

● PROGRAMMA STRATEGICO EUROPEO DI OSSERVAZIONE DELLA TERRA

Copernicus, quali applicazioni in agricoltura

Il programma Copernicus ha lo scopo di monitorare, analizzare, comprendere lo stato e l'evoluzione dei processi ambientali, territoriali, produttivi e sociali per il governo degli stessi e di indurre uno sviluppo dei territori e dei processi d'impresa e di mercato a valore aggiunto e sostenibili. Tra gli esempi in agricoltura, il monitoraggio di aspetti vegetazionali

di **Andrea Taramelli,**
Bernardo De Bernardinis,
Maria Vittoria Castellani

Copernicus è un programma europeo e, così come la Pac, risponde a uno specifico regolamento europeo ed è finanziato dalla legge di bilancio dell'Ue, su proposta della Commissione, approvata dal Consiglio europeo.

Si tratta di un **programma strategico di Osservazione della Terra (OT) dell'UE, il primo al mondo per impegno finanziario, organizzativo e operativo e il terzo quale fornitore di dati e informazioni.** Tra il 2014 al 2020 la finanza pubblica europea ha investito oltre 5 miliardi di euro e sono oltre 300.000 gli utenti registrati ai numerosi servizi che offrono operativamente, oltre ai dati osservativi rilevati e processati, ben più di mezzo milione di prodotti informativi organizzati, articolati e finalizzati per i diversi ambiti applicativi.

Quindi capire ed essere in grado di usare Copernicus, ciò che rende disponibile in forma aperta e gratuita a tutti gli europei, siano essi singoli individui, aggregazioni, organizzazioni o enti, pubblici o privati, è quasi un dovere, oltre che una opportunità.

Infatti, se da un lato Copernicus è governato dall'Unione europea con il concorso degli Stati membri (SM), i suoi obiettivi, le sue regole e i suoi contenuti sono guidati e rispondono ai fabbisogni e ai requisiti espressi dagli utenti finali europei, organizzati in Comunità presso gli Stati membri stessi.

Obiettivo primario

L'obiettivo primario di Copernicus, at-

traverso ciò che produce e rende disponibile, è quello di contribuire a:

- **monitorare, analizzare, comprendere lo stato e l'evoluzione dei processi ambientali, territoriali, produttivi e sociali** per il governo degli stessi attraverso l'attuazione delle politiche, delle direttive e dei regolamenti europei;
- **indurre, a valle di tutto ciò, uno sviluppo dei territori e dei processi d'impresa e di mercato** a valore aggiunto, socialmente ed economicamente sostenibili e ambientalmente compatibili.

È quindi evidente che l'obiettivo specifico e primario di Copernicus sono lo sviluppo e l'implementazione di servizi operativi e in particolare di quelli di comune interesse dell'Unione e degli Stati membri, detti «core services», ma anche l'obiettivo di favorire la nascita e il consolidamento di un mercato di «downstream services» (servizi a valle) che possa provvedere gli utenti finali di prodotti e assistenza per la realizzazione dei propri obiettivi e interessi.

L'architettura del Programma presenta tre componenti, strettamente connesse tra loro in un unico ciclo guidato dagli utenti (figura 1). Esse sono quelle relative ai servizi dedicati ai dati osservativi spaziali e in situ e quella relativa alle informazioni prodotte dai core services. Nell'ambito di ciascuna componente, le attività sono state affidate alle Entrusted entities (EE), enti di ri-



ferimento dell'Unione, come l'Agenzia spaziale europea (Esa) e quella per la gestione e l'utilizzo dei satelliti per la meteorologia (Eumetsat), l'Agenzia europea per l'ambiente (Eea), il Centro comune di ricerca (Jrc) e il Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio termine (Ecmwf) e altri ancora.

Le comunità degli utenti finali

I 3 insiemi, o comunità, di utenti finali rispondono generalmente a comuni finalità di intenti, ma possono suddividersi ulteriormente al loro interno.

La prima comunità è intesa comprendere due sub-comunità, quella delle Amministrazioni che hanno finalità, compiti e responsabilità istituzionali e quella dell'università e della ricerca.

Le 3 comunità di Copernicus sono poi attraversate trasversalmente dai diversi «mondi», quello ambientale, della difesa, della protezione civile, dei trasporti, dell'agricoltura e della forestazione, della pesca e altri.

Quindi, nel caso del mondo agricolo e forestale, la prima comunità sarà partecipata per la parte istituzionale dal Mipaaf e dai suoi satelliti Agea e Ismea, nonché per la parte ricerca dal Crea, mentre la seconda, quella più complessa, per il mondo agricolo, come per gli altri mondi, si è cercato di rappresentarla nella *figura A* (consultabile online all'indirizzo riportato a fine articolo).

La componente spazio

La componente spaziale, affidata a Esa ed Eumetsat, attualmente può contare sulla costellazione delle «Sentinel» di proprietà dell'UE, di cui 4 sono attualmente e attivamente in orbita (vedi riquadro a pag. 57), e su circa 30 «contributing missions».

Queste ultime sono piattaforme e/o costellazioni satellitari di proprietà degli Stati membri (e da questi gestite) e i cui dati sono onerosamente messi a disposizione anche per le necessità di Copernicus; provvedono a colmare fabbisogni e requisiti, spaziali e temporali e di tipologia del dato satellitare, attualmente non soddisfatti dalle Sentinel, ma comunque necessarie ai *core services*. I dati processati delle Sentinel, delle contributing mission o di altre missioni europee sono resi disponibili da Esa e da Eumetsat attraverso propri portali web.

La componente dati in situ

La disponibilità dei dati *in situ* necessari a Copernicus è lasciata nella responsabilità degli Stati membri, ma è ulteriormente accresciuta attraverso sistemi osservativi destinati alla ricerca. Altresì, non solo dati, ma anche informazioni *in situ* sono raccolte da piattaforme informative territoriali come OpenStreetMap e/o da attività di sopralluogo specifiche e intraprese anche con l'ausilio di droni. Un esempio di dati *in situ* sono quelli resi disponibili dalla Rete agrometeorologica nazionale (Ran), gestita dal CREA o dalle reti regionali per la qualità delle acque e dell'aria gestite da Ispra e dalle Arpa (Snpa).

I dati *in situ* hanno la finalità di:

- calibrare, integrare e convalidare i dati prodotti dalle piattaforme satellitari, garantendone la rappresentatività e l'affidabilità anche nel tempo;
- essere assimilati e integrati nelle piattaforme applicative, partecipando anche ai processi simulativi, per la realizzazione dei prodotti dei *core services*.

Questa componente è affidata al coordinamento e alla responsabilità dell'Eea.

La componente servizi

I *core services* sono destinati a trasformare i dati, raccolti da satellite e *in situ*, in informazioni a valore aggiunto, identificando e misurando grandezze caratteristiche di eventi e processi biotici e abiotici, producendo mappe spaziali e multi-temporali e rendendo disponibili elaborazioni statistiche e previsionali.

Quelli attualmente operativi sono 6 e 4 sono particolarmente rilevanti per il mondo agricolo.

Copernicus Land monitoring service (Clms). Organizzato in tre sottoservizi, il Global, affidato al Jrc, il Pan European e il Local (affidati alla Eea), provvede informazioni sulla copertura e l'uso dei suoli e la loro evoluzione nel tempo, così come sullo stato della vegetazione e dei sistemi idrici naturali; è quindi utilizzato, soprattutto ma non unicamente, per la gestione forestale e delle risorse idriche, per l'agricoltura e la sicurezza alimentare, per la sostenibilità e la protezione ambientale.

Copernicus Climate change servi-



ce (C3S). Affidato a Ecmwf, provvede informazioni per monitorare il clima e predire i suoi scenari evolutivi PER supportare le strategie, le politiche e le azioni di mitigazione e adattamento, anche in riferimento all'agricoltura.

Copernicus Atmosphere monitoring service (Cams). Affidato a Ecmwf, provvede informazioni per monitorare con continuità la composizione e lo stato dell'atmosfera terrestre, sia in termini di elementi inquinanti sia clima alteranti, anche a scala regionale, producendo previsioni in tempo quasi reale della sua evoluzione ai fini della salute pubblica, delle produzioni di energia e dei processi climatologici; le attività e le pratiche agricole e forestali giocano un ruolo non trascurabile in termini tanto di produzione e capacità di cattura e abbattimento di tali elementi.

Copernicus Emergency management service (Cems). È organizzato in due sottoservizi principali; il primo prevede il Rapid e il Risk and recovery mapping, gestiti direttamente dalla Dg for european civil protection and humanitarian action (Dgecho) e, in Italia, dal Dipartimento della protezione civile, che provvedono, ex post e in tempo quasi reale, a rappresentare magnitudo, estensione ed effetti di eventi dannosi per le popolazioni, i territori, le produzioni e l'ambiente di ogni natura e origine; il secondo, gestito dal JRC, prevede una attività di monitoraggio e preannuncio ex ante di eventi potenzialmente dannosi e conseguenti a incendi boschivi (Effis), alluvioni (Efas) e siccità (Edo); ne è evidente l'interesse per il mondo agricolo e assicurativo relativamente ai rischi catastrofali.

I prodotti informativi dei diversi core services, assieme ai dati processati a tal fine, sono resi disponibili e operativamente accessibili attraverso i rispettivi portali web dedicati.

Applicazioni in agricoltura

In ambito agricolo e forestale, così come in quello della gestione e protezione ambientale, per poter utilizzare operativamente e interattivamente i prodotti di Copernicus e trarne un reale beneficio, oltre a una minima conoscenza e capacità d'uso di un ambiente GIS, è necessario sapere quantomeno il significato di «indice spettrale» e in particolare di alcuni di essi riferiti alla vegetazione e alle acque.

Copernicus rende disponibili alcuni indici come il Normalized difference vegetation index (NDVI), che descrive il livello di vigoria della vegetazione, e lo Standardized precipitation index (SPI), che è ampiamente diffuso per il monitoraggio della siccità in termini di deficit o surplus di precipitazione rispetto alla media climatologica; tra essi si inseriscono il Fraction of absorbed photosynthetically active solar radiation (Fapar) e il Soil water index (Swi), utilizzati anche in combinazione per individuare e valutare l'impatto della siccità sulla vegetazione, ovvero lo stress idrico a cui è sottoposta.

Questi indici sono regolarmente resi disponibili dal Clms e dal sottoservizio Edo del Cems su tutti i territori dell'UE, sino a scala certamente urbana.

Per quanto riguarda i *downstream services*, nella pur ampia varietà dei soggetti che offrono assistenza, dalla grande impresa a università ed enti di ricerca, vi è un numero largamente maggioritario di micro e piccole-medie imprese fornitrici di risorse, prodotti e servizi avanzati, spesso innovativi, di osservazione terrestre, di geomatica e geoinformazione (GGI) e di informatica e comunicazione (IC), che si sono applicate alle problematiche agrarie e agronomiche. Certamente l'accesso e la disponibilità gratuita dei dati e delle informazioni prodotte da Copernicus, pur con le loro limitazioni, hanno favorito tale processo in crescita esponenziale.

Tre esempi in Italia

I 3 esempi applicativi sono relativi a 3 imprese italiane in modi diversi legate a Copernicus o alle sue Entrusted entities: Agricolus, Planetek Italia ed e-Geos.

Agricolus. È una microimpresa gemmata dalla informatica TeamDEV, con la propria omonima piattaforma e i relativi servizi, cerca di rispondere alla seguente definizione di agricoltura di precisione, cioè «... un sistema integrato, basato sull'informazione e sulla produzione, progettato per aumentare l'efficienza, la produttività e la redditività della produzione agricola a lungo termine, specifica del sito e dell'intera azienda agricola, riducendo al minimo gli impatti indesiderati sulla fauna selvatica e sull'ambiente».



La piattaforma offre un portfolio di prodotti componibili liberamente tanto dall'agronomo (per sviluppare la propria attività professionale) quanto dall'impresa agricola singola o dal consorzio d'impresе per attrezzare il proprio processo produttivo. Agriculus, anche in quanto Copernicus Academy, informa, forma, addestra i propri utenti all'uso della piattaforma e dei singoli prodotti, seguendoli con continuità, assistendoli nelle questioni agronomiche e di integrazione dei prodotti con le pratiche culturali al campo.

Planetek Italia. Con un consolidata cultura ed esperienza geomatica, ha saputo affermarsi anche a livello europeo per l'innovazione presente nelle sue applicazioni territoriali, soluzioni informatiche e di integrazione dei dati e delle informazioni geografiche e territoriali con quelle prodotte da Copernicus, ma non solo.

La loro piattaforma Rheticus è stata tra le prime a utilizzare l'ambiente «cloud»; eroga servizi geoinformativi automatici che si adattano facilmente agli scenari applicativi più disparati, ma anche specializzandosi e focalizzandosi su temi specifici. **Per quanto riguarda il mondo agricolo, quello della viticoltura in particolare, Planetek ha sviluppato specifici servizi per il monitoraggio di aspetti vegetazionali, come il vigore delle colture, e lo stato dei suoli, utili alla sorveglianza qualitativa e quantitativa dei processi produttivi** delle Cantine Tormaresca e Rivera in Puglia e della Cantina di Venosa in Basilicata.

e-Geos. Partecipata da Telespazio e Asi, ha una lunga esperienza di partecipazione attiva ai core services di Copernicus, primo tra tutti al Cems e non solo, ma anche in ambito agricolo e in particolare in quello legato ai **controlli obbliga-**

tori relativi agli aiuti erogati all'impresa agricola ai sensi della Pac dall'Agea.

Dopo il 2021, o poco oltre visti gli ultimi eventi legati all'emergenza da Covid-19, la nuova Pac e il suo regolamento si propongono di cambiare alcune condizioni alla base dell'erogazione di tali contributi e le modalità con cui i controlli potranno o dovranno essere portati avanti.

Le problematiche sono in sostanza due: per l'erogazione non si potrà più fare riferimento alle particelle catastali, ma a quelle fisiche reali poste a coltivazione e non si potrà più procedere con controlli a campione, ma il controllo dovrà estendersi a tutto il territorio agricolo e con continuità temporale.

A tal fine, il nuovo regolamento propone di procedere ad «... acquisizione, processamento e analisi sistematica di tutte le informazioni desumibili dai satelliti Sentinel Copernicus, integrate da quelle di Egnos/Galileo per il posizionamento dei rilievi».

Agea, sulla base della sua pluriennale esperienza informatica e nell'uso del telerilevamento, dei risultati ottenuti nell'ambito del progetto europeo SEN-4CAP e con il supporto di e-Geos, ha sviluppato una procedura semi-automatica per la sorveglianza e valutazione durante tutta l'annata agraria dei criteri di ammissibilità, degli impegni assunti e degli altri obblighi da assolvere da parte del controllato e del controllore.

Tale procedura fa ricorso anche a quanto reso disponibile da Copernicus.

Infatti, utilizzando in modo combinato i dati delle Sentinel 1 e 2 e utilizzando strati informativi ad alta risoluzione spaziale, gli *high resolution layers*, si può:

- dimostrare la possibilità di distinguere con grande affidamento, e alla scala del campo, l'esistenza e la tipologia delle colture messe a dimora, il loro andamento di crescita nel tempo e la sequenza delle diverse attività e fasi di coltivazione;
- definire l'aratura, la crescita, la presenza di vegetazione, lo svolgimento di attività di gestione, la mietitura, lo sfalcio e l'espianto rilevati da satellite co-

me indicatori, detti «markers», del completo svolgimento delle attività, della corretta applicazione delle condizioni e del rispetto dei vincoli convenuti per l'ottenimento e l'erogazione dell'aiuto;

- generare i markers per ogni singolo appezzamento dichiarato, procedere a una successiva valutazione complessiva a livello aziendale e, conseguentemente, decidere, dove necessario, le azioni da intraprendere, dalla chiusura positiva della procedura allo svolgimento di ulteriori e specifiche verifiche al campo, anche con l'ausilio di droni.

Copernicus, opportunità per il settore agricolo

Il programma Copernicus rappresenta un successo mondiale indiscusso, avviatosi con GMES agli inizi degli anni 2000 e in cui il nostro Paese continua ad avere un ruolo fondamentale e un peso istituzionale significativo, che, tuttavia, nel mondo agricolo e forestale per lungo tempo non è stato oggetto né di una conoscenza approfondita, né di un uso diffuso.

Oggi, grazie a un'attenzione decisamente maggiore ai fabbisogni espressi, ma soprattutto ai requisiti dei prodotti e dei servizi operativi richiesti dagli utenti finali, ad alcune applicazioni di successo anche a livello nazionale e a un coinvolgimento anche normativo, sta ricevendo un interesse in crescita esponenziale anche nel nostro Paese e contribuire alla crescita di una domanda qualificata e consapevole è il modo più efficace per farne crescere la competitività.

Andrea Taramelli

Iuss Pavia, delegato nazionale al Copernicus User Forum europeo

Bernardo De Bernardinis

Coordinatore della Rete nazionale Copernicus Academy

Maria Vittoria Castellani

Ispira, coordinamento Rete nazionale Copernicus Academy



LA COSTELLAZIONE SENTINEL

Sentinel-1 (già in orbita)

Radar - Permette di osservare la Terra in tutte le condizioni climatiche sia di giorno sia di notte per:

- sorveglianza e monitoraggio dei ghiacciai in mare;
- identificazioni di imbarcazioni;
- rilevamento di movimenti della superficie terrestre;
- mappatura di aree forestali;
- Gestione di crisi umanitarie.

Sentinel-2 (già in orbita)

Ottico - 13 bande spettrali per:

- monitorare attività agricole e tipo di vegetazione;
- monitorare copertura del suolo;
- gestione delle risorse forestali;
- sorvegliare i confini;
- identificare attività illecite in mare;
- supportare in caso di emergenze (inondazioni, incendi).

Sentinel-3 (già in orbita)

Diversi strumenti permettono di monitorare oceani, terra, superfici ghiacciate e atmosfera della Terra per comprendere le dinamiche glo-

bali su larga scala:

- altezza della superficie marina;
- colore della superficie;
- flussi carbonici;
- livello di fumi e laghi.

Sentinel-4

Monitoraggio continuo della composizione atmosferica focalizzato su:

- qualità dell'aria;
- monitoraggio di ozono (O₃), diossido di azoto (NO₂), anidride solforosa (SO₂), formaldeide (HCHO).

Sentinel-5

Monitoraggio quotidiano globale di gas inquinanti (CH₄, O₂, NO₂, CO₂, HCHO, SO₂) e gas a effetto serra (CH₄ e O₃ - troposfera).

Sentinel-5P (già in orbita)

Osservazione quotidiana del clima, della qualità dell'aria e della superficie ozono.

Sentinel-6

Previsioni marine, topografia oceanica in real time: altezza onde, superficie oceanica, velocità del livello.

FIGURA 1 - Il ciclo di Copernicus



Fonte: S. La Terra Bella, DG Grow, CE, 2019.



L'architettura e la catena operativa e del valore di Copernicus: dalla produzione del dato grezzo alla disponibilità del prodotto informativo a valore aggiunto



Peso: 55-89%, 56-97%, 57-96%, 58-94%

FIGURA 2 - La catena di prodotti operativi offerti dalla piattaforma Agricolus

