



DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE

OGGETTO: Attuazione Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR): Indirizzi ambientali e criteri tecnici per le applicazioni del solare termico e fotovoltaico e per lo sviluppo delle filiere bioenergetiche nel territorio marchigiano

LA GIUNTA REGIONALE

VISTO il documento istruttorio riportato in calce alla presente deliberazione predisposto dal Servizio Ambiente e Paesaggio - Posizione di Funzione Aree Protette, Protocollo di Kyoto, Riqualficazione Urbana dal quale si rileva la necessità di adottare il presente atto;

RITENUTO, per i motivi riportati nel predetto documento istruttorio e che vengono condivisi, di deliberare in merito;

VISTA la proposta del Dirigente del Servizio Ambiente e Paesaggio che contiene il parere favorevole di cui all'articolo 16, comma 1, lettera d) della legge regionale 15 ottobre 2001, n. 20 sotto il profilo della legittimità e della regolarità tecnica e l'attestazione dello stesso che dalla deliberazione non deriva né può derivare alcun impegno di spesa a carico della Regione;

VISTO l'articolo 28 dello Statuto Regionale;

con la votazione, resa in forma palese, riportata a pagina 1

DELIBERA

- di approvare gli indirizzi ambientali ed i criteri tecnici relativi alle applicazioni del solare termico e fotovoltaico nel territorio marchigiano, che, allegati al presente atto, ne costituiscono parte integrante e sostanziale – Allegato "A".
- di approvare gli indirizzi ambientali ed i criteri tecnici relativi allo sviluppo delle filiere bioenergetiche nel territorio marchigiano, che, allegati al presente atto, ne costituiscono parte integrante e sostanziale – Allegato "B".

IL SEGRETARIO DELLA GIUNTA

Dott. Bruno Brandoni

IL PRESIDENTE DELLA GIUNTA

Dott. Gian Mario Spacca

DOCUMENTO ISTRUTTORIO

Normativa di riferimento



DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE

- Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) approvato con deliberazione del Consiglio della Regione Marche n. 175 del 16 febbraio 2005;

Motivazione:

La Regione, con Delibera del Consiglio Regionale n. 175 del 16.02.05, ha approvato il Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR).

Il PEAR è uno strumento attraverso il quale la Regione programma ed indirizza gli interventi, anche strutturali, in campo energetico ambientale nel proprio territorio, promuovendo, opportunamente, in particolar modo, l'impiego delle fonti rinnovabili.

Nel PEAR vengono valutate separatamente, in merito alle diverse fonti, le potenzialità delle energie rinnovabili, tenendo conto dell'ambito territoriale regionale in cui si sviluppano.

Per quanto riguarda l'energia solare, nel PEAR, viene riconosciuta la sua funzione strategica proponendo di agevolare ed incentivare l'uso dei pannelli solari e fotovoltaici. Infatti viene privilegiata lo sfruttamento dell'energia solare nell'edilizia e, tra i requisiti cogenti da introdurre nei Regolamenti Edilizi, viene inserito l'obbligo di installare i pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria in tutte le nuove costruzioni.

Con L. R. n. 7/2004, modificata con L. R. n.6/2007, si stabilisce che la Regione, con linee guida approvate dalla Giunta Regionale, sentita la competente commissione, definisce le modalità di esecuzione delle procedure di verifica e di VIA e gli aspetti tecnici relativi agli impianti di tipo solare fotovoltaico e solare termico finalizzati alla pronuncia del giudizio di compatibilità ambientale.

In attesa dell'approvazione di tali linee guida, si rende necessario emanare criteri di base per l'inserimento degli impianti solare fotovoltaico e solare termico nel territorio regionale, alla luce delle indicazioni generali del PEAR.

Tali indirizzi risultano oramai indilazionabili, a due anni dall'approvazione del PEAR, per il nuovo e cospicuo interesse da parte del cittadino sia in campo privato che pubblico per l'installazione di impianti solari termici e fotovoltaici nonché per la nuova e corposa normativa statale volta ad incentivare tali impianti.

La stesura degli stessi è stata effettuata dall'Università Politecnica delle Marche - Dipartimento di Energetica, nell'ambito della Convenzione, reg. int. n. 9974/2005, relativa alla consulenza tecnico-scientifica per l'attuazione del Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR), in piena collaborazione con la P. F. Aree Protette, Protocollo di Kyoto, Riqualificazione Urbana.

Viene, quindi, definito un quadro di indirizzi sull'energia solare che, nel sommario, indica lo stato dell'arte delle tecnologie impiantistiche e, successivamente, determina un quadro di insieme di procedure per accedere agli incentivi, previsti dalla legislazione vigente, nonché di procedure autorizzative per la realizzazione di nuovi impianti.

Tali indirizzi favoriscono un approccio esemplificativo da parte del cittadino e delle imprese sia alle tecnologie impiantistiche che ad un nuovo quadro normativo.

Per quanto riguarda le biomasse, nel PEAR, viene evidenziata l'importanza della promozione della produzione e dell'impiego delle stesse in merito al loro apporto non trascurabile al bilancio energetico regionale



DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE

nonché in merito al loro contributo fattivo al rilancio delle attività agricole, forestali e zootecniche.

Altro fattore importante viene rappresentato dalla necessità di innescare una filiera agro-energetica che permetta di concentrare in ambiti territoriali ristretti l'offerta di biomasse, provenienti da colture dedicate e da residui agro-forestali e la relativa domanda per la produzione di energia elettrica e termica e per l'impiego di biocombustibili.

Infatti la valenza ambientale ed economica delle biomasse si esplica compiutamente solo se produzione ed utilizzo sono concentrati nel raggio di qualche decina di chilometri.

A tal fine sono stati redatti gli indirizzi per lo sviluppo delle filiere bioenergetiche dall'Università Politecnica delle Marche - Dipartimento di Energetica, nell'ambito della Convenzione, reg. int. n. 9974/2005, relativa alla consulenza tecnico-scientifica per l'attuazione del Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR), in piena collaborazione con la P. F. Aree Protette, Protocollo di Kyoto, Riqualificazione Urbana.

Gli indirizzi individuano due distinti gruppi di tipologie di filiere: Filiere centrate sull'azienda agricola o sue aggregazioni e Filiere centrate sui sistemi agro- industriali; per ciascuna filiera individuata nei due gruppi sono state redatte singole schede tecniche di sintesi.

Nelle schede vengono valutati gli aspetti ambientali, tecnici ed economici delle diverse filiere nonché le tecnologie energetiche di riferimento.

Nelle conclusioni viene elaborata, sulla base di una sintesi realizzata sulle filiere analizzate, una graduatoria di preferenza delle filiere ottenuta a partire dagli aspetti energetici, ambientali, economici e di aggregazione considerati.

Alla luce di quanto sopra esposto si propone:

- di approvare gli indirizzi ambientali ed i criteri tecnici relativi alle applicazioni del solare termico e fotovoltaico nel territorio marchigiano, che, allegati al presente atto, ne costituiscono parte integrante e sostanziale – Allegato "A".
- di approvare gli indirizzi ambientali ed i criteri tecnici relativi allo sviluppo delle filiere bioenergetiche nel territorio marchigiano, che, allegati al presente atto, ne costituiscono parte integrante e sostanziale – Allegato "B".

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Raffaella Fontana

POSIZIONE DI FUNZIONE AREE PROTETTE, PROTOCOLLO DI KYOTO, RIQUALIFICAZIONE URBANA

VISTO

IL DIRIGENTE RESPONSABILE

Arch. Silvia Catalano

Indirizzi ambientali e criteri tecnici per le applicazioni del solare termico e fotovoltaico nel territorio marchigiano

H

1. VALUTAZIONE CRITICA DEGLI IMPIANTI SOLARI..... 3

- 1.1 SISTEMI PER ABITAZIONI "MONO" O "BI"-FAMILIARI 4
- 1.2 IMPIANTI DI GRANDI DIMENSIONI..... 5
- 1.3 IL RISCALDAMENTO DELLE PISCINE..... 6
- 1.4 L'INSTALLAZIONE NEGLI STABILIMENTI BALNEARI..... 7

2. INTEGRAZIONE DEL FOTOVOLTAICO IN EDILIZIA 9

- 2.1 INTEGRABILITA' TECNOLOGICA 10
- 2.2 INTEGRABILITA' AMBIENTALE 12
- 2.3 INTEGRABILITA' BIOCLIMATICA..... 14
- 2.4 CRITERI PER LA PROGETTAZIONE URBANA..... 15
- 2.5 IL FOTOVOLTAICO NEGLI EDIFICI INDUSTRIALI..... 17
- 2.6 TIPOLOGIE DI INTERVENTO 18
 - 2.6.1 Impianti su tetti..... 19
 - 2.6.2 Impianti retrofit su tetti inclinati 19
 - 2.6.3 Impianti retrofit su tetti piani 20
 - 2.6.4 Impianti integrati su tetti..... 21
 - 2.6.5 Impianti su facciata 21
 - 2.6.6 Strutture di arredo urbano 23
- 2.7 INTEGRABILITA' SECONDO IL D.M. 19/2/2007 24

3. PROCEDURE PER NUOVI IMPIANTI..... 26

- 3.1 Introduzione 26
- 3.2 Impianti fotovoltaici 27
 - 3.2.1 Il "Conto Energia"..... 27
 - 3.2.2 Procedure per l'ottenimento della tariffa incentivante 29
 - 3.2.3 Possibile cumulabilità degli incentivi 30

3.2.4	Disciplina di Valutazione di Impatto Ambientale (L.R. 7/2004 e ss.mm.ii.)	31
3.3	Impianti solari termici.....	36
3.3.1	Legge finanziaria 2007.....	36
3.3.2	Disciplina della valutazione di impatti ambientale (L.R. 7/2004 e ss.mm.ii.)	37

luglio 2007

8

1
h

1. VALUTAZIONE CRITICA DEGLI IMPIANTI SOLARI

La tecnologia del solare termico è tecnicamente consolidata da tempo e nel corso degli anni è stata perfezionata al punto da poter coprire una larghissima fascia di utenze. Il mercato offre quindi un gran numero di sistemi che possono soddisfare molte richieste, dal semplice riscaldamento di piscine o docce per stabilimenti estivi fino alla produzione di acqua calda igienico-sanitaria per utenze di grandi dimensioni (ospedali, scuole, alberghi, ecc.).

Tuttavia bisogna indicare quali sono gli aspetti generali ritenuti maggiormente importanti per la valutazione della bontà e della fattibilità di un impianto solare termico al fine di ottenere buoni rendimenti, al di là del rispetto delle giuste norme di sicurezza e di installazione valide per ogni tipo di impianto. Questa analisi dei criteri di valutazione dei progetti che verranno presentati è molto importante anche alla luce della possibilità di usufruire dei contributi regionali o provinciali, che vengono assegnati spesso attraverso l'utilizzo di punteggi complessivi.

Il primo indice da considerare per la valutazione e la conseguente assegnazione di incentivi finanziari è rappresentato dal risparmio energetico annuo in relazione al capitale investito. In generale un indice di redditività minimo su base annua è di circa 700 kWh/1.000 €, per cui gli interventi al di sotto di questa soglia non vengono giudicati significativi e quindi potrebbero risultare non ammissibili ai fini dell'erogazione di contributi. Viceversa vengono tenuti in maggiore considerazione i progetti che forniscono un risparmio energetico annuo di oltre 3.500 kWh/ 1.000 €.

Naturalmente il risparmio energetico è la caratteristica principale che un impianto di tal genere deve possedere. Attraverso la sua introduzione, infatti, si identifica un indice di redditività finanziaria della nuova installazione, che permette, in concordanza con la vita dell'impianto (considerata in media attorno ai 20 anni), di giudicare l'effettivo risparmio ottenuto con la tecnologia solare rispetto alle altre fonti energetiche convenzionali prima utilizzate. In media i risparmi annui e i conseguenti tempi di ritorno dell'investimento per piccoli impianti domestici variano dai 400 €/anno con 6 anni per il recupero rispetto alla produzione di calore con metano, ai 600 €/anno e 4 anni rispetto all'utilizzo di energia elettrica. In generale il tempo di ritorno dell'investimento decresce nelle applicazioni con elevati consumi estivi, come alberghi o campeggi, come pure nelle applicazioni destinate alle esigenze durante tutto l'arco dell'anno, come ad esempio accade negli impianti domestici dove il sistema fornisce l'intero fabbisogno durante il periodo estivo e preriscalda l'acqua in inverno contribuendo al risparmio energetico. Viceversa aumenta notevolmente quando i consumi di acqua calda sono modesti o irregolari, rendendo quindi l'installazione di un impianto solare termico sconsigliabile.

Gli obiettivi delle energie rinnovabili sono molteplici, ma attraverso l'attuazione del Protocollo di Kyoto la riduzione dei gas ad effetto serra diffusi nell'atmosfera è diventata di primaria importanza. Per questo le emissioni di CO₂ evitate attraverso l'installazione di impianti solari termici a sostituzione dei generatori convenzionali di energia termica, come scaldabagni elettrici o caldaie a metano, costituiscono sicuramente un'importante indice di valutazione della validità di un sistema. Il valore minimo su base annua per il

quale un intervento può essere dichiarato ammissibile è stimato in circa 200 tonnellate, mentre ai progetti di impianti che consentano una riduzione di oltre 1500 t/anno vengono assegnati i punteggi massimi.

I valori minimi discussi in precedenza in termini di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni di CO₂, individuano intrinsecamente anche delle spese minime di acquisto ed installazione, al di sotto delle quali non è possibile usufruire di contributi. In generale i costi ammissibili per grandi impianti di società del settore agricolo o per fini industriali sono pari ai 50.000 €. Le cifre si riducono notevolmente in tutte quelle applicazioni medio-grandi relative ai settori del turismo, del commercio e dell'artigianato, oltre che per tutte le costruzioni pubbliche come scuole, ospedali, uffici. Anche per gli impianti ad uso edilizio, destinati però a molte utenze, come i grandi complessi residenziali o condominiali, la spesa minima ammissibile è la stessa, ovvero pari ai 15.000 €. Per promuovere comunque anche lo sviluppo degli impianti di piccola taglia destinati in particolare a residenze monofamiliari e bifamiliari, oppure a piccoli stabilimenti balneari o turistici, il costo minimo d'impianto per essere ammessi all'erogazione dei contributi potrebbe scendere fino ad un limite di 2.500-5.000 €.

Infine viene data particolare attenzione a tutti quegli interventi che abbiano un valore dimostrativo. La qualifica di progetto dimostrativo viene attribuita alle proposte che abbiano caratteristiche innovative non ancora mature per la diffusione su larga scala e che diano un contributo sostanziale al bilancio energetico complessivo dell'impianto, combinando varie metodologie progettuali e gestionali. Per questi tipi di progetti l'entità dei contributi può coprire anche il 100% delle spese di realizzazione. Un esempio di impianto dimostrativo, che ha la funzione pilota per altri sistemi dello stesso tipo, è la nuova piscina di Melegnano che può fornire valide indicazioni sull'installazione di impianti di grosse dimensioni.

In ogni caso è bene precisare che tutti i dati riportati precedentemente sono frutto di ricerche effettuate su vari regolamenti edilizi locali o su testi di bandi, provinciali o regionali, finalizzati all'erogazione di contributi per il solare termico. Perciò questi valori non hanno alcuna validità generale, ma possono comunque servire, a chi fosse chiamato a stilare un regolamento sui requisiti principali che l'impianto dovrebbe possedere.

1.1 SISTEMI PER ABITAZIONI "MONO" O "BI"-FAMILIARI

Il settore delle singole abitazioni monofamiliari o bifamiliari rappresenta il segmento di mercato con il maggior numero di soluzioni impiantistiche attuabili. La scelta del tipo di impianto più idoneo non può essere generalizzata, ma va effettuata in seguito alla valutazione di più fattori, primo fra tutti l'utilizzo dell'abitazione stessa e il conseguente fabbisogno annuo di acqua calda.

Ad esempio per le residenze estive o le seconde case, che vengono sfruttate in generale per pochi mesi all'anno, è sicuramente preferibile un'installazione semplice caratterizzata da una certa economicità. In questo tipo di abitazioni, quindi, vengono solitamente applicati sistemi a circolazione naturale oppure collettori ad accumulo integrato. La semplicità e la versatilità della loro installazione unite alla comunque elevata efficienza nella

stagione estiva, grazie all'abbondanza di radiazione solare, li rendono assolutamente adatti per tali applicazioni, coprendo l'intero fabbisogno di acqua calda nei mesi interessati e contenendo comunque i tempi di ritorno del capitale investito. Infatti, l'adozione di sistemi più complessi a maggiore efficienza comporterebbero spese iniziali sensibilmente più elevate e l'utilizzo delle abitazioni, e quindi dell'impianto, durante pochi mesi l'anno non potrebbe fornire un indice di redditività tale da poter conseguire risparmi finanziari apprezzabili.

Il discorso cambia radicalmente se vengono considerate installazioni applicate ad abitazioni utilizzate durante tutto l'arco dell'anno. Infatti in tali casi l'impianto solare termico può fornire l'intero fabbisogno di acqua calda sanitaria nel corso dei mesi estivi, ed inoltre può dimostrarsi come un'ottima soluzione per il preriscaldamento dell'acqua anche durante l'inverno, dando così l'opportunità di ulteriori risparmi energetici. L'aumento dei costi iniziali, dunque, non rappresenta un problema e vengono perciò richiesti impianti con un'efficienza superiore e con ridotte perdite termiche, dato il loro utilizzo anche nei mesi più freddi. La soluzione ideale quindi è l'installazione di un impianto a circolazione forzata, dato che, essendo effettuato il posizionamento del serbatoio nel sottotetto, si ha un migliore isolamento termico ed una notevole riduzione della dispersione di calore. Inoltre, come già visto, all'interno delle zone urbane spesso sono in vigore regolamenti edilizi che vietano l'esposizione di serbatoi d'accumulo sui tetti, per cui un impianto a circolazione forzata può risolvere anche questo problema. Inoltre da un sistema di questo tipo è attendibile una vita più lunga, per cui le possibilità di un sensibile recupero dell'investimento iniziale aumentano.

Il sistema a circolazione forzata permette inoltre di poter usufruire dell'energia solare anche per il riscaldamento degli ambienti. Infatti, se pianificato assieme alla progettazione del sistema di riscaldamento domestico, il ricorso all'energia solare può costituire una valida fonte di risparmio. Pur non raggiungendo percentuali di copertura del fabbisogno di riscaldamento invernale molto superiori al 10-20%, ai sistemi solari combinati si deve un risparmio di energia primaria decisamente superiore a quello relativo a sistemi per la sola acqua calda sanitaria. Per il sistema combinato è consigliabile l'utilizzo di collettori solari sottovuoto, che, grazie alla loro grande capacità di isolamento termico, assicurano grandi efficienze anche nei periodi freddi. Inoltre la superficie complessiva dei pannelli deve essere maggiorata e proprio per questo, nei mesi in cui non è richiesto il riscaldamento degli ambienti, l'impianto risulta decisamente sovradimensionato, a meno che non esistano particolari carichi estivi, come, ad esempio, una piscina scoperta.

1.2 IMPIANTI DI GRANDI DIMENSIONI

Impianti solari a grande scala con superficie di collettori dai 100 m² ai 1000 m² possono essere impiegati in grandi edifici plurifamiliari, ospedali, caserme, residenze per anziani o per studenti e nel settore turistico.

Per queste applicazioni è assolutamente sconsigliato l'utilizzo di molti piccoli impianti a circolazione naturale attrezzati con singoli serbatoi destinati ognuno ad una singola utenza. In questo modo, infatti, si avrebbero e-

normi costi difficilmente recuperabili, con complicati schemi di distribuzione dovuti alla presenza di numerosi fasci tubieri. Potrebbero insorgere anche problemi di rifornimento delle utenze più lontane. Inoltre la presenza dei serbatoi direttamente sul tetto aumenta la dispersione termica e potrebbe creare problemi da un punto di vista estetico.

E' preferibile utilizzare un impianto a circolazione forzata con un unico circuito di distribuzione e con l'utilizzo di pochi (uno o due) serbatoi centralizzati per l'accumulo dell'energia termica, al fine di semplificare lo schema di distribuzione, ridurre le perdite termiche ed assicurare il servizio a tutte le utenze.

Impianti di grandi dimensioni di questo tipo, con un accumulo giornaliero in grado di coprire il 60-80% circa del fabbisogno termico totale per acqua calda sanitaria, risultano essere tra le applicazioni maggiormente vantaggiose del solare termico da un punto di vista economico. I risparmi energetici annui sono dell'ordine di 600-900 kWh/m². Grazie alle dimensioni, vengono usati singoli elementi captanti di elevata superficie, cosicché il costo specifico dell'impianto può diminuire senza penalizzarne l'efficienza. La copertura del fabbisogno termico, compreso anche quello degli ambienti, è massimizzata con l'installazione di impianti solari centralizzati ad accumulo stagionale, nei quali l'energia solare termica captata durante i mesi estivi viene stoccata e utilizzata per il riscaldamento durante la stagione fredda. Si possono arrivare a coprire percentuali del fabbisogno annuo pari al 50-80%, con risparmi energetici anche di 700 kWh/m² per anno. L'applicazione ideale di questi impianti è quella di un gruppo di edifici, connessi tra loro da una rete di distribuzione del calore, con un fabbisogno termico superiore a 1500 MWh/anno.

Esistono comunque dei requisiti e dei presupposti per l'installazione e il favorevole esercizio di un impianto solare di grandi dimensioni, primo fra tutti la disponibilità di superficie sul tetto, considerando anche i possibili ombreggiamenti e la giusta orientazione. Inoltre, per la realizzazione di questi sistemi, l'impianto termico già esistente deve essere centralizzato e ben bilanciato (sia quello per il riscaldamento ambienti, sia quello di distribuzione dell'acqua sanitaria).

1.3 IL RISCALDAMENTO DELLE PISCINE

Un'applicazione che risulta particolarmente vantaggiosa per l'installazione di un impianto solare termico è rappresentata dal riscaldamento delle piscine, in particolare di quelle scoperte. Questo è dovuto in primo luogo al fatto che l'utilizzo delle piscine avviene in concomitanza dei massimi periodi di insolazione ed inoltre perché la temperatura di esercizio non è particolarmente elevata (22-24°C). Per tali motivi la captazione dell'energia solare può avvenire tramite collettori senza elevate efficienze e di basso costo: i pannelli scoperti. Un ulteriore aspetto di economicità e di conseguente convenienza del riscaldamento delle piscine tramite solare termico è che lo schema di impianto risulta particolarmente semplice. Il circuito, infatti, è aperto ed il fluido termovettore che circola all'interno dei collettori è proprio l'acqua della piscina, la quale invece rappresenta il sistema di accumulo dell'energia termica.

Anche questo vantaggio porta all'utilizzo di pannelli scoperti che molto spesso vengono realizzati in semplice plastica, che non risente dei possibili fenomeni corrosivi dovuti al cloro presente nell'acqua. La semplicità del circuito aperto implica anche una naturale autoregolazione della temperatura della piscina in presenza di elevate temperature ambiente. In tal caso infatti i collettori scaldano maggiormente l'acqua fino a portare la temperatura di esercizio a temperature di 26-28°C, onde evitare shock termici ai bagnanti. Il dimensionamento dell'impianto è legato soprattutto alla superficie della piscina e in particolare deve essere pari a 0,5-1 il valore di questa ultima.

1.4 L'INSTALLAZIONE NEGLI STABILIMENTI BALNEARI

Un campo d'applicazione della tecnologia del solare termico che può risultare interessante soprattutto nella nostra regione è quello degli stabilimenti balneari, in particolare nelle zone di grande presenza turistica. La concomitanza fra il periodo di frequentazione delle spiagge e quello di massima insolazione sul territorio, favorisce, in certi casi, delle buone rendite degli impianti solari. Inoltre lungo il litorale difficilmente si possono incontrare problemi di orientamento e di posizionamento dei collettori dovuti a possibili ombreggiamenti e nelle riviere di maggiore affluenza di bagnanti, caratterizzati anche da grandi strutture turistiche, difficilmente soggette a vincoli di tipo estetico. D'altra parte, l'utilizzo dell'impianto nei soli mesi estivi rappresenta un problema dal punto di vista del recupero dell'investimento iniziale. L'impossibilità, infatti, di potere avere risparmi energetici distribuiti lungo tutto l'arco dell'anno diminuisce molto l'indice di redditività degli impianti, ovvero il rapporto tra l'energia risparmiata ed il capitale investito. Per questo motivo bisogna distinguere vari casi e per ognuno scegliere la modalità impiantistica migliore.

Consideriamo dapprima una struttura medio-grande provvista di bar, ristorante, servizi sanitari e docce per i clienti. Uno stabilimento così composto ricaverebbe sicuramente dei vantaggi dall'installazione di un impianto solare termico. Bisogna infatti ricordare che l'acqua calda prodotta può essere destinata non solo alle docce o alle altre utenze sanitarie, ma anche, ad esempio, alle lavastoviglie, le quali richiedono grandi quantitativi di acqua a temperatura relativamente elevata, con eventuali consumi di energia elettrica. Per cui la presenza di bar o ristorante, dato il loro considerevole utilizzo di lavastoviglie durante l'arco della giornata, sono fondamentali per ottenere buoni indici di redditività e tempi di recupero dell'investimento relativamente brevi. In questi casi, dunque, è possibile l'installazione di impianti a circolazione naturale con pannelli vetrati. Infatti scegliendo la circolazione naturale, piuttosto che quella forzata, i costi di installazione e di manutenzione diminuiscono e il conseguente posizionamento del serbatoio d'accumulo, sul tetto dello stabilimento, non crea problemi di isolamento termico, data l'assenza di significativi fenomeni di dispersione di calore, a causa della temperatura ambiente comunque alta durante il periodo estivo. L'adozione di collettori vetrati si rende invece necessaria, nonostante il maggior costo rispetto ai pannelli scoperti, per poter raggiungere temperature elevate dell'acqua necessaria alle lavastoviglie.

Nel caso sia presente nello stabilimento una piccola piscina, ad esempio destinata all'utilizzo da parte dei bambini, è possibile creare una derivazione dal serbatoio per potere spillare, tramite una pompa, dell'acqua calda e destinarla al riscaldamento della piscina stessa. Per questo, però, è consigliabile un'ulteriore attenta analisi del fabbisogno di acqua calda e valutare la possibilità di aumentare la superficie captante oltre che la capacità del serbatoio d'accumulo, con l'aumento conseguente dei costi di acquisto.

Spostando l'attenzione verso i piccoli stabilimenti, privi di bar o ristorante, che richiedono acqua calda quasi esclusivamente per l'utilizzo delle docce, il problema redditività economica annua dell'impianto e conseguentemente del ritorno di capitale diventa fondamentale. In questi semplici casi il fabbisogno di acqua calda e la temperatura alla quale questa deve essere fornita diminuiscono, per cui si rende necessario l'utilizzo di sistemi caratterizzati da costi di acquisto, installazione e manutenzione relativamente bassi. Inoltre anche la superficie captante deve essere di molto diminuita sempre al fine di ridurre i costi e non avere eccessi inutilizzati di acqua calda. La soluzione, quindi, risiede nell'installazione di impianti a circolazione naturale con pannelli scoperti di piccola taglia oppure di impianti integrati. Tramite la consulenza di tecnici ed installatori esperti del settore, si può comunque ricavare una certa convenienza economica anche per queste tipologie di installazioni.

2. INTEGRAZIONE DEL FOTOVOLTAICO IN EDILIZIA

Con una tecnologia ormai consolidata e a prescindere dalle esigenze, (come può essere ad esempio l'uso abitativo o quello pubblico, la possibilità di connettersi in rete o il soddisfacimento della singola utenza isolata), il fotovoltaico si presta ad un ventaglio di diverse opzioni applicative, che vedono nell'integrazione edilizia l'opportunità di maggior rilievo.

L'integrazione degli impianti FV negli edifici, rappresenta in Italia senza dubbio l'area di intervento più promettente per le possibili riduzioni di costo e per le sue ampie potenzialità di diffusione su ampia scala.

L'analisi delle potenzialità del rapporto simbiotico tra tecnologia fotovoltaica ed edilizia rappresenta la vera linea strategica da seguire. Per questo motivo risultano opportuni una valorizzazione o un rilancio della tecnologia puntando proprio sull'inserimento di moduli fotovoltaici negli edifici, l'area più promettente per le possibili riduzioni di costo legate all'integrazione solare nei componenti edili e per le sue ampie potenzialità di applicazione.

Fino ad ora, l'ostacolo principale allo sviluppo e alla diffusione degli impianti fotovoltaici è stato il problema riguardante l'elevato costo di questi sistemi di produzione elettrica, in relazione alle loro prestazioni, certamente inferiori a quelle di altri processi di produzione dell'energia elettrica.

Pertanto la competitività della tecnologia fotovoltaica, è fortemente legata alla capacità d'integrazione dei moduli all'interno dell'industria edilizia, infatti, se questi si considerano, non solo come elementi di produzione, ma anche come veri e propri elementi costituenti l'involucro edilizio, è possibile abbassarne il costo relativo, potendoli introdurre nelle costruzioni al posto di altri componenti, la cui presenza avrebbe dovuto in ogni caso essere prevista, portando così ad un risparmio in termini di mancato acquisto.

Un'altra grande possibilità, che offre il sistema fotovoltaico, è quella di poter sfruttare i moduli per il controllo e/o miglioramento delle condizioni climatiche interne, permettendo quindi di realizzare soluzioni bioclimatiche, basate sul recupero e/o sfruttamento del calore prodotto durante il loro funzionamento. Queste soluzioni, che verranno approfondite in seguito, sono in grado di migliorare le prestazioni termiche dell'edificio e consentono un risparmio energetico per quanto riguarda la climatizzazione degli ambienti.

Tuttavia, i sistemi FV mostrano anche aspetti negativi, come i vincoli progettuali derivanti dalla nuova funzione cui il pannello deve essere adibito, cioè quello di elemento architettonico. I moduli dovranno perciò rispettare vincoli estetici, e garantire particolari prestazioni funzionali, per esempio, dovranno sostituire le normali tenute che un edificio deve garantire per evitare infiltrazioni di acqua piovana, o presentare una certa trasparenza per favorire il flusso di luce all'interno dell'edificio stesso, o ancora, dovranno fungere da barriera anti rumore.

E' chiaro, quindi, che i moduli, che costituiscono i sistemi integrati dovranno rispondere a determinati requisiti, sicuramente più restrittivi di quelli richiesti ad un normale modulo FV. Inoltre, bisogna considerare la compatibilità dei moduli, non solo all'interno della struttura in cui andranno montati, ma anche rispetto all'ambiente circostante questa struttura. Si pensi ad esempio all'impatto che può essere provocato dall'inserimento di un impianto

fotovoltaico nel tetto o nella facciata di un edificio appartenente al centro storico di una città.

Alla luce di tutte queste considerazioni è utile analizzare separatamente i vari aspetti legati all'inserimento nelle strutture edilizie, al fine di ottenere un giudizio sull'opportunità o meno di installazione dei moduli a seconda delle varie circostanze.

Questi aspetti sono:

- integrabilità tecnologica;
- integrabilità ambientale;
- integrabilità bioclimatica.

In questa sezione vengono trascurati gli aspetti energetici riguardanti l'efficienza e la produttività del generatore (energia incidente, rendimento di conversione, inclinazione e orientamento delle superfici a disposizione per l'installazione dei moduli ecc.), in quanto è chiaro che la trattazione di questi deve essere fatta preliminarmente, rappresentando il primo vincolo per la progettazione di un sistema integrato nell'edificio.

2.1 INTEGRABILITA' TECNOLOGICA

Questo aspetto prende in considerazione le problematiche riguardanti la connessione e l'interfacciamento dei moduli con le strutture esistenti.

Si fa riferimento in particolare alla compatibilità dei materiali e delle strutture preesistenti al sistema fotovoltaico ed i suoi componenti (moduli, struttura portante, inverter).

Perciò prima di installare il generatore è necessario valutare, se questa operazione è fattibile dal punto di vista tecnico.

In quest'ottica bisogna considerare il fatto che i moduli non sono solo produttori di energia, ma anche veri e propri elementi di rivestimento, devono perciò possedere tutte quelle proprietà caratterizzanti tali elementi.

Deve essere garantita la tenuta all'acqua e l'impermeabilità delle superfici, l'immissioni dei nuovi componenti deve inoltre avere la capacità di isolamento termico ed acustico, nonché possedere una certa resistenza al fuoco.

Riguardo alla tenuta all'acqua e all'impermeabilità delle superfici FV, si può affermare che tali requisiti sono ampiamente soddisfatti, in quanto i materiali con cui vengono costruiti i moduli, ovvero lastre di vetro stratificate e resina sintetica rinforzata, sono di natura idrorepellente. Più insidioso è il problema della tenuta riferito all'intero sistema, in quanto l'aggiunta dei pannelli comporta un aumento dei punti e delle linee di giunzione. Tuttavia, tali problemi sono del tutto analoghi a quelli posti dalla giunzioni dei componenti tradizionali, si possono perciò utilizzare tutte le soluzioni adottate, ad esempio per le facciate continue intelaiate, per quelle con vetro strutturale o per quelle ventilate.

Un altro aspetto importante è la resistenza alle sollecitazioni meccaniche a cui sono sottoposti i moduli. Queste sollecitazioni, sono l'azione del vento, che riguarda essenzialmente le soluzioni retrofit, dove i pannelli, essendo sovrapposti alle coperture, tendono ad essere strappati; il peso di un eventuale accumulo di neve, o l'urto derivante dalla caduta di grandine.

Per il problema legato all'azione del vento, sono i supporti con cui si montano i moduli a garantire la resistenza del sistema, mentre la resistenza alla compressione (neve) e agli urti è assicurata dallo spessore dei vetri di protezione, che generalmente è uguale, o superiore a 4 mm.

La compatibilità tra i materiali di costruzione è un altro aspetto molto importante, è necessario infatti, evitare fenomeni di corrosione galvanica e tensioni dovute a differenti coefficienti di dilatazione termica dei materiali nei punti di giunzione. Bisogna pertanto utilizzare un unico materiale metallico per realizzare tutta la struttura di sostegno dei moduli. I materiali, più utilizzati per realizzare queste strutture, sono l'alluminio e l'acciaio inossidabile, che garantiscono una buona resistenza alla corrosione, causata dall'azione aggressiva dagli agenti atmosferici e dall'umidità.

Un altro aspetto importante riguarda l'analisi dei caratteri d'involucro dell'edificio, dove potrebbero essere presenti alcuni vincoli, quali ad esempio, la presenza in facciata di impianti o altri elementi aggiuntivi che richiedono ispezionabilità e manutentibilità. Questi vincoli potrebbero suggerire l'adozione di particolari sistemi di aggregazione e di aggancio dei componenti FV alle superfici, o addirittura, sconsigliare l'installazione dei moduli per palese inadeguatezza del sistema.

A questo scopo anche l'analisi dell'andamento delle ombre è fondamentale, per sapere dove è meglio collocare i moduli. L'analisi va fatta considerando, le condizioni nei vari periodi dell'anno, cioè guardando le ombre nei solstizi estivo e invernale al mattino, a mezzogiorno e al pomeriggio. In questo modo si riescono ad individuare le zone più favorevoli per il posizionamento dei sistemi solari attivi.

Le ombre, possono essere causate da edifici adiacenti, o da suoi oggetti come ad esempio balconi, logge, ecc., pertanto dall'analisi delle ombre si può capire se, e dove è possibile introdurre i moduli nell'involucro esterno. Un parametro importante riguardante le ombre è il coefficiente di ombre proprie definito come il rapporto tra la superficie attiva in ombra e la superficie attiva totale, dove per superficie attiva si intende la somma delle superfici dei fronti Est, Sud, Ovest e della copertura. Tale coefficiente va considerato come valore medio, calcolato nella condizione estiva alle ore 9.00, 12.00 e 15.00. Un edificio che ha un coefficiente di ombre proprie superiore al 70% mal si presta ad interventi di riqualificazione energetica con i sistemi fotovoltaici.

In linea di massima, si può dire che gli edifici con altezze maggiori sono quelli più propensi all'installazione dei componenti FV, perché hanno una superficie verticale maggiore e anche perché è più difficile la presenza di ombre causate da vincoli esterni, come alberi o altre costruzioni, mentre per quanto riguarda le zone su cui intervenire, è assolutamente da evitare la collocazione dei moduli nelle fascia basamentale, in quanto questa è la zona più soggetta ad ombreggiamento, e la sistemazione in queste zone comporta anche maggiori problemi di sicurezza e salvaguardia dei componenti.

L'ultima considerazione da farsi, per quello che attiene gli aspetti tecnologici, di connessione dei pannelli con le strutture già esistenti, riguarda l'analisi dello stato e della conformazione delle superfici in cui si vuole installare i moduli.

Infatti, quando l'intervento dei sistemi fotovoltaici viene fatto in un'ottica di ammodernamento e di ristrutturazione di opere già esistenti,

dall'analisi del degrado di facciate e coperture si ottengono informazioni di grande valore, riguardo alle sollecitazioni che gravano su di esse, e ci vengono così, fornite indicazioni importanti sulla capacità di integrazione dei moduli FV con gli edifici presi in considerazione.

Individuando patologie e inadeguatezze delle superfici, si trovano i punti critici dell'involucro, rappresentanti le parti più vulnerabili della facciata, in questo modo si può decidere in base alle informazioni che si hanno a disposizione, se usare i moduli per proteggere questi punti o invece rinunciare definitivamente all'ipotesi di installazione.

Il degrado dei materiali da costruzione è dovuto principalmente all'azione degli agenti atmosferici (pioggia, vento, umidità, ecc.) e all'inquinamento causato dal traffico automobilistico.

L'azione del vento porta a fenomeni di erosione nelle facciate, a causa delle polveri che trasporta, provocando il deterioramento delle superfici. Per evitare questo fenomeno si possono inserire i moduli fotovoltaici, infatti, grazie alle nuove tecnologie di produzione, le quali mettono a disposizione prodotti più flessibili (moduli a film sottile), consentendo la realizzazione di pareti curvilinee. In questo modo viene migliorata l'aerodinamica dell'edificio con la conseguente diminuzione di turbolenze, cioè delle principali responsabili dell'erosione. In alternativa a questa soluzione, sempre per limitare il fenomeno dell'erosione, c'è la sistemazione dei moduli FV, sulle superfici più esposte ai venti dominanti, fermo restando la condizione di un orientamento adatto per l'esposizione all'irraggiamento, per il semplice motivo che i moduli hanno una resistenza maggiore all'erosione.

Tuttavia, l'analisi del degrado e delle sue cause, può anche orientare verso un giudizio negativo per l'installazione dei moduli, nel caso in cui le condizioni di esercizio sono sfavorevoli ai fini della durabilità e della manutenzione dei componenti fotovoltaici.

2.2 INTEGRABILITA' AMBIENTALE

Ci sono situazioni in cui, anche se l'installazione dei generatori fotovoltaici negli edifici risulta particolarmente favorevole dal punto di vista energetico, questa operazione diventa sconsigliabile.

Questo succede perché introducendo i moduli si crea un impatto sia sull'edificio che nell'ambiente circostante. In tal senso il progettista deve assumere una consapevolezza degli impatti positivi o negativi che possono derivare dalla riqualificazione in chiave energetica, i vincoli paesaggistici ed architettonici, infatti creano spesso grossi problemi all'installazione di impianti FV.

Da questo punto di vista, le costruzioni più votate all'inserimento dei sistemi FV, sono quelle appartenenti ai quartieri di edilizia residenziale pubblica, contraddistinte da tipologie semplificate, in cui le facciate presentano pochi elementi caratterizzanti, e con ridotti problemi di compatibilità estetica.

L'integrazione dal punto di vista estetico e architettonico, è anche dipendente dalla distribuzione degli spazi opachi e trasparenti nella facciata. I risultati migliori sono possibili nelle facciate uniformi, cioè quelle costituite interamente da spazi opachi o da spazi trasparenti, mentre l'inserimento dei

moduli provoca un impatto peggiore nelle facciate miste, ed in particolare in quelle dove gli spazi trasparenti sono prevalenti rispetto agli spazi opachi.

L'intervento di installazione dei moduli FV può in certi casi, risultare vantaggioso anche dal punto di vista dell'impatto ambientale, ciò succede quando ci si ritrova di fronte a costruzioni posizionate a ridosso di infrastrutture, come ad esempio linee ferroviarie o grandi arterie di comunicazione stradale; qui i pannelli possono essere utilizzati per ridurre l'inquinamento acustico e il forte impatto visivo, che questi elementi producono.

Gli edifici con elevata valenza storica e architettonica, o quelli posti in particolari zone come ad esempio i centri storici, presentano, da questo punto di vista le maggiori difficoltà di inserimento per i sistemi fotovoltaici. Tuttavia, da qualche tempo, sono in produzione tegole fotovoltaiche in grado di soddisfare una gamma piuttosto ampia di requisiti architettonici anche per edifici con particolari valenze storiche.

Questa soluzione consente una maggiore integrazione estetica, ed è consigliabile nel caso in cui il fabbricato sia compreso in zone soggette a vincoli di tutela architettonica o il fabbricato presenti caratteristiche che devono essere mantenute o preservate.

Chiaramente, rispetto ai tradizionali moduli, questi componenti sono caratterizzati da costi installazione più elevati, data la necessità di ricorrere ad una componentistica non standardizzata e ad una maggiore richiesta di mano d'opera.

In generale, però possiamo dire che l'installazione dei generatori fotovoltaici, rappresenta sempre un'operazione critica quando si inserisce in questi particolari ambiti, riuscendo ad integrarsi in modo adeguato solo a fronte di investimenti economici rilevanti.

Di particolare interesse inoltre risultano sistemi FV integrati nelle infrastrutture di arredo urbano che costituiscono un settore applicativo in via di sviluppo. Essi, infatti, consentono un incremento del numero e della qualità dei servizi oggi presenti nelle strade delle nostre città. La domanda di servizi urbani è, infatti, in crescita esponenziale e l'opportunità di alimentarli con tecnologia fotovoltaica ha elevato notevolmente le possibilità ed i settori applicativi. Basti pensare alle difficoltà ed ai costi di alimentazione, anche in ambiente urbano, delle utenze sparse legate ad impianti di rilevamento e di trasmissione dati, impianti per la segnalazione, la comunicazione e tanti altri.

La caratteristica di queste applicazioni è, nella maggior parte dei casi, quella di essere impianti stand-alone, cioè non connessi a rete ed autosufficienti a livello energetico. E' quindi necessario prevedere adeguati accumulatori per consentire il funzionamento delle utenze anche in mancanza di insolazione. In casi più limitati, il generatore fotovoltaico integrato a strutture urbane produce energia che viene ceduta alla rete attraverso l'uso di inverter.

Tali impianti sono in grado di garantire, in genere, buone valenze estetiche ed integrative, la possibilità di utilizzo di moduli standard e un buon rapporto costo/efficacia. Fra le principali soluzioni integrative, in questo ambito, ricordiamo: coperture destinate a proteggere atri, zone esterne ad edifici o di collegamento tra edifici, aree pedonali, gallerie (pensiline, tettoie, padiglioni, ecc.), pensiline per parcheggi auto, pensiline di attesa dei mezzi pubblici, sistemi di illuminazione esterna, impianti informativi e telematici,

per la comunicazione pubblicitaria, per la segnalazione stradale e per il rilevamento dati.

2.3 INTEGRABILITA' BIOCLIMATICA

Il limite principale allo sviluppo della tecnologia fotovoltaica, fino a questo momento è stato di carattere essenzialmente economico.

Questo ostacolo può essere superato, considerando i sistemi FV, non solo come semplici generatori di energia, ma anche come elementi in grado di migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio, in questo modo la sconvenienza economica viene ridotta, grazie al risparmio energetico ottenuto dall'utilizzo dei moduli fotovoltaici.

In questo senso l'utilizzo dei sistemi FV può essere indirizzato alla realizzazione di sistemi passivi, rivolti al raffrescamento estivo, o al riscaldamento invernale, in grado di recuperare e/o sfruttare il calore prodotto durante il funzionamento dalle celle; in alternativa i moduli fotovoltaici, possono essere usati come elementi in grado di controllare la radiazione solare in ingresso negli edifici.

La disposizione in facciata rappresenta, dal punto di vista della produzione di energia elettrica, una disposizione molto sfavorevole, portando a perdite di efficienza, rispetto alla disposizione ottimale (per le nostre latitudini, l'inclinazione ottimale è di 30°) che si aggirano intorno al 35%. Tuttavia, questa disposizione causa minori cadute di rendimento delle celle per surriscaldamento, ma soprattutto permette la realizzazione di sistemi passivi per il raffrescamento e per il riscaldamento.

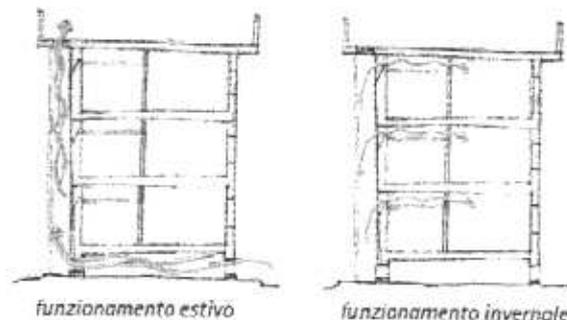
Come è noto, gran parte dell'energia solare ricevuta dalle celle FV non viene convertita in elettricità, ma viene assorbita andando ad aumentare la loro temperatura. A questo punto il recupero del calore così accumulato permette di raggiungere un doppio beneficio: il primo è che sottraendo questo calore si impedisce l'eccessivo surriscaldamento dei moduli, con la conseguenza di evitare la caduta di prestazioni delle celle causata dall'aumento di temperatura; il secondo, invece riguarda il possibile utilizzo di questo calore per realizzare sistemi passivi di riscaldamento e/o raffrescamento.

Il raffrescamento passivo degli alloggi si ottiene realizzando condotti verticali ed orizzontali collegati con il sottosuolo, o con le intercapedini inferiori degli edifici, dove è presente aria più fresca, che viene richiamata verso l'alto dall' "effetto camino", provocato dal fatto che, l'aria contenuta nell'intercapedine tra parete e superficie dei pannelli, viene riscaldata proprio dai pannelli, salendo verso l'alto. Si crea così una parete ventilata (vedi figura).

Un'alternativa questo tipo di soluzione, sempre per quanto riguarda il raffrescamento degli interni, può essere quella sfruttare l'aria fresca prelevata, con l'effetto camino o con l'ausilio di ventilatori, dalle intercapedini inferiori, per immetterla negli ambienti interni, dopo averla preventivamente filtrata e deumidificata.

Lo stesso tipo di schema può venire utilizzato durante il riscaldamento invernale, chiudendo i collegamenti con gli spazi più freschi; così l'aria contenuta nell'intercapedine verticale viene riscaldata dai moduli FV durante il

loro funzionamento, e può essere immessa dentro le abitazioni con l'utilizzo di ventilatori (vedi figura).



La realizzazione con i sistemi FV di una parete ventilata, permette anche la riduzione dei ristagni di umidità nei locali, come cantinati e interrati, infatti, in questo modo l'aria fredda e umida presente al loro interno viene estratta dal tiraggio naturale o assistito. Vengono così evitati tutti quei fenomeni di degrado dei materiali e delle strutture causati dalla risalita dell'umidità.

I moduli fotovoltaici si prestano molto bene anche alla realizzazione di sistemi di controllo e schermatura solare, infatti essi possono venire utilizzati come dispositivi frangisole, inclinati orizzontalmente o secondo l'angolo migliore per la resa energetica. Questi dispositivi, impediscono alla radiazione solare di penetrare negli ambienti interni, durante la stagione estiva, quando il sole si trova ad un'altezza maggiore, portando così benefici sul confort interno e sulla riduzione dei carichi termici estivi per il condizionamento. Nella invernale, invece, il sole è più basso e riesce comunque a penetrare negli interni, in questo modo, non vengono limitati gli apporti gratuiti interni che riducono i carichi termici invernali.

2.4 CRITERI PER LA PROGETTAZIONE URBANA

Alla luce degli aspetti considerati, diventa indispensabile disporre di criteri per la valutazione dell'idoneità all'introduzione dei sistemi fotovoltaici all'interno di un edificio e del contesto urbano circostante.

Perciò, verranno esposte di seguito alcune considerazioni, valide sia nel contesto della riqualificazione di ambienti ed edifici urbani già esistenti, che in quello delle nuove realizzazioni.

La scelta relativa all'introduzione del FV nelle aree urbane deve prendere in considerazione l'accettabilità di questi sistemi produttivi in rapporto alle caratteristiche del contesto, dell'ambiente costruito e della tipologia d'intervento che si ha intenzione di effettuare.

Nelle aree caratterizzate da un particolare valore artistico, storico o ambientale (es. monumenti di valore storico-architettonico, edifici dove si svolgono attività religiose), eventualmente tutelate, l'applicazione dei sistemi fotovoltaici richiede un'attenta verifica dell'efficacia di integrazione e la messa a punto di sistemi innovativi, come può essere l'utilizzo di tegole fotovoltaiche, che comportano un notevole aumento dei costi, la conseguenza finale è che dato l'elevato costo d'intervento e la sua alta criticità si consiglia una rinuncia all'utilizzo dei sistemi FV.

L'applicazione del FV in aree caratterizzate da interventi architettonici moderni, può invece valorizzare gli edifici, specialmente, quando questi sono caratterizzati da un linguaggio architettonico innovativo.

Gli edifici di grandi dimensioni, come possono essere scuole, uffici amministrativi o destinati ad attività del terziario, favoriscono, sempre se non inseriti in particolari ambienti architettonici, l'installazione dei moduli FV, soprattutto perché hanno a disposizione una elevata superficie disponibile sia in copertura, ma specialmente in facciata. In particolare se questa presenta una conformazione omogenea è possibile effettuare interventi dal buon grado di integrazione con l'edificio.

Anche le aree interessate da interventi di riqualificazione mostrano una buona propensione all'applicazione dei sistemi fotovoltaici, specialmente quando l'installazione di questi elementi è finalizzata al miglioramento del comportamento energetico dell'involucro, anche dal punto di vista delle prestazioni termiche e bioclimatiche, con l'esecuzione di sistemi passivi per il raffrescamento e/o raffreddamento.

C'è da fare un'importante considerazione, riguardo alle normative vigenti, che non favoriscono la realizzazione di questi sistemi passivi. Queste soluzioni comportano, molto spesso, un aumento del volume complessivo dell'edificio con un conseguente aumento degli oneri di urbanizzazione da versare alle Amministrazioni Locali e la conseguente difficoltà economica di sviluppo delle tecniche eco-sostenibili. In questo senso, potrebbero risultare utili delle iniziative, anche a livello locale, rivolte alla riduzione degli oneri d'urbanizzazione, in quei casi in cui gli aumenti di volume sono dovuti all'utilizzo di fonti energetiche alternative, come l'energia fotovoltaica. Esempi di questo tipo sono rappresentati da Regioni come l'Emilia-Romagna e la Toscana che hanno emanato Regolamenti Edilizi Tipo che prevedono la riduzione di questi oneri fino al 50%; dal Piano Regolatore del Comune di Faenza, che concede un bonus volumetrico (possibilità di costruire in più), fino ad una quota del 20%, per gli interventi legati al rispetto delle regole di compatibilità ambientale (utilizzo di tecnologie finalizzate al guadagno solare, conversione dell'energia solare in energia elettrica, incremento dell'isolamento termico delle pareti ecc.); o da altre regioni come il Veneto e la Lombardia che, hanno adottato provvedimenti come lo scomputo dei volumi tecnici esclusivamente utilizzabili per il risparmio energetico, quali solari e muri solari.

Chiaramente oltre a tutte queste considerazioni, l'idoneità di un'area urbana, ai fini dell'inserimento di sistemi fotovoltaici dipende dal potenziale energetico del sito, infatti non tutte le superfici, appartenenti ai contesti urbani, sono adatte all'applicazione di sistemi FV e secondo recenti stime il 45% circa, della superficie delle coperture degli edifici risulta non idonea per ragioni di varia natura.

A questo scopo, opportune scelte fatte in sede di pianificazione urbana potrebbero consentire di trarre un maggior vantaggio dall'utilizzo dell'energia solare.

In questo senso i fattori che si devono tenere in considerazione sono:

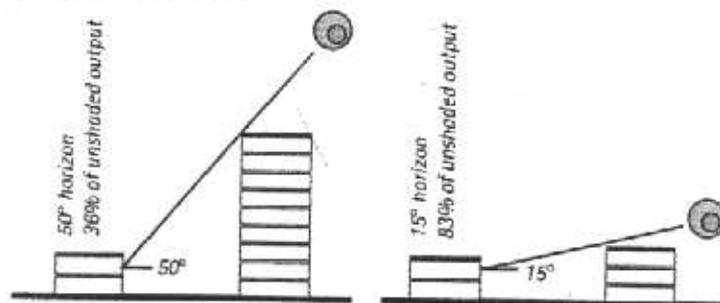
- conformazione ed orientazione delle strade in rapporto alle altezze degli edifici;
- altezze degli edifici;
- morfologia del costruito;

- caratteristiche di riflessione degli edifici.

In particolare la maggiore attenzione va posta verso scelte che prevedano la costruzione di edifici con altezze simili, visto che in questo caso l'ombreggiamento sulle coperture sarà limitato e non dovuto alle ombre portate da altri edifici, con la conseguente possibilità di installazione dei moduli FV in queste zone.

Per questo, nel caso di aree urbane, caratterizzate da edifici con altezze molto diverse, la collocazione migliore per i moduli FV sono le coperture e le facciate degli edifici più alti.

La figura sottostante mostra proprio come la condizione di un'altezza simile tra due edifici adiacenti sia più favorevole, rispetto al caso in cui ci siano differenze di altezza rilevanti. Infatti si vede che, per avere una copertura totalmente irraggiata nell'edificio più basso, il sole deve raggiungere un'elevazione di 50° , con conseguente fattore di non ombreggiamento pari al 36% (calcolato nell'arco del giorno); mentre la stessa condizione d'irraggiamento totale della copertura dell'edificio più basso, nel caso in cui le altezze siano simili, viene raggiunta con un'elevazione di 15° e fattore di non ombreggiamento dell'83%.



Per quanto riguarda invece, l'integrazione nella struttura dell'edificio, i sistemi fotovoltaici dovranno essere il più possibile in armonia con gli altri elementi, quindi colore e dimensione dei moduli dovranno essere scelti in modo da essere compatibili con l'immagine complessiva dell'edificio.

2.5 IL FOTOVOLTAICO NEGLI EDIFICI INDUSTRIALI

Le coperture dei capannoni industriali così come le tettoie o le pensiline a servizio di strutture industriali o simili ben si prestano all'installazione di pannelli fotovoltaici. La disponibilità di spazio risulta generalmente ampia e spesso le coperture sono piane e consentono il posizionamento ottimale dei pannelli.

Il grande vantaggio offerto dall'installazione di moduli FV in questi edifici è poi rappresentato dal fatto che non esistono vincoli architettonici particolari né sull'edificio, né sull'ambiente circostante, è quindi possibile ridurre i costi connessi agli aspetti riguardanti prettamente l'integrazione ottimale degli impianti tipici dell'architettura residenziale.

2.6 TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Le tipologie di intervento per l'installazione dei moduli fotovoltaici sono molteplici e una prima fondamentale distinzione da farsi è quella tra interventi che riguardano soluzioni "retrofit" e soluzioni "integrate".

Nelle soluzioni retrofit, i moduli sono installati, tramite supporti metallici sulla struttura già esistente, facente parte del tetto oppure della facciata, ed hanno la sola funzione di produttori di energia.

Nelle soluzioni integrate, invece i pannelli sostituiscono alcuni degli elementi tradizionali, e la loro presenza può essere prevista già in fase di progetto, o essere introdotta solo successivamente in fase di ristrutturazione dell'edificio.

Le soluzioni integrate garantiscono un migliore aspetto estetico, ed inoltre i moduli diventano parte integrante dell'edificio stesso, in quanto i sistemi fotovoltaici, oltre alla produzione di energia, possono assumere anche altre funzionalità, come la protezione dagli agenti atmosferici, l'isolamento termico ed acustico e la schermatura dall'irraggiamento potendo essere usati come dispositivi frangisole.

L'introduzione dei moduli può essere fatta in varie maniere, infatti, è possibile la semplice sovrapposizione dei moduli alla struttura esistente, è questo un classico caso di soluzione retrofit, in cui i dispositivi di captazione solare, hanno la sola funzione di produzione energetica, senza garantire prestazioni di tenuta o di isolamento termico, questa soluzione, anche dal punto di vista estetico, lascia molto a desiderare, infatti, i moduli si integrano male potendo essere facilmente distinguibili dalla struttura che li sostiene.

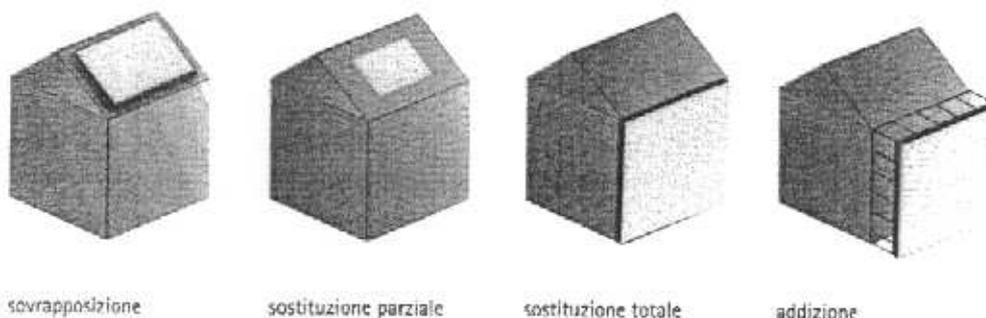
Un'altra possibilità di installazione è la sostituzione, che può essere totale o parziale, degli elementi dell'unità costruttiva.

La sostituzione parziale, riguarda la modificazione di singole parti dell'involucro senza apportare cambiamenti alle funzioni degli elementi interessati dall'intervento.

Un esempio di sostituzione parziale può essere la sostituzione in un tetto a falde delle tradizionali tegole con "tegole fotovoltaiche", in cui le caratteristiche costruttive e le proprietà di isolamento termico ed acustiche del tetto, non vengono cambiate al pari del suo aspetto estetico.

La sostituzione totale, invece avviene, quando intere parti di un edificio vengono sostituite con moduli fotovoltaici, in questo caso possono cambiare e di parecchio le funzionalità dell'elemento modificato. Un tipico esempio di questo tipo di interventi è rappresentato dalla sostituzione di una copertura opaca con un tetto-luce a moduli fotovoltaici semitrasparenti, dove pur non cambiando la geometria del tetto, viene modificato il suo comportamento alla luce, in termini di colore, opacità e riflessione.

L'ultima tipologia di intervento è l'aggiunta, dove con l'aggiunta delle nuove superfici si può introdurre una funzionalità mancante all'edificio, come quella di schermatura della radiazione solare ottenuta con la costruzione di pensiline e tettoie, o la creazione ad esempio di nuovi spazi, come verande, camini, serre solari, aventi la funzione di controllo climatico.



Tra le varie tipologie descritte, le migliori opportunità dal punto di vista funzionale e dal punto di vista dell'integrazione estetica sono l'addizione e la sostituzione totale, la prima perché permette di avere nuove funzionalità e nuovi spazi, mentre la seconda andando a sostituire completamente un elemento presenta una più facile integrazione con la struttura esistente rispetto ad esempio alla sostituzione parziale, mentre la sovrapposizione pur non portando ad un miglioramento delle caratteristiche funzionali dell'involucro e peggiorandone l'aspetto estetico, presenta come indubbi vantaggi quelli di essere una soluzione molto semplice ed economica e di non alterare caratteristiche costruttive e prestazioni termiche della struttura.

Dopo questa introduzione di carattere generale, si presenta una panoramica delle soluzioni pratiche per la sistemazione dei moduli, che può avvenire su tetto, su facciata o per la realizzazione di strutture di arredo urbano.

2.6.1 Impianti su tetti

La funzione del tetto è, principalmente, quella di:

- proteggere l'abitazione dalle intemperie;
- isolarla termicamente ed acusticamente;
- sopportare il carico del neve e le sollecitazioni del vento.

I tetti sono classificati in funzione della loro pendenza:

- tetti piani con pendenza minore di 5° ;
- tetti normalmente inclinati con pendenza compresa tra 5° e 45° ;
- tetti spioventi dove la pendenza è superiore a 45° .

Negli impianti realizzati su tetti piani, ci sono notevoli vantaggi, infatti, in questo tipo di soluzione c'è molto spazio a disposizione per la sistemazione dei moduli, nonché la possibilità di scegliere inclinazione e orientamento ottimali ai fini della resa energetica, a differenza dei tetti inclinati, dove questi due parametri devono essere gli stessi della copertura, pertanto va verificata, di volta in volta, l'effettiva convenienza energetica dell'intervento.

2.6.2 Impianti retrofit su tetti inclinati

I moduli vengono montati con strutture metalliche sul rivestimento del tetto senza interventi aggiuntivi. Si tratta della soluzione più economica,

che causa uno sgradevole aspetto estetico, e non assicura una particolare protezione ai componenti elettrici dell'impianto che sono esposti agli agenti atmosferici.

Le sollecitazioni meccaniche a cui sono sottoposti i moduli consistono nel carico esercitato dal peso della neve, se e quando è presente, e dall'azione del vento, che esercita contemporaneamente una compressione e un carico, generato dalla forza portante del vento che tende a tirare via la struttura dal tetto. Per ridurre al minimo questi effetti è utile adottare alcuni accorgimenti:

- disporre i moduli con la stessa inclinazione del tetto;
- è buona regola non superare mai le linee di confine del tetto, sistemando l'impianto ad una certa distanza dai bordi;
- i moduli devono essere leggermente distanziati tra loro, in modo da diminuire il carico esercitato dal vento;
- occorre lasciare uno spazio, tra la superficie dei moduli e quella del tetto, di dimensione non troppo ampia, ma che sia sufficiente a garantire la ventilazione delle celle, in modo da limitarne il surriscaldamento, e che impedisca l'accumulo di materiale (es. foglie), al fine di evitare un imperfetto deflusso di acqua.

Inoltre, la struttura metallica di base deve essere montata in modo tale da permettere la facile rimozione dei singoli moduli, nel caso si renda necessaria la sostituzione di uno di questi o ci sia bisogno di intervenire sul rivestimento del tetto.

Nella realizzazione di impianti retrofit vengono utilizzati pannelli senza cornice, o pannelli del tipo vetro-vetro o vetro-zedlar con cornice, che possono essere sistemati uno accanto all'altro, oppure è possibile sovrapporli dall'alto verso il basso come vere e proprie tegole.

2.6.3 Impianti retrofit su tetti piani

Il montaggio del generatore, può essere effettuato su uno o più livelli; la prima soluzione è preferibile perché riduce i carichi esercitati dal vento ed ha un migliore aspetto estetico, essendo meno visibile dal piano della strada, tuttavia, la disposizione su più livelli ha un'occupazione minore dello spazio.

Se la disposizione dei pannelli, è a più file la distanza tra una fila e la successiva deve essere scelta in modo da minimizzare l'ombreggiamento reciproco.

Il fissaggio al tetto viene effettuato con sistemi a zavorra (installazioni libere) o con strutture fisse.

Nei sistemi con zavorra la struttura fotovoltaica è vincolata al tetto grazie ad una zavorra, solitamente costituita da ghiaia o cemento, si evita così la perforazione del tetto, mentre è necessario assicurarsi che il peso della zavorra sia sopportabile dal tetto.

Quando questa condizione non è verificata, si ricorre a sistemi di fissaggio fissi, che usano strutture di tipo tradizionale.

2.6.4 Impianti integrati su tetti

I pannelli vanno a sostituire del tutto, oppure solo in parte, il rivestimento del tetto assumendo la duplice funzione di generatori di energia e di elementi di protezione.

I moduli per questo tipo di applicazioni vengono modificati nella forma e nelle dimensioni fino ad assomigliare a rivestimenti tradizionali.

Nel caso in cui si vuole far penetrare la luce attraverso il tetto, è possibile la sostituzione totale della copertura piana con un telaio, sul quale vengono disposti i moduli fotovoltaici. In questo caso si deve prevedere l'utilizzo di moduli "doppio vetro" semitrasparenti alternati a lastre trasparenti, ciò permette alla luce di entrare nella parte interna dell'edificio apportando benefici anche di comfort ambientale. Si consideri, a questo proposito, che un tetto con una trasparenza del 5% è in grado di garantire una illuminazione interna sufficiente per la maggior parte delle normali esigenze abitative e lavorative e, in generale, migliore degli standard di illuminazione artificiale. Modificando la distribuzione delle celle all'interno del modulo si può raggiungere un aumento della trasparenza fino al 15-20%; in questo caso si avrebbe però una diminuzione dell'efficienza dell'impianto ed un aumento significativo di trasmissione di calore all'interno dell'edificio. Questo tipo di intervento è ottimale per edifici di nuova realizzazione. E' possibile anche realizzare un impianto fotovoltaico a sviluppo parziale, dove le coperture piane sono solo parzialmente integrate con i pannelli, tale soluzione risulta applicabile, in genere, ai grandi edifici pubblici, oppure a officine e magazzini, che necessitano di prese d'aria superiori.

In questo caso, a differenza del precedente, può non esserci la necessità di trasparenza dei moduli, ma piuttosto quello del ricambio d'aria, si tratta perciò, di andare ad interessare, con l'integrazione dei sistemi fotovoltaici, quei componenti edili posizionati sulla copertura e utilizzati per il riciclo d'aria o l'alimentazione di impianti di ventilazione interna.

2.6.5 Impianti su facciata

La facciata di un edificio è l'elemento che lo caratterizza maggiormente, è perciò l'oggetto su cui si presta la maggiore attenzione in fase di progetto.

Le sue funzioni principali sono:

- delineare l'involucro dell'edificio e caratterizzarne l'aspetto estetico;
- separare l'esterno dall'interno con capacità di isolamento termico, acustico, elettromagnetico e di protezione dagli agenti atmosferici e dall'umidità;
- proteggere dai raggi solari.

L'introduzione dei moduli fotovoltaici in facciata, negli ultimi anni, è stata perciò finalizzata all'arricchimento dell'edificio nel suo complesso, sia dal punto di vista energetico, che dal punto di vista estetico.

I moduli possono essere montati sulla facciata, o integrati al suo interno, con notevoli vantaggi economici derivanti dal risparmio di materiale edilizio che si va a sostituire.

L'utilizzo della tecnologia fotovoltaica nelle facciate degli edifici è attualmente un'alternativa molto valida ai sistemi di integrazione tradizionali. La facciata, è infatti una delle componenti architettoniche più adatte su cui installare, in modo molto flessibile, impianti anche di elevata valenza estetica.

La notevole presenza di facciate continue nelle tipologie edilizie più recenti, garantisce sicuramente un significativo potenziale di inserimento della tecnologia fotovoltaica, soprattutto combinando i moduli con altri elementi come le superfici vetrate, anche nell'ambito di interventi di retrofit su edifici già esistenti.

Oltre che produrre energia elettrica, i pannelli integrati sulle facciate sono in grado di apportare notevoli benefici alle condizioni ambientali interne all'edificio, svolgendo funzione di protezione e finitura del rivestimento esterno e garantendo o addirittura incrementando l'isolamento termico ed acustico.

Nel caso in cui non sia possibile in modo continuo inserire i moduli all'interno di una facciata, l'ipotesi di integrazione si deve focalizzare sulle parti della facciata maggiormente compatibili con la tecnologia fotovoltaica. In questo caso risultano particolarmente adatte le zone dei parapetti e quelle poste al di sopra di finestrate e comunque tutte quelle aree nelle quali sia possibile installare elementi opachi. Utilizzando moduli semitrasparenti è invece possibile intervenire anche sulle parti della facciata preposte al passaggio della luce naturale.

In alcuni casi i moduli possono essere utilizzati direttamente come elementi di protezione dalla radiazione solare, attraverso la loro integrazione nei sistemi frangisole la cui struttura risulta indipendente dal fabbricato e può essere, in genere, inserita senza problemi in nuove costruzioni e in edifici già esistenti.

Oltre a produrre energia elettrica e a garantire un maggior controllo dell'intensità della luce all'interno dell'edificio, questa soluzione integrativa è in grado di garantire ombreggiamento e quindi un beneficio direttamente legato a criteri bioclimatici.

In genere il modulo può essere integrato nella struttura del frangisole con assemblaggi meccanici, è anche possibile prevedere la sostituzione completa dell'elemento frangisole con moduli fotovoltaici, appositamente realizzati con dimensioni e caratteristiche compatibili con le prestazioni del frangisole.

L'integrazione in sistemi frangisole può essere fissa o mobile, cioè fornita di un sistema per regolarne l'inclinazione. Quest'ultima soluzione offre la possibilità di un posizionamento accurato del modulo in funzione della posizione del sole, delle condizioni meteo e delle esigenze di luminosità negli ambienti interni all'edificio.

La soluzione a frangisole fisso risulta invece, rispetto a quella ad inclinazione variabile, decisamente più economica, di semplice realizzazione e non necessita di una manutenzione particolare.

Oltre agli aspetti positivi fin qui elencati e alle numerose opportunità permesse dall'applicazione in facciata dei moduli, bisogna ricordare che que-

sta disposizione è caratterizzata dall'inconveniente non trascurabile, rappresentato dallo scarso rendimento energetico derivante dall'inclinazione verticale, che porta ad una riduzione di efficienza pari a circa il 35% rispetto all'inclinazione ottimale.

2.6.6 Strutture di arredo urbano

L'applicazione dei sistemi fotovoltaici può risultare molto vantaggiosa per sfruttare tutte quelle superfici appartenenti agli elementi che costituiscono l'arredo urbano.

Stiamo parlando di tutte quelle strutture come pensiline per la copertura di particolari aree, come ad esempio percorsi e aree pedonali, parcheggi, aree di accesso agli edifici, ma anche lampioni per l'illuminazione.

Si tratta di una delle applicazioni del FV in ambito urbano più interessanti, in quanto garantiscono un'ampia disponibilità di superfici e, essendo strutture modulari, elevati standard integrativi ed estetici.

In funzione delle caratteristiche architettoniche del contesto urbano, del sistema di viabilità e del servizio di trasporto pubblico, possono esistere diverse tipologie di pensiline con funzioni molto varie. I moduli dovranno essere integrati alla copertura della pensilina, e perciò, sarà importante studiare un sistema flessibile per l'orientamento dei moduli non potendo conoscere a priori il posizionamento della struttura.

Spesso le pensiline sono dotate di utenze elettriche funzionali ad alcuni servizi: illuminazione interna, impianto luminoso per segnalazioni di servizio, macchine per emissione biglietti, pannelli pubblicitari; in questo caso sarà opportuno dimensionare l'impianto in modo che possa almeno garantire la loro alimentazione. In genere i consumi elettrici di tali utenze sono abbastanza contenuti e quindi particolarmente compatibili con le caratteristiche produttive di moduli fotovoltaici anche di dimensioni molto limitate.

Per quanto riguarda le strutture destinate a ricoprire le aree d'accesso agli edifici, tenendo conto della destinazione d'uso degli edifici, le caratteristiche climatiche, il sito di installazione e l'orientamento, si potranno integrare moduli opachi o semitrasparenti.

In quest'ultimo caso è possibile adottare soluzioni "a giorno", dove l'elemento fotovoltaico viene utilizzato senza cornice e direttamente ancorato alla struttura di supporto. Questa modalità di integrazione può risultare molto utile anche per dare maggiore visibilità a questo tipo di tecnologia.

Gli impianti per l'illuminazione stradale è stata una tra le prime applicazioni della tecnologia fotovoltaica in ambito di arredo urbano. Esistono a riguardo esperienze che risalgono a circa venti anni fa. Tutto ciò ha consentito lo sviluppo di un prodotto industriale molto avanzato dal punto di vista tecnologico e molto competitivo, che attualmente continua a rappresentare uno dei pochi esempi di produzione in serie di una applicazione FV in ambiente urbano.

L'illuminazione con sistemi FV rappresenta sicuramente la soluzione più economica e razionale nelle aree isolate o comunque nelle aree dove l'allacciamento alla rete di distribuzione risulti particolarmente difficoltoso. In

generale però gli standard integrativi ed estetici di tali applicazioni risultano ancora un po' bassi.

2.7 INTEGRABILITA' SECONDO IL D.M. 19/2/2007

Il D.M. 19 febbraio 2007 (pubblicato sulla G.U. n. 45 del 23 febbraio 2007) che riorganizza l'intera questione degli incentivi agli impianti fotovoltaici (il "conto energia") fa chiarezza anche sul fronte della "integrabilità" degli impianti, concetto che si presta a molte interpretazioni.

In questo senso l'art. 2 del DM distingue gli impianti tra "non integrati", "parzialmente integrati" e "integrati" nel modo che segue:

*b1) impianto fotovoltaico **non integrato** è l'impianto con moduli ubicati al suolo, ovvero con moduli collocati, con modalità diverse dalle tipologie di cui agli **allegati 2 e 3**, sugli elementi di arredo urbano e viario, sulle superfici esterne degli involucri di edifici, di fabbricati e strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;*

*b2) impianto fotovoltaico **parzialmente integrato** è l'impianto i cui moduli sono posizionati, secondo le tipologie elencate in **allegato 2**, su elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione;*

*b3) impianto fotovoltaico **con integrazione architettonica** è l'impianto fotovoltaico i cui moduli sono integrati, secondo le tipologie elencate in **allegato 3**, in elementi di arredo urbano e viario, superfici esterne degli involucri di edifici, fabbricati, strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione.*

Gli allegati 2 e 3 cui fa riferimento l'articolato del D.M. riportato più sopra recitano così:

Allegato 2

TIPOLOGIE DI INTERVENTI VALIDE AI FINI DEL RICONOSCIMENTO DELLA PARZIALE INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA (Art. 2, COMMA 1, LETTERA B2)

Tipologia specifica 1

Moduli fotovoltaici installati su tetti piani e terrazze di edifici e fabbricati. Qualora sia presente una balaustra perimetrale, la quota massima, riferita all'asse mediano dei moduli fotovoltaici, deve risultare non superiore all'altezza minima della stessa balaustra.

Tipologia specifica 2

Moduli fotovoltaici installati su tetti, coperture, facciate, balaustre o parapetti di edifici e fabbricati in modo complanare alla superficie di appoggio senza la sostituzione dei materiali che costituiscono le superfici d'appoggio stesse.

Tipologia specifica 3

Moduli fotovoltaici installati su elementi di arredo urbano, barriere acustiche, pensiline, pergole e tettoie in modo complanare alla superficie di appoggio

senza la sostituzione dei materiali che costituiscono le superfici d'appoggio stesse.

Allegato 3

TIPOLOGIE DI INTERVENTI VALIDE AI FINI DEL RICONOSCIMENTO DELL'INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA (ART. 2, COMMA 1, LETTERA B3)

Tipologia specifica 1

Sostituzione dei materiali di rivestimento di tetti, coperture, facciate di edifici e fabbricati con moduli fotovoltaici aventi la medesima inclinazione e funzionalità architettonica della superficie rivestita

Tipologia specifica 2

Pensiline, pergole e tettoie in cui la struttura di copertura sia costituita dai moduli fotovoltaici e dai relativi sistemi di supporto

Tipologia specifica 3

Porzioni della copertura di edifici in cui i moduli fotovoltaici sostituiscano il materiale trasparente o semitrasparente atto a permettere l'illuminamento naturale di uno o più vani interni

Tipologia specifica 4

Barriere acustiche in cui parte dei pannelli fonoassorbenti siano sostituiti da moduli fotovoltaici

Tipologia specifica 5

Elementi di illuminazione in cui la superficie esposta alla radiazione solare degli elementi riflettenti sia costituita da moduli fotovoltaici

Tipologia specifica 6

Frangisole i cui elementi strutturali siano costituiti dai moduli fotovoltaici e dai relativi sistemi di supporto

Tipologia specifica 7

Balaustre e parapetti in cui i moduli fotovoltaici sostituiscano gli elementi di rivestimento e copertura

Tipologia specifica 8

Finestre in cui i moduli fotovoltaici sostituiscano o integrino le superfici vetrate delle finestre stesse

Tipologia specifica 9

Persiane in cui i moduli fotovoltaici costituiscano gli elementi strutturali delle persiane

Tipologia specifica 10

Qualsiasi superficie descritta nelle tipologie precedenti sulla quale i moduli fotovoltaici costituiscano rivestimento o copertura aderente alla superficie stessa

3. PROCEDURE PER NUOVI IMPIANTI

3.1 Introduzione

Vengono elencate e riepilogate le procedure da seguire per la realizzazione di nuovi impianti per lo sfruttamento dell'energia solare sia al fine di ottenere le incentivazioni previste dalla legislazione vigente sia al fine di ottenere le autorizzazioni necessarie alla costruzione e installazione degli impianti stessi.

L'elenco è suddiviso, in base alle diverse modalità di sfruttamento dell'energia solare, per tipologia: impianti fotovoltaici e impianti solari termici.

Nel caso degli impianti fotovoltaici le incentivazioni previste sono in buona sostanza riconducibili al programma cosiddetto del "conto energia", introdotto in un primo tempo con il DM 28 luglio 2005 e poi aggiornato con il DM 19 febbraio 2007.

Tali provvedimenti prendono origine dalla dichiarazione di intenti pronunciata nel Decreto Legislativo 25 dicembre 2003 n. 387, il quale recepisce la Direttiva Europea 2001/77/CE sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. Nel D.Lgs. 387 (all'art. 7, comma 1) il Ministero dello Sviluppo Economico era impegnato ad adottare, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e d'intesa con la Conferenza unificata Stato-Regioni, i decreti con i quali definire i criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica da fonte solare.

Nel caso degli impianti solari termici le incentivazioni sono state previste all'interno della Legge Finanziaria per il 2007 (Legge 296 del 27 dicembre 2006). Nel comma 346 dell'art.1 viene infatti introdotto un incentivo fiscale per i privati o le imprese che vogliano installare un impianto solare termico finalizzato alla produzione di acqua calda.

Per ciò che attiene le procedure autorizzative la normativa di riferimento è invece, in entrambi i casi, il D. Lgs. 29/12/03 n. 387 e la Legge Regionale n. 7 del 2004 "Disciplina della valutazione di impatto ambientale" modificata ed integrata dalla Legge Regionale n. 6 del 12 giugno 2007.

L'art. 23 bis della Legge Regionale n. 10 del 17/05/99, modificata con la Legge Regionale n. 6/07 delega alle Province le funzioni amministrative concernenti le autorizzazioni di cui all'art. 12 del D. Lgs. N. 387 per la costruzione e l'esercizio di impianti solari, sia termici che fotovoltaici, ed impianti per la produzione di energia derivante dallo sfruttamento del vento ad esclusione di quelli, per quest'ultima tipologia, la cui valutazione di impatto ambientale è riservata alla competenza regionale.

3.2 Impianti fotovoltaici

3.2.1 Il "Conto Energia"

Il programma di incentivazione per la promozione di elettricità da fonte solare, universalmente definito **conto energia**, per via delle modalità incentivanti, è stato introdotto dal DM de 28 luglio 2005 e poi aggiornato dal DM del 19 febbraio 2007, che ne ha modificato i meccanismi.

Il **conto energia** attribuisce un **incentivo economico in funzione dell'energia elettrica prodotta dall'impianto**.

Le tariffe incentivanti si applicano agli impianti che sono entrati in esercizio tra la data di entrata in vigore della delibera dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il gas (AEEG) n. 90/07 (13 Aprile 2007) e il 31 dicembre 2008, a seguito di interventi di nuova costruzione, rifacimento totale o potenziamento. In quest'ultimo caso solo la parte di produzione aggiuntiva può usufruire del regime incentivante.

Un altro requisito che i sistemi devono verificare è che non abbiano usufruito delle tariffazioni introdotte dal DM 28/07/2005 e dal DM 06/02/2006. Se l'impianto è stato costruito tra l'1 ottobre 2005 e la data di entrata in vigore della delibera dell'AEEG n. 90/07 e non ha beneficiato delle precedenti tariffe incentivanti può usufruire della nuova tariffazione previa richiesta di concessione entro 90 giorni dalla data di entrata in vigore della delibera AEEG n. 90/07.

Possano usufruire di tale tariffazione:

- le persone fisiche e giuridiche
- i soggetti pubblici
- i condomini di unità abitative e/o di edifici che siano interessati all'incentivazione del fotovoltaico

Di seguito si riporta la tabella con i valori delle tariffe espresse in €/kWh prodotti dall'impianto.

Il valore delle tariffe varia in funzione della tipologia di impianto e della potenza nominale installata.

In base al D.M. 19/2/2007 gli impianti fotovoltaici possono essere:

- 'non integrati' (art. 2, comma 1, lettera b1)
- 'parzialmente integrati' (art. 2 comma 1, lettera b2)
- 'con integrazione architettonica' (art. 2, comma 1, lettera b3)

33

Y

H

Tabella 3.1_Tariffe incentivanti (€/kWh)per gli impianti fotovoltaici

	Potenza nominale dell'impianto P [kW]	impianti non integrati (art. 2, comma 1, lettera b1)	impianti parzialmente integrati (art. 2, comma 1 lettera b2)	impianti con integrazione architettonica (art. 2, comma 1, lettera b3)
a	1≤P≤3	0,40	0,44	0,49
b	3<P≤20	0,38	0,42	0,46
c	P>20	0,36	0,40	0,44

Possono accedere alla tariffa incentivante solo gli impianti collegati in parallelo alla rete e per una **durata di 20 anni**. Il valore della tariffa non subisce alcuna modifica al variare del tasso di inflazione.

Dal primo gennaio 2009 al 31 dicembre 2010 le tariffe saranno ridotte del 2% per ogni anno successivo al 2008. Varranno sempre per 20 anni e rimarranno costanti nel medesimo periodo, (art. 6, comma 2).

Per impianti fotovoltaici che presentano le caratteristiche a seguire è possibile ottenere un ulteriore incremento della tariffa incentivante pari al 5% (non cumulabile):

- impianti 'parzialmente integrati' o 'con integrazione architettonica' quando i soggetti responsabili possono essere definiti autoproduttori, di cui all'art. 2, comma 2, del D. Lgs. 16 marzo 1999, n. 79 e successive modificazioni e integrazioni;
- impianti per scuole pubbliche o paritarie o strutture sanitarie pubbliche;
- per impianti integrati installati su aziende agricole e in caso di sostituzione di coperture da eternit o comunque contenenti amianto;
- per enti locali con popolazione inferiore a 5.000 abitanti, sulla base dell'ultimo censimento ISTAT.

E' inoltre possibile accedere ad un **premio aggiuntivo** nella misura della metà della riduzione dei consumi conseguita qualora nell'ambito dei venti anni di funzionamento del meccanismo vengano realizzati interventi di miglioramento dell'efficienza energetica sull'edificio presso il quale è installato l'impianto.

Per usufruire del premio, **gli impianti devono operare in regime di scambio sul posto** e alimentare, anche parzialmente, utenze ubicate all'interno o comunque asservite a unità immobiliari o edifici, come definiti dall'art. 2, comma 1, del d. lgs. 19 agosto 2005, n. 192 e successive modificazioni e integrazioni.

Il soggetto responsabile deve ottenere l'attestato di certificazione energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare, (di cui al D. Lgs. 192/05 e successive modificazioni e integrazioni) ovvero quello di qualificazione energetica fino alla data di entrata in vigore delle linee guida nazionali.

Handwritten marks: a checkmark and a signature.

Per ottenere il premio il soggetto responsabile deve realizzare uno o più interventi, che portino ad una riduzione dell'indice di prestazione energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare di almeno il 10%. Tale riduzione dovrà essere attestata attraverso l'ottenimento di una nuova certificazione energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare (art. 7, comma 3) che, unita alla precedente, va trasmessa al Gestore del Sistema Elettrico (GSE).

Il premio è riconosciuto a decorrere dall'anno solare successivo alla data di ricevimento della domanda. La tariffa incentivante maggiorata è riconosciuta per l'intero periodo residuo di diritto alla tariffa incentivante.

E' possibile effettuare più interventi nel corso dei venti anni, chiedendo l'innalzamento del premio con le medesime modalità sopra descritte.

Il **premio non può in ogni caso eccedere il 30%** della tariffa incentivante riconosciuta alla data di entrata in esercizio dell'impianto fotovoltaico.

Le unità immobiliari e gli edifici completati successivamente alla data di entrata in vigore del DM 19 febbraio 2007 che conseguano, sulla base di idonea certificazione, un indice di prestazione energetica inferiore di almeno il 50% rispetto ai valori riportati nell'allegato C, comma 1, tabella 1, del d. lgs. 19 agosto 2005, n. 192 e successive modificazioni e integrazioni, hanno diritto ad un premio nella misura del 30% di quello sopra descritto nel caso di realizzazione di impianti fotovoltaici operanti in regime di scambio sul posto.

E' importante sottolineare che la cessione congiunta dell'edificio o unità immobiliare e dell'impianto fotovoltaico che ha diritto al premio comporta la contestuale cessione del diritto alla tariffa incentivante e al premio per il residuo periodo di diritto (art. 7, comma 7).

3.2.2 Procedure per l'ottenimento della tariffa incentivante

Per accedere al regime incentivante è necessario effettuare una serie di operazioni, quali :

- 1) inoltrare al gestore di rete il progetto preliminare dell'impianto e richiederne la connessione alla rete (art. 5 comma 1)
Se l'impianto fotovoltaico ha **una potenza inferiore ai 20 kW** occorre definire se ci si vuole avvalere dello scambio sul posto
Lo **scambio sul posto** permette di riutilizzare l'energia ceduta alla rete nei periodi di sovrapproduzione con quella assorbita dall'utenza, valorizzando così l'energia prodotta al prezzo del mancato acquisto. E' importante sottolineare che l'energia immessa in rete non può superare il fabbisogno annuo dell'utenza, l'eventuale eccedenza non dà diritto alla valorizzazione della cessione.
- 2) comunicare al gestore di rete la fine dei lavori.
- 3) inoltrare entro 60 giorni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto, pena la decadenza dall'ammissibilità alle tariffe incentivanti, l'apposita richiesta di concessione della tariffa pertinente.

La richiesta deve essere elaborata seguendo le indicazioni riportate nel DM 19 febbraio 2007 e nella Delibera AEEG n. 90/07.

Tale documentazione è disponibile sul sito del Gestore dei Servizi Elettrici, GSE (<http://www.grtn.it>).

Il Soggetto Responsabile, per la richiesta dell'incentivazione, potrà utilizzare l'apposita applicazione informatica per preparare automaticamente (art 4.5 della Delibera AEEG n. 90/07):

- la richiesta dell'incentivo (All. A1/A1p)
- la scheda tecnica finale dell'impianto (All. A2/A2p)
- la dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà (All. A4/A4P)
- la richiesta di premio per uso efficiente dell'energia (opzionale - All. A3a/A3b)

Le richieste per l'incentivazione, corredate dell'apposita documentazione di supporto, dovranno essere inoltrate a:

Gestore dei Servizi Elettrici - GSE S.p.A.

Incentivazione impianti fotovoltaici ai sensi del DM 19 febbraio 2007 -

N°= (Numero identificativo Impianto)¹

Viale Maresciallo Pilsudski, 92

00197 - Roma

3.2.3 Possibile cumulabilità degli incentivi

Non è possibile usufruire delle tariffe incentivanti e del premio per tutti quegli impianti per la cui realizzazione siano stati ottenuti incentivi in conto capitale e/o in conto interessi con capitalizzazione anticipata per un quantitativo superiore al 20% del costo dell'investimento, ad eccezione che il richiedente non sia una scuola pubblica o paritaria o una struttura sanitaria. Le tariffe incentivanti e il premio non sono cumulabili con (art. 9, comma 2) i certificati verdi ed i certificati bianchi.

Non possono usufruire delle tariffe incentivanti e del premio gli impianti:

- realizzati ai fini del rispetto degli obblighi del D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 e successive modificazioni e integrazioni o dalla legge 27/12/2006 n. 296/2006 (Finanziaria 2007), entrati in esercizio in data successiva al 31/12/2010 (art. 9, comma 3);
- per i quali sia stata riconosciuta o richiesta la detrazione fiscale per gli interventi di recupero del patrimonio edilizio di cui all'art. 2, comma 5, della legge 27 dicembre 2002, n. 289.

¹ Il numero identificativo dell'impianto viene rilasciato dopo la registrazione automatica sul portale del GSE. Tale numero identificativo dovrà essere utilizzato sia per la richiesta dell'incentivo che per qualsiasi comunicazione del Soggetto Responsabile inerente l'incentivazione.

3.2.4 Disciplina di Valutazione di Impatto Ambientale (L.R. 7/2004 e ss.mm.ii.)

Per ciò che attiene la disciplina di valutazione di impatto ambientale essa è regolamentata dalla Legge Regionale n. 7 del 14 aprile 2004 e dalle successive modifiche ed integrazioni apportate dalla L.R. n. 6 del 12 giugno 2007, la quale ha, a sua volta, modificato le leggi 5 agosto 1992, n. 34, 28 ottobre 1999, n. 28, 23 febbraio 2005, n. 16 e 17 maggio 1999, n. 10.

Secondo il D.M. 19 febbraio 2007 viene "ritenuto opportuno chiarire che, in forza dell'articolo 52 del citato decreto legislativo 26 ottobre 1995, n.504, e successive modifiche ed integrazioni, gli impianti fotovoltaici di potenza non superiore a 20 kW sono da considerare non industriali e dunque non assoggettabili alla procedura di valutazione di impatto ambientale, qualora non ricadenti in aree naturali protette".

Nell'ambito degli impianti con potenze nominali superiori ai 20 kW sono ugualmente esonerati (L.R. n. 7/2004 allegato B2 puntp 6 lett. n decies così come modificato dalla L.R. n. 6/2007):

- gli impianti con superficie complessivamente occupata pari o inferiore ai 5000 mq a condizione che non determinino impatti cumulativi derivanti da più richieste che comportino nel loro complesso il superamento della superficie
- gli impianti integrati totalmente o parzialmente su edifici o su elementi di arredo urbano, ai sensi degli articoli 2 e 5 del D.M. del 19 febbraio 2007.

I restanti impianti, rientrando nelle tipologie impiantistiche nell'elenco dell'allegato B2 della L.R. n. 7 del 2004 e ss.mm.ii., richiedono pertanto l'attivazione della **procedura di verifica dell'organo competente** (screening provinciale) e, nel caso si renda necessaria, la VIA (articolo 6 L.R. n. 7/2004 e ss.mm.ii.).

Il tutto fermo restando gli ambiti di applicazione stabiliti dall'articolo 3 della L.R. n. 7/2004 e ss.mm.ii., commi 1 e 2, per interventi ricadenti, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette come definite dalla legge 6 dicembre 1991, n. 394 (Legge quadro sulle aree protette) e sempre che non si determinino impatti ambientali e paesaggistici cumulativi derivati da più richieste che comportino, nel loro complesso, il superamento di detta superficie.

La procedura di verifica (screening provinciale) ha inizio con la presentazione alla Provincia (organo competente) di un' apposita domanda corredata della seguente documentazione (articolo 6 L.R. n. 7/2004 modificato e aggiornato dalla L.R. n. 6/2007):

a. *progetto preliminare;*

u
y

- b. *descrizione del progetto con i dati necessari per individuare, analizzare e valutare la sua natura, le sue finalità e la sua conformità alle previsioni in materia urbanistica, ambientale e paesaggistica;*
- c. *relazione sulla valutazione dell'impatto ambientale del progetto, contenente le informazioni ed i dati in base ai quali sono stati individuati e valutati gli effetti che questo può avere sull'ambiente, con le misure che si intendono attuare per minimizzarli;*
- d. *dichiarazione della data di pubblicazione in un quotidiano a diffusione regionale e nel Bollettino Ufficiale della regione di un annuncio contenente:*
 - 1. *i dati identificativi del proponente*
 - 2. *la localizzazione del progetto ed una sommaria descrizione delle sue finalità, caratteristiche e dimensionamento*
 - 3. *i luoghi di deposito della documentazione relativa al progetto*
- e. *elenco dei Comuni interessati;*
- f. *autocertificazione nella quale il proponente attesta che la suddetta documentazione è la stessa depositata ed inoltrata ai Comuni interessati, all'ARPAM e al Corpo Forestale dello Stato territorialmente competenti.*

La documentazione rimane depositata presso l'autorità competente (la Provincia) ed i Comuni interessati per trenta giorni, decorrenti dalla data di pubblicazione dell'annuncio. Entro tale termine chiunque vi abbia interesse può prenderne visione, ottenerne a proprie spese copia e presentare all'autorità competente osservazioni e memorie scritte relative al progetto depositato.

L'autorità competente entro quaranta giorni decorrenti dalla data di pubblicazione dell'annuncio comunica al proponente le eventuali osservazioni e le memorie che sono state presentate e può richiedere, per una sola volta, le integrazioni o i chiarimenti necessari, con l'indicazione di un termine non superiore a novanta giorni per la risposta. La richiesta sospende i termini della procedura di verifica fino alla data del ricevimento della documentazione integrativa.

Quando il proponente intende uniformare il progetto alle osservazioni o ai contributi espressi lo comunica all'autorità competente. La comunicazione interrompe i termini del procedimento, che ricomincia a decorrere dalla data del deposito del progetto modificato.

Entro sessanta giorni decorrenti dalla data di pubblicazione dell'annuncio l'autorità competente si pronuncia, sulla base degli elementi di verifica con uno dei seguenti esiti:

- a) *esclusione del progetto dalla procedura di VIA;*
- b) *esclusione del progetto dalla procedura di VIA, con prescrizioni per la mitigazione del suo impatto ambientale, per il monitoraggio dell'opera, o per l'utilizzazione delle migliori tecnologie disponibili;*
- c) *assoggettamento del progetto alla procedura di VIA;*
- d) *improcedibilità.*

*h
j*

L'esito della procedura di verifica di cui alla lettera b) obbliga il proponente a conformare il progetto definitivo alle prescrizioni impartite e a comunicare all'autorità competente i dati dell'eventuale monitoraggio.

Nella tabella 3.2 vengono riportate in maniera schematica, al variare della potenza nominale installata, le procedure necessarie per accedere alle tariffe incentivanti e le procedure di valutazione necessarie per le diverse tipologie di impianto fotovoltaico.

Tabella 3.2 Procedure di valutazione per impianti fotovoltaici

<p>POTENZE NOMINALI</p>	<p>≤20 kWel</p>	<p>>20 kWel con superficie occupata ≤5000 mq</p> <p>>20 kWel integrati totalmente o parzialmente su edifici o su elementi di arredo urbano</p>	<p>>20 kWel non rispondenti alle caratteristiche di cui alla colonna precedente</p>
<p>PROCEDURE DA SEGUIRE PER ACCEDERE ALLE TARIFFE INCENTIVANTI</p>	<p>1) inoltrare al gestore di rete il progetto preliminare dell'impianto, richiederne la connessione alla rete e specificare se ci si vuole avvalere dello scambio sul posto</p> <p>2) comunicare al gestore di rete la fine dei lavori</p> <p>3) inoltrare entro 60 giorni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto, pena la decadenza dall'ammissibilità alle tariffe incentivanti l'apposita richiesta di concessione della tariffa pertinente</p>	<p>1) inoltrare al gestore di rete il progetto preliminare dell'impianto e richiederne la connessione alla rete</p> <p>2) comunicare al gestore di rete la fine dei lavori</p> <p>3) inoltrare entro 60 giorni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto, pena la decadenza dall'ammissibilità alle tariffe incentivanti l'apposita richiesta di concessione della tariffa</p>	<p>1) inoltrare al gestore di rete il progetto preliminare dell'impianto e richiederne la connessione alla rete</p> <p>2) comunicare al gestore di rete la fine dei lavori</p> <p>3) inoltrare entro 60 giorni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto, pena la decadenza dall'ammissibilità alle tariffe incentivanti l'apposita richiesta di concessione della tariffa pertinente</p>
<p>PROCEDURE DI VALUTAZIONE</p>	<p>DIA comunale</p>	<p>DIA comunale</p>	<p>Procedure di verifica (screening provinciale)</p>

Si ricorda , infine, che sono soggetti alla denuncia di Officina Elettrica e a licenza di esercizio UTF gli impianti fotovoltaici di potenza superiore a 20 kW **(legge 133/99)**.

Nel caso in cui l'impianto ricada in territori montani, sono soggetti a tale obbligo solo gli impianti di potenza superiore a 30 kW.

91

h ,

3.3 Impianti solari termici

3.3.1 Legge finanziaria 2007

Nella Legge Finanziaria per il 2007 (legge 296/2006, articolo 1, comma 346) è stato introdotto un incentivo fiscale per i privati o le imprese che vogliono installare un impianto solare termico finalizzato alla produzione di acqua calda.

Ai sensi del comma 346 viene precisato che:

- l'acqua calda deve essere impiegata in usi domestici, industriali, e/o commerciali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda in piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, Istituti scolastici e università;
- l'agevolazione comprende la "fornitura e posa in opera di tutte le apparecchiature termiche, meccaniche, elettriche ed elettroniche, nonché delle opere idrauliche e murarie necessarie per la realizzazione a regola d'arte di impianti solari termici organicamente collegati alle utenze, anche in integrazione con impianti di riscaldamento".

L'incentivo prevede una detrazione del 55% dell'imposta lorda con un ammontare massimo della detrazione di 60.000 euro recuperabile in tre anni.

Tabella 3.3_ Il solare termico nella finanziaria 2007

Art. 1, comma	descrizione interventi	% di detrazione	ammontare massimo di detrazione	anni su cui deve essere ripartito il beneficio fiscale
346	Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali	55%	60 000 euro	3 anni

Affinché l'impianto possa godere dell'incentivo, è necessario che:

- i pannelli solari e i bollitori impiegati siano garantiti per almeno cinque anni;
- gli accessori e i componenti elettrici ed elettronici siano garantiti almeno due anni;
- i pannelli solari presentino una certificazione di qualità conforme alle norme UNI 12975 e rilasciata da un laboratorio accreditato;
- l'installazione dell'impianto sia stata eseguita in conformità ai manuali di installazione dei principali componenti.

Possono godere delle agevolazioni in esame tutti i soggetti di imposta Irpef e Ires, residenti e non residenti: le persone fisiche, gli enti e i soggetti di cui all'articolo 5 del TUIR non titolari di reddito d'impresa ed i soggetti titolari di reddito d'impresa.

Condizioni imprescindibili per godere dell'agevolazione sono

- l'effettivo sostenimento delle spese
- la proprietà o detenzione dell'immobile in base ad un titolo idoneo (proprietà, nuda proprietà, altro diritto reale, oppure un contratto di locazione, anche finanziaria, o di comodato).

Nel caso di lavori eseguiti mediante contratti di locazione finanziaria, la detrazione spetta all'utilizzatore del bene o dell'opera e non alla società di leasing ed è commisurata al costo sostenuto dalla società concedente. Sono ammessi a fruire della detrazione anche i familiari conviventi con il possessore o detentore dell'immobile oggetto dell'intervento che sostengano le spese per la realizzazione dei lavori.

Tale opportunità può risultare priva di utilità qualora l'imposta dovuta dal possessore o detentore sia incapiente rispetto all'ammontare della detrazione.

L'agevolazione riguarda solo gli interventi eseguiti su immobili privati, quelli cioè nei quali può esplicitarsi la convivenza, e non in relazione ai lavori eseguiti su immobili strumentali all'attività d'impresa, arte o professione.

In caso di variazione del possesso dell'immobile le quote di detrazione residue si trasferiscono in capo al nuovo titolare.

La traslazione del beneficio si attua, in particolare, nelle ipotesi in cui siano trasferiti la proprietà del fabbricato o un diritto reale sullo stesso mentre permane in capo al conduttore o al comodatario che abbiano sostenuto le relative spese anche qualora cessi il contratto di locazione o di comodato. Per quanto concerne il significato del termine spese "sostenute" è necessario operare una distinzione tra i soggetti titolari di reddito di impresa (IRES) e gli altri contribuenti.

La **circolare dell'Agenzia delle entrate n. 36/E** ha infatti chiarito che mentre per questi ultimi sono detraibili le spese per le quali il pagamento è effettuato mediante bonifico bancario dal 1 gennaio al 31 dicembre 2007, per i soggetti titolari di reddito di impresa sono detraibili le spese imputabili al periodo di imposta in corso al 31 dicembre 2007.

La stessa circolare sembra identificare il momento di imputazione dei costi per i soggetti IRES, per i servizi, con la data in cui sono ultimate le prestazioni e per i beni mobili alla data di consegna e spedizione, salvo che sia successiva la data in cui si verifica l'effetto traslativo.

3.3.2 Disciplina della valutazione di impatti ambientale (L.R. 7/2004 e ss.mm.ii.)

Per quanto riguarda la necessità di ottenimento della valutazione di impatto ambientale ai sensi della L.R. n. 7/2004 e successive modifiche ed integrazioni (L.R. 6/2007) sono soggetti a screening provinciale solo gli **impianti industriali** con superficie totalmente occupata superiore ai 5000 mq (si veda la Tabella 3.4).

Il tutto fermo restando gli ambiti di applicazione stabiliti dall'articolo 3 della L.R. n. 7/2004 e ss.mm.ii., commi 1 e 2, per interventi ricadenti, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette come definite dalla legge 6 dicembre 1991, n. 394 (Legge quadro sulle aree protette) e sempre che non si determinino impatti ambientali e paesaggistici cumulativi derivati da più richieste che comportino, nel loro complesso, il superamento di detta superficie.

Tabella 3.4_Procedure di valutazione per impianti solari termici

	non industriali	industriali con superficie occupata ≤ 5000 mq	industriali con superficie occupata > 5000 mq
PROCEDURE DI VALUTAZIONE	DIA comunale	DIA comunale	Procedure di verifica (screening provinciale)

Indirizzi ambientali e criteri tecnici per lo sviluppo delle filieri bioenergetiche nel territorio marchigiano

45

27

INDICE

1. Introduzione.....	02
2. Schede relative a filiere agro-energetiche di possibile immediato interesse per la regione marche.....	04
3. Aspetti economici.....	16
4. Sintesi sulle filiere analizzate.....	18
5. Livello di aggregazione.....	19
6. Conclusioni.....	20

1. INTRODUZIONE

In ambito regionale, le filiere agro-energetiche di interesse si possono basare su:

- raccolta e/o produzione di materiale ligno-cellulosico residuale e/o da coltivazioni dedicate per la produzione di calore e/o energia elettrica;
- produzione di semi oleaginosi per la produzione di calore e/o energia elettrica e/o biocarburanti;
- produzione di colture amilacee o zuccherine per la produzione di biocarburanti;
- produzione di colture amilacee e/o cellulosiche come matrici per la produzione di biogas da cui ottenere calore e/o energia elettrica.

Nello schema (Tabella 1) si individuano le principali fasi delle filiere di interesse.

In alcuni casi la materia prima, preventivamente alle operazioni di prima lavorazione, viene sottoposta ad essiccazione, come nel caso di semi o di cippato. Inoltre, nel layout di filiera deve sempre essere verificata la capacità di stoccaggio di materia prima e di sottoprodotti, o coprodotti, di lavorazione.

Altre tecnologie (a esempio: gassificazione, pirolisi, applicazioni delle celle a combustibile ecc.) sono da inquadrare più in un'ottica sperimentale o di impianti strettamente dimostrativi, dove l'aspetto economico è, per il momento, meno vincolante.

Tabella 1 - Schematizzazione in fasi distinte di alcune filiere per la produzione agro-energetica aventi base territoriale

Filiera	Produzione materia prima	Eventuale condizionamento	Prima lavorazione	Tecnologie per la trasformazione in energia prontamente utilizzabile	Gestione co-prodotti e/o sottoprodotti
Ligneo - cellulosiche - calore	Utilizzazioni forestali Coltivazione di SRF Coltivarioni erbacee Recupero residui colturali Recupero da agro-industria	Essiccazione	Cippatura, pellettizzazione ¹	Stufe e/o caldaie ² , reti di teleriscaldamento	<i>Ceneri</i> Conferimento in discarica Spargimento agronomico
Ligneo - cellulosiche - elettricità	Utilizzazioni forestali Coltivazione di SRF Coltivazioni erbacee Recupero residui colturali Recupero da agro-industria	Essiccazione	Cippatura e pellettizzazione ³	Caldaie a vapore e macchine a ciclo Rankine ⁴ Gassificatori e gruppi elettrogeni	<i>Ceneri e altri cascami</i> Conferimento in discarica Spargimento agronomico
Oleaginose - elettricità	Coltivazioni oleaginose	Essiccazione	Produzione olio grezzo filtrato	Gruppi elettrogeni ⁵	<i>Pannello grasso</i> Utilizzo zootecnico Utilizzo energetico
Oleaginose - biodiesel ⁶ (Caso A)	Coltivazioni oleaginose	Essiccazione	Produzione olio raffinato	Trans-esterificazione	<i>Farina disoleata, glicerina</i> Utilizzo zootecnico Utilizzo industriale
Oleaginose - biodiesel ⁶ (caso B)	Coltivazioni oleaginose	Essiccazione	Produzione olio grezzo filtrato	Trans-esterificazione	<i>Pannello grasso, glicerina</i> Utilizzo zootecnico Utilizzo industriale
Amilacee/zuccherine - bioetanolo ⁷	Coltivazione amilacee o zuccherine		Produzione di substrati fermentiscibili	Fermentazione e distillazione	<i>Borlande e bagassa</i> Utilizzo zootecnico o agronomico
Deiezioni animali/vegetali - elettricità	Recupero residui animali e/o vegetali Coltivazioni dedicate		Digestori	Gruppi elettrogeni	<i>Substrato digerito</i> Spargimento agronomico

LEGENDA

- ¹ Effettuata solo in caso di: produzione di pellet di classe A da commercializzare ai più alti prezzi di mercato; miglioramento con mescole di materia prima di qualità differente per caratteristiche energetiche e di fusibilità delle ceneri.
- ² In caso di cogenerazione di energia elettrica, alla caldaia viene associato un sistema a OCR, per caldaie di piccola-media potenza, oppure un sistema Rankine a vapore per caldaie di potenza elevata.
- ³ In alcuni casi, come è stato possibile verificare per la Svezia, l'addensamento è utilizzata per ridurre i costi di trasporto.
- ⁴ In caso di cogenerazione di calore, dovrà essere prevista anche una rete di distribuzione dell'energia termica. L'intervento di recupero calore è conveniente più le utenze termiche sono vicine all'impianto e più sono costanti nell'anno.
- ⁵ In caso di cogenerazione di calore, dovrà essere prevista anche una rete di distribuzione dell'energia termica. L'intervento di recupero calore è conveniente più le utenze termiche sono vicine all'impianto e più sono costanti nell'anno.
- ⁶ L'interesse di trasformazione finale (transesterificazione) per questa filiera è ancora essenzialmente industriale.
- ⁷ L'interesse per il settore agricolo si limita perlopiù alla fase di campo.

2 - SCHEDE RELATIVE A FILIERE AGRO-ENERGETICHE DI POSSIBILE IMMEDIATO INTERESSE PER LA REGIONE MARCHE

2.1 - PREMESSE

A questo proposito, tra le filiere che possono basarsi su una tecnologia consolidata, si sono individuati due distinti gruppi di tipologie:

- 1) la prima strettamente legata al territorio e che si sviluppa interamente nel contesto agricolo (dalla produzione di materia prima alla cessione dei prodotti finali, ovvero di prodotti energetici finiti o di energia);
- 2) la seconda che potrebbe avere una base territoriale ma inscritta in un più ampio contesto produttivo e in cui all'agricoltura compete soltanto la fornitura di materia prima (normalmente a causa degli ingenti investimenti richiesti dalla trasformazione energetica).

Di seguito, si elencano le filiere individuate, sia di completa o prevalente pertinenza agricola sia con trasformazione esclusivamente industriale.

Filiere centrate sull'azienda agricola o sue aggregazioni

A.1 - Filiera legno-energia per la produzione di calore con caldaie di piccole/medie dimensioni;

A.2 - Filiera legno - energia per la produzione di biocombustibili (pellet);

A.3 - Filiera olio-energia di piccole/medie dimensioni per la produzione di biocombustibili (olio) o elettricità e/o calore;

A.4 - Filiera del biogas per la produzione di elettricità e/o calore.

Filiere centrate su sistemi agro-industriali

B.1 - Filiera colture ligno-cellulosiche - energia con impianti di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità;

B.2 - Filiera olio-energia di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità;

B.3 - Filiera olio-energia per la produzione di biocombustibili (biodiesel);

B.4 - Filiera alcol-energia per la produzione di biocombustibili (etanolo/ETBE).

2.2 - FILIERE CENTRATE SULL'AZIENDA AGRICOLA O SUE AGGREGAZIONI

L'interesse per queste tipologie di filiera è dato dalla opportunità per il mondo agricolo di sfruttare pienamente il potenziale in termini di valore aggiunto acquisito dalla materia prima, valorizzata nelle differenti trasformazioni, dalla prima lavorazione sino al prodotto energetico finito. Infatti, se la materia prima ha un basso valore commerciale ed è, per di più, condizionata fortemente dal mercato internazionale, non è così per l'energia da essa prodotta; da qui l'interesse a estendere l'attività agricola in questi ambiti, individuando filiere che possano essere completamente sviluppate dal settore. Ciò comporta anche la gestione dei sottoprodotti che, in alcuni casi, da problema possono diventare un ulteriore vantaggio produttivo o comunque possono essere create le condizioni per farli diventare tali.

2.2.1 - Filiera legno-energia per la produzione di calore con caldaie di piccole/medie dimensioni

La base produttiva della filiera è data sia dalle superfici boscate già esistenti sia dalle nuove superfici da piantumare. Mentre nel primo caso si opera con criteri legati all'ambito forestale (cicli superiori a 15 anni, possibilità di ottenere più tipologie di assortimenti), nel secondo le coltivazioni

legnose vengono gestite con cicli di produzione inferiori a 15 anni, utilizzazione della massa legnosa a brevi intervalli (normalmente da 2 a 5 anni) e mediante rinnovo completo della porzione epigea. Per tutte e due le modalità, il prodotto energetico ottenuto (ciocchi di legno, cippato o pellettato) è utilizzabile in piccole caldaie (potenza da 5 a 150 kW termici) per il riscaldamento di utenze abitative singole o in caldaie di più elevata taglia (potenza fino a 600-1.000 kW o anche più) per il riscaldamento di utenze collettive. Nel secondo caso, potrebbe esserci la convenienza anche alla produzione di energia elettrica, a esempio mediante sistemi OCR.

SCHEDA TECNICA DI SINTESI

A.1	FILIERA LEGNO-ENERGIA PER LA PRODUZIONE DI CALORE CON CALDAIE DI PICCOLE/MEDIE DIMENSIONI
	Ricadute sugli obiettivi del PEAR (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia primaria risparmiabile:</i> 30.000 tep/anno • <i>Emissioni di CO₂ evitate:</i> 100.000 t/anno Possibile impatto sul mondo agro-forestale (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Superficie agricola interessata:</i> parte di quella rimboscabile • <i>Superficie forestale interessata:</i> 50.000 ha • <i>Corrispondente PLV complessiva:</i> 10 M€/anno
Descrizione della filiera	Materie prime utilizzabili di origine agro-forestale: <ul style="list-style-type: none"> • Legno da ceduo o da gestione di alto fusto (legna in ciocchi e ramaglie forestali) • Colture arboree dedicate (pioppo, robinia, salice)
	Prodotti energetici: <ul style="list-style-type: none"> • Legna in ciocchi • Cippato
	Co-prodotti non energetici: <ul style="list-style-type: none"> • Legname da opera
	Tecnologie energetiche di riferimento: <ul style="list-style-type: none"> • Piccoli apparecchi domestici per il riscaldamento che non costituiscono impianti (stufe, caminetti ecc.) alimentabili con legno in ciocchi o pellet • Caldaie a ciocchi di legno, cippato o pellet con potenze variabili tra 5 e circa 150 kW manuali o automatiche • Caldaie a cippato o pellet con potenza fino a 600-1.000 kW
	Forma di energia producibile: <ul style="list-style-type: none"> • Prevalentemente energia termica per il riscaldamento di ambienti
	Sottoprodotti da smaltire: <ul style="list-style-type: none"> • Ceneri (2-3% del combustibile utilizzato)
Indici sintetici di valutazione	Indici produttivi annui delle materie prime energetiche riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • Bosco: 1-2 t/ha di legna in ciocchi al 15-20% di umidità • Coltivazioni dedicate: 15 t/ha di cippato al 25-30% di umidità
	Indici energetici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia elettrica producibile:</i> - • <i>Energia termica producibile in termini di gasolio equivalente:</i> 0,3 (recupero ramaglie) - 3 (coltivazioni dedicate) t
	Indici economici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Valore della materia prima:</i> 100 (recupero ramaglie) - 1.000 (coltivazioni dedicate) € • <i>Valore dell'energia elettrica producibile:</i> - • <i>Valore dell'energia termica producibile in alternativa alla produzione elettrica:</i> 300 (recupero ramaglie) - 2.500 € • <i>Valore dell'energia termica producibile in co-generazione:</i> -

A.1	FILIERA LEGNO-ENERGIA PER LA PRODUZIONE DI CALORE CON CALDAIE DI PICCOLE/MEDIE DIMENSIONI
Altri aspetti	Problematiche normative da affrontare <ul style="list-style-type: none"> Regolamentazione regionale dell'applicazione degli apparecchi di combustione
	Note: Le valutazioni sopra riportate si basano sull'ipotesi di attivare in cinque anni un mercato aggiuntivo regionale di 100.000 t/anno di legna i ciocchi o cippata, il che equivale ad interessare, con i prodotti energetici, circa il 5% della popolazione. Le coltivazioni dedicate da sviluppare in ambito agricolo sono da considerare mirate al settore energetico, mentre per il settore forestale si considera di avviare alla utilizzazione energetica la parte meno pregiata.

2.2.2 - Filiera legno - energia per la produzione di biocombustibili (pellet)

La filiera si basa su materiale ligneo-cellulosico residuale, proveniente dal settore agricolo e da quello forestale. Il quantitativo complessivo di materia prima disponibile in Regione è sicuramente di interesse; tuttavia si dovranno considerare gli aspetti logistici di raccolta e trasporto, che influenzano fortemente la convenienza della trasformazione.

Gli impianti sono costituiti da mulini e macchine pellettatrici (la finalità è quella di addensare, mediante trafilatura, il materiale finemente sminuzzato in estrusi di forma cilindrica di diametro e lunghezza variabili) ed eventualmente da essiccatoi. La commercializzazione del pellet può essere effettuata all'ingrosso o al dettaglio, sia con prodotto sfuso che confezionato. In quest'ultimo caso, l'impianto dovrà essere completato da una insaccatrice.

SCHEDA TECNICA DI SINTESI

A.2	FILIERA DEL PELLET
Descrizione della filiera	Ricadute sugli obiettivi del PEAR (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> Energia primaria risparmiabile: 8.000 tep Emissioni di CO₂ evitate: 20.000 t
	Possibile impatto sul mondo agro-forestale (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> Superficie agricola interessata: 2.000 ha (coltivazioni dedicate) 5.000 ha (residui) Superficie forestale: -¹ Corrispondente PLV complessiva: 0.2 M€/anno
	Materie prime utilizzabili di origine agro-forestale: <ul style="list-style-type: none"> residui agricoli (residui di potatura di fruttiferi, vite ed olivo) cippato da colture dedicate o da utilizzazioni boschive
	Tecnologie per la trasformazione della materia prima: pellettizzatrice
	Prodotti energetici: <ul style="list-style-type: none"> pellet cippato da parti meno nobili
	Co-prodotti non energetici: nessuno
	Tecnologie energetiche di riferimento: <ul style="list-style-type: none"> Piccoli apparecchi domestici per il riscaldamento che non costituiscono impianti (stufe, caminetti ecc.) alimentabili con pellet Caldaie a pellet con potenze variabili tra 5 e circa 150 kW manuali o automatiche
	Forma di energia producibile: <ul style="list-style-type: none"> Prevalentemente energia termica per il riscaldamento di ambienti
	Sottoprodotti da smaltire: <ul style="list-style-type: none"> Ceneri (1-2% del combustibile utilizzato)

¹ La superficie è di difficile definizione

A.2	FILIERA DEL PELLETT
Indici sintetici di valutazione	Indici produttivi annui delle materie prime energetiche riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • Sarmenti: 0,113*t/ha di uva + 2 • Residui di potatura dell'olivo: 0,428*t/ha di olive + 1,452 • Coltivazioni dedicate: 15 t/ha di cippato al 25-30% di umidità
	Indici energetici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia elettrica producibile:</i> - • <i>Energia termica producibile in termini di gasolio equivalente:</i> 0,3 (recupero ramaglie) - 3 (coltivazioni dedicate) t
	Indici economici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Valore della materia prima:</i> 100 (recupero ramaglie) - 1.000 (coltivazioni dedicate) € • <i>Valore del biocombustibile:</i> 300 (recupero ramaglie) - 2.000 (coltivazioni dedicate) € • <i>Valore dell'energia elettrica producibile:</i> - • <i>Valore dell'energia termica producibile in alternativa alla produzione elettrica:</i> • <i>Valore dell'energia termica producibile in co-generazione:</i> -
Altri aspetti	Problematiche normative da affrontare <ul style="list-style-type: none"> • Definizione di standard minimi regionali di qualità del pellet • Regolamentazione regionale dell'applicazione degli apparecchi di combustione
	Note: Il pellet costituisce uno dei prodotti energetici di maggiore interesse dal punto di vista della valorizzazione della materia prima. L'ipotesi di base è quella di raggiungere una produzione regionale di 20.000 t/anno di pellet, attraverso la realizzazione di 4-6 impianti, di capacità di lavoro media di 0,5-1 t/h.

2.2.3 - Filiera olio-energia per la produzione di energia elettrica ed eventuale recupero di calore in cogenerazione

La filiera si basa sulle coltivazioni di oleaginose e, per la regione, la coltura d'elezione è stata individuata nel girasole.

In particolare per questo tipo di filiera il successo di realizzazione è determinato soprattutto da una forte integrazione tra le differenti parti che la compongono. In particolare, la sostenibilità della produzione di energia è condizionata dalla valorizzazione del pannello da parte del settore zootecnico.

SCHEMA TECNICA DI SINTESI

A.3	FILIERA OLIO-ENERGIA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA ED EVENTUALE RECUPERO DI CALORE IN COGENERAZIONE
	Ricadute sugli obiettivi del PEAR (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia primaria risparmiabile:</i> 15 - 20.000 tep • <i>Emissioni di CO₂ evitate:</i> 45.000 - 60.000 t
	Possibile impatto sul mondo agro-forestale (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Superficie agricola interessata:</i> 15.000 - 20.000 ha • <i>Corrispondente PLV complessiva:</i> 8 - 10 M€/anno
Descrizione della filiera	Materie prime utilizzabili di origine agro-forestale: <ul style="list-style-type: none"> • Colture oleaginose (girasole, brassica carinata, colza)
	Tecnologie per la trasformazione della materia prima: pressa
	Prodotti energetici: <ul style="list-style-type: none"> • Olio grezzo filtrato
	Co-prodotti non energetici: <ul style="list-style-type: none"> • Pannello grasso

A.3	FILIERA OLIO-ENERGIA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA ED EVENTUALE RECUPERO DI CALORE IN COGENERAZIONE
	Tecnologie energetiche di riferimento: <ul style="list-style-type: none"> • Gruppi elettrogeni, a partire da 400 kWc • Impiantistica per cogenerazione di calore Forma di energia producibile: <ul style="list-style-type: none"> • Energia elettrica per autoconsumo, per cessione a privati o per cessione al gestore della rete nazionale (GRTN) • Energia termica recuperata durante il funzionamento del motore Sottoprodotti da smaltire: residui di filtrazione dell'olio grezzo
Indici sintetici di valutazione	Indici produttivi annui delle materie prime energetiche riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • Girasole: 2,4 t di semi/ha • Brassica carinata: 2,5 t di semi/ha • Colza: 2 t di semi/ha
	Indici energetici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia elettrica producibile:</i> 3.500 kWh • <i>Energia termica producibile in termini di gasolio equivalente:</i> 350 kg
	Indici economici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Valore della materia prima:</i> 500 €² • <i>Valore del prodotto energetico intermedio:</i> 550 €³ • <i>Valore dell'energia elettrica producibile:</i> 600 €⁴ • <i>Valore dell'energia termica producibile in alternativa alla produzione elettrica:</i> - • <i>Valore dell'energia termica producibile in co-generazione:</i> 350 €
Altri aspetti	Problematiche normative da affrontare <ul style="list-style-type: none"> • Facilitazione alla costituzione di cooperative e/o consorzi di produzione-consumo
	Note: <ul style="list-style-type: none"> • L'ipotesi di sviluppo della filiera si basa sull'interessamento di 15-20 mila ha di superficie a girasole - Altra problematica da considerare in questo contesto è l'opportunità di costituire dei consorzi con cui raggruppare gli attori della filiera, siano essi produttori sia consumatori. - Per la sostenibilità economica della produzione, è di fondamentale importanza la valorizzazione del pannello. Potrebbe essere oltremodo positiva la sinergia con pianificazioni territoriali per le produzioni zootecniche di qualità.

2.2.4 - Filiera del biogas per la produzione di elettricità e/o calore

Per questa filiera la materia prima di base è costituita dalla quantità di deiezioni provenienti dal settore zootecnico, cui vengono aggiunte le produzioni di colture dedicate, quali insilati di mais e/o di erba. Tuttavia, anche in questo caso, per avere delle installazioni convenienti è necessario che ci sia un flusso minimo giornaliero, valutato in 50-100 t di prodotto in entrata. Ne consegue che l'organizzazione della filiera prevede, necessariamente, un consorzio di allevatori, circoscritti territorialmente e comunicanti con una efficiente rete di trasporti.

² Considerando un prezzo di mercato del girasole di 200 €/t

³ Considerando la resa di trasformazione in olio al 33% e il prezzo dell'olio di 500 €/t. Non deve essere dimenticata la produzione di pannello grasso, valorizzabile da 40 a 140 €/t, in funzione di un suo utilizzo come prodotto energetico (nel primo caso) o come mangime (secondo caso)

⁴ Considerando il prezzo dell'EE pari a 0,06 €/kWh e il prezzo del CV pari a 0,11 €/kWh.

SCHEDA TECNICA DI SINTESI

A.4	FILIERA DEL BIOGAS
	Ricadute sugli obiettivi del PEAR (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia primaria risparmiabile:</i> 11.000 tep • <i>Emissioni di CO₂ evitate:</i> 35.000 t
	Possibile impatto sul mondo agro-forestale (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Capi bovini interessati:</i> 2500 capi • <i>Superficie agricola interessata:</i> 500 ha • <i>Corrispondente PLV complessiva:</i> 1 M€
Descrizione della filiera	Materie prime utilizzabili di origine agro-forestale: <ul style="list-style-type: none"> • deiezioni animali (liquame) • cascami agro-alimentari • colture erbacee dedicate insilate (mais, frumento)
	Tecnologie per la trasformazione della materia prima: <ul style="list-style-type: none"> • impianti di codigestione
	Prodotti energetici: <ul style="list-style-type: none"> • biogas
	Co-prodotti non energetici: <ul style="list-style-type: none"> • liquami digeriti
	Tecnologie energetiche di riferimento: <ul style="list-style-type: none"> • motori endotermici con recupero di calore
	Forma di energia producibile: <ul style="list-style-type: none"> • energia elettrica • energia termica
	Sottoprodotti da smaltire: nessuno
Indici sintetici di valutazione	Indici produttivi annui delle materie prime energetiche <ul style="list-style-type: none"> • Mais insilato: 50 t/ha • Deiezioni animali: 8% p.v.
	Indici energetici annui riferiti all'unità di peso <ul style="list-style-type: none"> • 220 MWh/anno/ 100 t p.v. • 35 MWh/ 100 t insilato (corrispondente ad una superficie di 2 ha di mais coltivato in irriguo)
	Indici economici annui riferiti a un ettaro (solo per coltivazioni energetiche) <ul style="list-style-type: none"> • <i>Valore dell'energia elettrica producibile:</i> 1500 €⁵ • <i>Valore dell'energia termica producibile in co-generazione:</i> -
Altri aspetti	Problematiche normative da affrontare Normativa per la distribuzione agronomica dei liquami digeriti
	Note: Si ipotizza la realizzazione di 5 impianti per la produzione di biogas sufficiente alla produzione di 1 MW elettrico. In termini di biomassa, ogni impianto potrebbe essere alimentato con le deiezioni prodotte da 500 capi adulti bovini e dalle coltivazioni dedicate prodotte su 100 ha (la stima è stata effettuata considerando mais da insilare con una produzione media in irriguo di 50 t/ha di prodotto al 35% di umidità).

2.3 FILIERE CENTRATE SU SISTEMI AGRO-INDUSTRIALI

In queste filiere il settore agricolo entra solo come produttore di materia prima. Il vantaggio di istituire filiere locali è legato quasi esclusivamente al mantenimento delle attività produttive sul territorio con particolare attenzione anche all'indotto che ruota intorno alla produzione agricola (contoterzisti, stoccatore, rivenditori di agrochimici, per citarne alcuni).

⁵ Considerando il prezzo dell'EE pari a 0,06 €/kWh e il prezzo del CV pari a 0,11 €/kWh.

2.3.1 - Filiera colture ligno-cellulosiche - energia con impianti di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità

La potenza della centrale, se collegata al territorio, dovrà essere in relazione alla quantità di materiale economicamente conferibile alla bocca dell'impianto.

SCHEMA TECNICA DI SINTESI

B.1	FILIERA LEGNO-ENERGIA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E CALORE IN IMPIANTI DI GRANDI DIMENSIONI
	<p>Ricadute sugli obiettivi del PEAR (al 2013):</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia primaria risparmiabile:</i> 155.000 tep/anno • <i>Emissioni di CO₂ evitate:</i> 400.000 t/anno <p>Possibile impatto sul mondo agro-forestale (al 2013):</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Superficie agricola interessata:</i> 15.000 ha • <i>Superficie forestale interessata:</i> - • <i>Corrispondente PLV complessiva:</i> 6 M€
Descrizione della filiera	<p>Materie prime utilizzabili di origine agro-forestale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • residui agricoli (paglie, stocchi, residui di potatura dei fruttiferi) • colture erbacee dedicate (sorgo, cardo) • residui dell'industria agro-alimentare (sansa, vinacce)
	<p>Prodotti energetici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cippato
	<p>Co-prodotti non energetici: nessuno</p>
	<p>Tecnologie energetiche di riferimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centrali a biomassa con cogenerazione almeno parziale del calore
	<p>Forma di energia producibile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energia elettrica, energia termica
	<p>Sottoprodotti da smaltire:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ceneri (5-10% del combustibile utilizzato)
Indici sintetici di valutazione	<p>Indici produttivi annui delle materie prime energetiche riferiti a un ettaro</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paglia di frumento tenero: 0,61*t/ha di prodotto • Paglia di frumento duro: 0,7*t/ha di prodotto • Paglia di orzo: 0,8*t/ha di prodotto • Stocchi di girasole: 2*t/ha di prodotto • Stocchi di mais: 1,3*t/ha di prodotto • Sorgo da fibra: 20 t/ha • Cardo: 15 t/ha • Vinacce: 0,046*t/ha uva • Sansa esausta: 0,19*t/ha drupe
	<p>Indici produttivi annui delle materie prime energetiche riferiti a un ettaro</p> <ul style="list-style-type: none"> • Residui agricoli: 1-2 t/ha di materiale ligno-cellulosico al 25- 30% di umidità • Coltivazioni dedicate: 15 t/ha al 25-30% di umidità
	<p>Indici energetici annui riferiti a un ettaro</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia elettrica producibile:</i> 2700 - 7.000 kWh • <i>Energia termica producibile in termini di gasolio equivalente:</i> 0,3 - 3 t/ha
	<p>Indici economici annui riferiti a un ettaro</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Valore della materia prima:</i> 60 - 600 € • <i>Valore dell'energia elettrica producibile:</i> 500 - 1200 € • <i>Valore dell'energia termica producibile in alternativa alla produzione elettrica:</i> - • <i>Valore dell'energia termica producibile in co-generazione:</i> -

B.1	FILIERA LEGNO-ENERGIA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E CALORE IN IMPIANTI DI GRANDI DIMENSIONI
Altri aspetti	Problematiche normative da affrontare <ul style="list-style-type: none"> • Normativa regionale per la certificazione della biomassa utilizzata • Facilitazioni per l'inserimento di questa tipologia di installazione nei Piani Regolatori
	Note: Si ipotizza l'allestimento di 4 centrali da 15 MWc. La possibilità di riutilizzo del calore prodotto durante le fasi di trasformazione elettrica è limitato dall'ubicazione delle centrali, solitamente poste in aree decentrate e, quindi, prive di utenze, se non in minima parte. Divulgazione ed informazione presso l'opinione pubblica sono necessari per ottenere il consenso alla realizzazione degli impianti (effetto NIMBY).

2.3.2 - Filiera olio-energia di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità ed eventuale recupero di calore in cogenerazione

La possibilità di organizzare una filiera territoriale per la produzione di energia elettrica con un impianto di grandi dimensioni (oltre 10 MW) è da valutare con attenzione, soprattutto se sullo stesso territorio insistono anche di impianti più piccoli. Ciò in ragione dell'elevata superficie necessaria e la naturale, corretta esigenza di avere un territorio con più opportunità di produzione oltre ad assolvere i criteri di eco-condizionalità imposti.

Con una filiera di questo tipo, il prodotto richiesto all'agricoltura possono essere semi oppure olio grezzo filtrato. In relazione a questo, il coinvolgimento del settore primario è differente.

SCHEDA TECNICA DI SINTESI

B.2	FILIERA OLIO-ENERGIA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA ED EVENTUALE RECUPERO DI CALORE IN COGENERAZIONE
Descrizione della filiera	Ricadute sugli obiettivi del PEAR (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia primaria risparmiabile:</i> 15 – 20.000 tep • <i>Emissioni di CO₂ evitate:</i> 45.000 – 60.000 t
	Possibile impatto sul mondo agro-forestale (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Superficie agricola interessata:</i> 15.000 – 20.000 ha • <i>Corrispondente PLV complessiva:</i> 8 - 10 M€/anno
	Materie prime utilizzabili di origine agro-forestale: <ul style="list-style-type: none"> • Colture oleaginose (girasole, brassica carinata, colza)
	Tecnologie per la trasformazione della materia prima: pressa
	Prodotti energetici: <ul style="list-style-type: none"> • Olio grezzo filtrato
	Co-prodotti non energetici: <ul style="list-style-type: none"> • Pannello grasso
	Tecnologie energetiche di riferimento: <ul style="list-style-type: none"> • Gruppi elettrogeni, a partire da 4000 kW_e • Impiantistica per cogenerazione di calore
	Forma di energia producibile: <ul style="list-style-type: none"> • Energia elettrica per autoconsumo, per cessione a privati o per cessione al gestore della rete nazionale (GRTN) • Energia termica recuperata durante il funzionamento del motore
	Sottoprodotti da smaltire: residui di filtrazione dell'olio grezzo
	Indici sintetici di valutazione
Indici energetici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia elettrica producibile:</i> 5.000 kWh • <i>Energia termica producibile in termini di gasolio equivalente:</i> 500 kg 	
Indici economici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Valore della materia prima:</i> 500 €⁶ • <i>Valore del prodotto energetico intermedio:</i> 550 €⁷ • <i>Valore dell'energia elettrica producibile:</i> 950 €⁸ • <i>Valore dell'energia termica producibile in alternativa alla produzione elettrica:</i> - • <i>Valore dell'energia termica producibile in co-generazione:</i> 500 € 	
Problematiche normative da affrontare <ul style="list-style-type: none"> • Risoluzione del problema relativo alla tassazione dell'olio vegetale combustibile da parte dell'UITI • Costituzione di cooperative di agricoltori per la spremitura dell'olio e la più conveniente collocazione del pannello. 	
Altri aspetti	Note:
	<ul style="list-style-type: none"> - Dal punto di vista tecnologico i problemi sono stati individuati e circoscritti; dal punto di vista normativo, al contrario serve ancora un forte impegno, soprattutto da parte delle istituzioni - Per la sostenibilità economica della produzione, è di fondamentale importanza la valorizzazione del pannello.

⁶ Considerando un prezzo di mercato del girasole di 200 €/t

⁷ Considerando la resa di trasformazione in olio al 33% e il prezzo dell'olio di 500 €/t. Non deve essere dimenticata la produzione di pannello grasso, valorizzabile da 40 a 140 €/t, in funzione di un suo utilizzo come prodotto energetico (nel primo caso) o come mangime (secondo caso)

⁸ Considerando il prezzo dell'EE pari a 0,06 €/kWh e il prezzo del CV pari a 0,11 €/kWh.

2.3.3 - Filiera olio-energia per la produzione di biocombustibili (biodiesel)

Anche questa filiera entra in concorrenza con le precedenti, visto l'elevata superficie richiesta.

In questo caso al settore agricolo è richiesta la fornitura di olio e, quindi, dovranno essere avviate le dinamiche indicate nel paragrafo precedente, seguite dalla stessa tipologia di misure.

Rispetto alla filiera precedente, ha il vantaggio di avere alla spalle una realtà concreta di trasformazione, in grado di assorbire, sin da subito, qualora si verificassero idonee condizioni commerciali, l'intera produzione ipotizzata.

SCHEMA TECNICA DI SINTESI

B.3	FILIERA BIODIESEL
	Ricadute sugli obiettivi del PEAR (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia primaria risparmiabile:</i> 40.000 tep • <i>Emissioni di CO₂ evitate:</i> 100.000 t
	Possibile impatto sul mondo agro-forestale (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Superficie agricola interessata:</i> 40000 ha • <i>Corrispondente PLV complessiva:</i> 20 M€
Descrizione della filiera	Materie prime utilizzabili di origine agricola: <ul style="list-style-type: none"> • colture oleaginose (girasole, brassica, colza)
	Prodotti energetici: <ul style="list-style-type: none"> • olio grezzo filtrato
	Co-prodotti non energetici: pannello grasso o farina
	Tecnologie energetiche di riferimento: <ul style="list-style-type: none"> • Impianti di esterificazione
	Forma di energia producibile: <ul style="list-style-type: none"> • Biodiesel (esteri di oli vegetali)
	Sottoprodotti da smaltire: <ul style="list-style-type: none"> • Glicerina
Indici sintetici di valutazione	Indici produttivi annui delle materie prime energetiche riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • Semi di girasole: 2,4 t/ha • Semi di brassica: 2,5 t/ha
	Indici energetici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Biocombustibile producibile:</i> 0,7 – 1 t • <i>Energia producibile in termini di gasolio equivalente:</i> 0,6 – 0,9 t/ha
	Indici economici annui riferiti all'unità di superficie <ul style="list-style-type: none"> • <i>Valore del seme:</i> 500 €/ha al 9% di umidità • <i>Valore dell'olio producibile:</i> 450 – 550 €/ha • <i>Valore del biodiesel producibile:</i> 650 – 800 €/ha
Altri aspetti	Problematiche normative da affrontare <ul style="list-style-type: none"> • Contribuire a livello nazionale per il raggiungimento degli obiettivi stabiliti dalla legge 81/2006. • Favorire l'installazione a titolo sperimentale di colonnine per la distribuzione di miscela gasolio-biodiesel al 25% anche per i rifornimenti fuori rete.
	Note: Come indicato sopra, si ipotizza che la filiera possa interessare 40.000 ha di superficie a girasole.

2.3.4 Filiera alcol-energia per la produzione di biocombustibili (etanolo/ETBE)

La filiera viene citata per completezza di trattazione. Tuttavia tra i casi illustrati è tra le soluzioni meno indicate per valorizzare il territorio. La principale ragione è l'elevata richiesta di superficie agraria per soddisfare ai requisiti minimi di efficienza industriale di 100.000 ha.

SCHEMA TECNICA DI SINTESI

B.4	FILIERA BIOETANOLO ⁹
	Ricadute sugli obiettivi del PEAR (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Energia primaria risparmiabile:</i> -¹⁰ • <i>Emissioni di CO₂ evitate:</i> -¹²
	Possibile impatto sul mondo agricolo (al 2013): <ul style="list-style-type: none"> • <i>Superficie agricola interessata:</i> 100.000 ha • <i>Corrispondente PLV complessiva:</i> 4,5 M€
Descrizione della filiera	Materie prime utilizzabili di origine agricola: <ul style="list-style-type: none"> • colture amilacee (frumento, mais)
	Prodotti energetici: <ul style="list-style-type: none"> • granella di cereale
	Co-prodotti non energetici: DDGS (nel caso di utilizzo di cereali, il residuo secco delle borlande, idoneo per finalità zootecniche)
	Tecnologie energetiche di riferimento: <ul style="list-style-type: none"> • Fermentatori, distillatore e impianti per il trattamento delle borlande
	Forma di energia producibile: <ul style="list-style-type: none"> • Etanolo e suoi derivati
	Sottoprodotti da smaltire: <ul style="list-style-type: none"> • Borlande
Indici sintetici di valutazione	Indici produttivi annui delle materie prime energetiche riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • Semi di frumento: 5 t/ha • Semi di mais: 7 t/ha
	Indici energetici annui riferiti a un ettaro <ul style="list-style-type: none"> • <i>Biocombustibile producibile:</i> 2,2 – 3 m³/ha • <i>Energia producibile in termini di gasolio equivalente:</i> 1,1 – 1,5 t
	Indici economici annui riferiti all'unità di superficie <ul style="list-style-type: none"> • <i>Valore del seme:</i> 500 – 700 €/ha • <i>Valore dell'etanolo producibile:</i> 1000 – 1500 €/ha
Altri aspetti	Problematiche normative da affrontare <ul style="list-style-type: none"> • Contribuire a livello nazionale per il raggiungimento degli obiettivi stabiliti dalla legge 81/2006.
	Note: Si ipotizza di interessare una superficie di 100.000 ha che, coltivata a frumento, fornirebbe la materia prima per un impianto di circa 150.000 t/anno di etanolo che rappresenta una dimensione economica medio-piccola per questo genere di filiera.

2.4 FILIERE BASATE SU ALTRE SOLUZIONI TECNOLOGICHE

Nelle diverse filiere analizzate nei paragrafi precedenti non sono state considerate alcune tecnologie che talvolta vengono presentate come fattibili per il settore rurale nazionale.

⁹ Si considera la filiera basata sull'uso dei cereali, in quanto le proposte industriali di realizzazione si basano su queste coltivazioni. Sono comunque possibili filiere basate su altre colture (es. sorgo zuccherino) che peraltro presentano parametri caratteristici sensibilmente diversi rispetto alle prime.

¹⁰ Il potenziale non viene qui valutato perché fortemente dipendente dalle tecnologie di trasformazione.

Si tratta quasi sempre di soluzioni che si basano sulla conversione energetica di biomasse ligno-cellulosiche secche in combustibili di più elevato pregio. A esempio:

1. gassificazione per la produzione di gas per l'alimentazione di gruppi elettrogeni;
2. pirolisi per la produzione di gas, combustibile solido (carbone vegetale) e combustibile liquido (olio pirolitico) per l'alimentazione di caldaie e gruppi elettrogeni;
3. idrolisi rapida della cellulosa per la produzione di substrati fermentiscibili per la produzione di etanolo;
4. processi di gassificazione seguiti da reazioni di sintesi per la produzione di biocombustibili di elevata qualità (tipo processo Fisher-Tropsch).

Queste soluzioni sono oggi da considerare:

1. o di scarso interesse per l'azienda agricola e le sue aggregazioni per il tipo di tecnologia oggi offerta (esempio: impianti di gassificazione di piccola taglia¹¹);
2. o di frontiera e tali da richiede sforzi di aggregazione del mondo agricolo, impegno tecnologico e finanziario ancora superiore di quello richiesto dalle filiere analizzate (esempio: processi Fisher-Tropsch).

E' evidente comunque l'opportunità di non trascurare queste soluzioni e di attivare, all'interno delle attività prese in considerazione per lo sviluppo delle bioenergie, anche iniziative che promuovano il loro studio e analisi al fine di stimolare possibili sinergie, necessarie per potenziali sviluppi nel medio-lungo termine. Ciò anche tenendo presente l'esigenza di trovare dei collegamenti con la ricerca europea.

¹¹ A questo proposito, deve essere sottolineato l'interesse degli imprenditori agricoli per gassificatori di piccola taglia. L'interesse è riscosso dagli elevati rendimenti possibili con questa soluzione impiantistica: viene prodotta energia elettrica con una resa complessiva, partendo dalla biomassa secca, di circa il 24%. Ne consegue che, se da 1 ha posso ottenere 10 t di sostanza secca di biomassa ligno-cellulosica, potrò disporre di un corrispondente energetico lordo di 40 MWh. Con una resa di gassificazione dell'80% e una resa elettrica del 30%, ad ettaro si potranno ottenere 10 MWh di energia elettrica; ciò è di sicuro interesse, anche in considerazione di un confronto, ad esempio, con altri generatori di energia elettrica di piccola taglia, quali i motori funzionanti ad oli vegetali, dove la resa energetica per ettaro è, al massimo, con le tecnologie esistenti, di 4 MWh. Le rese indicate, comunque, si potranno riscontrare solo con un funzionamento ottimale del sistema, nelle fasi sia di produzione di gas sia di trasformazione elettrica. In relazione a questo aspetto, ad oggi, la fase di produzione di gas presenta ancora molti aspetti da chiarire. Ciò comporta che questi impianti siano più adatti per degli studi ed approfondimenti piuttosto che essere pronti per una loro diffusione sul territorio.

3 - ASPETTI ECONOMICI

A seguito dell'analisi condotta, appare evidente che nella Regione Marche le più concrete filiere agro-energetiche si basano su: colture ligneo-cellulosiche per la produzione di calore e/o di energia elettrica; specie oleaginose per la produzione di energia elettrica e di biocombustibili.

Da un punto di vista economico (Tabella 2) è evidente che, in genere, passando dalla destinazione alimentare a quella energetica, la convenienza economica alla coltivazione diminuisce e, nei casi considerati, la penalizzazione in termini di produzione lorda vendibile è compresa tra 10 e 450 €/ha (in media, circa 120 €/ha).

L'eccezione è data dalla coltivazione del sorgo che, grazie alle alte produzioni, riesce ad essere concorrenziale nei confronti delle coltivazioni ad uso alimentare.

Da queste considerazioni sembrerebbe opportuno escludere il confronto con la barbabietola, viste le recenti disposizioni comunitarie in materia di zuccherifici, che determineranno la prossima riduzione della coltura nello scenario agricolo regionale e la sua completa scomparsa nel polo produttivo a sud della Regione.

Tabella 2 – Resa, prezzi di vendita e produzione lorda vendibile (PLV) delle principali colture erbacee a destinazione alimentare praticate in regione (Rilevazioni RICA - 2002) e confronto con le colture ad utilizzo energetico (Rilevazioni e stime Dipartimento SASC – Università Politecnica delle Marche – 2003-2005)

<i>Coltura</i>	<i>Resa prodotto principale (t/ha)</i>	<i>Prezzo vendita prodotto principale (€/t)</i>	<i>PLV (€/ha)</i>
Frumento duro	4	170	680
Orzo	4	130	520
Medica	7	90	630
Barbabietola	50	38	1900
Girasole alimentare	2.7	225	610
Mais	6.5	136	885
Frumento tenero	4.6	151	695
Girasole no food	2.4	200	480
Brassica carinata	2.5	200	500
Pioppo	15 ¹²	40	600
Sorgo da fibra	20 ¹⁷	40	800
Cardo	15 ¹⁷	40	600
Mais insilato no food	50	11	550

Pur essendo valido l'ordine di grandezza, si sottolinea, comunque, che tali stime devono essere considerate con cautela, in considerazione delle variazioni di resa, anche in ambito regionale, e delle oscillazioni dei prezzi di mercato dei prodotti agricoli.

Un elemento di importanza ambientale e strategica nel quadro regionale è anche l'individuazione delle aree in cui coltivare le specie energetiche: nei casi in cui la biomassa venisse destinata ad impianti in grado di abbattere inquinanti e non ci fosse la necessità di riutilizzo di sottoprodotti in settori sensibili (a esempio, alimentazione zootecnica) potrebbero essere dedicate a queste coltivazioni delle aree cuscinetto, quali, ad esempio, quelle poste ai margini di linee di transito o ai margini di installazioni industriali. In questo modo, verrebbero correttamente utilizzate aree poco idonee ad altri utilizzi, quali ad esempio la produzione di derrate alimentari.

In complesso, risulta comunque essere necessario procedere alla messa a coltura di biomassa ad utilizzo energetico rispettando i criteri di agricoltura sostenibile, a cominciare da rotazioni che tengano in conto avvicendamenti almeno triennali. Un altro aspetto essenziale è la scelta di specie

¹² Al 25-30% di umidità alla bocca della centrale

che siano bene inseriti nell'ambiente: alla collina marchigiana non si adattano coltivazioni richiedenti irrigazione, ma specie in grado di garantire produzioni anche in annate difficili e scarsamente umide. Ne consegue che la scelta della filiera è da effettuare a seguito di una valutazione delle potenzialità produttive delle aree da mettere a coltura.

4 – SINTESI SULLE FILIERE ANALIZZATE

Nella Tabella 3 si riassumono le principali caratteristiche delle diverse filiere che sono state evidenziate nelle Schede di Sintesi.

Tabella 3 – Output medi specifici relativi ad aspetti energetici, ambientali ed economici delle differenti filiere agro-energetiche

<i>Filiere</i>	<i>Energia rinnovabile (tep/ha)</i>	<i>Gas serra evitati (t CO₂/ha)</i>	<i>PLV (€/ha)</i>
Legno-energia per la produzione di calore con caldaie di piccole/medie dimensioni	0,6 – 4,5 ¹³	2 - 14 ¹⁸	300 - 1.000 ¹³
Legno - energia per la produzione di biocombustibili (pellet)	0,6 – 4,5 ¹³	2 - 14 ¹⁸	300 - 2.000 ¹⁸
Olio-energia di piccole/medie dimensioni per la produzione di <ul style="list-style-type: none"> • biocombustibili (olio) • elettricità • elettricità e calore 	0,8	2,4	550 600 950
Biogas per la produzione di elettricità ¹⁴	3,5 - 4,0	10 - 12	1.500
Culture ligneo-cellulosiche - energia con impianti di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità	4	12	60 - 600
Olio-energia di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità <ul style="list-style-type: none"> • semi • biocombustibili (olio) 	1	3	500 550
Olio-energia per la produzione di biocombustibili (biodiesel) <ul style="list-style-type: none"> • semi • biocombustibili (olio) 	1	2,5	500 550
Alcol-energia per la produzione di biocombustibili (etanolo/ETBE)	- ¹⁵	- ¹⁹	500 - 700

La sintesi proposta rende più chiara la possibilità di spingersi nel merito delle valutazioni, in termini di maggiore o minore convenienza delle filiere a confronto. In particolare, relativamente alla capacità di produrre energia rinnovabile per unità di superficie, le filiere di maggiore interesse sono quelle legno-energia e quelle impostate sulle colture dedicate per la produzione di fibra ligneo-cellulosica utilizzata per produrre sia calore sia elettricità. Apparentemente, le filiere basate sugli oli vegetali sono le meno efficienti per quanto riguarda la produzione di energia per unità di superficie. Tuttavia va considerato il fatto che solo 1/3 della produzione ottenuta viene indirizzato al settore energetico, mentre i restanti 2/3 conoscono destinazioni diverse, generalmente utilizzati per l'alimentazione zootecnica.

Parallelamente, anche per la riduzione dell'apporto di emissioni di CO₂ in atmosfera si propongono le stesse osservazioni.

Per quanto riguarda la convenienza economica in termini di produzione lorda vendibile (PLV) specifica, le filiere più interessanti sono quelle che originano energia elettrica nell'ambito delle operazioni svolte dall'azienda agricola o sue aggregazioni, mentre nel caso di conferimento di materia prima, per qualsiasi tipologia di trasformazione, è stabile intorno al valore di circa 500 €/ha.

¹³ Il primo valore corrisponde al recupero di ramaglie; il secondo a colture dedicate.

¹⁴ Nell'ipotesi di utilizzare coltivazioni dedicate.

¹⁵ Il potenziale non viene valutato perché in stretta relazione con le tecnologie di trasformazione.

5 - LIVELLO DI AGGREGAZIONE

Le filiere agro-energetiche si differenziano anche per la superficie minima necessaria per rendere economicamente conveniente la trasformazione. Per la situazione fondiaria regionale, caratterizzata da fondi di piccola estensione, ciò significa anche valutare il livello di aggregazione richiesto alle singole aziende.

Per quanto riguarda la produzione di materia prima tal quale (semi, cippato) ceduta a terzi (filiera centrate su sistemi agro-industriali), la convenienza è legata soprattutto alla possibilità di sfruttare appieno i cantieri di pieno campo utilizzati. In questi casi, l'aggregazione di più aziende può rendere più redditizia la produzione di biomassa, ma non da vantaggi diretti alla trasformazione energetica; inoltre, coinvolge soltanto operatori dello stesso settore (a esempio, più proprietari forestali che aggregano a vario titolo le proprie superfici a bosco per migliorare le prestazioni di una cippatrice)

L'aspetto dell'aggregazione, invece, diventa più importante quando alla produzione di materia prima segue la trasformazione, più o meno completa, in prodotto energetico (parti di filiere centrate su sistemi agro-industriali o, ancor più, filiere centrate sull'azienda agricola o sue aggregazioni). In questi casi l'aggregazione, tra operatori dello stesso ambito produttivo e non, porta a raccogliere la massa critica necessaria per il funzionamento economicamente sostenibile dell'intera filiera, partendo dall'ottimizzazione di utilizzo dell'impianto sino alla più conveniente collocazione di eventuali co-prodotti ottenuti dalla trasformazione (l'esempio della filiera girasole-energia elettrica è emblematica, sia per la necessità di raggiungere una superficie minima coltivata tale da rendere conveniente la produzione di energia elettrica, sia per la valorizzazione del pannello).

Da ciò l'importanza di individuare delle superfici minime a partire dalle quali la produzione agro-energetica diventa conveniente (Tabella 4). Sulla base di queste, si possono stabilire le dimensioni delle filiere per la "micro-generazione diffusa" razionalmente definita.

Tabella 4 – Superfici minime (ha) che si ritengono tecnicamente necessarie per le differenti filiere

<i>Filiere</i>	<i>Trasformazione energetica (ha)</i>
Legno-energia per la produzione di calore con caldaie di piccole/medie dimensioni	20 ¹⁶
Legno - energia per la produzione di pellet	300 ¹⁷
Olio-energia di piccole/medie dimensioni per la produzione di elettricità	1.000 ¹⁸
Biogas per la produzione di elettricità	400 ¹⁹
Colture ligno-cellulosiche - energia con impianti di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità	10.000 ²⁰
Olio-energia di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità	7.000 ²¹
Olio-energia per la produzione di biodiesel	10.000 ²²
Alcol-energia per la produzione di etanolo	100.000 ²³

¹⁶ Si è considerata una o più caldaie della potenza complessiva di 300 kW funzionanti per 2.500 ore l'anno ed una coltivazione dedicata in grado di produrre 15 t/ha di cippato al 25-30% di umidità.

¹⁷ Si è considerato un impianto di pellettizzazione che processa 3.500 t/anno di legno ed una coltivazione dedicata in grado di produrre 15 t/ha di cippato al 25-30% di umidità.

¹⁸ Si è considerato un generatore della potenza di 400 kW ed una produzione di girasole di 2,4 t/ha.

¹⁹ Si è considerato un generatore di 1 MWe rifornito da 100 ha di silomais e dalle deiezioni di 500 bovini che implicano il coinvolgimento di una superficie di 300 ha.

²⁰ Si è considerata una centrale di 15 MWe di potenza, funzionante 7.500 ore l'anno ed una coltivazione dedicata in grado di produrre 15 t/ha di cippato al 25-30% di umidità.

²¹ Si è considerata una centrale di 4 MWe di potenza, funzionante 8.000 ore l'anno ed una coltivazione di girasole con produzione di 2,4 t/ha.

²² In base all'ipotesi di realizzare un impianto della capacità produttiva di 8.000 t di biodiesel all'anno.

6 - CONCLUSIONI

La sintesi elaborata sulla base delle informazioni precedentemente presentate (Tabella 5) consente di proporre una prima graduatoria di preferenza delle filiere, ottenuta a partire dagli aspetti energetici, ambientali, economici e di aggregazione considerati.

Tabella 5 – Attribuzione di pesi agli output specifici di filiera e al livello di aggregazione richiesto

<i>Filiera</i>	<i>Energia rinnovabile producibile</i>	<i>Gas climalteranti evitati</i>	<i>PLV</i>	<i>Livello di aggregazione</i>	<i>Classe di preferenza</i>
Legno-energia per la produzione di calore con caldaie di piccole/medie dimensioni	++	++	++	++	A
Legno - energia per la produzione di biocombustibili (pellet)	++	++	++	++	A
Olio-energia di piccole/medie dimensioni per la produzione di					
• biocombustibili (olio)	+	+	+	+++	A
• elettricità			++	+++	A
Biogas per la produzione di elettricità	+++	++	++	+	A
Colture ligno-cellulosiche - energia con impianti di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità	++	++	+		A
Olio-energia di medie/grandi dimensioni per la produzione di elettricità					
• sola produzione di semi	+	+	+	-	B
• biocombustibili (olio)			++	+++	A
• elettricità			++	+++	A
Olio-energia per la produzione di biocombustibili (biodiesel)					
• sola produzione di semi	+	+	+	+	B
• biocombustibili (olio)			++	+++	A
Alcol-energia per la produzione di biocombustibili (etanolo/ETBE)	+	+	+	+	B

Legenda:

Energia rinnovabile prodotta	fino a 2 tep/ha	+
	2 - 4 tep/ha	++
	oltre 4 tep/ha	+++
CO ₂ risparmiata	fino a 5 t/ha	+
	5 - 10 t/ha	++
	oltre 10 t/ha	+++
PLV ottenuta	fino a 500 €/ha	+
	500 - 1000 €/ha	++
	oltre 1000 €/ha	+++
Livello di aggregazione	fino a 100 ha	+
	100 a 500 ha	++
	oltre 500 ha	+++

Nel livello di aggregazione, non si deve intendere soltanto una unione di superfici, bensì una conduzione unitaria delle nuove imprese che si vengono a definire.

Classe di preferenza: fino a 6 simboli "+" nel complesso: A; per valori inferiori B

²³ In base all'ipotesi di realizzare un impianto della capacità produttiva di 150.000 t di etanolo all'anno.

Risulta evidente come le filiere centrate sull'azienda agricola o sue aggregazioni (biogas, legno-energia nelle diverse varianti e olio energia) e alcune di quelle industriali (biodiesel e olio-energia con produzione decentrata di olio) siano le più interessanti.

Da non dimenticare, infine, le filiere basate su tecnologie sperimentali o di frontiera come, a esempio, la gassificazione e la pirolisi, con impianti di piccola taglia e, quindi, adatte al settore agricolo, che potrebbe valorizzare delle biomasse povere in filiere corte. Sarebbe quindi interessante, qualora venissero installati, procedere ad approfondimenti e verifiche.