

N. PIERRO, A. GIOCOLI

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili
Divisione Bioenergia, Bioraffineria, Chimica Verde
Laboratorio Tecnologie e Processi per le Bioraffinerie
e la Chimica Verde
Centro Ricerche Trisaia, Matera

V. MOTOLA

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili
Divisione Bioenergia, Bioraffineria, Chimica Verde
Laboratorio Tecnologie e Processi per le Bioraffinerie
e la Chimica Verde
Laboratori di Ricerca Ispra, Varese

S. DIPINTO

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili
Divisione Bioenergia, Bioraffineria, Chimica Verde
Laboratorio Tecnologie e Processi per le Bioraffinerie
e la Chimica Verde
Centro Ricerche Brindisi

**VALUTAZIONE DISPONIBILITÀ BIOMASSE
AGRO-INDUSTRIALI A LIVELLO NAZIONALE
E LORO PUBBLICAZIONE SUL PORTALE WEBGIS
ATLANTE DELLE BIOMASSE**

RT/2021/4/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

N. PIERRO, A. GIOCOLI

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili
Divisione Bioenergia, Bioraffineria, Chimica Verde
Laboratorio Tecnologie e Processi per le Bioraffinerie
e la Chimica Verde
Centro Ricerche Trisaia, Matera

S. DIPINTO

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili
Divisione Bioenergia, Bioraffineria, Chimica Verde
Laboratorio Tecnologie e Processi per le Bioraffinerie
e la Chimica Verde
Centro Ricerche Brindisi

V. MOTOLA

Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili
Divisione Bioenergia, Bioraffineria, Chimica Verde
Laboratorio Tecnologie e Processi per le Bioraffinerie
e la Chimica Verde
Laboratori di Ricerca Ispra, Varese

VALUTAZIONE DISPONIBILITÀ BIOMASSE AGRO-INDUSTRIALI A LIVELLO NAZIONALE E LORO PUBBLICAZIONE SUL PORTALE WEBGIS ATLANTE DELLE BIOMASSE

RT/2021/4/ENEA



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

I rapporti tecnici sono scaricabili in formato pdf dal sito web ENEA alla pagina www.enea.it

I contenuti tecnico-scientifici dei rapporti tecnici dell'ENEA rispecchiano l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'Agenzia

The technical and scientific contents of these reports express the opinion of the authors but not necessarily the opinion of ENEA.

VALUTAZIONE DISPONIBILITÀ BIOMASSE AGRO-INDUSTRIALI A LIVELLO NAZIONALE E LORO PUBBLICAZIONE SUL PORTALE WEBGIS ATLANTE DELLE BIOMASSE

N. Pierro, S. Dipinto, V. Motola, A. Giocoli

Riassunto

Questo rapporto ha come obiettivo quello di valutare la disponibilità potenziale di biomasse/sotto-prodotto, per il territorio nazionale e la loro pubblicazione sul portale WebGis ENEA "Atlante delle Biomasse". La necessità di svolgere tale attività deriva dalle sfide che il legislatore si è posto. Infatti l'Unione Europea punta da una transizione entro il 2050 verso un'economia decarbonizzata in cui viene fortemente incentivata la bioeconomia, ovvero un'economia basata sull'utilizzo sostenibile di risorse naturali rinnovabili e la loro trasformazione in intermedi o prodotti finali cosiddetti "biobased". Un ruolo fondamentale per affrontare tali sfide può essere svolto dall'uso delle biomasse come materia prima per produrre energia rinnovabile, prodotti chimici e biocarburanti. La dotazione di banche dati nazionali sulle biomasse è un requisito della nuova direttiva UE sulle energie rinnovabili. I database presentati nel presente report sono stati ottenuti attraverso una metodologia precedentemente validata in ENEA ed aggiornata di recente. Nel presente lavoro viene riportata la disponibilità nazionale per l'anno 2018 delle paglie di cereali, le potature di alberi da frutto, di ulivo, di vite, i gusci di frutta secca, il pastazzo degli agrumi, la sansa derivante dalla molitura delle olive da olio e la vinaccia derivante dalla filiera uva-vino. Tutti i dati elaborati, compresi i dati degli anni precedenti, sono stati pubblicati sul portale WebGis "Atlante delle Biomasse". Il portale è stato sviluppato al fine di fornire a tutti gli stakeholder uno strumento di supporto decisionale sulla disponibilità e distribuzione geografica delle biomasse. Dall'analisi svolta si evince che la biomassa maggiormente presente a scala nazionale è la paglia di cereali, con circa 14.330 chilo tonnellate di sostanza secca all'anno (ktss/anno) seguita dagli scarti di potature, con circa 2.264 ktss/anno. La terza biomassa prevalente è la vinaccia, con una potenziale disponibilità di circa 824 ktss/anno, segue la sansa con 424 ktss/anno, l'olio vegetale con 322 kt/anno, il pastazzo di agrumi con 302 ktss/anno e i gusci di frutta secca con 118 ktss/anno. I dati al 2018 confermano gli andamenti acquisiti nel periodo precedente. Parte del lavoro presentato nel presente report è stato svolto nell'ambito del progetto REBIOCHEM (finanziato dal Programma Operativo Nazionale "Ricerca e Competitività" 2007-2013-PONREC).

Parole chiave: Bioeconomia, bioenergia, bioraffinerie, sottoprodotti, webgis.

Abstract

This report aims to assess the potential availability of biomass/by-product, for the national territory and their publication on the WebGis ENEA portal "Atlante delle Biomasse". The need to carry out this activity derives from the challenges that the legislator has set itself. In fact, the European Union, by 2050, intends to be a prosperous, modern, competitive and decarbonised economy in which the bioeconomy is strongly encouraged. A key role in addressing these challenges can be played by the use of biomass as a raw material to produce renewable energy, chemicals and biofuels. The provision of national biomass databases is a requirement of the new EU directive on renewable energy. The databases presented in this report have been obtained through a methodology previously validated in ENEA and recently updated. This work shows the national availability for the year 2018 of the cereal straws, the pruning of fruit trees, olive trees, grapevines, dried fruit shells, citrus pulp, pomace resulting from the milling of olives for oil and marc from the grape-wine chain. All the data processed, including data from previous years, have been published on the WebGis portal "Atlante delle Biomasse". The portal was developed in order to provide all stakeholders a decision support tool on the availability and geographical distribution of biomass. The analysis carried out shows that the biomass most present on a national scale is cereal straw, with about 14330 kilo tons of dry matter per year (ktss/year) followed by pruning waste, with about 2264 ktss/year. The third prevalent biomass is marc, with a potential availability of about 824 ktss/year, followed by pomace with 424 ktss/year, vegetable oil with 322 kt/year, citrus pulp with 302 ktss/year and the shells of dried fruit with 118 ktss/year. The 2018 data confirm the trends acquired in the previous period. Part of the work presented in this report was carried out within the REBIOCHEM project (funded by the National Operational Program "Research and Competitiveness" 2007-2013-PONREC).

Keywords: bioeconomy, bioenergy, biorefineries, by-product, webgis.

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	7
2. METODOLOGIA VALUTAZIONE DISPONIBILITÀ BIOMASSA.....	10
2.1. RESIDUI AGRICOLI E AGRO-INDUSTRIALI.....	13
2.1.1 PAGLIE.....	15
2.1.2 POTATURE.....	16
2.1.3 GUSCI.....	17
2.1.4 SANSA.....	18
2.1.5 PASTAZZO.....	19
2.1.6 VINACCIA.....	20
2.1.7 OLIO VEGETALE.....	21
3. PORTALE WEBGIS.....	22
3.1 ATLANTE DELLE BIOMASSE.....	24
4. RISULTATI.....	32
5. CONCLUSIONI.....	41
RINGRAZIAMENTI.....	43
BIBLIOGRAFIA.....	44
APPENDICE.....	46

1. INTRODUZIONE

L'Unione Europea si è posta un obiettivo ambizioso ossia un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra entro il 2050. Per raggiungere tale obiettivo l'uso delle biomasse come materia prima per produrre energia rinnovabile, materiali bio-based, prodotti chimici e biocarburanti rappresenta un'alternativa promettente all'utilizzo di risorse fossili non rinnovabili [1] [2].

Ai sensi della Direttiva 2001/77/CE e D.Lgs. 387/2003, modificati dalla Direttiva 2009/28/CE e D.Lgs. 28/2011 la biomassa viene definita come “la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani”

Secondo il report “Renewables 2018 Analysis and Forecasts to 2023” dell'Associazione Internazionale dell'Energia (IEA) [3], le bioenergie rappresentano il 50% del totale dei consumi energetici finali derivanti da energie rinnovabili nel 2017, nel mondo. Per aumentare la sostenibilità dell'Europa, diversi studi evidenziano come un ruolo fondamentale è svolto dalla bioeconomia, come strategia economica fondamentale da abbinare al modello di economia circolare [4].

Nel 2012 la Commissione Europea ha pubblicato la sua “Strategia per la Bioeconomia”, dove la bioeconomia è definita come un'economia basata sull'utilizzazione sostenibile di risorse naturali rinnovabili e sulla loro trasformazione in beni e servizi finali o intermedi”. Nel documento “The Circular Bioeconomy – Concepts, Opportunities and Limitations” [5] pubblicato nel 2018, viene enfatizzato il concetto che la bioeconomia non è completa senza l'economia circolare e viceversa.

Gli enormi volumi di sostanza organica e di flussi di scarti provenienti da agricoltura, scarti organici di produzione di cibo, possono essere integrati solo nell'economia circolare attraverso processi di bioeconomia, mentre la bioeconomia trarrà enormi vantaggi da una maggiore circolarità.

La valorizzazione di residui organici è un aspetto fondamentale delle politiche dell'Unione Europea sui rifiuti, energia, economia circolare [6] [7]. Per quanto riguarda i rifiuti è prevista una riduzione della quantità da smaltire a discarica al di sotto del 25%, entro il 2025, con precisi target di gestione su rifiuti riciclabili e biodegradabili (tal quali), e un tendenziale azzeramento dello smaltimento in discarica entro il 2030. Tali obiettivi rappresentano si una

sfida per gli stati membri, ma sono una grande opportunità per la green economy, vista la spinta al riuso e riciclo di prodotti quali scarti urbani, agricoli e agroindustriali, forestali che sono la risorsa e base di partenza dei processi di economia circolare. Sia la raccolta differenziata sia la preparazione al riciclo e preparazione bio-materiali sono settori ad alta intensità di lavoro, superiore alla raccolta indifferenziata e all'incenerimento e discarica.

La mappatura delle biomasse, come strumento di misurazione della quantità di rifiuti e sottoprodotti, aiuta a concepire lo sviluppo di una filiera del riuso e riciclo economicamente sostenibile, quantificare aiuta a introdurre misure adeguate a sostegno del mercato di materiali e prodotti riciclati, quantificare aiuta a calibrare strumenti fiscali agevolati, regolamentare acquisti e appalti verdi, modulare i contributi ambientali in relazione alla riciclabilità dei prodotti. Questo lavoro ha come obiettivo la mappatura degli scarti agroindustriali, biomasse lignocellulosiche e oli ed ambisce ad essere una banca dati di riferimento per policy makers e investitori, che vogliono valutare un possibile utilizzo di biomasse locali per scopi bioenergetici o da processare in bioraffinerie, in definitiva avviare delle filiere virtuose, nel pieno spirito di implementazione del concetto di economia circolare, con integrazione tra gestione dei rifiuti e politiche industriali. La biomassa di scarto locale è in via preferenziale la materia prima sia degli impianti di digestione anaerobica, che ne determinano la loro valorizzazione energetica, che delle bioraffinerie, le quali permettono di ottenere materiali bio-based ad alto valore aggiunto. L'utilizzo delle biomasse lignocellulosiche rappresenta un'alternativa importante per la produzione di prodotti chimici ad alto valore aggiunto come il butandiolo (1,4 BDO). 1,4 BDO è un intermedio chimico utilizzato per la produzione di plastiche, fibre elastiche e poliuretani ed attualmente è ottenuto principalmente da fonti fossili. NOVAMONT, azienda italiana leader nel mondo nella produzione delle bioplastiche, con il marchio Mater Bi[®], partendo da una tecnologia sviluppata da GENOMATICA, società californiana leader nel settore della bioingegneria, ha messo a punto una piattaforma biotecnologica che partendo da zuccheri ottenuti da biomasse lignocellulosiche è in grado di produrre 1,4 BDO. Altri esempi virtuosi dell'utilizzo sostenibile delle biomasse per la produzione di materiali bio-based, sono rappresentati da ORANGE FIBER e VEGEA. ORANGE FIBER è un'azienda italiana con sede a Catania, la quale ha brevettato un processo che permette di estrarre cellulosa dagli scarti dell'industria di trasformazione agrumicola e produce tessuti di alta qualità per il comparto della moda di lusso. VEGEA è un'altra azienda, sempre italiana con sede a Milano, la quale produce l'omonimo materiale brevettato VEGEA[®], utilizzato nel campo della moda e del design, ottenuto a partire dai derivati della lavorazione vitivinicola ed in particolare dalla vinaccia la

quale, contiene composti polifunzionali che costituiscono la base ottimale per la creazione di tessuti tecnici ecosostenibili. Da tali esperienze si evince che la mappatura delle biomasse è fondamentale per avere cognizione di come gli obiettivi proposti dalle diverse strategie e direttive europee, si conciliano con la produzione e domanda presente sul mercato, in una situazione in cui il valore delle materie prime ottenute a partire dalle biomasse è legato al prezzo del servizio di recupero e trattamento, ma anche legato al mercato delle materie prime estratte e fossili con le quali attualmente si producono i chemicals che la chimica verde vuole integrare-sostituire. La mappatura della biomassa, per la sua natura intrinseca di collocazione geografica, si interfaccia con i sistemi di tracciabilità del settore bioenergia e biocarburanti permettendo di modellare quale è il mix bioenergia-biomateriali più adatto nel rispetto dei criteri di sostenibilità. Infatti, la nuova direttiva sulle energie rinnovabili 2009/28/CE [7], nota come RED2, impone criteri di GHG saving a tutta la biomassa solida, non solo ai biocarburanti come in passato, non a caso la dotazione di banche dati nazionali sulle biomasse è un requisito della nuova direttiva. Da tutto ciò risulta evidente l'importanza del lavoro svolto nel presente report volto alla valutazione della disponibilità dei potenziali di produzione di biomasse residuali agroindustriali in Italia e loro pubblicazione e rappresentazione su portale WebGis Atlante delle Biomasse ENEA, facile da utilizzare, che può essere applicato dai decisori politici per la pianificazione del territorio sia in ambito energetico che per lo sviluppo di possibili nuovi siti industriali, integrati con la materia prima disponibile localmente.

2. METODOLOGIA VALUTAZIONE DISPONIBILITÀ BIOMASSA

La metodologia utilizzata per la determinazione della disponibilità delle biomasse è quella sviluppata da ENEA nell'ambito di un accordo di programma ENEA - Ministero dello Sviluppo Economico [8].

La stima ha riguardato l'analisi della disponibilità locale annua di biomassa residuale di origine agro-industriale. Le fonti di biomassa residuale agricola in un dato territorio possono essere innumerevoli e di diversa natura. Data questa variabilità, la stima dei quantitativi ricavabili annualmente non è affatto semplice ed è spesso soggetta a grande incertezza. La metodologia fa riferimento a criteri di indagine già ampiamente validati in ENEA, opportunamente ampliati ed aggiornati. Tra le molte variabili che influiscono sul reale ammontare annuo di biomassa residuale agricola disponibile ci sono i fattori climatici, la produttività delle colture agricole, la quantità di residui effettivamente prodotta, quella effettivamente utilizzabile e quella già destinata ad altri scopi.

La metodologia applicata valuta il potenziale teorico, il quale rappresenta la massima quantità di biomassa potenzialmente disponibile in un territorio. Tale potenziale non include alcuna valutazione di aspetto ambientale e economico, ad esempio per quanto riguarda gli usi alternativi delle stesse materie.

Questo approccio metodologico colloca la disponibilità di biomasse nei territori di produzione del prodotto agricolo di riferimento, ma in realtà i residui agroindustriali si collocano quantitativamente a valle del processo di trasformazione presso le industrie di lavorazione infatti, molti prodotti agricoli sono generati nelle regioni del Centro e del Sud Italia ma, vengono poi trasformati, trattati, presso impianti localizzati nelle regioni del Nord Italia. Un esempio sono i rifiuti che vengono prodotti nel Centro-Sud Italia e trattati in impianti situati nelle regioni del Nord, indicando un movimento nazionale di rifiuti da Sud a Nord [9]. Pertanto, nel quadro di questo studio, si è fatto riferimento al potenziale teorico, astenendosi da qualsiasi analisi economica e questioni di mercato e politiche, come i confronti con i futuri usi concorrenti.

I dati utilizzati per la valutazione della biomassa potenzialmente disponibile sono:

- **Prodotto:** (Prodotto principale della coltura considerata).
- **Sottoprodotto (SI):** (Sottoprodotto principale della coltura).
- **Superficie in produzione:** (Superficie occupata dalla coltura in grado di fornire prodotto: dato statistico Istat 2018 [10]).
- **Produzione raccolta:** (Massa di prodotto raccolto sulla superficie in produzione; t/anno di tal quale: dato statistico Istat 2018 [10]).

- **Sottoprodotto/Prodotto:** (Rapporto tra le masse di prodotto principale e di sottoprodotto principale della coltura [8]).
- **Umidità:** (Contenuto medio in acqua del sottoprodotto principale al recupero; % sul tale quale [8]).

La procedura utilizzata è:

Disponibilità lorda sottoprodotto = [(Produzione raccolta) x (Sottoprodotto/Prodotto) x [(1 – (Umidità / 100))].

Riassumendo, per definire con ragionevole accuratezza le quantità di scarti agricoli prodotti, è stato necessario ricorrere a metodi di stima basati sulla conoscenza del rapporto esistente tra le produzioni principali ed il residuo associato. Per il prodotto principale, l'ISTAT stima annualmente le produzioni agricole. Il residuo normalmente è lasciato sul campo, eventualmente sminuzzato per favorire la sua umificazione, o utilizzato nella zootecnia o in altri settori. La metodologia ENEA ha permesso di passare dalla conoscenza delle produzioni agricole principali pubblicate su ISTAT alla stima dei quantitativi di residui attraverso fattori di conversione rilevati sul campo.

Per prima cosa sono state selezionate le colture da prendere in esame. I sottoprodotti colturali considerati sono stati le paglie di cereali, le potature di alberi da frutto, di ulivo, di vite, i gusci di frutta secca, il pastazzo degli agrumi, la sansa derivante dalla molitura delle olive da olio e la vinaccia derivante dalla filiera uva-vino.

Le paglie, costituiscono in certi casi un importante apporto di sostanza organica al suolo e la loro asportazione totale può quindi risultare un elemento di criticità per il mancato stoccaggio di carbonio organico nel suolo. Il loro corretto impiego per il maggior beneficio ambientale va ben valutato di volta in volta. Per le potature invece, attualmente vengono solo in minima parte recuperati ad uso legna da ardere, mentre per lo più sono trinciati ed interrati in loco o in alcuni casi allontanati dalla coltivazione e bruciati al fine di prevenire le fonti di inoculo di patogeni. Per questa tipologia di biomassa un maggiore utilizzo a scopo energetico e/o bio-based material è possibile con ottimizzazione di pratiche di raccolta meccanizzata e trasporto.

A livello di definizione spaziale i dati ISTAT hanno consentito di avere una localizzazione delle biomasse fino al livello provinciale. Tale dettaglio consente una facile definizione dei distretti potenzialmente interessanti per l'avvio di azioni volte allo sviluppo di filiere locali virtuose.

Operativamente le fasi seguite sono state le seguenti:

1. Selezione delle colture con sottoprodotti idonei alla conversione energetica e/o come feedstock per la produzione di materiali bio-based;
2. Determinazione delle superfici e delle relative produzioni in termini di prodotto principale alla raccolta;
3. Calcolo della quantità di sottoprodotto in relazione all'unità di massa di prodotto principale.

I dati ottenuti sono stati così raccolti e collezionati in un database riferito allo spazio geografico, un geo-database. Questo particolare database verrà poi elaborato e manipolato opportunamente con software GIS (Geographic Information System) di tipo specialistico. Il risultato di questa elaborazione permetterà di valutare graficamente la distribuzione geografica delle biomasse agricole residuali, elaborare mappe tematiche, effettuare interrogazioni con query di tipo SQL (Structured Query Language), ottenere tabelle e statistiche, attuare analisi spaziali e di sensibilità.

Le analisi svolte hanno consentito il calcolo della disponibilità potenziale delle diverse tipologie di biomasse di interesse. Per il calcolo della disponibilità effettiva delle biomasse, ovvero la quota di biomassa impiegabile per scopi diversi da quelli agricoli e zootecnici (es. settore energetico), sono necessari una serie di studi ambientali, economici e logistici.

2.1. RESIDUI AGRICOLI E AGRO-INDUSTRIALI

I dati sulla disponibilità di biomassa a livello nazionale, sono distribuiti a scala provinciale e calcolati utilizzando fattori di conversione tra prodotto principale e residuo agroindustriale, ricavati da stime quantitative delle frazioni componenti i residui agroindustriali, basati su prelievi campione nelle industrie di trasformazione (cantine vinicole, frantoi, industrie di trasformazione. ecc.).

La distribuzione dei potenziali è quindi stato allocata sulle province di raccolta, ma fatta eccezione per le paglie e le potature che sono raccolte sul campo agricolo, bisogna precisare che i quantitativi di residuo agroindustriali sono presenti a valle dei centri industriali di trasformazione, che possono essere anche in regioni diverse rispetto alle aree di raccolta agricola pertanto, la stima del potenziale dei residui agroindustriali di questo studio può essere definito accurato in termini quantitativi, ma può non essere accurato in termini di collocazione geografica.

Per il calcolo della disponibilità effettiva delle biomasse bisogna considerare infatti l'attuale impiego dei residui prima di valutarne i benefici di una diversa destinazione d'uso. Attualmente le paglie vengono utilizzate principalmente nel campo della zootecnia come cibo e/o lettiera per animali. Per le potature invece, solo una minima parte viene recuperata come legna da ardere, la quasi totalità, viene trinciata ed interrata in loco o in alcuni casi allontanata dalla coltivazione e bruciata.

È importante menzionare che alcuni residui come le sansa hanno oggi una commercializzazione e un utilizzo pressoché completo spesso nell'ambito dei frantoi oleari dove vengono prodotte infatti, tali opifici possono usare la sansa come combustibile tal quale, separare il nocciolino da destinare a combustione diretta o pellettizzazione, fermentare le bucce per ottenere biogas, usare la sansa tal quale o il digestato come ammendante nei terreni agricoli. Le sansa sono oggi impiegate per l'uso energetico e la loro limitata disponibilità, unita alla elevata quotazione di mercato, intorno ai 120/140 € a tonnellata, non le rende facilmente acquisibili dal mercato. Un maggiore contributo alla disponibilità di tale biomassa potrebbe derivare dallo sviluppo delle tecnologie di estrazione dell'olio a 2 fasi, le quali comportano una produzione di sansa molto più umida di quella che esce dal processo a 3 fasi e quindi meno appetibile per gli attuali piccoli utilizzatori di sansa. Il ciò renderebbe disponibili maggiori quantità di sansa, con un discreto potere calorifico, a prezzi notevolmente più bassi.

Anche le vinacce hanno un utilizzo nelle distillerie per produrre grappe, utilizzate da impianti per la produzione di biomateriali ad alto valore aggiunto, i semi poi possono essere utilizzati per la estrazione di olio di vinaccioli, applicato nel campo della cosmesi.

Diversi studi e progetti, sia nazionale (es. Progetto Biomasse ENAMA [11]) che internazionali (S2biom project [12]; Biomass flows in the European Union elaborata dal Joint Research Center [13]) hanno ipotizzato quale possa essere il potenziale realmente disponibile di biomassa per scopi energetici e/o bio-based material.

Dallo studio dei documenti citati si evince che in Italia il principale utilizzo della biomassa di origine agricola e agroindustriale (circa il 78%) avviene in ambito zootecnico come cibo e/o lettiera e solo una minima parte viene applicata per scopi bioenergetici e/o biomateriale [13]. Dall'analisi bibliografica risulta che per le paglie la percentuale che può essere prelevata in modo sostenibile per scopi diversi dall'attuale utilizzo è circa il 40% del totale, mentre per le potature tale percentuale varia tra il 45-50%. Per le altre biomasse agroindustriali valutate, dall'analisi risulta che per la vinaccia attualmente viene utilizzata circa 33% del prodotto totale [11]. Per i pastizzi di agrumi, attualmente vengono usati solo il 10-15% del totale [11]. A causa del livello di approssimazione della stima di utilizzo attuale delle biomasse analizzate, si è preferito evitare di riportare il valore presunto della disponibilità effettiva. Si ritiene infatti che più ci si cala in realtà territoriali limitate, più affiorano specificità particolari che richiederebbero indagini precise sul campo. Studi di questo tipo allo stato attuale non sono ancora stati svolti, se non in poche realtà del nostro Paese e solo per alcune tipologie di residui agricoli. Le stime qui presentate rappresentano il potenziale teorico massimo disponibile di residui, indipendentemente dal loro utilizzo attuale.

2.1.1 PAGLIE

La valutazione sulla disponibilità di paglie è relativa all'anno 2018 ed è stata basata sulle masse di residui calcolati a partire da dati statistici relativi alle produzioni agricole ISTAT [10] delle suddette colture: frumento tenero e duro, segale, orzo, avena, riso, mais, sorgo, altri cereali, colza, girasole e soia. I quantitativi di paglia sono stati calcolati utilizzando indici di rapporto sottoprodotto/prodotto. Questi parametri rappresentano il punto chiave di tutta la stima, variando, come detto prima, in relazione a molteplici fattori non trascurabili: varietà, tecnica colturale, condizioni pedoclimatiche, tecniche di raccolta, aspetti fitopatologici, ecc. I dati a scala provinciale, espressi in chilo tonnellate di sostanza secca all'anno (kt_{ss}/anno) sono rappresentati nella figura 1 ed i valori per ogni singola provincia sono riportati in tabella 1 (Appendice), in tonnellate di sostanza secca all'anno (t_{ss}/anno).

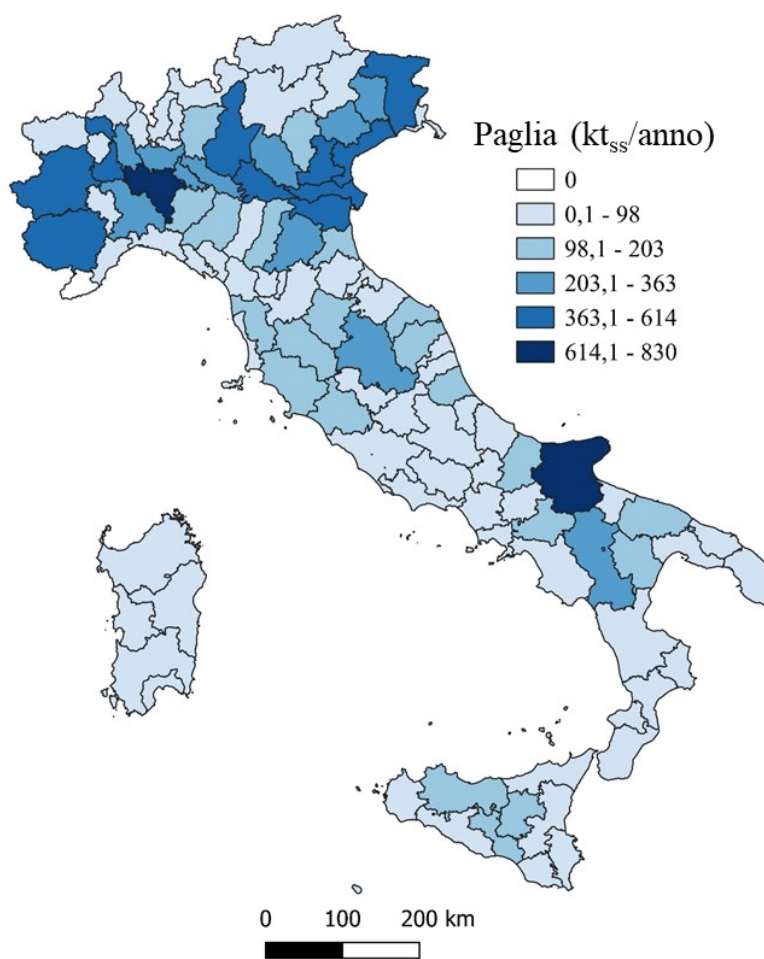


Figura 1: La figura mostra il potenziale teorico per le paglie (kt_{ss}/anno), su scala provinciale, per l'anno 2018.

2.1.2 POTATURE

La valutazione della disponibilità di potature è relativa all'anno 2018 ed è basata sulle masse di residui calcolati a partire da dati statistici relativi alle produzioni agricole ISTAT [10] delle colture: melo, pero, albicocca, ciliegio, pesco, nettarina, susino, nocciole, mandorle, pistacchi, fichi, arancio, mandarino, clementina, limone, uva da tavola, uva da vino, olive da tavola e olive da olio. I quantitativi di potature calcolati rappresentano il potenziale teorico disponibile, non tenendo in considerazione gli attuali usi. Attualmente queste tipologie di biomasse vengono solo in minima parte recuperati ad uso legna da ardere, mentre per lo più sono trinciati ed interrati in loco o in alcuni casi allontanati dalla coltivazione e bruciati al fine di prevenire le fonti di inoculo di patogeni. Per questa tipologia di biomassa un maggiore utilizzo a scopo energetico è possibile, con ottimizzazione di pratiche di raccolta meccanizzata e trasporto. I dati a scala provinciale, espressi in tonnellate di sostanza secca all'anno (t_{ss}/anno) sono riportati in tabella 2 (Appendice) mentre in figura 2 viene riportata la rappresentazione grafica in chilo tonnellate di sostanza secca all'anno (kt_{ss}/anno).

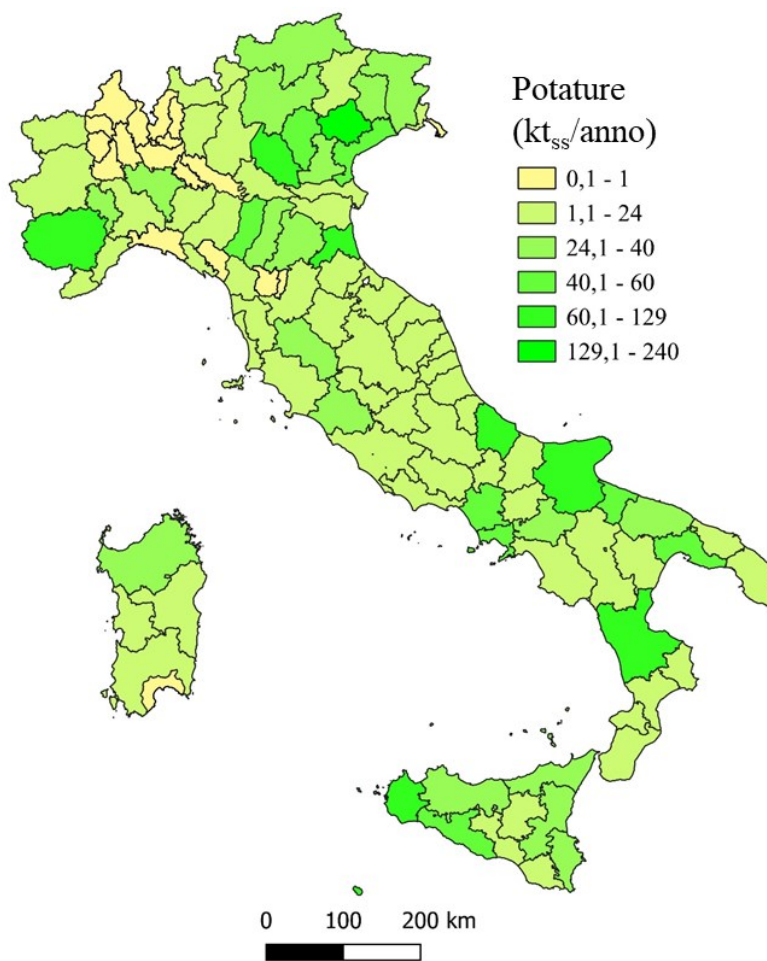


Figura 2: Potenziale teorico per le potature (kt_{ss}/anno), su scala provinciale, per l'anno 2018.

2.1.3 GUSCI

La valutazione sulla disponibilità di gusci di frutta secca è relativa all'anno 2018 ed è stata basata sulle masse di residui calcolati a partire da dati statistici relativi alle produzioni agricole ISTAT [10] delle colture: nocciole, mandorle e pistacchi. Contrariamente alle paglie e patate, la cui raccolta avviene sul campo agricolo e quindi l'origine del flusso di residuo è riferibile geograficamente alla provincia di produzione, per i gusci di frutta la disponibilità fisica del residuo deve essere riferita al luogo di consumo, che può essere il consumatore finale di frutta secca tal quale, oppure l'industria di trasformazione. Poiché questo studio ha l'obiettivo di quantificazione generale, la disponibilità di gusci è stata calcolata utilizzando l'indice di rapporto sottoprodotto/prodotto e i dati, ripartiti nelle province della coltivazione della frutta secca, sono espressi in tonnellate di sostanza secca all'anno (t_{ss}/anno) e riportati in tabella 3 (Appendice) mentre in figura 3 viene riportata la rappresentazione grafica in chilo tonnellate di sostanza secca all'anno (kt_{ss}/anno).

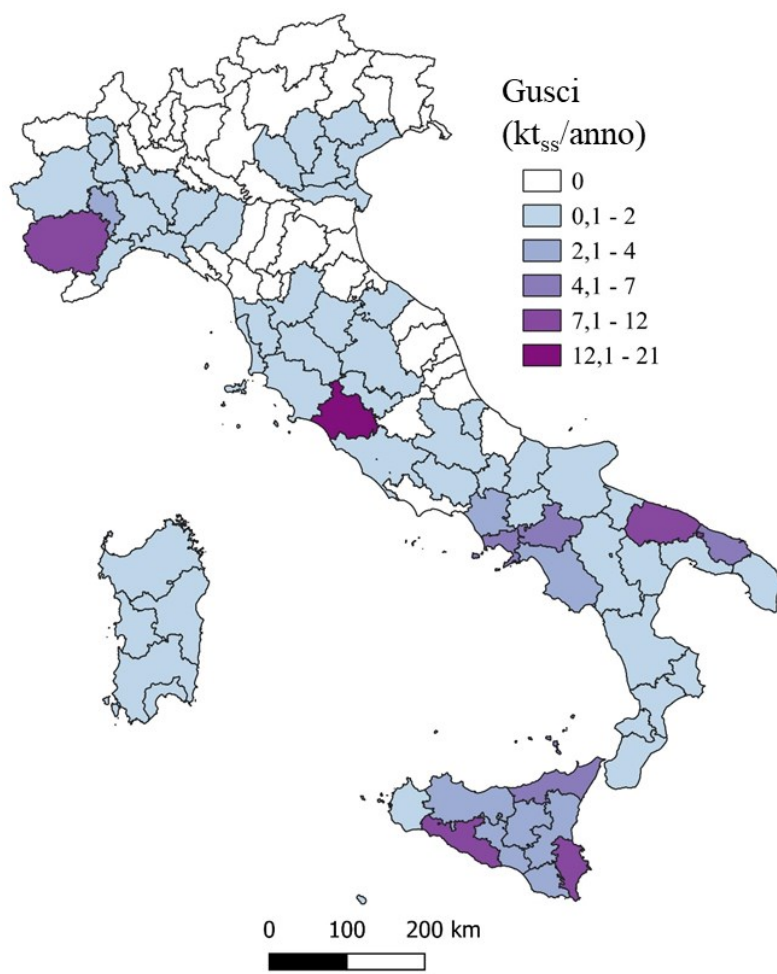


Figura 3: Potenziale teorico per le potature (kt_{ss}/anno), su scala provinciale, per l'anno 2018.

2.1.4 SANSA

Per ricavare la disponibilità potenziale della sansa si è fatto riferimento ai dati congiunturali ISTAT [10] su produzione provinciale olive da olio. È stato utilizzato il rapporto coltivazione principale/sottoprodotto industriale (sansa) per quantificare il potenziale. Il dato è stato quantificato e distribuito sulle province di raccolta delle olive da olio. In realtà la disponibilità ad allocazione geografica della sansa vergine non è in funzione della provincia di raccolta delle olive ma bensì nella collocazione geografica dei frantoi oleari e dei sansifici. I dati, ripartiti nelle province della coltivazione dell'ulivo, sono espressi in tonnellate di sostanza secca all'anno (t_{ss}/anno) e riportati in tabella 4 (Appendice) mentre, in figura 4, si riporta il dato espresso in chilo tonnellate di sostanza secca all'anno (kt_{ss}/anno), a scala provinciale.

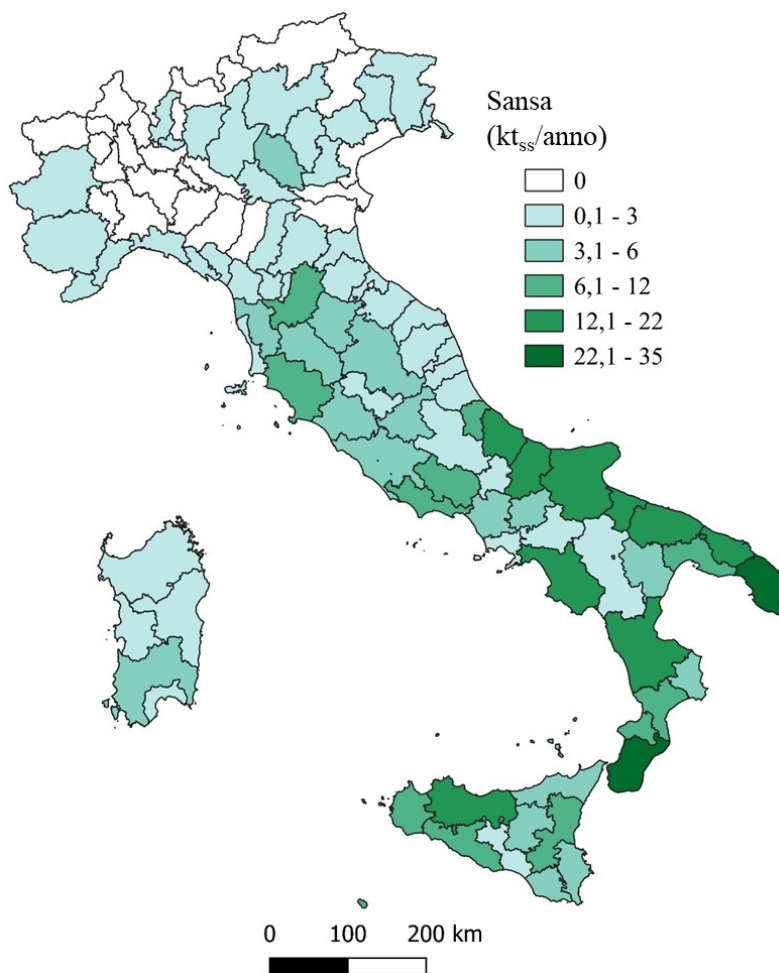


Figura 4: Potenziale teorico per la sansa (kt_{ss}/anno), su scala provinciale, per l'anno 2018.

2.1.5 PASTAZZO

Per ricavare la disponibilità potenziale di pastazzo di agrumi si è fatto riferimento ai dati ISTAT [10] su produzione provinciale di agrumi. È stato applicato il rapporto coltivazione principale/sottoprodotto industriale (pastazzo) per quantificare il potenziale teorico. Successivamente al dato è stata effettuata l'allocazione provinciale dei potenziali annui dei residui, quantificati e distribuiti sulle regioni di raccolta degli agrumi. Per il pastazzo in questa stima è considerato come se tutta la produzione agrumicola fosse trasformata in succo, ma evidentemente questa è una sovrastima della disponibilità reale, infatti una quota degli agrumi raccolti è destinato al consumo della frutta fresca. I dati, riportati a scala provinciale, sono espressi in tonnellate di sostanza secca all'anno (t_{ss}/anno) e riportati in tabella 5 (Appendice). In figura 5 viene riportata la distribuzione geografica, a scala provinciale, del potenziale di pastazzo, anno 2018, in chilo tonnellate di sostanza secca all'anno (kt_{ss}/anno).

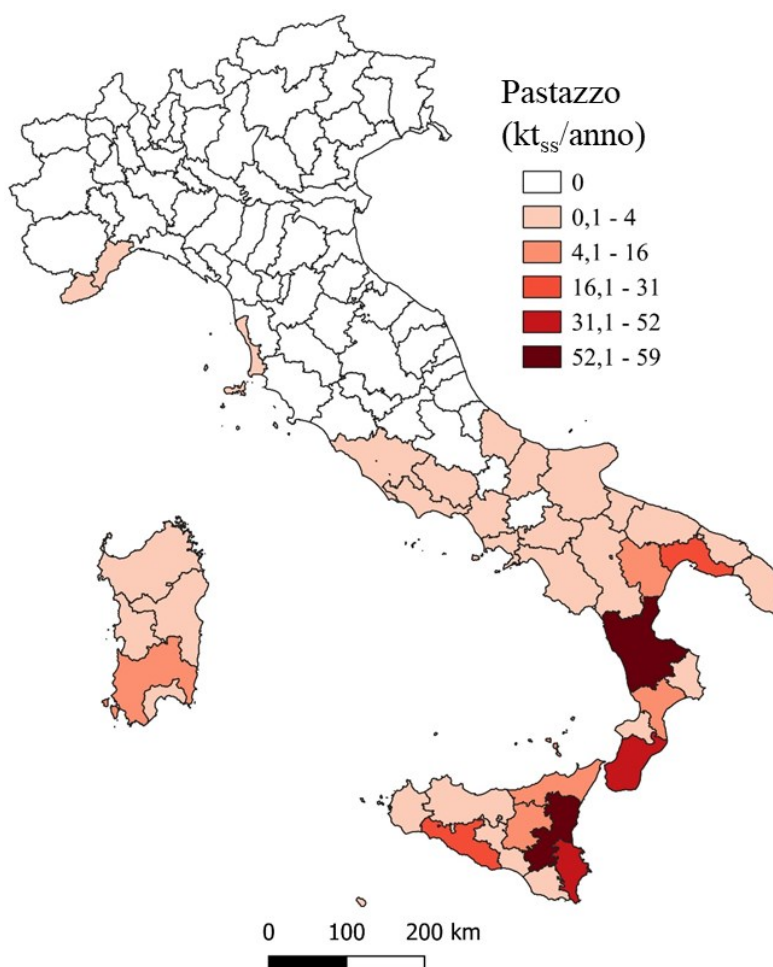


Figura 5: Potenziale teorico di pastazzo (kt_{ss}/anno), su scala provinciale, per l'anno 2018.

2.1.6 VINACCIA

È stata svolta un'analisi a scala provinciale sulla disponibilità di biomasse ottenute dalla filiera uva-vino, in particolar modo di vinaccia. Per ricavare la disponibilità potenziale si è fatto riferimento ai dati ISTAT [10] su produzione provinciale di uva da vino e sono stati applicati i coefficienti sottoprodotto/prodotto. Successivamente il dato è stato distribuito a scala provinciale in funzione dei dati di raccolta di uva da vino. Tale distribuzione è indicativa in quanto la reale collocazione territoriale del residuo agroindustriale deve essere considerata nell'impianto di vinificazione. In figura 6 viene rappresentata la distribuzione provinciale dei quantitativi di vinaccia, in chilo tonnellate di sostanza secca all'anno (kt_{ss}/anno), per l'anno 2018. I dati, riportati in tabella 6 (Appendice), sono espressi in tonnellate di sostanza secca all'anno (t_{ss}/anno).

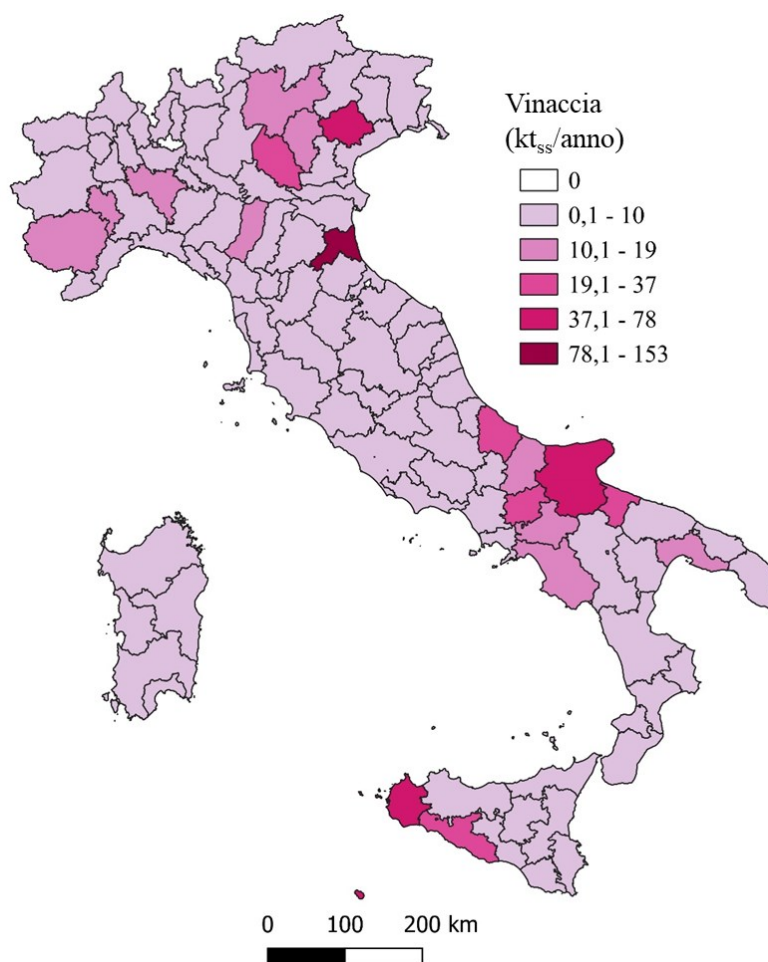


Figura 6: Potenziale teorico di vinaccia (kt_{ss}/anno), su scala provinciale, per l'anno 2018.

2.1.7 OLIO VEGETALE

La valutazione della disponibilità di olio vegetale è relativa all'anno 2018 ed è stata basata su coefficienti di produzione di olio a partire dalle colture colza, girasole e soia, i cui dati relativi alla produzione agricola derivano da ISTAT [10]. I dati sono stati successivamente calcolati su base provinciale anche se, come detto precedentemente, tale distribuzione è indicativa in quanto la reale collocazione territoriale dell'olio deve essere considerata nell'impianto di produzione. In figura 7 viene rappresentata la distribuzione provinciale dei quantitativi di olio vegetale, espressi in chilo tonnellate all'anno (kt/anno), per l'anno 2018. I dati, espressi in tonnellate all'anno (t/anno), sono riportati in tabella 7 (Appendice).

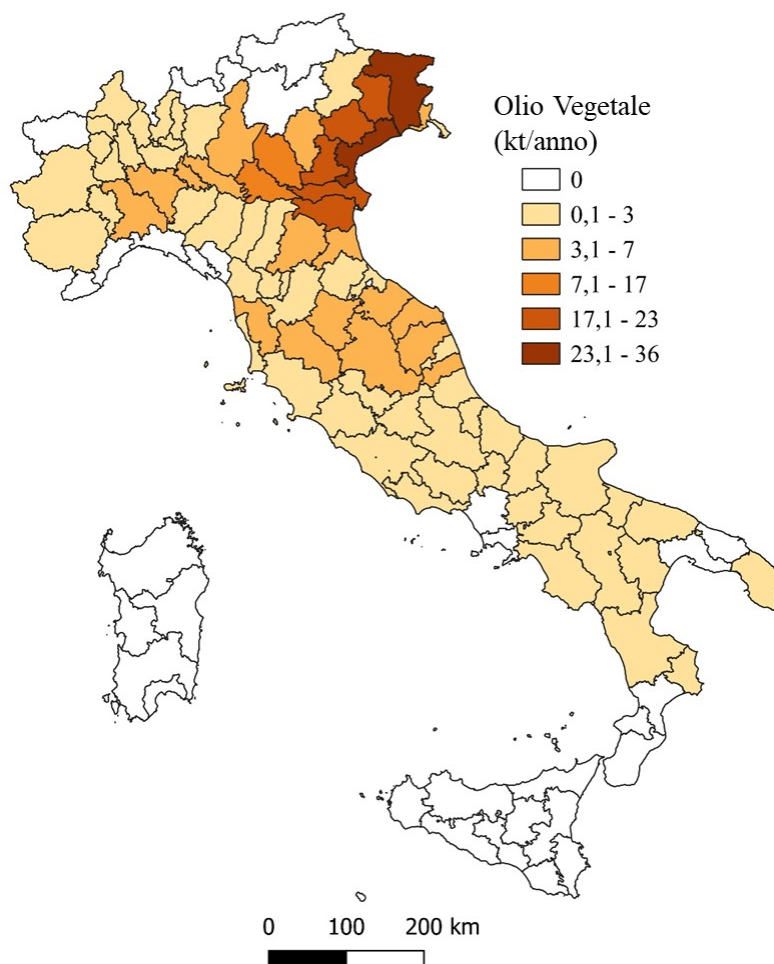


Figura 8: Potenziale teorico di olio vegetale (kt/anno), su scala provinciale, per l'anno 2018.

3. PORTALE WEBGIS

Genericamente possiamo definire il WebGIS come l'applicazione web che permette di pubblicare in Internet i sistemi GIS e di condividere la loro gestione ed elaborazione da parte di diversi utenti, basandosi su normali funzionalità client-server. Le principali funzioni di questi sistemi in genere sono: archiviazione, analisi dei dati, creazione e visualizzazione di tematismi, possibilità di interrogazioni dei dati, applicazione di filtri sia spaziali sia logici. La rapida evoluzione delle tecnologie di Internet e l'incentivazione di azioni a favore dell'e-government rendono sempre più efficace l'utilizzo del web come canale di comunicazione di contenuti geografici. Le mappe interattive sono strumenti applicabili sia alla gestione tecnica e specialistica del territorio, sia alla sua promozione presso un vasto pubblico. Fino a qualche anno fa lo scoglio insormontabile era costituito sia dai costi elevati dell'informatizzazione dei dati geografici (sia dati di base che dati specifici) e sia dai costi degli strumenti necessari alla loro implementazione. Negli ultimi anni, il grande lavoro svolto dalle pubbliche amministrazioni e dai movimenti per gli Open Data hanno drasticamente ridotto i costi di realizzazione di applicazioni GIS e quindi ampliato il ventaglio di potenziali realtà professionali che possono dotarsi di sistemi di gestione di dati geografici informatizzati. In ambito applicativo, la presenza di prodotti GIS Open Source ormai estremamente consolidati come PostgreSQL/PostGIS, in grado di gestire dati geografici, i motori di rendering cartografico UMN MapServer (Università del Minnesota) o Geoserver, le ormai note librerie Javascript GeoExt ed Openlayers, rendono lo sviluppo di applicativi WEB per la pubblicazione di dati cartografici particolarmente facile ed agile.

Anche la Comunità Europea si è mossa in questa direzione emanando la direttiva INSPIRE (2007/2/EC del 14 marzo 2007). INSPIRE è l'acronimo di Infrastructure for Spatial Information in Europe (Infrastruttura per l'Informazione Territoriale in Europa). Obiettivo di questa direttiva è quello di creare una infrastruttura di dati territoriali che sia da supporto alle politiche ambientali degli stati membri o alle attività che possono avere un impatto sull'ambiente. Tale infrastruttura faciliterà la condivisione di dati territoriali ambientali fra le varie organizzazioni pubbliche del settore e l'accesso a tali informazioni. La direttiva è incentrata in particolare sulla politica ambientale, ma in futuro ci si aspetta che possa essere estesa ad altri settori come l'agricoltura, i trasporti e l'energia.

Ogni Stato dell'Unione Europea deve implementare una sua infrastruttura di dati territoriali nazionale, coordinando quelle di livello sub-nazionale.

Ogni infrastruttura di dati territoriali nazionale costituirà un "nodo" dell'infrastruttura europea, e dovrà mettere a disposizione dati geografici, metadati e servizi, dove:

- dati geografici: sono quelli indicati negli allegati della direttiva, suddivisi per categorie;
- metadati: dovranno riguardare sia i dati che i servizi;
- web service e applicazioni informatiche per la ricerca dei dati disponibili, per la consultazione e per il download di copie di dati.

I servizi di ricerca e di navigazione dovranno essere gratuiti (art. 14, comma 1), ma i singoli Stati potranno legiferare altrimenti, permettendo eventualmente che vengano applicate delle tariffe.

Recependo la suddetta direttiva europea, l'Italia ha istituito il Geoportale Nazionale del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, il quale opera all'interno del quadro normativo stabilito dal D.Lgs. 32/2010 e s.m.i. Tale decreto stabilisce che il Geoportale Nazionale sia il punto di accesso nazionale per gli scopi della direttiva INSPIRE consentendo quindi alle autorità competenti, parti terze e privati cittadini di ricercare le informazioni territoriali disponibili.

Maggiori informazioni possono essere trovate sul sito <http://www.pcn.minambiente.it/GN/index.php>.

3.1 ATLANTE DELLE BIOMASSE

Il WebGIS Atlante delle Biomasse (link: <http://atlantebiomasse.brindisi.enea.it/atlantebiomasse/mappe.html>) è stato sviluppato per il territorio nazionale al fine di fornire agli operatori del settore Bioenergie-Biocarburanti e Biomateriali uno strumento per il supporto decisionale che aiuti i decisori a valutare le possibili filiere territoriali di approvvigionamento biomassa e la distribuzione di prodotti finali di processo (energia, biocarburanti, materiali bio-based).

Una volta costruiti gli strati informativi sulle varie tipologia di biomassa, in formato raster e/o vettoriale, si è proceduto alla realizzazione del Portale – Atlante delle Biomasse. Attraverso il Portale sono visualizzabili e scaricabili dati (database e mappe tematiche) sulla potenzialità, distribuzione e tipologia di biomassa. L'utilizzo del Portale è semplice e intuitivo e non richiede nessun applicativo speciale ma solo un normale browser Internet. Nell'Application Server sono stati definiti tutti i servizi web standard OGC (Open Geospatial Consortium) di accesso ed interrogazione dei dati come i servizi WMS (Web Map Services), i servizi WFS (Web Feature Services) e i servizi WCS (Web Coverage Services).

Il framework utilizzato nella realizzazione del Portale si basa su strumenti open source nel rispetto delle specifiche OGC.

La figura 8 mostra i principali tools impiegati:

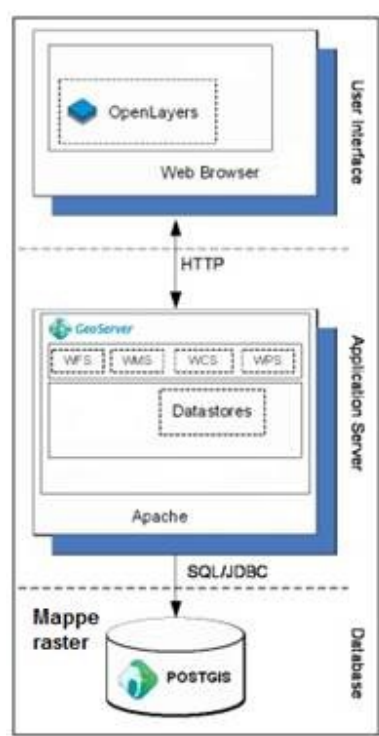


Figura 8: Framework utilizzato.

La struttura è costituita da 3 livelli:

- livello database: è stato utilizzato Postgres/PostGis dove sono stati caricati i dati vettoriali, mentre le mappe raster sono state salvate in formato TIFF o ADF.
- livello Application Server: è stato utilizzato GeoServer ver. 2.8 e successivi aggiornamenti. In esso sono stati realizzati i datastores ed i layers da cui è possibile richiedere i servizi WMS, WFS e WCS.
- livello User Interface: sono state utilizzate le librerie javascript di Openlayers ver. 3.10 e successivi aggiornamenti, e codice javascript personalizzato oltre a librerie per la realizzazione dei grafici.

I dati presenti sul Portale sono relativi alle seguenti biomasse:

- Scarti agricoli (paglia, potature, sansa, vinaccia, gusci, lolla, olio, semi, pastazzo, buccia di pomodoro);
- Incremento forestale;
- Frazione organica rifiuti solidi urbani (FORSU);
- Legno Forestale (Arboricoltura, Conifere, Latifoglie);
- Colture Energetiche;

Il potenziale disponibile di biomassa riportato all'interno del portale è il potenziale teorico, ossia il potenziale massimo disponibile [12], escludendo quindi qualsiasi valutazione ambientale, ecologica o di attuale uso delle biomasse. Sono in corso di approfondimento e studio l'applicazione di metodologie volte a definire in modo più accurato la disponibilità effettiva di tali biomasse. A causa del attuale livello di approssimazione delle stime sull'attuale utilizzo delle biomasse valutate, si è preferito evitare di riportare sul WebGis il valore presunto della disponibilità effettiva di biomasse residuali su scala provinciale. Si ritiene infatti che più ci si cala in realtà territoriali limitate, più affiorano specificità particolari che richiederebbero indagini precise sul campo.

In tale ottica si è pensato che una pubblicazione sul portale Atalante delle Biomasse dei dati elaborati per la valutazione del potenziale teorico fosse realisticamente più attendibile. Per le biomasse prodotte dagli scarti agricoli sono caricate le serie temporali relative agli anni 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019. Per l'incremento forestale, si è fatto riferimento all'anno 2005, ultimo dato disponibile dell'inventario nazionale forestale [14]. I dati inerenti i FORSU, riguardano gli anni dal 2015 al 2018 derivano dal catasto dei rifiuti, prodotto da ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) [15]. Per il legno forestale e per le colture energetiche i dati sono relativi al 2005. Tutti i dati sono esportabili in vari formati e salvabili come immagine.

È possibile interrogare i dati di una singola feature oppure selezionare le features che ricadono in una box di selezione. La figura 9 mostra la schermata che si presenta all'utente finale quando accede alla sezione Mappe del portale.

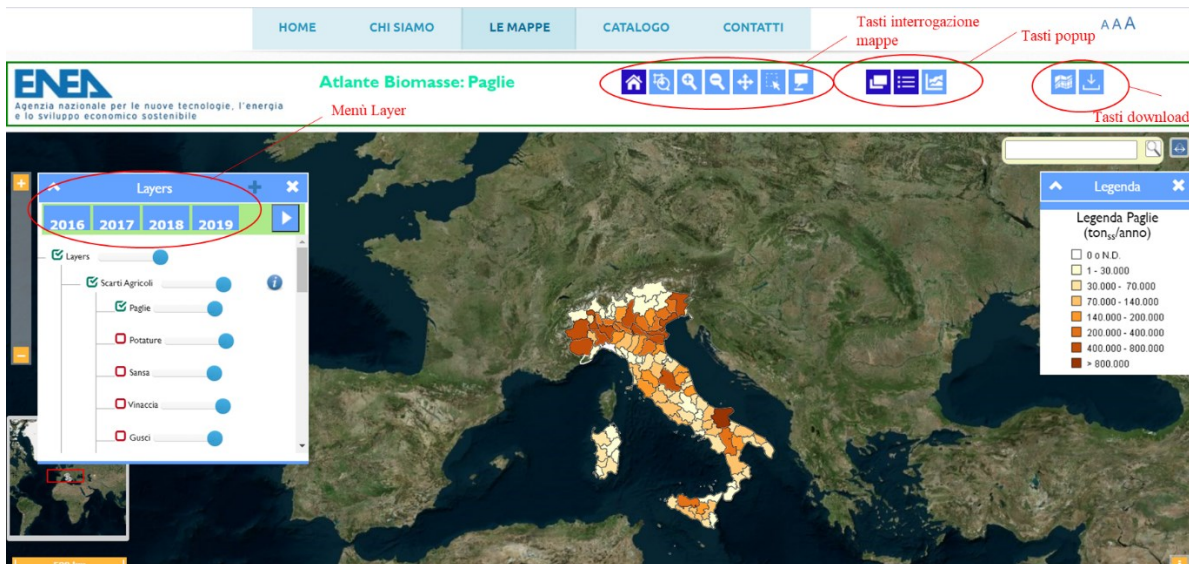


Figura 9: Schermata di accesso alla sezione mappe del Portale Atlante delle Biomasse

In essa sono visibili i menù dei layers (dove è possibile scegliere anche l'anno di riferimento) e la legenda dei dati visualizzati.

Nella parte alta della mappa sono presenti tre gruppi di pulsanti.

Il primo gruppo, definito come tasti interrogazione mappe (Figura 10), mostra i tasti tipici di un ambiente GIS. Essi consentono le classiche funzioni di un sistema WebGis:

- pan;
- zoom in;
- zoom out;
- zoom su una selezione;
- ricerca dei dati sulla selezione;
- tooltip;



Figura 10: Gruppo tasti interrogazione mappe del Portale Atlante delle Biomasse.

Quando si attiva la ricerca (tasto evidenziato sulla prima fila di pulsanti della figura 10) si apre un sottomenù con cui si può decidere se fare una ricerca puntuale, con un cerchio, con un poligono libero, con un rettangolo.

In figura 11 è mostrato, ad esempio, il risultato di una selezione di tipo rettangolo fatta sulla mappa, inerente gli scarti agricoli, il cui risultato mostra un grafico in cui sono riportati tutti i dati di disponibilità delle biomasse, per le provincie selezionate, per tutti gli anni disponibili.

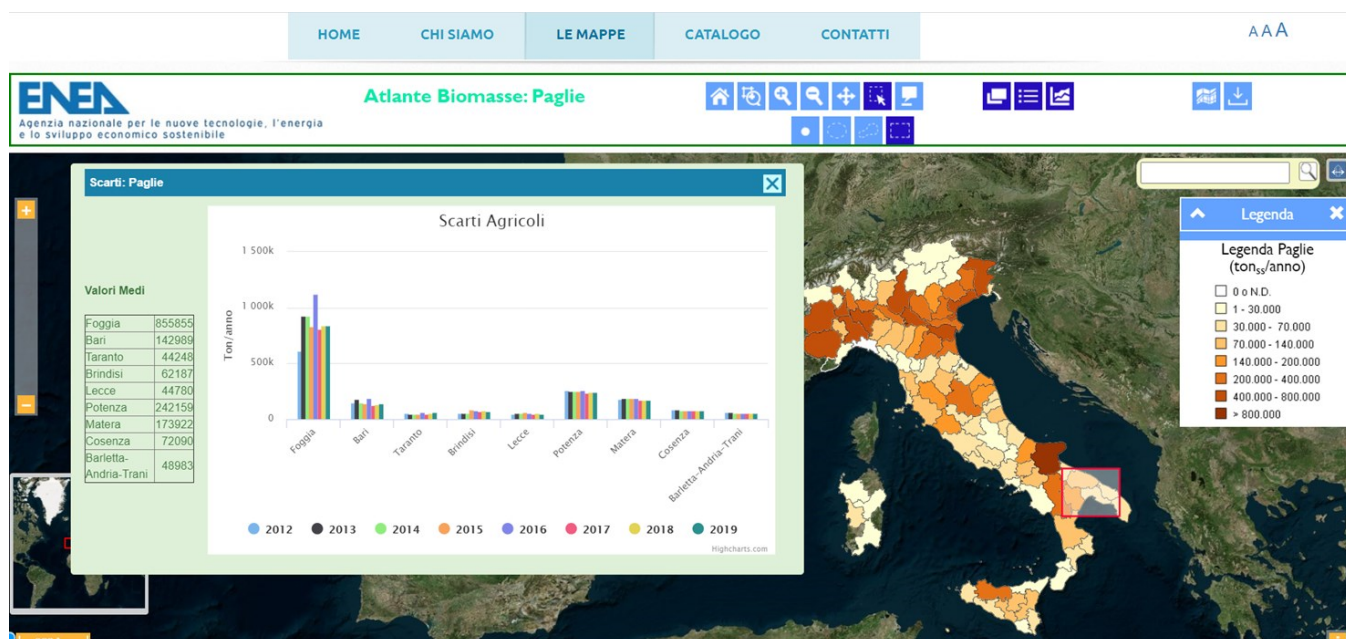


Figura 11: Risultato di una selezione di tipo rettangolare fatta sulla mappa, inerente gli scarti agricoli.

Il secondo gruppo di pulsanti, ossia i pulsanti popup (Figura 12), consente di Visualizzare/Nascondere le finestre di popup relative, nell'ordine, a:

- Layers disponibili
- Legenda
- Serie Temporal.



Figura 12: Gruppo tasti popup.

In particolare quando si preme il pulsante relativo alle Serie Temporal si apre il seguente pannello (Figura 13) da cui si può scegliere quale biomassa si vuole analizzare (tutte o una) e per quale provincia (una sola nel caso siano state selezionate tutte le biomasse, massimo 10 nel caso sia stata selezionata una sola biomassa).

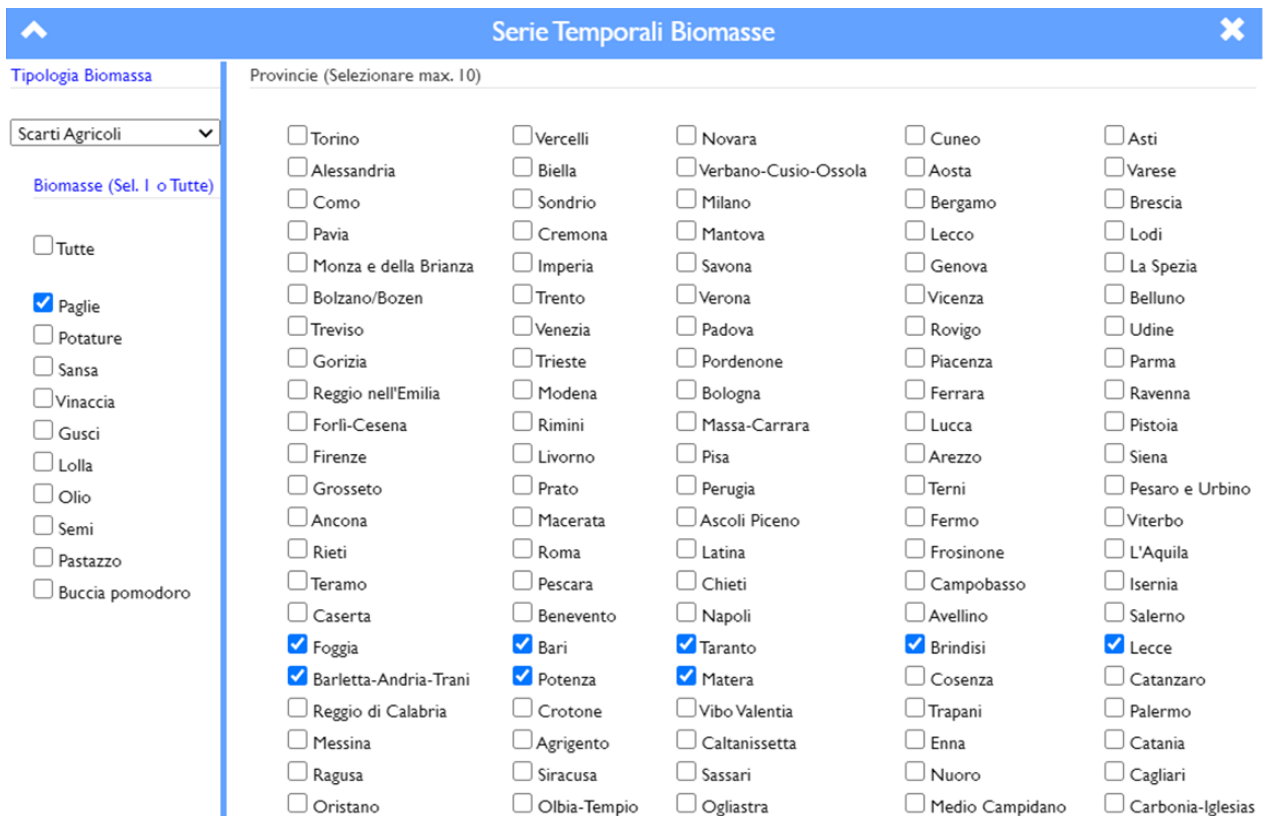


Figura 13: Immagine selezione serie temporale.

In figura 14 è mostrato il risultato della selezione effettuata.

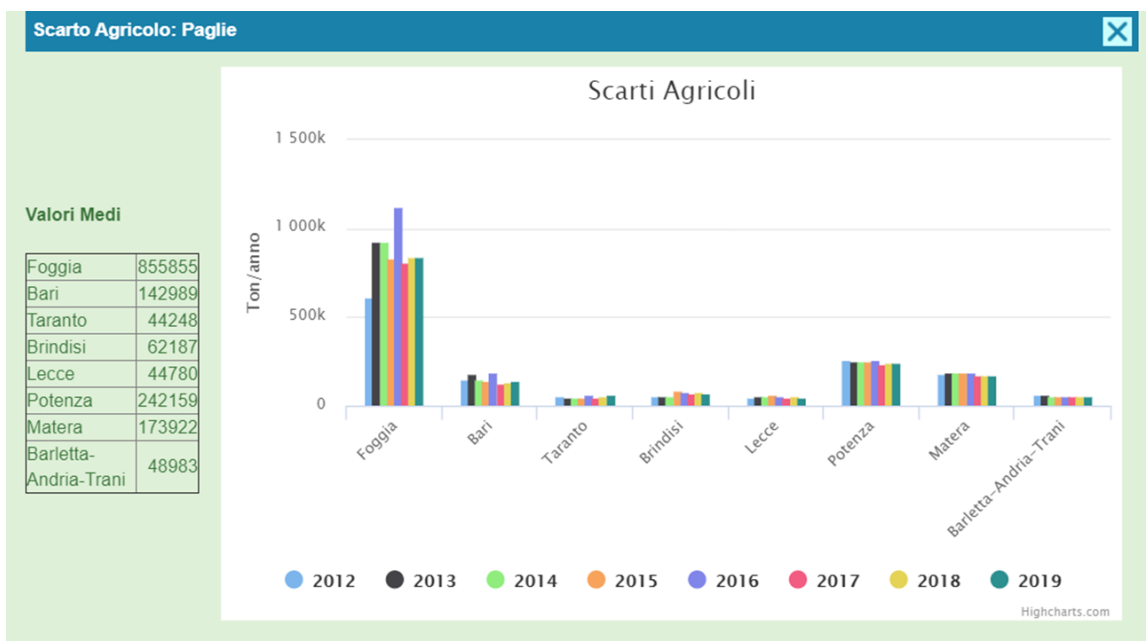


Figura 14: Risultato selezione serie temporale, per le provincie della Regione Puglia e Basilicata, inerente le paglie.

Tale strumento permette all'utente di valutare la variabilità negli anni dei quantitativi della tipologia di biomassa scelta, nelle provincie di interesse.

Il terzo gruppo di pulsanti (Figura15), tasti download, consente di esportare i dati visualizzati come:

- immagine (formato JPG, GIF, PNG)
- dato (CSV, Shapefile)



Figura 15: Gruppo tasti download

I risultati aggiornati delle analisi di disponibilità delle diverse tipologie di biomassa per il territorio nazionale sono stati impiegati anche per l'aggiornamento del Portale delle Biomasse. Inoltre sono stati elaborati strumenti di interrogazione del Portale, in cui è possibile selezionare gli elementi:

- per tipologia di biomassa;
- per area di interesse;
- per tipologia di biomassa ed area di interesse (es. definendo un raggio d'azione).

Alcuni esempi di interrogazione del Portale sono riportati nella figura 16, 17 e 18.

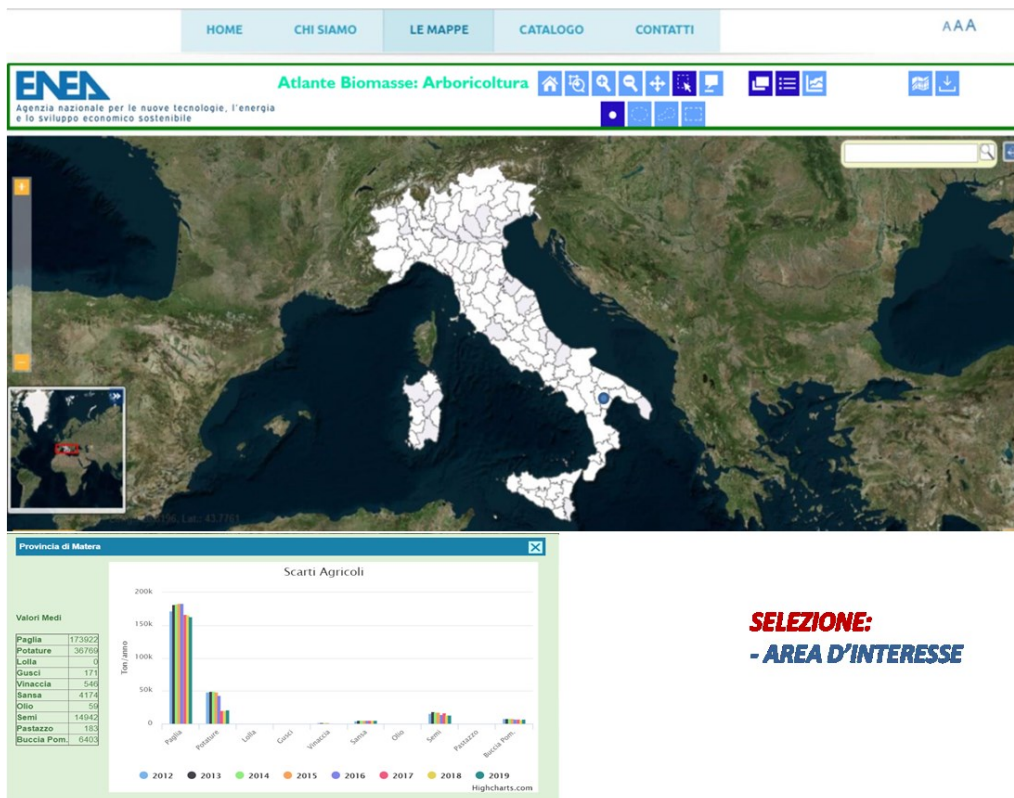


Figura 16: Interrogazione per area di interesse. Nell'esempio è stata selezionata come area di interesse la Provincia di Matera. In output sono riportate le biomasse disponibili per la Provincia di Matera e la loro disponibilità nel periodo dal 2012 al 2019.

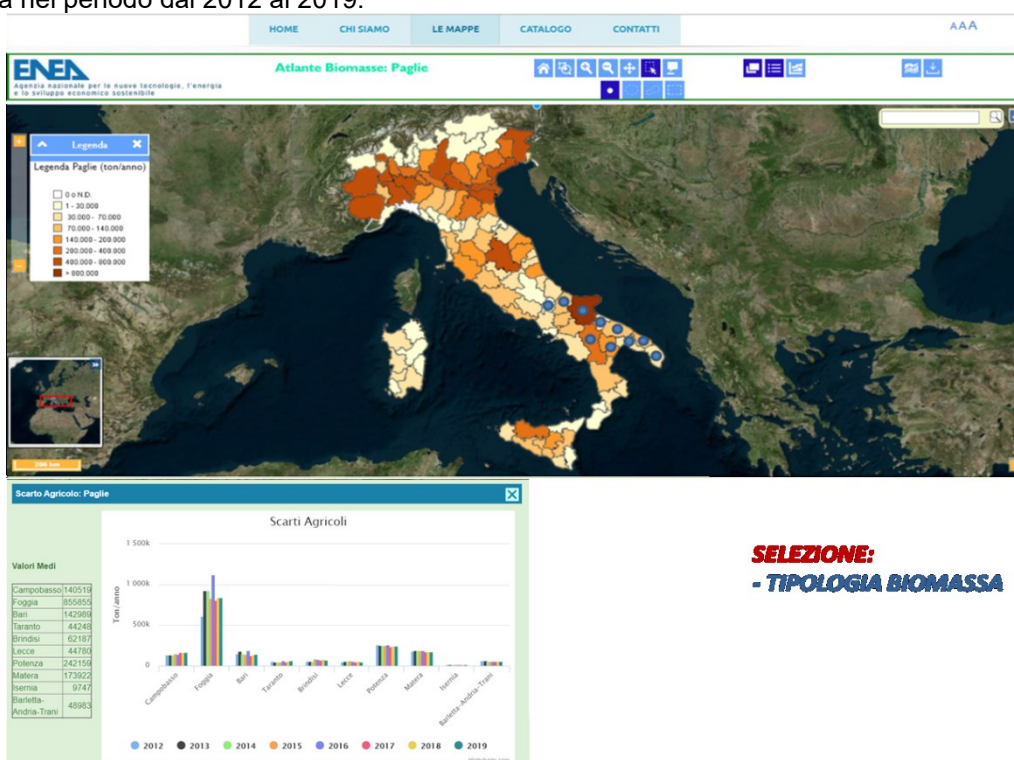


Figura 17: Interrogazione per tipologia di biomassa. Nell'esempio è stata selezionata come biomassa di interesse la paglia. In output sono riportati i quantitativi di paglia disponibili per 10 province nel periodo dal 2012 al 2019.

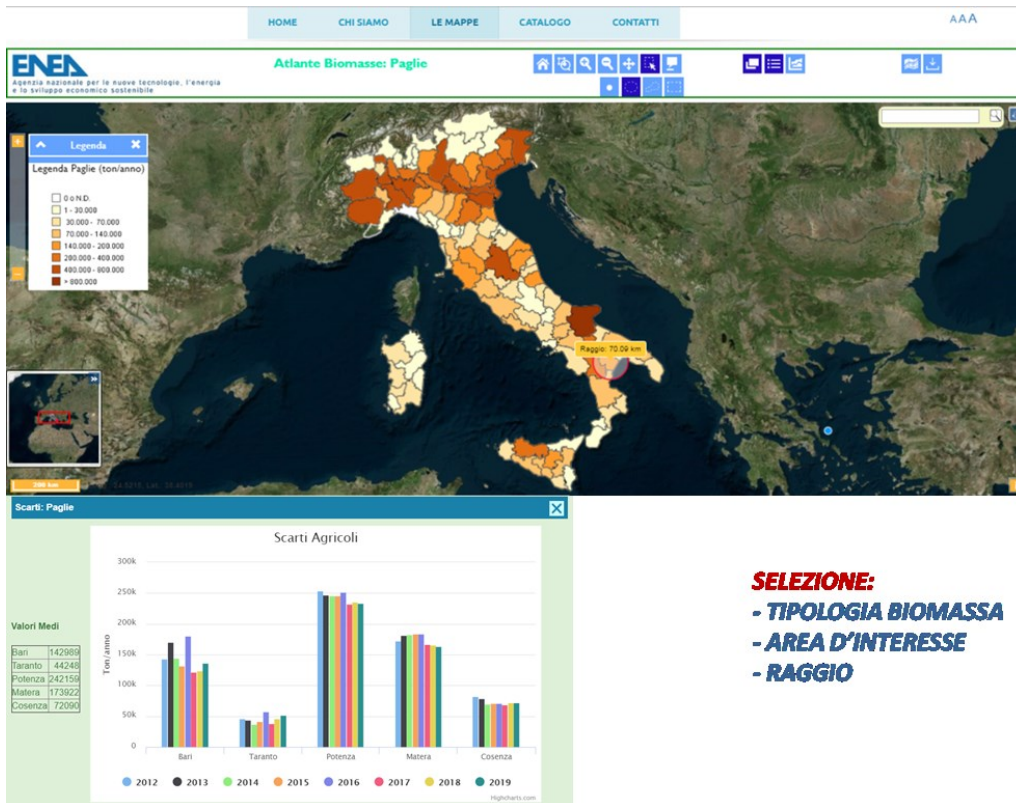


Figura 18 – Interrogazione per tipologia di biomassa ed area di interesse. Nell'esempio è stata selezionata come biomassa di interesse la paglia e come area un settore di 70 km di raggio rispetto al Comune di Pisticci (MT). In output sono riportati i quantitativi di paglia disponibili per le 5 province interessate (Bari, Taranto, Potenza, Matera e Cosenza) nel periodo dal 2012 al 2019.

4. RISULTATI

Tale studio ha permesso di determinare, a partire dai dati di produzione di prodotto agricolo principale, elaborati ogni anno da ISTAT [10], il sottoprodotto derivante il quale può essere utilizzato sia per scopi energetici, attraverso ad esempio il loro trattamento in impianti di digestione anaerobica, trattamento in impianti di gassificazione oppure possono essere processati all'interno di bioraffinerie in modo tale di ottenere materiali, chemicals ad alto valore aggiunto.

Nella tabella 8 viene riportata una sintesi dei risultati delle diverse biomasse valutate, accorpati per regione, nell'anno 2018.

Tabella 8: Sintesi regionale delle biomasse/sottoprodotti valutate, anno 2018.

Regione	Paglia (t _{ss} /anno)	Potature (t _{ss} /anno)	Gusci (t _{ss} /anno)	Sansa (t _{ss} /anno)	Pastazzo (t _{ss} /anno)	Vinaccia (t _{ss} /anno)	Olio Vegetale (t/anno)
Abruzzo	228.820	82.313	68	22.059	9	27.776	2.288
Basilicata	339.161	24.378	309	6.260	12.352	1641	231
Calabria	164.471	112.947	846	70.820	102.802	4.078	87
Campania	341.953	169.273	18.787	26.714	3.749	63.027	118
Emilia Romagna	1.541.373	249.194	23	1.217	0	190.929	39.069
Friuli Venezia Giulia	725.984	83.948	4	289	0	16.823	61.494
Lazio	388.922	59.460	22.019	33.429	563	13.548	3.371
Liguria	1.111	6.907	46	5.675	22	1.105	0
Lombardia	2.628.643	54.705	25	1.738	0	25.783	35.645
Marche	506.305	26.417	25	3.937	0	9.868	23.337
Molise	166.645	14.262	147	16.828	8	19.710	764
Piemonte	2.239.774	117.554	16.837	21	0	39.282	13.329
Puglia	1.161.596	309.425	16.776	11.4038	25.534	144.697	2.056
Sardegna	148.880	70.558	2.925	7.598	6.590	5.515	3
Sicilia	683.864	270.843	38.503	66.855	15.0828	94.881	0
Toscana	664.622	89.360	187	34.888	10	24.517	17.633
Trentino Alto Adige	2.310	66.602	0	700	0	19.199	0
Umbria	332.075	12.650	141	6.861	0	6.230	5.497
Valle d'Aosta	181	2.160	0	0	0	249	0
Veneto	2.004.254	441.268	282	4.405	0	115.631	117.347
ITALIA	14.330.945	2.264.223	117.950	424.332	302.446	824.488	322.269

Per quanto riguarda le paglie (Figura 19), le regioni che presentano la maggiore disponibilità potenziale sono la Lombardia, il Piemonte ed il Veneto, con rispettivamente il 18%, 16% e 14% delle paglie totali nazionali. Per la Lombardia il maggior contributo alla produzione di paglia è dato dalla coltivazione del mais e del riso, che concorrono al 62% ed al 16% del potenziale di paglia. Come per la Lombardia anche per il Veneto le colture che determinano la maggior parte della produzione di paglia sono il mais e il riso, con il 59% ed il 24%. Per il Veneto il maggior contributo è dato dal mais (42%) e dalla soia (31%).

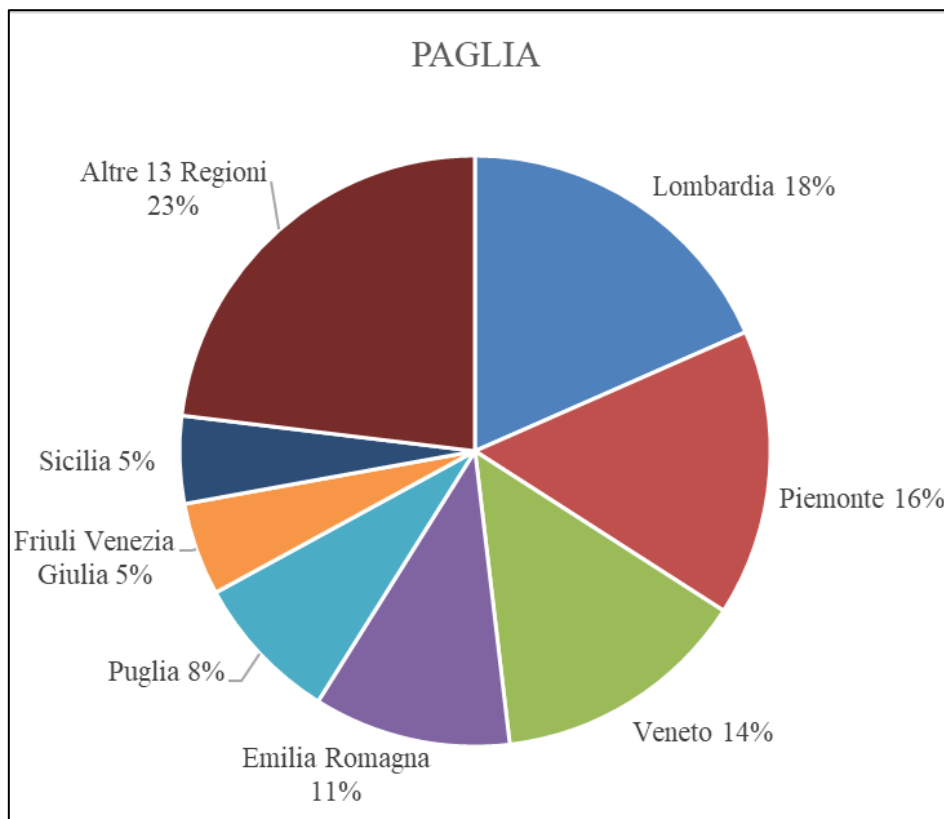


Figura 19: Distribuzione regionale in valori percentuali, della disponibilità di paglia per l'anno 2018.

Le patate (Figura 20) sono maggiormente presenti in Veneto, Puglia e Sicilia, con 19%, 14% e 12% del totale potenzialmente disponibile a scala nazionale. In particolare per il Veneto il contributo prevalente, circa il 91% del totale di patate potenzialmente disponibile, deriva dalla produzione di uva da vino. Per la Puglia invece, la maggior produzione di scarti di patate sono ottenuti dall'uva da vino (40%), dall'uva da tavola (25%) e dalla produzione di olive da olio (18%). In Sicilia le colture che maggiormente concorrono alla produzione di patate sono l'uva da vino (26%), le olive da olio (21%) e la produzione di arance (21%).

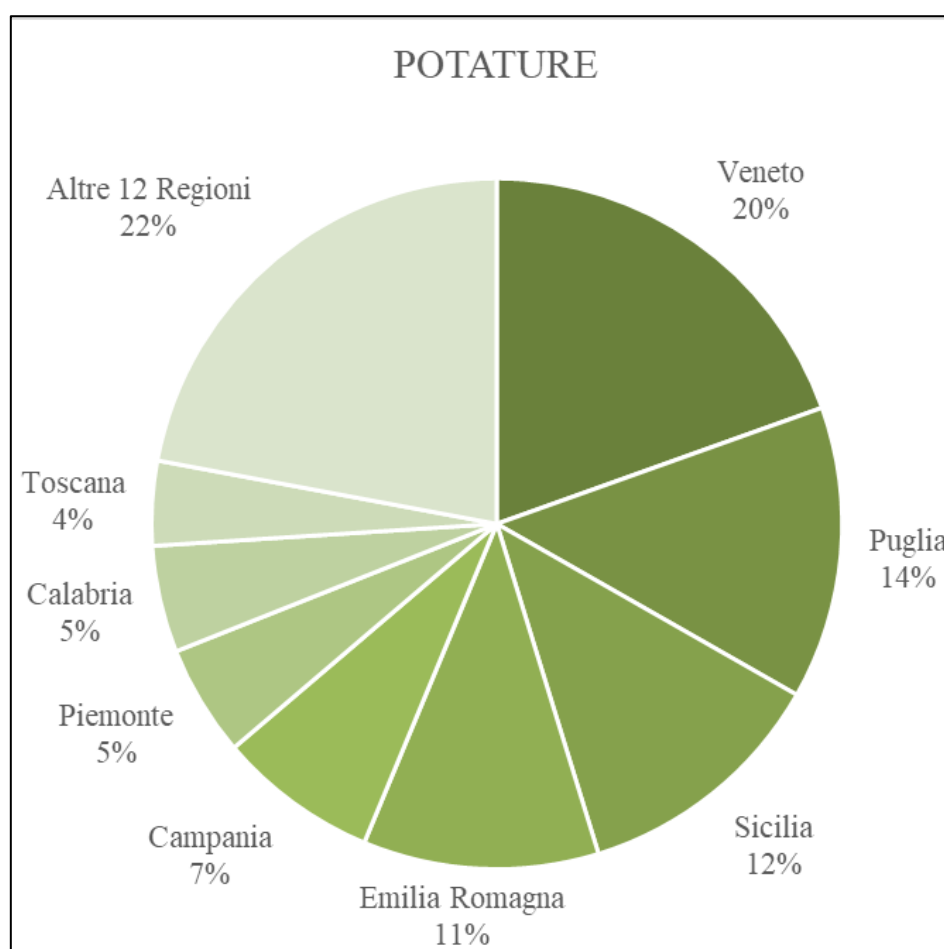


Figura 20: Distribuzione regionale in valori percentuali, della disponibilità di patate per l'anno 2018.

Per i gusci (Figura 21) invece la Regione che presenta un terzo di tutta la disponibilità nazionale è la Sicilia, dove i contributi sono 80% mandorle, 15% nocciole e 5% pistacchi.

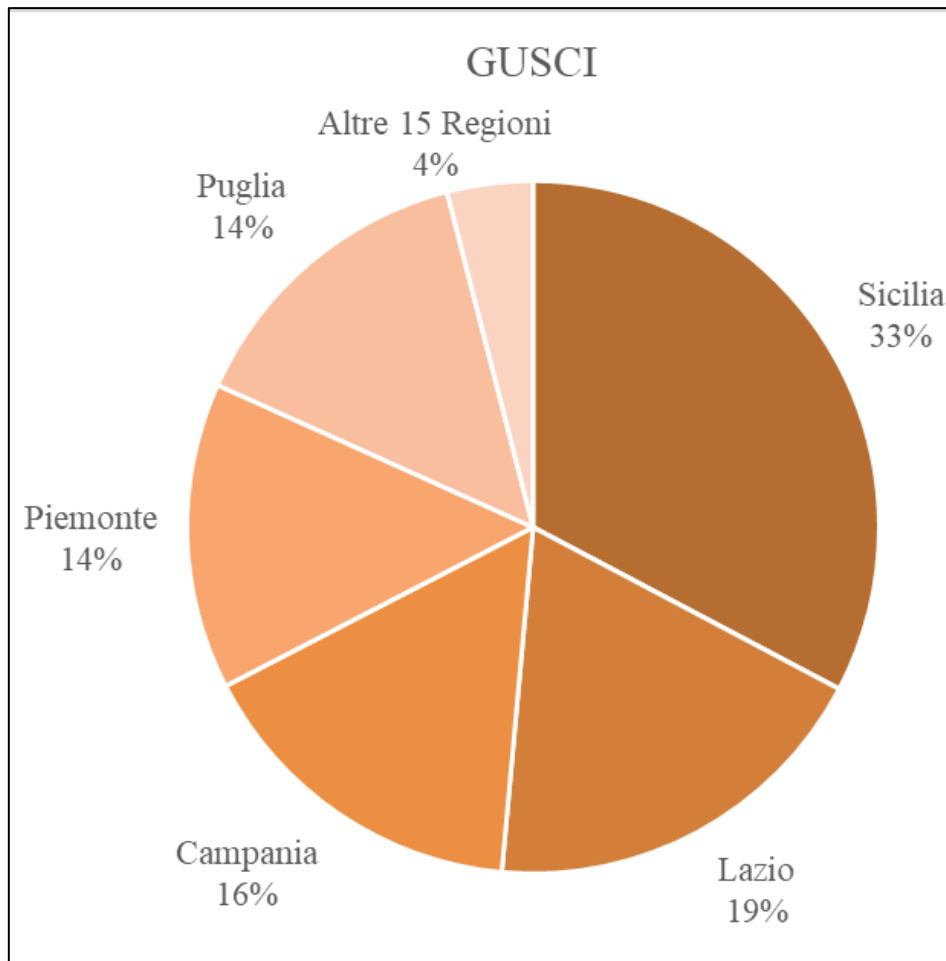


Figura 21: Distribuzione regionale in valori percentuali, della disponibilità di gusci per l'anno 2018.

La sansa (Figura 22) risulta essere maggiormente disponibile in Puglia (27% del totale) e in Calabria (17%), le quali rappresentano le regioni, per il 2018, dove vi è la maggior produzione di olive da destinare alla produzione di olio di oliva. Occorre ricordare che per tali tipologie di biomasse la loro distribuzione geografica è in funzione della localizzazione degli oleifici e sansifici.

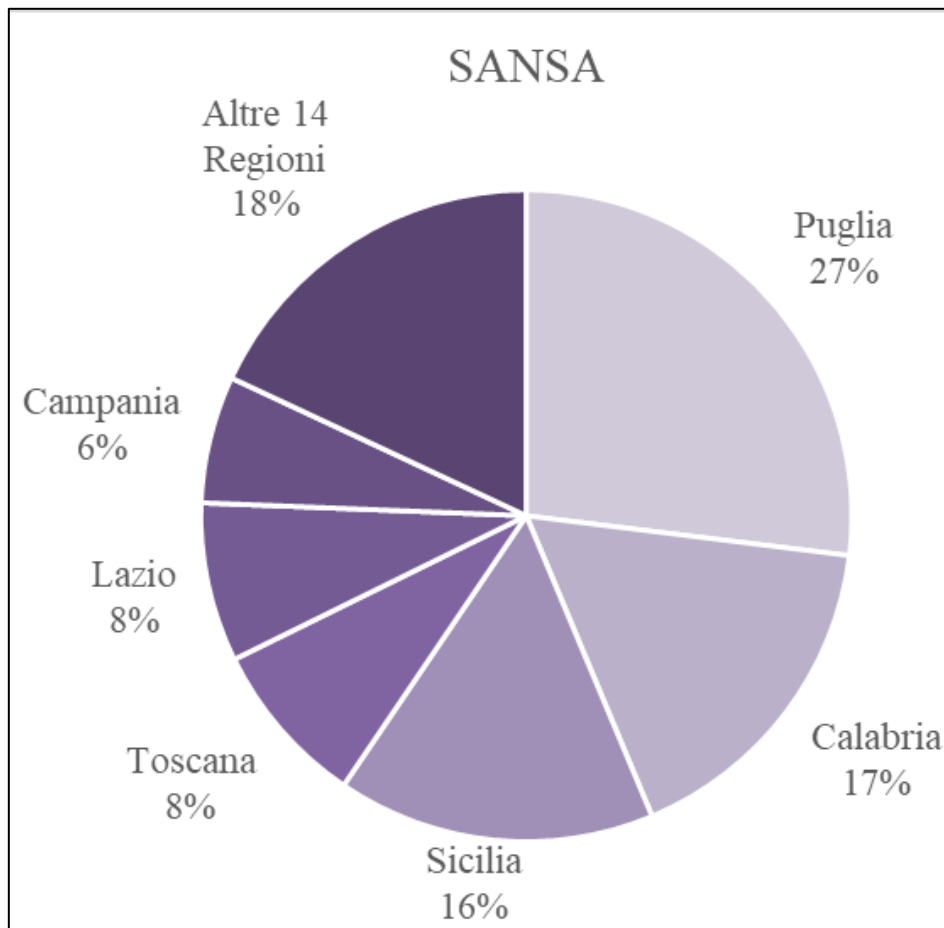


Figura 22: Distribuzione regionale in valori percentuali, della disponibilità di sansa per l'anno 2018.

Il pastazzo (Figura 23) si localizza principalmente nel Sud Italia ed in particolare in Sicilia, dove vi è il 64% della produzione totale di arance, nel 2018, ed è concentrato il 50% della disponibilità teorica nazionale di tale sottoprodotto. In questo studio si è ipotizzato che tutto il prodotto fresco venga convertito in succo, ma in realtà una certa quota viene destinato al consumo di frutta fresca. Inoltre la localizzazione del pastazzo è in funzione della posizione degli impianti di trasformazione.

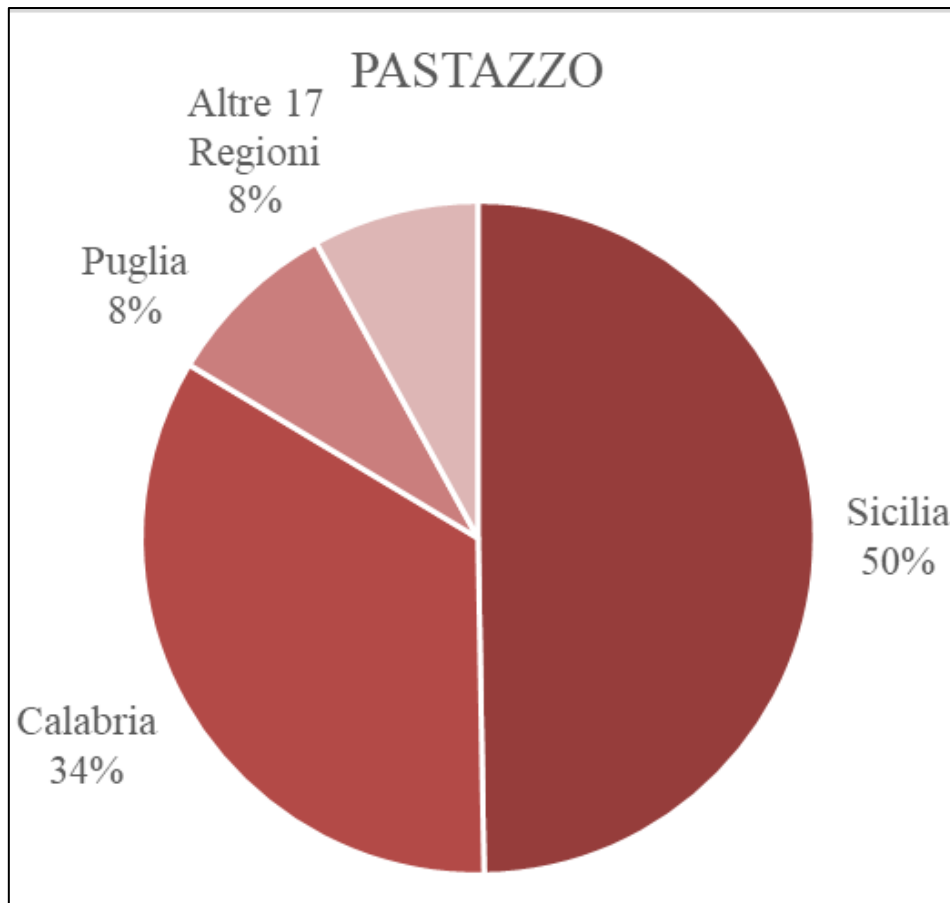


Figura 23: Distribuzione regionale in valori percentuali, della disponibilità di pastazzo per l'anno 2018.

La vinaccia (Figura 24) si ritrova principalmente in Emilia Romagna (23%) e in Puglia (18%) le quali, presentano per il 2018 rispettivamente il 13% e il 20% della produzione nazionale di uva da vino. Tale distribuzione è indicativa poiché la reale collocazione territoriale del residuo agroindustriale deve essere considerata nell'impianto di produzione.

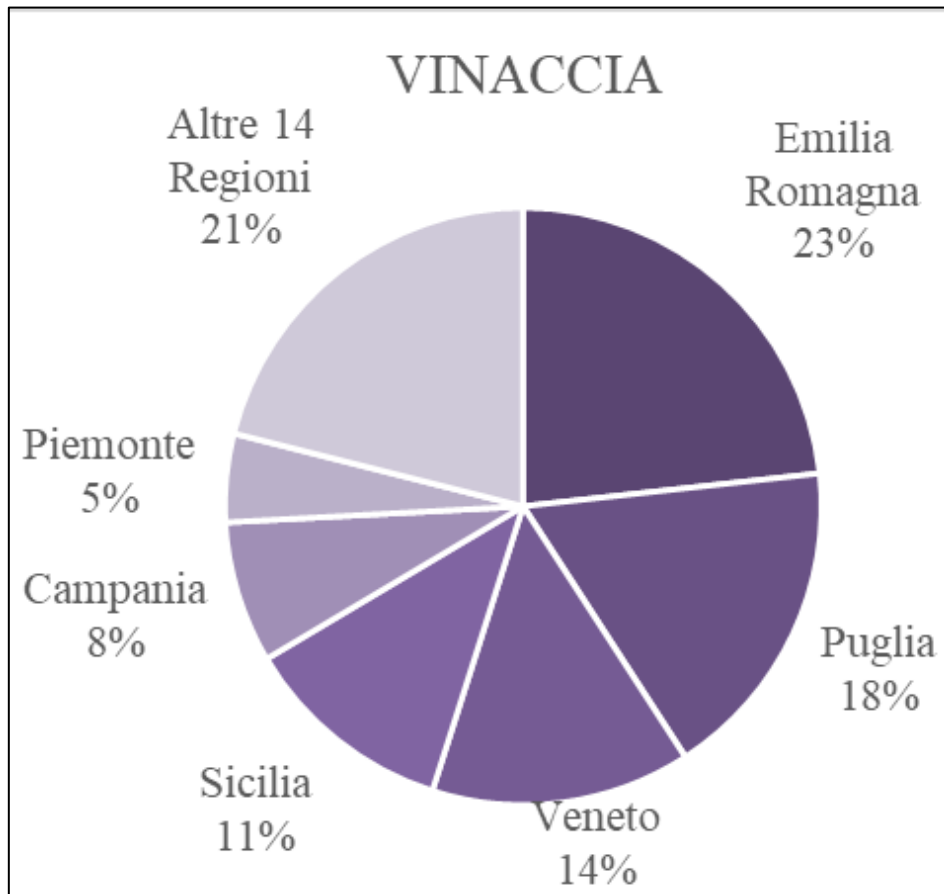


Figura 24: Distribuzione regionale in valori percentuali, della disponibilità di vinaccia per l'anno 2018.

L'olio vegetale (Figura 25) derivante dalle colture Colza, Girasole e Soia, è localizzato principalmente in Veneto, con il 37% della disponibilità teorica nazionale. Così come indicato per le altre biomasse agroindustriale, il residuo è localizzato fisicamente presso l'impianto di produzione.

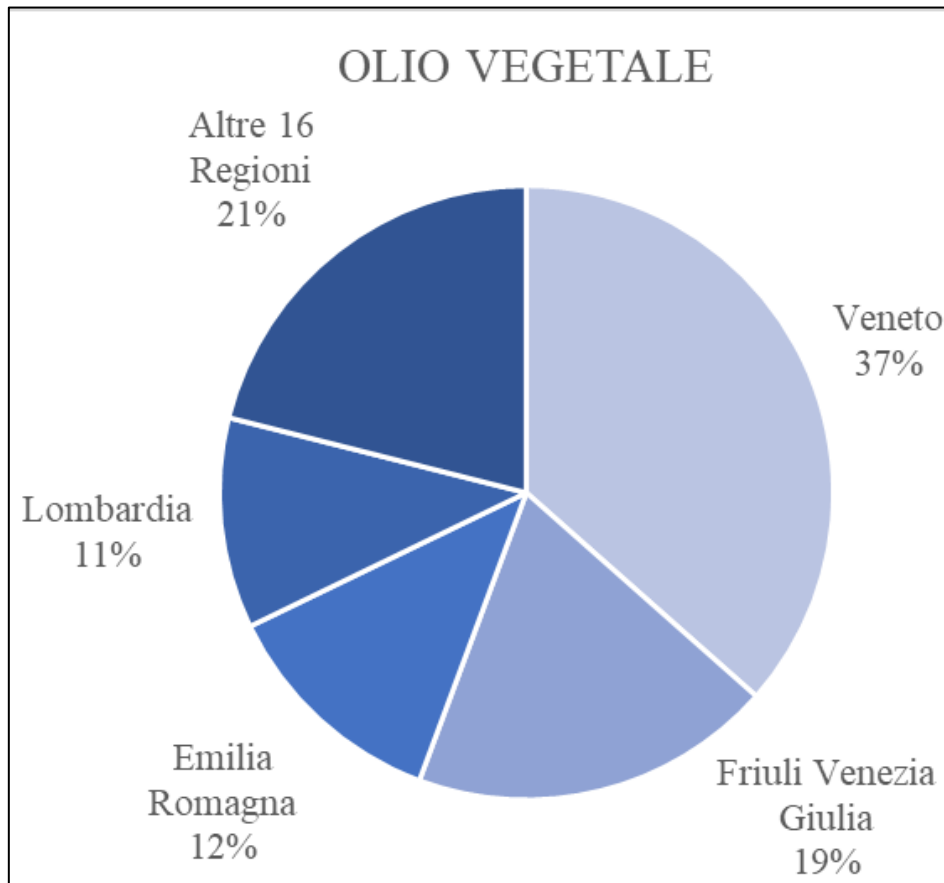


Figura 25: Distribuzione regionale in valori percentuali, della disponibilità di olio vegetale per l'anno 2018.

5. CONCLUSIONI

Tale studio ha avuto come obiettivo quello di quantificare e mappare le principali biomasse agroindustriali ossia, le paglie di cereali, le potature di alberi da frutto, di ulivo, di vite, i gusci di frutta secca, il pastazzo degli agrumi, la sansa derivante dalla molitura delle olive da olio e la vinaccia derivante dalla filiera uva-vino, sul territorio nazionale per l'anno 2018, le quali rappresentano le principali materie prime per gli impianti bioenergetici e/o per le bioraffinerie. Dall'analisi svolta si evince che la biomassa maggiormente presente a scala nazionale è la paglia di cereali, con circa 14.330 kt_{ss}/anno, e le regioni con la maggior disponibilità sono rispettivamente Lombardia, Piemonte e Veneto. La seconda biomassa maggiormente disponibile è rappresentata dagli scarti di potature, con circa 2264 kt_{ss}/anno, principalmente concentrati in Veneto, Puglia e Sicilia. La terza biomassa prevalente è la vinaccia, con una potenziale disponibilità di circa 824 kt_{ss}/anno, localizzata principalmente in Emilia Romagna e in Puglia. Le altre biomasse calcolate hanno una disponibilità teorica, per l'anno 2018, di 424 kt_{ss}/anno per la sansa, di 322 kt/anno di olio vegetale, di 302 kt_{ss}/anno di pastazzo di agrumi e di 118 kt_{ss}/anno di gusci di frutta secca.

La conoscenza della potenzialità e della localizzazione delle biomasse/sottoprodotti risulta essere fondamentale per la possibile progettazione di nuove bioraffinerie di terza generazione integrate nel territorio, ovvero impianti di produzione di chemicals e/o materiali bio-based prodotti a partire da substrati generalmente non utilizzabili a fini alimentari e disponibili presso il territorio in cui l'impianto viene installato.

Inoltre sapere i quantitativi e la posizione delle biomasse è importante per raggiungere gli obiettivi che l'Italia si è posta nel nuovo Piano Nazionale Clima e Energia (PNIEC) al 2030 [16]. Lo Stato si è impegnato affinché entro il 2030 il 30% del consumo primario di energia derivi da fonti rinnovabili, con l'obiettivo del 55% per le rinnovabili nel settore elettrico, del 33,9% per l'impiego delle rinnovabili nel settore termico e del 22% nel settore dei trasporti. Proprio nell'ambito dei trasporti un ruolo fondamentale potrà essere svolto dalle biomasse per la produzione di carburanti alternativi a quelli tradizionali di origine fossile. Il piano punta ad incrementare l'utilizzo di biocarburanti avanzati, ossia prodotti, ad esempio, a partire da colture non alimentari, scarti agricoli e forestali, residui industriali, alghe e microalghe. Un ruolo di primo piano spetterà al biometano avanzato, che secondo il piano contribuirà al 75% dell'obiettivo totale sui biocarburanti avanzati nei trasporti stradali, circa 0,8 Mtep al 2030. Lo sfruttamento delle biomasse/sottoprodotti in questo settore avranno un ruolo fondamentale affinché l'obiettivo prefissato si raggiunga.

Lo sviluppo del Portale Informatico sulle Biomasse “Atlante delle Biomasse” realizzato da ENEA per il territorio nazionale rappresenta uno sforzo di standardizzazione metodologica sull’analisi delle varie tipologie di biomassa, di aggregazione e omogeneizzazione di essi e nello stesso tempo si avvale dei recenti sviluppi tecnologici per potenziare la sua efficacia informativa. Attualmente esistono in Italia diverse tipologie di dati sulla potenzialità della biomassa (es. dati aggregati a livello nazionale, dati ristretti a entità territoriali come province e comuni, etc.). Tali dati si riferiscono a periodi diversi, presentano un problema intrinseco di non comparabilità, hanno un formato di consultazione che in alcuni casi è solo di tipo testuale e spesso mancano di georeferenziazione. Il Portale Web-GIS sulle biomasse, continuamente alimentato con dati nuovi, è uno strumento che consente di poter monitorare l’andamento una risorsa in modo rapido ed intuitivo per capire, per esempio, se il valore della sua produzione è costante nel tempo o se è soggetto ad eventi estemporanei. Avere a disposizione i dati sulle varie biomasse consente di avere uno strumento per la pianificazione territoriale in quanto permette di stabilire, ad esempio, che tipologia di impianto può essere più utile per un determinato territorio. La possibilità di scaricare i dati e utilizzarli in contesti diversi, rende il portale uno strumento di supporto a modelli previsionali per tarare strumenti di incentivazione fiscale e/o produttiva.

Il portale sulle Biomasse è conforme agli standard OGC (Open Geospatial Consortium). L’OGC è un’organizzazione internazionale leader nello sviluppo di standard per servizi geospaziali e basati sulla localizzazione geografica. Gli Standard OGC sono dei documenti tecnici che definiscono interfacce e codifiche. Gli sviluppatori usano questi documenti per costruire interfacce aperte e codifiche all’interno dei loro prodotti o servizi. Questi standard sono stati sviluppati dai suoi membri per realizzare specifici scenari di interoperabilità. I principali standard che sono utilizzati dal portale sono il Web Map Service (WMS) e il Web Feature Service (WFS). Lo Standard Web Feature Service (WFS) fornisce una semplice interfaccia HTTP per richiedere direttamente oggetti geografici (e non immagini di mappe) da uno o più server distribuiti in Internet. L’utilizzo di questi standard consente all’utente del portale WebGis di avere in modo interattivo e rapido una visione delle informazioni di interesse e di poterli scaricare in locale per una successiva elaborazione.

La metodologia sviluppata si presta ad ulteriore perfezionamento ad esempio attraverso l’implementazione di strumenti di analisi territoriale attraverso immagini da satellite, per studi di maggior dettaglio, così come applicazioni volte a valutare la disponibilità effettiva delle biomasse, per comprendere quale sia il potenziale realmente disponibile di tali residui.

RINGRAZIAMENTI

Parte del lavoro riportato nel presente report è stato svolto nell'ambito del progetto REBIOCHEM (REBIOCHEM - Biochemicals da biomasse: integrazioni di bio-conversioni per la produzione e l'applicazione di biochemicals da biomasse di II generazione da fonti rinnovabili-. CTN01_00063_49393). Gli autori ringraziano i partner di progetto per utili confronti e discussioni. Si ringrazia la Dott.ssa Isabella De Bari per i continui scambi e i preziosi suggerimenti forniti nel corso dello svolgimento del lavoro.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Farrell A.E. et al., «Ethanol can contribute to energy and environmental goals,» *Science*, vol. 331, pp. 506-508, 2006.
- [2] Gerwin W. et al., «Assessment and quantification of marginal lands for biomass production in Europe using soil quality indicators,» *Soil*, vol. 4, pp. 267-290, 2018.
- [3] International Energy Association, «Renewables 2018 Analysis and Forecasts to 2023,» [Online]. Available: <https://www.iea.org/reports/renewables-2018>. [Consultato il giorno 03 Novembre 2020].
- [4] Hamelin et al., «A Spatial approach to bioeconomy quantifying the residual biomass potential in the EU-27,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 100, pp. 127-142, 2019.
- [5] Carus M., Dammer L., «The Circular Bioeconomy - Concepts, Opportunities and Limitations,» *Industrial Biotechnology*, vol. 14, pp. 83-91, 2018.
- [6] Direttiva (UE) 2018/851 del Parlamento e del Consiglio Europeo, 30 maggio 2018.
- [7] Direttiva Europea 2001/2018. [Online]. Disponibile: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=IT>. [Consultato il giorno 03 Novembre 2020].
- [8] Motola V. et al., «Censimento potenziale energetico biomasse, metodo indagine, atlante biomasse su web-gis,» 2009. [Online]. Disponibile: https://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/censimento-biomasse/rse167.pdf/at_download/file. [Consultato il giorno 03 Novembre 2020].
- [9] Malinauskaite J. et al., «Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe,» *Energy*, vol. 141, pp. 2103-2044, 2017.
- [10] ISTAT. [Online]. Disponibile: <http://dati.istat.it/>. [Consultato il giorno 03 Novembre 2020].
- [11] ENAMA, «Progetto Biomasse,» 2011. [Online]. Disponibile: <https://www.progettobiomasse.it/>. [Consultato il giorno 11 Dicembre 2020].
- [12] S2Biom project. [Online]. Disponibile: <https://www.s2biom.eu/en/>. [Consultato il giorno 03 Novembre 2020].
- [13] Gurría P. et al., «Biomass flows in the European Union: The EU Biomass Flows tool, version 2020,» *EUR 30454 EN, Publications Office 2020*, 2020.

- [14] Inventario Forestale Nazionale. [Online]. Disponibile: <https://www.sian.it/inventarioforestale/index.do>. [Consultato il giorno 10 Dicembre 2020].
- [15] ISPRA Catasto Rifiuti. [Online]. Disponibile: <https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/index.php?pg=&width=1536&height=864>. [Consultato il giorno 11 Dicembre 2020].
- [16] Piano Nazionale Energia e Clima, Ministero dello Sviluppo Economico, 2020. [Online]. Disponibile: <https://www.mise.gov.it/index.php/it/198-notizie-stampa/2040668-pniec2030>. [Consultato il giorno 11 Dicembre 2020].

APPENDICE

In appendice vengono riportati i dati inerenti le biomasse analizzate, a scala provinciale, per l'anno 2018.

Tabella 1: Potenziale provinciale di paglia (t_{ss}/anno), anno 2018

PROVINCIA	PAGLIA (t_{ss}/anno)
Torino	573.177
Vercelli	450.292
Novara	251.319
Cuneo	534.597
Asti	82.700
Alessandria	314.514
Biella	32.131
Verbano-Cusio-Ossola	1.043
Aosta	181
Imperia	0
Savona	954
Genova	13
La Spezia	144
Varese	10.248
Como	15.733
Sondrio	713
Milano	250.725
Bergamo	137.937
Brescia	495.755
Pavia	614.364
Cremona	362.628
Mantova	512.094
Lecco	7.642
Lodi	203.177
Monza e della Brianza	17.629

PROVINCIA	PAGLIA (t_{ss}/anno)
Bolzano	689
Trento	1.621
Verona	289.164
Vicenza	157.765
Belluno	8.380
Treviso	270.615
Venezia	456.852
Padova	394.759
Rovigo	426.719
Udine	433.963
Gorizia	56.955
Trieste	214
Pordenone	234.852
Piacenza	135.124
Parma	108.103
Reggio nell'Emilia	75.526
Modena	151.339
Bologna	277.836
Ferrara	522.323
Ravenna	194.664
Forlì-Cesena	51.102
Rimini	25.356
Massa-Carrara	509
Lucca	15.626
Pistoia	16.527
Firenze	39.106
Livorno	43.046
Pisa	126.143
Arezzo	109.330

PROVINCIA	PAGLIA (t_{ss}/anno)
Siena	172.528
Grosseto	138.134
Prato	3.673
Perugia	283.993
Terni	48.082
Pesaro e Urbino	63.369
Ancona	176.653
Macerata	162.732
Ascoli Piceno	52.901
Fermo	50.651
Viterbo	155.801
Rieti	53.396
Roma	50.024
Latina	63.043
Frosinone	66.657
L'Aquila	16.461
Teramo	131.810
Pescara	34.039
Chieti	46.510
Campobasso	155.459
Isernia	11.186
Caserta	52.957
Benevento	97.957
Napoli	4.218
Avellino	153.407
Salerno	33.413
Foggia	830.331
Bari	122.657
Taranto	45.464

PROVINCIA	PAGLIA (t_{ss}/anno)
Brindisi	70.878
Lecce	45.068
Barletta-Andria-Trani	47.198
Potenza	234.819
Matera	164.342
Cosenza	71.322
Catanzaro	36.591
Reggio di Calabria	12.784
Crotone	30.368
Vibo Valentia	13.407
Trapani	50.163
Palermo	202.239
Messina	4.101
Agrigento	62.080
Caltanissetta	114.958
Enna	126.843
Catania	72.718
Ragusa	19.791
Siracusa	30.970
Sassari	19.642
Nuoro	7.323
Cagliari	1.399
Oristano	34.141
Sud Sardegna	86.375
TOTALE	14.330.945

Tabella 2: Potenziale provinciale di patate (t_{ss}/anno), anno 2018

PROVINCIA	POTATURE (t_{ss}/anno)
Torino	4.266
Vercelli	680
Novara	922
Cuneo	63.120
Asti	28.162
Alessandria	19.678
Biella	613
Verbano-Cusio-Ossola	115
Aosta	2.160
Imperia	4.307
Savona	1.127
Genova	282
La Spezia	1.191
Varese	46
Como	56
Sondrio	2.940
Milano	308
Bergamo	1.096
Brescia	15.916
Pavia	28.486
Cremona	98
Mantova	5.561
Lecco	122
Lodi	32
Monza e della Brianza	42
Bolzano / Bozen	34.862
Trento	31.740
Verona	64.624
Vicenza	45.602
Belluno	1.047
Treviso	240.343

PROVINCIA	POTATURE (t_{ss}/anno)
Venezia	47.954
Padova	37.975
Rovigo	3.723
Udine	32.659
Gorizia	13.223
Trieste	680
Pordenone	37.386
Piacenza	16.144
Parma	3.054
Reggio nell'Emilia	52.598
Modena	27.051
Bologna	29.226
Ferrara	23.612
Ravenna	72.732
Forlì-Cesena	18.998
Rimini	5.779
Massa-Carrara	574
Lucca	1.198
Pistoia	707
Firenze	23.089
Livorno	3.843
Pisa	5.085
Arezzo	16.914
Siena	27.094
Grosseto	10.315
Prato	539
Perugia	7.123
Terni	5.527
Pesaro e Urbino	1.638
Ancona	7.264
Macerata	2.902
Ascoli Piceno	11.089

PROVINCIA	POTATURE (t_{ss}/anno)
Fermo	3.524
Viterbo	28.545
Rieti	1.908
Roma	21.846
Latina	5.349
Frosinone	1.812
L'Aquila	1.269
Teramo	7.189
Pescara	9.341
Chieti	64.514
Campobasso	12.749
Isernia	1.514
Caserta	54.037
Benevento	15.982
Napoli	40.419
Avellino	36.743
Salerno	22.092
Foggia	128.990
Bari	34.343
Taranto	53.195
Brindisi	22.846
Lecce	17.165
Barletta-Andria-Trani	52.886
Potenza	4.966
Matera	19.412
Cosenza	76.913
Catanzaro	11.884
Reggio di Calabria	16.350
Crotone	5.256
Vibo Valentia	2.544
Trapani	82.010
Palermo	26.729

PROVINCIA	POTATURE (t_{ss}/anno)
Messina	30.162
Agrigento	59.107
Caltanissetta	9.579
Enna	3.702
Catania	27.148
Ragusa	5.325
Siracusa	27.081
Sassari	34.718
Nuoro	8.563
Cagliari	497
Oristano	3.547
Sud Sardegna	23.232
TOTALE	2.264.223

Tabella 3: Potenziale provinciale di gusci (t_{ss}/anno), anno 2018

PROVINCIA	GUSCI (t_{ss}/anno)
Torino	444
Vercelli	9
Novara	0
Cuneo	11.523
Asti	3.289
Alessandria	1.550
Biella	21
Verbano-Cusio-Ossola	1
Aosta	0
Imperia	2
Savona	6
Genova	38
La Spezia	0
Varese	0
Como	0
Sondrio	0
Milano	2
Bergamo	1
Brescia	5
Pavia	14
Cremona	0
Mantova	1
Lecco	0
Lodi	0
Monza e della Brianza	2
Bolzano / Bozen	0
Trento	0
Verona	8
Vicenza	28
Belluno	1
Treviso	85

PROVINCIA	GUSCI (t_{ss}/anno)
Venezia	108
Padova	34
Rovigo	19
Udine	2
Gorizia	0
Trieste	0
Pordenone	2
Piacenza	8
Parma	14
Reggio nell'Emilia	0
Modena	0
Bologna	0
Ferrara	0
Ravenna	0
Forlì-Cesena	0
Rimini	1
Massa-Carrara	1
Lucca	0
Pistoia	0
Firenze	25
Livorno	15
Pisa	6
Arezzo	9
Siena	6
Grosseto	126
Prato	0
Perugia	87
Terni	53
Pesaro e Urbino	25
Ancona	0
Macerata	0
Ascoli Piceno	0

PROVINCIA	GUSCI (t_{ss}/anno)
Fermo	0
Viterbo	21.252
Rieti	0
Roma	702
Latina	0
Frosinone	64
L'Aquila	56
Teramo	0
Pescara	12
Chieti	0
Campobasso	49
Isernia	98
Caserta	3.838
Benevento	110
Napoli	5.612
Avellino	6.995
Salerno	2.233
Foggia	1.426
Bari	9.240
Taranto	1.078
Brindisi	4.190
Lecce	72
Barletta-Andria-Trani	770
Potenza	123
Matera	186
Cosenza	90
Catanzaro	391
Reggio di Calabria	305
Crotone	36
Vibo Valentia	24
Trapani	62
Palermo	2.663

PROVINCIA	GUSCI (t_{ss}/anno)
Messina	5.562
Agrigento	8.772
Caltanissetta	2.827
Enna	3.774
Catania	3.598
Ragusa	2.142
Siracusa	9.104
Sassari	32
Nuoro	933
Cagliari	29
Oristano	305
Sud Sardegna	1.626
TOTALE	117.950

Tabella 4: Potenziale provinciale di sansa (t_{ss}/anno), anno 2018

PROVINCIA	SANSA (t_{ss}/anno)
Torino	8
Vercelli	0
Novara	4
Cuneo	5
Asti	4
Alessandria	0
Biella	1
Verbano-Cusio-Ossola	0
Aosta	0
Imperia	2.400
Savona	995
Genova	1.800
La Spezia	480
Varese	1
Como	25
Sondrio	1
Milano	0
Bergamo	68
Brescia	1.592
Pavia	1
Cremona	0
Mantova	29
Lecco	0
Lodi	0
Monza e della Brianza	22
Bolzano / Bozen	0
Trento	700
Verona	3.248
Vicenza	465
Belluno	0
Treviso	379

PROVINCIA	SANSA (t_{ss}/anno)
Venezia	2
Padova	308
Rovigo	2
Udine	97
Gorizia	35
Trieste	99
Pordenone	58
Piacenza	2
Parma	1
Reggio nell'Emilia	4
Modena	5
Bologna	134
Ferrara	0
Ravenna	299
Forlì-Cesena	337
Rimini	435
Massa-Carrara	562
Lucca	1.443
Pistoia	1.793
Firenze	9.216
Livorno	1.804
Pisa	3.283
Arezzo	4.867
Siena	4.896
Grosseto	6.048
Prato	976
Perugia	5.760
Terni	1.101
Pesaro e Urbino	162
Ancona	765
Macerata	944
Ascoli Piceno	1.093

PROVINCIA	SANSA (t_{ss}/anno)
Fermo	973
Viterbo	5.574
Rieti	4.470
Roma	5.685
Latina	7.800
Frosinone	9.900
L'Aquila	430
Teramo	1.043
Pescara	6.390
Chieti	14.196
Campobasso	14.004
Isernia	2.824
Caserta	4.114
Benevento	4.950
Napoli	750
Avellino	2.400
Salerno	14.500
Foggia	16.302
Bari	13.163
Taranto	9.113
Brindisi	21.573
Lecce	33.638
Barletta-Andria-Trani	20.250
Potenza	2.055
Matera	4.205
Cosenza	15.031
Catanzaro	6.020
Reggio di Calabria	34.847
Crotone	5.709
Vibo Valentia	9.213
Trapani	11.178
Palermo	14.342

PROVINCIA	SANSA (t_{ss}/anno)
Messina	5.250
Agrigento	8.106
Caltanissetta	1.976
Enna	3.638
Catania	11.565
Ragusa	5.940
Siracusa	4.860
Sassari	1.577
Nuoro	693
Cagliari	58
Oristano	1.251
Sud Sardegna	4.020
TOTALE	424.332

Tabella 5: Potenziale provinciale di pastazzo (t_{ss}/anno), anno 2018

PROVINCIA	PASTAZZO (t_{ss}/anno)
Torino	0
Vercelli	0
Novara	0
Cuneo	0
Asti	0
Alessandria	0
Biella	0
Verbano-Cusio-Ossola	0
Aosta	0
Imperia	6
Savona	15
Genova	0
La Spezia	1
Varese	0
Como	0
Sondrio	0
Milano	0
Bergamo	0
Brescia	0
Pavia	0
Cremona	0
Mantova	0
Lecco	0
Lodi	0
Monza e della Brianza	0
Bolzano / Bozen	0
Trento	0
Verona	0
Vicenza	0
Belluno	0
Treviso	0

PROVINCIA	PASTAZZO (t_{ss}/anno)
Venezia	0
Padova	0
Rovigo	0
Udine	0
Gorizia	0
Trieste	0
Pordenone	0
Piacenza	0
Parma	0
Reggio nell'Emilia	0
Modena	0
Bologna	0
Ferrara	0
Ravenna	0
Forlì-Cesena	0
Rimini	0
Massa-Carrara	0
Lucca	3
Pistoia	0
Firenze	0
Livorno	8
Pisa	0
Arezzo	0
Siena	0
Grosseto	0
Prato	0
Perugia	0
Terni	0
Pesaro e Urbino	0
Ancona	0
Macerata	0
Ascoli Piceno	0

PROVINCIA	PASTAZZO (t_{ss}/anno)
Fermo	0
Viterbo	0
Rieti	0
Roma	6
Latina	542
Frosinone	15
L'Aquila	0
Teramo	0
Pescara	0
Chieti	9
Campobasso	8
Isernia	0
Caserta	929
Benevento	0
Napoli	966
Avellino	23
Salerno	1.831
Foggia	675
Bari	226
Taranto	23.033
Brindisi	432
Lecce	1.134
Barletta-Andria-Trani	34
Potenza	69
Matera	12.283
Cosenza	52.266
Catanzaro	12.505
Reggio di Calabria	31.447
Crotone	2.656
Vibo Valentia	3.929
Trapani	522
Palermo	2.256

PROVINCIA	PASTAZZO (t_{ss}/anno)
Messina	10.254
Agrigento	16.069
Caltanissetta	230
Enna	11.499
Catania	59.100
Ragusa	3.313
Siracusa	47.585
Sassari	348
Nuoro	549
Cagliari	69
Oristano	1.361
Sud Sardegna	4.264
TOTALE	302.466

Tabella 6: Potenziale provinciale di vinaccia (t_{ss}/anno), anno 2018

PROVINCIA	VINACCIA (t_{ss}/anno)
Torino	906
Vercelli	160
Novara	365
Cuneo	13.430
Asti	14.813
Alessandria	9.328
Biella	241
Verbano-Cusio-Ossola	40
Aosta	249
Imperia	238
Savona	301
Genova	25
La Spezia	542
Varese	14
Como	13
Sondrio	555
Milano	166
Bergamo	486
Brescia	7.205
Pavia	14.914
Cremona	15
Mantova	2.368
Lecco	31
Lodi	14
Monza e della Brianza	1
Bolzano / Bozen	5.084
Trento	14.115
Verona	37.940
Vicenza	10.080
Belluno	255
Treviso	50.041

PROVINCIA	VINACCIA (t_{ss}/anno)
Venezia	9.708
Padova	7.461
Rovigo	147
Udine	6.433
Gorizia	2.730
Trieste	141
Pordenone	7.520
Piacenza	3.269
Parma	617
Reggio nell'Emilia	10.696
Modena	8.951
Bologna	6571
Ferrara	584
Ravenna	153.094
Forlì-Cesena	5.719
Rimini	1.428
Massa-Carrara	202
Lucca	191
Pistoia	249
Firenze	6.511
Livorno	1.076
Pisa	1.254
Arezzo	2.396
Siena	9.388
Grosseto	3.107
Prato	143
Perugia	3.990
Terni	2.240
Pesaro e Urbino	620
Ancona	2.926
Macerata	1.098
Ascoli Piceno	4.084

PROVINCIA	VINACCIA (t_{ss}/anno)
Fermo	1.140
Viterbo	1.298
Rieti	260
Roma	9.282
Latina	1.505
Frosinone	1.202
L'Aquila	306
Teramo	2.265
Pescara	3.274
Chieti	21.930
Campobasso	18.202
Isernia	1.507
Caserta	5.749
Benevento	26.901
Napoli	7.907
Avellino	11.813
Salerno	10.658
Foggia	78.000
Bari	7.839
Taranto	17.453
Brindisi	9.165
Lecce	6.306
Barletta-Andria-Trani	25.935
Potenza	1.211
Matera	429
Cosenza	1.317
Catanzaro	452
Reggio di Calabria	388
Crotone	1.822
Vibo Valentia	99
Trapani	53.625
Palermo	9.056

PROVINCIA	VINACCIA (t_{ss}/anno)
Messina	2.100
Agrigento	19.458
Caltanissetta	5.501
Enna	227
Catania	1.663
Ragusa	1.103
Siracusa	2.149
Sassari	2.531
Nuoro	664
Cagliari	43
Oristano	188
Sud Sardegna	2.089
TOTALE	824.488

Tabella 7: Potenziale provinciale di olio vegetale (t/anno), anno 2018

PROVINCIA	OLIO VEGETALE (t/anno)
Torino	2.093
Vercelli	1.576
Novara	1.869
Cuneo	761
Asti	1.550
Alessandria	5.086
Biella	391
Verbano-Cusio-Ossola	2
Aosta	0
Imperia	0
Savona	0
Genova	0
La Spezia	0
Varese	120
Como	237
Sondrio	0
Milano	2.139
Bergamo	1.146
Brescia	3.160
Pavia	5.491
Cremona	5.821
Mantova	13.403
Lecco	54
Lodi	3757
Monza e della Brianza	318
Bolzano	0
Trento	0
Verona	12.814
Vicenza	7.826
Belluno	171
Treviso	17.106

PROVINCIA	OLIO VEGETALE (t/anno)
Venezia	35.145
Padova	22.393
Rovigo	21.893
Udine	35.805
Gorizia	6.531
Trieste	6
Pordenone	19.153
Piacenza	1.813
Parma	1.255
Reggio nell'Emilia	783
Modena	1.951
Bologna	4.858
Ferrara	23.541
Ravenna	3.851
Forlì-Cesena	707
Rimini	311
Massa-Carrara	0
Lucca	374
Pistoia	296
Firenze	1.079
Livorno	1.257
Pisa	5.203
Arezzo	5.026
Siena	3.079
Grosseto	1.222
Prato	97
Perugia	4.308
Terni	1.189
Pesaro e Urbino	5.070
Ancona	5.995
Macerata	6.811
Ascoli Piceno	3.397

PROVINCIA	OLIO VEGETALE (t/anno)
Fermo	2.065
Viterbo	736
Rieti	1.084
Roma	673
Latina	617
Frosinone	261
L'Aquila	59
Teramo	1.579
Pescara	408
Chieti	243
Campobasso	729
Isernia	35
Caserta	0
Benevento	108
Napoli	0
Avellino	7
Salerno	3
Foggia	1.500
Bari	491
Taranto	0
Brindisi	0
Lecce	9
Barletta-Andria-Trani	57
Potenza	170
Matera	61
Cosenza	24
Catanzaro	0
Reggio di Calabria	0
Crotone	63
Vibo Valentia	0
Trapani	0
Palermo	0

PROVINCIA	OLIO VEGETALE (t/anno)
Messina	0
Agrigento	0
Caltanissetta	0
Enna	0
Catania	0
Ragusa	0
Siracusa	0
Sassari	1
Nuoro	0
Cagliari	0
Oristano	0
Sud Sardegna	1
TOTALE	322.269

ENEA
Servizio Promozione e Comunicazione
www.enea.it

Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA - C.R. Frascati
marzo 2021