

Data mining e
geostatistica per la
realizzazione di un
Sistema a Supporto
delle Decisioni



Diego Guidotti

Aedit s.r.l.



SPIN  ff 
Club degli Spin-Off della Scuola Sant'Anna

Il problema

La mosca delle olive



Data Mining

- Lo sviluppo dei sistemi informativi aumenta le banche dati a disposizioni
- Differenza tra prove sperimentali e dati ottenuti dalle reti di monitoraggio
- Come analizzare questi dati?

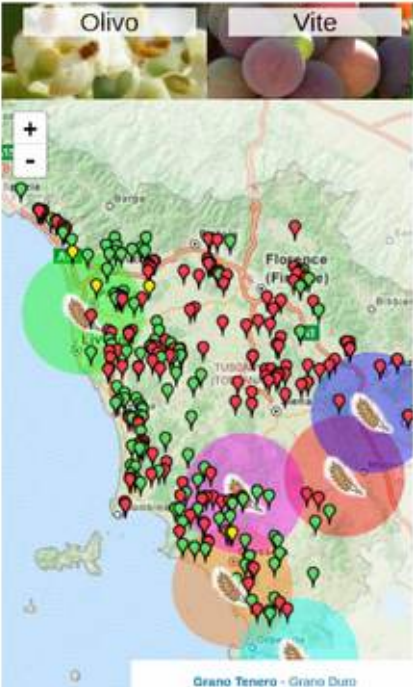
AgroAmbiente.Info

AgroAmbiente.Info - PAN Modelli Dati Diagnosi Cartografia Progetti Nome Utente Password Login

Regione Toscana
Servizio Fitosanitario Regionale

- Dati Agrometeorologici
- Monitoraggio delle Colture
- Bollettini
- Documentazione
- Irrigazione
- Disciplinari
- Contattaci

Olivo **Vite** **Frumento** **Mais**



Report Fitosanitario

Emesso il **30/06/2016** Prossimo aggiornamento **07/07/2016**

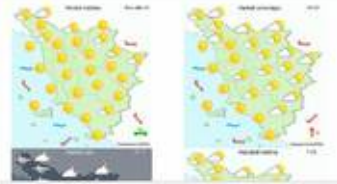
Analisi meteo climatiche

Piogge

gli ultimi sette giorni hanno visto un netto cambiamento

[Leggi tutto il report](#)

Report Meteo a cura del LAMMA



[Leggi tutto il report](#)

Grano Tenero - Grano Duro

Leaflet | Data, imagery and map information provided by MapQuest, OpenStreetMap and contributors.

Gruppo di lavoro

Servizio Fitosanitario Regionale – Regione Toscana

Scuola Sant'Anna: progettazione rete di monitoraggio e coordinamento scientifico

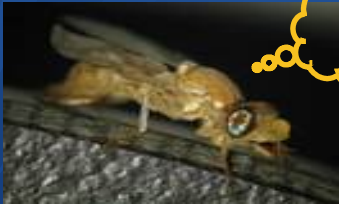
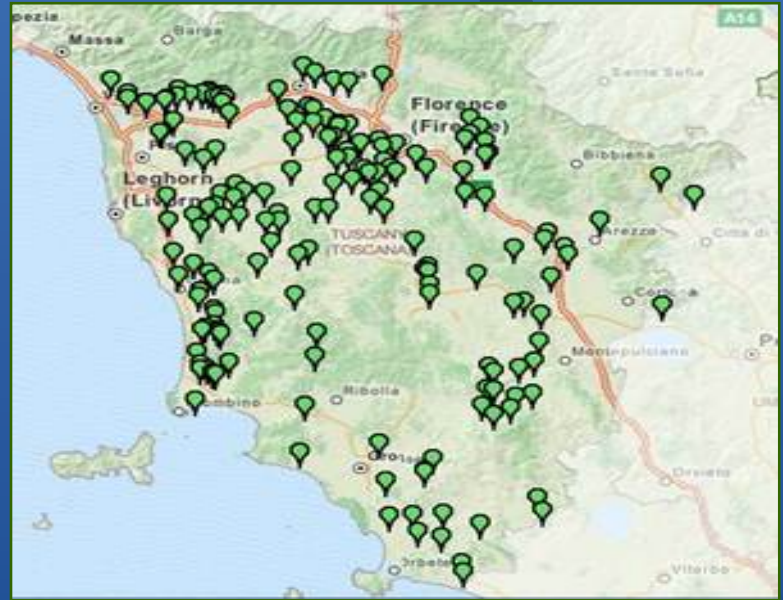
AEDIT srl
sviluppo del sistema informativo e del Decision Support System

Associazioni di produttori:
Monitoraggio in campo

Decision Support System per aziende e tecnici

La Banca dati

Dopo **14 anni** di **monitoraggio** della mosca è possibile estrarre conoscenza dalla **banca dati** di **infestazione** e da quella **agrometeorologica** ?



Sono ipotizzabili delle **applicazioni pratiche**?

Dati disponibili

Monitoraggi settimanali dal 2001 al 2016 su 200-300 oliveti della toscana

subarea	Comune	tipologia	-	Tot.	u.	lv.	lm.	lv.	lm.	lv.	lm.	pv.	pm.	lv.	attiva	giannosa	totale
Area Fiorentina	IMPRUNETA	Lotta guidata	Mezzomonte	100	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	14%	0%	14%
Area Fiorentina	SCANDICCI	Lotta guidata	San Martino alto	100	6	15	2	0	0	0	0	0	0	0	21%	0%	23%
Area Fiorentina	SCANDICCI	Lotta guidata	Via Empolese	100	7	32	16	3	0	0	0	0	0	0	42%	0%	58%
Chianti Fiorentino	GREVE IN CHIANTI	Lotta guidata	Montagnola	100	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9%	0%	9%
Chianti Fiorentino	MONTEPERTOLI	Lotta guidata	La Ripa	100	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10%	0%	10%
Chianti Fiorentino	MONTEPERTOLI	Lotta guidata	Giulola	100	16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	24%	0%	24%
Chianti Fiorentino	MONTEPERTOLI	Lotta guidata	Fezzana	100	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	8%	0%	8%
Chianti Fiorentino	MONTEPERTOLI	Lotta guidata	Fornacette	100	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	15%	0%	15%
Chianti Fiorentino	SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	-	Decimo	100	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	14%	0%	14%
Chianti Fiorentino	SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Lotta guidata	Cigliano	100	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	11%	0%	11%
Chianti Fiorentino	SAN CASCIANO IN VAL DI PESA	Lotta guidata	La Romola	100	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	10%	0%	10%
Chianti Fiorentino	TAVARNELLE VAL DI PESA	Lotta guidata	Tavernelle	100	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8%	0%	8%
Val di Sieve	PELAGO	Biologico	Carbonile	100	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6%	0%	6%
Val di Sieve	PONTA SIEVE	Lotta guidata	Capifano	100	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7%	0%	7%

Processo di Data mining

Un modello previsionale sul rischio di infestazione

Comprendere quali variabili ambientali influenzano la **dinamica di sviluppo della mosca delle olive** e se **le fluttuazioni interannuali dell'infestazione** sono influenzate dall'**andamento meteo**

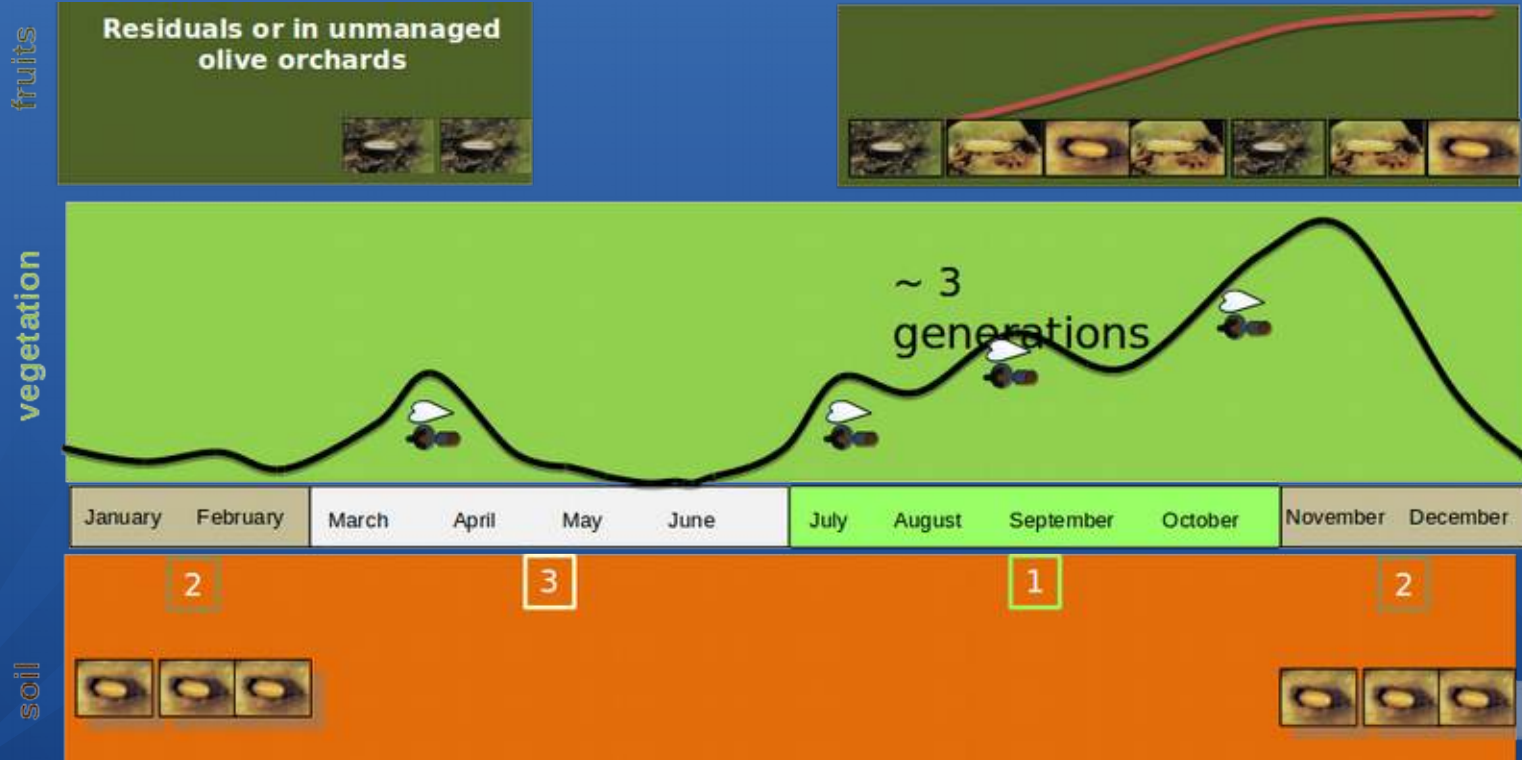
**Banca Dati
Monitoraggio Mosca**



**Banca Dati
Agrometeorologica**



Il Ciclo della Mosca



Indici Agrometeo

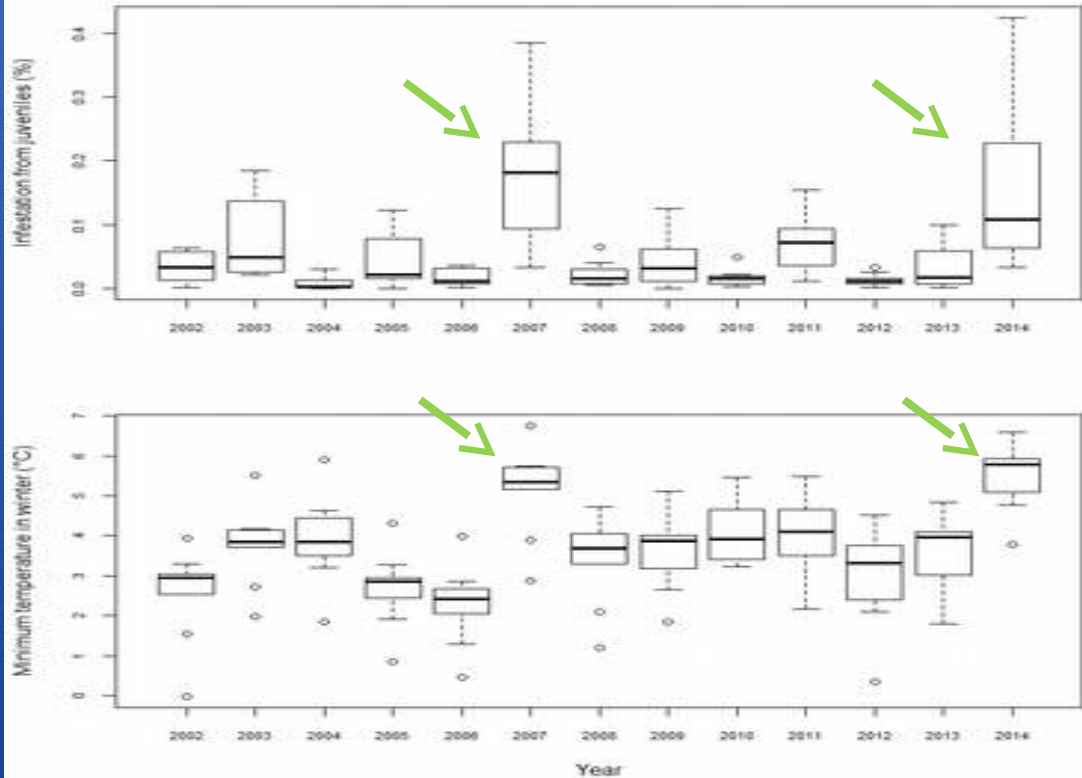
Sono stati calcolati vari indici climatici su tre periodi chiave:

- Media delle temperature
- Numero di giorni di gelo in inverno e primavera
- Numero di giorni estivi con temperatura > 30
- Gradi giorno tipici della mosca delle olive
 - 8.99 °C (soglia inferiore)
 - 30 °C (soglia superiore)
- Indice “mortalità” e “fertilità” mosca
- Pioggia
- Evapotraspirazione
- Bilancio idrico-climatico



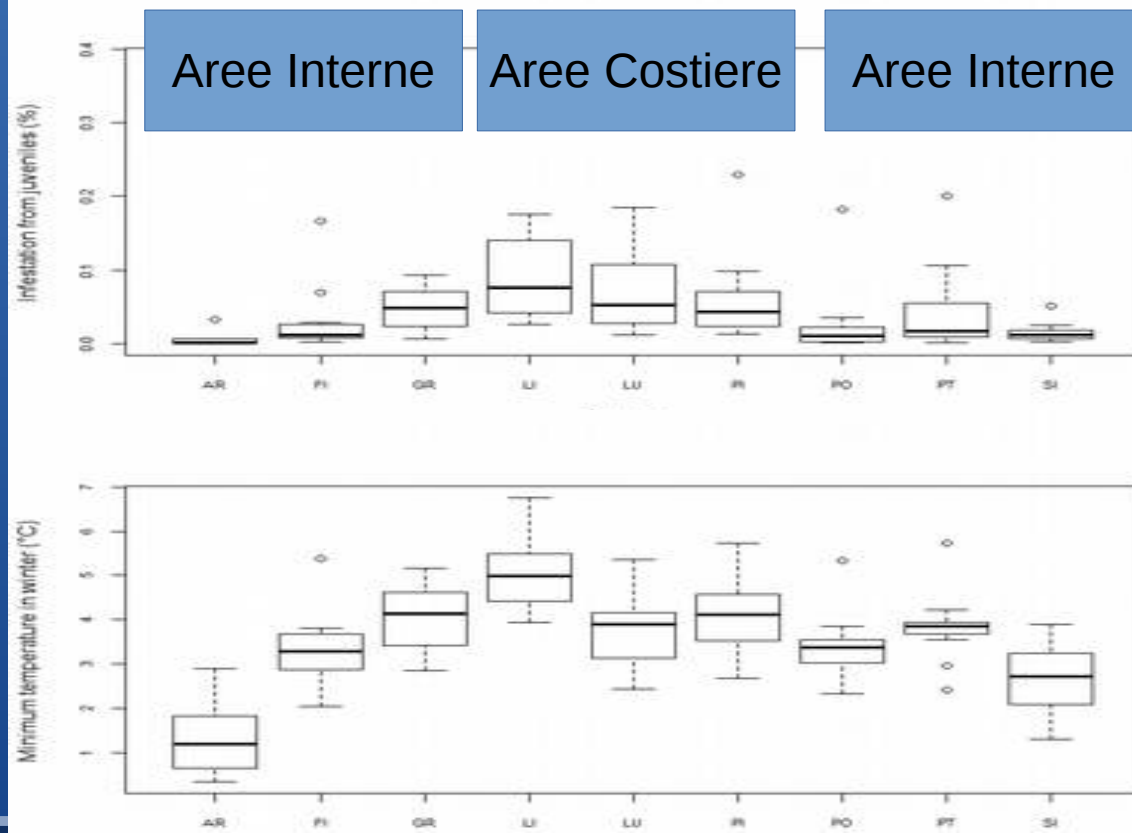
Variabilità temporale

Nel 2007 e nel 2014 ad alte temperature invernali corrispondono alti livelli di infestazione

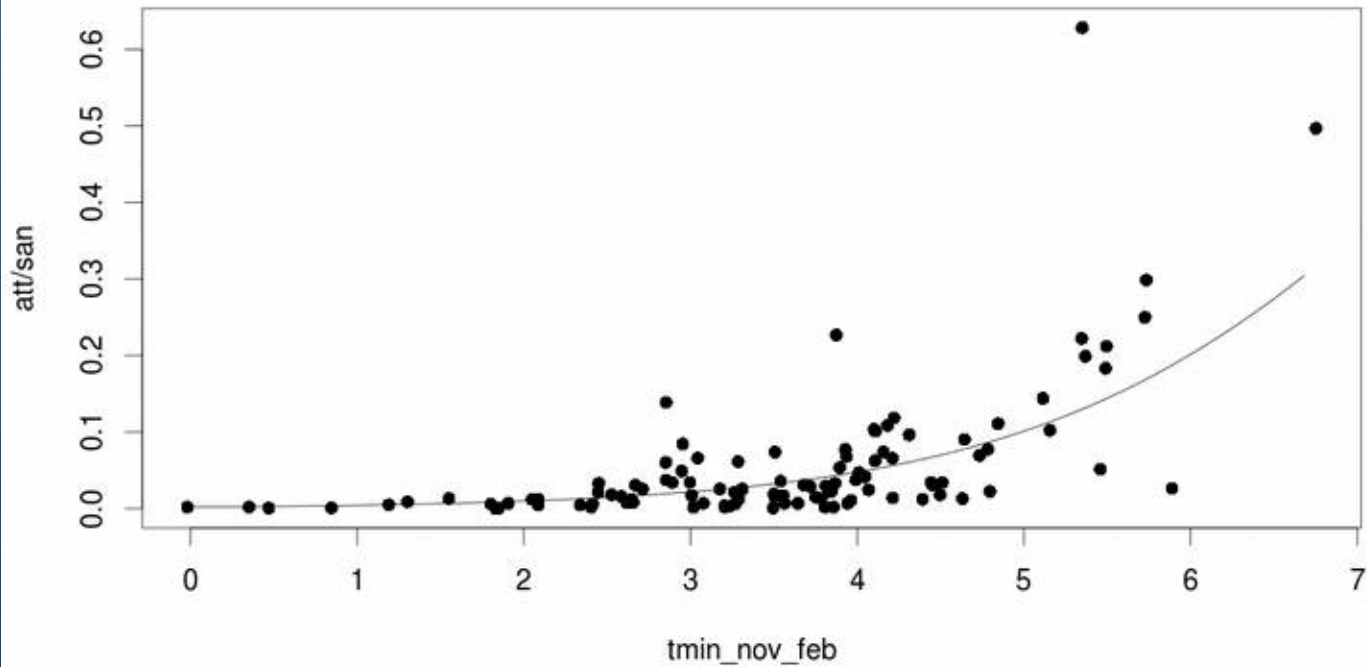


Variabilità spaziale

Alte percentuali di infestazione su Livorno, Lucca e Pisa nelle stesse aree si verificano le temperature invernali più miti



Correlazione GLM



Modello Previsionale

Selezione di alcuni indici di infestazione dalla banca dati di interesse agronomico

Selezione di una serie di indicatori agrometeorologici con correlazione significativa

Analisi delle Componenti Principali (PCA) per ridurre il numero di variabili e la loro collinearità

Modello Lineare Generalizzato per correlare le componenti estratte con gli indici di infestazione

Risultati

Le **temperature del periodo invernale e primaverile** spiegano per il **66%** l'intensità di attacco della prima generazione estiva

Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
----------	----------	---------	----------	-------	--------	--------	--------

Le **temperature del periodo invernale, primaverile ed estivo** spiegano per il **72%** della variabilità dell'**infestazione totale annuale**

Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre
----------	----------	---------	----------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------	---------

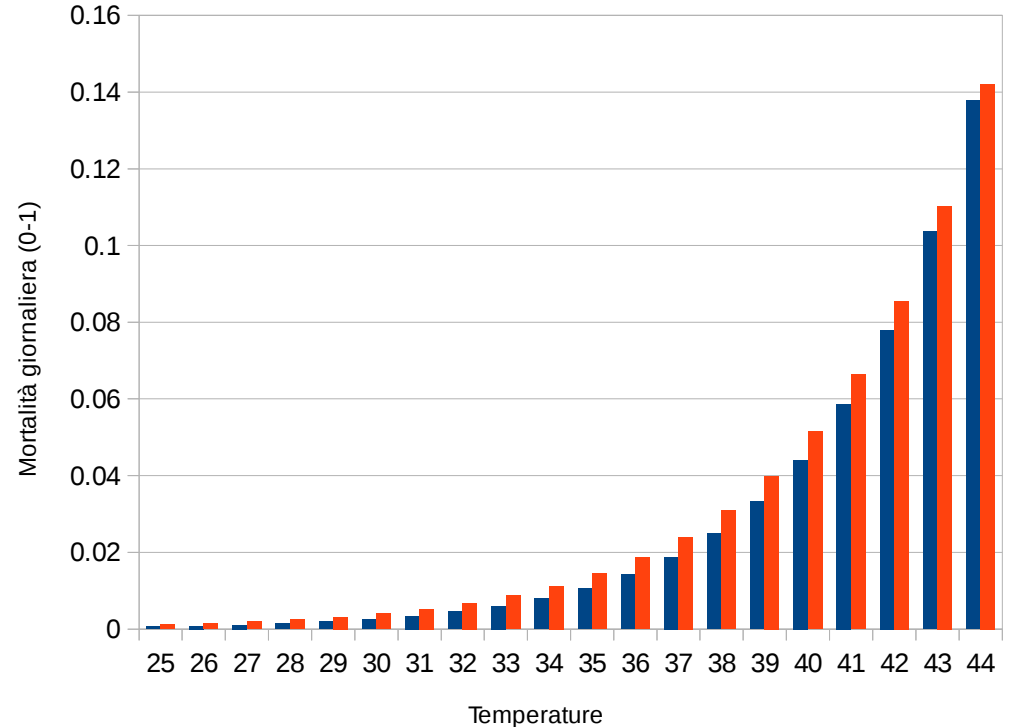
Altri modelli implementati

- **Sviluppo della Mosca**
- **Fertilità e mortalità potenziale**
- **Fase fenologica sensibile**

Mortalità da caldo

Stima della mortalità naturale da caldo delle uova e delle larve di I e II età

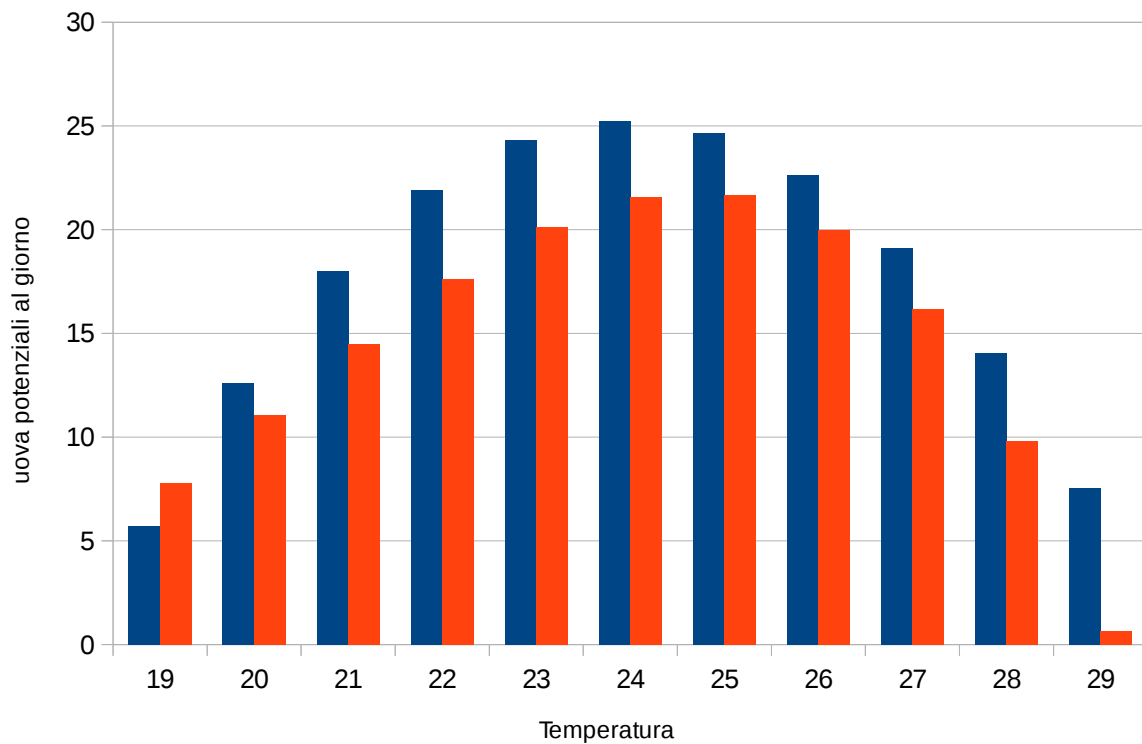
mortalità



Ovideposizioni

Numero di uova che possono essere deposte da una femmina in funzione delle temperature

fertilità



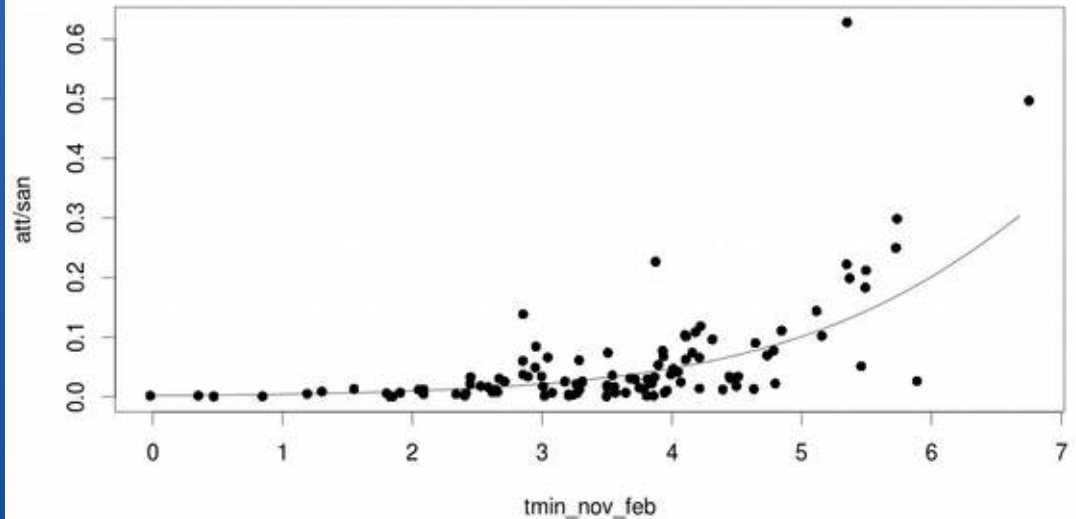
Geostatistica

- Il risultato del modello viene calcolato sulla singola stazione
- Occorre però definire il rischio mosca su tutto il territorio regionale
- La geostatistica aiuta a predire la variabilità nello spazio dell'infestazione

Correlazione dei dati

Correlazione con:

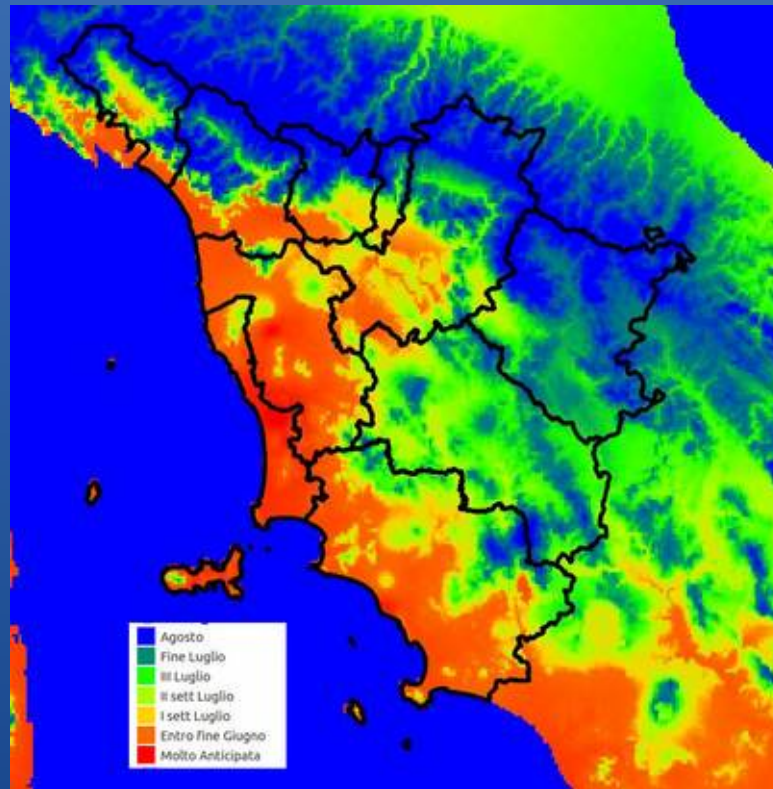
- Quota
- Distanza dal mare
- Esposizione
- worldclim



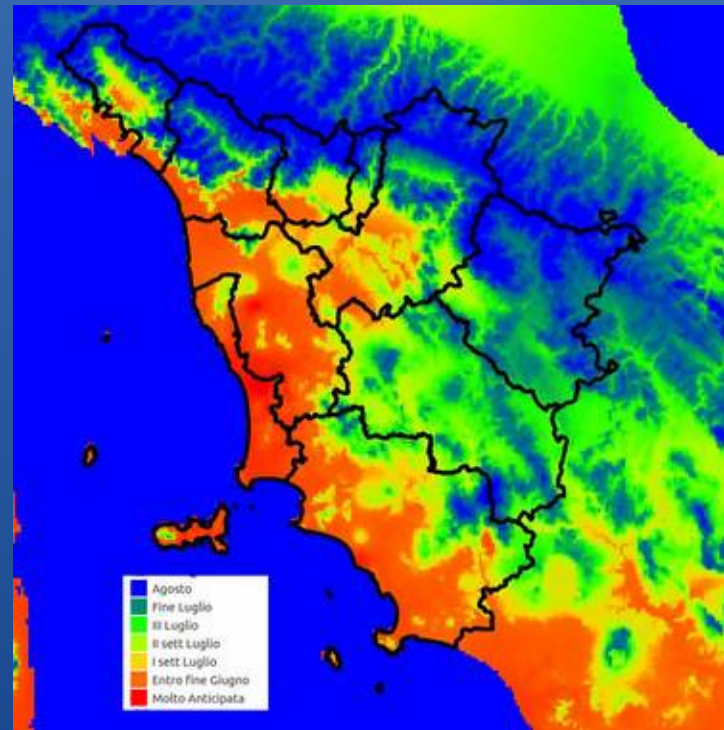
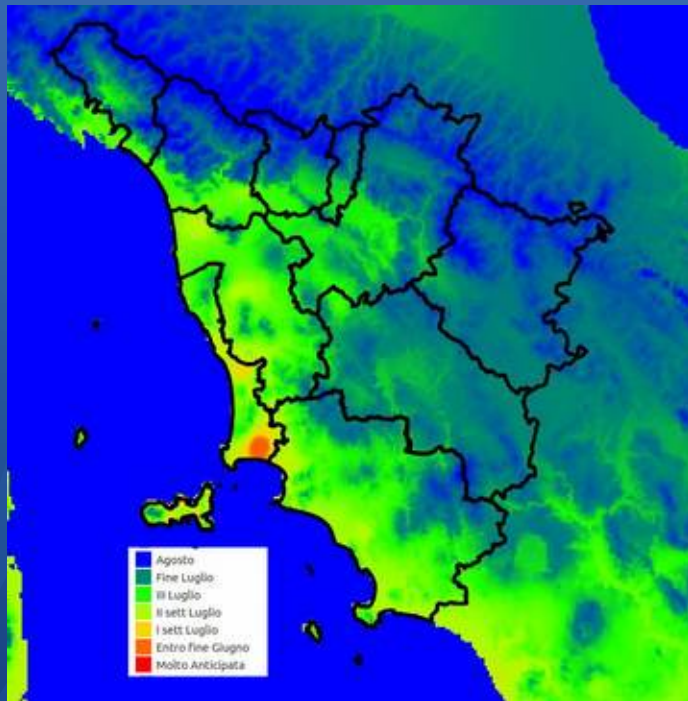
Regression Kriging

- Correlazione indice / variabile geografica
- Analisi dell'errore del modello
- Calcolo della mappa in funzione del modello statistico
- Spazializzazione dell'errore e somma sul modello

Risultato dell'analisi



Confronto tra gli anni



Decision Support System

Integrazione di

Banche dati

Sistemi informativi

Sensori

GIS

User Interface

Analisi dati

Modelli

geostatistica

Machine learning

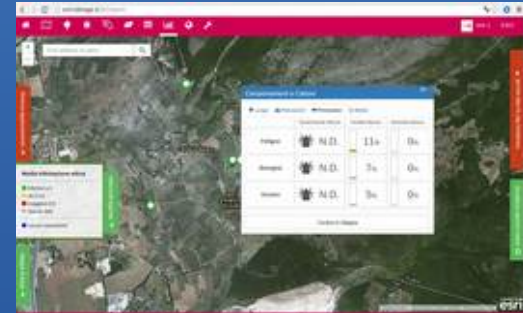
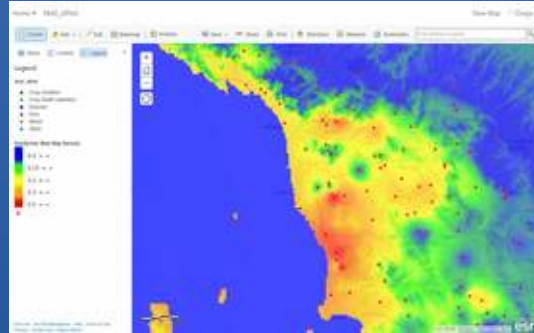
Quali decisioni prendere?

Giugno - Luglio	Quando inizio a monitorare?
Luglio - Agosto	Rischio di attacco Tratto o attendo?
Agosto - Settembre	Che rischio ho di superare la soglia? Tratto?
Ottobre - Novembre	Tratto o Raccolgo?



Applicazioni

Agricolus
ArcGIS OnLine
FiWare
mobile app

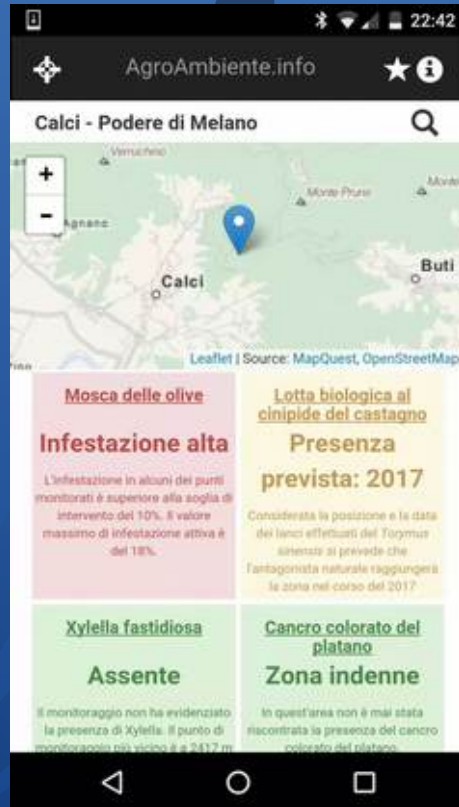


Agroambiente.info

The screenshot displays the AgroAmbiente.info website interface. At the top, there is a navigation bar with the following elements: "AgroAmbiente.info - PAN", "Modelli", "Dati", "Diagnosi", "Cartografia", "Progetti", and a login section with fields for "Nome Utente" and "Password" and a "Login" button. On the left side, there is a vertical menu with the following items: "Regione Toscana" (with a logo), "Servizio Fitosanitario Regionale", "Dati Agrometeorologici", "Monitoraggio delle Colture", "Bollettini", "Documentazione", "Irrigazione", "Disciplinari", and "Contattaci". The main content area is divided into several sections. At the top, there are four tabs for crop types: "Olivo", "Vite", "Frumento", and "Mais". Below these tabs is a map of Tuscany showing various monitoring points marked with colored icons (green, red, purple, orange, blue). A legend at the bottom of the map indicates "Grano Tenero - Grano Duro". To the right of the map, there is a "Report Fitosanitario" section with a dropdown arrow. Below this, it states "Emesso il 30/06/2016" and "Prossimo aggiornamento 07/07/2016". There is also a section for "Analisi meteo climatiche" and "Pioffre" with the text "gli ultimi sette giorni hanno visto un netto cambiamento" and a "Leggi tutto il report" button. Below that, there is a "Report Meteo a cura del LAMMA" section with two weather maps and another "Leggi tutto il report" button. At the bottom of the map, there is a small text: "Leaflet | Data, imagery and map information provided by MapQuest, OpenStreetMap and contributors."

agroambiente.info.arsia.toscana.it

AgroAmbiente.Info - App



Web Service REST

- **facile integrazione tra vari sistemi**
- **integrabili su varie piattaforme:**
 - **desktop**
 - **table/mobile (web & app)**
 - **integrazione in arcGIS Online**
- **collegarsi a dati meteo di varia origine e formato**
- **facilmente estensibile**

REST

Richiesta dei modelli
disponibili

```
{
  "models": [{
    "id_model": 5,
    "model_name": "off_generation",
    "model_description": "Olive Fruit Fly Generation"
  }, {
    "id_model": 6,
    "model_name": "off_fertility",
    "model_description": "Olive fruit fly fertility"
  }, {
    "id_model": 4,
    "model_name": "off_mortality",
    "model_description": "Olive fruit fly mortality"
  }
]}
```

REST

Run del modello

Risultato finale

Interpretazione

Dinamica nel tempo

```
{
  "latitude":43.0679560,
  "longitude":12.55145,
  "startTime":"2015-07-01",
  "endTime":"2015-08-01"
}
{
  "ok": true,
  "final_value": 0.25942695076475,
  "message": "Il modello ha completato il calcolo.",
  "allok": true,
  "status": "ok",
  "unit": "perc",
  "value_description": "Mortalità cumulativa delle forme pre-immagin",
  "results": {
    "headers": "Data;Mortalità giornaliera;Mortalità cumulata",
    "values": "2015-07-01 00:00:00+02;0.0036160730824909;0.00361607308",
    "headers_unit": [ "date", "perc", "perc" ]
  },
  "model_type": "off_mortality"
}
```


Find address or place

Ricerca appezamento

Media Infestazione attiva

- inferiore a 5
- da 5 a 8
- maggiore di 8
- nessun dato
- nessun rilevamento

Nascondi legenda

Mappe di base

Campionamenti e Catture

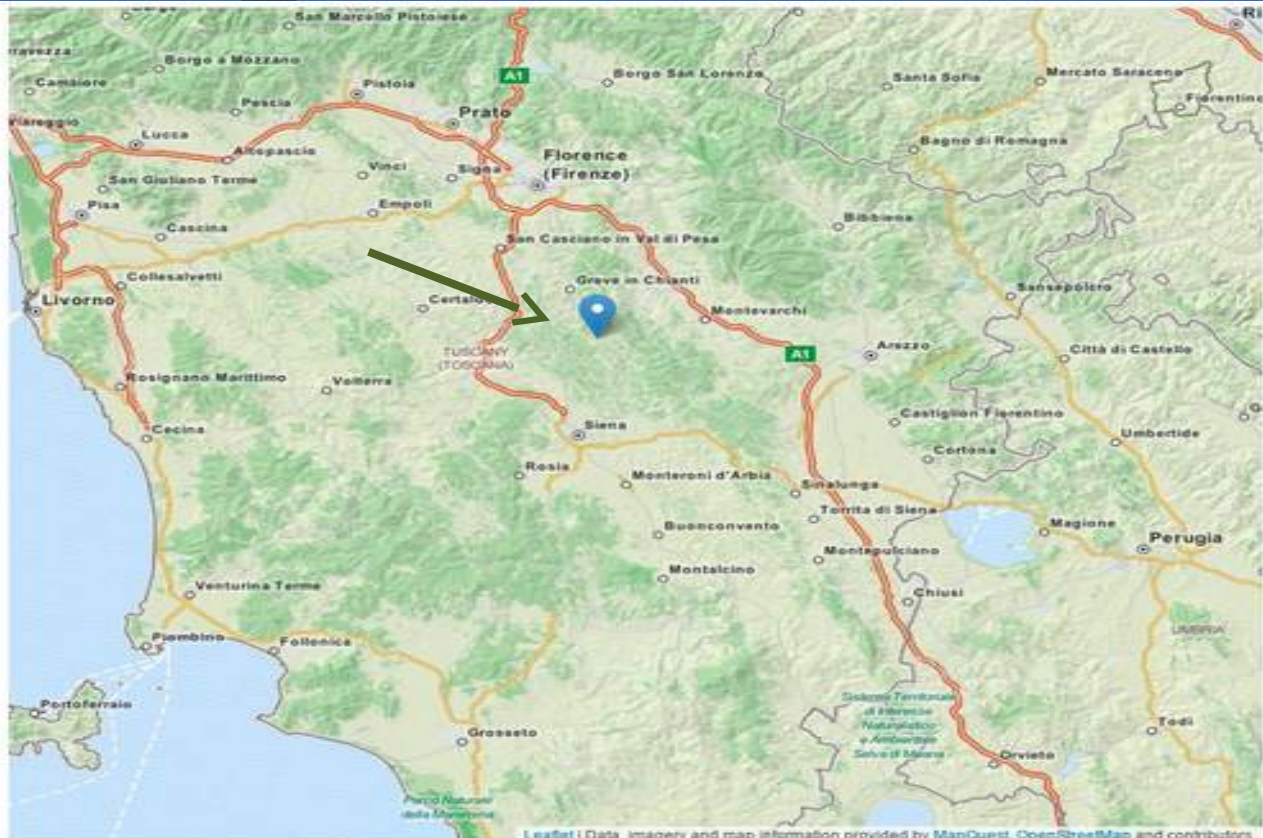
Luogo Rilevazioni Pronostici Meteo

	Generazione Mosca	Fertilità Mosca	Mortalità Mosca
Foligno	🐛 N.D.	11%	0%
Bevagna	🐛 N.D.	7%	0%
Azzano	🐛 N.D.	5%	0%

Centra in Mappa

Visualizza filtri su dati raccolti

Visualizza stazioni meteo



Leaflet | Data, Imagery and map information provided by MapQuest, OpenStreetMap and contributors

Available models

- Get Weather Data
- Olive fruit fly generation
- Olive fruit fly mortality**
- Olive fruit fly fertility
- Olive phenology
- Tomato Fruit Borer
- European Corn borer

Results

Olive fruit fly ★ ✎

1%

the estimated % of larvae mortality is 1% (from 2015-09-05 to 2015-09-25).

➔

Dashboard

<p>Pisa Weather data</p> 	<p>Pisa olive fly devlp</p> <p>2015-07-03 The cumulated day degree has been reached the 2015-07-03 (starting from 2015-05-30 to 2015-08-31).</p>	<p>Pisa Fertility</p> <p>329 Estimated number of eggs 329 (from 2015-08-11 to 2015-08-31).</p>	<p>Pisa Phenology</p> <p>Olive growing Plant phenology stage: Olive growing (27%)</p> 
<p>Siena Weather</p> 	<p>Siena develop</p> <p>2015-07-04 The cumulated day degree has been reached the 2015-07-04 (starting from 2015-05-30 to 2015-08-31).</p>	<p>Siena mortality</p> <p>1% the estimated % of larvae mortality is 1% (from 2015-08-11 to 2015-08-31).</p>	<p>Siena phenology</p> <p>Hard-Pit Plant phenology stage: Hard-Pit (6%)</p> 

smartIPM

291
Estimated number of eggs 291 (from 2015-08-15 to 2015-09-04).

OFF mortality




Building On:



Details Add ▾ Edit Basemap Analysis Save ▾ Share Print Directions Measure Bookmarks Find address or place 🔍

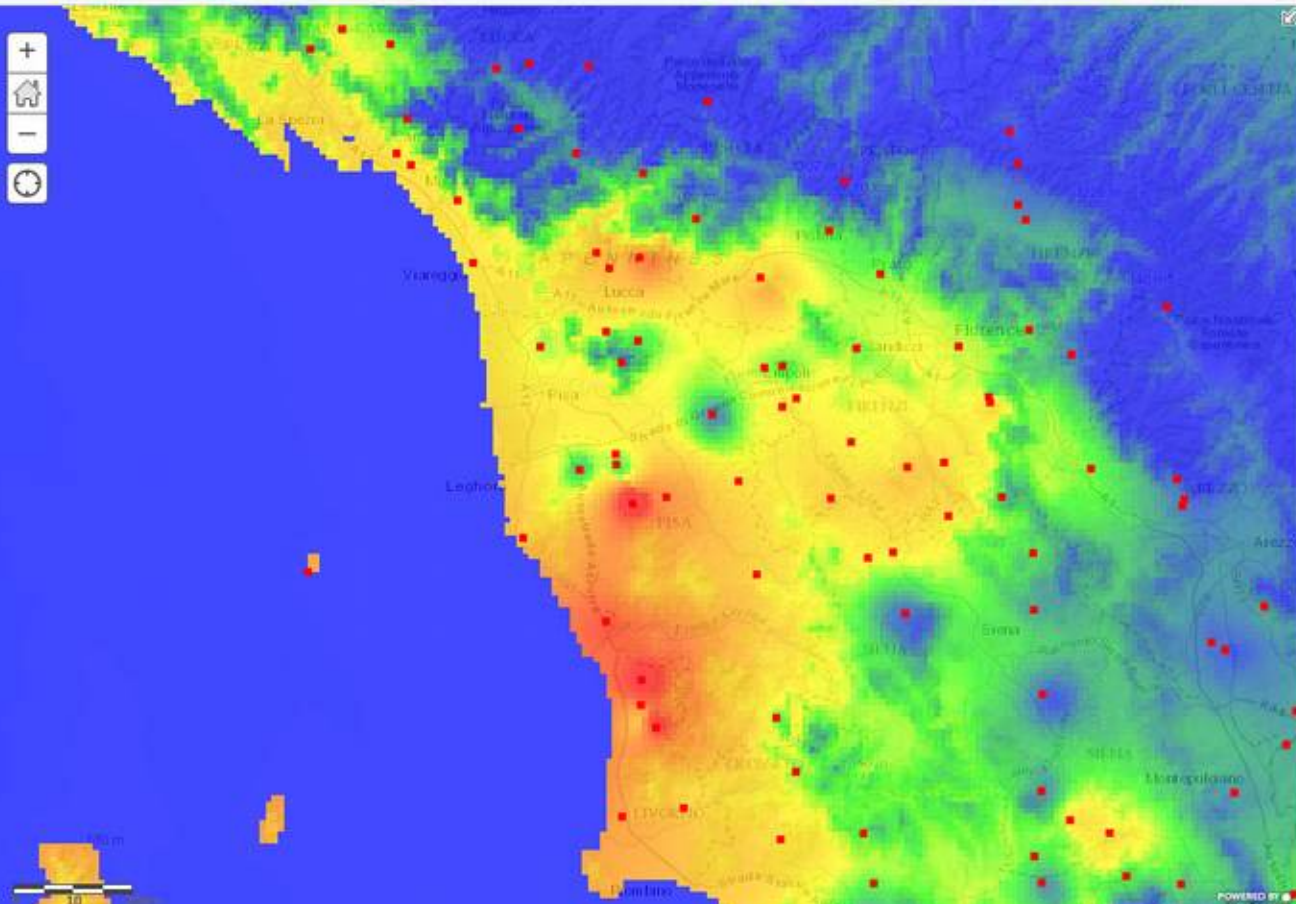
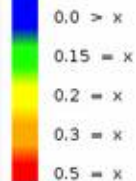
About Content Legend

Legend

test_olivo

- Crop condition
- Crop health validation
- Disease
- Pest
- Weed
- Other

GeoServer Web Map Service



Next...

- Modello fenologico dell'olivo
 - Anticipi ritardi dell'indurimento del nocciolo
 - Modello di stress idrico (recettività della drupa)
 - Modello di maturazione (molto più complesso)
- Integrazione monitoraggio
 - Correzione dinamica del modello (validazione/calibrazione)
 - Modello demografico
- Machine Learning



Grazie per l'attenzione

guidotti@aedit.it

Diego Guidotti

