



Dati meteorologici spazializzati su griglie digitali a servizio della Smart Agriculture

Gianluca Ferrari. Hypermeteo s.r.l., gianluca.ferrari@hypermeteo.com
Giacomo Lo Biundo. Geko consulting s.r.l., giacomo.lobiundo@gekoit.it
Andrea Chini. Radarmeteo s.r.l., andrea.chini@radarmeteo.com

Parole chiave: agricoltura, agricoltura di precisione, smart agricolture, gestione del rischio, assicurazione, dataset, meteo, meteorologia, alert

ABSTRACT

La crescente diffusione di un approccio digitale in corso nelle attività gestionali ed operative del comparto Agricolo e l'evoluzione dei contesti ambientali dovuta al cambiamento climatico, sta producendo una crescita esponenziale della domanda di informazione meteo-climatica evoluta, accurata ed affidabile disponibile in cloud. Nelle attività agronomiche e nell'agricoltura di precisione, la disponibilità di dati meteo rappresentativi e consistenti permette di ottimizzare le scelte, le azioni e quindi i risultati, applicando risposte modulari e proporzionate a specifiche situazioni, con ricadute in termini di efficacia, di risparmio di risorse e di sostenibilità ambientale. Le informazioni meteorologiche dettagliate rappresentano, inoltre, un ingrediente fondamentale non solo per le applicazioni e i processi tipici della Smart Agriculture, ma anche per orientare le scelte pianificatorie attuate dagli enti territoriali e rendere maggiormente efficienti i processi assicurativi. Il lavoro intende presentare un prototipo di soluzione applicativa che sfrutta i dati meteorologici e gli indicatori di rischio meteoclimatico per fornire agli agricoltori dell'Oltrepò pavese uno strumento di monitoraggio e alerting per le proprie aziende. Tutto ciò è stato realizzato grazie agli strumenti di ArcGIS nell'ambito della sperimentazione di un sistema di supporto alle decisioni a disposizione di professionisti e agronomi nel settore vitivinicolo e dell'agricoltura collinare dell'Oltrepò Pavese.

1. Introduzione

Questo progetto nasce come proof-of-concept, realizzato in collaborazione con ERSAF e Fondazione Riccagioia di cui ESRI Italia è uno dei soci fondatori, con l'obiettivo di sperimentare ed effettuare una prima valutazione delle possibilità di realizzare un servizio di alerting meteo a supporto delle aziende agricole dell'Oltrepò Pavese. Il sistema consente di visualizzare e interrogare, tramite una dashboard basata sugli strumenti di ArcGIS, dataset di dati meteorologici storici, near real-time e previsionali ad alta risoluzione; la piattaforma, grazie a questi dataset integrati, è in grado di fornire anche un sistema di alert relativo all'occorrenza di fenomeni meteorologici severi.

Dopo numerosi test e grazie all'ausilio di un team di lavoro composto da fisici dell'atmosfera, ingegneri e analisti del territorio con competenze specifiche in ambito agricolo, è stata sviluppata una webapp che, oltre a fornire uno strumento utile ad attuare gli interventi di mitigazione degli effetti degli eventi meteo straordinari suscettibili di arrecare danno, in particolare alla produttività dei vigneti, fa sì che si possa disporre di dati oggettivi utilizzabili anche in contesto assicurativo e, più in generale, di gestione del rischio e di difesa del reddito d'impresa agricola.





2. L'esigenza

Nel corso degli ultimi anni il genere umano ha dovuto fare i conti con gli effetti del cambiamento climatico. Un aumento generale delle temperature, lo scioglimento dei ghiacci, la salinizzazione delle fonti di acqua dolce legato all'innalzamento dei livelli del mare, fenomeni meteorologici estremi, siccità e malattie sono solo alcuni degli eventi catastrofici che ci troviamo e ci troveremo ad affrontare nel futuro. Uno dei settori più colpiti è stato sicuramente quello dell'agricoltura. Fenomeni meteorologici estremi sono ormai sempre più frequenti e si calcola che i danni provocati da questi siano ogni anno più insostenibili per gli agricoltori. L'aumento generale delle temperature ha causato, in molte zone del mondo il prolungamento delle stagioni di crescita delle coltivazioni. Questo fenomeno ha interessato anche tutto il continente europeo ed in particolar modo le regioni dell'Europa Meridionale. Infatti, è possibile osservare come le date di fioritura e raccolto di molte tipologie di coltivazione si è spostato giorni o anche settimane prima rispetto al passato e questa tendenza è in continuo aumento.

Si sostiene che in alcune parti dell'area mediterranea, a causa di temperature molto elevate e dello stress idrico in estate, alcune coltivazioni potrebbero essere coltivate durante i mesi invernali per evitare di andare incontro alla perdita della produttività.

3. La soluzione

La crescente diffusione di un approccio digitale in corso nelle attività gestionali ed operative del comparto agricolo e l'evoluzione dei contesti ambientali dovuta al cambiamento climatico, sta producendo una crescita esponenziale della domanda di informazione meteo-climatica evoluta, accurata ed affidabile disponibile in cloud. È ormai comprovato che, nelle attività agronomiche e nell'agricoltura di precisione, la disponibilità di dati meteo rappresentativi e consistenti permette di ottimizzare le scelte, le azioni e quindi i risultati, applicando risposte modulari e proporzionate a specifiche situazioni, con ricadute in termini di efficacia, di risparmio di risorse e di sostenibilità ambientale (1). Le informazioni meteorologiche dettagliate rappresentano, inoltre, un ingrediente fondamentale non solo per le applicazioni e i processi tipici della Smart Agriculture, ma anche per orientare le scelte pianificatorie attuate dagli enti territoriali e rendere maggiormente efficienti i processi assicurativi. I dati meteorologici impiegati nella soluzione sono forniti da Hypermeteo che dispone di una infrastruttura specializzata nella realizzazione di dataset meteorologici rappresentativi (2) che coprono l'intero spettro temporale, dal passato al futuro. L'elevato grado di rappresentatività dei dati è frutto dell'elevato livello di specializzazione e di complessità degli algoritmi impiegati per la realizzazione dei dataset. I dataset impiegati nella soluzione sono:

- 1) HRS – Hypermeteo Reanalysis System che utilizza la tecnica della rianalisi meteorologica (3) per l'elaborazione dei dataset storici e near real-time;
- 2) HFS – Hypermeteo Forecasting System che utilizza la tecnica dell'ensemble multimodel per l'elaborazione dei dataset previsionali a breve e medio termine (fino a 15 giorni).

Nei paragrafi che seguono si provvede a fornire una panoramica dei dati utilizzati e delle elaborazioni effettuate oltre a descrivere le caratteristiche e le funzionalità della dashboard implementata su tecnologie ESRI.

3.1. Dati utilizzati ed elaborazione





I dataset meteorologici integrati nella soluzione sono di due tipi: uno di tipo previsionale, con granularità oraria del dato, ed uno di rianalisi meteorologica che, con granularità giornaliera del dato, fornisce un quadro oggettivo degli eventi atmosferici accaduti grazie all'integrazione delle osservazioni delle reti di monitoraggio in situ (es. stazioni meteorologiche) e da remoto (es. radar e satelliti).

Al fine di mettere in risalto le capacità e le funzionalità della dashboard, si è scelto di analizzare alcuni periodi temporali del 2021 che si sono contraddistinti per la presenza di eventi meteorologici rilevanti.

I dati storici di rianalisi sono stati declinati su una serie di variabili e indici assicurativi di seguito descritti:

- 1) Eccesso di Pioggia: l'avversità si verifica se almeno una delle seguenti condizioni è vera:
 - a. Nella giornata in esame è stata superata la soglia di 30mm/1h;
 - b. Nella giornata in esame è stata superata la soglia di 40mm/3h;
 - c. La somma della precipitazione del giorno in esame con quella delle due giornate precedenti eccede gli 80mm;
 - d. La somma della precipitazione del giorno in esame con quella delle 9 giornate precedenti eccede gli 80mm e tale valore è superiore al 50% della media trentennale calcolata sullo stesso periodo;
- 2) Gelo e brina: l'avversità si verifica se la temperatura minima giornaliera a 2m è risultata uguale o inferiore a 0°C;
- 3) Vento forte: l'avversità si verifica se la velocità massima di raffica giornaliera a 10m ha superato i 14 m/s;
- 4) Grandine: dato probabilistico;
- 5) Siccità: l'avversità si verifica se la precipitazione della giornata in esame sommata a quella dei 29 giorni precedenti è inferiore al 66% rispetto alla media trentennale calcolata sullo stesso periodo.
- 6) Temperature Massime: valore numerico della variabile fisica;
- 7) Temperature Minime: valore numerico della variabile fisica;
- 8) Pioggia Giornaliera: valore numerico della variabile fisica.

I periodi presi in esame per testare la soluzione, scelti in concomitanza con eventi meteorologici intensi e d'impatto per l'agricoltura occorsi nel 2021, sono i seguenti:

- 1) Dal 4 all'8 aprile 2021 – eventi d'interesse: gelate e vento forte;
- 2) Dal 12 al 16 agosto 2021 – evento d'interesse: temperature elevate;
- 3) Dal 4 all'8 ottobre 2021 – evento d'interesse: precipitazioni abbondanti.

Le variabili previsionali impiegate sono:

- 1) Probabilità di gelate: basata sulla probabilità che ci sia un abbassamento di temperatura al di sotto degli zero C°;
- 2) Temperature: La variabile è stata utilizzata per ottenere gli alert sui picchi massimi di temperatura;
- 3) Velocità del vento;
- 4) Precipitazione: questa variabile è stata elaborata ulteriormente per costruire gli alert sull'intensità e sull'accumulo di pioggia.

Dette informazioni vengono integrate su una base cartografica che rappresenta il particellare catastale a destinazione vite, integrate da una descrizione orientativa delle Unità Arboree (UNAR) presenti, per il territorio dell'intero Comune di Santa Maria della Versa nella Provincia di Pavia, quale area individuata per l'implementazione del PoC





I dati prodotti sotto forma di immagini multidimensionali sono stati processati ed elaborati con ArcGIS Pro in modo da ottenere un risultato distinto per ciascun canale di output. Nello specifico:

- I dati di rianalisi meteorologica sono stati riportati all'interno di un database che utilizza i layer dei piani colturali grafici come base identificativa.

Tabella 1. Database dati meteo giornalieri storici

ID Particella	Valore variabile meteo	Data
01	10	01/01/2021
01	20	02/01/2021
01	30	03/01/2021
02	15	01/01/2021
02	08	02/01/2021
02	36	03/01/2021

- I dati previsionali hanno consentito di elaborare i prodotti cartografici di alert; questi ultimi sono valutati estrapolando i valori massimi orari previsti per i successivi 5 giorni interfacciandoli con un sistema di soglie trigger.

Tabella 2. Database dati meteo orari previsionali

ID Griglia	Valore variabile meteo	Data e ora
01	10	01/01/2021-00:00
01	20	01/01/2021-01:00
01	30	01/01/2021-02:00
02	15	02/01/2021-00:00
02	08	02/01/2021-01:00
02	36	02/01/2021-02:00

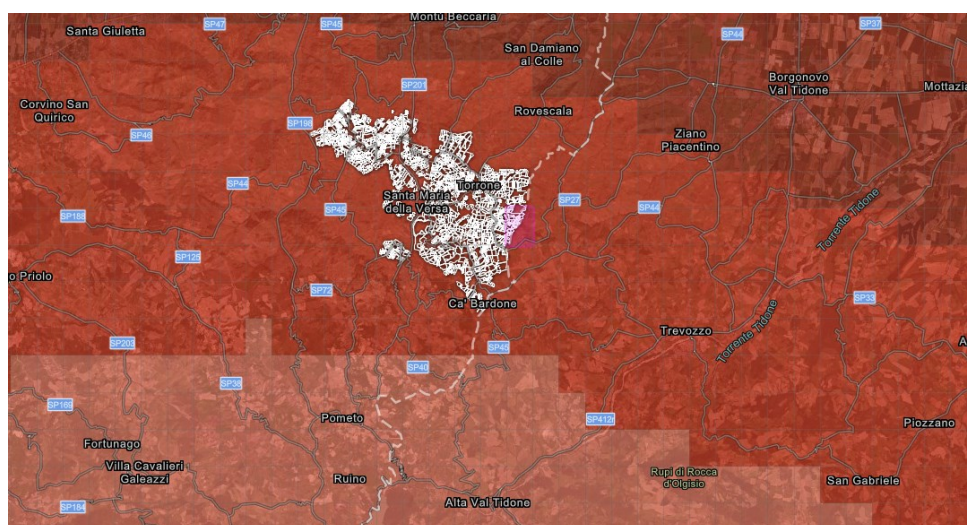




Figura 1. Mappa di alerting (Temperature massime previste tra il 12 ed il 16 agosto 2021).

Il risultato finale, costituito dai database meteo e dalle mappe di alert, è stato pubblicato all'interno di ArcGIS Online per la costruzione di una webmap. Qui i dati sono stati ulteriormente trattati e le mappe categorizzate in modo da associare delle soglie di alert imposte sulla base di informazioni estratte dalla letteratura. La webmap, infine, è confluita all'interno di una Dashboard pensata per gli agricoltori dell'Oltrepò Pavese.



Figura 2. Processing dei dati per la costruzione della dashboard

3.2. Descrizione della dashboard

ESRI mette a disposizione dei suoi utenti numerosi strumenti in grado di analizzare, elaborare e comunicare dati geografici. Tra questi strumenti ArcGIS Dashboard consente di trasmettere informazioni in modo facile e veloce attraverso un cruscotto ampiamente personalizzabile.

L'app sviluppata presenta quattro sezioni principali distinte in:

- 1) Analisi fenologica e bollettini agrometeorologici (Sezione 1);
- 2) Monitoraggio storico delle condizioni meteo (Sezione 2);
- 3) Visualizzazione degli alert su mappa (Sezione 3);
- 4) Previsioni orarie delle condizioni meteo attraverso i grafici interattivi (Sezione 4).



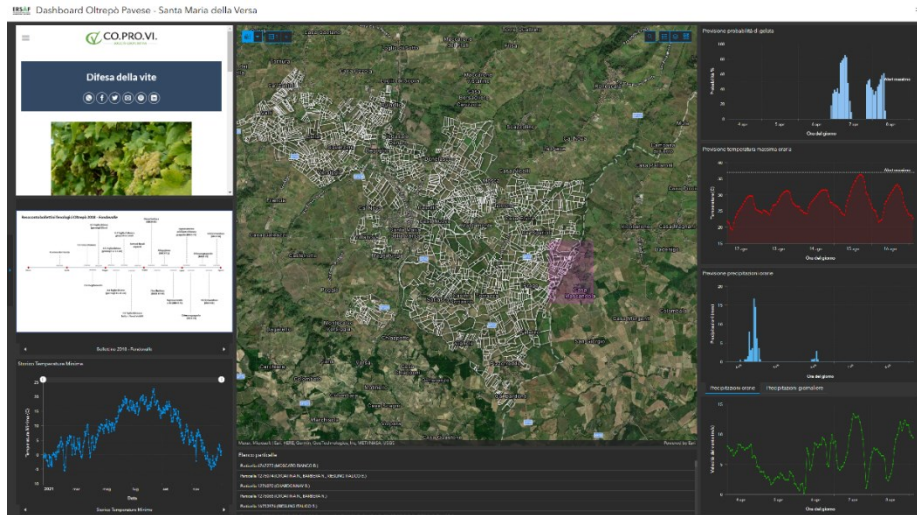


Figura 3. Schermata principale della Dashboard

La sezione 1 mostra il collegamento con la pagina web della Società Cooperativa Vinicola (CO.PRO.VI) che, ogni settimana durante tutta la stagione di crescita delle viti, pubblica una serie di bollettini agrometeorologici per l'Oltrepò pavese, ai quali è possibile accedere direttamente dai link. Dai bollettini sono state estratte le date di innesco delle fasi fenologiche della vite e inserite all'interno di una timeline per permettere all'utente di confrontare i diversi andamenti osservati negli ultimi anni e di valutare come il cambiamento climatico e il conseguente innalzamento delle temperature abbiano impattato nella loro temporizzazione.

La sezione 2 mostra all'utente i grafici interattivi basati sui dati storici degli ultimi anni. Infatti, interrogando le particelle vitate è possibile generare la vista multi-temporale giornaliera riferita alle variabili meteo illustrate in precedenza. La metodologia adottata per la realizzazione del dataset storico, ossia la rianalisi meteorologica, facendo ampio uso di dati osservativi delle reti presenti sul territorio, ha consentito di generare delle serie storiche oggettive e rappresentative dell'andamento meteo-climatico effettivamente occorso; tali dati, pertanto, costituiscono una base solida e oggettiva anche per il loro utilizzo in ambito di gestione del rischio e assicurativo.

La sezione 3 è costituita dalla mappa interattiva che consente di:

- 1) Mostrare e interagire con le particelle di interesse (es. visualizzandone di alcune delle informazioni sullo stato di fatto come uso del suolo, varietà, vocazione vinicola ecc.);
- 2) Caricare, come layer sovrapposti alla cartografia, le mappe di alert elaborate a partire dalle griglie di dati meteorologici previsionali.

La sezione 4 consente la visualizzazione dei grafici previsionali orari delle variabili meteorologiche; i grafici vengono riferiti ai punti selezionati su mappa.

L'utente ha dunque a disposizione un ecosistema che può essere modificato o ampliato a seconda dei propri bisogni.

3.3. Caso d'uso





Di seguito un caso d'uso relativo alle gelate che si sono verificate nella zona di Casteggio (PV) nel mese di aprile del 2021.

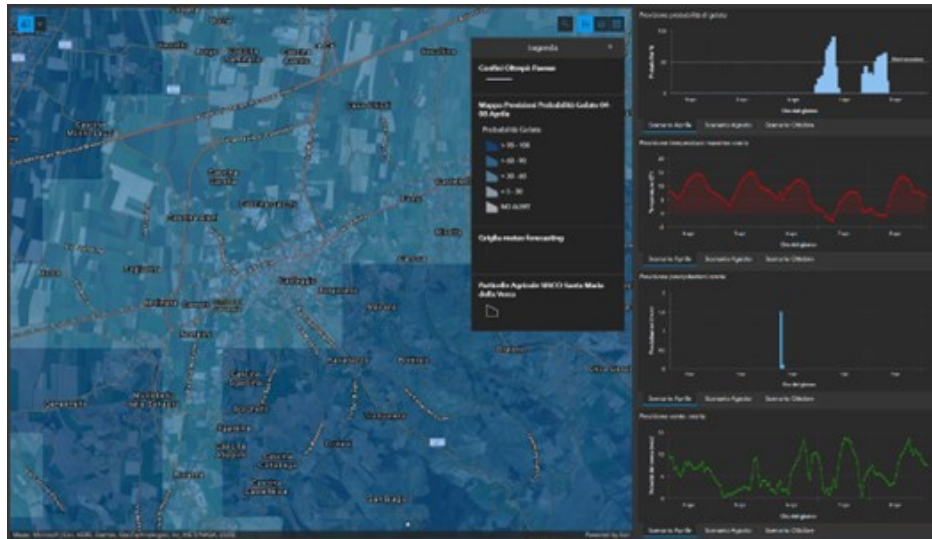


Immagine 3. Situazione meteorologica prevista tra il 4 e l'8 aprile.

In questo caso l'applicazione mostra in mappa i valori massimi di probabilità che si verifichi un abbassamento delle temperature al di sotto degli zero C° e in effetti ciò è riscontrabile anche all'interno del grafico delle temperature dove nelle prime ore del 7 e dell'8 Aprile si sono osservate temperature ben al di sotto dello zero.

4. Il cambiamento

La webapp realizzata è stata pensata per conseguire uno strumento in grado di supportare l'agricoltore nei diversi processi decisionali ai quali prende parte quotidianamente; in particolare:

- I dati e gli alert previsionali consentono di programmare le attività di intervento in campo (es. attività colturali, attività di difesa attiva, anticipo delle fasi fenologiche, ecc.) portando ad un efficientamento delle risorse economiche aziendali;
- I dati di rianalisi storica forniscono un quadro dettagliato e oggettivo degli eventi meteorologici occorsi; l'elevata risoluzione spaziale e grado di rappresentatività di questa tipologia di dato, consente di intervenire puntualmente sulle aree più colpite e di stimare con un maggior grado di precisione l'impatto che questi fenomeni hanno avuto sulle proprie colture. L'oggettività del dato consente, inoltre, di utilizzarlo per avviare eventuali procedimenti di richiesta di risarcimenti assicurativi nel caso di utilizzo di strumenti di gestione del rischio.

A partire dai risultati ottenuti da questa PoC, la proposta di evoluzione del progetto prevede la realizzazione di un'app da rendere disponibile come servizio on-line rivolto in prima istanza alle aziende viticole dell'Oltrepò Pavese con l'eventuale coinvolgimento di società assicurative impegnate in particolare nel settore agricolo.





RIFERIMENTI

1. AA. VV. (2015). Linee guida per lo sviluppo dell'agricoltura di precisione in Italia. MPAAF.
2. Crespi M. (2021). Quaderno di Meteorologia Aperta n° 1 "Caratteristiche e rappresentatività della meteorologia di precisione nel contesto nazionale italiano". Radarmeteo s.r.l., Due Carrare, Italy
3. Crespi M., Ferrari G. (2021). Quaderno di Meteorologia Aperta n° 2 "Della rianalisi, o analisi retrospettiva, in meteorologia". Radarmeteo s.r.l., Due Carrare, Italy

