

**Linee guida  
per la valutazione delle idonee  
condizioni di prestazione  
per apparecchiature  
di riscaldamento domestico  
di piccole dimensioni  
alimentate con biocombustibili  
solidi mediterranei**





## Authors

Irene Mediavilla (1)  
Elena Borjabad (1)  
Raquel Ramos (1)  
Thomas Brunner (2)  
Emmanouil Karampinis (3)  
Ioanna Kanaveli (3)  
Juan Carrasco (1)

(1) CIEMAT. Avda. Complutense 40. 28040 Madrid (Spain). [juan.carrasco@ciemat.es](mailto:juan.carrasco@ciemat.es).  
Tel. 0034 91 3466682

(2) BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH. Hedwig-Katschinka-Strasse 4. A-8020 Graz  
(Austria). [brunner@bios-bioenergy.at](mailto:brunner@bios-bioenergy.at). Tel. 0043 316 48130013

(3) CERTH. Egialias 52. 15125 Marousi (Greece). [karampinis@certh.gr](mailto:karampinis@certh.gr). Tel. 0030 211  
1069518

The content of the publication herein is the sole responsibility of the publishers and it does not necessarily represent the views expressed by the European Commission or its services.

While the information contained in the documents is believed to be accurate, the author(s) or any other participant in the BIOMASUD PLUS consortium make no warranty of any kind with regard to this material including, but not limited to the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose.

Neither the BIOMASUD PLUS Consortium nor any of its members, their officers, employees or agents shall be responsible or liable in negligence or otherwise howsoever in respect of any inaccuracy or omission herein.

Without derogating from the generality of the foregoing neither the BIOMASUD PLUS Consortium nor any of its members, their officers, employees or agents shall be liable for any direct or indirect or consequential loss or damage caused by or arising from any information advice or inaccuracy or omission herein.





## SOMMARIO

<b>1. Introduzione</b>	7
<b>2. Contesto</b>	11
2.1. Biocombustibili solidi mediterranei	12
2.2. Norme e legislazione europee	13
2.2.1. Norme sui biocombustibili solidi	13
2.2.2. Normative e legislazione europee sugli impianti di riscaldamento domestici a biomassa e loro relazione con i biocombustibili mediterranei	14
2.2.2.1. Norma en 303-5:2012 per le caldaie a biomassa	14
2.2.2.2. Norme en per le stufe a biomassa	15
2.2.2.3. Direttiva sulla progettazione ecocompatibile	16
2.3. Stufe e caldaie commerciali a biomassa	19
2.3.1. Croazia	19
2.3.2. Grecia	19
2.3.3. Italia	20
2.3.4. Portogallo	20
2.3.5. Slovenia	21
2.3.6. Spagna	21
2.3.7. Turchia	22
2.4. Selezione di biocombustibili e tecnologie per i test	23
2.4.1. Selezione e descrizione dei biocombustibili per i test	23
2.4.2. Tecnologie di combustione testate	25
<b>3. Risultati del progetto Biomasad plus: prove di combustione</b>	27
<b>4. Raccomandazioni per produttori e installatori</b>	37
4.1. Stufe	38
4.1.1. Noccioli di oliva	38
4.1.2. Pellet da potature di olivo e pellet da potature di vite	39
4.2. Caldaie	40
4.2.1. Noccioli di oliva	40
4.2.2. Pellet di potature di olivo e pellet di potature di vite	41
<b>5. Raccomandazioni per gli utenti finali</b>	43
5.1. Noccioli di oliva	44
5.2. Pellet da potature di vite e pellet da potature di olivo	44
<b>6. Bibliografia</b>	45



# **1. Introduzione**



**L**a maggior parte dei paesi del Mediterraneo, soprattutto Italia e Spagna, presentano un mercato importante per i biocombustibili solidi, utilizzati in sistemi di riscaldamento, nel settore residenziale. Oltre a pellet e cippato di legno, si utilizzano numerosi biocombustibili solidi provenienti dalla caratteristica biomassa mediterranea, il più importante dei quali è il nocciolo di oliva. L'utilizzo di questi biocombustibili, tuttavia, avviene solitamente al di fuori degli standard di qualità e, spesso, in apparecchiature progettate per altri combustibili. In aggiunta, alcuni importanti biocombustibili caratteristici dell'area del Mediterraneo, come il nocciolo di oliva appena citato e i gusci di mandorle e nocciole, non vengono classificati dalla norma ISO 17255:2014, cosa che non contribuisce a migliorarne l'attuale mercato. Ciò nonostante, ci sono diverse tipologie di biomasse nell'area del Mediterraneo, che hanno un potenziale elevato come materia prima per la produzione di biocombustibili per il settore residenziale.

In Spagna sono state sviluppate, negli ultimi anni, norme di classificazione qualitativa specifiche per alcuni tipi di gusci di frutta secca. Di conseguenza, diversi produttori hanno realizzato apparecchiature che sono state testate, o possono essere adattate, per l'utilizzo di biocombustibili Mediterranei (ad es.: per combustibili a elevato contenuto di cenere), favorendo l'utilizzo sostenibile di questi combustibili soprattutto in quei paesi in cui il mercato è più sviluppato. Tuttavia, nuovi elementi come la Direttiva sulla progettazione ecocompatibile, che entrerà presto in vigore per tutti gli Stati Membri dell'Unione Europea, hanno presentato nuove sfide da affrontare per gli impianti di riscaldamento di piccole dimensioni.

Nel contesto attuale, le presenti linee guida si pongono l'obiettivo di valutare l'adeguatezza delle tecnologie a combustione di biomassa di piccole dimensioni più innovative, che utilizzano biocombustibili caratteristici della regione del Mediterraneo, in relazione alla loro prestazione operativa ed efficienza in termini di emissioni nell'ambito della Direttiva sulla progettazione ecocompatibile, individuando allo stesso tempo i miglioramenti necessari perché queste apparecchiature la rispettino. In secondo luogo, le linee guida hanno l'obiettivo di analizzare l'adeguatezza di alcuni biocombustibili del Mediterraneo ad alto potenziale di utilizzo in sistemi di riscaldamento residenziali.

È importante sottolineare che tutte le raccomandazioni presenti in queste linee guida, si basano sui risultati ottenuti da test di combustione eseguiti su un nume-





ro ridotto di stufe e caldaie domestiche all'avanguardia, utilizzando solo alcuni biocombustibili della regione del Mediterraneo.

Le presenti linee guida sono state sviluppate nell'ambito del progetto H2020 Biomassud Plus (<http://biomasudplus.eu/>) (“Sviluppo di un mercato sostenibile per i biocombustibili solidi del Mediterraneo a uso residenziale”) il cui obiettivo generale è quello di sviluppare soluzioni integrate per promuovere il mercato sostenibile dei biocombustibili solidi di origine mediterranea come fonte di combustibile per il riscaldamento domestico.



## **2. Contesto**



## 2.1. Biocombustibili solidi mediterranei

Uno dei tratti distintivi dei paesi dell'Europa meridionale è la biodiversità della loro flora, sia per quanto riguarda gli ecosistemi forestali che gli ecosistemi agricoli. Tale diversità di specie comporta una grande varietà di biomassa che viene utilizzata, o che potrebbe essere utilizzata, nella produzione di un'ampia varietà di biocombustibili. Tra questi: pellet, cippato, nocciolo di oliva, scorze di frutta e una grande varietà di gusci di frutta secca (mandorla, noce, nocciola, pistacchio e pinolo).

Nell'ambito del progetto Biomassud Plus, sette paesi dell'Europa meridionale (Croazia, Grecia, Italia, Portogallo, Slovenia, Spagna e Turchia) hanno riportato i dati riguardanti i biocombustibili solidi commercializzati nei rispettivi mercati nazionali [Bados et al]. Questi dati mostrano che i biocombustibili solidi più utilizzati sono legna da ardere (25,3 milioni di tonnellate all'anno) e il cippato (8,7 milioni di tonnellate all'anno), seguiti dal pellet in legno con 4,5 milioni di tonnellate l'anno. Anche i biocombustibili Mediterranei, soprattutto il nocciolo di oliva, vengono utilizzati come combustibile domestico commerciale in alcuni paesi (circa 0,2 milioni di tonnellate all'anno), mentre le potature agricole di olivo e vite vengono considerate come biomasse ad alto potenziale per la produzione di biocombustibili nel settore. La Tabella 1 mostra la disponibilità di questi materiali nelle diversi paesi del Mediterraneo.

*Tabella 1. Potenziale di biomassa ottenibile dalle potature dai paesi partecipanti al progetto Biomassud Plus (fonte: Eurostat 2014)*

NAZIONE	Potature di vite(t DM/y)*	Potature di olivo(t DM/y)*
Croazia	41.262	4.420
Grecia	520.156	1.178.489
Italia	2.079.240	981.835
Portogallo	245.664	227.685
Slovenia	28.284	405
Spagna	1.866.498	2.288.895
Turchia	1.252.500	884.000
<b>Totale</b>	<b>6.033604</b>	<b>5.565.729</b>

\*t DM/y: tonnellate di sostanza secca annue



## 2.2. Norme e legislazione europee

### 2.2.1. Norme sui biocombustibili solidi

Di seguito, sono descritte le norme di classificazione qualitativa dei biocombustibili solidi, inclusi i commenti relativi ai biocombustibili del Mediterraneo.

La norma ISO 17225:2014 “Biocombustibili solidi: specifiche e classi” definisce le specifiche che i combustibili a biomassa devono rispettare per essere classificati. In tal senso, la norma viene suddivisa in 7 parti:

- ISO 17225-1:2014: Requisiti generali.
- ISO 17225-2:2014: Classificazione dei pellet legnosi. In questa parte, i pellet in legno sono suddivisi nelle categorie A1, A2 oppure B
- ISO 17225-3:2014: Classificazione delle bricchette legnose. Dove le categorie di bricchette in legno prese in considerazione sono: A1, A2 e B.
- ISO 17225-4:2014: Classificazione del cippato di legno. Per il cippato vengono illustrate le categorie: A1, A2, B1 e B2.
- ISO 17225-5:2014: Classificazione della legna da ardere. Dove questa viene suddivisa in A1, A2 oppure B.
- ISO 17225-6:2014: Classificazione di pellet non legnosi. In questa parte, i pellet in materiale non legnoso sono suddivisi nelle categorie A1, A2 oppure B.
- ISO 17225-7:2014: Classificazione delle bricchette non legnose. Per le bricchette in materiale non legnoso vengono prese in considerazione due categorie: A e B.

Nella normativa non viene classificata la qualità di alcuni importanti biocombustibili Mediterranei come il nocciolo di oliva e i gusci di nocciola. I biocombustibili provenienti dalle potature di olivo e vite, che tra i biocombustibili di origine mediterranea sono quelli con il maggior potenziale (Tabella 1), non rientrano in alcuni dei limiti stabiliti per le rispettive categorie di qualità presenti nella normativa.

In Spagna, vi sono normative specifiche per il nocciolo di oliva e alcuni tipi di gusci di frutta secca. Questi sono: **UNE 164003:2014** “Biocombustibili solidi. Categorie e specifiche dei combustibili. Categorie del nocciolo di oliva” e UNE



164004:2014 “Biocombustibili solidi. Categorie e specifiche dei combustibili. Categorie dei gusci di frutta secca”. Entrambe le normative stabiliscono le categorie A1, A2 e B.

## **2.2.2. Normative e legislazione europee sugli impianti di riscaldamento domestici a biomassa e loro relazione con i biocombustibili mediterranei**

### **2.2.2.1. Norma en 303-5:2012 per le caldaie a biomassa**

La norma EN 303-5:2012 specifica requisiti e metodi di collaudo inerenti a sicurezza, qualità della combustione, caratteristiche funzionali, etichettatura e manutenzione delle caldaie centralizzate a combustibili solidi (compresi i biocombustibili solidi) con un potere termico nominale massimo fino a 500 kW. Installazioni domestiche, come caminetti, stufe e caldaie a condensazione non sono compresi nell’ambito della normativa EN 303-5:2012.

Secondo la normativa, i combustibili solidi da utilizzare nelle caldaie sono: combustibili fossili, combustibili di origine organica e altri combustibili quali la torba, come prescritto dal produttore della caldaia. I carburanti di origine organica vengono suddivisi in categorie quali legna da ardere (A), cippato di legno (B1 e B2), pellet (C1), bricchette (C2), segatura (D) e biomassa non legnosa come paglia, miscanto, giunchi, gherigli e semi (E). Prendendo in considerazione tale classificazione, e le specifiche enunciate dalla norma EN-ISO 17225, i biocombustibili del Mediterraneo potrebbero essere inseriti nelle categorie A, B1, B2, C1, C2 oppure considerati come E-fuel.

Inoltre, la normativa EN 303-5 definisce il combustibile di prova come “combustibile di qualità commerciale utilizzato per testare caldaie e rappresentativo del tipo di combustibile specificato dal produttore”. Per l’installazione e il funzionamento di caldaie che utilizzano combustibili di classe E, la regolamentazione delle caratteristiche del combustibile di prova, spetta alla nazione in cui il combustibile ha un interesse commerciale. La caratterizzazione di questi biocombustibili deve tenere conto di potere calorifico, contenuto idrico, contenuto in ceneri, den-



sità apparente e caratterizzazione elementare, e la classificazione deve tenere conto delle caratteristiche del biocombustibile, come disponibile sul mercato nazionale.

### 2.2.2.2. Norme en per le stufe a biomassa

La norma **EN 13240:2001 + A2:2004** “Stufe a combustibile solido - Requisiti e metodi di prova” (che incorpora le rettifiche di settembre 2003, giugno 2006 e agosto 2007) specifica i requisiti di progettazione, produzione, costruzione, sicurezza e prestazione (efficienza ed emissione), istruzioni e marcatura insieme alle metodologie e ai carburanti di prova per le stufe alimentate a combustibili solidi. La normativa si applica alle apparecchiature non alimentate meccanicamente che riscaldano l’ambiente in cui sono installate. O che, laddove comprendano una caldaia, questi dispositivi forniscono anche acqua calda alla casa e/o riscaldamento centralizzato. Questa norma non si applica alle apparecchiature a aria di combustione munite di ventilatore.

Riguardo al tipo di combustibile, le apparecchiature prese in considerazione possono essere alimentate sia da combustibili minerali solidi, bricchette di torba, bricchette di legno, legna da ardere, che da più combustibili nel rispetto delle istruzioni fornite dal produttore. Il combustibile di prova deve essere scelto tra i combustibili di qualità commerciale specificati dal produttore ed elencati in una tabella mostrata dalla norma. All’interno di questa, solo la legna da ardere (faggio, betulla oppure abete) viene considerata combustibile di origine organica, e quindi i biocombustibili del Mediterraneo non possono essere considerati combustibili di prova.

Altri tipi di apparecchi integrati sono disciplinati dalla normativa **EN 13229:2001** “Apparecchi integrati e caminetti aperti alimentati a combustibile solido - Requisiti e metodi di prova”, dove i combustibili di prova sono gli stessi presenti in EN 13240:2001.

La norma **EN 14785:2006** “Apparecchi per il riscaldamento domestico alimentati con pellet in legno - Requisiti e metodi di prova” specifica i requisiti relativi alla progettazione, produzione, costruzione, sicurezza e prestazione (efficienza ed



emissioni), istruzioni e marcatura oltre ai relativi metodi e combustibili di prova per il collaudo delle apparecchiature per il riscaldamento degli ambienti in cui si trovano, alimentate meccanicamente a pellet in legno, fino a una potenza nominale di 50kW. Questi apparecchi possono essere sia indipendenti che integrati, forniscono calore all'ambiente in cui sono installati e possono essere sia a tiraggio manuale di aria di combustione sia muniti di ventilatore. Inoltre, laddove comprendano una caldaia, questi dispositivi forniscono anche acqua calda alla casa e/o riscaldamento centralizzato.

Queste apparecchiature utilizzano solamente pellet di legno e operano solamente con le porte tagliafuoco chiuse, secondo le istruzioni del produttore. Il combustibile di prova deve essere scelto tra i combustibili di qualità commerciali specificati dal produttore e deve essere costituito da pellet privi di additivi, composti di particelle di legno e/o corteccia, in cui possono essere utilizzati agenti leganti naturali come melasse, paraffine vegetali e glucosio. Prendendo in considerazione le specifiche dei combustibili di prova espresse nella normativa, possiamo osservare che alcuni biocombustibili di origine mediterranea, precedentemente lavorati in pellet, potrebbero essere utilizzati come combustibili di prova, purché il contenuto di ceneri sia tenuto sotto controllo.

### **2.2.2.3. Direttiva sulla progettazione ecocompatibile**

La direttiva dell'Unione Europea sulla progettazione ecocompatibile (Direttiva CE 2009/125) fornisce il quadro di riferimento per stabilire i requisiti obbligatori per i prodotti che consumano energia e i prodotti relativi all'energia in commercio in tutti e 28 gli Stati Membri. La direttiva dell'Unione Europea sulla progettazione ecocompatibile interessa tutti i prodotti relativi all'energia venduti nei settori domestico, commerciale e industriale, ad eccezione di tutti i mezzi di trasporto.

La direttiva sulla progettazione ecocompatibile si limita a stabilire il quadro di riferimento, mentre le misure di applicazione specifiche per un particolare gruppo di prodotti ("lotto") vengono elaborate successivamente. Il Regolamento specifico per i requisiti della progettazione ecocompatibile per il Lotto 15 (caldaie a biomassa) e il Lotto 20 (apparecchiature di riscaldamento loca-





lizzati a combustibile solido) è stato adottato dalla Commissione nell'aprile del 2015.

**Regolamento (UE) 2015/1189 della commissione del 28 aprile 2015 sulle modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle caldaie a combustibile solido.**

Fatta salva la direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, il presente regolamento stabilisce le specifiche di progettazione ecocompatibile per la commercializzazione e la messa in servizio di caldaie a combustibile solido aventi una potenza termica massima pari o inferiore a 500 kW, comprese quelle integrate in gruppi composti da una caldaia a combustibile solido, apparecchi di riscaldamento supplementari, dispositivi di controllo della temperatura e dispositivi solari quali definiti all'articolo 2 del Regolamento delegato (UE) 2015/1187. Questo Regolamento non si applica alle caldaie a biomassa non legnosa ed entrerà in vigore a partire dal 1 gennaio 2020. Questo aspetto esclude alcuni biocombustibili, compresi alcuni caratteristici del Mediterraneo, che vengono considerati dal Regolamento biomassa non legnosa. Questo include, tra gli altri, paglia, miscanto, giunchi, gherigli, semi, noccioli di oliva, sansa e gusci di frutta secca); tuttavia, il Regolamento verrà rivisto non più tardi del 1 gennaio 2022 e tale revisione includerà, tra l'altro, le caldaie a biomassa non legnosa.

Per quanto riguarda il combustibile, due concetti vengono espressi nel Regolamento:

- “Combustibile preferito: l'unico combustibile solido per la caldaia da usarsi in via preferenziale secondo le istruzioni del produttore”.
- “Altro combustibile idoneo: un combustibile solido diverso da quello preferito che, in base alle istruzioni del produttore, si può usare nella caldaia a combustibile solido e comprende tutti i combustibili menzionati nel manuale d'istruzioni per installatori e utenti finali, sui siti del produttore liberamente accessibili, nel materiale promozionale tecnico e nelle pubblicità”.

Tutti i requisiti (relativi all'efficienza e alle emissioni) dovranno essere rispettati



sia per il combustibile preferito che per ogni altro combustibile idoneo. Tali combustibili (combustibile preferito e altro combustibile idoneo) possono essere legno da ardere con un contenuto idrico del 25%, cippato di legno con un contenuto idrico del 15-35%, cippato di legno con un contenuto idrico > 35%, legno compresso in pellet, bricchette o segatura con un contenuto idrico del 50%, altre biomasse legnose, carbone bituminoso, lignite (incluse le bricchette), coke, antracite, bricchette di combustibile fossile misto, altro combustibile fossile, biomassa mista (30-70%) / bricchette di combustibile fossile, altra miscela di biomassa e combustibile fossile.

**Regolamento (UE) 2015/1185 della Commissione, del 24 aprile 2015, sulle modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile degli apparecchi per il riscaldamento d'ambiente locale a combustibile solido.**

Il regolamento stabilisce le specifiche per la progettazione ecocompatibile relative alla commercializzazione e alla messa in funzione di apparecchi per il riscaldamento dell'ambiente in cui si trovano a combustibile solido aventi una potenza termica nominale inferiore o uguale a 50 kW. Questo regolamento non si applica agli apparecchi a combustibile solido progettati per la combustione esclusiva di biomassa non legnosa, ed entrerà in vigore a partire dal 1 gennaio 2022. Questo aspetto esclude alcuni biocombustibili caratteristici del Mediterraneo, che vengono considerati dal Regolamento come biomassa non legnosa, così come nel caso del Regolamento sulle caldaie a combustibile solido.

Tutti i requisiti (relativi all'efficienza e le emissioni) dovranno essere soddisfatti sia per il combustibile preferito che per ogni altro combustibile idoneo, concetti similmente definiti nel Regolamento sulle caldaie a combustibile solido.



## 2.3. Stufe e caldaie commerciali a biomassa

Le informazioni riferite nella presente sezione, riflettono i risultati principali di uno studio relativo al mercato dei sistemi di riscaldamento domestici, effettuato nell'ambito del progetto Biomasad Plus riguardo apparecchiature domestiche a combustione di piccole dimensioni per il settore residenziale [Violidakis et al.]. Lo studio mostra le informazioni fornite dai partner del progetto Biomasad Plus circa le apparecchiature prodotte da aziende nazionali, che possono risultare idonee all'utilizzo dei biocombustibili Mediterranei.

### 2.3.1. Croazia

In base allo studio pubblicato dall'Ufficio Nazionale di Statistica croato, la fonte di energia più utilizzata nel riscaldamento di case e servizi è la legna da ardere, che è utilizzata per il 98,9% apparecchi. Mentre pellet, bricchette e cippato sono utilizzati solo nell'1,1% degli apparecchi.

Nel mercato croato esistono pochi produttori nazionali di sistemi di riscaldamento a biomassa e questi producono solamente stufe e caldaie a biomassa legnosa, perché in questa nazione non c'è domanda di sistemi che utilizzino biocombustibili di origine mediterranea.

### 2.3.2. Grecia

In Grecia la caldaia è il sistema di riscaldamento più diffuso (71,12%) seguito dalla stufa (11,61%), dalle stufette elettriche portatili (5,20%), dagli split di condizionamento dell'aria (5,17%), dai caminetti (4,31%) e altri (sistemi di immagazzinamento termico, pompe di riscaldamento centralizzato) [Istituto di Statistica Greco, 2013].

Le interviste fatte ai produttori greci suggeriscono che le caldaie a biomassa per abitazioni singole, e con capacità fino a 30 kW, rappresentano il mercato principale in Grecia. Questo mercato costituisce circa il 90% delle vendite totali.



Per ottenere queste informazioni, sono stati contattati i quattro principali produttori di sistemi di riscaldamento a biomassa della Grecia: N. Samaras, Kombi-Thermodynamiki, Thermostahl e Nitadoros. Ciascuno di questi produce caldaie con una gamma di carico termico nominale tra 18 e 814 kW che possono utilizzare, tra gli altri, i combustibili Mediterranei (come il nocciolo di olive o i gusci di mandorla) in alcuni casi.

### **2.3.3. Italia**

Nel 2014, l'energia termica prodotta in Italia dalla biomassa solida è stata di 273.000 TJ (corrispondenti a 6,52 tep) [GSE, 2015] e 97% della biomassa solida utilizzata per il riscaldamento è stata fornita agli utenti residenziali, dove sono state installate più di 11.000.000 stufe e 500.000 caldaie. Sebbene le stufe a pellet stiano incrementando la loro quota di mercato, l'80% delle stufe domestiche vengono alimentate con legna in ciocchi.

Il numero di produttori di caldaie e stufe a biomassa è molto ampio, ma solo tre aziende includono tra i loro prodotti sistemi ad alta prestazione, progettati per bruciare combustibili di origine mediterranea: CS Thermos, D'Alessandro Termomeccanica e Pasqualicchio. Queste aziende producono stufe e caldaie con una gamma di carico termico nominale tra 9,04 e 92 kW in grado di utilizzare diversi combustibili, come pellet in legno, cippato di legno, gusci (di mandorla, nocciola, e altri), noccioli di oliva e sansa.

### **2.3.4. Portogallo**

Secondo il Sondaggio del 2010 sul consumo energetico domestico [INE, I.P. e DGEG], relativo al periodo tra ottobre 2009 e settembre 2010, la fonte di energia più utilizzata nelle abitazioni portoghesi è stata l'energia elettrica, rappresentando il 42,6% del consumo totale di energia, mentre la legna da ardere è risultata seconda con il 24,2%. Riguardo alle principali fonti di energia impiegate per il riscaldamento, la prima è stata la biomassa seguita da petrolio, elettricità e GPL.

La ricerca di mercato sui sistemi di combustione a biomassa ha individuato tre



produttori nazionali le cui caldaie possono utilizzare combustibili di origine mediterranea: Solzaima, Torbel e Ventil. Ciascuno di questi produce caldaie con una gamma di carico termico nominale tra 18 kW e 6 MW, che utilizzano combustibili diversi come legno in pellet, cippato di legno, noccioli di oliva o gusci di frutta secca.

### **2.3.5. Slovenia**

In Slovenia, la biomassa è una fonte di energia importante e le famiglie sono i maggiori consumatori di combustibili legnosi con un totale di 1,24 milioni di tonnellate nel 2015 (Bilancio energetico della Repubblica di Slovenia, 2015). Secondo la struttura del consumo finale di energia per l'utilizzo nel riscaldamento di ambienti, eseguita nel 2016 dall'Ufficio Statistico della Repubblica di Slovenia (SURSTAT), i combustibili legnosi rappresentano il 50,2% dell'energia finale consumata nelle abitazioni per riscaldare gli ambienti, l'acqua e cucinare.

Il mercato degli impianti a combustione di biomassa in Slovenia è molto dinamico e sono stati identificati sette produttori che rispettano le condizioni del Fondo Ecologico. Nessuno di questi, tuttavia, include combustibili di origine mediterranea tra i combustibili alternativi nelle loro apparecchiature

### **2.3.6. Spagna**

Secondo il database dell'Osservatorio Nazionale per le Caldaie a Biomassa (ONBC), dove sin dal 2009 sono state raccolte da AVEBIOM (Associazione Spagnola per la Valorizzazione della Biomassa) le informazioni circa la biomassa utilizzata negli impianti di riscaldamento in Spagna, il numero stimato di apparecchiature a biomassa installate fino alla fine del 2015 è di 160.000, corrispondente a una capacità installata di 7.275 MW.

Sono stati identificati approssimativamente 100 produttori spagnoli di apparecchiature a combustione di biomassa di medie e piccole dimensioni. Ad alcuni di questi produttori (fino a 500kW) è stato richiesto di fornire informazioni dettagliate circa i loro prodotti più importanti: Biocurve, Bronpi, Carsan, Domusa, In-



dustrias Hergom, Intecbio, LASIAN Tecnología del Calor, Natural Fire e Tubocás. Questi producono caldaie con una gamma di carico termico nominale tra 10,1 e 250 kW, che possono utilizzare diversi combustibili come pellet sia di alta che di bassa qualità, noccioli di frutta (oliva, albicocca, pesca), gusci di frutta secca (mandorla, nocciola, noce) oppure legno in ciocchi. Uno di questi (LASIAN Tecnologia del Calor) produce stufe (10,4-12 kW) in grado di bruciare pellet sia di alta che di bassa qualità, gusci triturati e noccioli di oliva.

### **2.3.7. Turchia**

Dal 1985 a oggi, l'utilizzo di gas naturale nel settore residenziale ha subito un incremento notevole a scapito dei derivati liquidi del petrolio e del carbone. D'altro canto, stando all'Istituto Statistico Turco, a partire dal 2005 la quota di energie rinnovabili nel settore residenziale è continuata a crescere da circa lo 0% fino al 5%. L'introduzione degli aiuti governativi per l'acquisto di sistemi di riscaldamento a biomassa potrebbe promuovere l'utilizzo dei biocombustibili in Turchia.

Sono presenti otto produttori di sistemi di combustione a biomassa in Turchia, ma solo tre di questi produce caldaie in grado di bruciare combustibili di origine mediterranea: Kozlusan Heating Systems, Ozerteknik (Ifyil) e Yakar Soba (Karmasan). Queste caldaie hanno un carico termico nominale tra 23 e 1161 kW e possono utilizzare diversi combustibili, quali carbone, pellet in legno, bucce di oliva, bucce di oliva in pellet, nocciolo di oliva, sansa, gusci di nocciola e noccioli di albicocca o pesca.



## 2.4. Selezione di biocombustibili e tecnologie per i test

### 2.4.1. Selezione e descrizione dei biocombustibili per i test

Sulla base del contributo dei partner del progetto Biomassud Plus [Bados et al.], sono stati selezionati tre biocombustibili per essere testati in diverse apparecchiature di combustione di piccole dimensioni: noccioli di oliva, pellet da potature di vite e pellet da potature di olivo, prendendo in considerazione sia la loro diffusione nell'area del Mediterraneo che il loro mercato, reale e potenziale, come combustibili per il settore residenziale. La Figura 1 mostra le fotografie dei combustibili scelti e delle materie utilizzate per la produzione di pellet da potature.

I noccioli di oliva sono oggi largamente utilizzati come combustibile nel settore domestico in paesi come la Spagna, il Portogallo e l'Italia, mentre il pellet e il cippato provenienti dalle potature di vite e olivo sono stati considerati dai partner del progetto Biomassud Plus come aventi un grande potenziale di mercato. Questo è stato il motivo per cui sono stati selezionati per i test, nonostante più in generale non rispettino i limiti di alcuni parametri importanti prescritti dagli standard di qualità ISO.



*Figura 1. biocombustibili di origine mediterranea. Da sinistra verso destra e dal basso verso l'alto: noccioli di oliva, potature di olivo, pellet da potature di olivo, potature di vite, pellet da potature di vite.*



La Tabella 2 mostra i risultati dei biocombustibili utilizzati durante le prove di combustione eseguite. Vengono utilizzati i seguenti codici: OS - noccioli di oliva, OTP - pellet da potature di olivo, VP - pellet da potature di vite.

I noccioli di oliva rientrano nei limiti stabiliti per la categoria A2 della normativa UNE 164003:2014. Entrambe le tipologie di potature, in generale si sono attestate nella media caratteristica per questi biocombustibili. Tuttavia, le potature di olivo e le potature di vite mostrano un contenuto di ceneri significativamente maggiore rispetto ai limiti stabiliti nella normativa ISO 17225-2:2014 (0,7% per la categoria A1, 1,2% per A2 e 2,0% per B). Esse mostrano, inoltre, contenuti maggiori

*Tabella 2. Descrizione dei biocombustibili di origine mediterranea utilizzati durante le prove di combustione*

	OS	OPT	VP
Contenuto idrico (wt. % w.b.)*	9.8	8.4	10.4
Ceneri (wt % w.b.)	0.8	4.6	4.3
Densità apparente (kg/m3)*	800	590	630
Durabilità meccanica (wt %)*	n.a.	97.6	98.5
Polveri fini < 1 (wt %)*	0.15	0.8	1.1
Polveri fini < 2 (wt %)*	14.9	n.a.	n.a.
PCI (MJ/kg) (d.b.)	19.0	18.3	17.8
Azoto (wt % d.b.)	0.21	0.69	0.62
Zolfo (wt % d.b.)	0.02	0.07	0.05
Cloro (wt % d.b.)	0.02	0.02	0.01
Contenuto in olio (wt % d.b.)	0.24	n.a.	n.a.
Contenuto in buccia (wt % d.b.)	2.0	n.a.	n.a.
Arsenico, As (mg/kg, d.b.)	< 0.4	< 0.4	< 0.4
Cadmio, Cd (mg/kg, d.b.)	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Cromo, Cr (mg/kg, d.b.)	< 1.0	1.0	1.4
Rame, Cu (mg/kg, d.b.)	2.3	45	7.8
Piombo, Pb (mg/kg, d.b.)	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Mercurio, Hg (mg/kg, d.b.)	0.001	0.012	0.001
Nichel, (mg/kg, d.b.)	1.0	< 1.0	1.0
Zinco (mg/kg, d.b.)	< 5.0	11.7	17

\*: come ricevuto. Polveri fini < 1: contenuto di polveri fini inferiore a 1 mm; Polveri fini < 2: contenuto di polveri fini inferiore a 2 mm; PCN: potere calorifico netto; wt %: peso %; w.b.: su base umida; d.b.: su base secca; n.a.: non applicabile.





di azoto e, nella maggior parte dei casi, di zolfo e rame rispetto ai valori limite stabiliti dalla norma ISO 17225-2:2014. Nel caso delle potature di olivo, in generale, gli studi analitici eseguiti nell'ambito del progetto Biomasad Plus, hanno rivelato la possibilità di ottenere prodotti con ridotto contenuto di ceneri, azoto, zolfo e rame, eliminando i frammenti di foglie durante la raccolta e la preparazione della biomassa prima della pellettizzazione [Barro et al.]. Tali pellet possono, con l'eccezione di una leggera deviazione del limite inferiore del potere calorifico, rientrare nella categoria di pellet B della norma ISO 17255-2:2014.

## 2.4.2. Tecnologie di combustione testate

Prendendo in considerazione il già menzionato studio di mercato sulle apparecchiature domestiche di riscaldamento, adatte all'utilizzo di biocombustibili di ori-

*Tabella 3. Caratteristiche delle stufe utilizzate nelle prove di combustione nell'ambito del progetto Biomasad Plus*

	Stufa I	Stufa II	Stufa III
Carico nominale (kW)	10,4	21,2 18,4 reso all'acqua 2,8 reso all'aria	10
Efficienza dichiarata dal produttore (1)	89%	88%	90%
Camicia d'acqua	No	Si	No
Alimentazione del combustibile al letto di braci	Dall'alto	Dall'alto	Dall'alto
Tecnologia della griglia	Griglia mobile	Griglia fissa	Griglia mobile
Rimozione della cenere dal bruciatore	Automatica	Manuale	Automatica
Pulizia delle superfici dello scambiatore di calore	Manuale	Manuale	Manuale
Flussi dell'aria di combustione	Aria primaria Aria di pulizia del vetro	Aria primaria Aria di pulizia del vetro	Aria primaria Aria secondaria Aria di pulizia del vetro
Sistema di controllo	Controllo automatico della combustione	Controllo automatico della combustione	Controllo automatico della combustione

(1) Con pellet in legno categoria A1 EN ISO 17225-2



gine mediterranea, sono state selezionate tre stufe e tre caldaie che, stando alle informazioni fornite dai produttori, potrebbero essere idonee alla combustione di noccioli di oliva, pellet da potature di olivo e pellet da potature di vite. Queste apparecchiature sono state prodotte in Austria, Grecia, Italia e Spagna.

*Tabella 4. Caratteristiche delle caldaie utilizzate nelle prove di combustione nell'ambito del progetto Biomassud Plus*

	Boiler I	Boiler II	Boiler III
Carico nominale (kW)	25	28	40
Classe in base a EN 303-5	Classe 5	Classe 3	Classe 5
Efficienza dichiarata dal produttore (1)	95%	80%	95%
Alimentazione del combustibile al letto di braci	Alimentazione automatica dal basso	Alimentazione automatica dal basso	Alimentazione automatica orizzontale
Brucciatore	Griglia mobile	Griglia fissa	Griglia mobile
Rimozione della cenere dal bruciatore	Automatica	Manuale	Automatica
Pulizia delle superfici dello scambiatore di calore	Manuale	Manuale	Manuale
Flussi dell'aria di combustione	Aria primaria Aria secondaria	Aria primaria Aria secondaria	Aria primaria Aria secondaria
Sistema di controllo	Controllo automatico della combustione e del carico	Manuale	Controllo automatico della combustione e del carico

(1) Con pellet in legno categoria A1 EN ISO 17225-2

**3.  
Risultati del progetto  
Biomassud plus:  
prove di combustione**



**A**llo scopo di studiare le prestazioni delle stufe e delle caldaie, descritte nella Tabella 3 e 4, insieme ai biocombustibili selezionati, i test sono stati eseguiti in tre laboratori, tutti partner del progetto Biomassud Plus: BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH (BIOS) in Austria, CERTH (Centre for Research and Technology - Hellas) in Grecia e CIEMAT (Centre for Energy, Environment and Technology) in Spagna. Ciascun laboratorio ha eseguito i test su una stufa e una caldaia (vedi Tabella 3 e 4) in condizioni da banco di prova ben controllate e utilizzando le procedure abituali. Nel corso dei test sono stati utilizzati due carichi: il carico nominale e il carico parziale (30% del carico nominale).

I parametri di controllo (impostazioni del sistema di controllo) delle caldaie e delle stufe sono stati modificati, in modo da ottenere la minor quantità possibile di emissioni utilizzando i diversi combustibili, ma senza eseguire alcuna ricostruzione o adattamento ai dispositivi di controllo del processo.

In base all'analisi tecnico-economica dei test di combustione eseguiti nell'ambito del progetto Biomassud Plus [Brunner et al], i pellet da potature di vite e i pellet da potature di olivo si sono comportati, in linea di massima, allo stesso modo in tutte le apparecchiature testate. A causa del maggiore contenuto di ceneri (vedi Tabella 2) rispetto ai pellet in legno di categoria A1, si è osservato un rapido accumulo di ceneri sulle griglie, sia nelle stufe che nelle caldaie. Questo richiede la presenza di un sistema automatico di rimozione delle ceneri che agisca a intervalli piuttosto brevi, oppure in continuo (ad esempio tramite griglie mobili). Tuttavia, non è stata riscontrata la presenza di scorie nelle ceneri accumulate. D'altronde, l'utilizzo di tali combustibili comporta una maggiore emissione di particolato e, in caso di assenza di un sistema di pulizia installato sulle superfici degli scambiatori di calore, la formazione di depositi su di esse. Oltretutto, le elevate emissioni di particolato hanno causato la formazione di depositi sul vetro in due delle stufe, rendendo difficoltosa la visione della fiamma. Alcune immagini dei problemi riscontrati sono illustrate nella Figura 2.

Per i noccioli di oliva, le maggiori differenze rispetto ai pellet in legno di categoria A1 si riferiscono alla distribuzione della forma e delle dimensioni del particolato (vedere Figura 1 e Tabella 2) che non hanno comportato alcun problema ai sistemi di alimentazione delle apparecchiature selezionate. Il problema maggiore, osservato durante la combustione dei noccioli di oliva è stata la presenza in propor-



*Figura 2. Problemi causati dalla cenere, riscontrati nel corso delle prove di combustione dei pellet da potature. Da sinistra verso destra, e dall'alto verso il basso: accumulo di ceneri sulla griglia della stufa in assenza di un sistema automatico di rimozione delle ceneri; accumulo di ceneri sulle superfici degli scambiatori di calore della stufa; accumulo di ceneri sul vetro di una stufa; accumulo di ceneri sulla griglia di una caldaia (griglia fissa senza rimozione automatica delle ceneri).*



zione elevata di materiale non combusto nella scatola di raccolta delle ceneri. Questo potrebbe derivare dalla scorretta regolazione dei sistemi automatici di pulizia che causerebbero il rilascio dei noccioli di oliva nella scatola di raccolta delle ceneri prima che questi vengano completamente bruciati. Nella Figura 3 è possibile osservare le ceneri contenute nella scatola di raccolta in seguito alla prova di combustione eseguita sui noccioli di oliva. Il materiale nero è composto dai noccioli di oliva non combusti.

*Figura 3. Scatola di raccolta delle ceneri in seguito a test con noccioli di oliva eseguiti su caldaia I.*





Dalla Figura 4 alla Figura 9 vengono mostrate le emissioni sprigionate nel corso dei test di combustione eseguiti su stufe e caldaie utilizzando i biocombustibili selezionati. Tali emissioni sono state espresse prendendo in considerazione le istruzioni fornite dalla Direttiva sulla progettazione ecocompatibile. Nel caso dei test eseguiti sulle caldaie, quindi, le emissioni stagionali del riscaldamento d'ambiente ( $E_s$ ) sono state calcolate come segue:

$$E_s = 0,85 \times E_{s,p} + 0,15 \times E_{s,n}$$

Dove:

$E_{s,p}$  indica rispettivamente le emissioni di particolato, composti organici volatili, monossido di carbonio e degli ossidi di azoto misurati al 30% della produzione nominale di calore.

$E_{s,n}$  indica rispettivamente le emissioni di particolato, composti organici volatili, monossido di carbonio e degli ossidi di azoto misurati in base alla produzione nominale di calore.

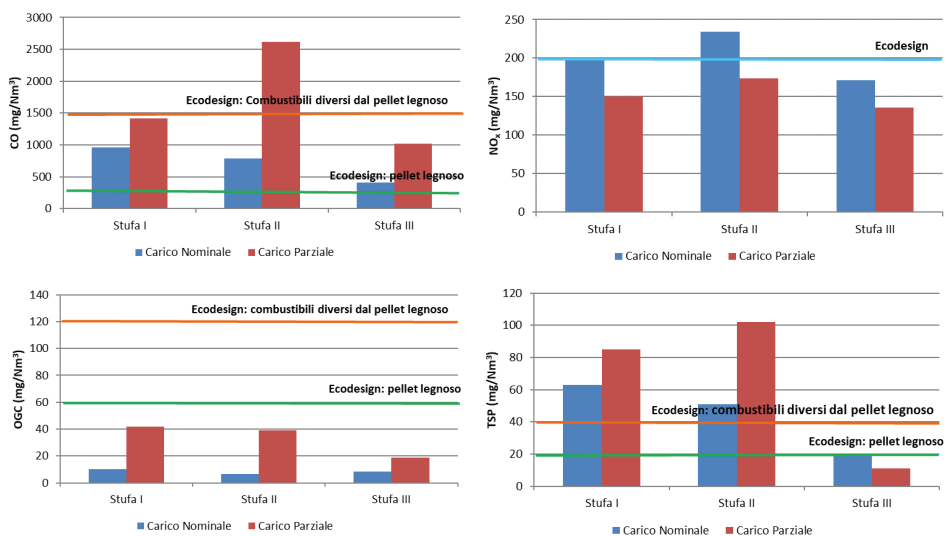


Figura 4. Emissioni riscontrate nel corso dei test di combustione eseguiti sulle stufe utilizzando i noccioli di oliva, espresse su base secca e al 13% di  $O_2$

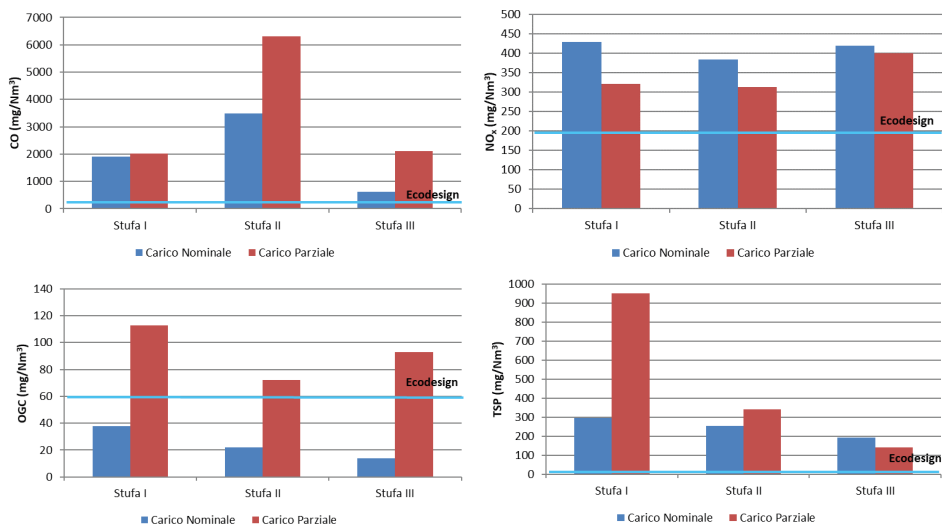


Figura 5. Emissioni riscontrate nel corso dei test di combustione eseguiti sulle stufe utilizzando pellet da potature di olivo espresse su base secca e al 13% di O<sub>2</sub>

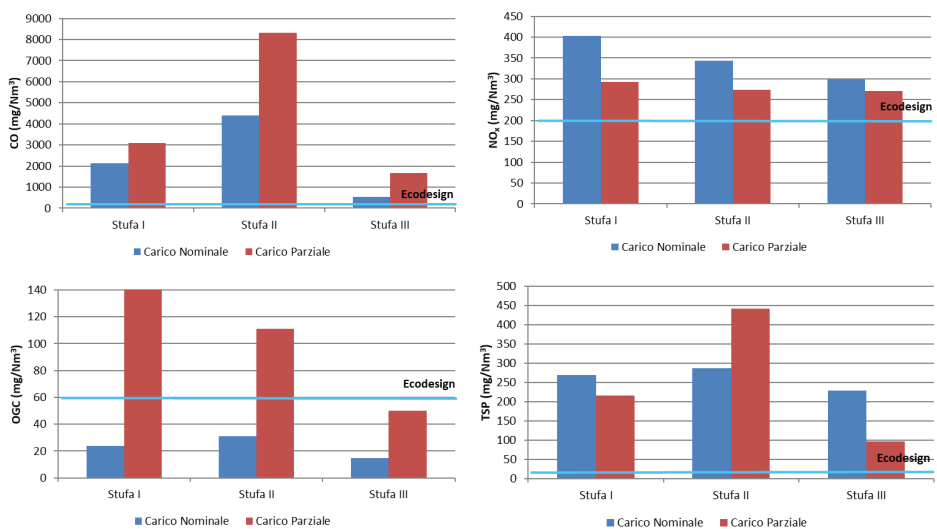


Figura 6. Emissioni stabilite nel corso dei test di combustione eseguiti sulle stufe utilizzando pellet da potature di vite espresse su base secca e al 13% di O<sub>2</sub>

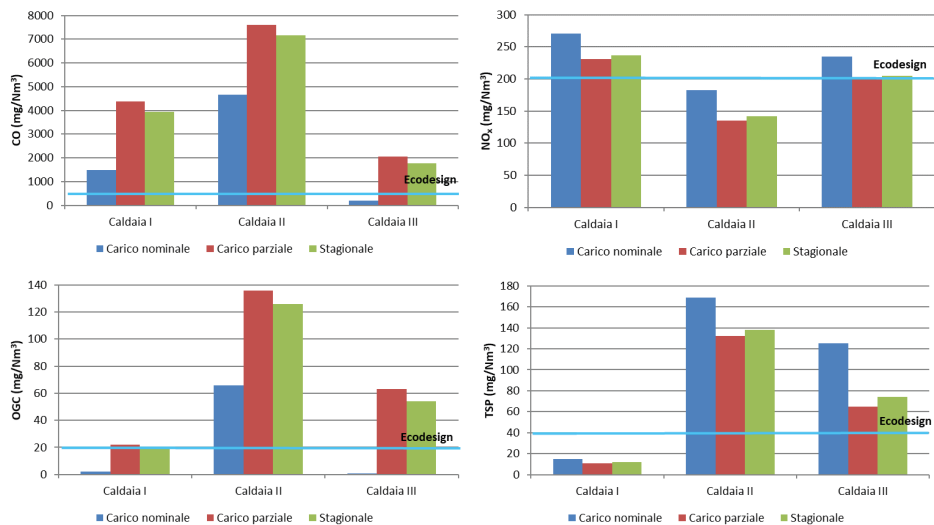


Figura 7. Emissioni riscontrate nel corso dei test di combustione eseguiti sulle caldaie utilizzando i noccioli di oliva, espresse su base secca e al 10% di O<sub>2</sub>.

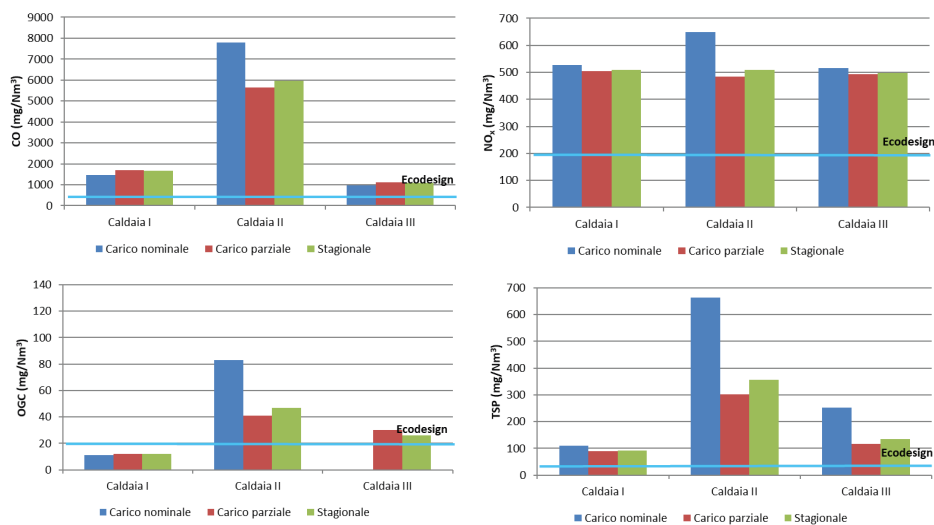


Figura 8. Emissioni stabilite nel corso dei test di combustione eseguiti sulle caldaie utilizzando pellet da potature di olivo espresse su base secca e al 10% di O<sub>2</sub>.



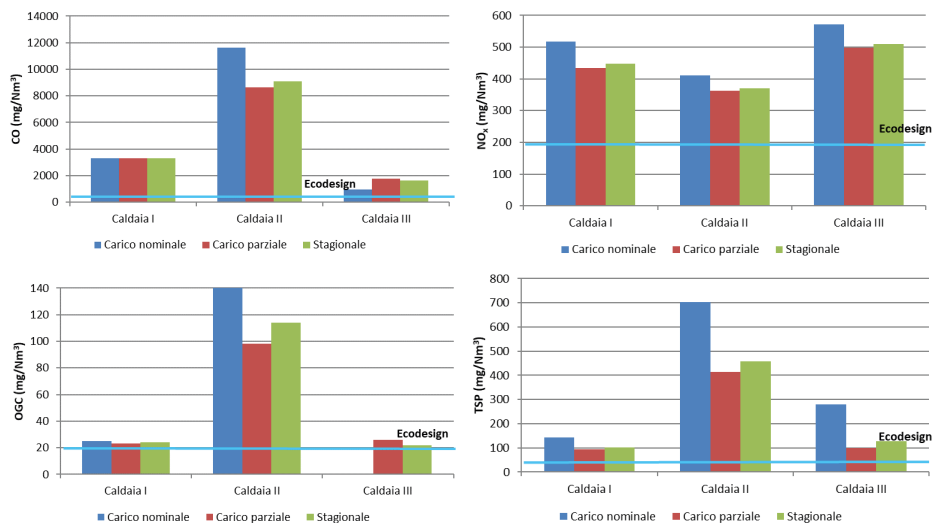


Figura 9. Emissioni riscontrate nel corso dei test di combustione eseguiti sulle caldaie utilizzando pellet da potature di viti espresse su base secca e al 10% di O<sub>2</sub>.

Come espresso nella Direttiva per la progettazione ecocompatibile, le emissioni di CO, NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto rappresentati come NO<sub>2</sub>), OGC (composti organici volatili) e TSP (particolato solido totale) vengono espresse in mg/m<sup>3</sup> di gas effluente secco calcolato a 273 K e 1013 mbar ed espresso al 13% di O<sub>2</sub> (nelle stufe) oppure al 10% di O<sub>2</sub> (nelle caldaie).

Prendendo in considerazione i limiti delle emissioni applicabili per le apparecchiature di riscaldamento utilizzati e stabiliti dalla Direttiva sulla progettazione ecocompatibile, è possibile notare che:

- Utilizzando i noccioli di oliva come combustibile, le stufe sottoposte al test erano prossime a rispettare il limite di emissioni stabilito per i “combustibili diversi dal legno compresso” dalla Direttiva sulla progettazione ecocompatibile. Per quanto riguarda i pellet da potature utilizzati, le emissioni di CO, NO<sub>x</sub> e TSP (particolato solido totale) risultavano essere notevolmente superiori ai limiti presi in considerazione per i pellet in legno.
- Rispetto alle caldaie sottoposte ai test, si rileva che le elevate emissioni della caldaia II sono dovute soprattutto alla sua tecnologia semplice, che non è risul-



tata abbastanza flessibile da potersi adattare ai nuovi combustibili. Di conseguenza, la caldaia II offre anche un ottimo esempio di come caratteristiche tecnologiche quali griglie dotate di un sistema automatico per la rimozione delle ceneri, in continuo o di frequente, così come sistemi di controllo del processo automatici siano necessari per l'utilizzo di tali combustibili.

- Nel caso della caldaia I, è possibile notare come le emissioni della combustione dei noccioli di oliva siano prossime a rispettare i limiti prescritti dalla Direttiva sulla progettazione ecocompatibile per le emissioni stagionali, se vengono effettuati alcuni miglioramenti relativi alle condizioni di funzionamento al fine di ridurre le emissioni di CO e NOx. Inoltre, nel caso della combustione di entrambi i tipi di pellet da potature, è possibile mantenersi entro i limiti prescritti per le emissioni di OGC (composti organici volatili) e TSP (particolato solido totale) eseguendo minime modifiche alle impostazioni dell'impianto. Tuttavia, l'utilizzo delle misure primarie non risulterebbe sufficiente a portare le elevate emissioni di NOx al di sotto del rispettivo limite.
- Nel caso della caldaia III, la combustione di tutti i combustibili selezionati risulta in emissioni di CO, OGC (composti organici volatili) e TSP (particolato solido totale) leggermente al di sopra dei limiti prescritti dalla Direttiva sulla progettazione ecocompatibile. Implementando alcuni miglioramenti relativi al controllo di processo, ci si aspetta di essere in grado di mantenersi entro i rispettivi limiti di emissione. Ciononostante, la combustione di pellet da potature produce emissioni di NOx troppo elevate, e l'utilizzo delle misure primarie non risulterebbe sufficiente a ridurre tali emissioni al disotto del rispettivo valore limite.

L'efficienza termica di ogni apparecchiatura è stata calcolata prendendo in considerazione la seguente espressione:

- Per le caldaie:

$$\text{Efficienza termica} = \frac{\text{carico della caldaia}}{\text{potere calorifico del combustibile in ingresso in relazione al PCN} \times 100}$$

Dove il potere del combustibile in ingresso relativo al PCN è il flusso di calore introdotto con il combustibile considerando il suo potere calorifico netto, mentre il carico della caldaia è il flusso di calore trasferito al circuito dell'acqua.



- Per le stufe:

$$\text{Efficienza termica} =$$

$$\frac{(\text{Potere del combustibile in ingresso in relazione al PCN} - \text{Perdite di gas effluente})}{\text{Potere del combustibile in ingresso in relazione al PCN} \times 100}$$

Dove il potere del combustibile in ingresso in relazione al PCN equivale al calore introdotto con il combustibile, prendendo in considerazione il suo potere calorifico netto, mentre le perdite di gas effluente si riferiscono al calore apprezzabile del flusso di gas effluente, dovuto alla differenza tra la temperatura dell'ambiente e la temperatura del gas stesso.

Le Tabelle 5 e 6 mostrano rispettivamente le efficienze termiche delle stufe e delle caldaie selezionate.

*Tabella 5. Efficienza termica delle stufe sottoposte al test.*

	Stufa I	Stufa II	Stufa III	Stufa I	Stufa II	Stufa III
	Efficienza termica al carico nominale (%)			Efficienza termica al carico parziale (%)		
<b>Pellet in legno</b>	89.0(*)	88.0(**)	90.0(**)	85.0(*)	76.9(**)	94.0(**)
<b>Noccioli di oliva</b>	78.1	84.4	87.3	81.3	74.4	91.9
<b>Pellet da potature di olivo</b>	68.7	83.5	85.8	70.4	73.0	90.8
<b>Pellet da potature di vite</b>	69.7	84.2	88.3	78.5	76.2	93.1

(\*) Dichiarato dal produttore con pellet in legno di categoria EN ISO 17225-2 A1.

(\*\*) Ottenuto utilizzando pellet in legno di categoria A1.

*Tabella 6. Efficienza termica delle caldaie sottoposte al test.*

	Caldaia I	Caldaia II	Caldaia III	Caldaia I	Caldaia II	Caldaia III
	Efficienza termica al carico nominale (%)			Efficienza termica al carico parziale (%)		
<b>Pellet in legno(1)</b>	95.0(*)	83.5(**)	92.6(**)	90.9(*)	65.0(**)	90.3(**)
<b>Noccioli di oliva</b>	93.6	76.6	93.1	87.5	70.3	90.2
<b>Pellet da potature di olivo</b>	94.3	64.6	92.8	87.1	64.7	89.9
<b>Pellet da potature di vite</b>	94.2	69.6	93.1	85.6	62.0	88.7

(\*) Dichiarato dal produttore con pellet in legno di categoria EN ISO 17225-2 A1.

(\*\*) Ottenuto utilizzando pellet in legno di categoria A1.



Come è osservabile, utilizzando i biocombustibili di origine mediterranea testati, le efficienze termiche di stufa II e stufa III risultano essere leggermente inferiori rispetto ai valori riscontrati nel corso delle prove eseguite con i pellet in legno di categoria A1. Tuttavia, le efficienze termiche ottenute nel corso dei test eseguiti sulla stufa I, sono risultate molto inferiori rispetto ai valori dichiarati dal produttore. Questo fatto era dovuto al contenuto di ossigeno molto elevato del gas effluente misurato nel corso dei test eseguiti su questa stufa (13,5 vol% del gas effluente secco con noccioli di oliva, 16,5 vol% con pellet da potature di olivo e 16,3 vol% con pellet da potature di vite). Applicando i medesimi rapporti di eccesso di ossigeno durante la combustione di pellet in legno, si sarebbero ottenute efficienze ancora superiori, poiché tutti gli altri parametri che influiscono sull'efficienza (temperatura del gas effluente, contenuto d'acqua del combustibile) sono risultati molto simili a quelli riscontrati durante la loro combustione.

Nel caso dei test eseguiti sulle caldaie I e III, sono state osservate efficienze termiche leggermente inferiori, rispettivamente paragonabili o perfino superiori rispetto ai valori ottenuti con i pellet di categoria A1. Per quanto riguarda la caldaia II, le differenze sono state superiori (a carico nominale), fatto dovuto soprattutto al contenuto di ossigeno molto elevato dei gas effluenti (12,4 vol% d.b. per i noccioli di oliva, 15,7 vol% d.b. per i pellet da potature di olivo e 15,0 vol% d.b. per i pellet da potature di vite). Anche in questo caso, la tecnologia semplice della caldaia non è stata in grado di adeguarne il funzionamento alle caratteristiche di questi combustibili.

Prendendo in considerazione il comportamento dei pellet da potature di vite e di olivo, nel corso dei test di combustione, bisogna giungere alla conclusione che entrambi non sono combustibili adeguati per stufe e piccole caldaie per il settore domestico. Tuttavia, sarebbe possibile fare un'eccezione per il ridotto contenuto di ceneri e azoto dei pellet di potature di olivo (vedi sezione 2.4.1) con i quali è anche più probabile mantenersi entro i limiti per le emissioni di  $\text{NO}_x$ .

## **4. Raccomandazioni per produttori e installatori**



## 4.1. Stufe

### 4.1.1. Noccioli di oliva

#### Fornitura e alimentazione del combustibile

L'utilizzo dei noccioli di oliva non comporta problemi nei confronti della movimentazione e alimentazione del combustibile. Tuttavia, considerando le piccole dimensioni delle particelle di combustibile paragonate, per esempio, ai pellet, diviene necessaria la presenza di una griglia appositamente progettata per impedire che il combustibile cada direttamente nella scatola di raccolta delle ceneri, attraverso le aperture.

#### Combustione e controllo della combustione, inclusi i problemi relativi alle emissioni

Le apparecchiature sottoposte ai test non sono risultate sufficientemente preparate a rispettare i limiti di emissione stabiliti per i “pellet in legno” nella Direttiva sulla progettazione ecocompatibile (obbligatori per le stufe a partire dal 1 gennaio 2022). Ciononostante, è possibile ottenere il rispetto dei limiti di emissione prescritti per i “combustibili diversi dal legno compresso” (vedi stufa III in Figura 4). In generale quindi, se i produttori vogliono introdurre i noccioli di oliva in qualità di “altro combustibile idoneo” (come dichiarato nella Direttiva sulla progettazione ecocompatibile), è necessario introdurre alcune modifiche alle condizioni di combustione per ridurre le emissioni di CO e particolato, come flusso dell'aria, impostazioni dell'immissione dell'aria e movimento della griglia.

#### Rimozione delle ceneri

I tempi di permanenza nella camera di combustione (in caso di presenza di griglie mobili con sistema di rimozione delle ceneri in continuo) o gli intervalli di pulizia della griglia (in caso di pulizia discontinua della griglia) devono essere regolati sui tempi di combustione del carbone prodotto dai noccioli di oliva, per ottenere un elevato tasso di conversione del carbonio e un ridotto contenuto dello stesso nelle ceneri sulla griglia.



## 4.1.2. Pellet da potature di olivo e pellet da potature di vite

### Fornitura e alimentazione del combustibile

L'utilizzo dei pellet da potature non comporta problemi nei confronti della movimentazione e alimentazione del combustibile.

### Combustione e controllo della combustione, inclusi i problemi relativi alle emissioni

La combustione dei pellet da potature non è conforme ai limiti delle emissioni per i "pellet di legno" prescritti nella Direttiva sulla progettazione ecocompatibile (obbligatoria per le stufe a partire dal 1 gennaio 2022) e, in particolare, per quanto riguarda le emissioni di NOx che li rendono non idonei per gli attuali dispositivi di riscaldamento di piccole dimensioni.

Numerose migliorie tecnologiche potrebbero essere eseguite sulle apparecchiature di riscaldamento domestico, al fine di risolvere i problemi riscontrati:

- Impostazioni adeguate per il controllo di processo per garantire basse emissioni di CO e OGC.
- Deve essere impiegato un bruciatore a basse emissioni di NOx al fine di ridurre le emissioni utilizzando un'adeguata immissione dell'aria.
- Utilizzo di adeguati sistemi di abbattimento del particolato solido totale, come i precipitatori elettrostatici.
- Adeguata regolazione del controllo del flusso dell'aria di combustione per assicurare un'elevata efficienza termica.

L'utilizzo di pellet da potature di olivo a ridotto contenuto di ceneri e azoto (vedere sezione 2.4.1), inoltre, potrebbe permettere di rispettare i limiti prescritti dalla Direttiva sulla progettazione ecocompatibile, sebbene non sia stato eseguito alcun test utilizzando questo tipo di combustibile.



### **Rimozione delle ceneri**

L'utilizzo di pellet da potature non comporta alcun problema significativo nei confronti della sedimentazione delle ceneri, nonostante l'elevato contenuto di ceneri. Tuttavia, sono necessari sistemi automatici di pulizia per la griglia e le superfici dello scambiatore di calore.

### **Pulizia e manutenzione**

È necessario porre maggiore attenzione nella progettazione del sistema di pulizia del vetro dello sportello in modo tale da evitarne l'ostruzione.

## **4.2. Caldaie**

### **4.2.1. Noccioli di oliva**

#### **Fornitura e alimentazione del combustibile**

L'utilizzo dei noccioli di oliva non comporta problemi nei confronti della movimentazione e alimentazione del combustibile. Tuttavia, considerando le piccole dimensioni delle particelle di combustibile paragonate, per esempio, ai pellet, diviene necessaria la presenza di una griglia appositamente progettata per impedire che il combustibile cada direttamente nella scatola di raccolta delle ceneri, attraverso le aperture.

#### **Combustione e controllo della combustione, inclusi i problemi relativi alle emissioni**

Le apparecchiature sottoposte ai test non sono risultate sufficientemente preparate a rispettare i limiti di emissione stabiliti nella Direttiva sulla progettazione ecocompatibile (obbligatoria per le caldaie a partire dal 1 gennaio 2020). Se i produttori vogliono introdurre i noccioli di oliva in qualità di "altro combustibile idoneo" (come dichiarato nella Direttiva sulla progettazione ecocompatibile), è necessario introdurre alcune modifiche alle condizioni di combustione per ridurre le emis-





sioni di CO e particolato, come flusso dell'aria, impostazioni dell'immissione dell'aria e movimento della griglia.

### **Rimozione delle ceneri**

I tempi di permanenza nella camera di combustione (in caso di presenza di griglie mobili con sistema di rimozione delle ceneri in continuo) o gli intervalli di pulizia della griglia (in caso di pulizia discontinua della griglia) devono essere regolati sui tempi di combustione del carbone prodotto dai noccioli di oliva, per ottenere un elevato tasso di conversione del carbonio e un ridotto contenuto dello stesso nelle ceneri sulla griglia.

## **4.2.2. Pellet di potature di olivo e pellet di potature di vite**

### **Fornitura e alimentazione del combustibile**

L'utilizzo dei pellet di potature non comporta problemi nei confronti della movimentazione e alimentazione del combustibile.

### **Combustione e controllo della combustione, inclusi i problemi relativi alle emissioni**

La combustione dei pellet di potature non è conforme ai limiti delle emissioni stagionali prescritti nella Direttiva sulla progettazione ecocompatibile (obbligatori per le caldaie a partire dal 1 gennaio 2020) e, in particolare, per quanto riguarda le emissioni di NOx che li rendono non idonei per gli attuali dispositivi di riscaldamento di piccole dimensioni.

Numerose migliorie tecnologiche potrebbero essere eseguite sulle apparecchiature di riscaldamento domestico, al fine di risolvere i problemi riscontrati:

- Impostazioni adeguate per il controllo di processo per garantire basse emissioni di CO e OGC.
- Deve essere impiegato un bruciatore a basse emissioni di NOx al fine di ridurre le emissioni utilizzando un'adeguata immissione dell'aria.



- Utilizzo di adeguati sistemi di abbattimento del particolato solido totale, come precipitatori elettrostatici.
- Adeguata regolazione del controllo del flusso dell'aria di combustione per assicurare un'elevata efficienza termica.

L'utilizzo di pellet da potature di olivo a ridotto contenuto di ceneri e azoto (vedere sezione 2.4.1), inoltre, potrebbe permettere di rispettare i limiti prescritti dalla Direttiva sulla progettazione ecocompatibile, sebbene non sia stato eseguito alcun test utilizzando questo tipo di combustibile.

### **Rimozione delle ceneri**

L'utilizzo di pellet da potature non comporta alcun problema significativo nei confronti della sedimentazione delle ceneri, nonostante il contenuto sia elevato. Tuttavia, sono necessari sistemi automatici di pulizia per la griglia e le superfici dello scambiatore di calore.

## **5. Raccomandazioni per gli utenti finali**



**A**l fine di evitare problemi inerenti alla qualità del combustibile, è importante l'acquisto di biocombustibili di qualità certificata, in conformità alle norme di riferimento o ai requisiti qualitativi del marchio Biomassud.

## **5.1. Noccioli di oliva**

Gli utenti finali dovrebbero ottenere (dal produttore e/o dall'installatore) la garanzia che le apparecchiature che stanno acquistando possano utilizzare i noccioli di oliva come combustibile alternativo.

Gli utenti finali dovrebbero prestare attenzione durante la rimozione delle ceneri dal cassetto di raccolta poiché la temperatura potrebbe essere elevata a causa del materiale non combusto presente nelle ceneri.

## **5.2. Pellet da potature di vite e pellet da potature di olivo**

Tenendo in considerazione l'elevato contenuto di ceneri di questi pellet, paragonati ai pellet in legno di alta qualità, il cassetto di raccolta delle ceneri dovrà essere svuotato più spesso.

Poiché il deposito di particolato sul vetro dello sportello sarà maggiore rispetto a quando si utilizzano pellet in legno di qualità, saranno richiesti maggiori sforzi da parte dell'utente finale per la pulizia.

## **6. Bibliografia**



Bados R., Esteban L.S., Carrasco J. (CIEMAT). “Deliverable 3.1. Selection of new solid biofuels”. BIOMASUD PLUS project (Convenzione di Sovvenzione N. 691763). Disponibile online al sito: <http://biomasudplus.eu>.

Barro R., Fernández M., Cortés R., Bados R. (CIEMAT), Brunner T., Kanzian W., Hajos N., Obernberger I. (BIOS), Karampinis E., Grammelis P., Nikolopoulos N. (CERTH), Almeida T., Mendes C., Cancela E., Alves N. (CBE), Carrasco J. (CIEMAT). “Deliverable 3.3: Quality classification of the solid biofuels to be considered in the biofuels extended BIOMASUD label”. BIOMASUD PLUS project (Convenzione di Sovvenzione N. 691763). Disponibile online al sito: <http://biomasudplus.eu>.

Brunner T., Horn A., Weiss G., Obernberger I. (BIOS). “Deliverable 5.4: Techno-economic analysis of the selected biomass fuels combustion”. BIOMASUD PLUS project (Convenzione di Sovvenzione N. 691763). Disponibile online al sito: <http://biomasudplus.eu>.

Ufficio Nazionale di Statistica croato. Annuario statistico 2015.

GSE [www.gse.it](http://www.gse.it)

Istituto di Statistica Greco, “Development of detailed statistics on Energy consumption in households 2011/2012”, Convenzione di Sovvenzione Eurostat N. 30304.2010.002-2010.373, Piraeus, aprile 2013. Disponibile online al sito: [http://www.statistics.gr/documents/20181/985214/Quality+Report+on+the+development+of+detailed+statistics+on+Energy+consumption+in+Households+\(+2012+\)/](http://www.statistics.gr/documents/20181/985214/Quality+Report+on+the+development+of+detailed+statistics+on+Energy+consumption+in+Households+(+2012+)/)

INE, I.P. (Instituto Nacional de Estatística, I.P.) and DGEG (Direccao-Geral de Energia e Geologia). Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico 2010. Lisboa, 2011.

Violidakis I., Karampinis E., Nikolopoulos N., Margaritis N., Malgarinos I. (CERTH), Borjabad E., Ramos R. (CIEMAT), Rodero P., Mira A. (AVEBIOM), Baù L., Francescato V. (AIEL), Simsek E., Ates M. (TUBITAK), Almeida T., Figo S. (CBE), Kocjan D., Rogelja T., Klun J., Triplat M., Krajnc N. (SFI),



Rukavina H. (ZEZ), Supancic K., Brunner T. (BIOS). “Deliverable 5.2: Report of the state of the art of combustion devices for the selected biofuels”. BIOMASUD PLUS project (Convenzione di Sovvenzione N. 691763). Disponibile online al sito: <http://biomasudplus.eu>.



*This project has received funding from  
the European Union's Horizon 2020  
research and innovation program  
under grant agreement No. 691763*