) e SAR (Rapporto di assorbimento del Sodio nei suoli) nei suoli ricostituiti risultano normali.

I terreni posizionati posseggono un'alta



dotazione di Sostanza Organica con una concentrazione tale da poter essere con-

5



Descrizione del progetto

siderati come suoli umiferi (abbastanza ricchi - ricchi). Il processo della ricostituzione comporta un'elevata distribuzione delle diverse frazioni di Sostanza Organica all'interno delle matrici minerali utilizzate (sedimenti alluvionali - limi di chiarificazione) disperdendo le fibre sfaldate dalla prima fase di disgregazione, incrementando la Sostanza Organica solubile esponendola al contatto con la frazione argillosa stabilizzandosi all'interno dei neoaggregati. Molti dei suoli ricostituiti prelevati possono essere considerati organici anche per l'alta presenza in percentuale di fibre.

Il processo di stabilizzazione della componente organica apportata nei suoli è dimostrato dall'alta concentrazione di Acidi Umici, Fulvici e Umina.

Si è potuto accertare il forte aumento degli Acidi Umici e Fulvici sia nei suoli appena prodotti sia durante il processo di maturazione; i terreni posseggono un elevato tasso di umificazione, esprimendo un'alta percentuale di HA-FA rispetto al Carbonio Organico totale; il rapporto tra Acidi Umici e Fulvici è sempre superiore a 2 indicando suoli fertili con una considerevole stabilità. La concentrazio-

ne della frazione stabile nei suoli ricostituiti si incrementa con il progredire della loro evoluzione.

La dotazione di Azoto nei suoli ricostituiti risulta elevata e gran parte di essa risulta



legata alla frazione microbica del suolo: come osservato nelle prove effettuate nelle parcelle sperimentali, parte della componente azotata potrebbe derivare dalla presenza di azotofissatori liberi che risultano maggiormente presenti rispetto ai suoli naturali.

Come si può constatare il rapporto C/N dei terreni risulta elevato ed indica una scarsa mineralizzazione del Carbonio Organico con una marcata tendenza all'umificazione; da ciò ne consegue un'immobilizzazione dell'Azoto da parte della popolazione microbica presente nel suolo ed un maggiore sviluppo, ad esempio, del genere *Azotobacter*. I valori di Zolfo

totale nei suoli ricostituiti risulta maggiore; il tenore dell'elemento è medio alto, tale dotazione risulta positiva per la fertilità; di particolare interesse assume una dotazione mediamente superiore dell'elemento per la sua funzione di attenuazione del grado di reazione, tendenzialmente alcalina dei suoli, e della salinità.

I rapporti ottenuti tra Carbonio, Azoto e Zolfo nei suoli ricostituiti corrispondono a quelli agricoli fertili e, in alcuni casi, a



quelli forestali.

Il Fosforo disponibile presente è ampiamente ottimale rispetto alle esigenze agro-forestali; la sua dotazione è mediamente superiore ai suoli agricoli fertili

5



Descrizione del progetto

e nettamente maggiore rispetto a quelli degradati. La presenza di un'elevata concentrazione di Carbonio Organico garantisce una notevole continuità della disponibilità dell'elemento e della sua conservazione nel suolo. Sotto questo profilo la tecnologia della ricostituzione assume una particolare valenza ed interesse riguardo alle tematiche sull'uso sostenibile del Fosforo.

Sono emersi aspetti di forte interesse riguardanti il miglioramento della disponibilità del Fosforo nei suoli come pure il suo approvvigionamento da fonti rinnovabili.

La disponibilità di Ferro nei suoli ricostituiti è elevata, la sua dotazione offre un'ampia idoneità anche alle specie più esigenti senza interferire con l'assimilabi-

lità, per antagonismo, con gli altri microelementi. Il Ferro disponibile si rinviene alle concentrazioni più idonee anche in considerazione della presenza leggermente elevata di Calcare attivo che consente di escluderne la retrogradazione.

Relativamente al Manganese si è potuta constatare una certa difformità interpretativa offerta dalle diverse fonti bibliografiche: secondo alcune tabelle i suoli prodotti tendono ad una carenza dell'elemento mentre per altre la valutazione è positiva. Dall'indagine e, soprattutto, dai valori del rapporto Fe/Mn si ha conferma che nei suoli ricostituiti l'elemento necessita di essere incrementato.

In tutti i lotti si è potuto constatare che l'utilizzo delle terre ricostituite ha permesso la trasformazione dell'area migliorandola fortemente sotto molteplici aspetti di tipo

agronomico, ambientale ed economico.

Se all'inizio del progetto l'obiettivo riguardante il ripristino dell'area era quello di dimostrarne la fattibilità economica, con gli studi è stato possibile constatare che l'intervento effettuato ha prodotto una superficie di suolo con caratteristiche di fertilità superiori agli obiettivi prefissati, in tale modo è stata attestata la potenzialità di un ulteriore vantaggio riguardante il forte incremento economico conseguente all'accrescimento del valore economico dei fondi agro-forestali degradati sottoposti agli interventi di ricostituzione.

È stato inoltre verificato un miglioramento degli aspetti ambientali sia a livello della biodiversità potenzialmente offerta come pure del potere protettivo del terreno.

47





Descrizione del progetto

Capacità d'uso del suolo

Per quantificare il miglioramento conseguito e sintetizzare i risultati ottenuti si è utilizzato il metodo della Capacità d'uso dei suoli; grazie a questo metodo di valutazione è possibile la distinzione tra suoli differenti in funzione del loro valore agronomico e forestale mediante una serie di osservazioni che ne permettono la valutazione; nel caso specifico questo approccio è risultato di particolare utilità per valutare lo stato dei suoli ricostituiti dell'area e confrontarlo con le condizioni precedenti.

La valutazione della classe di capacità del suolo rende oggettivi e confrontabili i rilievi anche a distanza di tempo consentendo comparazioni, valutazioni e stime di particolare rappresentatività scientifica, tecnica ed economica.

Prima dell'intervento l'area possedeva tre differenti classi di capacità d'uso che identificavano le sue negative condizioni dell'area. I suoli del sito, a seconda delle zone, appartenevano a tre differenti classi di SUOLI NON ARABILI: Classe IV con limitazioni molto forti all'utilizzo agricolo con limitate possibilità di scelta; Classe VI

dotata di limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo e alla produzione dei foraggi; Classe VII, la più diffusa, dove le limitazioni sono permanenti e tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo. Successivamente alla realizzazione del progetto NEW LIFE le aree interessate, soprattutto dominate dalla condizione di Classe VII sono state convertite alla categoria dei SUOLI ARABILI alla Classe II che corrisponde alla definizione: suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione; l'intervento ha pertanto consentito la trasformazione di suoli non coltivabili ed adibiti ad un limitato uso al pascolo a suoli coltivabili anche per l'agricoltura intensiva. I risultati sono stati presentati alla *Conferenza Internazionale dell'European Society for Soil Conservation ESSC* con l'intervento: *The reconstitution: environmental restoration assessment by means of LCC and FCC*. Questo risultato è di elevata importanza in quanto per la prima volta è stata ottenuta la conversione della capacità d'uso dei suoli a vantaggio dell'agricoltura e

dell'ecologia mediante una tecnologia di economia circolare contro la desertificazione e il degrado dei suoli.



Descrizione del progetto

5.10 ATTIVITÀ E INIZIATIVE DI DISSEMINAZIONE SVOLTE NEL CORSO DEL PROGETTO

5.11 DIVULGAZIONE SCOLASTICA

Le attività di divulgazione nelle scuole sono state realizzate tutte all'interno del territorio della Provincia di Piacenza e



sono state suddivise in due tipi di attività.
- **Interventi all'interno delle strutture scolastiche**

Per la divulgazione all'interno delle scuole è stato prodotto un opuscolo da consegnare al personale didattico e agli alunni durante gli incontri nel quale è stato descritto il progetto con linguaggio ponderato sulla base delle classi coinvolte; il progetto NEW LIFE è stato illustrato con l'ausilio di pannelli esplicativi, con l'espo-

sizione di differenti tipologie di suoli collocati in appositi contenitori e alla visione dei volumi e delle pagine dell'erbario. Le scuole interessate all'attività didattica sono state:

- Scuola Secondaria di Primo Grado G.



Carducci: 5 classi

- Scuola Primaria S. Antonio: 5 classi
- Scuola Primaria XXV Aprile: 5 classi
- Scuola Primaria Pezzani: 18 classi
- Scuola Primaria Mazzini: 4 classi.

- **Interventi all'esterno in manifestazioni didattiche anche presso il sito d'intervento**

Nel corso della giornata, dedicata a "La città sostenibile", organizzata dal CEAS

Infoambiente di Piacenza, 4 giugno 2015, sono stati collocati grossi i pannelli espositivi del progetto NEW LIFE in Piazza Cavalli: l'evento ha dato un risalto ancora maggiore in quanto si è svolto nella piazza principale della città di Piacenza con l'interessamento delle reti televisive e delle testate giornalistiche locali.

Nella sede di Ecosistemi sono state realizzate delle lezioni di chimica del suolo all'aperto per delle gite organizzate da parte dei centri estivi per ragazzi dagli 8



ai 14 anni.

Nel sito, successivamente alla piantumazione sono state organizzate delle visite didattiche per le scuole medie durante le quali gli studenti hanno potuto osservare gli alberi piantumati esercitandosi nel riconoscimento di alcune specie erbacee, arbustive ed arboree. In queste occasioni

5



Descrizione del progetto

è stato presentato il progetto New Life con la descrizione delle diverse fasi di intervento nell'area: dalla descrizione di come si presentava il luogo, alla produzione, posizionamento del suolo ricostituito, al progetto di piantumazione con le motivazioni relative alla scelta delle specie e per arrivare alla valenza naturalistica che ci si aspetta avrà il sito.

5.12 CONFERENZE ESPOSITIVE DELL'INTERVENTO

Nel corso del progetto si è prestata particolare attenzione nel partecipare alle conferenze od esposizioni al fine di mettere in risalto l'intervento NEW LIFE nell'interesse del differente pubblico e a seconda delle tematiche affrontate; data la vastità degli argomenti, le esposizioni si sono dirette, a seconda dei casi, sull'ottica dell'economia circolare, sul recupero dei rifiuti, sulla tutela ambientale, sulla conservazione della Sostanza Organica in agricoltura e sul ripristino del paesaggio.

Conferenza stampa nell'aula del Consiglio Comunale per il pubblico annuncio del progetto "NEW LIFE" di Ecosistemi.

In data 20 luglio 2011 si è tenuta la conferenza stampa presso l'aula consigliare



del Comune di Piacenza per la presentazione del prestigioso progetto NEW LIFE. *Convegno Assocarta, 12 ottobre 2011*, il convegno internazionale delle industrie cartarie ha ospitato un intervento orale nel quale è stato illustrato il progetto

NEW LIFE con l'esposizione della relazione: *Recupero di suoli degradati con i fanghi di cartiera*, in seguito è stato possibile prendere contatti con numerose cartiere a attività industriali del legno e della cellulosa per la ricerca e lo studio dei rifiuti prodotti dalle industrie.

Soil Platform Meeting, 24 - 25 settembre 2013, Benaki Phytopathological Institute



Kifissia, Athens, Greece: è stata esposta la presentazione orale della relazione "Environmental restoration of degraded and desertified soils by a new treatment technology for the recovery of the land";

5



Descrizione del progetto

nel corso delle due giornate di studio sono emerse nuove possibilità di collabo-



razione e di collegamento con vari progetti LIFE.

Visita nella sede di Ecosistemi di una delegazione Giapponese e Sud Coreana nella quale è stato esposto il progetto NEW LIFE <http://agronotizie>.

imaginenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2014/08/28/steril-tom-il-pomodoro-piacentino-conquista-i-mercati-asiatici:

Agdal Riyad Rabat - Marocco 17 aprile 2015, all'Università Mohammed V, Rabat presso la Facoltà di Scienze - *Departement de Biologie (Prof. Najib BANDAOU)* è stata illustrata la tecnologia del progetto NEW LIFE per la lotta alla desertificazione.

Expo 2015 Milano 5 maggio 2015: in occasione della presentazione dei servizi nel campo dell'agricoltura è stata presentato il progetto NEW LIFE come tecnologia per il ripristino dei suoli degradati.

Un venerdì per tutti i gusti Ponte dell'Olio (PC) 19 giugno 2015 con la presentazione della relazione "Il ripristino dei suoli per recuperare biodiversità"; in questa esposizione sono stati illustrati i benefici della tecnologia sviluppata nel progetto NEW LIFE a tutela del servizio ecosistemico dei suoli.

Seminario CIRAM – Centro Interdipartimentale di Ricerca Ambientale di Napoli: il 24 febbraio 2016 si è svolto il seminario dal titolo La metodologia della ricostitu-



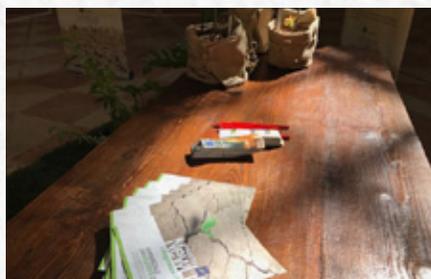
zione per il recupero dei suoli degradati: il progetto NEW LIFE, evento consultabile presso il sito www.ecoremed.it. All'incontro hanno partecipato professori, ricercatori, dottorandi e studenti.

Piacenza, presso l'Antica Pieve A Verdeto (PC) giugno 2016 nel corso della divulgazione sul suolo e la sua conservazione, sono stati illustrati ai giovani raccolti da Don Pietro Cesena, parroco dei Santi Angeli Custodi a Borgotrebba e amministratore parrocchiale della parrocchia di San Tommaso apostolo di Verdeto, i risultati degli interventi realizzati dal progetto NEW LIFE per rinaturalizzare e rida-

5



Descrizione del progetto



re vita ad un'area degradate presente nel territorio di Borgotrebbeia (PC).

Piacenza, seminario: La Salute del terreno e la sua produttività, 10 febbraio 2017, organizzato da Confagricoltura Piacenza, è stata esposta oralmente la presentazione dal titolo *Il reintegro della Sostanza Organica nel terreno agrario* nel quale sono stati presentati i risultati ottenuti mediante la tecnologia della ricostituzione nel progetto NEW LIFE. La conferenza ha visto una numerosa partecipazione di agricoltori e tecnici del settore oltre ad alcuni professori universitari ed ha avuto l'attenzione con un articolo sulla rivista settimanale a tiratura nazionale Terre e Vita e sul principale quotidiano cittadino Libertà.



Iniziativa Green City Piacenza 27 - 28 maggio 2017, organizzata dall'associazione Linfa Urbana, è stata presentata oralmente la relazione dal titolo *“La tecnologia per il ripristino dei suoli degradati: il progetto New Life a Borgotrebbeia”*; alla fine dell'esposizione sono stati discussi i



dettagli riscuotendo notevole successo nel pubblico e da parte degli altri partecipanti alla conferenza quali Legambiente, FAI, ecc. Per tutto l'evento della durata di tre giorni, svoltosi nella suggestiva chiesa di Sant'Agostino, sono stati esposti pannelli illustrativi, esemplari di piante cre-

5



Descrizione del progetto



sciute su suoli ricostituiti, raccolte di suoli ricostituiti, terreni di differente.

- Conferenza stampa

<http://www.mcmecosistemi.com/news.php?id=149> Piacenza 22 maggio 2017, nella sede del Parco del Trebbia si è tenuta la conferenza stampa per la presentazione dei risultati del progetto NEW LIFE, prima della visita con le Autorità locali, tra cui il Sindaco di Piacenza, è stata il-

lustrata tutta l'attività e i risultati ottenuti con la proiezione di una serie di video e immagini dei lavori svolti. L'evento è stato seguito dai media locali con un'intervista al direttore del progetto.

5.13 CONVEGNI SCIENTIFICI PRESENTAZIONI ORALI E POSTER

Università di Brescia - Ambiente, energia, sostenibilità nei progetti LIFE italiani 25 Maggio 2012 *Sviluppo sperimentale di una tecnologia innovativa volta alla difesa e al recupero del suolo; Illustrazione dell'intervento NEW LIFE.*

SICA: Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria XXX - Milano, 18 - 19 Settembre 2012 - *Recupero ambientale di un suolo degradato; presentazione del progetto NEW LIFE e della tecnologia applicata.*

SISS: World Soil Day, Congresso Nazionale - Bolzano 4 - 5 dicembre 2012 *Caratteri del suolo di un'area degradata: parametri chimici e indicatori ecologici a confronto; presentazione dei risultati della caratterizzazione dell'area degradata oggetto dell'intervento.*

EGU: European Geosciences Union Ge-

neral Assembly Vienna, 07 - 12 aprile 2013 - *Hydrological characteristics of the soil of a degraded area: comparison between physical, chemical and floristic-vegetational analysis; esposizione delle osservazioni riguardanti le proprietà idrologiche dei suoli degradati dell'area interessata al progetto NEW LIFE, le caratteristiche chimico fisiche dei suoli e la distribuzione delle specie vegetali rinvenute nel sito.*

SBI: Congresso Società Botanica Italiana Basiglio di Piné (TN) 18 - 20 settembre 2013 - *La vegetazione di un'area degradata della pianura padana: relazione sugli aspetti vegetazionali individuati nell'area degradata oggetto dell'intervento NEW LIFE.*

FIST GEOITALIA: scienze della Terra - Pisa 16 - 18 settembre 2013 *Hydrological characteristics of degraded soils of a landfill in Northern Italy; a comparison between instrumental data and predictive models; vengono confrontati in questa presentazione le differenti metodi applicati per la definizione dei caratteri idrologici dei suoli presenti nell'area d'intervento.*

SICA: Convegno Nazionale Società Ita-

53



Descrizione del progetto

liana di Chimica Agraria XXXI - Napoli 16 - 17 settembre 2013 *Approccio multidisciplinare per descrivere i caratteri di un'area degradata*; sono stati illustrati i criteri di caratterizzazione dell'area Campo Santo Vecchio al fine di descrivere i sintomi, gli effetti e le correlazioni esistenti nel sito.

EGU: European Geosciences Union General Assembly Vienna, Austria 27 aprile - 2 maggio 2014 - *Hydrological properties of natural and reconstituted soils: compared methods*; presentazione dei risultati e delle considerazioni inerenti agli studi effettuati sulla ritenzione idrica comparata tra suoli degradati e suoli ricostituiti.

EGU: European Geosciences Union General Assembly Vienna, Austria 27 aprile - 2 maggio 2014 - *Environmental quality of a semi-natural area of the Po Valley (northern Italy): aspects of soil and vegetation*; esposizione degli studi riguardanti le relazioni tra suolo e fitocenosi sull'area degradata oggetto dell'intervento.

SISV: 48° Congresso Società Italiana di Scienze della Vegetazione Roma 17 - 19 settembre 2014 - *Fluttuazioni stagionali della vegetazione di una discarica di-*

smessa del piacentino.

AISSA: XII Convegno Associazione Italiana Società Scientifiche Agrarie Sassari 6 - 7 novembre 2014 - *Ricostituzione di suoli degradati per produrre suoli con caratteri pedo-agronomici migliori*; è stata esposta la tecnologia della ricostituzione applicata nel progetto per il miglioramento delle proprietà dei suoli degradati.

Il Suolo nella Pianificazione Territoriale - Alghero 5 - 6 dicembre 2014 - *Terre ricostituite nella progettazione ed esecuzione di coperture a verde in una ex discarica nel piacentino, secondo la norma UNI 11235*; nel convegno è stata documentata la conformità delle terre ricostituite alle Norme UNI relative alle caratteristiche delle terre nella realizzazione di interventi di rinaturalizzazione, parchi e realizzazione di spazi di verde pubblico.

Il Suolo nella Pianificazione Territoriale - Alghero 5 - 6 dicembre 2014 - *Parametri chimici e vegetazione spontanea in parcelle di suoli naturali e ricostituiti: primo anno di osservazioni*; sono stati esposti i primi risultati inerenti alle osservazioni delle parcelle sperimentali realizzate per le prove pilota del progetto NEW LIFE.

SBI: Congresso Società Botanica Italia-

na 110° Pavia 14 - 18 settembre 2015 - *Preliminary comparison of the development of spontaneous vegetation between degraded soils and reconstituted ones (Piacenza, Italy)* sono stati esposti gli studi comparativi sulla ricolonizzazione da parte delle specie vegetali in suoli naturali degradati e suoli ricostituiti.

AIAM: XVIII Convegno Nazionale di Agrometeorologia San Michele all'Adige (TN) 9 - 11 giugno 2015 - *Emergenza e sviluppo radicale a pochi giorni dalla semina in piante di mais (zea mays L.) su suolo naturale e ricostituito*; sono stati illustrati i risultati ottenuti dagli studi riguardanti le prove di germinazione e di crescita dei suoli ricostituiti prodotti per il progetto NEW LIFE.

AIIA: International Mid-Term Conference, Italian Society of Agricultural Engineering Napoli 22 - 23 giugno 2015 - *A new technology to restore soil fertility: the reconstitution*; presentazione della tecnologia della ricostituzione e dei risultati ottenuti dagli studi sperimentali pilota realizzati nel progetto.

SICA: Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria XXXIV - Perugia 5 - 7 ottobre 2016 - *Confronto tra suo-*



Descrizione del progetto

lo degradato e suolo ricostituito per la produzione di pomodoro; applicazione della tecnologia dei suoli ricostituiti sulla produttività agraria; sono state esposte le prove di crescita in vaso sui suoli ricostituiti prodotti per l'intervento NEW LIFE. Workshop: Contaminazione da EPT nei sistemi acqua-suolo-pianta: processi di risanamento Palazzo Sersanti - Imola 8 - 9 giugno 2016 - *Le terre ricostituite - tecnologia e possibili applicazioni nella bonifica dei suoli contaminati*: presentazione orale della relazione nella quale vengono illustrati i potenziali sviluppi della tecnologia nella bonifica dei suoli contaminati. SISS, World Soil Day - Congresso Nazionale: a world to discover - Ancona 5 - 7 dicembre 2016 - *Azione del processo ricostitutivo sulla struttura dei suoli e sulla loro stabilità*. Il lavoro presentato attesta gli effetti della ricostituzione sul miglioramento della struttura dei suoli e la loro stabilità ai processi erosivi; i dati fanno riferimento agli studi effettuati nel corso del progetto NEW LIFE. Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - Facoltà di Agraria - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro Ambientali: Bologna maggio 2016; presentazione

orale al corso universitario magistrale *Progettazione e gestione degli ecosistemi agro-forestali, forestali e del paesaggio*. In seguito a questa presentazione ha avuto inizio con il Dipartimento un accordo specifico per la realizzazione di tirocini e tesi di laurea sulle tematiche della ricostituzione e della pedologia applicata. ESSC 2018: SoWaSe, Soil and Water Security: Challenges for the next 30 years, Imola 6 - 8 giugno 2018 - *The reconstitution: environmental restoration assessment by means of LCC and FCC*: il lavoro presentato dimostra il cambiamento realizzato sull'area interessata al progetto portando 10 ha di superficie degradata ed improduttiva ad una classe d'uso dei suoli e ad una fertilità elevati.

5.14 PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

Notiziario della Società Botanica italiana, 2016, Osservazione di Lycogala terrestre Fr. e Stemonitis axifera (Bull.) T. Macr. su suoli ricostituiti sabbiosi; nell'articolo si segnala la presenza di Mixomiceti nella parcella sperimentale di suoli ricostituiti; la presenza di questi protisti è piuttosto frequente nei suoli organici e forestali ma

raramente si riscontrano nei suoli agricoli. La loro comparsa si è manifestata successivamente nei terreni ricostituiti sull'intervento nel sito.

EQAbook 2016.21, pp. 19 - 31 The reconstituted soils - the technology and its possible implementation in the remediation of contaminated soils; il lavoro presentato discute sulla possibilità di utilizzo della tecnologia della ricostituzione negli interventi di decontaminazione dei suoli ed il suo impiego negli interventi di biorimediazione quali landfarming, biopile e fitorimediazione.

Italian Journal of Agrometeorology, 3/2015, pp. 63 - 72 Soil temperature fluctuations in a degraded and in a reconstituted soil; vengono riportati e discussi i dati delle temperature nei suoli naturali e ricostituiti raccolti durante le sperimentazioni effettuate. Nel lavoro presentato si dimostra come nei suoli ricostituiti vi sia una capacità termica maggiore alla quale consegue una maggiore stabilità delle temperature che comporta delle condizioni migliori per lo sviluppo radicale delle piante, per la disponibilità dei nutrienti, per la stabilizzazione della Sostanza Organica e le attività batteriche



Descrizione del progetto

ed enzimatiche.

Solid Earth, 2015, 6 pp. 929 - 943, doi:10.5194/se-6-929-2015, *Relationship between hydraulic properties and plant coverage of the closed-landfill soils in Piacenza (Po Valley, Italy)*; la pubblicazione riporta il lavoro effettuato sul sito di caratterizzazione del suolo e di studio delle componenti botaniche presenti individuando conferme di particolare interesse sulle specie individuate come bio-indicatrici di condizioni di degrado.

Plant Biosystems, 2014, *The vegetation of the Borgotrebbe landfill (Piacenza, Italy): Phytosociological and ecological characteristics*; in questo intervento vengono riportati e discussi i dati ottenuti dalle indagini fitosociologiche dell'area interessata all'intervento del progetto.

Informatore Botanico Italiano, 45 (2) 2013, pp. 213 - 219 *Onopordum acanthium subsp. Acanthium in una ex-discarica della Pianura Padana (Piacenza)*; segnalazione della presenza di una specie di interesse botanico nell'area: la specie è indicatrice di ambienti xerofitici ruderali e con suolo tendenzialmente basico.

Plant Sociology, V. 50, n. 2, pp. 47 - 56 December 2013 - *Application of the floristic-vegetational indexes system for the evaluation of the environmental quality of a semi-natural area of the Po Valley (Piacenza, Italy)*; la pubblicazione espone i metodi impiegati e i risultati ottenuti per la valutazione dell'indice floristico-vegetazionale sull'area d'intervento.

EQAbook 2012.1, pp. 81 - 88 *I caratteri del suolo di un'area degradata: parametri chimici e indicatori ecologici a confronto*; la pubblicazione prodotta espone i risultati della caratterizzazione dell'area oggetto dell'intervento New life.

5.15 TESI DI LAUREA

Sono state realizzate due tesi di laurea sulla tematica del progetto incentrate sulle possibilità di correzione e gestione dei parametri inerenti alla Reazione (pH), Salinità, Calcare totale e Calcare attivo. Le tesi sperimentali, discusse nella Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, si sono svolte presso i laboratori della società capofila del progetto NEW LIFE.

I. Valutazione sui metodi di correzione

del Calcare totale e attivo nella produzione di suoli ricostituiti.

II. *Valutazione dei metodi di correzione di pH e salinità nella produzione di suoli ricostituiti.*

5.16 CONVEGNO INTERNAZIONALE DEL PROGETTO NEW LIFE

Nella prestigiosa cornice della seicentesca Cappella Ducale del Palazzo Farnese di Piacenza, davanti ad una platea di un centinaio di persone (prevalentemente professori delle Università, Associazioni Agricole, ambientalisti e agricoltori) si è svolto nelle giornate del 19 - 20 maggio 2016, il 1° Convegno - Miglioramento del suolo. Importante la partecipazione delle Istituzioni che hanno confermato l'interesse delle tematiche affrontate.

È stato scelto di ambientare il convegno in un contesto storico e rigoroso per sottolineare l'importanza dell'evento e diffondere un segnale preciso sulla serietà ed autorevolezza delle tematiche affrontate.

Ogni particolare è stato curato nei dettagli per attestare la continuità nel futuro

5



Descrizione del progetto

di questa iniziativa per lo sviluppo della tecnologia proposta e degli argomenti discussi.

L'iniziativa ha assunto per il NEW LIFE un momento fondamentale che ha fatto conoscere, in modo dettagliato, la tecnologia e il progetto: da questo evento sono nate, e tuttora sono in sviluppo, ulteriori iniziative di particolare interesse.

La partecipazione delle più prestigiose figure del mondo delle Scienze del Suolo e della Pedologia italiana ha contribuito a rendere concretamente importante



questa iniziativa unendo gli interessi della ricerca, della tecnologia e delle sue applicazioni.

L'evento, nell'ultima giornata, è terminato



con una visita pomeridiana alla sede dei laboratori della società capofila del progetto e al sito di intervento dove è stata realizzata l'opera di ripristino.

Il convegno ha avuto il patrocinio dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna; Università degli Studi di Napoli Federico II, SISS Società Italiana di Scienze del Suolo, ISSC Natural Organic Matter Research, ESSC European Society for Soil Conservation, SIPE Società Italiana di Pedologia, SICA Società Italiana di Chimica Agraria, SIA Società Italiana di Agronomia, Regione Emilia Romagna.



6

Considerazioni conclusive



6.1 OBIETTIVI RAGGIUNTI SULLA BASE DEL PROGETTO PRESENTATO

Sulla base degli obiettivi predisposti nel documento "LIFE + Environment Policy and Governance TECHNICAL APPLICATION FORMS Part B - Objectives and expected results" vengono qui di seguito analizzati i risultati attesi del progetto NEW LIFE dimostrando il loro raggiungimento.

6.2 OBIETTIVO 1. PRODUZIONE DI UN SUOLO DI QUALITÀ OTTIMALE E RISOLUZIONE DEI SINTOMI DI DEGRADO

L'obiettivo è stato interamente raggiunto in tutti i suoi dettagli:

- Incremento della Sostanza Organica del 20 % e aumento della concentrazione di Acidi Umici e Fulvici del 10 %.

È l'incremento della Sostanza Organica maggiore del 20 %, anche nelle sue forme più stabili (Acidi Umici e Fulvici), come verrà esposto nel paragrafo successivo.

- Conversione della struttura del suolo da massiva, lamellare, poliedrico angolare a glomerulare porosa e riduzione della compattazione dei suoli sottoposti al trattamento.

La struttura primaria (preponderante) dei suoli ricostituiti dopo l'intervento è grumosa, vi sono parti di suolo, decisamente poco presenti, che hanno mantenuto la struttura originaria, poliedrica angolare, che, con ogni evidenza, originano da un mancato coinvolgimento alcune porzioni di terra alla ricostituzione: la percentua-

le di questi, rispetto ai volumi prodotti è trascurabile (5 %); le caratteristiche strutturali appaiono quelle tipiche di un suolo ricco di Sostanza Organica.

Il grado di compattazione dei suoli è stato fortemente ridotto.

- Incremento della capacità di ritenzione idrica dei suoli degradati sottoposti al trattamento.

I suoli degradati sottoposti al trattamento di ricostituzione hanno incrementato la capacità di ritenzione idrica grazie alle migliori proprietà fisico chimiche ottenute: i suoli ricostituiti posseggono una maggiore capacità nel trattenimento idrico; è stata dimostrata una minore acqua di percolazione e una maggiore capacità di campo. L'elevata Capacità Idrica Massima riscontrata nei suoli conferma i precedenti dati raccolti nelle prove effettuate





Considerazioni conclusive

sulle parcelle sperimentali e negli studi realizzati su altri interventi che hanno dimostrato un risparmio sui costi di irrigazione maggiore del 40 %.

- Aumento della fertilità dei suoli sulla base dei seguenti parametri chiave:

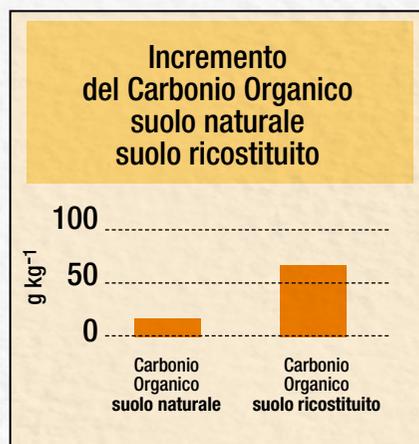
a. Capacità di scambio cationico da 5 - 10 meq/100g⁻¹ a 25 - 50 meq/100g

I valori della Capacità di Scambio Cationico nei suoli dell'area erano, prima dell'intervento, distribuiti in modo eterogeneo con valori medi intorno ai 12 meq/100g mentre i valori dei suoli ricostituiti posseggono una media di 38 meq/100g⁻¹, ottenendo pienamente il raggiungimento dell'obiettivo.

b. Carbonio Organico da < 0,5 % g/100g > 1,8 % g/100g

L'obiettivo prefissato di aumentare la concentrazione della Sostanza Organica nei suoli è stato ampiamente raggiunto ottenendo un incremento medio dei suoli elevato e ben superiore a quello stabilito originariamente nel progetto.

I terreni ricostituiti posseggono un'alta dotazione di Sostanza Organica, con una concentrazione che li inquadra nei suoli umiferi (abbastanza ricchi - ricchi). Il processo della ricostituzione compor-



ta un'elevata distribuzione delle diverse frazioni di Sostanza Organica all'interno delle matrici minerali utilizzate (sedimenti alluvionali - limi di chiarificazione).

Il valore medio di Carbonio Organico nei suoli naturali impiegati risultava dello 1 % mentre nei suoli degradati dell'area dello 0,5 %; nelle terre ricostituite il processo di trattamento ha portato una dotazione media di 6,8 %: come si può osservare dal grafico seguente (espresso in g kg⁻¹) si può constatare l'incremento ottenuto.

La componente fibrosa nei suoli ricostituiti assume una particolare importanza sia sotto l'aspetto fisico sia sotto quello chimico e microbiologico. Riguardo alle proprietà fisiche le fibre occupano un rilevante ruolo per la ritenzione idrica, la stabilità di struttura e alla porosità in quanto esse agiscono come idroritettori naturali e incrementano la porosità; instaurano collegamenti tra gli aggregati, mantengono tra loro adese le componenti minerali e riducono il peso specifico apparente. La stabilità riscontrata del Carbonio Organico presente nei suoli prodotti dovuto al sistema di trattamento meccanico e delle matrici componenti.

c. Aumento della concentrazione di Acidi Umici e Fulvici del 10 %.

Si è riscontrato il forte incremento della dotazione umica nei suoli ricostituiti. Quanto è avvenuto come risultato iniziale dell'elevata concentrazione di Carbonio Organico stabile viene successivamente confermato nel corso dei successivi controlli analitici raggiungendo valori decisamente elevati e non confrontabili con le precedenti condizioni con una media concentrazione di HA+FA (Acidi Umici e Fulvici) maggiore di 10g/kg⁻¹ con un in-

6



Considerazioni conclusive

cremento superiore al 90 %.

Il fatto di aver osservato un continuo incremento della concentrazione di Composti Umici e Fulvici, peraltro in proporzioni tipiche dei suoli fertili e forestali, è un indice della stabilità della componente organica presente nei suoli ricostituiti.

d. Incremento del Potassio scambiabile da $< 0,15 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$ a $0,30 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$. La dotazione di Potassio nei suoli ricostituiti risulta alta soddisfacendo pienamente l'obiettivo preposto di superare la dotazione di $0,3 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$ raggiungendo una media di $0,6 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$, concentrazione considerata alta considerando il suo valore assoluto, risulta medio bassa rispetto alla percentuale delle altre basi scambiabili: tale carenza risulta però dovuta all'elevata Capacità di Scambio Cationica raggiunta dal trattamento di ricostituzione.

Confrontando le differenti concentrazioni dell'elemento lungo l'area d'intervento, si nota un incremento del Potassio scambiabile: tale aspetto conferma che il Potassio venga reso in parte disponibile dalle trasformazioni della Sostanza Organica abbondantemente presente nei terreni collocati.

Uno degli aspetti emersi durante le prove sulle parcelle sperimentali riguarda la maggiore capacità dei suoli sabbiosi, trattati con il metodo della ricostituzione, nel trattenere con efficienza l'elemento rendendolo meno lisciviabile.

e. Azoto totale: da $0,5 \text{ g kg}^{-1}$ a $1,5 - 1,8 \text{ g/kg}^{-1}$.

La dotazione di Azoto nei suoli ricostituiti risulta elevata nella fase iniziale mentre successivamente al primo periodo di evoluzione dei suoli, come osservato anche nello studio realizzato nelle prove sulle parcelle sperimentali, tende a ridursi per raggiungere una dotazione agronomicamente definita ricca – molto abbondante. Gran parte dell'Azoto presente è immobilizzato dalla popolazione microbica e quindi reso indisponibile alla nutrizione vegetale. La concentrazione di Azoto totale nei suoli ricostituiti ha soddisfatto l'obiettivo dichiarato nel progetto. f. Rapporto C/N, da 4 - 5 a 20 - 25.

Il rapporto C/N non ha raggiunto i valori richiesti dal progetto presentato, pur assestandosi su valori di C/N prossimi a 15 che indicano una condizione di umificazione e quindi di stabilizzazione della Sostanza Organica ed immobilizzazione



Collocamento suoli ricostituiti nell'area di intervento dell'Azoto.

6.3 OBIETTIVO 2. INCREMENTO DELLO SPESSORE DEI SUOLI E DELLO SPESSORE DI RADICABILITÀ DA 40 cm A 80 - 100 cm

Lo strato di suolo distribuito in origine su tutta l'area interessata era caratterizzato da uno spessore inferiore ai 30 cm. L'intervento di ricostituzione ha consegnato, grazie all'apporto delle terre fertili prodotte, uno spessore radicabile uniforme e superiore ai 100 cm superando l'obiettivo del progetto.

60



Considerazioni conclusive

6.4 OBIETTIVO 3. AUMENTO DEL



Sviluppo spontaneo ai margini dell'area oggetto dell'intervento di ricostituzione



Colonia di Mixomiceti su suoli ricostituiti nella fase iniziale della colonizzazione



Formazioni fungine su suoli ricostituiti

NUMERO DI SPECIE VEGETALI NELL'AREA

Nell'area si è riscontrato un forte incremento della differenza in specie soprattutto considerando la ricolonizzazione spontanea che si è venuta a verificare, a seconda dei periodi stagionali, in un periodo di 3 - 4 mesi.

Le specie erbacee hanno iniziato a colonizzare l'area anche con la presenza di formazioni fungine e mixomicetiche. La permanenza della vegetazione mostra di essere più persistente e rigogliosa ri-

spetto ai suoli degradati e a quelli agricoli circostanti.

L'ulteriore incremento di specie vegetali è stato sicuramente offerto dalla piantumazione effettuata per più di una ventina di specie arboree ed arbustive differenti con un complessivo incremento di oltre 2000 esemplari; sotto l'aspetto della biodiversità genetica l'intervento, avendo utilizzato esemplari di differenti specie riprodotte da seme, ha incrementato la biodiversità in modo ancora più elevato.

6.5 OBIETTIVO 4. ACCRESCIMENTO DELLA POPOLAZIONE ETEROTROFA AEROBIA

La popolazione eterotrofa aerobia è stata analizzata sia sulle parcelle di prova sia sui suoli del sito conseguendo un accrescimento del grup-





Considerazioni conclusive

po considerevole con il raggiungimento dell'obiettivo preposto. Si è inoltre verificato un incremento del gruppo dei batteri cellulolitici aerobi e degli Azotofissatori liberi.

6.6 OBIETTIVO 5. REALIZZARE LE CONDIZIONI PER LA CRESCITA DI PIANTE ARBUSTIVE ED ARBOREE NEL NUMERO DI 500 ESEMPLARI, CONDIZIONE IMPOSSIBILE PRIMA DELL'INTERVENTO

Il progetto, in seguito alle prove preliminari effettuate in serra con la propagazione di sementi di piante autoctone (*Quercus*, *Acer*, *Ulmus* ecc.), ha provveduto ad osservare la germinabilità e la crescita delle diverse specie ottenendo risultati di particolare interesse.

Successivamente è stata effettuata la piantumazione di oltre 2000 specie arboree e arbustive, unitamente a quelle cresciute nei laboratori Ecosistemi, ottenendo risultati eccellenti soprattutto nell'annata successiva alla piantumazione. La posa di giovani piante provenienti dalla propagazione tramite seme ha in-



crementato la diversità genetica dell'intervento.

6



Considerazioni conclusive



6.7 OBIETTIVO 6. REALIZZAZIONE DI UN PARCO AD USO DELLA CITTÀ DI DIMENSIONI DI 10 ha (100.000 m²)

L'intera area d'intervento, con le limitazioni conseguenti ai sopraggiunti obblighi amministrativi, ha comportato la riduzione della superficie interessata a 10 ha ed

impedito lo svolgersi del trattamento di ricostituzione sul sito; nonostante ciò è stato comunque possibile procedere con l'opera garantendo una vasta formazione di ripristino forestale di sicuro impatto naturalistico per 10 ha (100.000 m²) di superficie.

L'intervento ha tenuto conto degli aspetti faunistici assicurando fonte di rifugio e nutrimento che sicuramente si potranno esprimere in modo importante dopo lo sviluppo sufficiente delle essenze piantumate: si rilevano già, a distanza di un anno dalla realizzazione dell'opera, le prime presenze grazie alla folta vegetazione erbacea, prima del tutto assente, sviluppata sui suoli ricostituiti.

6.8 OBIETTIVO 7. DIMOSTRARE IL VALORE AGGIUNTO OFFERTO DA QUESTA TECNOLOGIA (IN TERMINI DI INNOVAZIONE E AMBIENTE) GRAZIE AL IL RECUPERO DI ALCUNI TIPI DI RIFIUTI E PRODOTTI SECONDARI CHE GRAZIE A QUESTO IL PROGETTO PUÒ ESSERE SVILUPPATO IN UN MODO PIÙ ECO-SOSTENIBILE

Il valore aggiunto della ricostituzione è

stato dimostrato nella sua completa applicazione dei principi dell'economia circolare sotto i seguenti aspetti.

Rifiuti recuperabili

L'iniziativa ha consentito un'indagine capillare a livello nazionale di quelle tipologie di rifiuti utilizzabili per la produzione dei suoli ricostituiti. Nel corso dell'intero progetto è stata realizzata una considerevole collezione di informazioni, campioni, analisi e conoscenze sui processi industriali consentendo un'importante produzione di documentazioni e studi sui rifiuti provenienti da numerose attività produttive. Sono stati inoltre individuati una serie di rifiuti di potenziale interesse che non erano stati contemplati all'inizio del progetto sui quali sono state effettuate caratterizzazioni e prove per individuare, nello sviluppo, un loro potenziale impiego; alcune tipologie di matrici di scarto hanno mostrato con le indagini una potenziale validità per l'utilizzo anche sotto forma di correttivi, additivi, ammendanti per la produzione dei suoli; in alcuni casi sono stati individuati potenziali interessi per l'approvvigionamento di Fosforo dispo-

6



Considerazioni conclusive

nibile in coerenza con il *Libro verde del Fosforo* e il suo utilizzo ecologicamente sostenibile e per far fronte alle inevitabili carenze di questo fondamentale elemento nel futuro.



Risoluzione di problematiche industriali e civili sul recupero dei rifiuti

Il progetto, esaminando estesamente la problematica dei rifiuti, ha potuto constatare quanto certe tipologie di rifiuti spe-

ciali non pericolosi, del tutto innocui sotto l'aspetto chimico-ambientale, possono rappresentare fonte di gravi problemi per la sostenibilità produttiva.

Gli elevati quantitativi di rifiuti, generati da specifiche attività, comporta in alcuni casi il rischio di chiusura delle attività stesse; un esempio tipico risulta essere quello delle dighe a scopo idropotabile, idroelettrico, dei canali navigabili: attività che comportano un accumulo di materiali che tendono, con il procedere della loro sedimentazione, ad occludere e riempire i bacini, sottraendo capacità di accumulo dell'acqua e, nel caso dei canali, ad impedirne la navigabilità. Questo grave problema comporta la necessità di smaltimento dei fanghi sedimentati ma il quantitativo è estremamente elevato rendendo economicamente irrealizzabile l'operazione: con la tecnologia della ricostituzione è possibile convertire questi fanghi massivi e, allo stato originario, inutilizzabili, in suoli fertili da impiegare nelle aree degradate e desertificate. In questo caso la tecnologia consentirebbe di affrontare il problema in modo economicamente sostenibile producendo una materia prima non rinnovabile con un

elevato valore aggiunto di produzione primaria; risolvendo il problema del degrado dei suoli apportando terre fertili in aree degradate - desertificate, marginali; aumentare la capacità di invaso dei bacini idrici a scopo idropotabile, irriguo ed idroelettrico e ripristinando la navigabilità dei canali.

Nel campo industriale sono apparse evidenti difficoltà nell'operare in modo idoneo il recupero di scarti che, nel settore della ricostituzione, possono rappresentare una risorsa: tra le tante sono da citare le industrie cartarie, gli acquedotti, le industrie agroalimentari, le attività di lavorazione degli inerti naturali, la produzione del biossido di titanio, le attività estrattive, le fonderie di metalli ferrosi di prima fusione, ecc.

Le attività di ricerca del progetto hanno dato inizio a linee specifiche di indagine per verificare la fattibilità e l'idoneità del riutilizzo di molte tipologie di scarto anche differenti da quelle impiegate per la realizzazione dell'opera: nel corso del NEW LIFE è stato possibile, ad esempio, approfondire il potenziale interesse riguardante i rifiuti generati dallo scavo per la realizzazione di gallerie.

6



Considerazioni conclusive

Operativamente il progetto ha consentito il recupero di una notevole quantità di rifiuti convertendoli in suolo fertile, dimostrando una capacità di riutilizzo molto ampia (pot. massima per singolo impianto 100.000 - 200.000 t anno⁻¹).



Realizzazione di test e metodiche apposite per la valutazione dell'idoneità dei rifiuti

Il progetto NEW LIFE ha sviluppato numerose metodiche di indagine, oltre a quelle prescritte, per la verifica dell'idoneità ambientale ed agronomica dei materiali oggetto di studio; tali metodiche,

che coinvolgono la Chimica Ambientale, la Tossicologia e la Valutazione Pedotecnica, risultano fondamentali per la valutazione dei rifiuti nel loro impiego nel campo della ricostituzione.

Modello di economia circolare

La ricostituzione ha dimostrato di essere un perfetto modello di economia circolare, come anche sostenuto dall'intervento del Prof. Timpano al convegno NEW LIFE (Atti 1° Convegno Migloramento del Suolo) sui suoli ricostituiti tenutosi a Piacenza, in quanto il processo comporta il recupero di rifiuti che, sottoposti al trattamento insieme a suoli degradati, produce una materia prima non rinnovabile prontamente disponibile alla produttività primaria. Oltre

a questa prima dimostrata evidenza, il NEW LIFE ha verificato e applicato un ulteriore e più ambizioso passo avanti nell'ottica della circolarità economica: le attività svolte hanno impiegato per la produzione dei suoli ricostituiti matrici rappresentate da rifiuti e sedimenti alluvionali, questi ultimi, per definizione, non sono suoli: pertanto la ricostituzione ha prodotto una risorsa non rinnovabile quale è il suolo.

Applicazioni di pubblica utilità

Il sistema della ricostituzione dimostra la sua valenza di pubblica utilità in quanto permette la sostenibilità economica ed ecologica di interventi di forte interesse sociale, di sicurezza ambientale, di ripristino del territorio, di recupero della produttività. La potenzialità nel ripristino di estese aree naturali perdute, a causa di attività industriali, minerarie, infrastrutturali, offerta dalla tecnologia, unitamente al vantaggio di destinare al riutilizzo risorse altrimenti perdute e disperse verso inappropriati recuperi o smaltimenti, comporta un vantaggio a livello dell'intera U.E.



Considerazioni conclusive

6.9 OBIETTIVO 8. DIMOSTRARE CHE L'APPLICAZIONE DEL METODO E DELLA TECNOLOGIA CONSENTE UN ELEVATO RISPARMIO DI MATERIE PRIME NON RINNOVABILI CHE SONO TERRA FERTILE E / O TERRE DI CAVA CHE SONO USATE IN LAVORI DI RESTAURO AMBIENTALE

Il progetto ha pienamente dimostrato la fattibilità economica dell'intervento e la sua riproducibilità in altri casi simili: con la ricostituzione diventano realizzabili opere che risultano non affrontabili sotto l'aspetto economico ed ambientale; il progetto NEW LIFE ha dimostrato la fattibilità di quanto esposto raggiungendo l'obiettivo prefissato per i seguenti elementi.

Indisponibilità della materia prima

Il suolo naturale fertile per il ripristino dei siti degradati, desertificati od entisolizzati è limitato in quanto rappresenta una risorsa che risulta non asportabile dai siti che lo posseggono: qualsiasi intervento

che richiede la ricollocazione di suolo fertile o comunque pedogenizzato comporta la sottrazione da un altro sito di questa risorsa rendendo irrealizzabile l'operazione. Essendo le aree da ripristinare numerose e di vasta superficie le opere di ripristino sono irrealizzabili.

Elevati costi economici

Il costo di un terreno fertile al metro cubo risulta ingente (9,5 € m⁻³), aggiungendo le operazioni di scotico e di trasporto, quest'ultima voce difficilmente prevedibile per motivi logistici, i costi possono aggirarsi, ottimisticamente, a valori intorno ai 14 € m⁻³, il ricollocamento delle terre e la loro sistemazione regolare, escludendo le successive lavorazioni di preparazione superficiale, comporta un incremento di 1,5 € m⁻³: un intervento che richiede il ripristino di un'area di 10 ha rappresenterebbe un costo economico superiore ai 1.500.000 € pur non potendosi realizzare per l'indisponibilità della materia prima. Mediante l'impiego della tecnologia della ricostituzione i costi vengono abbattuti almeno del 70 %.

Il progetto NEW LIFE, realizzando l'in-

tervento, ha dimostrato la fattibilità delle operazioni di ripristino dei suoli, riportando la fertilità a quelli degradati e quindi consentendone il loro riutilizzo in sito, inoltre, e questo nel progetto rappresenta un forte valore aggiunto di sviluppo, ha provato la possibilità di rendere fertili sedimenti alluvionali di tipo argilloso, limo-argilloso, limoso e quindi impiegabili dopo la ricostituzione con rifiuti idonei di mirate tipologie, per realizzare ripristini di tipo agro-forestale di elevata efficienza producendo il suolo, una delle risorse non rinnovabili, da materiali che presi singolarmente non posseggono alcuna delle qualità di questa preziosa risorsa primaria.



Considerazioni conclusive

6.10 OBIETTIVO 9. VERIFICARE LA POTENZIALITÀ DELLA METODOLOGIA NEL CONTRIBUIRE ALL'ATTIVITÀ DEL SEQUESTRO DI CARBONIO DI SOSTANZE ORGANICHE NELLA MISCELA ANCHE IN RELAZIONE ALLA SUA APPLICAZIONE CON MATRICI COME, PER ESEMPIO, BIOCHAR

Il processo della ricostituzione realizza dei suoli con un'elevata dotazione di sostanza organica, dotati di proprietà fisico-chimiche e microbiologiche che favoriscono un'alta efficienza nella stabilizzazione della sostanza organica: il carbonio organico, presente nelle matrici impiegate, si evolve a vantaggio della componente umica stabile (Acidi Umici, Fulvici ed Uminici) anche grazie alla realizzazione delle condizioni chimico-fisiche che favoriscono questo stato: il rapporto del carbonio organico con la componente minerale ottenuto dal processo meccanico, il dosaggio delle matrici con un rapporto C/N idoneo, l'ottimale ritenzione idrica e porosità, la stabilizzazione del carbonio solubile con la frazione argillosa. I suoli ricostituiti possedendo una forte

attività biologica contribuiscono alla sottrazione di CO².

Inoltre l'intervento, avendo realizzato la piantumazione di 2.000 specie di piante, contribuisce fortemente alla sottrazione di CO².

Riguardo alla problematica del recupero del biochar si è potuto verificare che non esiste un'impellente richiesta nel recupero di questo prodotto in quanto risulta non essere una tecnologia particolarmente diffusa da poterne richiedere un riutilizzo a livello massivo o industriale: si conferma però che dalle prove realizzate, che il metodo della ricostituzione è sicuramente un metodo di trattamento particolarmente idoneo per il recupero di questo prodotto.

6.11 SVILUPPO DEL SISTEMA E DELLA TECNOLOGIA DELLA RICOSTITUZIONE

La tecnologia della ricostituzione ha dimostrato la sua validità sotto l'aspetto tecnico e scientifico convalidando il metodo anche dal punto di vista economico. Dall'esame dei vantaggi concreti, oggettivamente dimostrati dal progetto NEW

LIFE, è possibile realizzare un profilo dello sviluppo futuro di questa tecnologia predisponendo aspetti che rappresentano l'applicazione già da oggi disponibile come alcune altre voci relative al naturale sviluppo futuro della ricostituzione. Relativamente alle attuali applicazioni la tecnologia è già operativa nella:

6.12 LOTTA AL DEGRADO DEL SUOLO E ALLA DESERTIFICAZIONE

La ricostituzione consente di trattare terreni sterili, degradati, non fertili e desertificati conferendone una fertilità eccellente grazie alla formazione di una specifica struttura degli aggregati e alle proprietà chimiche e biologiche delle componenti con le quali viene prodotto il suolo ricostituito.

6.13 BONIFICHE AGRICOLE REDENZIONE DEI TERRENI INCOLTI

La tecnologia, apportando terreni fertili con lo spessore desiderato, consente di portare alla I o II Classe di Capacità d'Uso



Considerazioni conclusive

i suoli marginali, degradati e non utilizzabili sotto il profilo agricolo e naturalistico (VI - VIII classe). La dimostrazione di ciò viene fornita dagli esiti ottenuti durante lo sviluppo del progetto, aree non coltivabili sotto il profilo agro forestale, caratterizzate dall'assenza di suolo possono essere convertite in superfici utilizzabili per l'agro-forestale.

6.14 COPERTURA DI SITI DEGRADATI

Sulla base dell'utilizzo sopra esposto possono essere bonificati terreni non coltivabili a causa della massiva presenza di rifiuti (messa in sicurezza): situazioni di degrado simili sono diffuse a causa di gestioni avventate del territorio che hanno compromesso definitivamente l'uso naturalistico dei terreni e per i quali la possibile bonifica mediante asportazione risulta del tutto inaffrontabile. In tali condizioni è possibile effettuare la messa in sicurezza delle aree mediante la copertura con strati idonei di suoli ricostituiti riportando all'uso agricolo i siti coinvolti.

6.15 RECUPERO RIFIUTI NEL CONTESTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE

Il sistema della ricostituzione permette una reale valorizzazione dei rifiuti non pericolosi consentendone il riutilizzo e generando una risorsa non rinnovabile quale è, per definizione, il suolo. La ricostituzione reimmette nel ciclo ecologico ed ambientale materie che la tecnologia e la produttività hanno sottratto all'ambiente.

Si offre una fattiva, diretta applicazione ai principi dell'economia circolare in maniera organica e globale.

Riguardo ai raggiungibili sviluppi vengono, qui di seguito, elencate le opportunità offerte.

6.16 SVILUPPO DELLA TECNOLOGIA INDIRIZZATO ALLA PRODUZIONE DI SUOLI SPECIFICI

dalle prove pilota sono emerse con evidenza le possibilità di regolare in modo mirato la composizione delle miscele da destinare alla produzione dei suoli ricostituiti; mediante il dosaggio accurato delle

matrici, tenendo presente le loro singole caratteristiche ed eventualmente impiegando una serie di differenti correttivi, è concretamente possibile mirare la ricostituzione all'ottenimento di suoli specifici per reazione, salinità, dotazione di specifici elementi a seconda delle coltivazioni e delle essenze interessate.

6.17 SVILUPPO DELLA TECNOLOGIA VERSO LA PRODUZIONE DI (TECHNO) HISTOSUOLI

Dai riscontri avuti sulle caratteristiche dei suoli ricostituiti prodotti in alcune prove realizzate durante l'intervento si è constatato come le proprietà di peso specifico apparente, di porosità e di struttura sono fortemente compatibili con l'agricoltura no-tillage: da questa osservazione si può fare evolvere lo sviluppo della tecnologia per la copertura, mediante strati sottili, di suoli compatti e tenaci al fine di rendere possibile la minima lavorazione dei suoli verso la produttività agraria ecocompatibile.



Considerazioni conclusive

6.18 AFFERMAZIONE DELLA TECNOLOGIA COME SISTEMA

Dimostratasi efficiente la tecnologia risulta necessario espandere le conoscenze sulle tipologie di rifiuti e di scarti potenzialmente idonei alla ricostituzione inquadrando questa attività in un sistema organico che comprenda attività di studio, di ricerca e conseguente applicazione relativa all'accurato studio delle caratteristiche dei rifiuti comprendente prove sperimentali pilota atte alla preliminare verifica della loro idoneità.

6.19 STUDIO ULTERIORE DELLA MECCANICA DELLA RICOSTITUZIONE E DELLA POLICONDENSAZIONE DEGLI ACIDI UMICI

Al fine di incrementare il rendimento della ricostituzione risulta di particolare interesse l'approfondimento degli aspetti inerenti al Carbonio Organico solubile, ai complessi argillo-umici e alla loro relazione con il processo di stabilizzazione del Carbonio Organico mediante la policondensazione.

6.20 REALIZZAZIONE DI UN CAMPO PROVA SPERIMENTALE PER LO STUDIO DEI SUOLI RICOSTITUITI

Il progetto NEW LIFE, durante tutte le prove sperimentali e l'intervento, ha fatto emergere la forte produttività vegetale dei suoli ricostituiti, produttività elevate confermate anche da brevi sperimentazioni agronomiche realizzate su mais, sorgo e pomodoro: risulta pertanto di notevole interesse approfondire questo aspetto per la produzione di biomasse a scopo energetico e alimentare su stazioni sperimentali di media superficie.

6.21 APPLICAZIONE DELLA RICOSTITUZIONE PER LA RISOLUZIONE DEL PROBLEMA DEL DESTINO DEI FANGHI DI DRAGAGGIO

Come riportato, durante il progetto NEW LIFE, sono stati sperimentati su micro-scala possibili utilizzi di rifiuti quali i fanghi di dragaggio: l'utilizzo di queste matrici ha consentito di individuare che la ricostituzione consente la trasformazione in suolo di questi rifiuti che oggi rappre-

sentano un grave problema economico ed ambientale a causa della loro sedimentazione nei bacini artificiali, naturali e nei canali navigabili. La possibilità offerta dalla tecnologia proposta nel convertire in risorsa questo genere di rifiuti rappresenta una notevole opportunità ambientale ed economica.

6.22 APPLICAZIONE DELLA RICOSTITUZIONE NELLA BONIFICA DEI SITI MINERARI DISMESSI

Le proprietà dei suoli ricostituiti è la possibilità di produrli in notevoli quantità possono rappresentare una notevole opportunità per realizzare interventi su diversi siti minerari dismessi che risultano interamente degradati e, in alcuni casi, di urgente necessità di ripristino.



6



Considerazioni conclusive

6.23 VERIFICA E SVILUPPO DEL METODO DELLA RICOSTITUZIONE PER LA SUA APPLICAZIONE NEL CAMPO DELLA BIORIMEDIAZIONE:

Convertendo suoli sterili in suoli ad elevata fertilità fisica-chimica e microbiologica si ottiene, mediante la ricostituzione, la condizione migliore per incrementare l'efficienza dei processi di biorimediazione quali: attenuazione naturale, landfarming, biopile, bioventing e fitorimediazione.



70



m.c.m Ecosistemi

Località Faggiola - 29027 Gariga di Podenzano (PC)
tel. Uff. Amministrativo/Uff. Tecnico +39 0523 524042
tel. Laboratorio +39 0523 523015
fax Uff. Amministrativo/Uff. Tecnico/Laboratorio +39 0523 524071
info@mcmecosistemi.com www.mcmecosistemi.com