

# MOSAICO

## Monitoraggio delle operazioni di spandimento di liquami e letami per le attività agricole della provincia di Modena ai fini di una riduzione dei rischi da inquinamento da nitrati nelle zone di conoide

Prof. Fabrizio Mazzetto  
Istituto di Ingegneria Agraria della Università di Milano  
Paola Vecchiati, Valentino Biagioni, Fausto Prandini  
Servizio Agricoltura e Territorio della Provincia di Modena

### Quadro di riferimento

Una parte significativa delle attività agro-zootecniche praticate in provincia di Modena risulta concentrata in aree particolarmente vulnerabili – le zone di conoide di congiungimento tra colline Appenniniche e pianura – in cui più elevato è il rischio di inquinamento di nitrati derivanti da operazioni di spandimento di reflui animali da allevamenti bovini e suini. In tali aree diventa sempre più sentita l'esigenza di un monitoraggio automatico e capillare di dette operazioni per consentire:

- a) all'amministratore pubblico di verificare le reali modalità di spandimento dei reflui da parte degli agricoltori; ciò attraverso strumenti e metodi che garantiscano, quanto più possibile, di stabilire l'oggettiva aderenza delle dinamiche di spandimento rispetto a dei piani concordati con l'amministrazione locale in vista di una limitazione del carico di inquinanti di origine zootecnica;
- b) all'agricoltore che opera in proprio di gestire al meglio l'impiego dei fattori produttivi per ottenere: da un lato, un'ottimizzazione nell'uso di risorse attraverso un dosaggio controllato dei concimi, limitando situazioni di carenze o eccessi nelle diverse condizioni pedologiche e sito-specifiche della propria azienda; dall'altro, la possibilità di poter documentare con oggettiva certezza le condizioni del proprio lavoro in un contesto di certificazione della qualità a fini sia produttivi, sia ambientali;
- c) all'impresa agromeccanica che opera la distribuzione per conto di terzi di poter certificare la qualità dei propri servizi – rispetto sia all'agricoltore, sia all'ente pubblico – con la possibilità di fornire a lavoro ultimato una documentazione completa in merito ai dosaggi e agli aspetti logistico-operativi (area effettivamente lavorata, rifornimenti eseguiti, tempi di lavoro, mappe di distribuzione etc.) delle operazioni svolte.

### Obiettivi

Progettazione, sviluppo e prova di tecnologie per un sistema informativo territoriale (SIT) per il monitorag-

gio delle operazioni di spandimento reflui in aree vulnerabili della provincia di Modena effettuate sia da agricoltori con mezzi propri, sia da imprese agromeccaniche per conto di terzi.

### Strategie applicative

Il SIT finale del Progetto MOSAICO sarà progettato per essere gestito, in ultima analisi, da personale dell'Ente Pubblico (Provincia di Modena) preposto al controllo territoriale delle operazioni di spandimento dei reflui. Le informazioni gestite dal SIT, a regime, avranno un'origine estremamente diffusa (capillare) sul territorio. In teoria, si tratterebbe di monitorare in tempo reale qualunque singola operazione di spandimento prevista all'interno del territorio provinciale. È giocoforza prevedere dei sistemi di acquisizione dati la cui gestione dovrà essere a carico degli utenti finali (agricoltori o imprese agromeccaniche) pur sottostando alla supervisione dell'ente pubblico, cui spetta la responsabilità del trasferimento dati dalle unità di acquisizione ai database centralizzati del SIT (le modalità tecniche di detto trasferimento saranno definite nel corso della ricerca essendo un "prodotto" vero e proprio della ricerca stessa).

In tale contesto, si ritiene che l'intera attività progettuale debba essere definita tenendo conto delle seguenti strategie:

1. un selezionato gruppo di tecnici provinciali dovrà partecipare attivamente alle attività di ricerca, per contribuire a definire le priorità nelle istanze dei controlli, nonché per mettere in evidenza i limiti professionali, organizzativi e strutturali che l'ente pubblico si troverà ad affrontare con il SIT a regime;
2. è opportuno partire con degli operatori di campo da selezionare all'interno di un campione di "soggetti aziendali" che a priori esprimeranno l'interesse per una adesione su base volontaria; si tratterà, in definitiva, di individuare alcune aziende pilota disposte a testare i vari prototipi dei sistemi di monitoraggio fungendo, così, da aziende dimostrative; la loro selezione dovrà, altresì, considerare aspetti connessi alla logistica territoriale e al tipo di refluo zootecnico localmente disponibile (viste le diverse esigenze di stoccaggio e di spandimento, sarebbe opportuno poter operare su prodotti da allevamenti sia bovini sia suini); in prima analisi, si ritiene ragionevole partire con 3 aziende dimostrative di cui: 2 aziende agricole che operano la distribuzione con mezzi propri; 1 impresa agromeccanica;
3. i prototipi da installare presso le aziende dimostrative dovranno essere progettati rispondendo – in ordine di priorità – a esigenze di: a) costi contenuti (partendo dalle esperienze pregresse già maturate dall'Istituto di Ingegneria Agraria di Milano, si tratterà di operare del trasferimento tecnologico incardinato su dell'elettronica "povera", di facile assemblaggio, con componenti da sviluppare quasi all'insegna della filosofia "usa e getta"); b) semplicità d'uso (i prototipi non dovranno richiedere alcuna

forma di ulteriore competenza professionale agli utenti finali, in particolare agli agricoltori); c) robustezza (visti gli ambienti di distribuzione, i singoli componenti dovranno garantire la loro integrità anche in condizioni di lavoro molto gravose);

4. è ragionevole prevedere che a regime gli utenti finali guardino con una certa diffidenza alla possibilità di essere controllati dall'ente pubblico direttamente "in casa propria" attraverso una sorta di occhio che costantemente osserva le loro modalità di lavoro, peraltro in attività che a volte - è risaputo - vengono svolte in modo "poco ortodosso"; da qui l'esigenza di proporre, come ulteriore prodotto della ricerca, l'individuazione di forme di incentivazione che possano agevolare un'estensione dell'adesione volontaria degli utenti finali verso queste nuove forme tecnologiche di monitoraggio diffuso sotto la supervisione di un ente responsabile sovraterritoriale; ciò sarà strategico per la buona riuscita del progetto poiché è verosimile pensare che una adesione volontaria sotto incentivazione potrebbe precedere una eventuale fase finale di diffusione pressoché globale, lo sviluppo dei prototipi dovrà anche tener conto di soluzioni in grado di contrastare eventuali manomissioni o - addirittura - sabotaggi;
5. proprio per contenere quanto più possibile i problemi di cui al punto precedente, sarà necessario organizzare nell'arco della durata del progetto una serie di attività dimostrative e divulgative presso le aziende pilota; il loro scopo primario, ovviamente, sarà quello di far comprendere agli utenti finali le ricadute ambientali di cui potrà godere il territorio a fronte di un capillare controllo delle modalità di spandimento; tuttavia, sarà anche indispensabile rendere gli agricoltori consapevoli del fatto che una razionale conduzione delle operazioni di spandimento potrebbe giovare - innanzitutto - anche alle loro "tasche"; e ciò grazie: sia alla miglior razionalizzazione delle risorse fertilizzanti (evitare carenze e sprechi, limitando gli apporti di fertilizzanti minerali, con una buona gestione dei piani di concimazione); sia alle maggiori entrate derivanti da eventuali forme di incentivazione.

### Prodotti della ricerca

La realizzazione del SIT enunciato negli obiettivi di cui sopra costituisce il principale prodotto della ricerca del presente progetto. Tuttavia, vista l'articolazione attesa per le diverse fasi del progetto, è utile elencare i singoli prodotti elementari, di varia natura, che si intendono realizzare durante la progressione della ricerca.

È utile distinguere tra quattro diverse tipologie di prodotto:

1. Prototipi Hardware (HW): componenti fisici del sistema informativo, sia centralizzati (da installare presso la sede della Provincia), sia distribuiti sul territorio (sistemi di acquisizione dati da lasciare in carico presso le 3 aziende pilota, eventualmente con schemi a turno);
2. Prototipi Software (SW): procedure e programmi del sistema informativo, anche in tal caso distinguendo tra loro installazione presso la sede centrale o le aziende pilota;
3. Metodi (M): modalità gestionali del SIT, che potranno a loro volta implicare la presenza di particolari HW o SW;
4. Servizi (S): attività di supporto ai futuri fruitori del SIT e da concretizzare in forma di attività dimostrative, incontri, seminari, corsi di formazione professionale, nonché attraverso la stesura di rapporti intermedi, poster e brochure divulgative.

### Unità operative coinvolte:

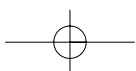
1. IIA: Istituto di Ingegneria Agraria della Università di Milano (responsabile: Prof. Fabrizio Mazzetto), con funzioni di: coordinamento generale; responsabilità della progettazione hardware e software; svolgimento prove di campo; definizione metodi e organizzazione dei servizi.
2. AT: ARVAtec srl di Lecco (responsabile: dr. Savio Landonio), con funzioni di: progettazione hardware e software; fornitura di prototipi, materiali e programmi; assistenza all'installazione e gestione del SIT; supporto ai servizi.
3. PM: Provincia di Modena (responsabile: dr. Paola Vecchiati), con funzioni di supporto alla definizione dei metodi, alla scelta delle aziende pilota e alle attività dimostrative. •





Più in dettaglio, è opportuno evidenziare i seguenti prodotti specifici:

CODICE PRODOTTO	DESCRIZIONE	SEDE INSTALLAZIONE
<b>HARDWARE</b>		
HW-1	Primo prototipo di un sistema di acquisizione dati per la registrazione dei tracciati di distribuzione da montare a bordo dei trattori preposti alle operazioni di spandimento (soluzione semplificata senza riconoscimento automatico dell'operatrice).	<i>Aziende pilota</i>
HW-2	Secondo prototipo di un sistema di acquisizione dati per la registrazione dei tracciati di distribuzione da montare a bordo dei trattori preposti alle operazioni di spandimento (soluzione con riconoscimento automatico dell'operatrice).	<i>Aziende pilota</i>
HW-3	Prototipo di un sistema di acquisizione dati per la registrazione dei tracciati di distribuzione da montare direttamente a bordo delle operatrici preposte alle operazioni di spandimento (attese diverse soluzioni costruttive a seconda delle modalità di alimentazione del sistema).	<i>Aziende pilota</i>
HW-4	Prototipo per la rilevazione centralizzata, in tempo reale, delle unità di distribuzione in ogni dato momento in fase di lavoro all'interno del territorio provinciale (previsto l'utilizzo di GSM-modem in combinazione a ricevitori GPS).	<i>Aziende pilota + Sede Provincia</i>
HW-5	Dispositivo per il trasferimento dati dalle unità di distribuzione periferiche al SIT centrale.	<i>Attrezzatura mobile in carico ai tecnici della Provincia</i>
HW-6	Stazione hardware fissa per la gestione dei dati in arrivo dalle unità periferiche e l'uso dei database del SIT (prevista l'installazione di un server dedicato).	<i>Sede Provincia</i>
<b>SOFTWARE</b>		
SW-1	Software per la gestione dei dati a bordo dei prototipi di acquisizione (previste diverse versioni, da adattare a seconda del prototipo in uso).	<i>a servizio dei componenti HW-1, HW-2 e HW-3</i>
SW-2	Software per la gestione dei dati relativi al monitoraggio a distanza, in tempo reale, delle unità di distribuzione in fase di lavoro in un dato momento all'interno del territorio provinciale.	<i>a servizio del componente HW-4 da utilizzare dalla staz. fissa HW-6</i>
SW-3	Software per la gestione dei dati rilevati dalle unità di spandimento (con relativi tracciati GPS) mediante strumenti GIS dedicati	<i>Sede Provincia (su HW-6)</i>
SW-4	Software per il trasferimento dati dalle unità di distribuzione periferiche al SIT centrale, con interfacce per adattamento al sistema informativo preesistente	<i>Funzionale al componente HW-5</i>
<b>METODI</b>		
M-1	Modalità operative di consultazione ed utilizzo delle informazioni derivanti dal monitoraggio in tempo reale delle unità di distribuzione in fase di lavoro in un dato momento all'interno del territorio provinciale (condiziona lo sviluppo dei componenti HW-4 e SW-2)	
M-2	Modalità operative di trasferimento dati tra unità di distribuzione e SIT centrale (condiziona lo sviluppo dei componenti HW-5 e SW-4)	
M-3	Modalità di incentivazione degli utenti finali (da divulgare mediante i servizi di cui alla sezione successiva): potranno condizionare lo sviluppo di tutto l'hardware del sistema, in quanto voce maggiormente condizionante le spese da sostenere direttamente da parte dell'utente finale	
<b>SERVIZI</b>		
S-0	Conferenza di presentazione del progetto, destinata ad illustrare le iniziative che verranno intraprese nel corso della ricerca, presentando gli obiettivi della medesima e i risultati attesi; aperto ad agricoltori, imprese agro-meccaniche; associazioni di categoria, funzionari e tecnici di enti pubblici	<i>Da organizzare ad inizio progetto presso una sede da definire</i>
S-1	Seminario divulgativo, aperto agli operatori privati del settore e alle associazioni di categoria, relativo ai risultati parzialmente acquisiti dal progetto; scopo: sensibilizzare gli imprenditori agricoli e le imprese agromeccaniche all'utilità - economica ed ambientale - delle operazioni di monitoraggio	<i>Da organizzare a metà progetto presso la Sede della Provincia</i>
S-2	Seminario divulgativo e dimostrativo finale, aperto agli operatori privati del settore, ai tecnici di enti pubblici e ai divulgatori delle associazioni di categoria, relativo ai risultati definitivamente acquisiti dal progetto; scopo: come per S-1, con l'aggiunta di una maggior sensibilizzazione verso anche le altre Amministrazioni pubbliche locali	<i>Da organizzare a prototipi ultimati presso la Sede della Provincia, con escursioni guidate presso le aziende pilota</i>
S-3	Corso di formazione professionale per tecnici professionisti, funzionari delle amministrazioni pubbliche e divulgatori delle associazioni di categoria (temi trattati: tecnologie avanzate per il monitoraggio delle attività agricole meccanizzate, uso di GPS, GIS e software gestionali; 20 ore).	<i>Da organizzare presso la Sede della Provincia o di qualche Istituto tecnico convenzionato</i>
S-4	Rapporto finale della ricerca, con stesura di brochure divulgative da distribuire agli utenti finali	



## Durata del progetto: 3 anni

### Fasi della ricerca:

FASE	DEFINIZIONI E OBIETTIVI INTERMEDI	UUOO COINVOLTE	PRODOTTI FINALI
1	<b>LANCIO DEL PROGETTO MOSAICO</b> Ricerca di mercato dei componenti hardware e software adatti al raggiungimento degli obiettivi; individuazione delle aziende campione e tipizzazione delle medesime ai fini progettuali; individuazione preliminare dei metodi di gestione del SIT	I/A, AT, PM	<i>Specifiche metodologiche e tecnologiche preliminari alle fasi successive</i>
2	<b>PROTOTIPI PER MONITORAGGIO AZIENDALE DIFFERITO</b> Analisi, progettazione e realizzazione dei prototipi dei sistemi di acquisizione dati da impiegare a livello aziendale; è prevista la realizzazione di un prototipo per ogni anno di attività, partendo da soluzioni semplici per progredire verso tecnologie più sofisticate a maggior automazione; realizzazione dei relativi software di gestione (in versione preliminare); messa a punto dei prototipi presso le aziende pilota	I/A, AT	HW-1 HW-2 HW-3 SW-1
3	<b>ALLESTIMENTO STAZIONE SIT CON TRASFER. DATI</b> Installazione stazione client-server a servizio del SIT; definizione modalità trasferimento dati tra aziende e SIT; analisi, progettazione e sviluppo dell'hardware necessario; analisi, progettazione e sviluppo del software di trasferimento dati e di interfacciamento col sistema informativo preesistente (integrazione parziale del SIT)	I/A, AT, PM	M-2 HW-5 HW-6 SW-4
4	<b>PROTOTIPO PER MONITORAGGIO CENTRALIZZATO IN TEMPO REALE</b> Analisi, progettazione e sviluppo di un prototipo per la rilevazione centralizzata, in tempo reale, delle unità di distribuzione in ogni dato momento in fase di lavoro all'interno del territorio provinciale; definizione delle modalità di impiego da parte dei funzionari provinciali; realizzazione del relativo software client-server (in versione preliminare)	I/A, AT, PM	M-1 HW-4 SW-2
5	<b>SOFTWARE GESTIONE TRACCIATI</b> Sviluppo di strumenti GIS per la visualizzazione dei tracciati su supporti informatici indipendenti; definizione e perfezionamento delle modalità di interfacciamento con il SIT preesistente; eventuale installazione di versioni semplificate del software presso le aziende pilota in modo da sensibilizzare l'utente finale verso procedure aziendali di controllo informatizzate	AT, PM	SW-3
6	<b>PROVE DI CAMPO DEI PROTOTIPI</b> Da articolare presso le aziende pilota su più campagne di raccolta dati, riguardanti monitoraggio sia differito sia in tempo reale	I/A	<i>specifiche per la messa a punto dei prototipi</i>
7	<b>MESSA A PUNTO DEI PROTOTIPI</b> Analisi e realizzazione delle pre-serie dei sistemi di acquisizione dati e di rilevazione in tempo reale della posizione delle macchine agricole in lavoro	AT	<i>hardware in pre-serie pseudo-definitive</i>
8	<b>MESSA A PUNTO GENERALE DEL SOFTWARE</b> Debug definitivo dell'intero pacchetto gestionale	I/A, AT	<i>software in pre-serie pseudo-definitive</i>
9	<b>OMOLOGAZIONE DEL SISTEMA</b> Definizione e perfezionamento dei metodi di gestione del sistema già individuati nelle fasi pdi ricerca precedenti; individuazione e definizione di forme di incentivazione del monitoraggio diffuso, con verifiche a feed-back su componenti hardware e software; stesura relazione finale	I/A, PM	M-1 M-2 M-3 S-4
10	<b>ATTIVITÀ DIVULGATIVE E FORMATIVE</b> Organizzazione di seminari con finalità dimostrative e di trasferimento tecnologico; organizzazione di corsi professionali per imprenditori e tecnici di settore	I/A, PM	S-1 S-2, S-3