

**obiettivo
efficienza
energetica**

GUIDA
OPERATIVA



L'ottenimento dei Certificati Bianchi Agricoltura

ai sensi del Decreto del Ministero Sviluppo Economico
28.12.2012, art. 15 comma 2

2014

Collana Certificati Bianchi



Ministero dello Sviluppo Economico

ENEA
UTE
UNITÀ TECNICA
EFFICIENZA
ENERGETICA

CERTIFICATI BIANCHI

Presentazione dei progetti a Consuntivo (PPPM)

Guida Operativa per l'Agricoltura

A cura di Carlo Alberto Campiotti, Matteo Scoccianti, Corinna Viola
(ENEA)

2013 ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia
e lo sviluppo economico sostenibile

Lungotevere Grande Ammiraglio Thaon di Revel 76 - 00196 Roma

Gruppo di lavoro ENEA sui certificati bianchi

www.enea.it

CERTIFICATI BIANCHI

GUIDA OPERATIVA PER L'AGRICOLTURA

*Decreto del ministero dello sviluppo economico 28 dicembre 2012,
articolo 15 comma 2*



Gennaio 2014

PRESENTAZIONE DEI PROGETTI A CONSUNTIVO (PPPM)

Informazioni e dati contenuti nella presente guida operativa possono essere liberamente riprodotti o comunicati al pubblico purché si indichino la fonte da cui sono tratti, la data e il nome dell'autore.

INDICE

1. PERCHÉ UNA GUIDA OPERATIVA	6
2. IL SETTORE DELL'AGRICOLTURA	8
2.1 DATI DESCRITTIVI DEL SETTORE PRODUTTIVO	8
2.2 I CONSUMI DI ENERGIA	9
3. MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI	9
3.1 <i>Irrigazione delle coltivazioni in pieno campo</i>	9
3.2 <i>Ventilazione di ambienti protetti per l'allevamento animale e vegetale</i>	11
3.3 <i>Produzione di biogas per autoconsumo delle aziende zootecniche</i>	12
3.4. <i>Illuminazione artificiale con tecnologia LED (Light Emitting Diodes)</i>	14
4. INDIVIDUAZIONE DELLA BASELINE.....	17
5. STIME RELATIVE AL POTENZIALE DI PENETRAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO	17
6. L'ALGORITMO DI CALCOLO DEL RISPARMIO.....	19
6.1 RISPARMIO RELATIVO ALL'ENERGIA TERMICA ED ELETTRICA.....	19
6.1.1 <i>Intervento generico</i>	19
6.1.2 <i>Risparmio relativo all'energia termica</i>	19
<i>Risparmio relativo all'energia elettrica (ventilazione, irrigazione, illuminazione)</i>	19
BIBLIOGRAFIA	20
TRE REGOLE DA SEGUIRE	21
GLOSSARIO	22

1. PERCHÉ UNA GUIDA OPERATIVA

Il sistema dei Certificati Bianchi, o Titoli di Efficienza Energetica (TEE), è stato definitivamente introdotto in Italia dai decreti 20 luglio 2004. L'accesso a tale sistema incentivante è articolato su tre diversi metodi di valutazione: il metodo standardizzato, il metodo analitico ed il metodo a consuntivo. I primi due si sostanziano nell'esistenza di *schede tecniche* le quali facilitano l'accesso al sistema, avendo già incluso l'algoritmo di calcolo dei risparmi che incorpora implicitamente la *baseline*, la verifica dell'addizionalità, gli aggiustamenti, ecc. Il metodo a consuntivo, viceversa, comporta un maggior coinvolgimento del proponente il quale, nel presentare il proprio progetto, è invitato a pronunciarsi sul complessivo quadro al contorno, sia di tipo tecnologico, che normativo, che di mercato. Questo compito non è di immediata esecuzione poiché ogni progetto ha le sue proprie peculiarità, e non può far tesoro dell'esperienza maturata con altri progetti analoghi già inviati a sistema. La comunità delle SSE (società di servizi energetici) e delle SEM (società con energy manager nominati) ha allora sollecitato le istituzioni nel mettere a disposizione dei riferimenti condivisi con il soggetto valutatore, in maniera da rendere più spedita la compilazione della proposta a consuntivo facilitando al contempo il lavoro istruttorio.

Il Ministero dello Sviluppo Economico ha fatto propria l'istanza, ed ha elaborato il comma 2 dell'art. 15 del DM 28.12.2012, il quale recita:

“L'ENEA predispone e pubblica, entro il 31 dicembre 2013 e successivamente con cadenza biennale, guide operative per promuovere l'individuazione e la definizione di progetti a consuntivo con particolare riferimento ai settori industriali del cemento, del vetro, della ceramica, dei laterizi, della carta, della siderurgia, dell'agricoltura e dei rifiuti nonché ai settori di cui all'articolo 4, comma 2, lettere a), b) e c) [trasporti pubblici locali, edifici e utenze delle regioni e delle province autonome e degli enti locali, riduzione del traffico urbano, illuminazione pubblica, settore idrico (N.d.R.)], del decreto del Ministro dello sviluppo economico del 15 marzo 2012. Le guide operative sono corredate della descrizione delle migliori tecnologie disponibili e delle potenzialità di risparmio in termini economici ed energetici derivanti dalla loro applicazione.”

L'ENEA, nel redigere le Guide Operative, prende contatto con associazioni di categoria e soggetti coinvolti nel sistema dei certificati bianchi (società di servizi energetici, *energy managers*, aziende leader nel settore specifico, istituzioni, utenti finali), in modo da produrre uno strumento operativo frutto di un lavoro di squadra, le cui indicazioni risultino condivise tra le parti interessate.

Per valorizzare le informazioni che vengono raccolte durante le istruttorie delle proposte di progetto, ENEA valuta le relative analisi effettuate ed estrae dati medi o tendenziali che possano fungere da media di mercato, fornendo al contempo informazioni sulla struttura degli algoritmi di calcolo dei risparmi.

Le Guide Operative non sono manuali sull'efficienza energetica nei diversi settori elencati nel comma citato in precedenza, ma hanno una finalità – ed una conseguente struttura – dedicata esclusivamente alla facilitazione nel conseguimento dei titoli di efficienza energetica. In altri termini, aspetti di inquadramento seppur importanti come la descrizione dello specifico settore produttivo, dei relativi processi produttivi e delle migliori tecniche disponibili sono limitati a quegli elementi necessari alla compilazione delle proposte.

Gli scopi che la Guida Operativa di settore si pone sono diversi; in particolare si evidenziano i seguenti:

- fornire un quadro degli interventi di razionalizzazione energetica che possono essere realizzati nello specifico settore; quando possibile, verranno citati i risultati quantitativi che possono essere ottenuti; fornire supporto nella presentazione di progetti a consuntivo; viene posta specifica attenzione alla *baseline* di riferimento, argomento che normalmente riveste caratteristiche di criticità durante la valutazione.

2. IL SETTORE DELL'AGRICOLTURA

2.1 Dati descrittivi del settore produttivo

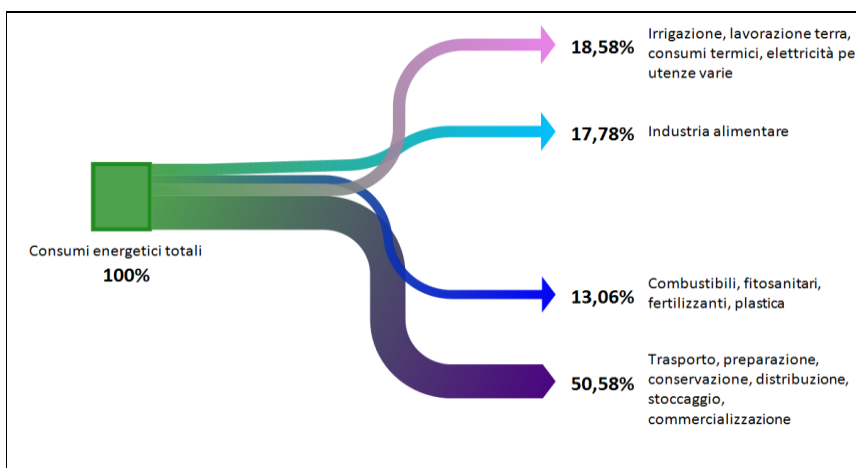
Secondo i dati riportati nel RAEE 2012¹ elaborato dall'ENEA, i consumi energetici finali interni complessivi di energia (termica ed elettrica) per il settore agricoltura (inclusa la pesca) sono stati pari a 5,2 Mtep, di cui:

- 3 Mtep per le attività relative all'irrigazione, alla lavorazione terra, all'elettricità e ai processi di essiccazione
- ulteriori 2,25 Mtep per il consumo di combustibili, fitosanitari, fertilizzanti e plastica per le serre e la pacciamatura delle coltivazioni.

I consumi di energia elettrica per uso agricolo risultano complessivamente di 5,61 TWh, pari all'1,81% del bilancio elettrico nazionale nel 2010.

Più in generale, i consumi totali di energia del sistema agroalimentare (nella sua accezione più ampia di agricoltura, agro-industria e industria alimentare) sono stati valutati in 16,31 Mtep. La suddivisione dei flussi tra le varie utenze energetiche è mostrata nel diagramma di Fig. 1.

Figura 1. Flussi energetici del sistema agro-alimentare (agricoltura, agro-industria, industria alimentare) (ENEA, RAEE 2012-2013).



¹ Rapporto annuale sull'efficienza energetica, www.enea.it/it/produzione-scientifica/pdf-volumi/V2013RAEE2011ExeSum.pdf

2.2 I consumi di energia

La presente Guida Operativa si concentra sugli usi finali dei seguenti comparti dell'agricoltura:

1. **irrigazione** delle coltivazioni in pieno campo
2. **ventilazione** di ambienti protetti per l'allevamento animale e vegetale
3. produzione di **biogas** per autoconsumo delle aziende zootecniche
4. **illuminazione** artificiale con tecnologia di tipo LED per le aziende agricole.

Le forme energetiche che condizionano i precedenti usi finali sono riconducibili a:

- *energia termica*: per la climatizzazione termica degli ambienti di lavoro aziendale, allevamento animale e vegetale (stalle, serre), con una potenzialità variabile a secondo delle produzioni e della contemporaneità;
- *energia elettrica motrice*: per l'alimentazione di tutte le utenze direttamente coinvolte nei processi che si riferiscono all'irrigazione e alla ventilazione (pompe, ventilatori e associati motori elettrici);
- *energia elettrica per l'illuminazione artificiale principalmente con lampade a fluorescenza*: per impegni nel florovivaismo protetto e negli ambienti di lavoro aziendali.

3. MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

3.1 Irrigazione delle coltivazioni in pieno campo

L'agricoltura italiana, con una superficie irrigata di 2.540.000 ettari, pari al 20,4% dell'intera superficie coltivata, consuma circa 26 miliardi di m³ di acqua all'anno. Il 40,4% delle aziende agricole, per una superficie di 1.452.335 ha (52,6%) è servito da Consorzi di bonifica mentre il 45,4%, per un area di 733.775 ha, preleva acqua dai pozzi (dati ISTAT 2007-2010) [6,7]. L'erogazione dei volumi d'acqua richiede un dispendio di energia sia per il pompaggio che per la sua distribuzione. L'energia necessaria varia in base alle diverse tipologie degli impianti di irrigazione e alle pressioni d'esercizio.

Le azioni che possono essere intraprese per ridurre il consumo energetico sono le seguenti:

- a) promuovere una captazione dell'acqua da piccoli invasi irrigui, risparmiando così l'energia necessaria per il pompaggio di acqua dai pozzi

-
- b) incentivare le tipologie di impianto che presentino una pressione d'esercizio più bassa
 - c) incentivare gli impianti di irrigazione puntuale.

ENEA ha valutato che tali interventi siano in grado di favorire un risparmio totale non inferiore a 220 tep.

I metodi più diffusi di irrigazione sono:

- l'aspersione (37,5% della superficie irrigata)
- lo scorrimento superficiale e infiltrazione laterale (30,2%)
- la microirrigazione (20,6%)
- la sommersione (8,8%)

altri che non ricadono nelle categorie sopra-elencate (3.8%).

Il **metodo per aspersione** prevede l'erogazione di acqua che, attraverso idonee apparecchiature, arriva alle colture come pioggia. Tali apparecchiature consistono in irrigatori di media o lunga gittata e di medio-grande portata disposti con avanzamento a triangolo, a quadrato o a rettangolo a seconda del grado di sovrapposizione che si vuole ottenere.

Rispetto agli altri metodi, l'irrigazione ad aspersione o a pioggia non richiede particolari sistemazioni; inoltre ha una buona efficienza irrigua in quanto non provoca perdite per scorrimento e percolazione profonda.

I sistemi irrigui ad aspersione più utilizzati, non solo in Italia ma in tutto il mondo, sono i semoventi ad ala avvolgibile, più comunemente conosciuti come *rotoloni*, nella versione con irrigatore unico o con barra d'estremità.

Un'altra tecnica di irrigazione per aspersione è con ali piovane. Gli anni '90 hanno sancito il vero successo di queste macchine, con la realizzazione di una nuova generazione di irrigatrici dotate di tecnologia innovativa.

Il **metodo per scorrimento** prevede un velo d'acqua costante durante tutto l'adacquamento che poi lungo il suo corso si va ad infiltrare sul terreno. Normalmente il metodo esige delle sistemazioni del terreno piuttosto onerose ed accurate, che si distinguono in sistemazioni ad ala semplice, ad ala doppia, a spianata, a campoletto, a fossatelli orizzontali, ad infiltrazione laterale. L'irrigazione per scorrimento è adatta per prati ed erbai.

Il **metodo a goccia** viene anche chiamato *microirrigazione* in quanto l'acqua viene erogata attraverso erogatori denominati gocciolatori in microportate e a basse pressioni. I gocciolatori vengono distinti in gocciolatori *on-line* e gocciolatori *in-line*. I primi sono degli erogatori che vengono inseriti su tubi posti sul terreno o ad una certa altezza lungo la fila delle piante. I gocciolatori *in-line* invece sono degli erogatori coestrusi

all'interno di tubi in polietilene, autopulenti grazie alla presenza di piccoli filtri in ingresso al gocciolatore stesso.

Il metodo di irrigazione a goccia costituisce ad oggi il metodo più utilizzato in frutticoltura, in orticoltura, nelle serre e nei vivai.

3.2 *Ventilazione di ambienti protetti per l'allevamento animale e vegetale*

Gli impianti di ventilazione per gli ambienti protetti utilizzati per l'allevamento animale e vegetale contribuiscono in maniera non trascurabile al consumo di energia fossile complessivo in agricoltura. Al 1° dicembre 2010 il patrimonio bovino italiano è stato stimato pari a circa 5,8 milioni di capi [7]. Per quanto riguarda invece il comparto della serricoltura, sono state stimati non meno di 8000 ettari di serre con impianti di condizionamento climatico che impiegano la ventilazione meccanica per il raffrescamento interno.

La ventilazione ha la funzione di:

- ossigenare gli ambienti e di eliminare l'aria viziata e la presenza di gas nocivi,
- eliminare l'eccesso di umidità dovuto alla respirazione e alla traspirazione degli animali e delle piante
- mitigare l'effetto dell'irraggiamento solare, soprattutto in estate.

Il tempo di funzionamento degli impianti per la ventilazione artificiale è esteso a quasi tutto l'anno con un numero di ore variabile tra mesi invernali e mesi estivi. È stato stimato (in funzione dei m³ di aria da movimentare) un rapporto variabile tra 1 e 6 tra i tempi di inserimento nel periodo freddo rispetto a quello caldo. Ai fini della presente guida operativa, si possono assumere i tempi di funzionamento riportati in Tab. 1. Si consideri che le pompe e i ventilatori sotto i 90 kW di potenza nominale in Italia sono oltre 2 milioni, con un consumo di circa 45 TWh/anno di energia elettrica; solo l'8% dei motori elettrici utilizzati nei processi industriali sono regolati da inverter. Si può estrapolare che nei comparti agricoli della zootecnia e della serricoltura una percentuale non superiore al 3-4% dei motori sia accoppiata ad un inverter.

L'ISTAT [3] stima un consumo di energia elettrica dovuto alla ventilazione artificiale di 386,8 ktep (Tab. 2).

Tabella 1. Tempi annuali di inserimento della ventilazione.

Tempo di ventilazione	Stalle di bovini [2]	Allevamenti suinicoli	Allevamenti avicoli	Sistemi serra
h/anno	2.756	3.110	3.291	2.000

Tabella 2 - Consumi per ventilazione artificiale per specie animale.

Specie Allevata	tep
Bovina e bufalina	113.737
Suina	191.723
Avicola (2000)	81.410

Con la tecnologia dell'**inverter** si è praticamente arrivati al controllo del motore asincrono trifase completo e con grande precisione. Il convertitore statico di frequenza ("*inverter*"), consente di variare la frequenza e la tensione di alimentazione di un motore asincrono trifase.

Con un inverter, che pilota il motore dedicato alla ventilazione, è possibile regolare la portata del fluido agendo direttamente sulla velocità del motore attraverso la variazione della frequenza. Se si considera un ciclo produttivo che richieda al ventilatore di dimezzare la portata, automaticamente l'inverter dimezzerà la velocità del motore e, poiché la potenza richiesta dal carico varia con il cubo della velocità, l'assorbimento energetico scenderebbe dal 100% a solo un ottavo di quello in precedenza richiesto.

3.3 Produzione di biogas per autoconsumo delle aziende zootecniche

Il calcolo del consumo di energia elettrica e termica assorbito da tutto il comparto bovino e suino Italiano è assai complesso poiché i consumi dipendono direttamente dalla tipologia di allevamento e dal livello di input tecnologico presente all'interno dell'azienda. L'inserimento di impianti a biogas per autoconsumo nelle aziende zootecniche va studiato caso per caso secondo la disponibilità di deiezioni e di stabulazione degli animali allevati e la presenza in azienda di utenze specifiche quali: disidratazione di foraggi, impianti di refrigerazione, climatizzazione di edifici rurali o di serre (esiste comunque un consumo energetico di base che può essere mediamente riscontrabile in tutte le aziende zootecniche).

Si può stabilire (v. Tab. 3) un valore medio di consumo per capo di bovino adulto (*UBA*) per poter stimare il consumo, in tep, per le utenze elettriche e termiche degli allevamenti: l'allacciamento delle utenze termiche all'impianto di raffreddamento del gruppo motore/generatore alimentato a biogas viene espresso mediante i consumi specifici e rappresenta la differenza tra il consumo nella configurazione post e quanto avrebbe consumato l'azienda agricola di riferimento per coprire le medesime utenze.

Tabella 3. Consumi annui termici ed elettrici per capo di allevamento.

Consumo	[kWh/anno/UBA]	
	Allevamenti bovini	Allevamenti suinicoli (1 suino = 0,3 UBA)
Elettrico	243	206
Termico	54,7	46,8

Sulla base di tali dati, i consumi di energia stimabili per le aziende zootecniche dovuti all'allevamento sono pari a 436,6 ktep (Tab. 4).

Le principali tipologie di consumo energetico rilevabili nelle aziende zootecniche sono le seguenti [4].

Consumo di energia elettrica

Per l'**allevamento** le utenze elettriche servono ai seguenti scopi:

- illuminazione;
- preparazione e distribuzione automatica dei mangimi;
- raccolta e primo trattamento dei prodotti (latte, uova);
- operazioni di governo degli animali (funzionamento delle mungitrici e delle lampade riscaldanti, ecc.);
- climatizzazione degli ambienti (raffreddamento, ventilazione);
- funzionamento di macchinari per la rimozione di reflui (p. es. raschiatoi meccanici, pompe, nastri trasportatori) e loro trattamento;
- climatizzazione dei locali (es. ventilatori in stalle nei periodi estivi, aspiratori emissioni dai ricoveri).

Tabella 4. Consumi energetici negli allevamenti di bovini e suini.

Allevamento	tep (elettrici)	tep (termici)	tep totali
Bovini	288.005,30	29.814,98	317.820,20
Suini	107.753,80	11.065,63	118.819,40
Totale	395.759,10	40.880,62	436.639,70

Ovviamente, l'incidenza percentuale delle varie voci può essere anche molto diversa secondo i tipi di allevamento (bovino latte, bovino carne, suinicolo, avicolo, ecc.).

Nell'**essiccazione** dei prodotti le utenze elettriche sono per:

- movimentazione del materiale;
- ventilazione;
- azionamento del bruciatore.

Consumo di energia termica

Nell'**allevamento** le utenze termiche servono ai seguenti scopi:

- riscaldamento acqua per preparare il latte rigenerato;
- lavaggio e sanitizzazione degli impianti di mungitura;
- climatizzazione degli ambienti (riscaldamento);
- riscaldare gli alimenti in forma liquida.

Nell'essiccazione dei prodotti le utenze termiche riguardano la fornitura di potenza termica al bruciatore del generatore di calore.

Oltre al costo economico, il consumo di energia determina un impatto ambientale, soprattutto in termini di emissioni in atmosfera, che può essere diretto (relativo alla produzione di energia termica) o indiretto (connesso ai processi di produzione dell'energia elettrica).

La potenzialità di biogas in Italia è di circa 20 TWh/anno di EE (2.700 MWe) o circa 6,5 Miliardi m³ di CH₄/anno. I principali substrati sono:

- Deiezioni animali : 130.000.000 t/a;
- Scarti agro-industriali: 5.000.000 t/a;
- Scarti di macellazione: 1.000.000 t/a;
- Fanghi di depurazione: 3.500.000 t/a;
- Frazione organica dei rifiuti urbani: 10.000.000 t/a;
- Residui colturali: 8.500.000 t sostanza secca/a;
- Colture energetiche: 200.000 ha.

3.4. *Illuminazione artificiale con tecnologia LED (Light Emitting Diodes)*

Il comparto orto-floro-vivaistico, tra pieno campo e coltura protetta, interessa circa 40.000 aziende in Italia, tra serre, grandi tunnel e piccoli tunnel, con volumi economici di oltre 3 miliardi di Euro in termini di produzione lorda vendibile, con un numero di occupati superiore alle 100.000 unità (dati ISTAT del 6° Censimento, 2010). Di particolare importanza per la filiera dei sistemi serra, ai fini della competizione commerciale con i Paesi del Nord-Europa (Olanda, Germania), risulta il controllo microcli-

matico della serra che, tuttavia, sebbene migliori significativamente i cicli colturali e la qualità delle produzioni, risulta ancora poco diffuso a causa del costo energetico elevato, soprattutto a causa dell'illuminazione artificiale. Per tale intervento, si impiegano lampade con tubi mercurio-fluorescenti o lampade al sodio, con potenze spesso superiori ai 400 W. Il Committee on crop terminology della Crop Science Society of America [3, 11] ha sviluppato alcune definizioni specifiche per studi sulla fotosintesi:

- PAR (Photosynthetic Active Radiation), misurato in $\mu \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. Le piante utilizzano l'intervallo tra 400 e 700 nm (al quale corrispondono circa $300\text{-}400 \mu \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$).
- PPAR (Photo-Physiologically Active Region): la regione dello spettro responsabile dei fenomeni foto-fisiologici delle piante.
- PPFD (densità di flusso fotonico foto sintetico): densità del flusso fotonico nell'intervallo tra 400 e 700 nm rappresenta, in pratica, il numero di fotoni incidenti per unità di tempo sull'unità di superficie. Si misura in $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}$ per giorno.

L'uso dei semiconduttori luminescenti (LED) consente una fonte di luce "fredda" che non interferisce con le esigenze di temperatura interna della serra. Per la crescita delle piante, mediamente, occorrono livelli di luce compresi tra $150\text{-}750 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ [1]. La radiazione solare globale che arriva sulla Terra a mezzogiorno in una giornata di sole corrisponde a $1800\text{-}2000 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ [9].

Un sistema di irradiazione della pianta che fornisce $400 \mu \text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{W}^{-1}$ con un'efficienza elettrica di conversione di $0,88 \mu \text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{W}^{-1}$ consuma circa 10,9 kW di energia elettrica per irradiare la zona richiesta [5, 9, 10]. Un vantaggio importante del sistema di irradiazione LED si riferisce soprattutto al picco di produzione spettrale che può essere quasi coincidente con l'intervallo della gamma di lunghezze d'onda di azione fotosintetica massima delle piante (rosso e blu), al contrario delle lampade tradizionali che consentono uno spettro diffuso su tutta la gamma delle lunghezze d'onda fotosinteticamente attive [2]. Altri vantaggi dei LED, oltre a un minore ingombro rispetto alle lampade, includono una durata superiore e maggiore sicurezza e affidabilità. Infine, i vantaggi dei LED dal punto di vista illuminotecnico sono:

- durata di funzionamento (LED ad alta emissione arrivano a circa 50.000 ore)
- assenza di costi di manutenzione
- elevato rendimento (se paragonato a lampade ad incandescenza e alogene)
- luce pulita perché priva di componenti IR e UV

- facilità di realizzazione di ottiche efficienti in plastica
- flessibilità di installazione del punto luce
- possibilità di un forte effetto spot (sorgente quasi puntiforme)
- funzionamento in sicurezza perché a bassissima tensione (normalmente tra i 3 e i 24 Vdc)
- accensione a freddo (fino a -40°C) senza problemi
- insensibilità a umidità e vibrazioni
- assenza di mercurio
- durata non influenzata dal numero di accensioni/spegnimenti.

Si riporta in Tab. 5 una descrizione riassuntiva comparata delle quattro tecniche descritte considerate nella presente GO.

Tabella 5. Sistemi che migliorano l'efficienza del processo agricolo.

Processo	Irrigazione	Ventilazione	Biogas	Tecnologia LED
Tecnologia più utilizzata	Aspersione con rotolone gigante	Ventilatori ad accensione sequenziale con restringimento meccanico della portata	Digestione anaerobica	Lampade fluorescenti
Fattori che influenzano il consumo energetico	Alta pressione di esercizio (10-12 bar) e rendimento irriguo alla pianta del 65 %	Velocità di funzionamento costante	-	Bassa Efficienza della lampade
Sistemi e tecnologie alternative	Aspersione con pivot e ala piovana pressione di esercizio di 2-3 bar, irrigazione a goccia	Regolatore di frequenza (inverter) e gestione automatica dell'impianto	Utilizzazione energia termica del processo di raffreddamento del motore per le utenze interne all'azienda agricola	Lampade (LED)
Stima del risparmio energetico	25%	40-70%	100%	30%
Stime del costo d'investimento	medio	Medio-alto	Ottimizzazione di un investimento già effettuato	medio
Stima payback (anni)	5	7	-	4

4. INDIVIDUAZIONE DELLA BASELINE

Per i quattro ambiti di usi finali finora descritti, i riferimenti tecnologici di *baseline* sono riportati nella Tab. 5 alla riga “Tecnologia più utilizzata”. Poiché a tutt’oggi sul sistema informativo del GSE non sono state depositate proposte per tali ambiti, non è possibile definire delle soglie quantitative per i consumi specifici ex ante.

5. STIME RELATIVE AL POTENZIALE DI PENETRAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO

Per la stime relative al potenziale di penetrazione delle quattro tecniche fin qui descritte, si fa riferimento ai valori indicativi del segmento produttivo, i quali non necessariamente coincidono con la singola realtà aziendale. Le tabelle 6, 7, 8 e 9 riportano i consumi energetici finali e le potenzialità inerenti i risparmi di energia dei comparti agricoli presi in considerazione.

Tabella 6. Irrigazione ().*

Superficie irrigata (ha)	Risparmio per ha (*) (tep)	Risparmio totale (tep)
1.051.000	0,21	220.710

(*) Risparmio ottenibile sostituendo il sistema di irrigazione ad aspersione a rotolone semovente con sistema ad ali piovane o barre irrigatrici semoventi.

Tabella 7. Ventilazione ambienti protetti. Risparmio ottenibile con tecnologia inverter.

Consumo totale per ventilazione (tep)	Risparmio totale (tep)
286.870	96.061

*Tabella 8. Biogas per aziende zootecniche.
Risparmio ottenibile con impiego di biogas autoprodotta per utenze energetiche aziendali (*).*

Consumo totale per utenze energetiche (tep)	Risparmio totale (tep)
436.639,70	436.639,70

(*) Per stimare il risparmio ottenibile dall'uso del biogas si è considerata la potenza installata attualmente in Italia e quindi si è calcolata l'energia termica disponibile per l'utilizzazione nelle utenze termiche aziendali. Tale parametro è stato valutato in accordo con le caratteristiche del biogas da fermentazione anaerobica. Quest'ultimo è una miscela composta in percentuale variabile da Metano (CH₄) e Anidride carbonica (CO₂) più altri gas presenti in tracce, in genere di composti solforati e di acqua. L'elemento principale è comunque il metano che, presente in percentuale variabile dal 50 al 65% con punte fino all'80%, determina le caratteristiche energetiche del biogas. Il potere calorifico di quest'ultimo è infatti funzione lineare del contenuto di metano nella miscela [8]. Un ipotetico biogas, con contenuto del 100 % di metano, presenta un valore corrispondente di potere calorifico inferiore pari a 9,2 kWh/Nm³, tuttavia si può scendere ad un valore del PCI variabile dal 4,6 a 6,0 kWh/Nm³ per il biogas prodotto in condizioni reali [8]. La presente GO non prende in considerazione il recupero del calore residuo dai fumi prima che vengano espulsi dal sistema. Le diverse tecnologie di recupero del calore se applicate migliorano significativamente il rendimento complessivo degli impianti a biogas.

Tabella 9 - Utilizzo dei LED. Consumo energetico annuo per l'illuminazione degli ambienti protetti (serre, ambienti di lavoro aziendali).

Ambienti protetti	Consumo totale per l'illuminazione (tep)	Risparmio totale (tep)
<i>Serre florovivaistiche(*)</i>	169.811	50.943
<i>Ricoveri animali</i>	55.690	16.707

(*) Stima su 500 ha di serre, 85 PAR W/m² e 900 ore di illuminazione/anno.

6. L'ALGORITMO DI CALCOLO DEL RISPARMIO

6.1 Risparmio relativo all'energia termica ed elettrica

6.1.1 Intervento generico

L'algoritmo per il calcolo dei risparmi è quello che confronta i consumi scelti come *baseline* con quelli misurati nella nuova situazione impiantistica che viene proposta per verificare i risparmi di energia.

L'algoritmo proposto si basa sui consumi specifici, che rappresentano la differenza tra il consumo nella configurazione post e quanto avrebbe consumato l'azienda agricola di riferimento per coprire le medesime utenze mediante i sistemi già esistenti in azienda.

Le variabili da misurare si possono riferire ai seguenti parametri:

- quantità di combustibile utilizzato per le utenze termiche;
- potere calorifico del combustibile utilizzato;
- consumo annuo di energia elettrica.

In particolare:

6.1.2 Risparmio relativo all'energia termica

$$R_t = (Ct_b - Ct_{post}) \text{ [tep/anno]}$$

in cui:

Ct_b = Consumo termico di baseline [tep/anno]

Ct_{post} = E_t/B = Consumo termico post intervento [tep/anno]

Risparmio relativo all'energia elettrica (ventilazione, irrigazione, illuminazione)

$$R_e = (Ce_{baseline} - Ce_{post}) * c \text{ [tep/anno]}$$

in cui:

$Ce_{baseline}$ = Consumo elettrico di baseline [kWh]

Ce_{post} = consumo di energia elettrica [kWh]

$c = 0,187 * 10^{-3}$ [tep/kWh]

BIBLIOGRAFIA

- [1] Campiotti C., G. Alonzo, M. Carlino, A. Bernardini, F. Dondi, M. Scoccianti, F. Di Carlo, C. Bibbiani. 2009. Accrescimento delle piante con luce LED. RT/2009/25/BIOTEC.
- [2] Carruthers S. 2002. Lighting in horticulture. Casper publications. Pty Ltd. Website: <http://www.hydroponics.com.au>. ISBN 0-9586735-7-8
- [3] CNR, Quaderni metodologici n.3, 1985.
- [4] CRPA. www.crpa.it
- [5] Hochn A. and M.W. Luttges. Tuning the efficiencies of plant lighting systems,
- [6] ISTAT, Agricoltura e Ambiente, 2007 .
- [7] ISTAT - 6° Censimento generale dell'agricoltura 2010.
- [8] INTERREG IIIA BIOGAS CH-I Comitato Termotecnico Italiano - Energia e Ambiente. 2007.
- [9] *Life Sciences Research in Space, Fourth European Symposium, 28 May-1 June 1990. Trieste, Italy, ESA-SP307, European Space Agency (1990).*
- [10] Nelson, J.A. and Bugbee B., 2013. *Supplemental greenhouse lighting: return on investment for LED and HPS fixtures.* <http://cpl.usu.edu/ledandhps>.
- [11] Shibles, Richard. (1976) Committee report: Terminology pertaining to photosynthesis. Crop Sci., 16, 437–9.

TRE REGOLE DA SEGUIRE PER LA PREPARAZIONE DELLE PPPM

UNO: SINTESI

Compilare i campi della scheda tipo in modo chiaro, esaustivo ma sintetico.

La scheda tipo “è” la proposta. Non si rimandino informazioni importanti agli allegati.

La formula dell’algoritmo va inserita e descritta compiutamente nel relativo campo della scheda tipo.

La scheda di rendicontazione deve consistere in un foglio di calcolo con formule in chiaro, nel quale si possano seguire e verificare i calcoli eseguiti.

Descrivere il progetto in modo asciutto evitando avverbi o frasi magniloquenti: non aggiungono valore informativo e rendono più pesante lo studio del caso.

La probabilità di successo della proposta *non* è proporzionale al numero degli allegati.

Fornire un semplice schema di impianto, composto dai principali elementi con linee di connessione, da cui si capisca come erano le situazioni ex ante ed ex post. Evidenziare, in modo chiaro, il posizionamento degli strumenti di misura, possibilmente con una legenda che li descriva ed individui.

DUE: CONTATTI

ENEA fornisce chiarimenti via telefono o via e-mail sui progetti da proporre o in corso di valutazione, o programma incontri coi proponenti.

Per domande, inviare una mail a: certificatibianchi@enea.it
oppure riempire il modulo sul blog ENEA:

<http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/faq.html>

Per chiedere un incontro, riempire il modulo:

<http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/chiedere-un-incontro-col-gdl.html>

TRE: TAKE CARE

I certificati bianchi migliorano il conto economico, valorizzano l’immagine, aumentano il giro di affari di proponenti e clienti partecipanti. Per conseguire tutti questi tangibili vantaggi, il proponente abbia cura nella preparazione della proposta. Conviene dedicare impegno addizionale nella predisposizione della proposta: se questa è ben presentata, si abbreviano i tempi di istruttoria e si ottengono certificati più velocemente. È un interesse comune a tutti noi.

GLOSSARIO

AEEG	Autorità per l'energia elettrica e il gas
CH ₄	Metano
DLgs	Decreto legislativo
DM	Decreto ministeriale
EE	Energia Elettrica
EEN	Efficienza energetica
ENEA	Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
GO	Guida Operativa
LED	Light Emitting Diode
PAR	Photosynthetic active Active Radiation
PPAR	Photo-Physiologically Active Region
PPFD	densità di flusso fotonico foto sintetico
PPPM	Proposta di progetto e programma di misura
RAEE	Rapporto Annuale Efficienza Energetica
RL	Risparmio Lordo
RSL	Risparmio Specifico Lordo annuo
SEM	Soggetto con obbligo di nomina dell'Energy Manager ai sensi della legge 10/91
SSE	Società di Servizi Energetici
TEE	Titoli di efficienza energetica
tep	Tonnellata equivalente di petrolio (=107 kcal)
UBA	Unità bovino adulto
Vdc	Volts of direct current – tensione continua

***L'ENEA - UTEE ricopre le funzioni di
Agenzia nazionale per l'efficienza energetica***

Come tale ha la responsabilità di supervisionare il quadro istituito allo scopo di rafforzare il miglioramento dell'efficienza degli usi finali dell'energia sotto il profilo costi/benefici, e di verificare il risparmio energetico risultante dai servizi energetici e dalle altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica, comprese quelle vigenti a livello nazionale, e riferisce in merito ai risultati della verifica. (Decreto legislativo 50 maggio 2008 n. 115, Art. 4, recepimento della Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici).

*ENEA-UTEE Unità tecnica per l'efficienza energetica
Gruppo di lavoro sui certificati bianchi
Centro Ricerche Casaccia
Via Anguillarese, 301
00123 Santa Maria di Galeria (Roma)
Tel. 06 30483574*

certificatibianchi@enea.it

<http://blogcertificatibianchienea.weebly.com/index.html>

Edito dall'ENEA

Unità Comunicazione

Lungotevere Thaon di Revel, 76 – 00196 Roma

www.enea.it

Gestione banca dati 'certificati bianchi': Daniele Ranieri

Grafica e versione digitale: Giuseppina Del Signore

Revisione editoriale: Rosa Labellarte

Copertina: Cristina Lanari

Stampa: Laboratorio tecnografico – Centro Ricerche ENEA Frascati