



GIOVANI SI



Regione Toscana



Sostegno per l'attuazione dei Piani Strategici e la costituzione e gestione dei Gruppi Operativi (GO) del Partenariato Europeo per l'Innovazione in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura (PEI-AGRI) – Annualità 2017

TITOLO DEL PIANO STRATEGICO

“Applicazione di un protocollo innovativo per la tracciabilità e la caratterizzazione geografica dell'olio extra vergine di oliva” – GeOEVO APP

PS-GO 2017 n.61

Sostegno a progetti pilota e di cooperazione

Progetto GeOEVO APP

RELAZIONE TECNICA DI SINTESI

Soggetto Capofila del GO: Frantoio del Grevepesa



Premessa

1. Partenariato, ruoli e attività svolte (**PARTNER COINVOLTI: TUTTI**)
2. Innovazione messe a punto e trasferite (**PARTNER COINVOLTI: UNIFI**)
3. Metodologie seguite e tempistica (**PARTNER COINVOLTI: TUTTI**)
4. Prodotti e risultati conseguiti (**PARTNER COINVOLTI: TUTTI**)
5. Ricadute economiche e ambientali (**PARTNER COINVOLTI: TUTTI**)
6. Spese sostenute per l'attuazione del PS-GO (**PARTNER COINVOLTI: TUTTI**)
7. Quadro delle attività di trasferimento di conoscenze realizzate (**PARTNER COINVOLTI: TUTTI**)
8. Considerazioni conclusive (sintesi dei risultati conseguiti, considerazioni sull'applicazione dei risultati al territorio interessato dal progetto di cooperazione e sulla potenzialità di trasferimento ad altre realtà territoriali regionali) (**PARTNER COINVOLTI: TUTTI**)

Premessa

Il gruppo operativo (GO) si è proposto di valutare e di sviluppare procedure analitiche in grado di caratterizzare da un punto di vista territoriale l'olio extra vergine di oliva della Toscana, in particolare del Chianti fiorentino e dell'Alta Valtiberina, tentando di colmare la mancanza di marcatori territoriali che leghino in maniera univoca il prodotto olio al suo territorio di origine, in termini di biodiversità e geodiversità.

A tal fine si è reso necessario definire un protocollo analitico che comprendesse lo studio della dinamica di alcuni traccianti geochimici e biochimico-molecolari nel suolo degli oliveti e la successiva analisi dell'olio extra vergine di oliva utilizzando sempre le stesse metodologie. L'idea iniziale è stata quella di identificare gli oliveti in funzione della loro matrice litologica tenendo conto della variabilità ambientale fra le aziende partecipanti al PS GO. L'ipotesi da verificare è stata che substrati geologici diversi fossero in grado di dare oli di oliva con caratteristiche peculiari. Per la prima volta, nell'ambito di questo progetto, sono state utilizzate tre linee di indagine contemporaneamente: la linea dei traccianti geochimici, quella dei composti organici e quella metagenomica. Relativamente ai traccianti geochimici, è stata messa a punto una metodologia specifica in grado di determinare bassissime concentrazioni di stronzio e di terre rare presenti nell'olio di oliva.

I dati analitici ottenuti in laboratorio sono stati quindi sottoposti a procedure di validazione statistica tramite tecniche di clustering per mettere in luce le somiglianze fra i vari ambienti e le specificità degli oli prodotti. È stato allestito un sistema informativo geografico (GIS) contenente numerosi strati informativi di natura idrologica, agronomica, geochimica e biochimico molecolare ricavati attraverso l'utilizzo di varie metodologie, quali: (i) modello digitale del terreno (DEM a griglia di 12m), (ii) rilevamento in campo, (iii) analisi di laboratorio e (iv) immagini satellitari. Quindi, a partire da questo database, mediante l'implementazione di tecniche di intelligenza artificiale (AI), è stato possibile delineare, quali fossero i fattori che concorrono alla definizione univoca a livello territoriale di un olio EVO (extravergine di oliva) di qualità e come essi interagiscono fra di loro.

Da segnalare che alcune sperimentazioni sono tutt'ora in fase di finalizzazione, di conseguenza ulteriori risultati e conclusioni saranno riportati nelle relazioni finali dei partner all'atto della richiesta di pagamento.

1. Partenariato, ruoli e attività svolte (**PARTNER COINVOLTI: TUTTI**)

Il partenariato è composto da **n. 8 partner** incluso il capofila (**Fig. 1**). I partner provengono dalla Provincia di Firenze e Arezzo.

1. Il capofila Frantoio del Grevepesa (San Casciano, Firenze) (**P1**) nel **WP6** “Coordinamento del PS-GO e Messa a punto ed acquisizione della metodologia da parte del Frantoio del Grevepesa”, ha redatto l’accordo di cooperazione ed ha eseguito le attività di coordinamento (riunioni, comunicazione tra partner e con la Regione, checking delle attività svolte, avanzamento e sintesi finanziaria, elenco delle attività svolte anche attraverso il sito internet dedicato [Blog - GeoEvo App - Tracciabilità olio extravergine di oliva - Gruppo Operativo \(ciatoscana.eu\)](#)). Inoltre si è occupato del report delle attività del direttore tecnico, della segreteria e dell’innovation broker. P1 ha partecipato attivamente alle riunioni di coordinamento, a quelle tecniche e al Convegno Finale.

Il **P1** nella fase iniziale ha partecipato alle scelte effettuate ai fini della progettazione della fase sperimentale del GO coinvolgendo il personale dipendente e mettendo a disposizione del GO informazioni (es. lista e ubicazione delle 200 aziende dei soci – **Tab.1**, e cartografie), attrezzature e locali aziendali. Ha curato le relazioni fra i soci e i partner scientifici P2 e P3 in tutte le fasi progettuali, si è occupato della frangitura anche in maniera differenziale delle stesse partite di olive, dell’annotazione di tutti i dati tecnici di frangitura, del lavaggio del frantoio fra le diverse frangiture, della filtrazione dell’olio, del campionamento dell’olio dei soci partecipanti al GO e della consegna dei campioni ai laboratori. Ha provveduto ad effettuare le analisi dei biofenoli dell’olio presso il Laboratorio Analytical e quelle dei composti aromatici volatili presso il Laboratorio ARCA del CNR.

Il **P1**, nel **WP 10** “Corsi e Workshop”, ha coadiuvato l’agenzia formativa CIPA-AT Grosseto (**P8**) insieme agli altri partner del GO nell’organizzazione dei n.3 corsi dedicati agli agricoltori, sia pubblicizzando il corso fra i soci sia ospitando una giornata dell’evento all’interno dei locali aziendali. Tutto il personale del P1 coinvolto nel GO ha partecipato alla discussione dei risultati ottenuti insieme al personale scientifico.

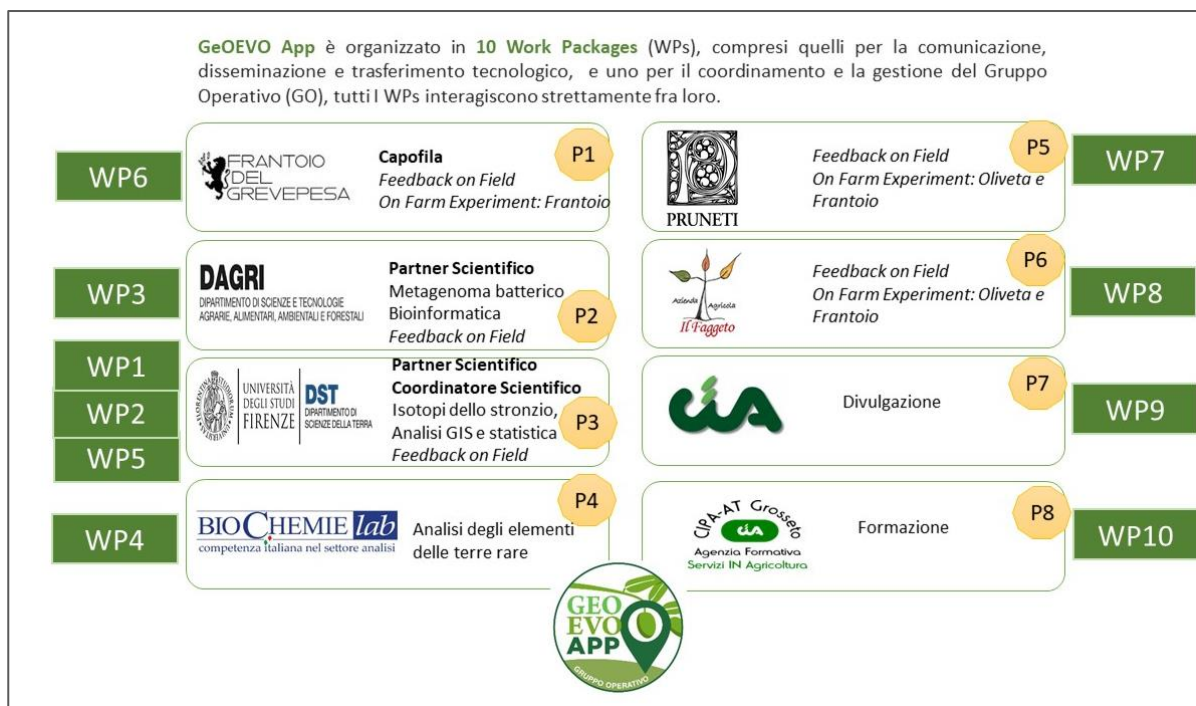


Figura 1 - Workflow dei partner del progetto GeOEVO App e sintesi della attività.

- Il partner scientifico Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (**DAGRI**), UNIFI (**P2**) nel **WP3** “Campionamento e analisi del DNA di suolo, olive e olio” ha supportato tutte le fasi di campionamento delle differenti matrici insieme al **P3** (DST) e ai **P1** (Frantoio del Grevepesa), **P4** (Azienda Agr. Giogni Pruneti) e **P5** (Az. Agr. Il Faggeto) negli oliveti delle aziende agricole. Ha caratterizzato da un punto di vista molecolare le comunità batteriche del suolo e delle drupe dei sedici oliveti (**Tab.1**) definendo dai phylum ai generi predominanti mediante la tecnica di sequenziamento genico di ultima generazione (NGS, new generation sequencing) del gene 16S rRNA.
- Il **P2** (DAGRI) ha coadiuvato il **P3** (DST) nel **WP5** “Analisi statistica e modellistica” nel validare statisticamente i dati ottenuti dall’analisi del DNA batterico e degli elementi delle terre rare (REE) nella frazione biodisponibile del suolo, mediante l’applicazione di tecniche di analisi multivariata. Per tutti gli oliveti sono stati ripetuti i campionamenti per almeno due annate, dai gruppi P2 , P1, P3, P4 e P5.

N.	Zona di Produzione	Azienda	Quota m s.l.m.	Litologia	Cultivar	Pendenza	Esposizione	pH suolo
1	Bagnolo – Impruneta - FI	La Querce	240	Prevalenza Calcarea	Misto	15	O	8.1 (7.1)
2	Quintole – Impruneta - FI	L'Erta di Quintole	220	Calcarea	Frantoio	12%	S	7.5 (6.6)
3	Monteoriolo – Impruneta - FI	Biagioli	280	Argilliti	Frantoio	10%	E	7.1(6.8)
4	Poggio Fontaccia Greve in Chianti - FI	Castel Ruggero Pellegrini	220	Argilliti	Misto	13%	S-SO	8.1 (7.1)
5	Monta Taurina – Bagno a Ripoli - FI	Castel Ruggero Pellegrini	230	Argilliti	American o	6%	S - SO	8.0 (7.1)
6	Lizzano – Bagno a Ripoli - FI	Pruneti	250	Prevalenza Calcarea	Misto	10%	N - NO	8.1 (7.2)
7	San Polo in Chianti - FI	Pruneti	310	Marne	Moraiolo	10%	SE	7.6 (6.9)
8	Chiocchio - strada in Chianti – FI	Pruneti	252	Argilliti	Misto	3%	NE	8.2 (6.9)
9	I Tinti – Strada in Chianti - FI	Pruneti	249	Basalti	Misto	10%	N - NO	7.9 (7.2)
10	Rignano – Greve FI	Fattoria di Rignano	386	Prevalenza Calcarea	Leccino	3%	S – SO	7.8 (7.2)
11	Rignano – Greve	Fattoria di Rignano	370	Argilliti	Leccino	10%	S – SO	7.6 (7.2)
12	Lamole – Greve FI	Fattoria di Lamole	600	Arenaria	Misto	5%	S – SO	7.5 (7.1)
13	Montefridolfi – San Casciano - FI	Il Torriano	295	Conglomerato	Leccino	10%	NO	7.9 (6.9)
14	Anghiari - AR	Il Faggeto	450	Conglomerato	Morccone	5%	NE; NO	7.4 (6.8)
15	Caprese M.lo - AR	Brogialdi	547	Prevalenza Calcarea	Morccone	10%	O	-
16	Pitigliano -GR	Il Tosteto	418	Piroclastite	Frantoio	5%	SE	6.3 (5.8)

Tabella 1 – Aziende Agricole partecipanti al PS-GO GeOEVO App e relativa zona di produzione. Con i diversi colori si evidenziano le olivete appartenenti alle varie aziende: (i) giallo – olivete dei soci del Frantoio del Grevepesa; (ii) rosso – olivete dell’Az. Agr. Gionni Pruneti; (iii) verde chiaro – olivete della Val Tiberina fra cui dell’Az. Agr. Il Faggeto e (iv) bianco – olivete su formazioni litologiche importanti per la caratterizzazione territoriale.

Il P2 (DAGRI) nel **WP 10** “Corsi e Workshop” ha coadiuvato l’agenzia formativa CIPA-AT Grosseto (**P8**) insieme agli altri partner del GO nell’organizzazione di n.3 corsi dedicati agli agricoltori, partecipando la Prof.ssa Maria Teresa Ceccherini, come docente. P2 ha coadiuvato CIA Toscana (**P7**) nella divulgazione e disseminazione dei risultati (**WP9**) eseguendo comunicazioni ad eventi, pubblicazioni, partecipando a webinar online e visite guidate presso le aziende; inoltre ha eseguito molte comunicazioni di persona durante i sopralluoghi per il campionamento nelle diverse realtà aziendali partecipanti al GO.

3. Il partner scientifico Dipartimento di Scienze della Terra (**DST**), **UNIFI (P3)** nel **WP1** “Gestione del progetto e animazione” come coordinatore scientifico ha supportato **P1** capofila del GO nelle attività di coordinamento di tutte le attività di raccordo tecnico-scientifico con i partner

e di monitoraggio e controllo delle attività progettuali del GO al fine del raggiungimento degli obiettivi preposti. Il P3 nell'ambito del **WP2** "Caratterizzazione geografica delle aziende, campionamento e analisi del $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ " ha diretto e organizzato la campagna di rilevamento delle diverse matrici (suolo-olive-olio; **Fig.2**) individuando le olivete rappresentative dei differenti areali produttivi attraverso l'implementazione di un database in ambiente GIS e successivi sopralluoghi presso le olivete dei partner del GO. Ha quindi istruito e mostrato ai partner del GO **P1**, **P4** e **P5** come effettuare i campionamenti, in collaborazione del P2.

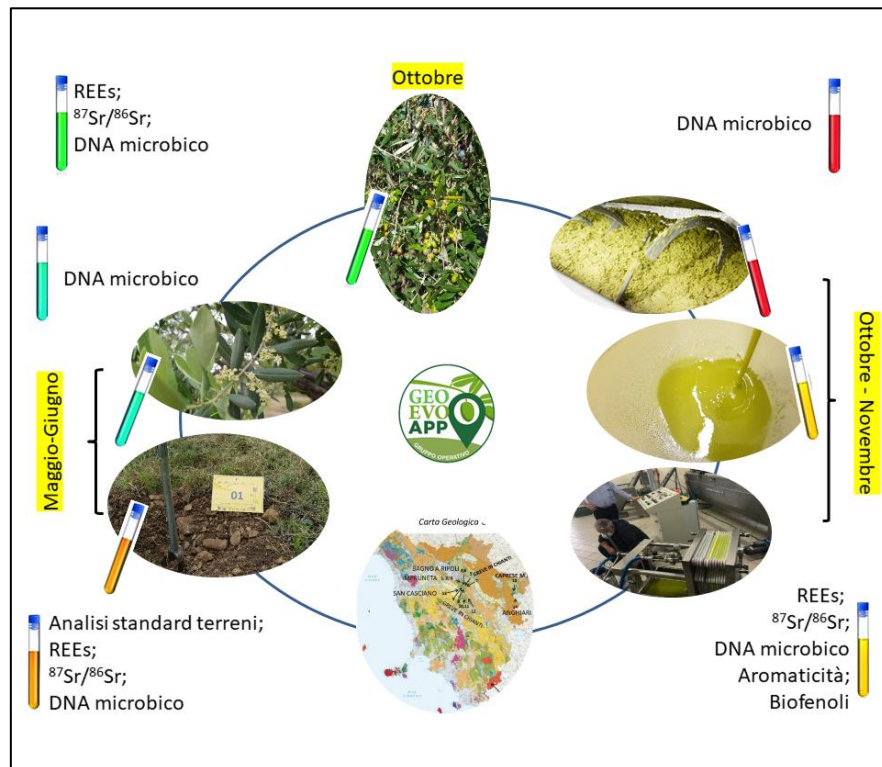


Figura 2 - Fasi di campionamento delle varie matrici investigate all'interno del PS-GO GeOEVO App con le relative prove di determinazione analitica.

I punti di campionamento sono stati delineati in funzione delle caratteristiche litologiche del territorio, cinque per ogni oliveta, in modo tale da prendere in considerazione olivete su substrati pedologici differenti tra loro per ottenere la massima variabilità ambientale. Le differenti matrici sono state analizzate da **P3** per la misura del rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ tramite spettrometria di massa a ionizzazione termica e settore magnetico nel proprio Laboratorio di geochimica degli isotopi radiogenici. Ha messo a punto, insieme al **P6** Biochimie Lab., una procedura specifica per la concentrazione e purificazione di elementi minerali presenti nell'olio a concentrazioni bassissime (ppb, ng/g o di miliardesimo di grammo al grammo) come nel caso dello Sr e delle terre rare (REE). Mentre la fase di

pretrattamento del campione, attacco con acidi per distruzione della sostanza organica e successiva estrazione, è stata fatta da P6, la fase di separazione dello Sr con resine a scambio cationico specifico e condotta sotto cappa a flusso laminare è stata effettuata da **P3**. Il campione è stato a questo punto analizzato per la misura del rapporto isotopico dello stronzio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$). In generale, tale valore risulta particolarmente importante per la definizione dell'età di formazione delle rocce. Il rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ delle acque di circolazione nel suolo riflette la composizione isotopica della roccia da cui deriva lo Sr in soluzione. Quindi la determinazione della composizione isotopica dello Sr nei suoli, olive e relativo olio è utile per (i) caratterizzare un olio in funzione delle rocce che costituiscono l'ambiente pedogenetico dell'oliveta e (ii) valutare i possibili mescolamenti fra oli di diversa origine. Il **P3** ha condotto il **WP5** "Analisi statistica e modellistica" collaborando con **P2** (analisi del DNA microbico) e **P6** (analisi degli elementi delle terre rare). Sono state applicate molteplici tecniche statistiche anche con l'ausilio della licenza software acquistata nell'ambito del progetto (*Salford Predictive Modeler*), al fine di (i) determinare la relazione esistente fra i rapporti delle terre rare e Sr riscontrate nel prodotto e nel suolo di origine; (ii) individuare un modello matematico che mettesse in luce la differenza delle componenti geochimiche (REE e Sr) e biochimiche (biofenoli e composti aromatici volatili) dei vari oli analizzati (anche non toscani e stranieri): elemento di unicità; (iii) definire le caratteristiche ambientali che concorrono a rendere unico un prodotto: topografiche, morfometriche, geologiche, geochimiche (geodiversità) e biochimico-molecolari (biodiversità) in parte definite con il **WP2** "Caratterizzazione geografica delle aziende, campionamento e analisi del $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ". Il P3 (DST) nel **WP 10** "Corsi e Workshop" ha coadiuvato l'agenzia formativa CIPA-AT Grosseto (**P8**) insieme agli altri partner del GO nell'organizzazione di n.3 corsi dedicati agli agricoltori, partecipando il Dr. Samuel Pelacani anche come docente. P3 ha coadiuvato CIA Toscana (**P7**) nella divulgazione e disseminazione dei risultati (**WP9**) eseguendo comunicazioni ad eventi, pubblicazioni, partecipando a webinar online con il Prof. Sandro Moretti, il Prof. Simone Tommasini e il Dr. Samuel Pelacani, oltre che a visite guidate presso le aziende; inoltre ha eseguito molte comunicazioni di persona illustrando via via l'avanzamento dei lavori e dei risultati ottenuti alle diverse realtà aziendali partecipanti al GO. Infine, ha realizzato un video, insieme al **P5**, dedicato ai partner del GO e dei valori portati avanti dal progetto, che è stato proiettato durante il convegno finale tenutosi a Firenze il 14 dicembre 2022 presso l'Aula Magna del Rettorato degli Studi dell'Università di Firenze.

4. L’Azienda Agricola Gionni Pruneti (P4) nel **WP7** “Messa a punto ed acquisizione del protocollo da parte dell’azienda agricola Gionni Pruneti” ha messo a disposizione del GO le competenze acquisite nel campo della produzione di olio extra vergine di oliva, i dati per la scelta degli oliveti aziendali, il personale dipendente per il campionamento dei suoli e delle olive, la raccolta a diversi stadi di maturazione e la frangitura delle olive derivanti dagli appezzamenti prescelti (n.4 – **Tab.1**), la filtrazione degli oli e il lavaggio del frantoio fra una frangitura e la successiva. Ha provveduto a portare i campioni presso i vari laboratori e ad effettuare le analisi dei biofenoli dell’olio presso il Laboratorio Analytical e quelle dei composti aromatici volatili presso il Laboratorio ARCA del CNR.

Il **P4** nel **WP 10** “Corsi e Workshop” ha coadiuvato l’agenzia formativa CIPA-AT Grosseto (**P8**) insieme agli altri partner del GO nell’organizzazione dei n.3 corsi dedicati agli agricoltori sia pubblicizzando il corso sia ospitando una giornata dell’evento all’interno dei locali aziendali. Tutto il personale del **P4** coinvolto nel GO ha partecipato alla discussione dei risultati ottenuti insieme al personale scientifico. Ha inoltre partecipato a n.1 incontro tecnico e al Convegno Finale.

5. L’Azienda Agricola Faggeto di Leda Acquisti (P5) nel **WP8** “Messa a punto ed acquisizione del protocollo da parte dell’azienda agricola Faggeto” ha messo a disposizione del GO i dati aziendali per la delineazione dei punti di monitoraggio all’interno delle olivete aziendali, il personale dipendente per il campionamento dei suoli e delle olive, la raccolta differenziale delle varietà di olive che insistono sullo stesso appezzamento (cultivar morcone e cultivar gentile di Anghiari) e successiva frangitura, la filtrazione dell’olio e il lavaggio del frantoio fra una frangitura e la successiva. Sono stati campionati ed analizzati oltre ai i suoli, anche le olive e gli oli aziendali, compresi quelli dei clienti afferenti al frantoio sempre della zona dell’Alta Val Tiberina (Caprese Michelangelo e Anghiari) presso i quali generalmente **P5** acquista le olive. Il **P5** ha provveduto a portare i campioni presso i vari laboratori e ad effettuare le analisi dei biofenoli dell’olio presso il Laboratorio Analytical e quelle dei composti aromatici volatili presso il Laboratorio ARCA del CNR.

Il **P5** nel **WP 10** “Corsi e Workshop” ha coadiuvato l’agenzia formativa CIPA-AT Grosseto (**P8**) insieme agli altri partner del GO nell’organizzazione dei n.3 corsi dedicati agli agricoltori pubblicizzando il corso ed ospitandone l’edizione di Anghiari presso i locali aziendali. Tutto il personale del **P5** coinvolto nel GO ha partecipato alla discussione dei risultati ottenuti insieme al personale scientifico. Ha inoltre partecipato a n.1 incontro tecnico, n.3 riunioni di

coordinamento di progetto e al Convegno Finale. Insieme a **P3** ha realizzato il video proiettato in occasione del convegno finale.

6. Il **Laboratorio Biochimie (P6)** nel **WP4** “Analisi degli elementi delle terre rare” con il personale dipendente destinato alle attività del GO ha analizzato presso i propri laboratori campioni di suolo, olive ed olio relativamente agli elementi delle terre rare. Tali analisi si sono ripetute sui campioni raccolti dai partner del GO durante le annualità 2020-2021 e 2022. Insieme a P3 ha messo a punto una procedura di analisi in grado di determinare le bassissime concentrazioni di Sr e terre rare (REE) che si ritrovano negli oli. Oltre alle REE sono stati determinati altri metalli sia nei suoli che nelle olive e nell’olio, per caratterizzare in modo ancora più dettagliato l’areale di produzione ed il legame con l’ olio stesso. **P6** ha partecipato a numerosi incontri tecnici con **P3** in modalità online e di persona, ha organizzato la prima riunione di coordinamento con **P1** e partecipato alla seconda riunione di coordinamento e al convegno finale.

7. La **CIA Toscana (P7)** nel **WP9** “Informazione, Divulgazione e Visite Aziendali” ha realizzato e curato il sito internet progettuale contenente le informazioni rilevanti la struttura, le attività e gli obiettivi del gruppo operativo. L'indirizzo del sito web è: <https://goevo.ciatoscana.eu/>. Durante tutta l’attività progettuale, all'interno del sito sono state inserite tutte le informazioni rilevanti relative alle attività svolte, in particolare la attività disseminative svolte, le visite guidate e i corsi di formazione organizzati durante il progetto. Complessivamente il sito internet e le sue pagine hanno ricevuto oltre 2.000 visualizzazioni con accesso di oltre 600 singoli utenti. Inoltre per garantire una diffusione *off-line* delle attività è stata realizzata una brochure in quadricromia di 16 pagine con una descrizione sintetica delle attività intraprese dal progetto e uno specifico approfondimento tracciabilità territoriale dell'olio EVO.

Nel numero di dicembre 2022 è stato realizzato uno speciale all'interno di Dimensione Agricoltura, mensile di settore a diffusione regionale con oltre 20.000 lettori. Sia la brochure che lo speciale di Dimensione Agricoltura sono consultabili in formato digitale all'interno del sito internet progettuale.

Per l’attività di disseminazione sono stati realizzati n.1 convegno iniziale e n.2 incontri tematici i cui programmi e dettagli dei partecipanti saranno descritti puntualmente all'interno della relazione finale del partner. Per la realizzazione delle visite guidate sono state organizzate complessivamente n.2 delle 4 previste inizialmente. L'andamento della

pandemia ha influenzato negativamente lo svolgimento di attività in presenza e gli spostamenti all'interno del territorio. Le visite organizzate hanno comunque riscosso successo tra i partecipanti risultando essere un ottimo strumento ed efficace per il trasferimento delle innovazioni, visto anche le numerose adesioni avute per un proseguimento delle attività progettuali iniziate con il presente PS GO.

8. L'Agenzia formativa **CIPA-AT Grosseto (P8)** nel **WP10** "Corsi e Workshop"

Per problemi non dipendenti dalla volontà dell'Agenzia Formativa e condizionati dall'impossibilità di aggregazione per motivi di COVID-19, non è stata svolta in modo completo la Programmazione delle azioni individuate e finanziate in fase di progettazione. Sono stati realizzati n.3 Corsi brevi in presenza attivati e conclusi con successo di 20 ore ciascuno alla quale hanno partecipato un totale di n.33 allievi idonei. I corsi si sono tenuti nelle tre province interessate dalle attività del PS GO, quali Anghiari, Grosseto e Firenze. Per la realizzazione dei corsi hanno partecipato attivamente tutti i partner. Il reperimento dell'utenza è avvenuta tramite pagine web e social network dei partner; newsletter inviate tramite mailing list; comunicazioni a mezzo stampa; spazi informativi dedicati nei mezzi di informazione dei partner; informazione diretta nelle sedi territoriali dei partner, diffuse capillarmente in tutta la Toscana; sono state predisposte schede di la valutazione degli esiti delle prove intermedie e finale; presentazioni in power point delle lezioni; lista di manuali didattici consultabili e riferimento ad articoli su riviste tecniche-divulgative sugli argomenti tratti.

2. **Innovazione messe a punto e trasferite (PARTNER COINVOLTI: UNIFI)**

1. E' stata **fornita una metodologia per l'utilizzo dei dati analitici** sui composti aromatici volatili e dei biofenoli dell'olio al fine di migliorare la qualità dell'olio extra vergine di oliva prodotto dalle aziende partecipanti al PS-GO e di quelle formate attraverso i corsi proposti e gli incontri tematici;
2. E' stata **messa a punto una procedura analitica in grado di determinare elementi minerali nell'olio a concentrazioni bassissime** (ppb, ng/g o di milionesimo di grammo al grammo) per offrire l'opportunità di caratterizzare l'olio in funzione del luogo di provenienza;
3. Utilizzando gli elementi delle terre rare (REE) come marcatori territoriali è stata dimostrata l'esistenza della relazione esistente fra suolo di origine e olive e quindi che la relazione fra

- modello del suolo e delle olive** è la **diretta espressione** del valore connesso ai processi abiotici (litologia, geomorfologia, suoli), **per un determinato territorio**, in termini funzionali per l'ecosistema ai fini della valorizzazione del prodotto ma anche di tutela ambientale;
4. E' stato preso in considerazione, per la prima volta, il metagenoma nel suolo delle olivete toscane in relazione alle litologie scelte. L'analisi statistica dei dati ha mostrato la forte relazione esistente fra la composizione batterica e gli elementi minerali dei suoli. Conseguentemente possiamo affermare che l'olio di oliva è l'espressione della geodiversità e biodiversità di un territorio;
 5. E' stato trasmesso e ottenuto un maggiore interesse e una maggiore consapevolezza verso la tutela della biodiversità e della geodiversità attraverso corsi diretti agli agricoltori e ad altri operatori del settore, incontri tematici, visite aziendali e workshop. Tutto ciò ha anche permesso di estendere le adesioni al progetto ad un elevato numero di aziende che ricadono sull'intero territorio toscano.

3. Metodologie seguite e tempistica (PARTNER COINVOLTI: TUTTI)

La vera novità del progetto GeOEVO-App, rispetto ai molteplici altri progetti avviati anche di recente sulla scena internazionale, risiede nell'utilizzo contemporaneo e sinergico di tecnologie all'avanguardia in diversi settori della ricerca (i) geochimica (elementi delle terre rare e isotopi dello stronzio), (ii) biochimica-molecolare (sequenziamento del DNA microbico), (iii) chimica organica (biofenoli e composti aromatici volatili) (iv) statistica e geostatistica (algoritmi di Intelligenza Artificiale – AI applicati a sistemi informativi geografici - GIS). Tutto ciò per dare una risposta concreta alle esigenze poste dagli olivicoltori, circa la necessità di trovare dei marcatori territoriali in grado di spiegare le peculiarità del prodotto olio extra vergine di oliva (EVO) di qualità e quindi di ancorarlo in maniera univoca al proprio territorio di origine. A tal fine i ricercatori hanno proposto agli agricoltori di concentrarsi come fase di indagine iniziale sulle differenze litologiche che caratterizzano ampiamente il territorio toscano. Infatti l'ipotesi di partenza è che ambienti geochimici diversi siano in grado di dare un assemblaggio in elementi traccia in grado di incidere sulla qualità e tracciabilità del prodotto olio. Considerando le caratteristiche geochimiche dei litotipi come variabili principali da indagare, nella prima fase della ricerca abbiamo cercato di mantenere il più possibile costanti gli altri fattori ambientali che concorrono alla tipizzazione del prodotto olio EVO quali il clima (macro, meso e micro) la

topografia e le cultivar. Da un punto di vista geologico il paesaggio della Toscana è caratterizzato da molteplici geodiversità litologiche. Schematicamente vi si ritrovano: (i) rocce magmatiche; (ii) arenarie; (iii) argilliti; (iv) calcari; (v) depositi paleo-lacustri e fluviali e (vi) depositi paleo-marini. Molti di questi litotipi caratterizzano i suoli dell'areale fiorentino, dove si ritrovano le olivete dell'Az. Agr. Pruneti e del Frantoio Grevepesa, invece altre come i depositi fluvio-lacustri tipizzano la Valtiberina in corrispondenza dell'Az. Faggeto. Sono stati inoltre considerati anche altri litotipi importanti, al fine di un confronto successivo in termine di olio prodotto, che non erano presenti nei territori dove ricadono le aziende agricole del GO. Questi sono le vulcaniti del Pleistocene Superiore (400-200 mila anni fa) che hanno dato luogo, nella Toscana meridionale, al Monte Amiata ed ai paesaggi alle sue pendici oltre che alle zone di Pitigliano, Sovana e Sorano e parte delle isole dell'arcipelago toscano. L'individuazione dei punti di campionamento rappresentativi delle differenti litologie è stato pertanto oggetto di indagine della prima parte del progetto.

Durante la prima riunione di coordinamento, tenutasi presso il Laboratorio Biochimie il giorno 30 gennaio 2020, fu infatti concordato, con le aziende agricole, di fornire ai ricercatori la documentazione necessaria per poter individuare quali fossero gli appezzamenti ad olivo da monitorare per ottenere la massima variabilità geologica in grado di dare una risposta univoca nella tipologia di prodotto finale. Dopo una parametrizzazione dei fattori ambientali in ambiente GIS, partendo dal modello digitale del terreno, cartografie geologiche, mappe di uso del suolo e cartografia catastale, sono state individuate sedici olivete (**Tab. 1**) con i relativi punti di campionamento del suolo. Sono seguiti dei sopralluoghi congiunti in campo ed infine è stata fornita agli agricoltori la mappa dei punti da campionare, in numero di cinque per ogni oliveta, con i relativi cartellini segnaletici da porre in prossimità delle piante oggetto di campionamento (**Fig.3**). Per poter effettuare un corretto campionamento dei suoli, i ricercatori, in una prima fase, hanno illustrato agli agricoltori/personale aziendale la tecnica da eseguire e hanno anche fornito loro il materiale necessario, come la trivella e i sacchetti per contenere i diversi campioni.

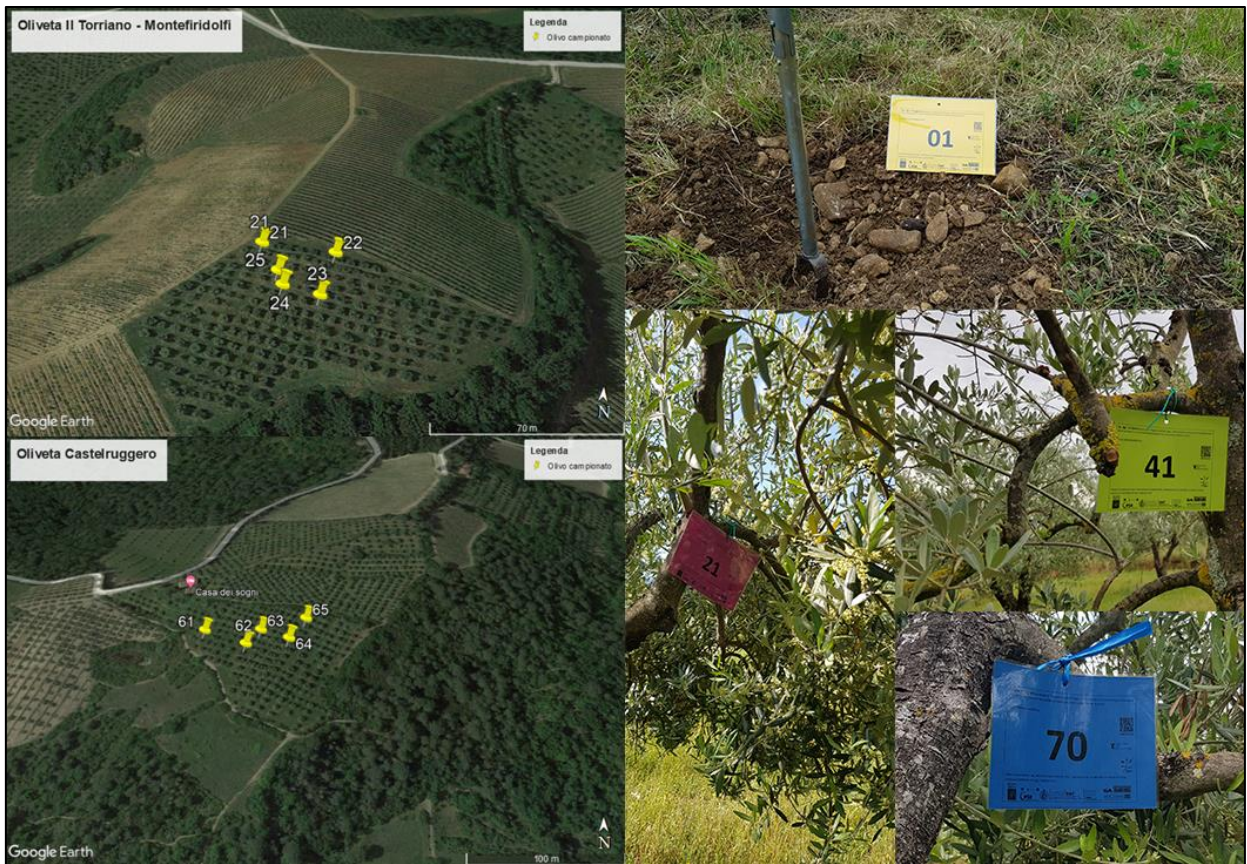


Figura 3 – A sinistra due immagini satellitari delle olivete dell’Azienda Agr. La Sala del Torriano (Montefridolfi, San Casciano, FI) e dell’Azienda Agr. Castel Ruggero Pellegrini (Bagno a Ripoli, FI) entrambi soci del Frantoio del Grevepesa, tratte da *Google Earth* con il posizionamento dei punti di campionamento nelle olivete. A destra alcune immagini di olivi con il relativo cartellino segnaletico. Il punto n.01 si trova ad Anghiari presso l’Az. Agr. Il Faggeto di Leda Acquisti.

Sono state condotte tre campagne di rilevamento (suoli-olive-olio) nell’arco della durata del PS-GO (2020-2021 e 2022). Nella **figura 4** vengono riportate alcune immagini delle varie attività condotte dagli agricoltori. I suoli sono stati campionati generalmente in concomitanza della fioritura (**Fig. 2**) e sono stati prelevati nei primi 30 cm di profondità, cioè dove sussiste la maggiore attività microbica e in corrispondenza delle radici superficiali della pianta di olivo. Successivamente in prossimità dell’epoca di maturazione delle olive sono state campionate le drupe dalle cinque piante selezionate per ogni oliveta. Non tutti gli anni sono state campionate le drupe e questo è dipeso principalmente da fattori climatici che hanno influenzato la disponibilità del raccolto. La frangitura delle olive, ad opera del frantoio aziendale o della cooperativa, è avvenuta sulle singole partite di olive raccolte esclusivamente negli appezzamenti individuati per le finalità del PS-GO. Sono state effettuate anche più frangiture sulle olive raccolte dallo stesso appezzamento sia per valutare l’influenza dello stadio di maturazione che

l'impatto delle diverse tecnologie di frangitura (linea Pieralisi e linea Mori), sia sulla componente organica che inorganica.



Figura 4 – Alcune immagini riprese dagli agricoltori durante le attività svolte nel PS-GO GeOEVO APP durante le campagne olivicole 2020-2021-2022, dal campionamento delle olive alla filtrazione dell'olio.

Dopo ogni frangitura è stata eseguita una accurata operazione di lavaggio dei macchinari del frantoio in modo tale da evitare al massimo le “contaminazioni” del prodotto ma anche per migliorare la qualità dell'olio ottenuto anche attraverso la sua filtrazione. Per quanto concerne la qualità delle olive raccolte, l'azienda agricola Faggeto ha destinato un operatore a controllarne l'integrità prima di essere frante, dato che le olive della varietà gentile di Anghiari risultano essere particolarmente delicate e facilmente attaccabili da parassiti; in due occasioni, infatti, hanno subito danni da grandine. Durante la frangitura, inoltre, sono stati raccolti, ad opera degli agricoltori/operai agricoli, campioni di paste oltre che di olio. I campioni di olive destinati alle analisi del metagenoma sono stati prontamente consegnati al laboratorio di Scienza del Suolo (DAGRI) oppure tenuti temporaneamente in congelatore.

Tutti i campioni, una volta raccolti, sono stati portati in maniera tempestiva, dalle aziende agricole o dai ricercatori, presso i vari laboratori (**Fig. 5; Tab.2**). Il **Laboratorio Biochimie** si è

occupato della determinazione degli elementi delle terre rare (REE) prima in campioni di suolo, attraverso la determinazione della loro frazione biodisponibile mediante attacco con DTPA a pH 5-6 e acidificazione con HNO₃ ultrapuro e della frazione pseudototale mediante attacco con una miscela di acqua regia (HCl e HNO₃ ultrapuri). La frazione biodisponibile è rappresentativa della composizione dei metalli che possono essere estratti dal suolo dalla rizosfera della pianta mentre la frazione solubile in acqua regia è rappresentativa dei metalli contenuti nei carbonati, solfati, fosfati ed ossiidrossidi di Fe e Mn. Dopo aver trattato il campione, sono stati determinati in ICP-MS con Standard certificato i seguenti elementi: Stronzio (Sr), Ittrio (Y), Lantanio (La), Cerio (Ce), Praseodimio (Pr), Neodimio (Nd), Samario (Sm), Europio (Eu), Gadolinio (Gd), Terbio (Tb), Disprosio (Dy), Osmio (Os), Erblio (Er), Tulio (Tm), Itterbio (Yb) e Lutetio (Lu). Successivamente sono stati trattati, sempre con acidi ultrapuri, i campioni di olive e di olio e quindi sono state determinate le REE mediante lo stesso strumento. La messa a punto della metodologia più idonea da adottare per estrarre le REE (alcune riconosciute ISO) dalle diverse matrici, ha visto un ampio confronto fra i tecnici del laboratorio Biochimie e i ricercatori/docenti del Dipartimento di Scienze della Terra (DST). Sono state realizzate varie prove con diverse tipologie di standard e di procedure per l'attacco acido delle varie matrici specialmente per quanto concerne l'estrazione delle REE dall'olio dove sono state fatte ripetute prove con attacco acido e agitazione della soluzione a tempi diversi. Le soluzioni estratte dal laboratorio Biochimie sono state consegnate al DST per la lettura degli isotopi dello stronzio. Il **Laboratorio di Geochimica degli Isotopi Radiogenici (DST)** ha misurato quindi il rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ tramite spettrometria di massa a ionizzazione termica e settore magnetico (TIMS). Prima di procedere alla lettura con il TIMS la soluzione consegnata da Biochimie è stata attaccata ulteriormente con acqua regia per poter degradare al massimo la sostanza organica e poi una volta evaporata la soluzione, lo stronzio (Sr) è stato separato dalla restante matrice mediante resine a scambio cationico specifiche appunto per lo Sr. Tutto questo sotto cappa a flusso laminare in modo tale da evitare contaminazioni esterne in quanto le composizioni isotopiche dello stronzio, espresse come $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sono generalmente contraddistinte da errori (espressi come errore standard della media al 95% di livello di confidenza) in condizioni ottimali <10 ppm (nel caso degli oli gli errori sono più elevati per la bassissima quantità di Sr analizzata).

Le analisi relative al metagenoma del suolo e delle drupe sono state effettuate dal **Laboratorio di Scienza del Suolo (DAGRI)**. L'analisi delle comunità microbiche è stata effettuata mediante l'estrazione di DNA dai campioni di suolo e drupe, purificazione, amplificazione e successivo

sequenziamento della regione V3-V4 del gene 16S rRNA eubatterico mediante *Next Generation Sequencing* (NGS) con piattaforma Illumina NovaSeq PE 250 System (Illumina, CA, USA). Mediante tale procedimento sono state ricavate un totale di 2.219.018 sequenze della regione V3-V4 del gene 16S rRNA raggruppate in 9.864 OTU (Unità Tassonomiche Operative) per i suoli e in 416 OTU per le drupe. Successivamente sono state identificate e comparate fra i vari campioni analizzati. Le analisi delle sequenze ottenute sono state eseguite mediante *software* Uparse (Uparse, v7.0.1001); le sequenze con somiglianza $\geq 97\%$ sono state assegnate alle stesse OTU. Ogni sequenza rappresentativa è stata confrontata (*software* Mothur) con quelle presenti nel database SILVA per l'identificazione tassonomica delle specie. Le informazioni sull'abbondanza delle OTU sono state normalizzate utilizzando uno standard di numero di sequenza corrispondente al campione con il minor numero di sequenze.

Le analisi sulla componente aromatica volatile dell'olio è stata effettuata presso il **Laboratorio ARCA IBBR del CNR** mediante la tecnica della microestrazione in fase solida dello spazio di testa, seguita poi da gas cromatografia con spettrometria di massa come rivelatore delle molecole (misura qualitativa). La loro quantificazione è stata poi rilevata mediante l'uso di curve di calibrazione costruite con standard autentici, in accordo al metodo degli standard interni multipli messi a punto precedentemente. Infine i biofenoli dell'olio sono stati quantificati e identificati dal **Laboratorio Analytical** mediante cromatografia liquida (HPLC).

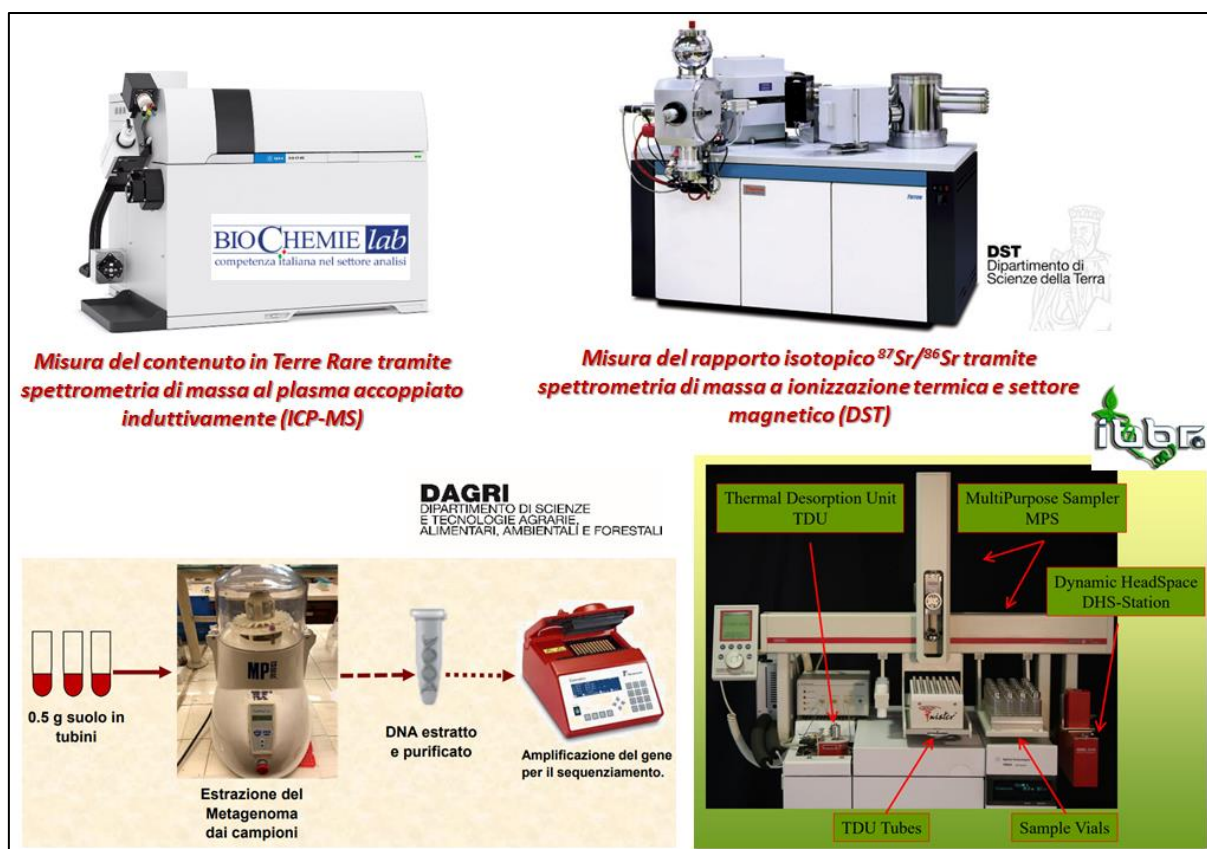


Figura 5 – Strumentazione utilizzata nel PS-GO GeOEVO App per la determinazione degli elementi delle terre rare, rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, del metagenoma batterico e della componente aromatica volatile dell’olio (GC-MS-HS).

LABORATORIO	MATRICI ANALIZZATE/DATI	PARAMETRO
BIOCHEMIE*	SUOLO, OLIVE, OLIO	Sr, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb e Lu
GEOCHIMICA DEGLI ISOTOPI RADIOGENICI – DST*	SUOLO, OLIVE, OLIO	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
SCIENZA DEL SUOLO – DAGRI*	SUOLO, FOGLIE, OLIVE	METAGENOMA BATTERICO
ARCA IBBR CNR	OLIO	COMPOSTI AROMATICI VOLATILI
ANALYTICAL	OLIO	BIOFENOLI
TELERILEVAMENTO – DST*	GEODATABASE: MODELLO DIGITALE DEL TERRENO, IMMAGINI SATELLITARI, CARTOGRAFIE TEMATICHE, GEOCHIMICI, BIOCHIMICO- MOLECOLARI, COMPOSTI ORGANICI	

Tabella 2 – Laboratori, matrici e parametri analizzati nel PS-GO GeOEVO App. Nota: con il simbolo (*) si identificano i laboratori del partenariato.

Il **Laboratorio di telerilevamento** del DST si è occupato dell'allestimento in ambiente GIS della banca dati territoriale utilizzata per estrapolare la griglia di campionamento e la successiva analisi geostatistica dei dati. L'utilizzo contemporaneo di software GIS open source, GRASS e SAGA GIS, insieme al software SPM acquistato nell'ambito del progetto ha permesso di esplorare i fattori ambientali caratterizzanti il territorio delle aziende del Chianti fiorentino dove si assiste ad una elevata variabilità litologica e maggiore rispetto all'areale della Valtiberina fino ad oggi preso in considerazione. Inoltre tramite tecniche di data mining che comprendono classificazione, regressione e *clustering* sono stati definiti (i) i rapporti delle REE significativi per discriminare la diversa provenienza degli oli; (ii) i rapporti delle REE significativi per relazionare il suolo di origine con le olive prodotte; (iii) le REE che agiscono come cofattori ambientali per la presenza di determinate comunità microbiche e specifiche per i diversi terreni presi in considerazione (in collaborazione con il DAGRI); (iii) i composti aromatici e/o biofenoli identificativi dei diversi areali produttivi e dei frantoi. Ulteriori analisi dei dati anche per il perfezionamento del modello sono attualmente in corso.

Tutti i risultati via via ottenuti sono stati esposti ed illustrati dai ricercatori alle aziende agricole del partenariato soprattutto durante i sopralluoghi fatti in azienda; in ottemperanza alle restrizioni nel periodo COVID (2020-2021), i risultati sono stati presentati in modo individuale. Ulteriori confronti sono stati effettuati durante le riunioni di coordinamento e gli incontri tematici

Nel sito web dedicato [GeoEvo App - Tracciabilità olio extravergine di oliva - Gruppo Operativo | Home \(ciatoscana.eu\)](http://GeoEvo App - Tracciabilità olio extravergine di oliva - Gruppo Operativo | Home (ciatoscana.eu)) tutte le attività sono state esposte dai ricercatori, dagli agricoltori coinvolti e dai tecnici della CIA tramite foto, interviste, partecipazione ad incontri regionali ed articoli scientifici e divulgativi. Ricordiamo che **CIPA-AT GR (P8)** ha organizzato n. 3 corsi dedicati, mentre **CIA (P7)** si è occupata del sito, degli incontri tematici, della divulgazione, disseminazione e delle due visite guidate.

4. Prodotti e risultati conseguiti (PARTNER COINVOLTI: TUTTI)

Il PS GO si proponeva di arrivare allo sviluppo di un protocollo operativo, per definire di concerto con i produttori e i ricercatori, (i) se gli oli prodotti raggiungessero standard qualitativi dell'olio EVO in funzione dell'areale di produzione e (ii) trovare dei marcatori al fine di sviluppare un modello di caratterizzazione territoriale per la valorizzazione aziendale dell'olio EVO prodotto.

Un **primo risultato raggiunto è il miglioramento qualitativo dell'olio EVO prodotto** sotto il profilo salutistico, della componente aromatica e in generale delle caratteristiche sensoriali, in seguito (i)

all'identificazione dei punti critici durante la fase di lavorazione delle olive che incideva in maniera decisiva sul raggiungimento di certi standard qualitativi, (ii) alla consapevolezza dell'influenza che hanno le diverse tecniche di estrazione dell'olio sul prodotto finale (**Fig. 6 e Fig. 7**) e (iii) alla acquisita capacità di interpretazione di alcuni dati analitici come i rapporti di prova dei composti dei biofenoli. Tale risultato risulta essere particolarmente importante sia per aumentare lo standard qualitativo degli oli prodotti in Toscana ma anche perché nel momento in cui si decide di trovare dei marcatori territoriali per ancorare il prodotto olio al "terreno di origine" è necessario che tali oli siano privi di difetti. Le aziende dei soci del Grevepesa hanno beneficiato da questo confronto scegliendo in maniera consapevole la linea di frangitura, infatti nel 2022 il Grevepesa ha acquistato una seconda linea, quella Mori, che si è andata ad aggiungere alla Perialisi.

Mentre l'Az. Agr. Faggeto di Leda Acquisti a seguito delle prove analitiche oltre che a quella di assaggio dell'olio, ha deciso di intervenire sull'ammodernamento di alcune componenti in frantoio come la sostituzione del frangitore ed apportando ulteriori modifiche alle gramole. Tutto ciò ha portato alla produzione di un olio nell'annata 2022-2023 di grande qualità e privo di quelle componenti che erano sintomo di forte stress ossidativo e di idrolisi delle olive e relative paste durante la frangitura, come il tirosolo e l'drossitirosolo, che erano arrivati ad avere anche concentrazioni superiori a 10 mg/kg. Considerando che tali valori devono rimanere intorno all'unità. Le aziende oltre ai rapporti di prova emessi dal laboratorio hanno ricevuto supporto da parte dei ricercatori nell'interpretazione dei risultati analitici e riceveranno un report riassuntivo ed esplicativo dei risultati riguardanti i biofenoli e la componente aromatica volatile.

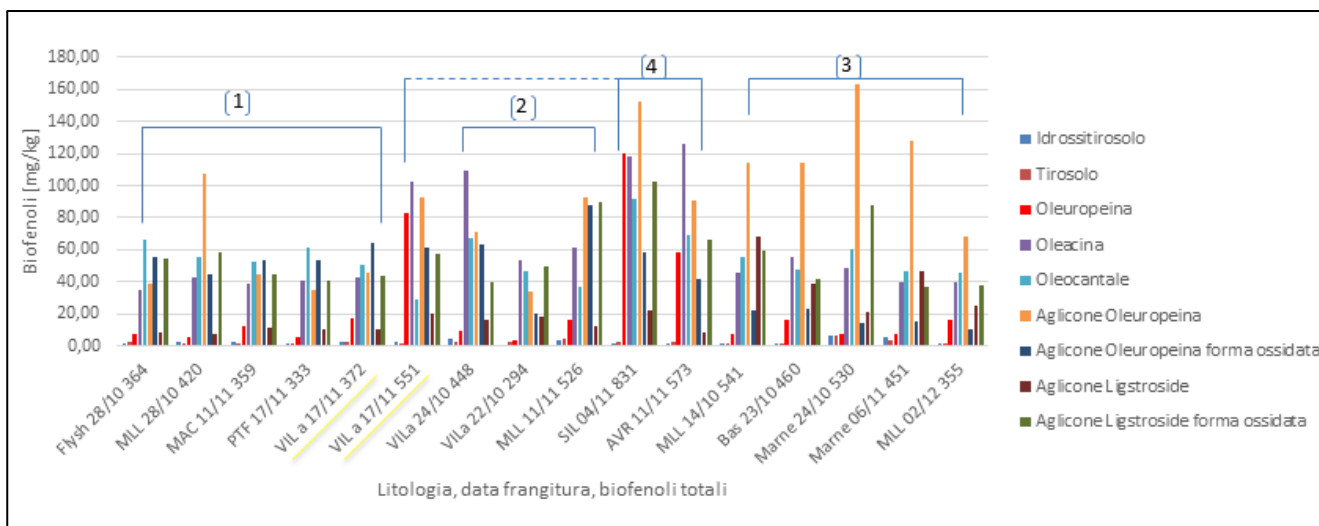


Figura 6 – Il grafico a barre mette in evidenza l’effetto delle differenti tecniche di frangitura sulla composizione fenolica degli oli extravergini di oliva (mg/kg olio) prodotti nell’ambito del PS GO GeOEVO App nella campagna olearia 2020-2021. Vengono riportati i secoiridoidi, cioè dei biofenoli ad alto peso molecolare: l’oleuropeina e l’oleocantale i più conosciuti ed apprezzati dai consumatori e dai produttori e gli agliconi oleuropeina (barra arancione-gialla) che hanno un elevato valore salutistico, risultando implicati in modo positivo per i loro effetti contrastanti nei confronti delle patologie neurodegenerative. I numeri in parentesi e in alto indicano quattro frantoi differenti: Grevepesa, Pruneti, Torrebianca e Faggeto. A titolo di esempio da notare come l’olio prodotto in due frantoi differenti, da olive raccolte lo stesso giorno nella stessa oliveta e situata su ciottolami (VIL a, sottolineata in giallo), presenti concentrazioni differenti in biofenoli totali (372 con linea Peralisi e 551 con linea Mori) e in tipologia di biofenoli estratti.

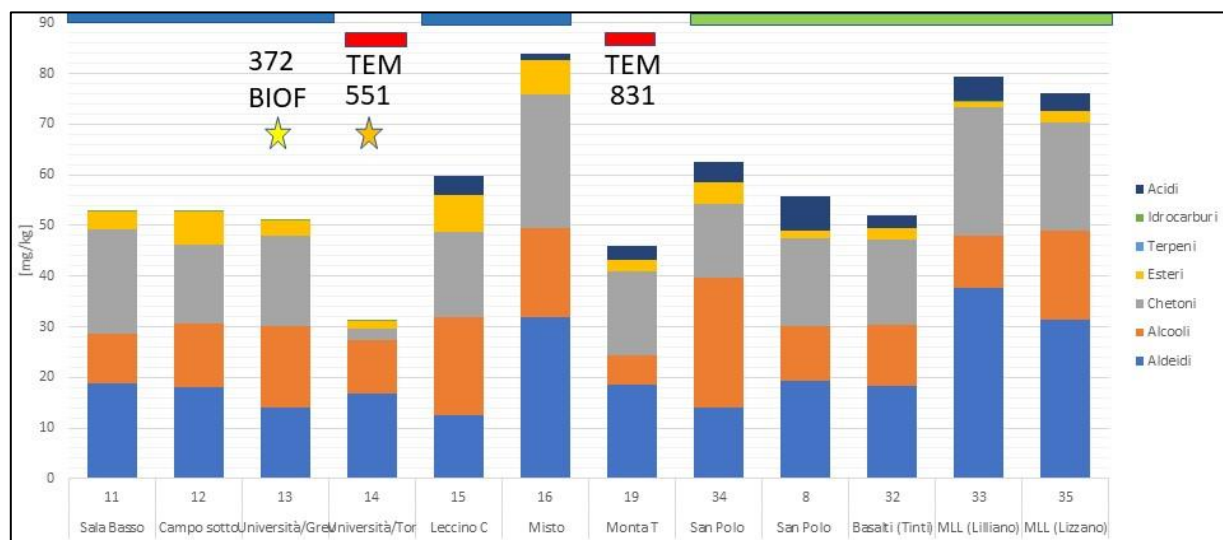


Figura 7 – Il grafico a barre mette in evidenza l’effetto delle differenti tecniche di frangitura sulla composizione aromatica volatile degli oli extravergini di oliva (mg/kg olio) prodotti nell’ambito del PS GO GeOEVO App nella campagna olearia 2020-2021.

Gli altri risultati ottenuti nell’ambito del PS GO GeOEVO App sono inerenti la caratterizzazione territoriale che è partita appunto dall’analisi geochimica e biochimico-molecolare dei suoli.

Il secondo risultato raggiunto è che i suoli delle differenti olivete mostrano delle caratteristiche univoche in funzione del substrato pedogenetico e della morfologia del territorio. Tali caratteristiche vengono trasmesse alle olive indipendentemente dalle cultivar. Ogni azienda può quindi rivendicare la propria unicità di prodotto all’interno di un contesto territoriale. L’esistenza di

una relazione fra modello del suolo e delle olive è la diretta espressione del valore connesso ai processi abiotici (litologia, geochimica, geomorfologia, suoli), per un determinato territorio, in termini anche funzionali per l'ecosistema.

Un **ulteriore risultato** trovato è che i microrganismi, **le popolazioni batteriche dei suoli**, sono diversi in funzione degli areali di produzione e delle litologie ma **insieme alle REE concorrono a definire il “suolo di origine” dell'olio EVO**. E' possibile quindi individuare all'interno delle olivete del PS-GO GeOEVO App quattro areali distinti fra loro in funzione delle caratteristiche bio-geochimiche dei suoli: (i) Chianti Fiorentino, (ii) Lamole, (iii) Anghiari e (iv) Pitigliano. Come verrà illustrato in maniera più approfondita nelle successive relazioni tecniche del DST e del DAGRI ogni oliveta con il proprio suolo presenta delle caratteristiche geologiche e microbiologiche peculiari. Tali caratteri ambientali creano il presupposto per ottenere degli olii con la propria impronta territoriale.

L'analisi della composizione batterica nelle drupe suggerisce come anche a livello dei frutti è possibile evidenziare una differenziazione batterica legata all'areale geografico, come nel caso di Lamole.

Il risultato ultimo è proprio la caratterizzazione geografica dell'olio EVO delle varie aziende inserite in differenti areali geografici e che frangono le proprie olive con processi di estrazione differenti. Si viene quindi a delineare **un algoritmo specifico per ogni olio prodotto** le cui componenti sono date da specifici rapporti in REE, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, presenza di determinati metalli (es. elevata concentrazione di sodio negli olii di Pitigliano), pattern specifici di biofenoli e composti aromatici volatili. Tutte queste informazioni insieme alla componente biochimico-molecolare, costituiscono un **“geodatabase olivete”** (Fig.8) dal quale è possibile ricavare una **scheda tecnica illustrativa monografica per ogni oliveta partecipante al PS GO**. Tale database informatico **potrà essere implementato dai futuri sviluppi progettuali ed è comunque messo a disposizione degli enti preposti alla valorizzazione e tutela del prodotto locale oltre che delle aziende del GO** ed è da considerarsi come prototipo per ulteriori applicazioni future, come ad esempio nel campo della sostenibilità ambientale.

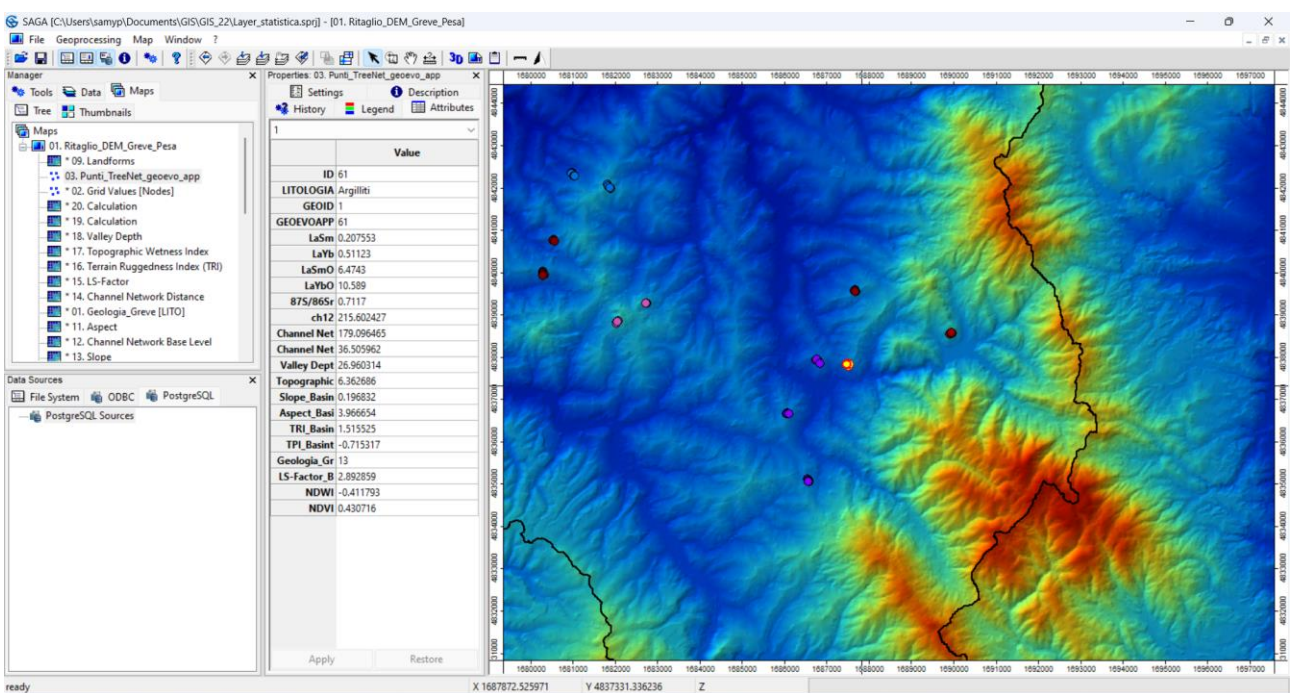
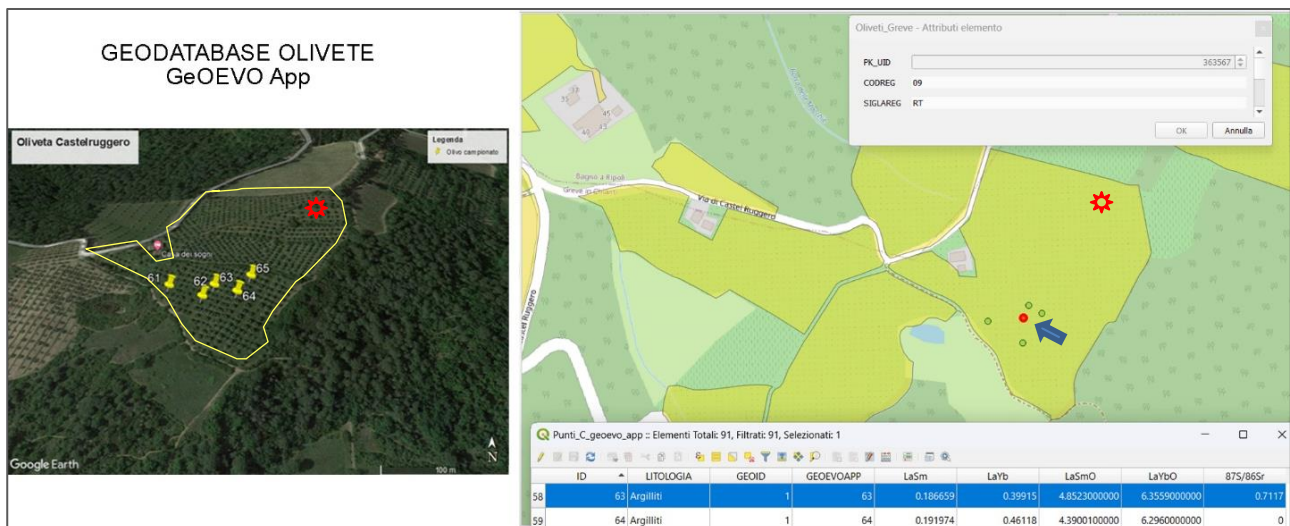


FIGURA 8 – MAPPATURA DELLE OLIVETE E DEGLI OLIVI CAMPIONATI. OGNI PIANTA DI OLIVO PRESCELTA PER LA SPERIMENTAZIONE È STATA GEOREFERENCEZZATA, QUESTO HA PERMESSO DI CREARE UN “GEODATABASE OLIVETE” CONTENENTE TUTTE LE INFORMAZIONI GENERATE CON IL GO GEOEVO APP. NELL’IMMAGINE SOPRA VIENE RIPORTATA A TITOLO DI ESEMPIO L’OLIVETA DI CIRCA 5 HA (DELIMITATA TRAMITE POLIGONO VETTORIALE) CON VARIETÀ DI OLIVO AMERICANO SITUATA A CASTEL RUGGERO, BAGNO A RIPOLI, FIRENZE. I CINQUE PUNTI IDENTIFICANO GLI OLIVI GEOLOCALIZZATI.

La visualizzazione web GIS delle olivete monitorate con i vari parametri presi in esame è già disponibile nel sito web del progetto <https://geoevo.ciatoscana.eu> (Figura 9).

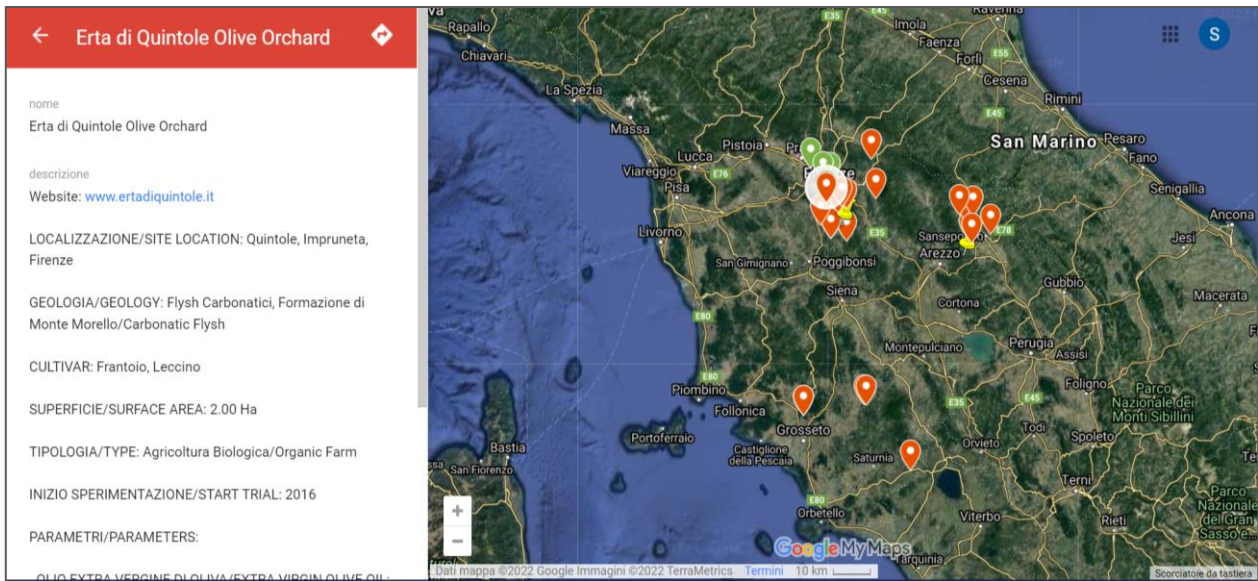


Figura 9 – Visualizzazione web GIS e geodatabase informativo delle olivete che hanno partecipato alla sperimentazione del PS GO GeOEVO App, disponibile sul sito web del progetto.

Oltre agli oli prodotti nell'ambito del PS-GO e quindi in Toscana, sono stati analizzati per gli elementi delle terre rare ed i composti aromatici anche altri olii italiani ed internazionali. Il risultati hanno mostrato come alcuni olii commerciali provenienti dalla Grecia e dalla Tunisia presentino valori di rapporti in REE, Gd/Yb e La/Y anche dieci volte superiori rispetto agli oli del PS GO GeOEVO App e quindi ben identificabili. Interessante notare, inoltre, come gli oli prodotti da olivi coltivati su Marne di San Polo, Flysh Carbonatici (Impruneta), Pietraforte (Rignana, Greve in Chianti) e ciottolami (Vila M, Montefiridolfi) presentano dei rapporti in REE paragonabili fra di loro, indicando che mantengono l'informazione trasmessa dall'origine genetica dei litotipi e quindi dei suoli. Infatti, è stato dimostrato da precedenti studi, che i suoli del Chianti fiorentino sviluppatasi su conglomerati di origine paleofluviale, come nel caso di Montefiridolfi (San Casciano V.P.) presentano dei tratti riconducibili alla Falda Toscana (Marne di San Polo) come la componente arenacea dei suoli, mentre i ciottoli deriverebbero dallo smantellamento dei rilievi calcarei della Pietraforte. L'utilizzo combinato di più marcatori può aiutare a mettere maggiormente in risalto la provenienza univoca di un olio di oliva come mostrato dall'uso combinato di REE e rapporto isotopico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Ad esempio, utilizzando il $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e il La/Y, si può discriminare un olio proveniente dalla regione Puglia rispetto ad olii del PS GO. Molteplici comunque possono essere le combinazioni utilizzabili fra $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e i 14 elementi delle terre rare, ognuna in grado di caratterizzare con un certo grado di probabilità la diversa origine degli oli EVO.

5. Ricadute economiche e ambientali (PARTNER COINVOLTI: TUTTI)

Il progetto ha già avuto delle **ricadute economiche positive** per le imprese produttrici partecipanti al PS GO GeOEVO App che si potranno anche apprezzare nel lungo periodo quando ulteriori aziende, interessate alle finalità del progetto, saranno in grado di valorizzare le peculiarità dell'olio EVO da esse prodotto. L'interesse mostrato nei confronti del presente PS GO da parte di numerose piccole e medie aziende agricole del territorio toscano ha fatto sì che fosse proposta una ulteriore fase progettuale in cui verranno messi in contatto tramite piattaforma Web GIS (creazione di una rete) tre areali, quali la Maremma, il Chianti fiorentino e l'Alta Valtiberina. Questo permetterebbe di far conoscere ai consumatori le peculiarità di ogni produttore nel suo contesto territoriale con ampie ricadute economiche oltre che ambientali. Le ricadute economiche positive dell'attuale PS GO sono arrivate in seguito al raggiungimento di vari risultati ed essenzialmente sono riconducibili:

- I. Al miglioramento del prodotto sotto il profilo qualitativo, salutistico, aromatico e di conservabilità. Infatti, durante lo studio è emerso che, a seguito di processi idrolitici, ossidativi e fermentativi dovuti a molteplici aspetti legati alla fase di estrazione dell'olio, si formano molecole, come l'idrossitirosolo e il tirosolo, che pur essendo degli anti-ossidanti naturali, la loro presenza ad elevata concentrazione è sintomo di processi di idrolisi di molecole più complesse e questo ci indica che diminuisce la durata di conservazione dell'olio, oppure, per la scarsa pulizia (legata alla difficoltà oggettiva nel pulire alcune attrezzature), si formano molecole, come l'acido propionico, che ne influenzano in maniera negativa le caratteristiche organolettiche. Preso atto dei punti critici del proprio frantoio le aziende in questi tre anni hanno ammodernato i macchinari e ottimizzato le fasi di lavorazione, per quanto possibile, migliorando il prodotto finale;
- II. L'acquisizione di informazioni e conoscenze importanti per riconoscere le caratteristiche peculiari del proprio olio al fine di promuovere un acquisto consapevole favorendo la fidelizzazione della clientela. Le aziende hanno manifestato il loro apprezzamento nello scambio di informazioni generate durante l'arco del progetto, risultando particolarmente interessate a tutti gli aspetti ed ai risvolti pratici ed immediati derivanti dal *fingerprinting* dei composti biofenolici. Questo aspetto non sarebbe imputabile tanto alla varietà delle olive quanto alla messa a punto di attente operazioni agronomiche e al lavoro dell'operatore di frantoio oltre che

all'impiantistica del frantoio stesso. Il PS GO ha permesso quindi di aumentare il livello di conoscenza degli operatori e professionisti del settore portando ad un aumento della diffusione del sapere anche al grande pubblico per renderlo più informato e capace di riconoscere ed apprezzare un prodotto di alta qualità. La realizzazione del "geodatabase olivete" da cui derivare schede monografiche di ogni oliveta e dell'olio prodotto, contenenti tutte le informazioni generate con il PS-GO, permetterà di monitorare l'evoluzione degli oli, valorizzandoli insieme al territorio di origine. Per tali oli, qualitativamente superiori, il consumatore potrebbe essere portato a riconoscere un "premium price" con ricadute economiche positive su tutti gli operatori della filiera.

- III. Il PS GO GeOEVO App rappresenta la prima realtà a livello di territorio toscano, ma anche della scena internazionale, che abbia **definito scientificamente il legame esistente fra geodiversità di paesaggi e olio EVO prodotto**, attraverso l'utilizzo di marcatori geochimici e biochimico molecolari. Mediante lo studio del metagenoma batterico del suolo degli oliveti è stato possibile trovare l'esistenza di una relazione fra biodiversità e geodiversità dei suoli (**Fig. 9**), cioè fra la componente biotica, responsabile dei cicli biochimici nel suolo e gli elementi minerali biodisponibili (componente abiotica) del suolo stesso. Tali elementi, come illustrato nella figura **8**, diventano dei *marker* territoriali rintracciabili nelle olive, dimostrando che esiste una intima relazione fra prodotto e la sua terra di origine. Questi risultati sono particolarmente importanti al fine di sostenere e rafforzare la sostenibilità e la tutela dell'ambiente, compresa la biodiversità. Inoltre, sono in linea con gli obiettivi della COP26, *promuovendo un settore agricolo intelligente, competitivo e resiliente*, in accordo con le iniziative del *Green Deal* europeo. In questo senso si può affermare che il **PS GO GeOEVO App ha ampie ricadute ambientali in tutto il territorio della Toscana**, non solo confinate nei territori in cui risiedono le aziende agricole del partenariato. L'ampio interesse mostrato dalle aziende olivicole toscane ha aumentato il numero di oliveti posti sotto monitoraggio passando dalle iniziali sedici alle ventiquattro olivete, come si evince dalla mappa visualizzabile nella prima pagina del sito del progetto GeoEvo App - Tracciabilità olio extravergine di oliva - Gruppo Operativo | Home (ciatoscana.eu) (**Figura 11**). Inoltre, l'inserimento di ulteriori aziende e la fiducia instaurata con le aziende partecipanti al PS GO GeOEVO App ha permesso di sottomettere un nuovo progetto nella misura 16.2 Regione Toscana.

In generale, i risultati ottenuti hanno rafforzato l'interesse verso la coltura dell'olivo promuovendo la sostenibilità e la biodiversità sia dei suoli che delle cultivar di olive locali.

6. Spese sostenute per l'attuazione del PS-GO AL 06.02.2023 (PARTNER COINVOLTI: TUTTI)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P7
	GREVEPESA	DAGRI	DST	G PRUNETI	FAGGETO	BIOCHEMIE	CIA Mis.1.2	CIA Mis.1.3
Investimenti Immateriali	2.106,00	0	0	570,00	1.158,40	0	15.072,00	3.294
Personale dipendente	6.522,56	33.556,84	34.853,71	4.288,84	5.600,41	37.038,08	8.000,76	3.235
Personale non dipendente	0	26.427,28	93.834,81	0	0	0	0	0
Missioni e trasferte	0	0	401,86	0	392,11	0	163,82	138
Beni di consumo e noleggi	540,00	13.333,72	17.709,64	572,00	505,50	23.236,48	0	0
Macchinari e attrezzature, software/hardware (solo ammortamento)	0	0	6.079,67	0	0	0	0	0
TOTALE COSTI	9.168,56	73.317,84	152.879,68	5.430,84	7.618,02	60.274,56	23.236,58	6.667,00

Tabella 3a – Spese sostenute per l'attuazione del PS GO GeOEO App al 06.02.2023

TITOLO PS-GO:		GEOEVO App					
SEDE CORSO	MATRICOLA	Num. Ore previste	Num. Allievi IDONEI	UCS SRP €	UCS SFA €	VALORE €	CONTRIBUTO €
ANGHIARI (AR)	08633340101B	20	16	254,31	2,26	5.809,40	4.647,52
GROSSETO	08633340102B	20	10	254,31	2,26	5.538,20	4.430,56
FIRENZE	08633340103B	20	7	254,31	2,26	5.402,60	4.322,08
TOTALE	Nr 3 Corsi	60	33			16.750,20	13.400,16

VALORI TOTALI					
Spesa assegnata	Contributo assegnato		VALORE ATTIVITA'	80% del Contributo richiesto	VALORE DEL SAL
27.027,80	22.597,25		16.750,20		13.400,16

Tabella 3b – Spese sostenute per l'attuazione dell'attività formativa da CIPA-AT P8

Nella **tabella 3** vengono riportate le spese sostenute alla data del 06.02.2023. Per l'ufficialità del dato si rimanda comunque alla rendicontazione finale presentato da ciascun partner tramite la relativa DUA su ARTEA.

Per un totale speso di 355.343,28 € su un costo totale ammesso di 345.764,60

7. Quadro delle attività di trasferimento di conoscenze realizzate (PARTNER COINVOLTI: TUTTI)

Di seguito si riportano le attività previste all'interno del WP7 e WP8 i relativi riferimenti per il reperimento dei materiali divulgativi prodotti.

Nella **tabella 4** vengono riportate ulteriori attività di disseminazione ed informazione attuate dai ricercatori in collaborazione con gli agricoltori.

Inoltre in occasione del Convegno finale sono stati pubblicati vari servizi, da ricordare:

1. l'articolo uscito su Unifi Magazine [La toscania dell'olio è scritta nella terra - Unifimagazine - La testata online dell'Ateneo fiorentino](#);
2. 15/DIC/2022 Articolo su la Repubblica Firenze "L'olio sarà tracciato l'Università mappa i terreni" a pag. 8.
3. 29/12/2022 Servizio su TVR TELEITALIA 7 GOLD Ore 18.00 OGGI IN TOSCANA: Firenze - GeoEvo, il progetto dell'Università di Firenze, una carta d'identità dell'olio toscano. Intervista a Maria Teresa Ceccherini, Docente del Dipartimento di Scienze e Tecnologia Agrarie Unifi.

La disseminazione progettuale si è articolata attraverso una molteplicità di azioni con comunicazione multi-canale e targhettizzata per i beneficiari della sottomisura **WP7**.

- **Realizzazione di pagine web e social dedicate:** <https://geoevo.ciatoscana.eu/>
 - **Indicatori di risultato:** 2.000 visualizzazioni, oltre 600 utenti raggiunti. All'interno del sito sono stati proposti gli aggiornamenti forniti dal partenariato sulle attività svolte; il numero complessivo di utenti pur risultando importante numericamente è significativo considerato l'interesse settoriale e la specificità dell'innovazione proposta.
- **Incontro tematico 08-02-2021:** <https://geoevo.ciatoscana.eu/geoevo-app-il-video-completo-del-webinar-del-gruppo-operativo-8-febbraio-2021/>
 - **Indicatori di risultato:** 27 destinatari finali raggiunti. L'incontro online è stato registrato e la registrazione è disponibile all'interno del canale di Cia Toscana su Youtube.
- **Realizzazione e pubblicazione opuscolo informativo:** all'interno del sito

- **Indicatori di risultato:** predisposizione e stampa di 300 copie. Le pubblicazioni sono state distribuite durante le iniziative organizzate e promosse da Cia Toscana, inerenti al progetto o comunque alla tematica dell'innovazione proposta
- **1° Visita guidata 05-05-2022:** <https://goevo.ciatoscana.eu/vinci-la-prima-visita-guidata-di-goevo-app/>
 - **Indicatori di risultato:** 8 partecipanti. La visita si è svolta in collaborazione con il GO Biosynol.
- **Incontro tematico Pitigliano 07-07-2022:** <https://goevo.ciatoscana.eu/notizie/>
 - **Indicatori di risultato:** 19 destinatari finali raggiunti.
- **2° Visita guidata 13-07-2022:** <https://goevo.ciatoscana.eu/goevo-app-visita-guidata-allazienda-agricola-francesco-elter-di-calci-pi/>
 - **Indicatori di risultato:** 8 partecipanti.
- **Pubblicazione inserto tecnico su periodico specializzato:** <https://goevo.ciatoscana.eu/materiali-download/>
 - **Indicatori di risultato:** 20.000 copie distribuite
- **Convegno finale 14-12-2022:** <https://goevo.ciatoscana.eu/convegno-finale-progetto-goevo-app-biogeodiversita-e-olivicoltura/>
 - **Indicatori di risultato: più di 24 agricoltori** destinatari finali raggiunti. Inoltre, al convegno sono intervenute diverse autorità tra cui la Vice-Presidente Stefania Saccardi e il Direttore del DAGRI Simone Orlandini, agronomi, ricercatori, studenti universitari e di scuola superiore ad indirizzo agrario.

Le azioni formative Svolte nel Progetto vengono di seguito riportate – WP8:

Per problemi non dipendenti dalla volontà dell’Agenzia Formativa e condizionati dall’impossibilità di aggregazione per motivi di COVID-19, NON è STATA SVOLTA in modo completo la Programmazione delle azioni individuate e finanziate in fase di progettazione.

Sono stati realizzati NR 3 CORSI BREVI ATTIVATI IN PRESENZA E CONCLUSI CON SUCCESSO DI 20 ORE CIASCUNO con numero di 33 allievi idonei in totale:

- MATRICOLA CORSO BREVE ATTIVATO E CONCLUSO : 08633340101B - **ANGHIARI (AR)** – Marzo 2022
- MATRICOLA CORSO BREVE ATTIVATO E CONCLUSO : 08633340102B - **GROSSETO** - Aprile 2022
- MATRICOLA CORSO BREVE ATTIVATO E CONCLUSO : 08633340103B – **SAN POLO IN CHIANTI E SAN CASCIANO V.P. (FI)** – Settembre-Ottobre 2022

I corsi realizzati in presenza sono stati organizzati in modo tale che si alternassero momenti di assaggio dell’olio di oliva, anche internazionale, e visite in frantoio alle lezioni frontali.

N.	Data	Evento	Descrizione
1	Maggio-Luglio 2020	Sopralluogo iniziale delle olivete	Realizzazione di n.7 video iniziali presso le sedi delle aziende agricole partecipanti al GO: Pruneti, Faggeto, Grevepesa e Erta di Quintole, La Sala del Torriano, Castelruggero Pellegrini, Fattoria di Rignana, Fattoria di Lamole e Tosteto. Reperibili presso il sito del progetto.
2	14-16/09/2021	90° Congresso della Società Geologica Italiana: Geology without Borders, Trieste	Presentazione di un Poster: Ghiotto M. et al. (2021) <i>Tracing the provenance of Tuscan Extra Virgin Olive Oil using Sr isotopes and Rare Earth Elements; Società Geologica Italiana, pag. 491.</i>
3	10/12/2021	Seminario Gestione dell'oliveto tra cambiamenti climatici e tecniche di biocontrollo. Presso Frantoio del Grevepesa , organizzato da CIA Toscana, Cosimo Righini	Presentazione con partecipazione di Filippo Legnaioli, Samuel Pelacani, Maria Teresa Ceccherini e personale del frantoio del Grevepesa.
4	17/02/2022	Divulgando: Tematica 1.1.D – Misure agroambientali per la mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici "Suolo". Organizzato da Cipat	Incontro online , presentazioni del Prof. Simone Tommasini, Dr. Samuel Pelacani, Prof.ssa Maria Teresa Ceccherini e Prof. Luca Calamai
5	24/02/2022	Incontro Tematico presso Unione Agricoltori di Firenze organizzato da Clemente Pellegrini	Incontro illustrativo in presenza del PS GO GeOEVO ai giovani agricoltori
6	12/04/2022	Incontro Tematico: La tutela del suolo e la qualità dell'olio, organizzato da CIA Toscana presso Comune di Bagno a Ripoli	Incontro con presentazione da parte di S. Pelacani e M.T. Ceccherini
7	23/04/2022	Convegno Olio EVO: Strategie per una produzione innovativa e sostenibile , Fiera del Madonnino, Grosseto . Organizzato da CIA e CIPAT	Presentazione da parte S Pelacani e MT Ceccherini, con la partecipazione di F Rosso (CIPAT)
8	Maggio 2022	Pubblicazione su rivista Óleo su invito del Direttore della rivista	S. Pelacani, S. Moretti, S. Tommasini, A. Roccotelli, M.T. Ceccherini & L. Calamai (2022) GeOEVO-App "Valorización de la calidad del AOVE: innovación en la trazabilidad", pubblicato nel numero 188 della rivista Óleo
9	07/10/2022	Evento Agricoltura 4.0 presso Sala Polveriera Fortezza da Basso, Firenze	Presentazione a cura di S. Pelacani in collaborazione con CIA Toscana
10	Ottobre 2022	Sottomissione articolo su rivista ISI	S Pelacani, A Roccotelli et al. <i>Correlation between bacterial metagenome and REEs to characterize topsoil of different geological environments</i> . European Journal of Soil Science
11	Dicembre 2022	Realizzazione Video per la proiezione durante il Convegno Finale del 14/12/2022	Realizzato da S Pelacani in collaborazione con l'azienda Faggeto e la partecipazione di tutti partner
12	24/01/2023	Web. GO QUI Tutela dell'agrobiodiversità attraverso l'agricoltura di precisione	Presentazione da parte: S.Pelacani, M.T. Ceccherini con partecipazione di F. Legnaioli, L. Acquisti e A. Roccotelli
13	Gennaio 2023	Sottomissione abstract a EGU 2023 – European Geosciences Union, Vienna	MT Ceccherini, S Moretti et al. <i>Mediterranean landforms evaluation for biogeomorphodiversity assessments: where biotic meets abiotic diversity for sustainable olive orchards</i>

Tabella 4 – Attività di disseminazione e informazione effettuate e non previste nel WP7 e WP8.

8. Considerazioni conclusive (sintesi dei risultati conseguiti, considerazioni sull'applicazione dei risultati al territorio interessato dal progetto di cooperazione e sulla potenzialità di trasferimento ad altre realtà territoriali regionali) (PARTNER COINVOLTI: TUTTI)

Le tematiche relative all'origine geografica dell'olio EVO di qualità, prodotto da piccole e medie aziende agricole della Toscana, promosso dal PS GO GeOEVO App, in questi tre anni di attività ha ricevuto sempre più attenzioni anche da parte di agricoltori non coinvolti nel progetto stesso, che hanno partecipato alle giornate informative e ai corsi previsti dal progetto. Ne sono testimoni le adesioni avute nei tre corsi attivati in presenza e durante le sessioni tematiche, promosse anche al di fuori delle attività previste dal PS GO. In modo particolare il Convegno finale, svoltosi in Aula Magna dell'Università di Firenze il 14 dicembre 2022, ha registrato oltre 100 adesioni e presenze, di cui un numero consistente proveniente dal mondo produttivo e professionale dell'olio EVO.

Il risultato scientifico, di maggior interesse pratico raggiunto, è la procedura analitica di determinazione di quegli elementi minerali presenti nell'olio di oliva a concentrazioni di miliardesimo di grammo per grammo. Ciò offre l'opportunità di caratterizzare l'olio in funzione del luogo di provenienza.

E' stato altresì dimostrato su base scientifica come l'olio mantenga l'informazione data dal suolo di origine e dal suo ambiente bio-geochimico in generale. L'esistenza di questa relazione fra suolo e olive è la diretta espressione del legame esistente tra i processi abiotici (litologia, geomorfologia, suolo) e quelli biotici in termini anche funzionali per l'ecosistema (disponibilità di acqua e elementi).

Questo aspetto potrebbe essere utilizzato, se opportunamente ampliato, ai fini di un più equo riconoscimento, a livello di programmazione della PAC, per la valorizzazione di un prodotto come l'olio EVO di qualità che è appunto l'espressione della geodiversità e della biodiversità di un territorio, ma che ad oggi tale settore olivicolo, appartenente alle piccole aziende, è in sofferenza a seguito di molteplici problematiche.

Questi interessanti risultati si sono raggiunti grazie alla ampia collaborazione ed interesse mostrato dagli agricoltori nei confronti della ricerca scientifica ma anche allo scambio tra ricercatori e agricoltori, di preziose informazioni e nuove idee.

L'idea di proseguire le attività del presente PS GO attraverso l'allestimento una piattaforma in ambiente Web GIS per veicolare i dati generati, dove l'utente consumatore può scegliere in modo consapevole il proprio olio EVO, permetterebbe di giungere alla completezza del risultato ottenuto fino a questo punto. Inoltre, l'approccio completo GeOEVO App e Web GIS rafforzerebbe la visibilità internazionale dell'olivicoltura toscana sostenibile fatta da un patrimonio di biodiversità che supera le 80 cultivar che ogni anno vengono raccolte.

Ad oggi possiamo affermare che, grazie al progetto GeOEVO App, si è formato un gruppo di lavoro fatto da ricercatori e produttori in grado di migliorare la qualità dell'olio EVO toscano mediante una maggior attenzione nelle fasi di lavorazione in frantoio; e si può rivendicare su basi scientifiche l'appartenenza di un olio al suo territorio di origine perché il suolo, per le sue proprietà geochimiche, idrologiche e microbiologiche, imprime nell'olio caratteristiche peculiari e uniche. Il protocollo realizzato nell'ambito di GeOEVO App potrà essere ulteriormente

valorizzato attraverso il suo utilizzo nell'ambito della promozione territoriale mediante altre eccellenze agroalimentari toscane, come ad esempio lo zafferano.

9. Abstract

The Tuscany olive grown are increasingly under pressure due to changes in climate, pest, diseases and land use management, thus, their productivity is threatened, while increasing the demand for local goods. On the other hand, to date, there are no markers which can unambiguously link extra virgin olive oil (EVOO) to its homeland.

The operational group (GO) GeOEVO App was born from the agreement between Frantoio del Grevepesa, project leader, the Geochemistry and Geomorphology research group of the Earth Science Department, University of Florence (UNIFI), scientific project leader, the Soil Science research group of the Agriculture, Food, Environment and Forestry Department (UNIFI), the farms *Il Viuzzo* of Gianni Pruneti and *Faggeto* of Leda Acquisti, the laboratory Biochimie, CIA Toscana and CIPAT – AT of Grosseto.

The purpose of GeOEVO App was to investigate the interaction between chemical-physical and biological-molecular processes in olive groves. The aim was also to provide Tuscan farms with new common indicators of geodiversity and biodiversity that could identify the uniqueness and authenticity of EVOO. Through this tool, it was possible to better understand how geological and geomorphological factors, together with land management practices, affect biodiversity in orchard, and how the microbiological and geochemical aspects of soil affect their functions for the production of high quality olive oil. The specific aim of the project was to develop an innovative protocol, to be applied to different olive grows in different geodynamic environments of Tuscany, located in the Chianti area (Florence), Alta Valtiberina (Arezzo) and Maremma (Grosseto). Field survey, test and experiment involved more than 20 farms, from different areas of Tuscany. The results were then transferred to the enthusiastic end-users. The project involved a wide range of personalities including researchers, farmers, trainers, technicians and agricultural service providers. This would be the beginning of the Region's path towards sustainability and the enhancement of local agricultural products. Understanding soil chemistry, physical processes and soil microbiology is actually important for improving the resilience of centuries-old olive groves in Tuscany. For the first time, compared to other international projects, in the GeOEVO App project, some new advanced methodological approaches have been used in synergy, such as (i) geochemical markers: strontium isotope analyses ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) and rare earth elements plus Yttrium (REY), (ii) biomolecular markers: soil metagenomics and bioinformatics, (iii) olive oil composition: biophenols and aromatic compounds and (iv) geoinformatics and geostatistic. The results show that the distributions of REY and the strontium isotope ratio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in olives follow the same patterns as in the soils. Indeed, olives from different soils show variable REY models that allow to trace their origin. Moreover, soil bacterial profile, obtained by Next-Generation Sequencing (NGS) of the 16S rRNA gene, examined in association with bioavailable REY, has allowed the identification of four different areas: the Chianti area, Anghiari (Alta Valtiberina), Pitigliano (Maremma) and Lamole (Chianti area). The results from geostatistical and multivariate analyses suggested that there is a mutual influence and a link between microbiological and geochemical factors, and that these are important elements to

characterize different territories. Hence, the extra virgin olive oil can be considered the expression of biodiversity and geodiversity of a territory.

The establishment of the GO was supported by the European Partnership for Innovation on Agricultural Productivity and Sustainability (EIP-AGRI) under the 2014-2020 Rural Development Plan published in 2017.

Firma del Legale Rappresentante del Frantoio del Grevepesa, Dr. Filippo Legnaioli

San Casciano V.P., 06 Febbraio 2023