

CENTRO SPERIMENTALE DIMOSTRATIVO SULLE AGROENERGIE

CRA – ING
Unità di Ricerca per l'Ingegneria Agraria

A cura di *Luigi Pari*



INDICE

1. Il Centro Sperimentale Dimostrativo sulle Agroenergie	2
2. Conversione energetica - Settore 1	
1. Trasformazione energetica delle biomasse	4
2. Laboratorio	5
3. Valutazione chimico-fisica della biomassa	6
4. Valutazione chimico-analitica delle emissioni	7
5. Laboratorio per la caratterizzazione fisica del cippato	8
6. Analisi d'immagine digitale	9
7. Certificazione caldaie	10
3. Sala prove - Settore 2	
1. Banco prova biocombustibili	11
2. Banco prova biolubrificanti	12
4. Le piantagioni energetiche	13
1. Eucalitto allevato a <i>Medium Rotation Forestry</i> (MRF) - Settore 3	14
2. Pioppo allevato a <i>Medium Rotation Forestry</i> (MRF) - Settore 4	15
3. Colture erbacee: canna comune e miscanto - Settore 5	16
4. Pioppo allevato a <i>Short Rotation Forestry</i> (SRF) - Settore 6	17
5. Piattaforme per prove sperimentali di stoccaggio - Settori 7-8	18
6. Innovazioni tecnologiche sviluppate e/o valutate dal CRA-ING per l'impianto e la raccolta delle colture energetiche - Settore 9	20
1. Selezionatrice ottica delle talee di pioppo (scheda 1)	23
2. Dispositivo automatico di alimentazione per trapiantatrici di talee (Pioppo biennale) (scheda 2)	24
3. Trapiantatrice semiautomatica di astoni per impianti di pioppo quinquennale (scheda 3)	25
4. Macchina per la lavorazione del terreno in bande e due strati (scheda 4)	26
5. Rotore sperimentale per la cippatura del pioppo allevato a SRF (scheda 5)	27
6. Abbattitrice andanatrice per pioppo biennale (scheda 6)	28
7. Abbattitrice andanatrice per pioppo quinquennale (scheda 7)	29
8. Gruppo cippatore e testata pick-up per la raccolta delle piante stoccate nell'interfila (scheda 8)	30
9. Zappatrice rotativa per l'estrazione di rizomi di canna comune (<i>Arundo donax</i> L.) in vivaio (scheda 9)	31
10. Macchina per l'impianto di culmi e di rizomi di <i>Arundo donax</i> (scheda 10)	32
11. Raccolta di <i>Arundo donax</i> : prodotto fresco (scheda 11)	33
12. Raccolta di <i>Arundo donax</i> : prodotto semi-appassito (scheda 12)	34
13. Falciacondizionatrice per sorgo da fibra (scheda 13)	35
14. Testata per la raccolta del cardo (scheda 14)	36
7. Impianto pilota per la produzione di idrogeno e metano da residui zootecnici – Progetto SOS-Zoot - Settore 10	37
8. Pubblicazioni scientifiche consultabili presso il centro dimostrativo	38
9. Come raggiungere il Centro Sperimentale Dimostrativo sulle Agroenergie	51

IL CENTRO SPERIMENTALE DIMOSTRATIVO SULLE AGROENERGIE

L'Unità di Ricerca per l'Ingegneria Agraria del CRA ha realizzato, presso la propria sede di Monterotondo (Roma), il primo **Centro Sperimentale Dimostrativo sulle agroenergie** in Italia, con il duplice obiettivo di favorire il trasferimento delle innovazioni tecnologiche ai fruitori finali della ricerca e l'incontro tra i diversi attori delle filiere agro energetiche (industria, imprese agromeccaniche, imprenditori agricoli, contoterzisti).

Il **Centro**, pensato sui principi della microfiliera e della sostenibilità ambientale ed economica, comprende:

- ✓ una centrale termica a biomassa da 348 kW per la produzione di energia in trigenerazione (caldo, freddo, elettricità);
- ✓ un impianto pilota per la produzione di idrogeno e metano da residui zootecnici;
- ✓ aree sperimentali per la coltivazione di piantagioni energetiche;
- ✓ un laboratorio specializzato per le analisi fisico chimiche delle biomasse in entrata e delle emissioni di inquinanti nell'atmosfera;
- ✓ un banco-prova test biocombustibili e biolubrificanti;
- ✓ un'area espositiva delle macchine e delle innovazioni tecnologiche sviluppate dal CRA ING nell'ambito delle agroenergie.



Finalità

Il centro oltre a svolgere attività scientifiche e ricerche sperimentali quali, ad esempio, lo sviluppo di innovazioni tecnologiche nel settore della meccanizzazione dedicata alle colture energetiche, la conduzione di test, la caratterizzazione fisico-chimica delle biomasse ecc., organizza, durante l'intero arco dell'anno, visite guidate, seminari formativi, giornate dimostrative tematiche per linee di meccanizzazione e per coltura energetica. Sono in atto, in collaborazione con varie Università, stage, tirocini formativi, tesi di laurea, tesi di dottorato e corsi di specializzazione post laurea.

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca sono scaricabili, sia in italiano che in inglese, dai siti:

<http://ing.entecra.it/biomasse>; www.gruppo-panacea.it

Attività sperimentali

Le competenze scientifiche e professionali presenti nel centro permettono l'elaborazione di progettualità strettamente legate all'impiego delle biomasse agricole a fini non alimentari. Vengono studiati vari aspetti legati allo sviluppo della filiera agro energetica, dalla meccanizzazione delle tecniche colturali all'utilizzazione finale della biomassa:

- ✓ caratterizzazione delle specie vegetali studiate:
 - studio delle caratteristiche dendrometriche delle piantagioni arboree nelle varie fasi di sviluppo;

- valutazioni morfologiche e fenologiche delle colture erbacee da energia;
- ✓ sviluppo di innovazioni tecnologiche nel settore agro-meccanico in funzione delle esigenze specifiche individuate per le singole specie;
- ✓ caratterizzazione delle modalità di stoccaggio in funzione della coltura, della metodologia di raccolta e della tipologia di materiale prodotto;
- ✓ analisi qualitative delle biomasse in funzione delle tecniche e metodologie utilizzate per la raccolta e lo stoccaggio;
- ✓ elaborazione di bilanci ambientali e di redditività delle colture *ex ante* ed *ex post* l'introduzione delle innovazioni sviluppate:
 - pretrattamento, miscelazione, rendimento ed emissioni dell'impianto termochimico;
 - *Life Cycle Assessment (LCA)*;
 - bilancio economico della micro filiera.

Parte della superficie di pertinenza del Centro Sperimentale è stata suddivisa in 10 settori, ognuno dei quali riservato a specifiche attività legate alla filiera agro energetica:

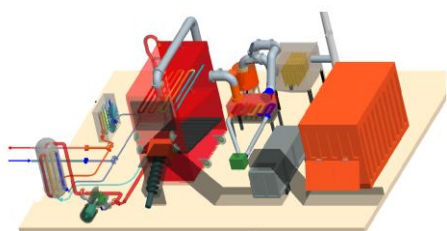


Veduta aerea della superficie complessiva del Centro Sperimentale Dimostrativo sulle Agroenergie con indicazione dei settori riservati alle attività sperimentali della filiera agro energetica.

- Settore 1:** impianto termochimico a biomassa da 348 kW e laboratorio specializzato;
- Settore 2:** banco prova biocombustibili e biolubrificanti;
- Settore 3:** piantagione di eucalipto a ciclo quinquennale - superficie dedicata 0,50 ha;
- Settore 4:** piantagione di pioppo a ciclo quinquennale - superficie dedicata 7,30 ha;
- Settore 5:** piantagioni erbacee (canna comune, miscanto e panico) - superficie dedicata 0,40 ha;
- Settore 6:** piantagione di pioppo a ciclo biennale - superficie dedicata 4,50 ha;
- Settore 7:** piattaforma per le prove sperimentali di stoccaggio - superficie dedicata 3000 m²;
- Settore 8:** piattaforma per lo stoccaggio - superficie dedicata 3000 m²;
- Settore 9:** innovazioni tecnologiche prodotte per l'impianto e la raccolta delle colture energetiche.
- Settore 10:** impianto pilota per la produzione di idrogeno e metano da residui zootecnici*

*impianto visibile presso la limitrofa sede del Centro di ricerca per la produzione delle carni e il miglioramento genetico di Monterotondo (CRA-PCM).

TRASFORMAZIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE



L'attività di ricerca si rivolge ai contesti agricoli o agro industriali in cui è vantaggioso l'esercizio di impianti di cogenerazione o trigenerazione a biomassa. In questo tipo di installazioni viene bruciata biomassa proveniente sia da scarti di lavorazione sia da colture dedicate.

L'impianto pilota è costituito da una caldaia (generatore di vapore) di 348 kW (300.000 kCal/h) a griglia mobile, con un sistema di alimentazione della biomassa a doppia coclea. La struttura è in grado di produrre 500 kg/h di vapore saturo a 1,2 MPa che viene poi fatto espandere in una turbina da 20 kW su cui è calettato un alternatore per la produzione di energia elettrica da immettere in rete.



Il vapore allo scarico della turbina viene fatto condensare in uno scambiatore vapore/acqua per la produzione di acqua calda a circa 90° C che, attraverso una rete di teleriscaldamento, viene a sua volta impiegata per riscaldare gli ambienti del CRA-ING. L'impianto è dotato, inoltre, di uno scambiatore di calore fumi/aria che svolge una duplice funzione: utilizzare il cascame energetico dei fumi di scarico della caldaia ad alta temperatura per un eventuale utilizzo in una turbina a gas a combustione esterna; studiare la formazione di scorie di fusione sulla griglia che l'uso di combustibile solido con basse temperature di fusione delle ceneri comporta. Tale prodotto può, infatti, disturbare il regolare processo di combustione, alterandone i flussi di aria primaria e favorendo il surriscaldamento della griglia e i fenomeni corrosivi.



Lungo la linea di scarico dei fumi sono presenti 2 sistemi di abbattimento del particolato: un ciclone per la rimozione più grossolana e un filtro a maniche per la rimozione delle particelle più fine.



È inoltre previsto un impianto ad assorbimento a bromuro di litio che, sfruttando l'acqua calda nei periodi estivi, produce energia frigorifera per il raffrescamento dei locali del CRA-ING (trigenerazione).

Quando non è richiesta energia termica da parte dell'utenza, un arotermo dissipa l'energia in eccesso non utilizzata.



La movimentazione del combustibile avviene grazie ad un nastro trasportatore che trasferisce la biomassa dai cassoni di stoccaggio alle coclee di alimentazione della caldaia



Lo stoccaggio della biomassa avviene all'interno di cassoni dotati di spintore idraulico interno per l'alimentazione del sistema di movimentazione. Sono presenti un cassone grande, trasportabile, per il funzionamento convenzionale dell'impianto, e uno piccolo, fisso, utilizzato esclusivamente per le sperimentazioni.

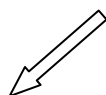
OBIETTIVI:

- trarre indicazioni per l'abbattimento delle emissioni in atmosfera;
- correlare la qualità delle emissioni alle caratteristiche della biomassa utilizzata;
- fornire indicazioni indispensabili per lo sviluppo delle macchine e degli apparecchi deputati allo sfruttamento energetico delle biomasse;
- valutare la possibilità di utilizzare per fini energetici biomasse di tipo non convenzionale;
- sviluppare strumenti di calcolo e modellazione dei fenomeni di principale interesse;

LABORATORIO

Il laboratorio è dotato di strumentazione scientifica idonea alla caratterizzazione chimico fisica delle biomasse e per la valutazione chimico-analitica delle emissioni.

ANALISI
BIOMASSA



**Analizzatore elementare
CHNS**

SALA
MICROBILANCIA



Estrattore per fibra grezza

ANALISI
EMISSIONI



ICP/MS



**Analizzatore
fusibilità delle ceneri**



Mulino a coltelli



GC/MS



TGA



**Calorimetro
isoperibolico**

Gli strumenti sono:

- Bilancia analitica
- Campionatore volumetrico a portata costante
- Ugello portafiltra
- Filtro in cellulosa
- Tubi di raccordo

$$C = \frac{\Delta m}{V} = \frac{m_f - m_i}{V} \quad [\mu\text{g}/\text{Nm}^3]$$

**Sistema di prelievo
isocinetico/microbilancia**

VALUTAZIONE CHIMICO-FISICA DELLA BIOMASSA



Le biomasse sono combustibili solidi costituiti da tre componenti principali: fibre di cellulosa (ca. 50%) immerse in una matrice di emicellulosa (ca. 25%) e lignina, oltre a composti secondari di natura inorganica. I combustibili che derivano dalle biomasse possono essere utilizzati in modo efficiente e pulito, pertanto è fondamentale valutarne alcuni loro importanti parametri chimico fisici.

La caratterizzazione della biomassa deve essere eseguita in base ai protocolli dettati dalle vigenti normative europee quali CENT/TS, UNI EN:

ATTIVITA'	NORME	STRUMENTAZIONE
PREPARAZIONE DEL CAMPIONE	UNI EN 14780	Setaccio, mulino macinatore
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA	EN 15103	Recipiente di misura normalizzato
DETERMINAZIONE DELL'UMIDITA'	UNI EN 14774-2	Forno, bilancia analitica
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI CENERI	UNI EN 14775	Forno a muffola, bilancia analitica
DETERMINAZIONE DELLA FUSIBILITA' DELLE CENERI	UNI CEN/TS 15370-1	Analizzatore di fusibilità delle ceneri
CARATTERIZZAZIONE DELLE SOSTANZE VOLATILI	UNI EN 15148	TGA-GC/MS
DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO TOTALE DI C,H,N,S	UNI EN 15104	Analizzatore elementare, bilancia analitica
DETERMINAZIONE DEL POTERE CALORIFICO	UNI EN 14918	Calorimetro, pressa idraulica, bilancia analitica, TGA
DETERMINAZIONE DEI MACROELEMENTI	UNI EN 15290	ICP-MS, microonde, forno, bilancia analitica
DETERMINAZIONE DEI MICROELEMENTI	UNI EN 15297	ICP-MS, microonde, forno, bilancia analitica

OBIETTIVI DELLE ATTIVITA' DI RICERCA IN ATTO

- Studiare la relazione tra rendimento/sporcamento delle caldaie e caratteristiche fisico-chimiche della biomassa in entrata;
- studiare le variazioni delle suddette caratteristiche in funzione del tempo e del tipo di stoccaggio;
- certificazione EN-PLUS dei pellet.

VALUTAZIONE CHIMICO-ANALITICA DELLE EMISSIONI

La pirolisi è una tecnologia per mezzo della quale la biomassa viene portata ad alta temperatura in assenza di ossigeno. Questa, decomponendosi, produce essenzialmente *vapori*, *aerosol* e piccole quantità di *gas* lasciando un residuo solido ricco in carbonio (*char*). La gassificazione consiste nella trasformazione di un combustibile solido, nel caso specifico la biomassa, in combustibile gassoso, tramite la reazione con ossigeno. I più importanti inquinanti richiesti dalle specifiche normative di settore sono indicati in tabella.

INQUINANTE	NORMA	ANALISI
Polveri totali	UNI EN 13284-1	Gravimetrica
CO	UNI EN 14626	Spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva
NO _x	UNI EN 14211	Chemiluminescenza
SO _x	UNI EN 14212	Fluorescenza ultravioletta
COT	UNI EN 12619	Ionizzazione di fiamma (FID)
IPA e PCDD/F	UNI EN 1948/D.M.25/08/2000	Gascromatografica con GC/MS triplo quadrupolo
Metalli pesanti	UNI EN 14385	ICP/MS

Per la valutazione chimico-analitica delle emissioni, oltre al laboratorio descritto precedentemente è stato allestito un laboratorio mobile con strumentazione dedicata per le analisi su impianti esterni.



- *Microbilancia*
- *Gascromatografo con spettrometro di massa (GC-MS)*
- *Spettrometro di massa con torcia al plasma (ICP-MS)*



- *Analizzatore portatile di gas*
- *Analizzatore portatile di TOC/VOC*
- *Analizzatore di gas di scarico*

OBIETTIVI DELLE ATTIVITA' DI RICERCA IN ATTO

- fornire indicazioni riguardanti l'impatto degli inquinanti sulla salute umana;
- valutare il grado di formazione di scorie pregiudizievoli per la funzionalità dell'impianto;
- ottimizzare i protocolli operativi per l'abbattimento delle emissioni in atmosfera;
- correlare la qualità delle emissioni alle caratteristiche della biomassa utilizzata;
- fornire indicazioni per lo sviluppo delle macchine e degli apparecchi deputati allo sfruttamento energetico delle biomasse;
- valutare la possibilità di utilizzare per fini energetici biomasse di tipo non convenzionale;
- sviluppare strumenti di calcolo e modellizzazione dei fenomeni di principale interesse.

LABORATORIO PER LA CARATTERIZZAZIONE FISICA DEL CIPPATO

Il laboratorio è dotato della strumentazione scientifica idonea alla caratterizzazione fisica dei combustibili solidi, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 14961:2010.

I principali parametri da analizzare sono:

- il contenuto di umidità;
- la distribuzione granulometrica;
- la massa volumica apparente.

Tali caratteristiche del cippato risultano particolarmente importanti in quanto in grado di influenzare diversi aspetti, tra cui il potere calorifico, la resa e l'efficienza del processo di combustione, la fluidità della fase di alimentazione.

1) Contenuto di umidità

L'umidità del cippato viene valutata su campioni del peso minimo di 500 g, conservati all'interno di contenitori ermetici sigillati. Il cippato viene quindi essiccato in stufa termoventilata (figura 1) ad una temperatura di $105^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ fino al raggiungimento di un peso costante. Le pesature dei campioni vengono effettuate con bilancia di precisione $d=0,1\text{ g}$.



Figura 1- Stufa termoventilata

2) Distribuzione granulometrica

La valutazione della distribuzione granulometrica viene eseguita mediante setacciatura meccanica, utilizzando vagli con fori di diametro compreso tra 3,15 mm e 63 mm (figura 2). Il processo di setacciatura consente di raggruppare le diverse frazioni dimensionali del campione (figure 3 e 4) nelle classi di ampiezza previste dalla normativa. I risultati ottenuti vengono espressi in termini di peso percentuale riferito all'intero campione.



Figura 2 - Setacciatore meccanico

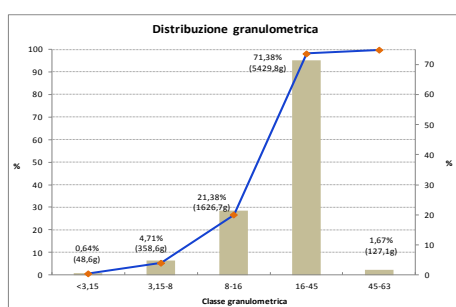


Figura 3 - Distribuzione granulometrica del cippato ottenuto con Claas Jaguar



Figura 4 - Cippato di pino appartenente alla frazione granulometrica 16-45 mm

3) Massa volumica sterica

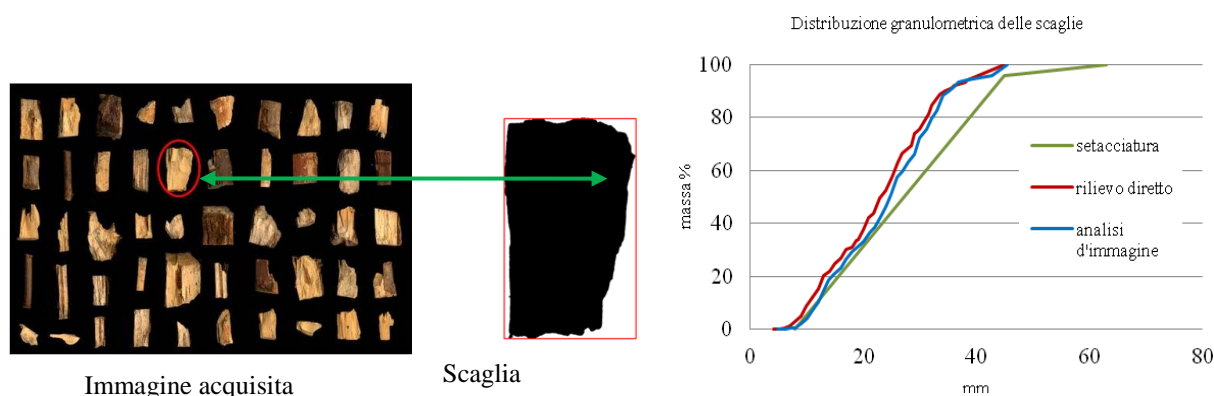
La massa volumica apparente viene determinata con l'ausilio di un cilindro volumetrico normalizzato (rapporto h/d compreso tra 1,25 e 1,50). La densità, sempre riferita al contenuto di umidità, viene calcolata rapportando il peso netto del campione al volume standard del cilindro.

VALUTAZIONE GRANULOMETRICA MEDIANTE ANALISI DI IMMAGINI DIGITALI

I protocolli tecnici indicati dalle normative di settore per la caratterizzazione fisica del cippato presentano una serie di limiti operativi legati sia alla velocità di esecuzione degli esami di laboratorio che all'accuratezza dei risultati ottenuti.

Tali limitazioni possono essere superate utilizzando approcci metodologici che ricorrono ad analisi di immagini digitalizzate.

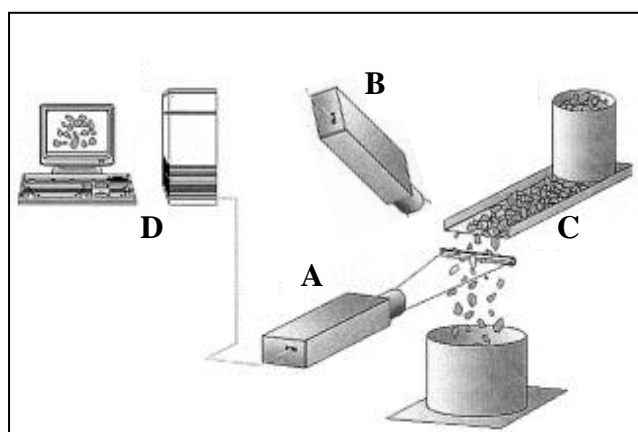
Le prime esperienze presso il centro sperimentale dimostrativo sono state condotte con l'ausilio di uno scanner ad alta risoluzione, effettuando analisi bidimensionali con proiezione del profilo delle scaglie sul piano.



Le esperienze e le valutazioni attualmente in corso hanno permesso di sviluppare un sistema innovativo per la valutazione granulometrica del cippato, passando dall'analisi bidimensionale a quella tridimensionale.

Il sistema, in fase di realizzazione, sarà costituito da componenti ad elevato contenuto tecnologico:

- fotocamera matriciale ad elevata velocità con acquisizione laser dei profili tridimensionali (A);
- fotocamera lineare ad elevata risoluzione per l'acquisizione di immagini bidimensionali a colori (B);
- trasportatore a velocità variabile per la dinamicità del sistema (C);
- software per la gestione degli algoritmi (D).



OBIETTIVI DELLE ATTIVITA' DI RICERCA IN ATTO

- consentire una valutazione precisa, rapida e dettagliata delle caratteristiche qualitative dimensionali delle scaglie prodotte dai differenti dispositivi di trinciatura.

CERTIFICAZIONE CALDAIE



Il centro CRA-ING, in collaborazione con l'ENAMA, provvede a testare e valutare l'impiantistica nel settore agricolo per la produzione di energia termica e/o elettrica da biomasse e a sviluppare un sistema di certificazione sia per le prestazioni che per le emissioni in atmosfera delle caldaie.

Il rendimento delle caldaie a biomassa può essere valutato con metodo diretto o indiretto. I due metodi differiscono nella modalità con la quale viene quantificata la potenza termica ceduta al fluido termovettore.

Misura del rendimento con metodo diretto

Il rendimento della caldaia è definito da:

$$\eta = P_{\text{utile}} / P_{\text{combustibile}}$$

La procedura si basa sulla misura della potenza termica ceduta al fluido termovettore, rapportata alla potenza termica introdotta con il combustibile. Tale potenza viene calcolata sulla base del quantitativo di combustibile caricato prima della prova (a riscaldamento del sistema già avvenuto) e del relativo potere calorifico, tenendo conto della durata complessiva della prova. Si utilizza per le prove un combustibile di riferimento, la cui combustione in condizioni ottimali produce quantitativi noti di calore e di ceneri. Tale procedura è utilizzata per caldaie fino a 35 Kw.

Misura del rendimento con metodo indiretto

Il rendimento della caldaia viene valutato prendendo in considerazione le perdite di potenza termica verso l'ambiente esterno, ricavando indirettamente il valore della potenza ceduta al fluido termovettore:

$$\eta = P_{\text{utile}} / P_{\text{combustibile}}$$

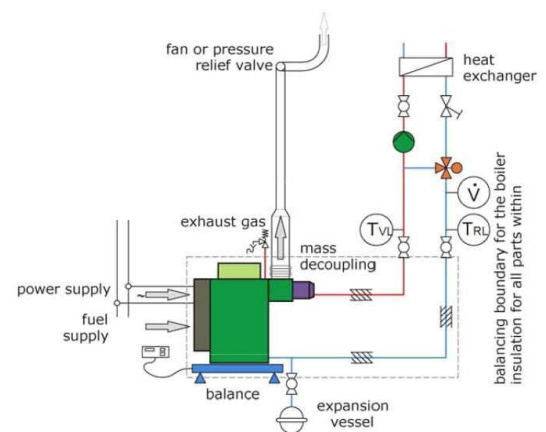
ove

$$P_{\text{utile}} = 1 - P_{\text{perdite}}$$

La normativa italiana di riferimento per la valutazione delle perdite è la UNI-CTI 7708 (in accordo con le normative internazionali ASME-PTC, DIN, ISO). Secondo tale normativa le perdite da tenere in considerazione sono:

1. perdita per calore sensibile allo scarico (gas secchi);
2. perdita per umidità del combustibile;
3. perdita per umidità dell'aria comburente;
4. perdita per carbonio incombusto;
5. perdita per combustione incompleta;
6. perdita radiativa.

Apparecchiatura disponibile per la prova delle caldaie



L'apparecchiatura per la prova è costituita da un banco di supporto, da una linea di scarico fumi e da una linea di circolazione di fluido termovettore (acqua). Il banco di supporto è provvisto di celle di carico per il rilievo della massa a vuoto della caldaia, del quantitativo di combustibile caricato e delle ceneri residue. Al banco sono disponibili gli allacci idraulici ed elettrici per la messa in esercizio della caldaia, mentre una linea di scarico fumi viene dedicata allo smaltimento dei prodotti di combustione. L'utenza termica è costituita da uno scambiatore di calore che consente di smaltire la potenza termica prodotta durante la prova

OBIETTIVI DELLE ATTIVITA' DI RICERCA IN ATTO

- studiare e certificare caldaie a biomassa fino a 35 KW nel rispetto delle normative internazionali vigenti.

BANCO PROVA BIOCOMBUSTIBILI

Il centro dispone di una sala prove trattori dotata di un freno dinamometrico per potenze fino a 250 kW (figure A, B, C) . Il banco prova consente di rilevare le prestazioni dei motori in termini di curve caratteristiche di coppia, potenza, consumo orario e consumo specifico.

In aggiunta, è possibile impostare dei cicli operativi che riproducono condizioni di lavoro del motore rappresentative dell'attività di campo, osservandone il comportamento su intervalli di durata variabile.

L'impianto permette, infine, di valutare le prestazioni delle macchine agricole alimentate con biocarburanti, comparando i risultati ottenuti con quelli registrati con l'utilizzo di combustibili fossili, rilevando, inoltre, eventuali effetti collaterali sugli organi meccanici.



Nel 1992 il Ministero dell'Agricoltura ha incaricato il CONAMA (attuale ENAMA) di condurre **il primo studio in Italia sulle possibilità di utilizzo dei metilesteri di oli vegetali (biodiesel) su trattori agricoli usati**, costituenti la maggior parte del parco trattori italiano. Lo studio ha coinvolto diversi centri di ricerca fra cui l'ISMA (attuale CRA-ING) che ha anche effettuato la raccolta e l'elaborazione dei dati di tutte le prove.

OBIETTIVI DELLE ATTIVITA' DI RICERCA IN ATTO

- verificare le prestazioni attraverso il rilievo delle curve caratteristiche del motore alimentato a gasolio e biodiesel;
- verificare l'efficienza del motore nel tempo in seguito a cicli di lavoro attraverso il rilievo delle curve caratteristiche ad intervalli di 50 ore;
- partenze a freddo in assenza di additivi;
- campionamento ed analisi dell'olio motore per il rilievo della presenza di metalli da usura provenienti da organi meccanici;
- osservazione dello stato generale del trattore in prova.

BANCO PROVA BIOLUBRIFICANTI

Il freno dinamometrico della sala prove è abbinato ad un motore elettrico da 30 kW di potenza (A), sensibilizzato con una cella di carico e un contagiri per il rilievo di coppia, regime e potenza erogata. Il sistema consente di rilevare direttamente la potenza assorbita dalla trasmissione in relazione al rapporto di marcia inserito. Poiché le curve di assorbimento di potenza ottenute sono calcolate in funzione della velocità periferica delle ruote, l'esecuzione dei test prevede che il trattore sia sollevato da terra (B).



Il centro dispone anche di un banco prova per sollevatori idraulici in cui, tramite un cilindro idraulico, è possibile applicare una forza verticale nota verificando le prestazioni dei sollevatori dei trattori (figura C).

OBIETTIVI DELLE ATTIVITA' DI RICERCA IN ATTO

L'introduzione di bio-lubrificanti per trasmissioni e sistemi idraulici (es. sollevatore) in sostituzione dei tradizionali lubrificanti (minerali e di sintesi) necessita di verifiche comparative riguardanti sia le prestazioni (valutazione dei rendimenti di trasmissione, della capacità di sollevamento), sia il mantenimento delle loro proprietà nel tempo, in relazione a determinati carichi e cicli di lavoro e alle condizioni operative ed ambientali in cui sono utilizzati. Gli impianti descritti consentono di effettuare tali determinazioni in condizioni controllate e ripetibili. Oltre ai rilievi delle grandezze fisiche relative al funzionamento dei trattori, il quadro delle misure potrà essere completato da opportune analisi chimico-fisiche di laboratorio su campioni di bio-lubrificanti prelevati periodicamente nel corso dei cicli di prova.

LE PIANTAGIONI ENERGETICHE (SETTORI 3, 4, 5, 6)

Le indicazioni programmatiche che emergono dalle ultime finanziarie pongono il comparto agricolo al centro della filiera agro-energetica, sia per quanto riguarda la generazione elettrica su piccola scala, che per la produzione ed il riutilizzo in azienda dei biocarburanti. La ricerca, da tale punto di vista, svolge un ruolo di primo piano mettendo a disposizione il *know-how* maturato nel corso di specifici progetti scientifici, guidando gli agricoltori verso scelte più oculate volte a garantire da un lato la remunerazione degli investimenti e dall'altro la sostenibilità ambientale. In particolare lo sviluppo di innovazioni tecnologiche nel settore della meccanica agraria può concorrere alla riduzione dei costi di produzione delle colture energetiche. L'obiettivo primario delle sperimentazioni sulle colture energetiche svolte presso il Centro Dimostrativo è quello di fornire all'imprenditore agricolo uno strumento conoscitivo che lo possa guidare nelle scelte, qualora volesse destinare parte delle proprie superfici a tali produzioni.

OBIETTIVI DELLE ATTIVITA' DI RICERCA IN ATTO

- valutare le potenzialità produttive delle diverse colture (arboree ed erbacee) e delle diverse varietà/cultivar in funzione delle caratteristiche pedoclimatiche della zona;
- sviluppare innovazioni tecnologiche nei settori della meccanica dedicati alle fasi di impianto e raccolta;
- produrre biomassa da destinare alle attività sperimentali previste a valle della filiera (utilizzo in caldaia, stoccaggio, movimentazione);
- utilizzare parte della biomassa prodotta per l'autoproduzione di energia.

EUCALITTO ALLEVATO A *MEDIUM ROTATION FORESTRY* (MRF)



Clone 14 all'età di 4 anni

La piantagione sperimentale sarà realizzata nella primavera 2013 con i cloni da biomassa Viglio, Velino, 81 e 14. Si tratta di cloni ibridi ottenuti per impollinazione controllata e per i quali verranno impiegate talee radicate di 10 mesi di età.

Il sesto di impianto è di 3 x 2 metri, con una densità di 1.666 piante per ettaro. Il campo sperimentale occuperà una superficie complessiva di 0,50 ha suddivisa in due aree. I cloni verranno disposti in campo secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con 10 ripetizioni e parcelle elementari di 40 piante.

Nome/sigla	Specie parentali	Costitutore
Viglio	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> x <i>E. bicostata</i>	CRA-PLF Roma
Velino		
14		
81	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> x <i>E. viminalis</i>	

Caratteristiche dei cloni e produttività

Nei confronti di *E. camaldulensis*, la specie attualmente più idonea ed impiegata nelle piantagioni di eucalitto in Italia, i cloni sopra indicati presentano una serie di vantaggi quali:

- una maggiore resistenza alle basse temperature (in particolare il clone 81);
- una maggiore produttività (dal 20% al 100%) a seconda degli ambienti.

Il modello colturale proposto presenta, inoltre, una serie di vantaggi rispetto ai modelli che prevedono densità più elevate (5.000-5.500 p/ha):

- riduzione dei costi d'impianto e di gestione;
- ottimizzazione della capacità produttiva del clone;
- migliore qualità del prodotto (quantitativi di corteccia molto contenuti);
- il materiale prodotto alla fine del turno può essere impiegato per energia (cippato e legna da ardere), paleria e pannelli ricostituiti;
- maggiore sviluppo diametrico dei fusti
- maggiore flessibilità del turno;
- riduzione dei nutrienti da reintegrare per il mantenimento della fertilità dei suoli, specialmente se al momento del taglio la ramaglia e le foglie vengono triturate ed interrate sul posto;
- minori esigenze idriche.



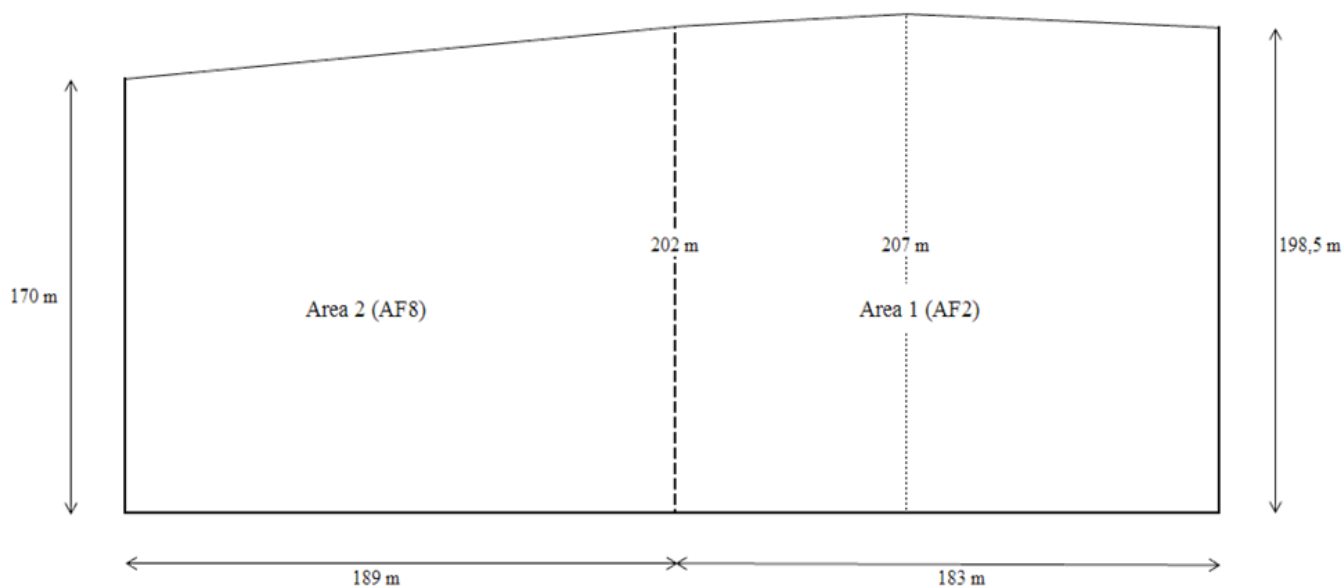
Clone Velino (ex 7) al 4° anno

PIOPPO ALLEVATO A *MEDIUM ROTATION FORESTRY* (MRF)



La piantagione sperimentale è stata realizzata nell'aprile del 2012 con i cloni di pioppo da biomassa AF2 e AF8. L'impianto occupa una superficie complessiva di 7,23 ha suddivisa in due aree:

Area	Clone	Estensione ha	File n°	Piante n°
1	AF2	3,66	61	6176
2	AF8	3,57	63	5315
Tot.		7,23	124	11491



Sono stati messi a dimora astoni di un anno alti 1,75 m, disponendoli con un sesto di impianto pari a 3 x 2 m per ottenere una densità finale di 1.666 piante per ettaro. Un impianto di pioppo quinquennale è in grado di raggiungere, a fine turno, le seguenti dimensioni e produttività indicative:

Turno	Diametro medio (cm)	Altezza media (m)	Produzione attesa (t/ha)
5 anni	18-22 cm	15-18	150-200



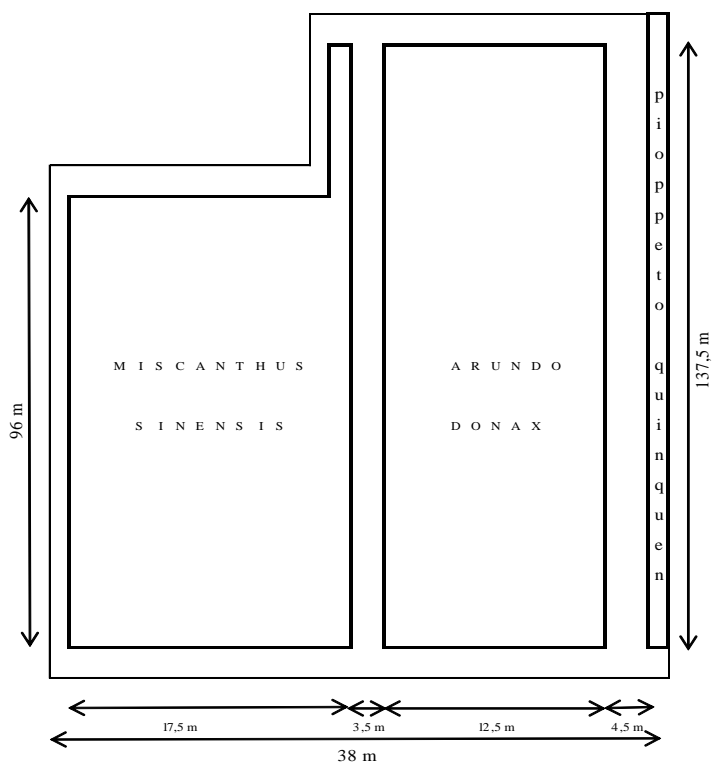
COLTURE ERBACEE: CANNA COMUNE E MISCANTO

Nel corso della primavera 2012 è stato realizzato un impianto sperimentale di canna comune (*Arundo donax*) e miscanto (*Miscanthus sinensis*) utilizzando, per entrambe le specie, sezioni di rizoma. La superficie totale comprensiva delle aree improduttive è di 4.500 m², di cui 1.720 m² investiti ad *Arundo* e 1680 m² a *Miscanto*.

Entrambe le colture sono state trapiantate alla densità di 1 rizoma per m².



Messa a dimora di rizomi di canna e miscanto con un prototipo sperimentale di trapiantatrice.



Rizomi di miscanto

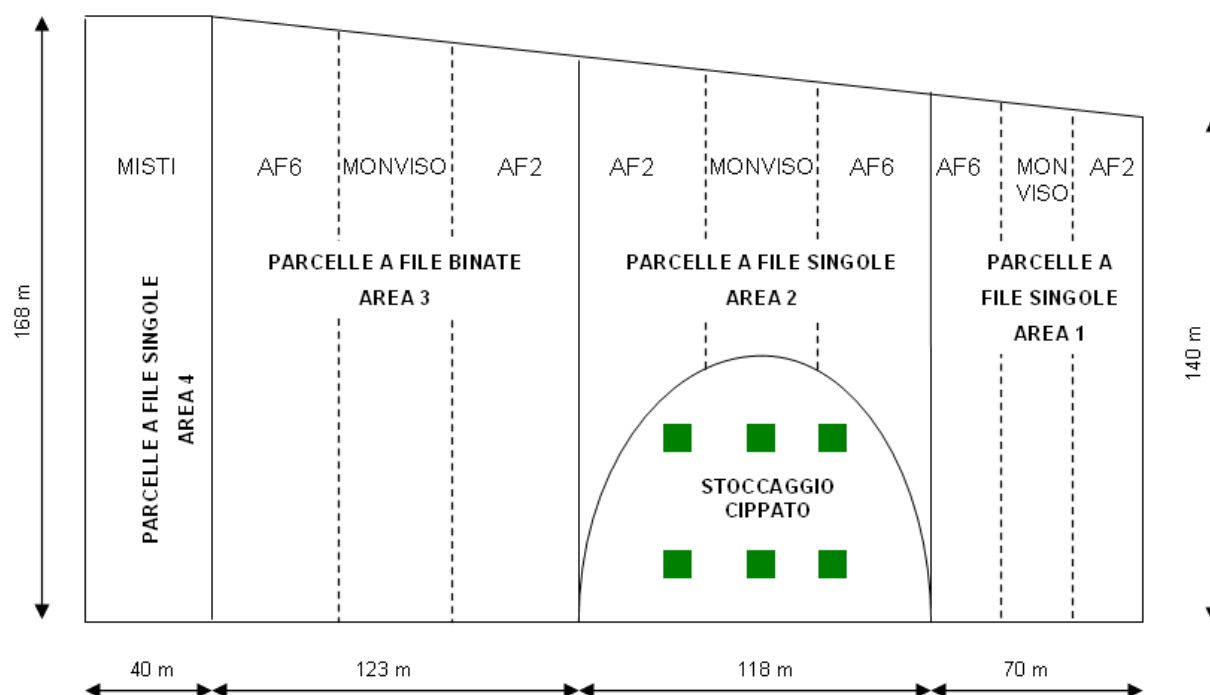
Oltre all’allestimento del campo sperimentale, per entrambe le colture è stata programmata una prova comparativa finalizzata a valutare l’influenza del peso e del numero di gemme vitali per rizoma sulla capacità germinativa, sul grado di copertura del terreno e sul livello di biomassa ottenibile.

PIOPPO ALLEVATO A SHORT ROTATION FORESTRY (SRF)



La piantagione sperimentale è stata realizzata nel 2005 con diversi cloni di pioppo da biomassa (AF2, AF6 e Monviso). L'impianto occupa una superficie complessiva di 4,50 ha suddivisa in quattro aree.

Area	Estensione ha	Parcelle n°	Tipologia
1	1	3	File singole
2	1,10	3	File singole
3	1,90	3	File binate
4	0,50	1	File singole



Caratteristiche dendrometriche e produttività dell'impianto al primo ciclo di taglio

Le parcelle, a file singole, hanno un sesto pari a 2,80 m x 0,50 m, con una densità di 7.140 piante ad ettaro. Le parcelle a file binate, invece, presentano una densità di 10.360 (distanza sulla fila 0,50 m, distanza tra le binae 2,80 m, distanza tra due file di una bina 0,75 m).

Tipologia d'impianto	Clone	Ø medio base (cm)	H media (m)	t. s.s./ ha/anno
File singole	AF2	5,00 ±1,72	5,70 ±1,17	6,15
	AF6	5,00 ±1,05	5,65 ±0,44	6,12
	Monviso	5,04 ±0,94	5,75 ±0,45	6,80
File binate	AF2	5,17 ±1,45	6,10 ±0,88	9,58
	AF6	4,69 ±0,96	5,80 ±0,62	6,79
	Monviso	4,98 ±1,34	6,10 ±0,65	9,29

PIATTAFORME PER PROVE SPERIMENTALI DI STOCCAGGIO

La raccolta del pioppo allevato a *Short Rotation Forestry* (SRF) avviene nel periodo di riposo vegetativo (da Dicembre a Marzo). Gli impianti per la conversione energetica necessitano di una alimentazione continua lungo tutto l'arco dell'anno. Si rende quindi necessario un periodo di stoccaggio, sia per far fronte alle esigenze di approvvigionamento, sia per ovviare alla difficoltà di usare il materiale appena raccolto che, con un tenore di umidità del 55-60%, sottrae calore utile al processo di combustione (calore latente di vaporizzazione).

Lo stoccaggio favorisce la disidratazione del cippato fino a tenori di umidità ottimali rispetto a quanto richiesto dalla tecnologia di combustione adottata (valori dell'ordine del 30-40%). Il legno umido appena raccolto è però un substrato particolarmente adatto alla crescita di diversi microrganismi xylofagi (funghi e batteri). In condizioni normali essi non riescono a penetrare la corteccia e raggiungono il legno solo dove questa è interrotta, ad esempio in corrispondenza dei tagli effettuati con le operazioni di cippatura. In altri termini, la riduzione del legno in scaglie aumenta la superficie specifica suscettibile di attacco da parte dei microrganismi, con conseguente perdita di sostanza secca.

L'azione dei batteri, in condizioni prevalentemente anaerobiche, è influenzata dalla temperatura: al di sotto dei 10°C la loro attività è fortemente ridotta mentre temperature superiori a 65°C ne determinano la morte. Al di sopra di tale temperatura la degradazione è controllata essenzialmente da processi ossidativi di natura chimico – fisica. La soluzione più vantaggiosa per disidratare il cippato, sia dal punto di vista energetico che in termini economici, risulta quella naturale. Durante lo stoccaggio le temperature interne, unitamente al gradiente di umidità che si instaura nel materiale, determinano la perdita di acqua per evaporazione. Tuttavia tale sistema, proprio perché sfrutta il calore generato dai processi di respirazione attivati ad opera di microrganismi comporta sempre una perdita di sostanza secca. Quest'ultima dipende da numerosi fattori, anche meteorologici, ma la pezzatura ed il grado di compattamento del materiale sembrano rivestire il ruolo principale.

Presso il piazzale dedicato è attualmente in corso un'attività sperimentale di stoccaggio di cippato di pioppo (A e B) prodotto dall'abbattimento di un impianto tradizionale.



Dimensioni medie dei singoli cumuli

Parametro	Unità	Valore
Lunghezza	m	10
Larghezza	m	8
Altezza	m	4
Volume	m ³	117,30
Peso	t	41

La sperimentazione prevede il confronto fra due tesi:

- **tesi 1:** monitoraggio di 3 cumuli allestiti utilizzando la biomassa prodotta dalla cippatura della parte basale delle piante (diametro ≥ 200 mm);
- **tesi 2:** monitoraggio di 3 cumuli costituiti con la biomassa prodotta dalla cippatura della parte apicale delle piante (diametro ≤ 200 mm).

Settori 7-8

Ciascun cumulo è stato suddiviso in due sezioni campione lunghe 5 m (figura C). All'interno di ogni sezione sono state inserite 6 sonde PT 100 (12 per cumulo) posizionate a 3 diverse altezze da terra e collegate ad una centralina (figura D) che registra in continuo i dati di temperatura. In corrispondenza di ciascuna sonda sono stati posizionati 4 sacchetti traspiranti riempiti di cippato (figura E), per un totale di 48 sacchetti per cumulo. Ciascun sacchetto è stato pesato e caratterizzato dal punto di vista chimico e fisico (umidità, pezzatura, massa volumica apparente, potere calorifico, composizione) al fine di valutare la variazione di umidità, la perdita di sostanza secca e le caratteristiche fisico-chimiche finali del cippato, in relazione al materiale di partenza (tronchi basali o cimale), al diverso periodo di stoccaggio (6 o 12 mesi) e ai parametri climatici tipici della zona.



Caratteristiche fisico – chimiche dei cumuli ad inizio sperimentazione

Parametro	Unità	Cippato apicale	Cippato basale
Umidità	%	54,2	47,7
Ceneri	% s.s.	2,9	3,0
Azoto	%	0,151	0,098
Carbonio	%	22,37	21,70
Idrogeno	%	2,77	2,74
Zolfo	%	0,014	0,013
Potere Calorifico Sup.	KJ/Kg	7.641	7.177
Potere Calorifico Inf.	KJ/Kg	7.052	6.595
Massa volumica app.	Kg/m ³	342,18	324,74

OBIETTIVI DELLE ATTIVITA' DI RICERCA IN ATTO

- identificare le migliori modalità di stoccaggio in funzione della coltura, della metodologia di raccolta e della tipologia di materiale prodotto;
- verificare la costanza dello spessore dello strato superficiale umido al variare delle dimensioni medie delle scaglie;
- valutare come la pezzatura del materiale influenzi, in un cumulo scoperto, la velocità di essiccazione;
- valutare le perdite di sostanza secca e del potenziale energetico che lo stoccaggio comporta.

INNOVAZIONI TECNOLOGICHE SVILUPPATE E/O VALUTATE DAL CRA-ING NEL SETTORE DELLA MECCANIZZAZIONE DELLE COLTURE ENERGETICHE

Presso il Centro Sperimentale Dimostrativo vengono testati i prototipi realizzati dal CRA ING (in collaborazione con Ditte Meccaniche) per l'impianto e la raccolta delle colture energetiche. Le innovazioni tecnologiche sviluppate in questo settore permettono di ottenere una sensibile riduzione dei costi di produzione, la riduzione dell'impatto ambientale ed il miglioramento delle caratteristiche fisiche del prodotto raccolto. La collaborazione con ditte meccaniche e la conduzione di giornate dimostrative per la presentazione delle nuove soluzioni hanno portato, in breve tempo, alla soluzione delle problematiche che rallentavano lo sviluppo delle filiere agro-energetiche favorendo l'introduzione di macchine e sistemi prima non disponibili.

ARBOREE

Per quanto concerne la fase di impianto le attività di ricerca si sono incentrate nel contenimento dei costi a partire dalla produzione delle talee in vivaio fino alle fasi della lavorazione del terreno e del trapianto.

La calibrazione delle talee di pioppo, a valle delle operazioni di sezionatura degli astoni, avviene di norma manualmente, con grande dispendio di manodopera e scarsa omogeneità del materiale prodotto. Per superare tali limitazioni è stata realizzata una selezionatrice ottica per talee in grado di suddividere, con precisione, il materiale di propagazione per classi di diametro, garantendo al tempo stesso una maggiore operatività (scheda 1). La meccanizzazione integrale della fase di trapianto è stata completata attraverso la realizzazione di un dispositivo automatico per l'alimentazione delle trapiantatrici di talee commerciali (scheda 2). Nel settore del pioppo quinquennale il CRA-ING ha provveduto a progettare e realizzare una trapiantatrice semiautomatica di astoni (scheda 3) in grado di garantire una maggiore regolarità di impianto rispetto alle versioni attualmente presenti sul mercato.

Relativamente alla lavorazione del terreno, in fase di pre-impianto si è proceduto a modificare un rotoaratro commerciale attraverso l'inserimento di un discissore al fine di effettuare le lavorazioni primarie e secondarie in un unico passaggio, solo nella porzione di terreno interessata dalla coltura (scheda 4). Tale accorgimento oltre a consentire una sensibile contrazione dei costi per la preparazione del terreno favorisce anche la radicazione delle talee e il superamento della crisi di trapianto.

Per quel che concerne la raccolta sono state progettate, introdotte e valutate delle soluzioni innovative sia di tipo componentistico sia relative ai cantieri di lavoro:

- rotore sperimentale da equipaggiare su falciatrinciacaricatrice Claas Jaguar in sostituzione di quello di serie (scheda 5). Il rotore di serie, difatti, portava alla formazione di scaglie troppo piccole, non adatte a lunghi periodi di stoccaggio. Il nuovo rotore, invece, oltre a migliorare le prestazioni operative della macchina ha permesso l'incremento della dimensione media delle scaglie prodotte;
- cantiere innovativo di abbattimento e cippatura in due fasi distinte per pioppo biennale. Lo sviluppo di una soluzione a due fasi nasce dalla necessità di ottenere un prodotto a minor contenuto di umidità, ridurre i fenomeni fermentativi che si instaurano durante lo stoccaggio, allargare la finestra di raccolta del prodotto e diminuire il compattamento del suolo a seguito del transito della raccogliatrice. Il cantiere si compone di una abbattitrice andanatrice (scheda 6), in grado di tagliare e deporre le piante nell'interfila parallelamente alla direzione di avanzamento della trattrice, e di una testata pick-up da abbinare alla falciatrinciacaricatrice semiportata in grado di raccogliere e cippare il prodotto andanato;
- dalle precedenti esperienze maturate su pioppo biennale sono state poi realizzate per il pioppo quinquennale una abbattitrice andanatrice (scheda 7) e una testata cippatrice pick-up per la raccolta del prodotto andanato (scheda 8).

ERBACEE

Le specie interessate alle diverse sperimentazioni sono state la canna comune, il sorgo da fibra ed il cardo.

Per quanto concerne la canna comune l'attività di ricerca è stata incentrata sulla riduzione dei costi di impianto, intervenendo sia in fase di produzione del materiale di propagazione (scheda 9) sia nella fase di impianto vera e propria, mediante la realizzazione di una macchina agevolatrice (scheda 10). Le linee ordinarie di produzione del materiale di propagazione prevedevano la raccolta dei cespi, la loro pulizia, la sezionatura in rizomi ed il confezionamento di questi ultimi, tutte operazioni eseguite manualmente. È stato sviluppato un prototipo in grado di operare la sezionatura a terra e la raccolta con sterramento delle sezioni di rizoma ottenute (scheda 9). In merito alla raccolta sono state condotte diverse sperimentazioni con falciatrinciacaricatrici su prodotto fresco (scheda 11) e falciatrici e imballatrici su prodotto affienato (scheda 12). Nel primo caso sono state utilizzate falciatrinciacaricatrici da mais, effettuando modifiche prevalentemente funzionali, mentre nella raccolta del prodotto affienato sono state eseguite prove sperimentali che prevedevano la

frantumazione della biomassa e lo spandimento della stessa a terra per agevolare la perdita di umidità prima della successiva riduzione in balle.

Relativamente alla raccolta del sorgo da fibra è stata conclusa la sperimentazione relativa alla realizzazione di una falciacondizionatrice (della quale nel 2011 sono stati posti in commercio i primi modelli) in grado di consentire la raccolta del prodotto affienato in soli 4-5 gg (scheda 13). L'attività è il risultato di un percorso pluriennale che ha visto la progettazione e sviluppo di diverse soluzioni meccaniche.

Per quanto riguarda il cardo si è operato sulla raccolta delle diverse frazioni ottenibili realizzando un primo prototipo di testata (scheda 14) utilizzata in diversi areali europei. Attualmente è in fase di progettazione una seconda versione per gli areali del sud Italia.

SELEZIONATRICE OTTICA DELLE TALEE DI PIOPPO



La macchina, montata a valle del sistema di taglio delle talee, presenta diversi componenti in grado di automatizzare l'operazione di calibratura del diametro delle talee: nastri trasportatori (A) che provvedono a prelevare, allineare e distanziare le talee fra loro di circa 4-5 cm; una calibratrice elettronica ottica dotata di telecamera per la lettura del diametro (B); un sistema pneumatico computerizzato che permette di indirizzare le talee verso una specifica uscita (C), in funzione della loro classe diametrica di appartenenza (>25 mm; 20-25 mm; 15-20 mm; 10-15 mm).

Classi dimensionali delle talee

Uscita (vasche)	Diametro talee (mm)	Talee/vasca (n. max)
A (1-2)	> 25	150
B (3-4)	20-25	250
C (5-6)	15-20	400
D (7-8)	10-15	600
Fuori misura	6-10	illimitato
Fuori misura	>6	illimitato

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- eliminazione diretta del fuori diametro minimo e massimo dal materiale di partenza;
- rilevamento dei soli pezzi idonei ad essere impiegati come talea;
- assenza di errori di dimensionamento effettivo delle talee.

DISPOSITIVO AUTOMATICO DI ALIMENTAZIONE PER TRAPIANTATRICI DI TALEE (PIOPPO BIENNALE)



Il dispositivo per l'alimentazione automatica delle talee di pioppo necessita di talee di uguale diametro. Poiché generalmente queste ultime vengono preparate manualmente, la selezionatrice presentata nella scheda 1 può essere un utile complemento alla trapiantatrice di talee. Il dispositivo descritto nella presente scheda può essere montato sulle comuni macchine tradizionali oggi in commercio (A) e risulta costituito da una cassetta per il contenimento del materiale di propagazione (B), da un sistema di distribuzione e da un sistema di alimentazione (C). Il movimento delle talee dalla cassetta verso il piano di carico è favorito sia dall'inclinazione del fondo della cassetta stessa sia dalla vibrazione prodotta su di essa da un sottostante motorino idraulico. Un secondo motorino aziona due catene verticali che provvedono al prelievo delle singole talee e al loro rilascio nella vasca dello spintore. Le talee, posizionate sul piano di distribuzione, vengono, infine, introdotte nelle pinze degli elementi iniettori grazie all'azione di un martinetto sincronizzato con la ruota della trapiantatrice e successivamente rilasciate nel terreno (D).

Caratteristiche tecniche del dispositivo

<i>Azionamento</i>	-	Idraulico
<i>Capacità singola cassetta</i>	m ³	0,062
<i>Capacità singola cassetta</i>	n. talee	900
<i>Inclinazione cassetta</i>	gradi	13
<i>Produttività oraria con trap. bifila</i>	talee/h	3.332
<i>Capacità operativa trap. bifila</i>	ha/h	0,50

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- riduzione dei costi complessivi di trapianto;
- riduzione del personale necessario per la messa a dimora delle talee;
- riduzione del tempo di esecuzione dell'impianto.

**TRAPIANTATRICE SEMIAUTOMATICA DI ASTONI PER IMPIANTI DI PIOPPO
QUINQUENNALE**



La macchina è costituita da un telaio su cui è stato progettato un sistema di trasporto e rilascio degli astoni (A). Un ripper provvede all'apertura di un solco profondo 800 mm mentre l'operatore, seduto in direzione opposta a quella di avanzamento, inserisce gli astoni nel sistema di trasporto (B). Tale dispositivo risulta costituito da due coppie di catene controrotanti ad andamento obliquo abbinate a due coppie di pinzette snodabili (C) e provvede, autonomamente, al trasporto del materiale di propagazione in fondo al solco e al suo rilascio in posizione eretta (D). La chiusura del taglio avviene a due diverse profondità grazie all'azione combinata di ancore e ruotini rinalzatori.

Caratteristiche tecniche della trapiantatrice

<i>Potenza richiesta per la motrice</i>	kW	150
<i>Alimentazione</i>		Manuale
<i>Trasporto e deposizione</i>		Automatico
<i>Capacità di carico</i>	n. astoni	425
<i>Produttività oraria</i>	astoni /h	1.000
<i>Capacità operativa</i>	ha/h	0,60

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- riduzione costi complessivi di trapianto;
- riduzione del personale necessario per la messa a dimora degli astoni;
- maggiore regolarità dell'impianto.

MACCHINA PER LA LAVORAZIONE DEL TERRENO IN BANDE E DUE STRATI



La macchina, realizzata abbinando un ripuntatore profondo ad un rotoaratro di ridotto fronte di lavoro (A), rende possibile la preparazione del terreno della sola area interessata all'impianto mediante lavorazione in banda a profondità differenziata (B). Il ripuntatore permette la rottura della suola di lavorazione mentre gli elementi rotativi consentono la contemporanea preparazione del terreno fino ad oltre 30 cm di profondità (C). In questo modo si effettua la lavorazione esclusivamente dell'area interessata dallo sviluppo radicale, riducendo il compattamento, il numero di passaggi e il costo di lavorazione. Tale tecnica colturale risulta particolarmente indicata per la lavorazione dei terreni ex bietola, con presenza di suola di lavorazione.

Dispositivi	Profondità di lavoro (cm)
<i>Ripuntatore</i>	84
<i>Utensili laterali</i>	42
<i>Utensili centrali</i>	50
Operatività	
<i>Velocità effettiva (m/s)</i>	0,50
<i>Capacità di lavoro operativa (ha/h)</i>	0,54

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- riduzione di oltre il 60% dei costi di preparazione del terreno;
- riduzione del traffico e del compattamento del suolo;
- agevolazione dell'approfondimento radicale delle talee con riduzione della mortalità estiva.

ROTORE SPERIMENTALE PER LA CIPPATURA DEL PIOPPO ALLEVATO A SRF



Il rotore CRA-ING (A) differisce da quello di serie (B) per peso, numero di coltelli, loro posizione sul mantello del tamburo e angolo di taglio. Nella fase progettuale si è tenuto conto della ridotta pezzatura del prodotto ottenuto con il rotore di serie (C) e delle basse prestazioni della macchina raccogliitrice in presenza di materiale del diametro prossimo a 15 cm. Il rotore CRA-ING può essere montato sulle comuni falciatrinciacaricatrici Claas Jaguar (D) in sostituzione di quello di serie.

Caratteristiche tecniche del rotore CRA ING e del rotore Claas

		Rotore Claas	Rotore CRA
<i>Peso</i>	Kg	195	145
<i>Numero di portacoltelli</i>	n.	24	10
<i>Lunghezza portacoltelli</i>	mm	340	320
<i>Inclinazione portacoltelli</i>	gradi	20°	32,5°
<i>Numero di coltelli</i>	n.	12-24	10

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- incremento della produttività oraria;
- riduzione dei costi di esercizio orari della raccogliitrice;
- incremento dimensionale medio delle scaglie di cippato;
- riduzione dei consumi di carburante.

ABBATTITRICE ANDANATRICE PER PIOPPO BIENNALE



Il sistema di abbattimento e andanatura descritto è stato sviluppato specificatamente per impianti di pioppo a ciclo biennale (A). Le piante, tagliate dal disco basale, vengono convogliate verso il sistema di trasporto (B) costituito da due coppie di catene gommiate controrotanti accoppiate. Il sistema di trasporto è in grado di adattarsi ai diversi diametri e alla naturale rastremazione dei fusti ed è configurato in maniera tale da rilasciare le piante prima dalla parte basale e, successivamente, dalla parte apicale (C), fornendo la giusta inclinazione alla pianta per la successiva deposizione in andana. In questo modo lo stoccaggio avviene nell'interfila (D) e il prodotto non necessita di movimentazione prima della successiva fase di cippatura.

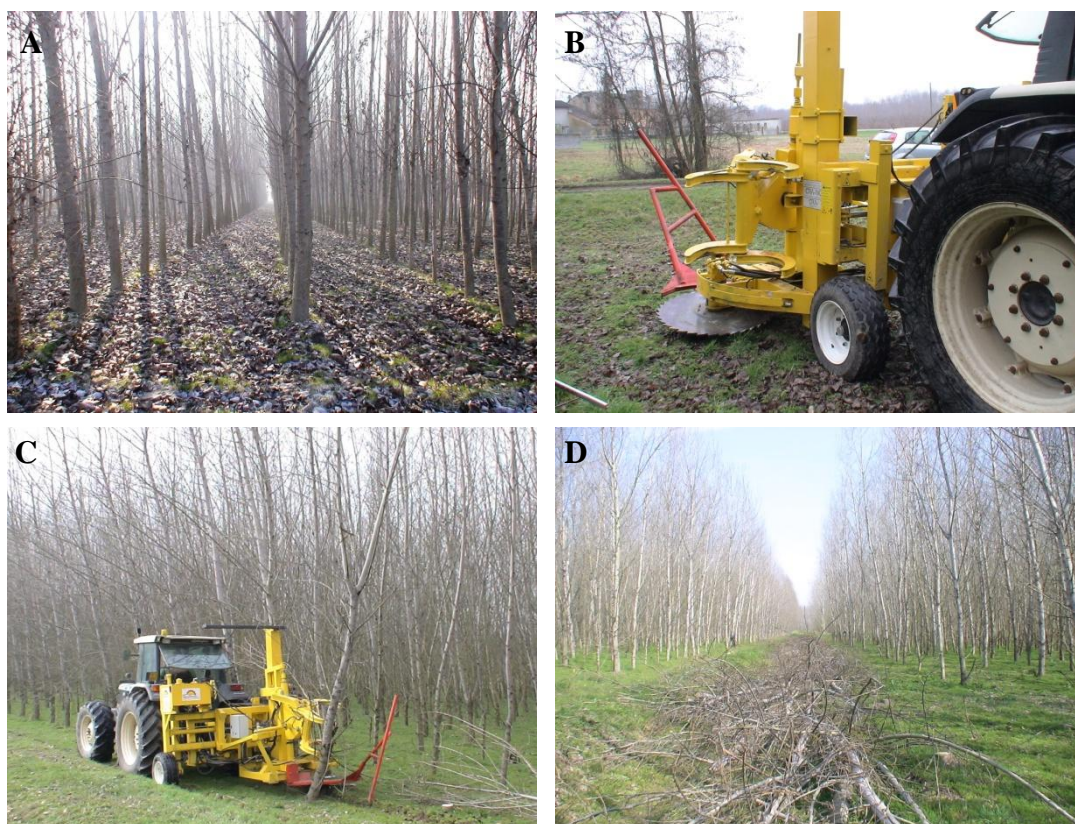
Caratteristiche tecniche della abbattitrice

<i>Potenza richiesta per la motrice</i>	kW	60
<i>Massa</i>	kg	1000
<i>Diametro pianta a 10 cm</i>	cm	12
<i>Prodotto</i>	-	Piante andanate
<i>Produttività oraria</i>	t/h	75
<i>Capacità operativa</i>	ha/h	1,50

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- ampliamento della finestra di raccolta;
- rallentamento dei processi biologici di degradazione;
- riduzione del contenuto di umidità prima della cippatura;
- minore compattazione del terreno.

ABBATTITRICE ANDANATRICE PER PIOPPO QUINQUENNALE



Per le piantagioni di pioppo a ciclo produttivo quinquennale (A) le maggiori dimensioni raggiunte dai fusti hanno richiesto la progettazione di una macchina concettualmente simile a quella illustrata per il ciclo biennale (scheda 6) ma strutturalmente diversa (B). Le piante, tagliate dal disco basale, vengono afferrate da una doppia pinza a posizionamento variabile, incernierata e ruotante attorno ad una colonna portante girevole. La pinza esegue in successione una serie di movimenti, secondo un ciclo temporale ben definito che inizia nel momento in cui la pianta tocca il dispositivo tastatore collocato in prossimità della pinza: presa, sollevamento della pianta dal piano di taglio, trasporto della stessa verso il centro dell'interfila, inclinazione e rilascio della pianta nell'interfila (C e D) in direzione opposta a quella di avanzamento, ritorno nella posizione originale. Il tempo programmato per le fasi di apertura e inclinazione della pinza può essere modificato grazie ad un apposito comando.

Caratteristiche tecniche della abbattitrice

<i>Potenza richiesta per la motrice</i>	kW	260
<i>Massa</i>	kg	2.000
<i>Diametro pianta a 10 cm</i>	cm	30
<i>Prodotto</i>	-	Piante andanate
<i>Produttività oraria</i>	t/h	60
<i>Capacità operativa</i>	ha/h	0,30

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- riduzione dei tempi e dei costi di abbattimento;
- impiego razionale del parco macchine aziendale.

GRUPPO CIPPATORE E TESTATA PICK UP PER LA RACCOLTA DELLE PIANTE STOCCATE NELL'INTERFILA



La testata effettua la raccolta e la cippatura di piante biennali e quinquennali allineate nell'interfila (A) e costituisce l'ideale integrazione alle due soluzioni illustrate precedentemente (schede 6 e 7). L'apparato trinciante abbinato alla testata pick up è stato progettato per cippare piante fino a un diametro massimo di 380 mm ed è costituito da un disco del diametro di 1600 mm su cui sono montati due coltelli in posizione radiale. Il dispositivo pick-up, montato anteriormente al gruppo cippatore (B), consente di raccogliere da terra il prodotto andante (C e D) convogliandolo, grazie all'azione combinata del moto di avanzamento della macchina motrice e di due rulli di convogliamento, verso il sistema di alimentazione del cippatore.

Caratteristiche tecniche della testata

<i>Potenza richiesta per la motrice</i>	kW	95
<i>Massa</i>	kg	2.000
<i>Diametro massimo delle piante al calcio</i>	cm	38
<i>Prodotto</i>	-	Cippato
<i>Produttività oraria</i>	t/h	40
<i>Capacità operativa</i>	ha/h	0,20

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- realizzazione di una testata polifunzionale;
- possibilità di raccogliere elevati quantitativi di biomassa in fase dinamica;
- miglioramento della qualità del cippato attraverso la riduzione del contenuto di impurità.

**ZAPPATRICE ROTATIVA PER L'ESTRAZIONE DI RIZOMI DI CANNA COMUNE
(ARUNDO DONAX L.) IN VIVAIO**



La raccolta dei rizomi in vivaio per la propagazione della canna costituisce una rilevante voce di costo nel conto economico della coltura. Partendo da una comune zappatrice rotativa, si è proceduto alla modifica e all'inserimento di utensili di lavoro appositamente sagomati (A) con l'obiettivo di effettuare la sezionatura a terra del rizoma che, per effetto del proprio peso specifico, viene poi lasciato in superficie (B). Il prodotto viene successivamente raccolto da organi scavatori a lama orizzontale e nastro trasportatore sterratore (C). Il materiale di propagazione (D) può essere utilizzato direttamente per la costituzione di nuovi impianti oppure stoccato per la conservazione.

Risultati ottenuti con tre diversi settaggi della zappatrice rotativa modificata, per l'ottenimento di lunghezze commerciali dei rizomi di canna

Settaggio	Distanza di taglio (cm)	Regime motore (giri/min)	Velocità (Km/h)	Marcia	Pdp (giri/min)
1	4,4	1.889	1,55	1 st	198
2	5	1.850	1,75	2 nd	194
3	6,4	1.621	1,95	3 rd	170

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- riduzione dei costi di estrazione;
- agevole movimentazione aziendale;
- buona riduzione delle impurità (es. terra).

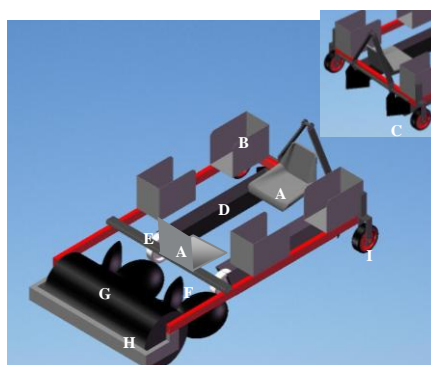
MACCHINA PER L’IMPIANTO DI CULMI E RIZOMI DI *ARUNDO DONAX*



La macchina agevolatrice è stata sviluppata per permettere l’impianto di *Arundo donax* (A) utilizzando sia rizomi che porzioni di culmi.

La macchina esegue l’apertura di due solchi paralleli (distanza variabile) profondi 200 – 250 mm (B), all’interno dei quali gli operatori introducono il materiale di propagazione contenuto in apposite cassette (C). Successivamente due coppie di dischi rinalzatori assicurano la chiusura dei solchi mentre un rullo posteriore compatta e regolarizza il terreno movimentato (D).

Principali componenti della macchina trapiantatrice di canna comune



A) sedile; B) cassette laterali per il contenimento dei culmi o dei rizomi; C) assolcatori a “V”; D) paratie in metallo per evitare la ricaduta del terreno nel solco; E) ruote folli per il trattenimento dei culmi nel solco; F) dischi rinalzatori chiudisolco; G) rullo di compattazione; H) profilato per la pulitura del rullo; I) ruote folli.

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- miglioramento del grado di uniformità del trapianto;
- riduzione della percentuale di fallanze;
- riduzione dei costi di impianto.

RACCOLTA DI ARUNDO DONAX: PRODOTTO FRESCO



La raccolta del prodotto tal quale (A) può essere eseguita con una trinciacaricatrice equipaggiata con testata da mais (B). Il prodotto fresco (umidità 51%) può essere gestito con le comuni linee di trasporto e la raccolta in un unico passaggio (C) consente la miglior salvaguardia dell'impianto e la possibilità di più interventi di raccolta annui. Il prodotto fresco (D) rappresenta una buona base di partenza per la produzione di etanolo di seconda generazione.

Prestazioni della macchina	
Velocità effettiva (m/s)	0,52
Velocità operativa (m/s)	0,37
Cap. lavoro eff. (ha/h)	0,55
Cap. lavoro oper. (ha/h)	0,39
Prod.oraria oper. (t/h)	18,25

Dimensioni del trinciato	
25 – 50 mm	0,52%
12,5 – 25 mm	0,37%
6,3 – 12,5 mm	0,55%
3,15 – 6,3 mm	0,39%
< 3,15 mm	18,25%

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- ottenimento di un prodotto pulito e privo di impurità;
- agevole movimentazione con logistica aziendale;
- sostenibilità agro-tecnica dell'impianto pluriennale.

RACCOLTA DI ARUNDO DONAX: PRODOTTO SEMI-APPASSITO



Il cantiere analizzato si compone di una trinciatrice portata Nobili BNU 160 AD e di una rotoimballatrice WELGER (RP 320 Farmer). La trinciatrice (A) esegue una trinciatura completa della pianta con spargimento a terra (B) e la biomassa, una volta essiccata, viene raccolta da una imballatrice a rulli (C) ottenendo un prodotto facilmente movimentabile (D). Le perdite e l'inquinamento da terra rappresentano due aspetti che richiedono ulteriori attività sperimentali.

		NOBILI BNU 160 AD	WELGER RP 320
Tipologia		Trinciatrice	Imballatrice
Velocità effettiva	m/s	1,50	0,90
Capacità di lavoro oper.	ha/h	0,69	0,44
Produzione oraria oper.	t/h	18,08	12,00

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- agevole movimentazione del prodotto;
- buona conservabilità con possibilità di stoccaggio prolungato ed assenza di processi fermentativi;
- buona resistenza delle rotoballe agli agenti atmosferici.

FALCIACONDIZIONATRICE PER SORGO DA FIBRA



La macchina commerciale (A e B), frutto dell'esperienza maturata dal CRA-ING fin dal 2007 (C e D), presenta un sistema di condizionamento a coclee parallele munite di elementi di contrasto ed un sistema di taglio basale a lama alternata. Per agevolare la raccolta del prodotto allettato la falciaccondizionatrice è stata dotata di un sistema di convogliamento superiore a catene verticali parallele poste sui carter divisori intermedi.

Parametri di lavoro rilevati durante la sperimentazione 2009

Descrizione	Unità di misura	Mirandola (Mo)	Rivalta Scrivia (Al)
Regime di rotazione pdp	giri/minuto	454	454
Velocità di avanzamento	m/s-km/h	1,71-6,15	1,24-4,45
Capacità di lavoro effettiva	ha/h	2,15	1,56
Capacità di lavoro operativa	ha/h	1,74	1,45
Rendimento operativo	%	80,63	92,82
Produzione oraria operativa	t/h	53,63	68,95
Altezza di taglio	mm	30	80

OBIETTIVI RAGGIUNTI

- realizzazione di un cantiere innovativo ed efficiente *ad hoc* per il sorgo da fibra;
- velocizzazione del tempo di fienagione in pieno campo con raggiungimento dell'umidità di conservazione (25-30%) in 4 gg.

TESTATA PER LA RACCOLTA DEL CARDO



Il cardo (A) rappresenta una coltura dalle interessanti potenzialità in termini di utilizzazione energetica in quanto capace di fornire buone rese in biomassa lignocellulosica e di seme, quest'ultimo da destinare alla produzione di olio per uso industriale. La testata (B), progettata per la raccolta separata delle due frazioni, unisce i dispositivi di una testata da mais a quelli di una classica testata da frumento. La parte superiore provvede al distacco dei capolini e al loro invio verso l'apparato trebbiante della mietitrebbiatrice dove avviene la separazione del seme (C); la parte inferiore opera lo sfalcio, il condizionamento e l'andatura della biomassa tra le ruote della mietitrebbia. I residui della trebbiatura vengono rilasciati sulla stessa andana per essere, infine, stoccati in balle (D).

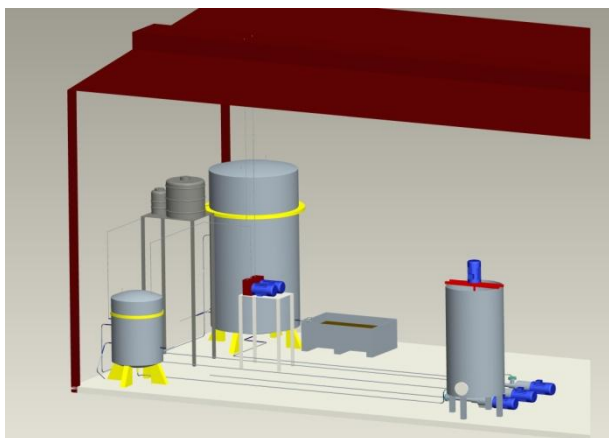
Caratteristiche della testata

<i>Larghezza</i>	mm	4.940
<i>Altezza</i>	mm	1.731
<i>Lunghezza</i>	mm	2.770
<i>Peso</i>	kg	3.342
<i>File su cui opera la macchina</i>	n.	6

OBIETTIVI RAGGIUNTI

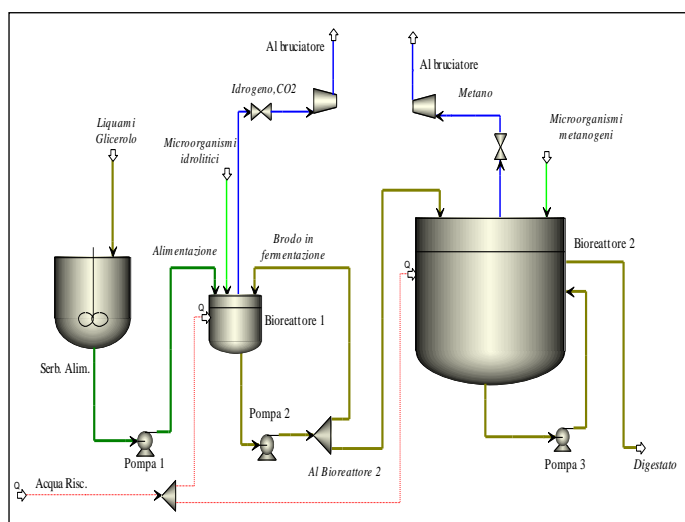
- raccolta separata delle diverse frazioni ottenibili dalla pianta (biomassa lignocellulosica e seme oleaginoso);
- valorizzazione dei sottoprodotti.

IMPIANTO PILOTA PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO E METANO DA RESIDUI ZOOTECNICI-PROGETTO SOS-ZOOT



Il CRA ING ha progettato e sviluppato, in collaborazione con ENEA UTRIM, un impianto pilota a doppio stadio per la produzione di idrogeno e metano da residui zootecnici. L'impianto è situato presso il CRA PCM, limitrofo al centro dimostrativo. Le deiezioni zootecniche vengono convogliate in una vasca aperta, dove è presente acqua piovana, a cui vanno aggiunti insilato di sorgo, liquame, glicerolo e microorganismi per far sì che il processo biologico abbia luogo.

L'impianto è composto da due bio-reattori in grado di elaborare i residui zootecnici ed in grado di produrre, sotto opportune condizioni, idrogeno nel primo reattore e metano nel secondo. Dal bioreattore 1 (B1) escono una fase liquida ed una fase gassosa. La fase liquida è composta essenzialmente di acetato, etanolo ed acido butirrico, in quantità pari circa alla portata entrante; quella gassosa è invece composta da idrogeno ed anidride carbonica in pari percentuale volumica, di quantità variabile. La corrente liquida deve essere inviata tramite pompa dosatrice al bioreattore di metanogenesi.



Al reattore 2 (B2) dovrà pervenire oltre che il brodo di fermentazione di B1 anche la giusta quantità di microorganismi starter metanogeni. Da B2 uscirà una fase liquida, il digestato, che sarà convogliata in una vasca di raccolta ed una fase gassosa composta essenzialmente di metano ed anidride carbonica.

La temperatura, in entrambi i reattori, deve essere compresa in un range di 35-40 °C.

La pressione è prevista di 0,8 atm in B1, di 1 atm in B2.

Il pH per B1 dovrà essere di circa 5, mentre per B2 si dovrà attestare a 7. Per assicurare tali valori entrambi i reattori dovranno essere dotati di un controllore di pH che farà immettere nei reattori la corretta quantità di soluzione che ripristini i valori desiderati.

La strategia di separazione degli stadi consente di ottimizzare ciascuna fase del processo sia utilizzando consorzi microbici differenti e specifici, sia impostando differenti valori dei parametri chimico-fisici quali temperatura, pH, tempi di ritenzione idraulica, assicurando una migliore efficienza di degradazione dei materiali organici e un'elevata resa energetica. I gas ottenuti possono venir utilizzati separatamente oppure miscelati nelle desiderate proporzioni per ottenere bio-metano, una miscela gassosa più energetica e meno inquinante del solo metano.

OBIETTIVI DELLE ATTIVITA' DI RICERCA IN ATTO

- selezione di ceppi microbici efficienti per l'ottenimento di rese elevate d'idrogeno e metano per via biologica a partire da effluenti zootecnici;
- co-produzione di idrogeno e metano;
- identificazione delle migliori condizioni operative per l'ottenimento di prodotti gassosi più puri.

PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE CONSULTABILI PRESSO IL CENTRO DIMOSTRATIVO

1. Pari L. (1988). Raccolta Meccanica del sorgo zuccherino. *Macchine e Motori Agricoli*, 9: 23-30. ISSN 0024-8967.
2. Pari L. (1989). Present development of sweet sorghum mechanization. *Bio-Energies*. Huy Belgio 16 Novembre. vol. 1: AM.SP/1.
3. Pari L. (1990). Un nuovo sistema per la raccolta del sorgo zuccherino. *Macchine e Motori Agricoli*, 11: 81-87. ISSN 0024-8967.
4. Pari L. (1990). Cantieri di raccolta della canna da zucchero in Florida e in Louisiana. *Rivista Agricoltura Tropicale e Subtropicale*, 1: 141-156. ISSN 0035-6026.
5. Pari L. (1990) Sweet sorghum harvesting mechanization. In: Grassi G., Moncada P., Zibetta H. (Eds.) *Proceedings of Energy from Biomass Contractor's Meeting*, Firenze, 20 – 22 Novembre, 152-167.
6. Pari L. (1990) Evoluzione della meccanizzazione della raccolta del sorgo zuccherino. *Rivista Agricoltura Tropicale e Subtropicale*, 1: 125-140. ISSN 0035-6026.
7. Pari L. (1990) The introduction of alternative biomass crops in Europe. *Agricultural Engineering*, 2: 7-10.
8. Pari L. (1991). Prospettive ed utilizzo delle colture alternative in Europa. *Annali ISMA 1990-(1991)*: 121-131.
9. Pari L. (1991). Biomass crops harvesting. In: Grassi G., Collina A., Zibetta H. (Eds), *Proceedings of the 6th European Conference on biomass for Energy, Industry and Environmental*, Atene, 22-26 Aprile: 352-356. ISBN 1-85166-730-X.
10. Pari L. (1991). Raccolta meccanica del sorgo zuccherino. *Macchine e Motori Agricoli*, 10: 41-47. ISSN 0024-8967
11. Pari L. (1991). Raccolta del sorgo. *Terra e Vita*, 10: 42-44. ISSN 0040-3776.
12. Pari L. (1991). Sweet Sorghum Harvester. In: *Proceedings of the 1st European Forum on electricity production from biomass and solid wastes by advanced technologies*. Firenze, 27-29 Novembre: 351-355.
13. Pari L. (1992). Biomass crops harvesting: sweet sorghum and kenaf combines. In: *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering*. AgEng 92. 1-4 June, Uppsala, Svezia, 18: 39-40.
14. Pari L., Vannucci D. (1992). Prove di raccolta meccanica del Kenaf. *Rivista Agricoltura Tropicale e Subtropicale*, 4: 635-644. ISSN 0035-6026.
15. Barbucci P., Andreuccetti P., Frati G., Bacchiet P., Vannucci D., Pari L. (1992). Energy crops harvesting: Fiber sorghum, kenaf, *Arundo donax*, *Mischantus*, *Cynara cardunculus*. In: Hall D.O., Grassi G., Scheer H. (Eds), *Proceedings of the 7th European Conference on Biomass for Energy and Environmental, Agriculture and Industry*, Firenze, 5-9 Ottobre: 38-43. ISBN 3-920328-09-4.
16. Pari L., Puccetti P. (1993). Produzione di energia elettrica da biomassa: bilancio energetico. In: Il ruolo dell'ingegneria per l'agricoltura del 2000, n. 6. Riassunti V *Convegno Nazionale AIGR*, Maratea, 7-11 Giugno, 87-92.
17. Fedrizzi M., Menesatti P., Pari L., Vannucci D. (1993). Messa a punto di un sistema semiautomatico per il rilievo dei principali parametri operativi di macchine operatrici in campo. In: Il ruolo dell'ingegneria per l'agricoltura del 2000, n. 6. Riassunti V *Convegno Nazionale AIGR*, Maratea, 7-11 Giugno, 123-124.
18. Fedrizzi M., Menesatti P., Pari L. (1993). Sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati relativi ad alcune caratteristiche operative di macchine ed attrezzature agricole. In: Il ruolo dell'ingegneria per l'agricoltura del 2000, n.6. V *Convegno Nazionale AIGR*, Maratea, 7-11 Giugno, 51-55.
19. Pari L. (1994). Sweet sorghum harvesting - tests on two prototypes of Pasquali Macchine Agricole and OTMA Firm. In: Chartier Ph., Beenackers A. A. C. M., Grassi G. (Eds), *Proceedings of the 8th European Conference on Biomass*. Vienna, 3-5 Ottobre: 331-341. ISBN 0-08-042135-0.
20. Fedrizzi M., Menesatti P., Pari L., Vannucci D. (1994). A semi automatic on-field recording system to determinate operative parameters of agricultural machinery. In: *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering*. AgEng '94, Milano. 29 Agosto-1 Settembre, vol. 2: 471-472.
21. Pari L. (1995). Raccolta del sorgo zuccherino, la prova di due prototipi. *Macchine e Motori Agricoli*, 4: 50-54. ISSN 0024-8967.

22. Pari L., Iapichino G. (1995). Nuovi sistemi di raccolta per le biomasse agroforestali. *Macchine e Motori Agricoli*, 1-2: 57-60. ISSN 0024-8967.
23. Pari L. (1996). Meccanizzazione della raccolta del *Cynara cardunculus*: risultati e prospettive. *Agricoltura*, 1: 11-14.
24. Pari L., Fedrizzi M., Iapichino G. (1996). Raccolta di colture forestali a rapida rotazione. *Macchine e Motori Agricoli*, 7/8: 64-72. ISSN 0024-8967.
25. Pari L. (1996). Alternative crops mechanization: first trials of *Cynara cardunculus* harvesting, In: *Proceedings of the "AgEng 96"*, Madrid, Spagna, Paper 96A-080: 170-171.
26. Pari L. (1996). Short rotation forestry harvesting tests with Claas Jaguar 695 Forage harvester. In: *Proceedings of the "AgEng 96"* Madrid, Spagna, Paper 96A-081: 172-173.
27. Pari L. (1996). Techniques and costs in the production of giant reed (*Arundo donax* L.) rhizomes. In: Chartier Ph., Ferrero G. L., Henius U. M., Hultberg S., Sachau J., Wiinblad M. (Eds), *Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference. Biomass for Energy and the Environment*, 24-27 June, Copenhagen, Denmark: 654-659. ISBN 0 08 0428 495.
28. Pari L. (1996). Recent developing on sweet sorghum harvesting mechanization. In: Chartier Ph., Ferrero G. L., Henius U. M., Hultberg S., Sachau J., Wiinblad M. (Eds), *Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference. Biomass for Energy and the Environment*, 24-27 June, Copenhagen, Denmark, vol. 2: 907-912. ISBN 0 08 0428 495.
29. Pari L. (1996). Harvesting, storage and logistics of herbaceous biomass crops for fuel production. In: Chartier Ph., Ferrero G. L., Henius U. M., Hultberg S., sachau J., Wiinblad M. (Eds), *Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference. Biomass for Energy and the Environment*, 24-27 June, Copenhagen, Denmark, vol. 2: 913-917. ISBN 0 08 0428 495.
30. Pari L. (1996). First trials on *Arundo donax* and miscanthus rhizomes harvesting. In: Chartier Ph., Ferrero G. L., Henius U. M., Hultberg S., sachau J., Wiinblad M. (Eds), *Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference. Biomass for Energy and the Environment*, 24-27 June, Copenhagen, Denmark, vol. 2: 889-894. ISBN 0 08 0428 495.
31. Pari L. (1996). Supply and demand of biomass in Italy. In: Chartier Ph., Ferrero G. L., Henius U. M., Hultberg S., sachau J., Wiinblad M. (Eds), *Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference. Biomass for Energy and the Environment*, 24-27 June, Copenhagen, Denmark, vol. 3: 1847-1852. ISBN 0 08 0428 495.
32. Pari L. (1996). *Cynara cardunculus* harvesting mechanization In: Chartier Ph., Ferrero G. L., Henius U. M., Hultberg S., sachau J., Wiinblad M. (Eds), *Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference. Biomass for Energy and the Environment*, 24-27 June, Copenhagen, Denmark, vol. 2: 895-900. ISBN 0 08 0428 495.
33. Pari L. (1996). Harvesting, storage and logistics of SRF for fuel production. In: Chartier Ph., Ferrero G. L., Henius U. M., Hultberg S., sachau J., Wiinblad M. (Eds), *Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference. Biomass for Energy and the Environment*, 24-27 June, Copenhagen, Denmark, vol. 2: 901-906.
34. Pari L., Ferrucci D. (1996). Un sistema di supporto decisionale per la valutazione economia di colture alternative. Presentazione al 1° Congresso "A.I.T.I.C.A." Dal software personale alle reti telematiche: nuove applicazioni per l'agricoltura. Roma, 27-28 Novembre.
35. Pari L. (1996). Colture agricole per produzioni energetiche. L'uso energetico delle biomasse: prospettive di sviluppo in Italia. Giornata di studio. Roma, 28 Febbraio. pp.: 1-7.
36. Pari L. (1996). Colture agricole per produzioni energetiche. *Agricoltura*, 4: 4-7. ISSN 0002-1237.
37. Pari L. (1996). Harvesting, storage and logistic of sweet sorghum. In: *Proceedings of the First European Seminar on Sorghum for Energy and Industry*. Toulouse, France, 1-3 April. vol. 1: 52-56. ISBN 2-86-817-162-1.
38. Pari L. (1996). Experience from harvesting herbaceous energy crops in Italy. In: *Harvest and other mechanical pre-treatments of lignocellulosic energy crop. IEA Bioenergy-Workshop at Claas*. Harsewinkel, Germany, November 1996, Task XII, Act. 3.2: 95-105.
39. Pari L. (1996). Experience from harvesting SRF crops in Italy. In: *Harvest and other mechanical pre-treatments of lignocellulosic energy crop. IEA Bioenergy-Workshop at Claas*. Harsewinkel, Germany, November 1996, Task XII, Act. 3.2: 11-36.
40. Schenone G., Facciotto G., Groppi F., Mughini G., Pari L. (1997). Short rotation woody crops for energy: the research program of ENEL. In: *Proceedings of the 3rd Biomass Conference of the Americas. Biomass in Energy, Environment, Chemicals, Fibers and Materials*. Montreal, Canada, 24-27 August: 237-245. ISBN 0-08-0429-963.

41. Pari L. (1997). Electricity production from biomass: the case of Italy. In: *Proceedings of the 3rd Biomass Conference of the Americas. Biomass in Energy, Environment, Chemicals, Fibers and Materials*. Montreal, Canada, 24-27 August, vol. 2: 1567-1568. ISBN 0-08-0429-963.
42. Pari L. (1998). Development of a short rotation woody crops (SRWC) harvester suitable for the Mediterranean regions. In: *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering, AGENG, Oslo 98*. Oslo, 24-27 August, vol. 2: 777-778.
43. Pari L. (1998). Development of an *Arundo donax* and *Miscanthus* rhizomes harvester. In: *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering, AGENG, Oslo 98*. Oslo, 24-27 August, vol. 2: 779-780.
44. Pari L., Ragno E. (1998). Biomass crop energy balance. In: Kopetz H., Weber T., Palz W., Chartier Ph., Ferrero G. L. (Eds), *Proceedings of the 10th European Conference and Technology Exhibition. Biomass for Energy and Industry*. Wurzburg, Germany, 8-11 June. vol.1: 819-823. ISBN 88-89407.
45. Pari L. (1998). First tests on an *Arundo donax* (giant reed) rhizomes harvester. In: Kopetz H., Weber T., Palz W., Chartier Ph., Ferrero G. L. (Eds), *Proceedings of the 10th European Conference and Technology Exhibition. Biomass for Energy and Industry*. Wurzburg, Germany, 8-11 June, CARMEN. vol. 1: 824-826. ISBN 88-89407.
46. Pari L. (1998). A decisional support system for the economic evaluation of alternative crops. In: Bartali El H., Daoudi M. (Eds), *Proceedings of the 13th International Congress on Agricultural Engineering*. Rabat, Morocco, 2-6 February. ANAFID, vol. 5: 141-147. ISBN 9981-1887-3-5.
47. Pari L. (1998). Azienda Agro energetica Tormancina. *Atti della Conferenza Nazionale "Energia ed Ambiente"*. Roma, 25-28 Novembre, vol. 2: 229-301.
48. Pari L. (1999). Energy production from biomass: the case of Italy. In: *Proceedings of the World Renewable Energy Congress*. Perth, Australia, February 1999: 33-37. Libraries Australia ID 20139762.
49. Pari L. (1999). Development of a short rotation woody crops (SRWC) harvester suitable for the temperate regions In: *Proceedings of the World Renewable Energy Congress*. Perth, Australia, February 1999: 39-42. Libraries Australia ID 20139762.
50. Pari L., Scarapellini L. (1999). Agro Energy Farm "Tormancina". Energy and Agriculture towards the third Millennium. *AgEnergy 99*, Athens, 2-5 June, vol. 2: 744-751.
51. Venturi P., Pari L. (1999). Filiera Energia: Meccanizzazione e logistica delle colture erbacee da biomassa. *Atti del XXIII Convegno Annuale Società Italiana di Agronomia*, Padova, 20-23 Settembre: 55-56.
52. Pari L., Venturi P. (1999). Propagazione delle colture da biomassa poliennali rizomatose. *Atti del XXIII Convegno Annuale Società Italiana di Agronomia*, Padova, 20-23 Settembre: 75-76.
53. Pari L. et alii (1999). Guide book on how to grow short rotation forestry to produce energy in an environmentally sustainable manner. *Final Report of the Environmental Liaison Group. Altener Programme, Bioguide Project*, 7-40.
54. Pari L. et alii (1999). Le coltivazioni da biomassa per un'energia alternativa. *Agricoltura*, 293: 58-99. ISSN 0002-1237.
55. Pari L. (1999). Recent developing on sweet sorghum harvesting mechanization. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10603.
56. Pari L. (1999). Short Rotation Forestry in Italy: the ENEL research program. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10534.
57. Pari L. (1999). Agro-Energy Farm Project Tormancina. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10554.
58. Pari L. (1999). Herbaceous crop combustion at farm level. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10559.
59. Pari L. (1999). Energy production from gasification of SRF at farm level. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10560.
60. Pari L. (1999). Application of Northern European harvesters under Italian conditions. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10582.
61. Pari L. (1999). Robinia and eucalyptus plantation in Italy: some photographs. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10587.

62. Pari L. (1999). Development of a prototype harvester for poplar and eucalyptus under Italian condition. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10588.
63. Pari L. (1999). Prototype for Robinia harvesting under Italian conditions. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10590.
64. Pari L. (1999). A decisional support system for the economic evaluation of alternative crops. *European Energy Crops Inter-Network-www.eeci.net*, Referee n. B10591.
65. Pari L. (1999). Le filiere agro-forestali problematiche logistiche ed organizzative. In: *Valorizzazione energetica delle biomasse agro-forestali. Quaderni dell'Accademia dei Georgofili 1999-IV*, vol. 4: 199-211. ISSN 0367-4134.
66. Pari L. (2000). First results of mechanized collection tests of agriculture pruning residues for energetic utilization. In: Editorial Facultad Agronomia (Ed.) *Advances En Ingenieria Agricola*: 120-125. ISBN 950-29-0593-8.
67. Pari L., Sissot F. (2000). Soluzioni tecniche a confronto per la raccolta di biomassa legnosa. *L'Informatore Agrario*, 39: 59-62. ISSN 0020-0689.
68. Pari L. (2000). The Italian farmer training system. *TransAgraTech 2000*. Cluj Napoca, Romania 12 May: 23-30.
69. Pari L. (2000). A demonstrative project for bio-energy production at farm level. In: Kyritsis S., Beenackers A. A. C. M., Helm P., Grassi A., Chiaramonti D. (Eds), *Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry*, Sevilla, Spain, 5-9 June, ETA Florence-WIP Munich: 214-217. ISBN 1902916158.
70. Pari L., Schenone G. (2000). Economics of energy crops in Italy. In: Kyritsis S., Beenackers A. A. C. M., Helm P., Grassi A., Chiaramonti D. (Eds), *Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry*, Sevilla, Spain, 5-9 June, ETA Florence-WIP Munich: 409-411. ISBN 1902916158.
71. Pari L., Sissot F. (2000). Mechanised collection of agriculture pruning residues: work optimization. In: Kyritsis S., Beenackers A. A. C. M., Helm P., Grassi A., Chiaramonti D. (Eds), *Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry*, Sevilla, Spain, 5-9 June, ETA Florence-WIP Munich: 436-439. ISBN 1902916158.
72. Pari L. (2000). A tool for biomass market implementation: economic evaluation of logistic cost. In: Kyritsis S., Beenackers A. A. C. M., Helm P., Grassi A., Chiaramonti D. (Eds), *Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry*, Sevilla, Spain, 5-9 June, ETA Florence-WIP Munich: 440-443. ISBN 1902916158.
73. Pari L., Antinori P. (2000). Production of biomass in the mediterranean area with the micro-basins mechanised technique (Vallerani system) to fight desertification. In: Kyritsis S., Beenackers A. A. C. M., Helm P., Grassi A., Chiaramonti D. (Eds), *Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry*, Sevilla, Spain, 5-9 June, ETA Florence-WIP Munich: 1963-1965. ISBN 1902916158.
74. Pari L. (2000). Isma system for mechanical harvesting of short rotation woody crops (SRWC). In: Kyritsis S., Beenackers A. A. C. M., Helm P., Grassi A., Chiaramonti D. (Eds), *Proceedings of the 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry*, Sevilla, Spain, 5-9 June, ETA Florence-WIP Munich: 1996-1970. ISBN 1902916158.
75. Pari L. (2001). Energy production from biomass: the case of Italy. *Renewable Energy International Journal*, 22(1-3): 21-30. ISSN 0960-148.1
76. Pari L., Sissot F. (2001). Prove di raccolta di cascami di vite e pesco con imballatrice Arbor RS 170. *L'Informatore Agrario*, 12: 87-90. ISSN 0020-0689.
77. Pari L., Venturi P. (2001). Hemp harvesting mechanization: Italian Experiences. In: *Proceedings of the 2th Global Workshop - Bast Plants in the New Millennium*. Borovest, Bulgaria 3-6 June: 264-270.
78. Pari L., Venturi P. (2001). La filiera per la raccolta della canapa in ambienti italiani. In: *AIIA 2001: Ingegneria Agraria per lo sviluppo dei paesi del mediterraneo. Convegno Nazionale di Ingegneria Agraria*, Vieste, 11-14 settembre: 1-7.
79. Pari L., Sissot F. (2001). La rotoimballatura delle potature di pesco ed olivo. *L'Informatore Agrario*, 42: 85-87. ISSN 0020-0689
80. Pari L., Sissot F. (2001). Prove di trinciatura e raccolta dei cascami di potatura in campo. *L'Informatore Agrario*, 45: 1-5. ISSN 0020-0689.
81. Pari L., Cutini M. (2002). Energy from biomass in Italia agriculture: State of the art. In: *Proceedings of the 30th International Symposium on Agricultural Engineering*, Opatija, Croazia, 12-15 March: 297-307. ISSN 1333-2651.

82. Pari L., Cutini M. (2002). First test on pruning harvesting. In: *Proceedings of the 30th International Symposium on Agricultural Engineering*, Opatija, Croazia, 12-15 March, vol 1: 309-316. ISSN 1333-2651.
83. Pari L., Cutini M. (2002). Thermochemical and environmental performance of olive pruning combustion. In: Palz W., Spitzer J., Maniatis K., Kwant K., Helm P., Grassi A. (Eds), *Proceedings of the 12th European Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*, Amsterdam, 17-21 June, ETA-Florence, WIP Munich: 481-484. ISBN 88-900442-5-X.
84. Pari L., Cutini M. (2002). Developing of a pruning harvesting machinery. In: Palz W., Spitzer J., Maniatis K., Kwant K., Helm P., Grassi A. (Eds), *Proceedings of the 12th European Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*, Amsterdam, 17-21 June, ETA-Florence, WIP Munich: 163-165. ISBN 88-900442-5-X.
85. Biocca M., Cutini M., Pari L. (2002). Wood residuals from urban tree maintenance as potential source of renewable energy in the city of Rome. In: *Proceedings of the International Conference on Agricultural Engineering, AGENG*, Budapest, 30 June- 4 July, vol. 2: 86-87.
86. Pari L. (2004). Un consorzio pubblico-privato per la valorizzazione delle biomasse. *Mondo Macchina*, 10: 58-61. ISSN 1125-422X.
87. Pari L., Fedrizzi M. (2004). Provata una nuova trapiantatrice per le colture forestali energetiche. *L'Informatore Agrario*, 43: 95-98. 0020-0689.
88. Pari L. (2004). Adaptation of a Maize Chopper to SRF and Pruning Harvesting. In: *Proceedings of the 2th World Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*. Rome, 10-14 May: 194-186 ISBN 88-89407-03-4 ISBN 3-936-338-17-5.
89. Pari L. (2004). An alternative approach to hemp mechanization. In: *Proceedings of the 2th World Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*. Rome, 10-14 May: 191-194. ISBN 88-89407-03-4 ISBN 3-936-338-17-5.
90. Pari L. (2004). Agricultural waste energetic valorization in Lazio region. In: *Proceedings of the 2th World Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*. Rome, 10-14 May: 187-190. ISBN 88-89407-03-4 ISBN 3-936-338-17-5.
91. Pari L. (2004). Chopped olive pruning storage tests. In: *Proceedings of the 2th World Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*. Rome, 10-14 May: 199-201. ISBN 88-89407-03-4 ISBN 3-936-338-17-5.
92. Pari L., Biocca M. (2004). Wood residuals from urban tree maintenance as potential source of renewable energy in the city of Rome. In: *Proceedings of the 2th World Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*. Rome, 10-14 May: 202-203. ISBN 88-89407-03-4 ISBN 3-936-338-17-5.
93. Pari L. (2004). An innovative pruning harvester. In: *Proceedings of the 2th World Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*. Rome, 10-14 May: 137-139. ISBN 88-89407-03-4 ISBN 3-936-338-17-5.
94. Pari L. (2004). Harvesting and combustion tests of olive pruning. In: *Proceedings of the 2th World Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*. Rome, 10-14 May: 1305-1308. ISBN 88-89407-03-4 ISBN 3-936-338-17-5.
95. Pari L. (2004). The no food-energy crops Lazio region Project. In: *Proceedings of the 2th World Biomass Conference. Biomass for energy, industry and climate protection*. Rome, 10-14 May: 2332-2333. ISBN 88-89407-03-4 ISBN 3-936-338-17-5.
96. Pari L. (2004). La meccanizzazione della raccolta delle biomasse agro-forestali. *Atti della Conferenza Nazionale sulle Bioenergie*, Roma, 12 Maggio.
97. Patanoutsou C., Nikolaou A., Rathbauer J., Nikolaisen L., Bassam N., Sahramaa M., Pari L. Swets A., Bruton C. (2004). A review of progress made with growing energy crops in EU Economical appraisal of wheat and *Mischanthus* in selected member states. World Renewable Energy Network. Congress VIII & Expo. Denver, Colorado, 28 agosto-3 Settembre.
98. Pari L., Civitarese V. (2005). Il pioppo da biomassa può essere una valida alternativa. *L'Informatore Agrario*, 18: 55-58. ISSN 0020-0689.
99. Pari L., Civitarese V. (2005). Buona redditività per l'agricoltore dalla vendita dell'energia termica. *L'Informatore Agrario*, 18: 59-61 ISSN 0020-0689.

100. Pari L. Fedrizzi M. (2005). Migliora l'efficienza di raccolta del pioppo a ciclo annuale. *L'Informatore Agrario*, 30: 54-58. ISSN 0020-0689.
101. Pari L. Fedrizzi M. (2005). Falciatricaricatrice innovativa per pioppo a ciclo poliennale. *L'Informatore Agrario*, 34: 63-66. ISSN 0020-0689.
102. Pari L. (2005). Economic evaluation of short rotation forestry poplar when farmer produce heat for himself or to sell it. In Sjunnesson L., Carrasco J. E., Helm P., Grassi A. (Eds), *Proceedings of the 14th European Biomass Conference & Exhibition. Biomass for energy, industry and climate protection*, Paris, 17-21 October, ETA-Renewable Energies and WIP Renewable Energies: 1897-1899. ISBN:88-89407-07-7.
103. Pari L. (2005). Innovative short rotation forestry planter experimental tests. In Sjunnesson L., Carrasco J. E., Helm P., Grassi A. (Eds), *Proceedings of the 14th European Biomass Conference & Exhibition. Biomass for energy, industry and climate protection*, Paris, 17-21 October, ETA-Renewable Energies and WIP Renewable Energies: 402-405. ISBN:88-89407-07-7.
104. Pari L. (2005). Claas Jaguar 850 harvesting poplar field tests. In Sjunnesson L., Carrasco J. E., Helm P., Grassi A. (Eds), *Proceedings of the 14th European Biomass Conference & Exhibition. Biomass for energy, industry and climate protection*, Paris, 17-21 October, ETA-Renewable Energies and WIP Renewable Energies: 484-487. ISBN:88-89407-07-7.
105. Pari L. (2005). Economic evaluation of short rotation forestry poplar when it is selling to the energetic and pannel plants. In Sjunnesson L., Carrasco J. E., Helm P., Grassi A. (Eds), *Proceedings of the 14th European Biomass Conference & Exhibition. Biomass for energy, industry and climate protection*, Paris, 17-21 October, ETA-Renewable Energies and WIP Renewable Energies: 1867-1870. ISBN:88-89407-07-7.
106. Pari L. (2005). Poplar short rotation forestry harvesting prototype. In Sjunnesson L., Carrasco J. E., Helm P., Grassi A. (Eds), *Proceedings of the 14th European Biomass Conference & Exhibition. Biomass for energy, industry and climate protection*, Paris, 17-21 October, ETA-Renewable Energies and WIP Renewable Energies: 488-491. ISBN:88-89407-07-7.
107. Pari L. (2006). La meccanizzazione delle colture dedicate. "L'Energia nuova frontiera per l'agricoltura", supplemento a *Terra e Vita*, 5: 16-19. ISSN 0040-3776.
108. Pari L., Rossi F., Gallucci F. (2006). Cresce la domanda di biomassa utilizzata a fini energetici. *L'Informatore Agrario*, 28: 27-30. ISSN 0020-0689.
109. Pari L., Fedrizzi M., Gallucci F. (2006). Raccolta di biomassa, bisogna meccanizzare. *L'Informatore Agrario*, 41: 43-44. ISSN 0020-0689.
110. Pari L. Fedrizzi M. (2007). Una logistica adeguata per ridurre il costo della biomassa. *L'Informatore Agrario*, 5: 46-48. ISSN 0020-0689.
111. Rossi F., Berti A., Pari L. (2007). Il bio-futuro italiano. *Quale Energia*, 2: 71-75.
112. Pari L., Rossi F. (2007). Woody biomass market in Italy: possible scenarios. In: *Proceedings of the 15th European Biomass Conference and Exhibition. From research to market deployment*. Berlin, Germany, 7-11 May, ETA-Renewable Energies: 2436-2439. ISBN 978-88-89407-59-X ISBN 3-936338-21-3.
113. Pari L., Fedrizzi M. (2007). Logistic optimization of SRF harvesting and storage. In: *Proceedings of the 15th European Biomass Conference and Exhibition. From research to market deployment*. Berlin, Germany, 7-11 May, ETA-Renewable Energies: 146-148. ISBN 978-88-89407-59-X ISBN 3-936338-21-3.
114. Pari L., Fedrizzi M. (2007). Prototype development for SRF billet production. In: *Proceedings of the 15th European Biomass Conference and Exhibition. From research to market deployment*. Berlin, Germany, 7-11 May, ETA-Renewable Energies: 491-493. ISBN 978-88-89407-59-X ISBN 3-936338-21-3.
115. Pari L., Fedrizzi M., Pansini L., Gallucci F. (2007). Prototype development for capitula harvesting of *Cynara cardunculus*. In: *Proceedings of the 15th European Biomass Conference and Exhibition. From research to market deployment*. Berlin, Germany, 7-11 May, ETA-Renewable Energies: 494-497. ISBN 978-88-89407-59-X ISBN 3-936338-21-3.
116. Pari L., Fedrizzi M., Gallucci F. (2007). Farm machinery conversion to energy crops. In: *Proceedings of the 15th European Biomass Conference and Exhibition. From research to market deployment*. Berlin, Germany, 7-11 May, ETA-Renewable Energies: 498-500. ISBN 978-88-89407-59-X ISBN 3-936338-21-3.
117. Fernández. J., Pari L., García Müller M., Márquez L., Fedrizzi M., Curt M. (2007). Strategies for the mechanical harvest of *Cynara*. In: *Proceedings of the 15th European Biomass Conference and Exhibition. From research to*

- market deployment. Berlin, Germany, 7-11 May, ETA-Renewable Energies: 657-664. ISBN 978-88-89407-59-X ISBN 3-936338-21-3.
118. Pari L. (2007). Short rotation di qualità, decisivi raccolta e stoccaggio. *L'Informatore Agrario*, 1: 18-20. ISSN 0020-0689.
119. Pari L., Assirelli A. (2008). Pioppicoltura a ciclo breve, prove tecniche nel Riminese. *Agricoltura*, 4: 107-109. ISSN 0002-1237.
120. Assirelli A., Fedrizzi M., Pari L. (2008). Con le testate a lama avanzata meno perdite di colza in raccolta. *L'Informatore Agrario*, 22: 39-42. ISSN 0020-0689.
121. Jirjis R., Pari L., Sissot F. (2008). Storage of poplar wood chips in northern Italy. In: *Conference Proceedings of the World Bioenergy 2008 Congress*, Jonkoping, Sweden, 27-29 May: 107-111. ISBN 978-91-977624-0-3.
122. Pari L., Fedrizzi M., Assirelli A. (2008). Influence of a vertical cutting device on *Brassica napus* seed loss in direct combining. In: *Conference Proceedings of the World Bioenergy 2008 Congress*, Jonkoping, Sweden, 27-29 May: 479-482. ISBN 978-91-977624-0-3.
123. Pari L., Fedrizzi M., Pansini L. (2008). Innovative prototype for separate harvesting of *Cynara cardunculus* achenes and stalks. In: *Conference Proceedings of the World Bioenergy 2008 Congress*, Jonkoping, Sweden, 27-29 May: 483-487. ISBN 978-91-977624-0-3.
124. Pari L., Pepe M., Gallucci F. (2008). Integrated logistic strategy to optimize a power plant feeding with locally produced biomass. In: *Conference Proceedings of the World Bioenergy 2008 Congress*, Jonkoping, Sweden, 27-29 May: 488-490. ISBN 978-91-977624-0-3.
125. Assirelli A., Pari L. (2008). Design, realization and first tests of a prototype of mower conditioner to harvest fiber sorghum through haymaking. In: *Conference Proceedings of the World Bioenergy 2008 Congress*, Jonkoping, Sweden, 27-29 May: 474-478. ISBN 978-91-977624-0-3.
126. Assirelli A., Pari L. (2008). Colza:la valutazione delle perdite in raccolta. *Agricoltura*, 7/8: 74-76. ISSN 0002-1237.
127. Pari L., Civitarese V. (2008). Una tagliallineatrice per raccogliere il pioppo intero. *L'Informatore Agrario*. 31: 34-35. ISSN 0020-0689.
128. Assirelli A., Fedrizzi M., Pari L. (2008). Canola Seed Losses during harvesting in relation to different combine head. In: *Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition. From research to industry and markets*, Valencia, Spain, 2-6 June, ETA-Florence Renewable Energies: 103-105. ISBN 978-88-89407-58-1.
129. Pari L., Ciriello A., Gallucci F. (2008). Consequence of SRF Poplar Wood Harvesting Method on Energy Content Preservation. In: *Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition. From research to industry and markets*, Valencia, Spain, 2-6 June, ETA-Florence Renewable Energies: 517-522. ISBN 978-88-89407-58-1.
130. Pari L., Fedrizzi M., Gallucci F. (2008). *Cynara cardunculus* exploitation for energy applications development of a combine head for threshing and concurrent residues collecting and utilization. In: *Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition. From research to industry and markets*, Valencia, Spain, 2-6 June, ETA-Florence Renewable Energies: 504-508. ISBN 978-88-89407-58-1.
131. Pari L., Fedrizzi M., Pepe M. (2008). Development of a GIS tool to analyse *Cynara cardunculus* biomass logistics in Southern Spain. In: *Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition. From research to industry and markets*, Valencia, Spain, 2-6 June, ETA-Florence Renewable Energies: 509-511. ISBN 978-88-89407-58-1.
132. Assirelli A., Fedrizzi M., Ciriello A., Pari L. (2008). Fiber sorghum haymaking for energy purpose an innovative equipment for fast drying. In: *Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition. From research to industry and markets*, Valencia, Spain, 2-6 June, ETA-Florence Renewable Energies: 512-516. ISBN 978-88-89407-58-1.
133. Pari L., Fedrizzi M., Ciriello A. (2008). SRF poplar chips: stocking methods comparison to lessen fuel depletion from production to utilization. In: *Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition. From research to industry and markets*, Valencia, Spain, 2-6 June, ETA-Florence Renewable Energies: 74-78. ISBN 978-88-89407-58-1.
134. Pari L., Grassi G., Capaccioli S., Cocchi M. (2008). State of the art harvesting storage and logistic of sweet sorghum. In: *Proceedings of the 16th European Biomass Conference & Exhibition. From research to industry and markets*, Valencia, Spain, 2-6 June, ETA-Florence Renewable Energies: 174-177. ISBN 978-88-89407-58-1.

135. Pari L., Civitarese V. (2008). Nuova testata di raccolta in prova su pioppo biennale. *L'Informatore Agrario*, 35: 48-51. ISSN 0020-0689.
136. Pari L., Sissot F., Ciriello A. (2008). La migliore qualità del cippato si ottiene nel cumulo coperto. *L'Informatore Agrario*, 39: 52-55. ISSN 0020-0689.
137. Pari L., Fedrizzi M., Assirelli A. (2008). Field experiment results of a prototype developed equipment for the acceleration of fiber sorghum drying. In: *Proceedings of the 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture*, Antalya, Turkey, 14-17 October 2008: 320-325. ISBN 978-975-7666-93-6.
138. Pari L., Fedrizzi M., Pansini L. (2008). Logistic optimization for energy exploitation in *Cynara cardunculus* cultivation. In: *Proceedings of the 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture*, Antalya, Turkey, 14-17 October 2008: 45 ISBN 978-975-7666-93-6.
139. Assirelli A., Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2009). Prove dimostrative di raccolta del cardo. *Agricoltura*, 2: 83-85. ISSN 0002-1237.
140. Pari L., Civitarese V. (2009). Falciatriciacaricatrice Spapperi riveduta e corretta. *Energia Rinnovabile. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 5: 18-21. ISSN 0020-0689.
141. Assirelli A., Pari L. (2009). Nuova falciacondizionatrice ad hoc per il sorgo da fibra *Energia Rinnovabile. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 5: 22-25. ISSN 0020-0689.
142. Pari L., Sissot F., Gallucci F. (2009). Il pioppo conservato intero è fra i migliori in caldaia. *Energia Rinnovabile. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 10: 29-32. ISSN 0020-0689.
143. Pari L. (2009). Cardo per la filiera energetica, un'opportunità per il Sud Italia. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 6-7. ISSN 0020-0689.
144. Pari L., Civitarese V., Assirelli A., Del Giudice A. (2009). Il prototipo che abbate i costi della raccolta del cardo. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 8-11. ISSN 0020-0689.
145. Assirelli A., Civitarese V., Suardi A., Del Giudice A. (2009). *Brassica carinata*, il problema sono le perdite di granella. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 12-15. ISSN 0020-0689.
146. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2009). Migliorato il condizionamento del sorgo da fibra alla raccolta. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 16-18. ISSN 0020-0689.
147. Pari L., Civitarese V., Suardi A. (2009). Prototipo per meccanizzare il trapianto di canna comune. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*. n. 29: 19-21. ISSN 0020-0689.
148. Pari L., Suardi A., Giannini E., Civitarese V. (2009). Strategie per meccanizzare la raccolta di canna comune. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 22-25. ISSN 0020-0689.
149. Pari L., Sissot F. (2009). Con la selezione ottica le talee di pioppo costano meno. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 26-27. ISSN 0020-0689.
150. Pari L., Assirelli A. (2009). Falc Land 1500 riduce i costi d'impianto del pioppo. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 28-30. ISSN 0020-0689.
151. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2009). Claas Jaguar 890 e 860, prove di raccolta su pioppo. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 31-33. ISSN 0020-0689.
152. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2009). Cantiere innovativo di raccolta di pioppo a turno breve. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 34-37. ISSN 0020-0689.
153. Pari L., Civitarese V., Suardi A. (2009). I vantaggi di stoccare il pioppo a bordo campo. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 38-40. ISSN 0020-0689.
154. Pari L., Civitarese V., Gallucci F., Del Giudice A., Giannini E. (2009). Un nuovo rotore per la Claas Jaguar 890. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 41-43. ISSN 0020-0689.
155. Gallucci F., Sissot F., Giannini E. (2009). L'essiccazione naturale del cippato di pioppo. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 44-46. ISSN 0020-0689.
156. Pari L., Sissot F. (2009). Come migliorare il cippato attraverso lo stoccaggio. *Agroenergie, dall'impianto alla raccolta. Supplemento a L'Informatore Agrario*, 29: 47-50. ISSN 0020-0689.
157. Pari L., Civitarese V. (2009). Two prototypes for short rotation forestry felling alone windrows between rows and subsequent chipping In: *Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition - From research to*

- industry and markets*, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July, ETA-Florence Renewable Energies: 231-236. ISBN 978-88-89407-57-3.
158. Pari L., Civitarese V., Gallucci F. (2009). Development of a chipping apparatus prototype mounted on a Claas Jaguar 890. In: *Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition - From research to industry and markets*, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July, ETA-Florence Renewable Energies: 247-251. ISBN 978-88-89407-57-3.
159. Pari L., Civitarese V., Assirelli A., Del Giudice A. (2009). Prototype for *Cynara cardunculus* capitula threshing and biomass windrowing. In: *Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition - From research to industry and markets*, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July, ETA-Florence Renewable Energies: 262-267. ISBN 978-88-89407-57-3.
160. Pari L., Sissot F. (2009). SRF poplar chip storage: first energy evaluation. In: *Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition - From research to industry and markets*, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July, ETA-Florence Renewable Energies: 400-404. ISBN 978-88-89407-57-3.
161. Pari L., Gallucci F., Giannini E. (2009). Evaluation of different SRF poplar storage method in relation to energy content preservation. In: *Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition - From research to industry and markets*, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July, ETA-Florence Renewable Energies: 405-409. ISBN 978-88-89407-57-3.
162. Pari L., Assirelli A. (2009). A prototype to reduce the tillage cost of poplar SRF plantation improving the crop resistance during summer drought. In: *Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition - From research to industry and markets*, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July, ETA-Florence Renewable Energies: 410-414. ISBN 978-88-89407-57-3.
163. Pari L., Assirelli A., Civitarese V., Del Giudice A., Ciriello A. (2009). *Brassica carinata*: losses evaluation using wheat combine. In: *Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition - From research to industry and markets*, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July, ETA-Florence Renewable Energies: 435-438. ISBN 978-88-89407-57-3.
164. Pari L., Suardi A., Assirelli A. (2009). Fiber sorghum harvesting prototype: first results. In: *Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition - From research to industry and markets*, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July, ETA-Florence Renewable Energies: 439-443. ISBN 978-88-89407-57-3.
165. Pari L., Pepe M., Civitarese V. (2009). GIS application for scientific support to sugar beet area conversion towards energy crops. In: *Proceedings of the 17th European Biomass Conference & Exhibition - From research to industry and markets*, Hamburg, Germany, 29 June - 3 July, ETA-Florence Renewable Energies: 455-457. ISBN 978-88-89407-57-3.
166. Pari L., Assirelli A., Salerno M. (2009). Prototype for poplar cut optical selection In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September*. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.
167. Pari L., Gallucci F., Del Giudice A. (2009). *Arundo donax* planting prototype. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September*. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.
168. Pari L., Civitarese V., Suardi A., Ciriello G. (2009). Developing of a Prototype for Fiber Sorghum Harvesting. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September*. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.
169. Pari L., Assirelli A., Del Giudice A. (2009). Developing of a prototype to adapt Class maize chopper to poplar harvesting. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September*. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.
170. Pari L., Sissot F., Ciriello G. (2009). Developing of a prototype for short rotation forestry tillage. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September*. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.
171. Pari L., Sissot F., Giannini E. (2009). European Union Research Project Biocard: mechanization activities results. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable*

- Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.*
172. Pari L., Assirelli A., Giannini E., Salerno M. (2009). Developing of a new system for short rotation forestry harvesting. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.*
173. Pari L., Civitarese V., Suardi A. (2009). Prototypes for innovative for short rotation forestry harvesting method. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.*
174. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2009). Research activities related to biomass storage. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.*
175. Pari L., Civitarese V., Gallucci F. (2009). *Brassica carinata* harvesting losses reduction. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.*
176. Pari L., Pezzi F. (2009). Vineyards mechanical pruning. In: *Proceedings of the Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural System". International Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V, Rosario, Argentina, 1-4 September. <http://journals.sfu.ca/cigrp/index.php/Proc/issue/view/3>, ISBN 3-900051-07-0.*
177. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2010). Evaluation of chips quality by the analysis of two different harvesting methodologies. In: *Proceedings of the 17th World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR)-Hosted by the Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB)*, Québec City, Canada, 13-17 June. Paper ID: CSBE101024 ISBN 978-2-9811062-1-6.
178. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2010). Quality of wooden chips produced by CLAAS Jaguar fitted with experimental CRA-ING rotor. In: *Proceedings of the 17th World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR)-Hosted by the Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB)*, Québec City, Canada, 13-17 June. Paper ID: CSBE101026 ISBN 978-2-9811062-1-6.
179. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2010). Qualitative and quantitative aspects on field drying of sorghum and evaluating the mower conditioner prototype devised by CRA-ING - Cressoni. In: *Proceedings of the 17th World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR)-Hosted by the Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB)*, Québec City, Canada, 13-17 June. Paper ID: CSBE101031 ISBN 978-2-9811062-1-6.
180. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2010). Evaluation of *Brassica napus* and *Brassica carinata* losses during harvesting: three years of experience. In: *Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition. From research to industry and markets*, Lyon, France 3-7 May 2010: 1790-1793. ISBN 978-88-89407-56-5.
181. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2010). Quality of wooden chips produced by CLAAS Jaguar equipped with experimental CRA-ING rotor. In: *Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition. From research to industry and markets*, Lyon, France 3-7 May 2010: 1717-1720. ISBN 978-88-89407-56-5.
182. Pari L., Civitarese V. (2010). Developing of a tool for machineries performances evaluation and field cartographic representation. In: *Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition. From research to industry and markets*, Lyon, France 3-7 May 2010: 468-472. ISBN 978-88-89407-56-5.
183. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2010). Developing and evaluating of the fibre sorghum mower conditioner prototype CRA-ING/Cressoni. In: *Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition. From research to industry and markets*, Lyon, France 3-7 May 2010: 463-467. ISBN 978-88-89407-56-5.
184. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2010). Fiber sorghum field drying tests using the CRA-ING/Cressoni mower conditioner prototype. In: *Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition. From research to industry and markets*, Lyon, France 3-7 May 2010, vol. 1: 459-462. ISBN 978-88-89407-56-5.
185. Pari L., Gallucci F., Giannini E. (2010). Storage of two size classes of poplar chips in northern Italy. In: *Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition. From research to industry and markets*, Lyon, France 3-7 May 2010: 397-401. ISBN 978-88-89407-56-5.

186. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2010). Comparison of poplar chips quality harvested with different methodologies: direct harvesting-chipping versus cutting-whole trees and subsequent drying-chipping. In: *Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition. From research to industry and markets*, Lyon, France 3-7 May 2010: 1790-1793. ISBN 978-88-89407-56-5.
187. Pari L., Civitarese V. (2010). Developing of a self- propelled prototype for biomass harvesting. In: *Proceedings of the 18th European Biomass Conference and Exhibition. From research to industry and markets*, Lyon, France 3-7 May 2010: 220-223. ISBN 978-88-89407-56-5.
188. Pari L. (2010). Editoriale: Il punto di vista della ricerca. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 5 ISSN 1590-7805.
189. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. 2010 Abbattitrice andanatrice. Versione pre-commerciale della macchina. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 6-10 ISSN 1590-7805.
190. Pari L., Civitarese V. (2010). Una semovente per la raccolta e la cippatura. Sviluppo di una macchina dedicata alle colture da biomassa In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 11-13 ISSN 1590-7805.
191. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2010). Qualità del cippato. Umidità e pezzatura in funzione della metodologia di raccolta. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 14-18. ISSN 1590-7805.
192. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A. (2010). Rotore sperimentale CRA-ING. Qualità del cippato prodotto da Class Jaguar con cippatore innovativo. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 19-21. ISSN 1590-7805.
193. Pari L., Civitarese V., Del Giudice A., Di Fulvio F., Acampora A., Croce S., Assirelli A. (2010). Compattamento del suolo. Effetti prodotti durante la raccolta delle Short Rotation Forestry. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 21-25. ISSN 1590-7805.
194. Pari L., Civitarese V. (2010). Un GPS per i cantieri di raccolta. Metodologia innovativa per il monitoraggio e la mappatura. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 26-30. ISSN 1590-7805.
195. Pari L., Pepe M., Civitarese V. Un GIS per le biomasse (2010). Applicazioni per la gestione delle centrali termoelettriche. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 31-34. ISSN 1590-7805.
196. Gallucci F., Pari L., Del Giudice A. (2010). Stoccaggio del cippato di pioppo. Variazioni delle caratteristiche di prodotti a diversa granulometria. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 35-38. ISSN 1590-7805.
197. Gallucci F., Pari L., Croce S. (2010). Stoccaggio del cippato di pioppo. Confronto tra due differenti metodologie di conservazione. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 39-42 ISSN 1590-7805.
198. Pari L., Di Fulvio F., Del Giudice A., Assirelli A., Vassalini G., Fornaciari L. (2010). Prove di esbosco. Trattore forestale autolivellante sviluppato dal CRA-ING. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 43-47 ISSN 1590-7805.
199. Pari L., Acampora A., Croce S. (2010). Raccolta dei residui di potatura. Recupero energetico di cascami d'olivo nel Salento. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 48-50 ISSN 1590-7805.
200. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2010). Falciacondizionatrice per il sorgo da fibra. Progettazione, realizzazione e prime valutazioni. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 51-54 ISSN 1590-7805.
201. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2010). Raccolta del sorgo da fibra affienato. Cantieri a confronto. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 55-58. ISSN 1590-7805.
202. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2010). Essiccazione in campo del sorgo da fibra. Valutazione della disidratazione naturale in diversi contesti operativi. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 59-62. ISSN 1590-7805.

203. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2010). Valutazione delle perdite nella raccolta di Brassicacee. Risultati di tre anni di sperimentazioni. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 63-66 ISSN 1590-7805.
204. Pari L., Suardi A., Acampora A. (2010). Prove di raccolta della canna comune. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 67-70 ISSN 1590-7805.
205. Pari L., Acampora A., Di Fulvio F. (2010). Politica Agricola e riforme, dalla coltura tradizionale alla filiera agroenergetica. In: *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 71-75. ISSN 1590-7805.
206. Pari L. (a cura di) 2010 *Innovazioni tecnologiche per le agroenergie. Sinergie tra ricerca e impresa*. Sherwood. n. 168, suppl. 2: 68 pp. ISSN 1590-7805.
207. Pari L. (2011). Nuove attrezzature per le colture energetiche. *Terra e Vita*, 3: 21-24. ISSN 0040-3776.
208. Suardi A., Picchio R., Pari L. (2011). Missouri, da erbacee e residui etanolo di II generazione. *Terra e Vita*, 8: 38-41. ISSN 0040-3776.
209. Giraldo D., Petrozzi A., Pari L. (2011). Biocells for biogas production: anaerobic plant for the energetic enhancement of biomasses and zootechnical slurry In: *Proceedings of Third International Conference on Applied Energy*, Perugia, Italy, 16-18 May, 1: 1765-1776.
210. Pari L., Assirelli A. (2011). L'impianto del pioppeto: riduzione dei costi attraverso la lavorazione del terreno in bande. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 55-68 ISBN 9788861347304.
211. Assirelli A. (2011). Lavorazione del terreno nel pioppeto: dall'impianto alla raccolta Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 129-144 ISBN 9788861347304.
212. Pari L., Civitarese V. (2011). Il trapianto meccanico del pioppeto per produzione di biomassa, strategie finalizzate alla riduzione dei costi di produzione. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 145-156 ISBN 9788861347304.
213. Pari L., Civitarese V. (2011). Raccolta e cippatura in una o due fasi Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 157-174 ISBN 9788861347304.
214. Pari L., Gallucci F., Del Giudice A. (2011). Stoccaggio del cippato di pioppo a destinazione energetica. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 175-188 ISBN 9788861347304.
215. Pari L., Civitarese V. Pepe M. (2011). Un GIS per la logistica delle biomasse Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 189-204 ISBN 9788861347304.
216. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2011). Brassicacee: scelta della raccogliatrice in funzione delle perdite Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 403-416 ISBN 9788861347304.
217. Assirelli A. (2011). Girasole: valutazione delle soluzioni commerciali disponibili per la raccolta Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 417-428 ISBN 9788861347304.
218. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2011). Sorgo da fibra: la valutazione dei cantieri disponibili Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 529-538 ISBN 9788861347304.
219. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2011). Sviluppo di un prototipo per la raccolta del sorgo da fibra Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 539-552 ISBN 9788861347304.
220. Pari L., Assirelli A., Suardi A. (2011). Valutazione dell'essiccazione in campo del sorgo da fibra affienato Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 553-564 ISBN 9788861347304.
221. Pari L., Civitarese V., Assirelli A., Del Giudice A. (2011). Sviluppo di un prototipo per la raccolta differenziata dei diverse frazioni di cardo. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 671-682 ISBN 9788861347304.

222. Pari L., Assirelli A., Acampora A., Croce S. (2011). Meccanizzazione della raccolta del materiale di riproduzione di canna comune (*Arundo donax* L.) nel settore vivaistico. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 683-692 ISBN 9788861347304.
223. Pari L., Assirelli A. (2011). Meccanizzazione del trapianto del rizoma di canna comune (*Arundo donax* L.). In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 693-700 ISBN 9788861347304.
224. Pari L., Assirelli A., Civitaresse V., Suardi A. (2011). Sviluppo di un prototipo per l'impianto della canna comune (*Arundo donax* L.) con talea di fusto. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 701-708 ISBN 9788861347304.
225. Pari L., Suardi A., Civitaresse V., Acampora A., Giannini E. (2011). Meccanizzazione della raccolta del prodotto trinciato di canna comune (*Arundo donax* L.). In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 709-726 ISBN 9788861347304.
226. Pari L., Croce S., Acampora A., Assirelli A. (2011). Prove comparative di soluzioni commerciali per la raccolta delle potature di olivo. In *Luigi Pari (Ed.): Lo sviluppo delle colture energetiche in Italia. Il contributo dei progetti di ricerca SUSCACE e FAESI*. Ed. Nuova Cultura pp. 859 ISBN 9788861347304.
227. Pari L. (2011). Meccanizzazione delle colture per produzione di combustibili per scopi energetici. In: *Fidalma D'Andrea (Ed.): Energie da biomasse agricole e forestali: miglioramento ed integrazione delle filiere dei biocarburanti e della fibra per la produzione di energia elettrica- Bioenergie*. Ed. Nuova Cultura. pp.: 209-229. ISBN 9788861347533.
228. Magagnotti N., Nati C., Pari L., Spinelli R., Visser R. (2011). Assessing the cost of stump-site debarking in eucalypt plantations. *Biosystems Engineering*, 110: 443-449. ISSN 1537-5110.
229. Prussi M., Chiaramonti D., Riccio G., Martelli F., Pari L. (2012) Straight vegetable oil use in Micro-Gas Turbines: System adaptation and testing. *Applied Energy*, 89: 287-295. ISSN 0306-2619.
230. Prussi M., Chiaramonti D., Pari L. (2012). Assessment of the EU target on renewable energy for transport in framework of the European vegetable oil sector. *Int. J. Oil, Gas and Coal Technology*, 5(1): 80-91. ISSN: 0166-5162.
231. Spinelli R., Nati C., Pari L., Mescalchin E., Magagnotti N. (2012). Production and quality of biomass fuels from mechanized collection and processing of vineyard pruning residues. *Applied Energy*, 89: 374-379. ISSN 0306-2619.
232. Magagnotti N., Pari L., Spinelli R. (2012). Re-engineering firewood extraction in traditional Mediterranean coppice stands. *Ecological Engineering*, 38 :45-50. ISSN 0925-8574.
233. Spinelli R., Spinelli R., Magagnotti N., Nati C., Pari L., Vanneste J.L. (2012). Recovering kiwifruit pruning residues for biomass production. *Transactions of the ASABE*, 55(1): 1-8. ISSN 2151-0032.
234. Porzio G.F., Prussi M., Chiaramonti D., Pari L. (2012). Modelling lignocellulosic bioethanol from poplar: estimation of the level of process integration, yield and potential for co-products. *Journal of Cleaner Production*, : 1-10. ISSN 0959-6526.
235. Pari L., Civitaresse V., Assirelli A., Santangelo E. (2012). Raccolta delle colture da energia. Tecnologie disponibili. In: *Progetti di ricerca SUSCACE e FAESI. Recenti acquisizioni scientifiche per le colture energetiche*. Sherwood. n. 183, suppl. 2: 20-25. ISSN 1590-7805.

COME RAGGIUNGERE IL CENTRO SPERIMENTALE DIMOSTRATIVO SULLE AGROENERGIE



In Treno da Roma:

Dalla Stazione Tiburtina prendere il treno metropolitano Fiumicino Aeroporto/Fara Sabina (FM1), fermata Pianabella di Montelibretti. Procedere per la strada verso valle passante per il parcheggio auto (stesso lato della banchina di discesa). Dopo circa 200 m, dall'altro lato della strada, è visibile l'ingresso dell'Istituto.

In Auto:

Prendere l'autostrada A1 uscita Roma Nord e seguire le indicazioni per la SS4 (Via Salaria). Al Km 29,200 svoltare al bivio per Palombara Sabina e dopo circa 200 m circa girare a destra per l'ingresso dell'Istituto (subito prima del viadotto ferroviario).

Coordinate GPS:

42°06'13.74" N 12°37'48.46" E

Riferimento per il navigatore

SP 35 D