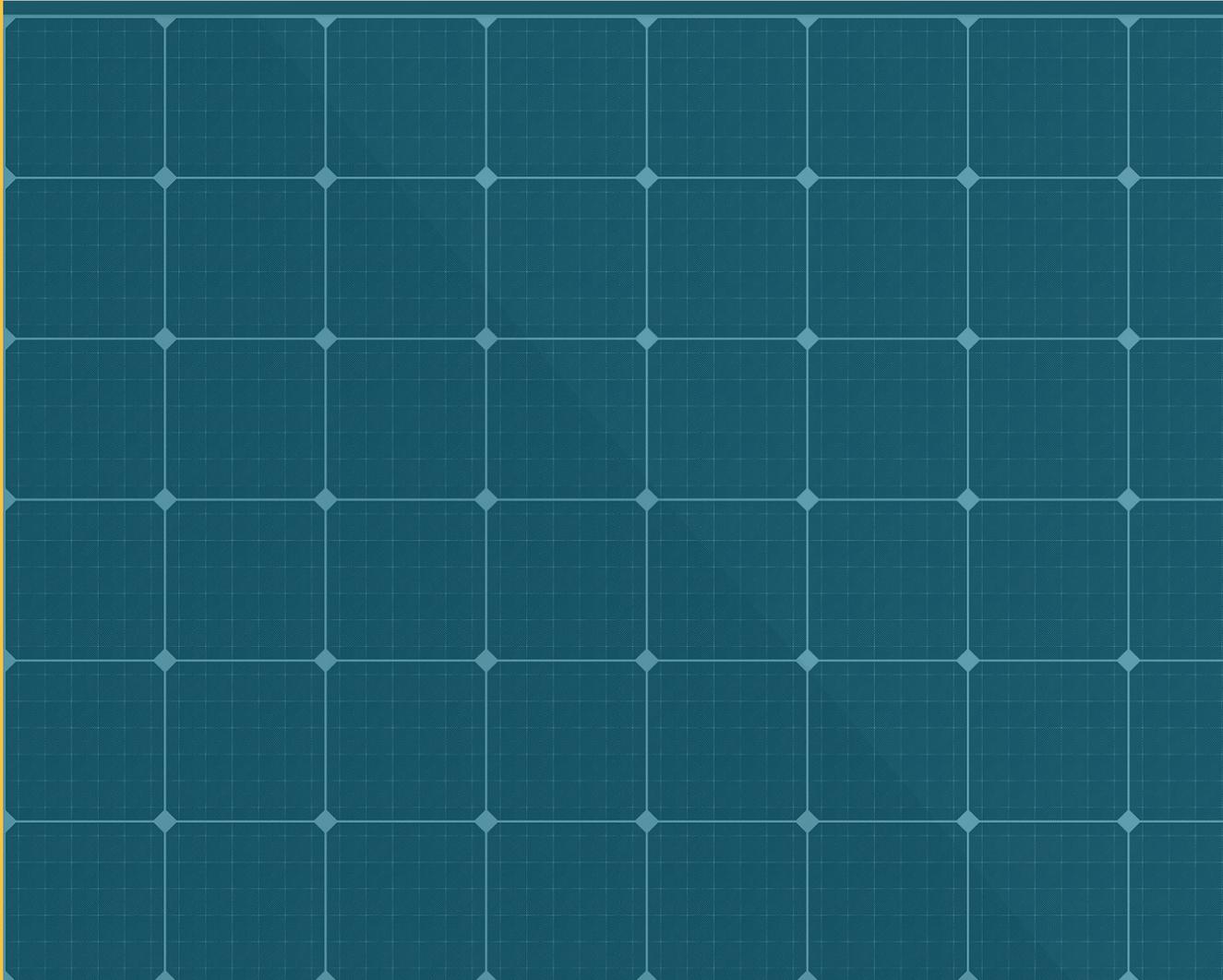




PROVINCIA DI PADOVA

Servizio Pianificazione Territoriale e Urbanistica - Politiche energetiche

QUADERNO OPERATIVO PER LA REGOLAMENTAZIONE DELL'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI, SOLARI TERMICI E GEOTERMICI



INDICE

1. INTRODUZIONE	p.4
1.1. <i>L'emergenza energetica</i>	p.4
1.2. <i>L'Italia e le energie rinnovabili</i>	p.5
2. L'ENERGIA RINNOVABILE	p.7
2.1. <i>Idroelettrico</i>	p.7
2.2. <i>Eolico</i>	p.7
2.3. <i>Geotermico</i>	p.8
2.4. <i>Fotovoltaico</i>	p.9
2.5. <i>La produzione italiana in numeri</i>	p.10
3. PROCEDURE DI AUTORIZZAZIONE SECONDO LA NORMATIVA VIGENTE	p.11
3.1. <i>La comunicazione delle attività in edilizia libera</i>	p.11
3.2. <i>Dichiarazione di Inizio Lavori Asseverata (DILA)</i>	p.12
3.3. <i>Procedura di Autorizzazione Semplificata (PAS)</i>	p.13
3.4. <i>Procedimento di Autorizzazione Unica (PAU)</i>	p.14
3.5. <i>Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e Procedimento di Autorizzazione Unica Regionale (PAUR)</i>	p.15
4. TIPOLOGIE DI INTERVENTO	p.19
4.1. <i>Fotovoltaico</i>	p.19
4.2. <i>Solare termico</i>	p.30
4.3. <i>Geotermico</i>	p.30
5. INDICAZIONI SPECIFICHE PER ZONE TERRITORIALI OMOGENEE	p.32
5.1. <i>Z.T.O. A</i>	p.32
5.2. <i>Z.T.O. B</i>	p.36
5.3. <i>Z.T.O. C</i>	p.38
5.4. <i>Z.T.O. D</i>	p.40
5.5. <i>Z.T.O. E</i>	p.45
5.6. <i>Z.T.O. F</i>	p.50
6. BEST PRACTICE	p.54

1. INTRODUZIONE

Il presente documento è stato redatto con l'obiettivo di **raccogliere, implementare** e commentare la **normativa sulla realizzazione di impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili e suggerire le migliori soluzioni** e modalità di realizzazione degli stessi.

Per ogni Zona Territoriale Omogenea vengono specificate delle linee guida e principi di installazione e posizionamento in base alla qualità urbanistica, architettonica e ambientale che caratterizza ognuna delle **Z.T.O.**

Il documento è composto da sei parti. Nel capitolo 1 si introduce il quadro normativo internazionale e il contesto 'emergenziale' che caratterizza i nostri giorni. Nel secondo capitolo, invece, vengono presentate le nozioni basilari riguardo l'energia rinnovabile e le fonti maggiormente utilizzate in Italia, in modo da rendere i contenuti più accessibili ai cittadini. Nel capitolo 3 vengono illustrate le procedure autorizzative e abilitative per la realizzazione degli impianti suddetti, come riportato nel Documento n.47 della Camera dei Deputati dal titolo 'La normativa statale per la realizzazione di impianti da fonti elettriche rinnovabili' pubblicato il 27 giugno 2023.

Nel quarto capitolo vengono descritte le tipologie di intervento per le categorie del fotovoltaico, solare termico e geotermico, mentre nel capitolo 5 vengono specificate, per ogni Z.T.O., indicazioni di installazione e tecnologie più adeguate. Infine, nell'ultimo capitolo, vengono riportate alcune best practice, che possono fungere da esempi da seguire in ogni comune.

1.1. L'emergenza energetica

La crisi energetica innescata dal conflitto Russo-Ucraino rappresenta una sfida senza precedenti per l'Unione Europea, che ha comportato un'interruzione delle forniture di gas, che rappresentavano circa il 40% del fabbisogno energetico dell'UE, causando un aumento significativo dei prezzi dell'energia e una minaccia alla sicurezza energetica dell'Unione.

In risposta a questa crisi, l'UE ha adottato un pacchetto di misure volte a diversificare le fonti energetiche, ridurre la dipendenza dal gas russo e aumentare l'efficienza energetica. Queste misure includono:

- L'acquisto comune di gas da fonti alternative;
- La costruzione di nuovi gasdotti e terminali di rigassificazione;
- L'investimento nelle energie rinnovabili;
- L'aumento dell'efficienza energetica.

Queste misure hanno avuto un impatto significativo sulla politica energetica dell'UE. La quota di energie rinnovabili nel mix energetico dell'UE è **umentata dal 20% nel 2022 al 22%** nel 2023, e si prevede che raggiungerà il **32% entro il 2030**. Inoltre, l'UE ha ridotto la sua dipendenza dal gas russo a circa il 25%.

Tuttavia, la crisi energetica ha anche posto in luce la complessità del sistema energetico europeo. La transizione verso un sistema energetico più sostenibile richiederà un'azione coordinata a livello europeo, nazionale e locale. Sarà necessario affrontare sfide come la **sicurezza** dell'approvvigionamento, la **competitività** economica e la **giustizia sociale**.

In particolare, l'Italia è chiamata a un importante sforzo di recepimento e attuazione del quadro legislativo europeo in materia energetica. L'aggiornamento del **Piano Nazionale Integrato**

per l'Energia e il Clima (PNIEC) assume un ruolo cruciale e rappresenterà lo strumento principale per l'attuazione delle politiche energetiche e ambientali a livello nazionale.

La transizione verso un sistema energetico più sostenibile è un processo complesso e sfidante, ma è anche una necessità urgente per garantire la sicurezza e la prosperità dell'Europa. L'UE e i suoi Stati membri sono impegnati a raggiungere questo obiettivo, ma sarà necessario un forte impegno da parte di tutti gli attori coinvolti.

1.2. L'Italia e le energie rinnovabili

L'Italia è da sempre un leader in Europa e nel mondo nel campo delle energie rinnovabili. Queste fonti, alternative ai combustibili fossili, rappresentano una quota importante della produzione energetica del paese, con una quota percentuale in costante crescita anno dopo anno. Le principali fonti energetiche rinnovabili nel contesto italiano sono:

- **Acqua:** l'energia idroelettrica è la fonte rinnovabile più diffusa in Italia, con una quota di circa il 35% della produzione totale. La sua generazione è concentrata nelle aree montuose, dove le pendenze del terreno favoriscono la costruzione di dighe e centrali idroelettriche.
- **Sole:** l'energia solare è la seconda fonte rinnovabile più importante in Italia, con una quota di circa il 20% della produzione totale. La sua generazione è diffusa su tutto il territorio nazionale, ma è più concentrata nelle aree del sud, dove l'irraggiamento solare è maggiore.
- **Vento:** l'energia eolica è la terza fonte rinnovabile più importante in Italia, con una quota di circa il 15% della produzione totale. La sua generazione è diffusa soprattutto nelle grandi isole, Sicilia e Sardegna, dove la forza del vento è maggiore.
- **Terra:** l'energia geotermica è una fonte rinnovabile meno diffusa in Italia, con una quota di circa il 5% della produzione totale. La sua generazione è concentrata in Toscana, dove la presenza di vulcani e di strutture geologiche favorevoli consente di sfruttare il calore della terra.

Tutte le regioni sono coinvolte nel raggiungere gli obiettivi fissati a livello internazionale in materia di transizione energetica attraverso il già citato PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030), che prevede un aumento della quota di energia prodotta da fonti rinnovabili al 65% entro il 2030.

Anche per questa ragione, negli ultimi anni si è assistito a una forte crescita della diffusione delle energie rinnovabili in Italia, sia in termini di distribuzione che di penetrazione sul territorio. Nel 2010, solo il 4% dei comuni italiani aveva al proprio interno impianti elettrici o termici basati sulle rinnovabili. Oggi, invece, questa percentuale è salita al 100%.

In particolare, si contano:

- 7.776 comuni con almeno un impianto fotovoltaico
- 7.223 comuni con un impianto solare termico
- 3.616 comuni con sistemi a bioenergia
- 1.489 comuni con impianti idroelettrici
- 1.049 comuni con impianti eolici
- 594 comuni con impianti geotermici

Oltre 3.000 comuni italiani hanno già superato il fabbisogno elettrico delle famiglie grazie alle

energie rinnovabili, di cui 41 anche quello termico.

Questi dati testimoniano la crescente importanza delle energie rinnovabili in Italia, che rappresentano un'opportunità fondamentale per la decarbonizzazione dell'economia e la transizione verso un modello energetico sostenibile.

2. L'ENERGIA RINNOVABILE

Sulla scia degli obiettivi di sensibilizzazione e coinvolgimento dei cittadini nella transizione energetica fissati e perseguiti dalla UE, in questo capitolo verranno presentate le nozioni minime riguardo le fonti di energia rinnovabili e il loro impiego in modo da consentire di comprendere la materia discussa in questa Appendice a chiunque si approcci al documento.

2.1. Idroelettrico

All'inizio del XX secolo, l'energia idroelettrica era la principale fonte di energia rinnovabile in Italia, rappresentando la stragrande maggioranza della produzione energetica alternativa ai combustibili fossili. Nel corso del XXI secolo, la capacità installata di energia idroelettrica è rimasta sostanzialmente invariata. Tuttavia, l'innovazione si è concentrata sul miglioramento dell'efficienza degli impianti, sulla capacità di garantire una resa ottimale anche con regimi di portata variabili e sull'esplorazione del micro-idroelettrico.

Nello specifico, il micro-idroelettrico utilizza ruote idrauliche e coclee di dimensioni ridotte, che possono essere installate in corsi d'acqua di piccole dimensioni.

L'idroelettrico continua a essere una risorsa rinnovabile importante, in quanto consente di convertire l'energia potenziale gravitazionale dell'acqua in elettricità. Inoltre, offre servizi di rete preziosi per la gestione sicura del sistema elettrico.

In particolare, l'innovazione tecnica si sta concentrando sulla gestione ottimale dei flussi di acqua ed energia in relazione alle esigenze. Ad esempio, durante i periodi di bassa domanda, l'energia prodotta in eccesso può essere impiegata per pompare l'acqua verso l'alto, rendendola disponibile quando è più necessaria.

Questo approccio contribuisce a ottimizzare l'utilizzo delle risorse idroelettriche in modo efficiente e flessibile, migliorando la resilienza del sistema energetico complessivo.



Figura 1: Centrale Idroelettrica.

Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

2.2. Eolico

L'energia eolica in Italia è in costante crescita, sebbene a un ritmo inferiore rispetto ad altri paesi europei e alla media continentale. A dicembre 2023, il paese conta oltre 5.000 impianti eolici distribuiti su tutto il territorio, con una potenza installata di circa 11 GW.

La maggior parte di questi impianti è costituita da turbine eoliche con una potenza unitaria compresa tra i 20 e i 200 kW. Tuttavia, si prevede che in futuro verranno installate turbine con tecnologie più avanzate, caratterizzate da una maggiore potenza unitaria e produzione. Inoltre, si mira a ottimizzare gli spazi e ridurre il consumo di suolo, mantenendo un'efficienza energetica elevata.

Le proiezioni indicano che, nei prossimi dieci anni, l'energia eolica in Italia potrebbe raddoppia-

re, raggiungendo i 20 GW di potenza installata. Questo si tradurrebbe in una produzione annuale di circa 40 TWh, pari a circa il 15% del fabbisogno elettrico nazionale.

A livello globale, si stima che entro il 2040 la capacità di catturare l'energia del vento potrebbe aumentare di 15 volte, raggiungendo i 3.000 GW. Questo renderebbe l'eolico la principale fonte rinnovabile a disposizione dell'umanità, con una quota di mercato superiore al 30%.

L'Italia ha un potenziale eolico significativo, con una media annua di venti di intensità moderata. Il paese dispone inoltre di un'ampia costa, che offre ottime condizioni per l'installazione di impianti eolici offshore. Tuttavia, la crescita dell'energia eolica in Italia deve affrontare una serie di sfide, tra cui:

- Il costo di produzione: il costo di produzione dell'energia eolica è ancora superiore a quello di altre fonti di energia, come il gas naturale. Tuttavia, si prevede che questo costo diminuirà nel tempo, grazie ai progressi tecnologici.
- L'accettazione sociale: la costruzione di impianti eolici può incontrare resistenze da parte della popolazione locale, in particolare in aree ad alta densità abitativa. È importante quindi coinvolgere le comunità locali nella pianificazione e realizzazione degli impianti.
- L'impatto ambientale: l'energia eolica può avere un impatto ambientale, ad esempio sull'avifauna. È importante quindi adottare misure per mitigare questi impatti.

Nonostante le sfide, la crescita dell'energia eolica in Italia è una tendenza positiva, che può contribuire a ridurre l'impatto ambientale della produzione di energia elettrica e a diversificare la produzione energetica.

2.3. Geotermico

L'energia geotermica è una fonte di energia rinnovabile che sfrutta il calore naturale della Terra. In Italia, la geotermia ha una lunga storia di sfruttamento, risalendo addirittura all'Impero Romano.

I primi impianti geotermici italiani furono realizzati nel 1904 a Larderello, in Toscana. Questi impianti sfruttavano il vapore naturale proveniente dal sottosuolo per generare energia elettrica.

Nel corso del XX secolo, la tecnologia geotermica ha subito notevoli progressi. In particolare, si è passati dall'utilizzo del vapore naturale all'utilizzo di fluidi geotermici, ovvero miscele di acqua, vapore e gas. I fluidi geotermici vengono estratti dal sottosuolo e poi utilizzati per generare energia elettrica.

Attualmente, in Italia sono in funzione circa 30 impianti geotermici, per una potenza complessiva di circa 1.100 megawatt. La produzione di energia geotermica in Italia è pari a circa 6 terawattora all'anno, pari a circa il 7% della produzione totale di energia elettrica in Italia.



Figura 2: Parco eolico.

Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

La geotermia in Italia è una fonte di energia rinnovabile con diversi vantaggi. In particolare, la geotermia:

- Non produce emissioni di gas serra, contribuendo a ridurre l'impatto ambientale della produzione di energia elettrica.
- È una fonte di energia affidabile, in quanto la produzione di energia geotermica non dipende dalle condizioni meteorologiche.
- Può essere utilizzata per generare energia elettrica, per il riscaldamento e per il raffreddamento.

Tuttavia, la geotermia presenta anche alcuni limiti. In particolare, la geotermia:

- È una fonte di energia localizzata, ovvero è disponibile solo in alcune aree del territorio.
- Può avere un impatto ambientale, ad esempio se non vengono adottate misure per mitigare l'emissione di gas tossici o climalteranti.

Nonostante i limiti, la geotermia è una fonte di energia rinnovabile con un grande potenziale. L'Italia, grazie alla sua lunga storia di sfruttamento della geotermia e alla sua posizione geografica, è un paese leader nel settore.

Nel corso degli ultimi anni, sono state sviluppate nuove tecnologie per la geotermia, che hanno reso questa fonte di energia ancora più interessante.

Una delle innovazioni più promettenti è la geotermia inversa, che sfrutta il sottosuolo come serbatoio di calore. Durante la stagione estiva, il calore in eccesso viene immagazzinato nel sottosuolo. Nei mesi invernali, il calore viene poi recuperato e utilizzato per generare energia elettrica o per il riscaldamento.

Un'altra innovazione promettente è la geotermia a bassa entalpia, che sfrutta le risorse geotermiche a bassa temperatura. Queste risorse sono più diffuse rispetto alle risorse geotermiche a alta temperatura, ma sono anche più difficili da sfruttare. Le nuove tecnologie per la geotermia a bassa entalpia stanno rendendo questa fonte di energia più accessibile e conveniente.

La geotermia è una fonte di energia rinnovabile con un grande potenziale. Le innovazioni tecnologiche in corso stanno rendendo questa fonte di energia ancora più interessante e promettente.

2.4. Fotovoltaico

Circa un dodicesimo dell'energia totale prodotta in Italia, rinnovabile e no, deriva da impianti fotovoltaici. Una crescita impressionante, maturata in pochi anni, dovuta al crollo del costo dell'energia (LCOE) che, negli ultimi 10 anni, è sceso più dell'80%.

Oggi esistono modi diversi di sfruttare i raggi del sole. Oltre ai classici pannelli fotovoltaici, sono diffusi i sistemi solari termici, che sfruttano l'energia dei raggi solari per riscaldare l'ac-



Figura 3: Impianto geotermico.

Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

qua o un altro fluido.

L'energia solare, inoltre, è quella più impiegata anche per alimentare singoli dispositivi e strumenti: dai mezzi di trasporto che funzionano grazie a pannelli fotovoltaici fino a satelliti e veicoli spaziali, passando anche per oggetti d'uso quotidiano o edifici costruiti in posizioni remote e non collegati alla rete, le applicazioni sono sempre più numerose e vantaggiose.

2.5. La produzione italiana in numeri

Degli oltre 320 terawattora del fabbisogno energetico elettrico italiano ogni anno, più di un terzo arriva oggi da fonti rinnovabili. L'ultimo Rapporto sull'efficienza energetica dell'ENEA parla in particolare di 110 terawattora, equivalenti a circa una decina di milioni di tonnellate di petrolio (Mtep). Se nel computo dell'energia inseriamo anche la componente non elettrica, allora la quota green rappresenta il 19% del totale.

All'inizio di questo secolo l'idroelettrico aveva il primato assoluto nell'energia elettrica green, coprendo da solo i quattro quinti circa del comparto. Con il passare degli anni l'energia prodotta grazie al movimento dell'acqua è rimasta pressoché costante, mentre sono aumentate le quote delle altre fonti pulite. Secondo gli scenari più recenti, l'idroelettrico è al 42% del totale, con una crescita importante di tutte le rinnovabili.

Il secondo gradino del podio è al momento occupato dal fotovoltaico, con una quota parte del 20%, grazie soprattutto alla grande accelerazione tra il 2011 e il 2013. Ma in prospettiva sembra poter essere presto scalzato dall'eolico, che al momento arriva al 16% ma mostra il trend di crescita più solido. Nel mezzo ci sono anche le bioenergie (al 17%), mentre resta ancora residuale la componente geotermica, attualmente al 5%.

Un'altra decina di milioni di tonnellate equivalenti di petrolio corrispondono poi al mondo delle rinnovabili italiane per il settore termico. Un settore in cui le rinnovabili valgono il 19,2% del totale, e in cui la fetta più grande è rappresentata dalle bioenergie (64%), a cui si aggiunge un altro quarto prodotto con le pompe di calore. Solare termico e geotermia, le altre due fonti green più utilizzate nel caso della generazione di calore, rappresentano percentuali molto piccole, con una leggera prevalenza del sole rispetto al sottosuolo.

Percentuali sufficienti a fare dell'Italia un paese all'avanguardia nel contesto europeo, il terzo produttore di energia green in Europa, capace di generare da solo poco più del 10% del totale di rinnovabili a livello continentale.

3. PROCEDURE DI AUTORIZZAZIONE SECONDO LA NORMATIVA VIGENTE

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) pone l'accento sulla semplificazione delle procedure di autorizzazione per gli impianti rinnovabili.

Il **decreto legislativo n. 199/2021** aggiorna il set di requisiti delle fonti rinnovabili per gli edifici di nuova costruzione e per quelli soggetti a ristrutturazioni rilevanti.

In un contesto nazionale come quello italiano, in cui gli ambienti urbanizzati godono in maniera uniforme di valori paesaggistici, ambientali, storici e artistico-culturali di enorme pregio, il tema dell'estensione dell'utilizzo di impianti di produzione energetica si deve inevitabilmente riferire alle normative nazionali che regolano lo sviluppo edilizio delle città e alle normative a garanzia della tutela dei valori appena citati.

In particolare, si fa riferimento a:

- **norme ambientali** di cui al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 che disciplinano, in particolare, le procedure per la valutazione di impatto ambientale;
- **codice dei beni culturali e del paesaggio** di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e, in particolare, alle norme sull'**autorizzazione paesaggistica** di cui all'articolo 146.

La normativa italiana riferita alla realizzazione ex novo o alla modificazione degli impianti di energia da fonti rinnovabili è quindi una stratificazione di norme autorizzative e di tutela del patrimonio culturale, paesaggistico e ambientale.

Ad oggi, la categorizzazione più efficace degli interventi concessi e delle facilitazioni normative per la produzione di energia da fonti rinnovabili è quella basata sulla tipologia di **permesso o strumento autorizzativo** necessari alla realizzazione dell'impianto stesso.

In sintesi, le procedure si distinguono in:

- Semplice comunicazione (Art. 6, comma 11 del D.lgs. n. 28/2011);
- Dichiarazione di inizio lavori asseverata (DILA) (Art. 6-bis del D.lgs. n. 28/2011);
- Procedura di Autorizzazione Semplificata (PAS) (Art. 6, commi da 1 a 10 del D. Lgs. n. 28/2011);
- Procedimento di Autorizzazione Unica (PAU) (Art. 5 del D.lgs. n. 28/2011);
- Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e Procedimento di Autorizzazione Unico Regionale (PAUR).

3.1. La comunicazione delle attività in edilizia libera

Gli **interventi di minore complessità** sono soggetti, ai sensi dell'**articolo 6, comma 11 del D.lgs. n. 28/2011**, alla sola comunicazione al Comune, nelle modalità previste dai paragrafi 11 e 12 delle Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, adottate con D.M. 10 settembre 2010, ai sensi dell'articolo 12, comma 10 del D.lgs. n. 387/2003. Quest'ultimo prevede l'approvazione, in Conferenza unificata, su proposta del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e del Ministro per i beni e le attività culturali, di linee guida per lo svolgimento del procedimento unico di autorizzazione disciplinato dal medesimo articolo 12. Le linee guida, oltre a dettare una disciplina uniforme sul territorio nazionale del procedimento unico, stabiliscono

anche le modalità con cui devono essere comunicati alle amministrazioni comunali gli interventi non soggetti ad autorizzazione o ad altra procedura amministrativa.

L'**articolo 7-bis del D.lgs. n. 28/2011** prevede l'adozione da parte del Ministro dello sviluppo economico (ora del Ministro dell'ambiente e della sicurezza energetica), sentita l'Autorità per l'energia elettrica e il gas ed il sistema idrico, di **modelli unici per l'effettuazione della comunicazione** oltre che ai Comuni anche ai gestori di rete e dal GSE, in luogo dei modelli eventualmente da questi predisposti. Con riferimento alle comunicazioni di competenza del Comune, la norma prevede che il modulo contenga esclusivamente:

- i dati anagrafici del proprietario o di chi abbia titolo per presentare la comunicazione;
- l'indirizzo dell'immobile e la descrizione sommaria dell'intervento;
- la dichiarazione del proprietario di essere in possesso della documentazione rilasciata dal progettista circa la conformità dell'intervento alla regola d'arte e alle normative di settore.

Qualora sia necessario acquisire atti amministrativi di assenso, l'articolo 7bis del D.lgs. n. 28/2011 prevede che l'interessato possa allegarli alla comunicazione o richiedere allo sportello unico per l'edilizia di acquisirli d'ufficio, allegando la documentazione necessaria allo scopo. Il Comune provvede, in tal caso, entro i successivi quaranta giorni. Decorso il termine, la norma prevede l'applicazione dell'articolo 20, comma 5-bis del DPR n. 380/2001, nel frattempo abrogato con D.lgs. n. 127/2016, a mente del quale era prevista l'indizione da parte dello sportello unico di una conferenza di servizi (vedi appendice) per l'espressione dei pareri da parte delle amministrazioni interessate e l'adozione della determinazione motivata di conclusione del procedimento sulla base di essi. In attuazione dell'articolo 7-bis del D.lgs. n. 28/2011, sono stati approvati **modelli unici impiegabili** rispettivamente:

- per gli impianti fotovoltaici integrati su edifici o su strutture e manufatti fuori terra diversi dagli edifici (D.M. 15 maggio 2015 e, successivamente, D.M. 2 agosto 2022);
- per gli impianti di microgenerazione ad alto rendimento o alimentati da fonti rinnovabili, eventualmente dotati di sistemi di accumulo (D.M. 6 marzo 2017).

In base all'**articolo 27, comma 20 della legge n. 99/2009**, infatti, l'installazione e l'esercizio di **unità di microgenerazione** (unità di cogenerazione con una capacità di generazione massima inferiore a 50 kW) sono assoggettate alla **sola comunicazione**. Si rinvia ai capitoli dedicati agli impianti alimentati da ciascuna fonte il dettaglio degli altri progetti sottoposti a semplice comunicazione.

Una norma comune a tutte le fonti, prevista all'**articolo 6, comma 11, del D.lgs. n. 28/2011** consente a **Regioni e Province autonome** di estendere il regime della **comunicazione** ai progetti di impianti alimentati da fonti rinnovabili con **potenza nominale fino a 50 kW**, fatta salva la disciplina in materia di valutazione di impatto ambientale e di tutela delle risorse idriche.

3.2. Dichiarazione di Inizio Lavori Asseverata (DILA)

Alcuni impianti da fonti rinnovabili e determinate modifiche agli impianti esistenti sono realizzabili previa Dichiarazione di Inizio Lavori Asseverata, ai sensi dell'**articolo 6-bis del D.lgs. n. 28/2011**. In tal caso, il comma 4 indica nel proprietario dell'immobile o in chi abbia la disponibilità degli immobili interessati dall'impianto e dalle opere connesse, il soggetto titolato a presentare al Comune, in formato cartaceo o in via telematica, una **dichiarazione accompagnata da una relazione sottoscritta da un progettista abilitato** e dagli opportuni elaborati progettuali, che attesti il **rispetto delle norme di sicurezza, antisismiche e igienico-sanitarie**. L'articolo 6-bis individua, al comma 1, le modifiche a progetti autorizzati e impianti esistenti

realizzabili mediante DILA in relazione ai quali non sono sottoposti a valutazioni ambientali e paesaggistiche, né all'acquisizione di altri atti di assenso. Qualora, nel corso del procedimento di autorizzazione di un impianto, siano proposte varianti consistenti in interventi sottoponibili a DILA, il proponente presenta all'autorità competente per la medesima autorizzazione la comunicazione di cui sopra. La dichiarazione non comporta alcuna variazione dei tempi e delle modalità di svolgimento del procedimento autorizzativo e di ogni altra valutazione già avviata sul progetto originariamente presentato, ivi incluse quelle ambientali. **L'articolo 5, comma 3 del D.lgs. n. 28/2011** prevede poi che con decreto del Ministro dell'ambiente e della sicurezza energetica, previa intesa con la Conferenza unificata, **siano individuate le modifiche sostanziali agli impianti esistenti o ai progetti autorizzati** che richiedono lo svolgimento del procedimento di autorizzazione e quelle sottoponibili a PAS. Nel caso di interventi di modifica non sostanziale che determinino un incremento della potenza installata e la necessità di ulteriori opere connesse senza incremento dell'area occupata, la realizzazione delle medesime opere connesse è soggetta a DILA.

3.3. Procedura di Autorizzazione Semplificata (PAS)

La procedura abilitativa semplificata (PAS) è disciplinata dall'**articolo 6, commi da 1 a 10 del D. Lgs. n. 28/2011**.

La norma prevede che il proprietario dell'immobile o chi abbia la disponibilità sugli immobili interessati dall'impianto e dalle opere connesse, presenti al Comune, mediante mezzo cartaceo o in via telematica, almeno trenta giorni prima dell'effettivo inizio dei lavori, una **dichiarazione accompagnata da una dettagliata relazione a firma di un progettista abilitato** e dagli opportuni elaborati progettuali, che attesti la **compatibilità del progetto con gli strumenti urbanistici** approvati **e i regolamenti edilizi** vigenti e la non contrarietà agli strumenti urbanistici adottati, nonché il **rispetto delle norme di sicurezza** e di quelle **igienico-sanitarie**. Alla dichiarazione sono allegati gli elaborati tecnici per la connessione redatti dal gestore della rete. Nel caso di intervento che coinvolga più Comuni, ai sensi dell'articolo 6, comma 9, l'istanza è presentata a tutti i Comuni interessati dall'impianto e dalle relative opere connesse. L'amministrazione competente è individuata nel Comune sul cui territorio insiste la maggior porzione dell'impianto da realizzare, che acquisisce le eventuali osservazioni degli altri Comuni interessati dall'impianto e dalle relative opere connesse.

Il Comune, in base all'articolo 6, comma 4, ove entro trenta giorni sia riscontrata l'assenza di una o più delle condizioni stabilite al medesimo comma, notifica all'interessato l'ordine motivato di non effettuare il previsto intervento e, in caso di falsa attestazione del professionista abilitato, informa l'autorità giudiziaria e il consiglio dell'ordine di appartenenza; è comunque salva la facoltà di ripresentare la dichiarazione, con le modifiche o le integrazioni necessarie per renderla conforme alla normativa urbanistica ed edilizia. Altrimenti, **decorso il termine di trenta giorni, l'attività di costruzione deve ritenersi assentita**. In tal caso, l'articolo 6, comma 7-bis, introdotto con D.L. n. 13/2023, prevede che l'interessato alla realizzazione dell'intervento trasmetta la copia della dichiarazione trasmessa per la pubblicazione sul Bollettino ufficiale regionale alla Regione sul cui territorio insiste l'intervento medesimo, che vi provvede entro i successivi dieci giorni. Dal giorno della pubblicazione ai sensi del primo periodo decorrono i termini di impugnazione previsti dalla legge. Ai sensi dell'articolo 6, comma 5, nel caso in cui siano richiesti atti di assenso riguardanti il patrimonio culturale e paesaggistico, l'ambiente, la tutela dal rischio idrogeologico, la difesa nazionale, la pubblica sicurezza, la salute e la pubblica incolumità, e tali atti non siano allegati alla dichiarazione, devono essere allegati gli elaborati tecnici richiesti dalle norme di settore per il loro rilascio. Il Comune vi provvede direttamente, entro i termini previsti per il loro rilascio, se rientrano nella propria competenza. Qualora, invece, l'attività di costruzione e di esercizio degli impianti sia sottoposta ad atti di assenso di competenza di amministrazioni diverse da quella comunale, e tali atti non siano

allegati alla dichiarazione, l'amministrazione comunale provvede ad acquisirli d'ufficio ovvero convoca, entro venti giorni dalla presentazione della dichiarazione, una Conferenza di Servizi. Il termine di trenta giorni di cui sopra è sospeso fino all'acquisizione degli atti di assenso o fino all'adozione della determinazione motivata di conclusione della conferenza di servizi. La sussistenza del titolo è provata con la copia della dichiarazione da cui risulta la data di ricevimento della dichiarazione stessa, l'elenco di quanto presentato a corredo del progetto, l'attestazione del professionista abilitato, nonché gli atti di assenso eventualmente necessari (art. 6, comma 7). La realizzazione dell'intervento deve essere completata, in base all'articolo 6, comma 6, entro tre anni dal perfezionamento della procedura abilitativa semplificata. La realizzazione della parte non ultimata dell'intervento è subordinata a nuova dichiarazione. L'interessato è comunque tenuto a comunicare al Comune la data di ultimazione dei lavori. Il successivo comma 8 stabilisce che, ultimato l'intervento, il progettista o un tecnico abilitato rilascia un certificato di collaudo finale, che deve essere trasmesso al Comune, con il quale si attesta la conformità dell'opera al progetto presentato con la dichiarazione, nonché ricevuta dell'avvenuta presentazione della variazione catastale conseguente alle opere realizzate ovvero dichiarazione che le stesse non hanno comportato modificazioni del classamento catastale. Una norma comune a tutte le fonti rinnovabili, prevista all'articolo 6, comma 9, consente alle Regioni e alle Province autonome l'estensione della soglia di applicazione della procedura agli impianti di potenza nominale fino ad 1 MW elettrico, definendo altresì i casi in cui, essendo previste autorizzazioni ambientali o paesaggistiche di competenza di amministrazioni diverse dal Comune, la realizzazione e l'esercizio dell'impianto e delle opere connesse sono assoggettate all'autorizzazione unica.

3.4. Procedimento di Autorizzazione Unica (PAU)

Gli impianti con potenza maggiore o caratterizzati da una maggiore complessità (ad esempio per gli impatti potenziali sul territorio derivanti dalla loro localizzazione) sono realizzati previo procedimento di autorizzazione unica ai sensi dell'articolo 5 del D.lgs. n. 28/2011, unitamente alle opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti. Sono soggette ad autorizzazione unica anche le modifiche sostanziali agli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Il procedimento di autorizzazione è organicamente disciplinato dall'articolo 12 del D.lgs. n. 387/03 - a cui il citato articolo 5 del D.lgs. n. 28/11 rinvia - e dalle Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili approvate con D.M 10 settembre 2010, adottate in attuazione del medesimo articolo 12, comma 10.

La disciplina del Procedimento di Autorizzazione Unica è stata di recente modificata dall'articolo 47 del D.L. n. 13/2023. Con il medesimo titolo sono autorizzati:

- la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica;
- le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi;
- gli interventi, anche consistenti in demolizione di manufatti o in interventi di ripristino ambientale, occorrenti per la riqualificazione delle aree di insediamento degli impianti.

L'autorizzazione è rilasciata:

- dalla Regione;
- dalle Province delegate dalla Regione;
- per impianti con potenza termica installata pari o superiore ai 300 MW, dal Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica;

- per gli impianti off-shore, incluse le opere di connessione alla rete, dal Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica di concerto con il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, sentito, per gli aspetti legati all'attività di pesca, il Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste.

L'autorizzazione comprende:

- le valutazioni ambientali di cui al titolo III della parte seconda del D.lgs. n. 152/2006 (verifica di assoggettabilità a VIA e Valutazione di impatto ambientale-VIA);
- il rilascio della concessione d'uso del demanio marittimo, nel caso di impianti off-shore;
- il rilascio della concessione ai fini dell'uso delle acque, in caso di impianti di accumulo idroelettrico attraverso pompaggio puro. L'autorizzazione inoltre:
- costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico;
- può essere chiesta unitamente alla dichiarazione di pubblica utilità e all'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, salvo che nel caso di impianti alimentati a biomassa, ivi inclusi gli impianti a biogas, di produzione di biometano di nuova costruzione, e di impianti fotovoltaici.

In relazione a questi ultimi, il proponente deve, invece, dimostrare nel corso del procedimento, e comunque prima dell'autorizzazione, la disponibilità del suolo su cui realizzare l'impianto.

3.5. Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e Procedimento di Autorizzazione Unica Regionale (PAUR)

La normativa in materia di Valutazione di Impatto Ambientale di cui alla **Parte Seconda del D.lgs. n. 152/2006**, che recepisce la normativa europea in materia, è di particolare rilievo per due ordini di motivi. In primo luogo, perché molti progetti, a prescindere da quale delle procedure previste dal D.lgs. n. 28/2011 si applichi, superando gli impianti o le opere connesse (quali le opere di connessione alla rete elettrica o altre opere civili) le soglie previste dal D.lgs. n. 152/2006, sono sottoposti a verifica di assoggettabilità a VIA o a VIA. Il loro svolgimento determina, in genere, un significativo aumento della durata della procedura amministrativa. In secondo luogo, perché, ai sensi dell'articolo 14, comma 4 della legge n. 241/1990, qualora un progetto sia sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza regionale, tutte le autorizzazioni, intese, concessioni, licenze, pareri, concerti, nulla osta e assensi comunque denominati, necessari alla realizzazione e all'esercizio del medesimo progetto, vengono acquisiti nell'ambito di apposita conferenza di servizi (vedi appendice), convocata in modalità sincrona, in base alla disciplina del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) contenuta all'articolo 27-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Ciò comporta, quindi, lo spostamento della competenza a rilasciare il provvedimento finale ad altra amministrazione e una sorta di inversione del carattere endoprocedimentale della VIA e dell'autorizzazione unica. Gli allegati alla Parte Seconda del D.lgs. n. 152/2006 indicano i progetti da sottoporre direttamente a VIA statale (Allegato II) o regionale (Allegato III), nonché i progetti da sottoporre a previa verifica di assoggettabilità statale (Allegato II-bis) o regionale (Allegato IV), in esito alla quale l'autorità competente determina se è necessario avviare una valutazione di impatto ambientale per approfondirne gli impatti. Le soglie previste all'allegato IV sono ridotte, ai sensi del D.M. 30 marzo 2015, del 50 per cento qualora i progetti siano localizzati in aree sensibili (zone umide, zone costiere, zone montuose e forestali, riserve e parchi naturali, zone di protezione speciale, siti di importanza comunitaria, zone a forte densità demografica, zone di importanza storica, culturale o archeologica).

Sono sottoposti direttamente a VIA i progetti indicati negli allegati II-bis e IV che ricadano in aree protette o in siti della rete Natura 2000. Sono inoltre sottoposte a verifica di assoggettabilità a VIA le modifiche o le estensioni dei progetti elencati negli allegati alla parte seconda del presente decreto, la cui realizzazione potenzialmente possa produrre impatti ambientali significativi e negativi, ad eccezione delle modifiche o estensioni che risultino conformi agli eventuali valori limite stabiliti nei medesimi allegati. Sono sottoposti direttamente a VIA le modifiche che comportano il superamento degli eventuali valori limite stabiliti dagli allegati II e III.

Ai sensi dell'articolo 7-bis, comma 4, del D.lgs. n. 152/2006, in sede statale, l'autorità competente è il Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica, che esercita le proprie competenze in collaborazione con il Ministero della cultura per le attività istruttorie relative al procedimento di VIA. Il provvedimento di verifica di assoggettabilità a VIA è adottato dal Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica. Il supporto tecnico-scientifico al Ministero è assicurato, di norma, dalla Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS (art. 8, comma 1 del D.lgs. n. 152/2006); tuttavia, per lo svolgimento delle procedure di valutazione ambientale di competenza statale dei progetti compresi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR), di quelli finanziati a valere sul fondo complementare nonché dei progetti attuativi del Piano nazionale integrato per l'energia e il clima, tra cui i nuovi impianti per la produzione di energia e vettori energetici da fonti rinnovabili, è stato istituito un organo apposito: la Commissione Tecnica PNRR-PNIEC (art. 8, comma 2-bis e Allegato I-bis del D.lgs. n. 152/2006).

APPROFONDIMENTO

Installazione di impianti di produzione di energia rinnovabile in zone tutelate da vincolo paesaggistico

Premessa

La realizzazione di impianti fotovoltaici, rientra tra gli interventi di **edilizia libera** (secondo il D.P.R. 380/2001 e il D.M. 2 aprile 2018), quindi non si rende necessaria la richiesta di permessi per installarli sulle coperture di edifici.

Tuttavia, in caso di realizzazione di impianti fotovoltaici dove sussistono **vincoli paesaggistici**, si rende necessaria la richiesta di appositi **permessi** agli enti competenti (Comune o Regione). Si tratta di zone quali territori costieri, parchi e riserve naturali, centri storici e aree di interesse archeologico.

Autorizzazione paesaggistica per il fotovoltaico

L'**autorizzazione paesaggistica** si richiede quando si vogliono effettuare dei lavori edilizi, comprese le installazioni di impianti fotovoltaici, in zone e immobili sottoposti a vincolo paesaggistico; è disciplinata dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (**D. Lgs 42/04**).

Il processo di autorizzazione si compone delle seguenti fasi:

- avvio dell'istruttoria con la presentazione dell'istanza all'amministrazione di riferimento;
- invio della documentazione dall'amministrazione alla Soprintendenza entro 40 giorni;
- entro 45 giorni la Soprintendenza deve esprimere un parere vincolante;
- la Soprintendenza può comunicare parere negativo tramite un apposito preavviso motivato, con la possibilità di presentare delle osservazioni entro 10 giorni;
- l'amministrazione rilascia il permesso o nega l'autorizzazione entro 20 giorni.

L'amministrazione preposta al rilascio dell'autorizzazione è la Regione o un ente pubblico da essa delegato (Comune, Ente, Parco, Provincia).

Aggiornamenti normativi sul fotovoltaico con vincolo paesaggistico (esenzioni autorizzative)

In merito all'installazione di impianti fotovoltaici in aree con vincolo paesaggistico, sono state recentemente introdotte degli aggiornamenti normativi finalizzati ad agevolare la transizione energetica verso le fonti rinnovabili, snellendo, e in alcuni casi eliminando, l'iter autorizzativo.

Si riportano, in tal senso, i contenuti dei punti A.6 e A.7 dell'allegato A "Interventi ed opere in aree vincolate esclusi dall'autorizzazione paesaggistica", al **DPR 13 febbraio 2017 n. 31**:

A.6 installazione di pannelli solari (termici o fotovoltaici) a servizio di singoli edifici, laddove posti su coperture piane e in modo da non essere visibili dagli spazi pubblici esterni; installazione di pannelli solari (termici o fotovoltaici) a servizio di singoli edifici, purché integrati nella configurazione delle coperture, o posti in aderenza ai tetti degli edifici con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda degli edifici, ai sensi dell'art. 7-bis del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, non ricadenti fra quelli di cui all'art. 136, comma 1, lettere b) e c), del decreto

legislativo 22 gennaio 2004, n. 42;

A.7 installazione di micro generatori eolici con altezza complessiva non superiore a ml 1,50 e diametro non superiore a ml 1,00, qualora tali interventi non interessino i beni vincolati ai sensi del Codice, art. 136, comma 1, lettere a), b) e c) limitatamente, per quest'ultima, agli immobili di interesse storico-architettonico o storico- testimoniale, ivi compresa l'edilizia rurale tradizionale, isolati o ricompresi nei centri o nuclei storici.

Decreto Energia

Il D.L. 17/2022, meglio conosciuto come Decreto Energia, introduce la liberalizzazione per l'installazione di impianti fotovoltaici fino a 200 kW. In particolare,

Nel merito della questione paesaggistica, il decreto stabilisce l'esclusione dall'obbligo di presentare autorizzazione paesaggistica di determinati tipi interventi di installazione di fotovoltaico su immobili vincolati o ubicati in centro storico, nella fattispecie:

- pannelli fotovoltaici integrati nella copertura;
- coperture fotovoltaiche realizzate con materiali che rispettano la tradizione locale (es. tegole fotovoltaiche);
- impianti fotovoltaici non visibili da punti panoramici e zone pubbliche esterne.

Decreto Aiuti Bis

Il D.L. 115/2022 (Decreto Aiuti Bis), disciplina le pratiche autorizzative per gli impianti fotovoltaici da installare a terra in aree sottoposte a vincolo paesaggistico. Questi interventi vengono sottoposti solamente a DILA (Dichiarazione di Inizio Lavori Asseverata). Si tratta di installazioni ubicate su:

- strutture turistiche di centri storici e zone tutelate (non devono essere comunque visibili dagli spazi esterni pubblici delle vicinanze);
- parchi, ville e giardini di interesse pubblico e di alto valore tradizionale ed estetico.

La DILA è uno strumento istituito dall'articolo 6-bis del D.lgs. 3 marzo 2011 n. 28 così come inserito dall'art. 56, comma 1, lett. d), D.L. 16 luglio 2020, n. 76, convertito, con modificazioni, dalla L. 11 settembre 2020, n. 120 per la realizzazione e modifica di alcune tipologie di impianti per la produzione di impianti da fonti rinnovabili.

La presentazione della DILA non comporta da parte dell'Amministrazione Comunale l'emissione di alcun atto autorizzativo: il titolo autorizzativo è costituito dalla stessa DILA che non è sottoposta a valutazioni ambientali e paesaggistiche, né sottoposta all'acquisizione di atti di assenso comunque denominati, e gli impianti sono realizzabili a seguito del solo deposito.

4. TIPOLOGIE DI INTERVENTO

4.1. Fotovoltaico

I pannelli fotovoltaici sono dispositivi che convertono la luce solare in energia elettrica. Sono costituiti da celle solari, che sono composte da semiconduttori, come il silicio. Quando la luce solare colpisce le celle solari, i fotoni della luce eccitano gli elettroni del semiconduttore, che vengono quindi liberi di fluire attraverso il circuito elettrico, generando corrente elettrica.

Si possono classificare in base al tipo di materiale utilizzato per le celle solari e alla tecnologia di produzione. I pannelli policristallini sono la tipologia di pannello fotovoltaico più comune. Sono utilizzati in una vasta gamma di applicazioni, tra cui impianti fotovoltaici domestici, commerciali e industriali. Sono realizzati con silicio policristallino, che è un materiale più economico rispetto al silicio monocristallino. I pannelli policristallini hanno un'efficienza di conversione leggermente inferiore rispetto ai pannelli monocristallini, ma sono anche più robusti e meno sensibili alle variazioni di temperatura e riescono a sfruttare meglio la luce del sole durante l'arco della giornata.

I pannelli monocristallini sono utilizzati in applicazioni in cui è importante ottenere la massima efficienza, come per esempio gli impianti fotovoltaici su grandi superfici. Sono realizzati con silicio monocristallino, che è un materiale più puro e quindi più efficiente nel convertire la luce solare in energia elettrica. I pannelli monocristallini hanno un'efficienza di conversione superiore rispetto ai pannelli policristallini, ma sono anche più costosi e più sensibili alle variazioni di temperatura. Sono infine abbastanza sensibili agli ombreggiamenti, anche parziali, ma lavorano molto bene se i raggi del sole sono perfettamente perpendicolari alla loro superficie.

I pannelli a film sottile invece sono ottenuti da silicio amorfo o tellururo di cadmio e non hanno una struttura cristallina. È una tipologia di fotovoltaico molto versatile poiché la loro flessibilità permette di installarli in molti contesti come arredo urbano, elementi strutturali di edifici ecc. Questa tecnologia è efficiente anche in condizioni di luce diffusa e con alte temperature. È da sottolineare che tra le tre alternative sono i pannelli meno efficienti dei tre illustrati ma sono anche i più economici.

Un altro fattore importante per l'installazione di un impianto fotovoltaico è il corretto orientamento e l'inclinazione dei pannelli fotovoltaici. Questi due fattori influiscono sulla quantità di energia solare che viene catturata.

Un orientamento verso sud consente ai pannelli fotovoltaici di catturare la massima quantità di energia solare durante le ore diurne. Mentre l'inclinazione consigliata di circa 30 gradi consente ai pannelli fotovoltaici di catturare una quantità di energia solare relativamente costante durante l'anno.

4.1.1. Manutenzione degli impianti fotovoltaici

Gli impianti fotovoltaici vanno sottoposti a pulizia professionale, che rientra nella fattispecie della manutenzione ordinaria, per l'eliminazione di eventuali depositi che potrebbero ostacolare il passaggio dei raggi solari e ridurre conseguentemente l'efficienza dell'impianto stesso e della sua durata nel tempo. Tale procedura, da eseguirsi una volta ogni uno/due anni, andrebbe affidata ad un esperto del settore.

Per l'installazione e la manutenzione di impianti sul tetto degli edifici la normativa prevede l'inserimento di sistemi anticaduta, inquadrati e definiti dalla norma UNI EN 363:2008. Sono una protezione contro il pericolo di caduta dall'alto nei confronti delle persone esposte durante una fase lavorativa. I dispositivi previsti sono molteplici, conformi alla propria norma tecnica

di settore, ciascuno specifico per il tipo di lavorazione da svolgere in copertura.

Uno dei sistemi più utilizzati è la linea vita, un dispositivo anticaduta dall'alto che segue le normative UNI EN 795:2012 (norma dei requisiti per le prestazioni e i metodi di prova dei dispositivi di ancoraggio per singolo utilizzatore) e UNI 11578:2015 (norma tecnica italiana per i dispositivi di ancoraggio permanente). Tramite la predisposizione di ancoraggi e ganci di sicurezza, salvaguarda gli operatori che lavorano in quota, sia nell'edilizia che nelle installazioni. Questo ancoraggio evita le cadute dall'alto, garantendo però libertà di movimento orizzontale.



Figura 4: Linea vita su tetto di edificio residenziale
Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

4.1.2. Fotovoltaico integrato, semintegrato, non integrato

I pannelli fotovoltaici e collettori solari possono essere classificati inoltre in base alla loro integrazione con la struttura edilizia, che può essere integrata, semi-integrata e non integrata. Nell'impianto fotovoltaico integrato, i pannelli non vengono sovrapposti al tetto, ma ne sostituiscono gli elementi di rivestimento come le tegole o coppi, senza quindi sporgere dalla linea del tetto. Questo metodo di installazione presenta diversi vantaggi, tra cui una migliore integrazione architettonica, maggiore durata e maggiore efficienza energetica.

Nel fotovoltaico semi-integrato, i moduli, pur restando complanari alle falde, sono installati al di sopra del manto di copertura, tramite struttura in alluminio.

Questa tipologia d'installazione favorisce inoltre una maggiore circolazione d'aria tra pannelli e la copertura del tetto.

Mentre i pannelli non integrati sono impianti installati su tetto piano o a terra, in cui i moduli fotovoltaici vengono ancorati ad apposite strutture di sostegno (come cavalletti, zavorre ecc) in grado di fornire la corretta inclinazione ed il corretto orientamento, che altrimenti non sarebbe garantito dalla superficie piana. La scelta del tipo di integrazione dipende da diversi fattori, tra cui l'aspetto architettonico dell'edificio, la sua posizione ed eventuali vincoli normativi.

I pannelli integrati sono la soluzione esteticamente migliore per edifici dal design moderno o contemporaneo e per quelli con una copertura inclinata.



Figura 5: Schemi esplicativi delle tre tipologie di installazione. Fonte: Elaborazione propria

Il cuore di ogni impianto fotovoltaico è rappresentato dai pannelli solari. Il materiale semiconduttore di cui sono ricoperti, come ad esempio il silicio, è sensibile alla luce e crea energia elettrica quando viene colpito dalla radiazione solare, grazie al fenomeno fisico noto come “effetto fotovoltaico”. I pannelli sono alloggiati su apposite strutture di sostegno, che garantiscono la corretta inclinazione e il giusto orientamento per massimizzare l'esposizione alla luce.

Tutti i pannelli solari di un campo fotovoltaico sono connessi ad un inverter, una macchina in grado di trasformare la corrente continua prodotta dai moduli in corrente alternata, più facilmente trasportabile e utilizzabile in tutte le case. Un sistema di controllo monitora il funzionamento dell'impianto e lo connette alla rete, così da rendere disponibile l'elettricità prodotta.

Ma l'energia solare può essere utilizzata anche in altri tipi d'impianti, detti “termodinamici” (o a concentrazione), nella quale l'energia del Sole viene trasformata in elettrica con un ciclo simile a quello degli impianti termoelettrici tradizionali.

In queste centrali non esistono pannelli fotovoltaici, ma specchi, che concentrano i raggi del Sole verso un punto preciso, detto ricevitore, che contiene un fluido termovettore adatto ad immagazzinare e trasportare calore. Il grande calore prodotto dai raggi solari trasforma il fluido del ricevitore in vapore, che viene veicolato attraverso dei condotti fino ad azionare una turbina.

L'energia meccanica prodotta dalla turbina viene quindi trasmessa all'alternatore, che la trasforma in elettricità pronta per essere distribuita.

4.1.3. Tecnologie fotovoltaiche

A) **Fotovoltaico intelligente:** si tratta di una tecnologia che integra il fotovoltaico con l'accumulo, la digitalizzazione e l'intelligenza artificiale, per aumentare l'efficienza, la flessibilità e la sicurezza degli impianti solari. Il fotovoltaico intelligente permette di adattare la produzione e il consumo di energia alle esigenze della rete elettrica, riducendo gli sprechi e i costi. Secondo alcuni studi, l'AI può aumentare l'efficienza degli impianti fotovoltaici fino al 40%, grazie a dispositivi IoT, algoritmi avanzati e piattaforme di monitoraggio e gestione.

B) **Elettronica di potenza a livello di modulo (MLPE):** si tratta di una tecnologia che consente di ottimizzare il rendimento energetico e la sicurezza dei pannelli fotovoltaici, soprattutto in condizioni di ombreggiamento, polvere, inclinazione o orientamento diversi. L'MLPE consiste nell'installare dei dispositivi elettronici, come microinverter o ottimizzatori di potenza, su ogni modulo fotovoltaico, per regolare la tensione e la corrente di uscita. In questo modo, si evita che un modulo in ombra o difettoso influenzi il funzionamento degli altri, aumentando la produzione di energia elettrica. L'efficienza di un sistema fotovoltaico con MLPE



Figura 6: Ottimizzatore di potenza.

Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

dipende dalla tecnologia dei moduli, dalla configurazione dell'impianto e dalle condizioni ambientali. In generale, si stima che un sistema con MLPE possa avere un'efficienza superiore del 5-25% rispetto a un sistema tradizionale con inverter centralizzato o stringa.

C) **Coppi o Tegole fotovoltaiche:** si tratta di una tecnologia che integra i pannelli fotovoltaici con le tegole del tetto, creando una copertura solare esteticamente gradevole e funzionale. Le tegole fotovoltaiche sono realizzate con materiali flessibili e resistenti, come il vetro temperato o il polimero, e hanno una forma e un colore simili a quelli delle tegole tradizionali. Le tegole fotovoltaiche sono collegate tra loro e all'inverter, e possono produrre energia elettrica sfruttando la luce solare. Questa tecnologia è ideale per i centri storici, poiché non altera l'aspetto architettonico degli edifici e non richiede interventi invasivi. La tecnologia però attualmente è più costosa e meno efficiente dei classici pannelli fotovoltaici. In commercio si trovano molte tipologie di coppi fotovoltaici che si integrano perfettamente con altri coppi tradizionali.



Figura 7: Tegole fotovoltaiche.

Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

D) **Collettori solari ibridi (PVT):** si tratta di una tecnologia che combina il fotovoltaico con il solare termico, producendo sia energia elettrica che calore. I collettori solari ibridi sono costituiti da moduli fotovoltaici raffreddati da un fluido termovettore, che trasferisce il calore a un serbatoio di accumulo o a un sistema di climatizzazione. Questa tecnologia permette di aumentare il rendimento dei pannelli fotovoltaici, che altrimenti si surriscalderebbero, e di sfruttare al meglio lo spazio disponibile sul tetto. Si tratta di una tecnologia costosa ma ottima in condizioni di coperture con poco spazio.



Figura 8: Pannello fotovoltaico ibrido.

Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

- E) **Tetti verdi fotovoltaici:** si tratta di una tipologia di installazione che combina il fotovoltaico con la vegetazione, creando dei tetti verdi che producono energia elettrica e migliorano il microclima e la biodiversità. I tetti verdi fotovoltaici sono costituiti da uno strato di pannelli fotovoltaici, che lasciano passare una parte della luce solare e creano delle condizioni favorevoli alla crescita delle piante, e da uno strato di substrato e vegetazione, che assorbe l'acqua piovana e il calore in eccesso.



Figura 9: Tetto verde fotovoltaico.
Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

- F) **Fotovoltaico a concentrazione (CPV):** si tratta di una tecnologia che utilizza delle lenti o dei riflettori per concentrare la luce solare su delle celle fotovoltaiche ad alta efficienza, che possono raggiungere temperature elevate e produrre più energia elettrica. Il CPV richiede un sistema di tracciamento del sole per seguire il movimento del sole durante il giorno e ottimizzare la raccolta di energia. Questa tecnologia è adatta per le aree industriali, poiché consente di sfruttare al meglio lo spazio disponibile e di ridurre i costi di installazione e manutenzione. Il rendimento del fotovoltaico a concentrazione è di gran lunga superiore a quello di un normale impianto fotovoltaico. Le celle multigiunzione trasformano in energia elettrica più luce rispetto alle celle tradizionali: 40% o più ad una concentrazione di 500X o maggiore rispetto al 12-15% delle celle fotovoltaiche tradizionali.



Figura 10: Fotovoltaico a concentrazione con celle multi giunzione. Fonte: Elettronews

G) **Facciate solari:** si tratta di una tipologia di installazione che integra i pannelli fotovoltaici con le pareti degli edifici, creando delle facciate solari che producono energia elettrica e migliorano l'isolamento termico. Le facciate solari possono essere realizzate con diversi materiali e forme, a seconda delle esigenze estetiche e funzionali. Le facciate solari sono adatte per le aree industriali, poiché consentono di sfruttare le superfici verticali degli edifici e di ridurre il fabbisogno energetico. L'efficienza del fotovoltaico se messo verticale dipende da vari fattori, come la latitudine, la stagione, l'orientamento e l'ombreggiamento. In generale, si può dire che il fotovoltaico verticale ha un'efficienza inferiore a quello orizzontale, in quanto riceve meno irraggiamento solare diretto e più diffuso. Tuttavia, in alcune situazioni, il fotovoltaico verticale può avere dei vantaggi, come una maggiore produzione in inverno, quando il sole è basso e i pannelli orizzontali sono più soggetti a sporco e neve e una maggiore distribuzione della produzione durante la giornata, in caso di pannelli esposti su entrambi i lati.



Figura 11: Edificio rivestito con pannelli fotovoltaici.
Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

H) **Film fotovoltaico adesivo:** Questa tipologia di pannelli solari presenta una caratteristica distintiva, ossia una speciale pellicola adesiva posizionata sul lato posteriore, consentendo l'applicazione su qualsiasi superficie, sia essa rigida, come le componenti strutturali di un edificio, sia flessibile. L'essenza di questa tecnologia è la riduzione o l'eliminazione dei tempi di installazione prolungati associati ai pannelli fotovoltaici, rendendoli particolarmente adatti per il retrofitting. A differenza degli impianti fotovoltaici convenzionali che richiedono supporti rigidi e staffe per l'installazione, risultando spesso ingombranti e pesanti, i pannelli adesivi si applicano senza la necessità di un substrato rigido, grazie alla leggerezza delle pellicole. Un aspetto cruciale di questi pannelli innovativi è la loro capacità di mantenere elevate prestazioni, nonostante l'assenza di elementi strutturali tradizionalmente impiegati.

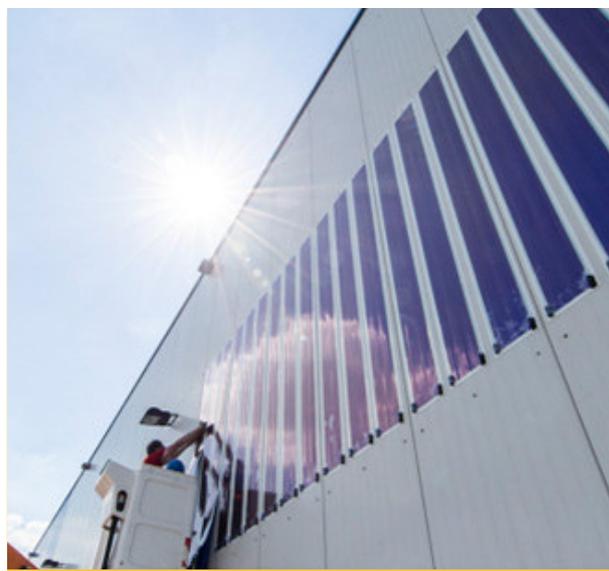


Figura 12: Film fotovoltaico applicato su pareti verticali. Fonte: Heliatek

- I) **Tracker solari:** si tratta di una tipologia di installazione che utilizza dei sistemi meccanici o elettronici per orientare i pannelli fotovoltaici in base alla posizione del sole, al fine di massimizzare la raccolta di energia. I tracker solari possono essere di due tipi: monodirezionali, che seguono il movimento del sole da est a ovest, o bidirezionali, che seguono anche l'inclinazione del sole da nord a sud. I tracker solari sono adatti per le aree industriali, poiché consentono di aumentare il rendimento energetico e di ridurre la superficie occupata. In generale, si stima che i pannelli fotovoltaici con tracker solari possano aumentare l'efficienza del 20-40% rispetto ai pannelli fotovoltaici fissi.



Figura 13: Tracker solari.
Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

- L) **Pensiline fotovoltaiche:** si tratta di una tipologia di installazione che sfrutta le pensiline dei parcheggi, dei cortili o delle aree di carico e scarico per ospitare dei pannelli fotovoltaici, che producono energia elettrica e proteggono i veicoli o le merci dalle intemperie. Le pensiline fotovoltaiche possono essere realizzate con diverse forme e materiali, a seconda delle esigenze funzionali ed estetiche. Le pensiline fotovoltaiche sono adatte per le aree industriali, poiché consentono di valorizzare gli spazi inutilizzati e di ridurre i costi energetici.



Figura 14: Pensiline fotovoltaiche.
Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

M) **Impianti fotovoltaici integrati in serre:** Impianti fotovoltaici integrati nelle serre: si tratta di impianti che usano dei pannelli fotovoltaici per produrre energia elettrica sfruttando la luce solare. I pannelli fotovoltaici possono essere installati sul tetto o sulle pareti della serra, oppure su delle strutture sopraelevate che coprono le colture. I pannelli fotovoltaici possono essere normali o semi trasparenti (con diminuzione della potenza), per lasciare passare una parte della luce solare e creare delle condizioni microclimatiche favorevoli alle piante. A questa tipologia si possono agganciare anche le colture idropo- niche che non solo sfruttano l'energia solare per alimentarsi, ma permettono la coltivazione di piante fuori suolo con grande risparmio di acqua e suolo.



Figura 15: Serre fotovoltaiche.

Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

N) **Impianti fotovoltaici galleggianti:** consiste nell'installare dei moduli solari su delle strutture flottanti che si trovano su specchi d'acqua, come laghi, mare, dighe, canali di irrigazione, eccetera. Questa tecnologia ha il vantaggio di produrre energia elettrica da fonti rinnovabili senza occupare spazio a terra, di aumentare l'efficienza dei pannelli grazie al raffreddamento naturale dell'acqua e di ridurre l'evaporazione dell'acqua stessa, con benefici per l'agricoltura.



Figura 16: Fotovoltaico galleggiante.

Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

O) Impianti con recupero dell'acqua piovana: sono una soluzione eco-sostenibile per produrre energia elettrica da fonti rinnovabili e risparmiare acqua potabile. Si tratta di impianti fotovoltaici installati su strutture aeree che lasciano libero il terreno per le coltivazioni agricole e il passaggio dei macchinari. Questi impianti sono dotati di un sistema a grondaia di raccolta e stoccaggio dell'acqua piovana che scende dai pannelli e che può essere



Figura 17: Impianto fotovoltaico con recupero dell'acqua piovana. Fonte: Rain Water Recovery.

riutilizzata per l'irrigazione delle piante. Questo sistema ha il vantaggio di ridurre il consumo di acqua potabile e di fonti fossili.

- P) **Pareti verticali (vertical mount):** consiste nel montare dei pannelli fotovoltaici normali e/o bifacciali, che possono utilizzare l'energia solare da entrambi i lati, su delle strutture verticali. Questo sistema permette di produrre energia elettrica in ambito agricolo, permettendo il passaggio dei macchinari. Inoltre, crea un'ombreggiatura che incrementa la resa agricola e riduce lo stress termico sulle piante. I filari di pannelli sono distanziati in modo da non ombreggiare altre file di pannelli fotovoltaici, ottimizzando così l'efficienza dell'impianto.



Figura 18: Impianto a pareti verticali.
Fonte: Rinnovabili.it

- Q) **Pista ciclabile con pensilina fotovoltaica:** è una struttura che sfrutta l'energia solare per produrre elettricità e proteggere i ciclisti dalle intemperie. La corrente elettrica prodotta può essere usata per alimentare le luci della pista, le colonnine di ricarica per le biciclette elettriche, i telefoni cellulari e altri dispositivi. La pensilina può anche fornire un surplus di energia alla rete elettrica locale. La pista ciclabile con pensilina fotovoltaica è un esempio di mobilità sostenibile, che riduce le emissioni di gas serra e promuove la salute dei cittadini.



Figura 19: Pensilina fotovoltaica su pista ciclabile.
Fonte: Futuro Prossimo

- R) **Arredo urbano fotovoltaico:** queste installazioni sfruttano gli elementi di arredo urbano per produrre energia sostenibile. I pannelli fotovoltaici vengono inseriti su panchine, tavoli o strutture di decoro che possono, in alcuni casi, creare utili condizioni di ombreggiamento. Spesso, queste tecnologie consentono la ricarica di piccoli dispositivi elettronici.

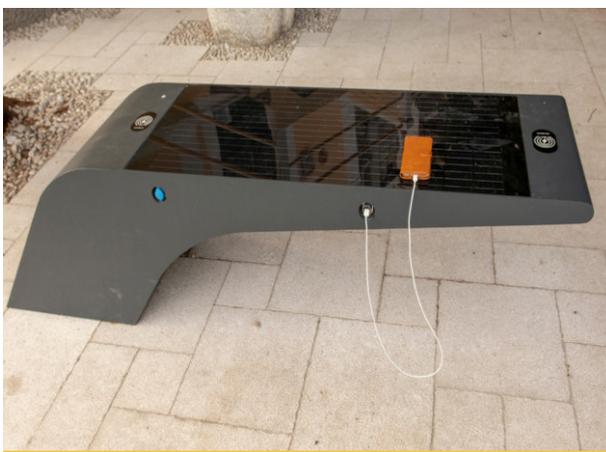


Figura 20: Panchina fotovoltaica.
Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

S) **Lampioni solari stradali:** sono ideali non solo per illuminare strade ma anche per piazze, parcheggi, rotonde, parchi ecc.. I lampioni solari sono dotati di pannello fotovoltaico che accumula l'energia del sole di giorno ricaricando le batterie e di notte sprigiona l'energia accumulata. Le batterie interne garantiscono l'accensione, a carica completa, dei lampioni solari per tre notti consecutive anche in caso di maltempo. Come le batterie, possono essere sostituiti anche i led. I lampioni solari non hanno bisogno di essere collegati alla rete elettrica e portano molti vantaggi all'illuminazione pubblica come, minor costi d'installazione, minor consumo elettrico, minor costi di manutenzione, minor impatto sull'ambiente. Un lampione solare stradale può risparmiare fino al 50% di energia elettrica in un anno rispetto a un lampione tradizionale. Per questo motivo può avere un ritorno sull'investimento in 10 anni, mentre un lampione tradizionale ha un costo totale di 4.800 euro in 10 anni.



Figura 21: Lampioni solari.

Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

T) **Pavimento fotovoltaico per marciapiedi, piste ciclabili e piazze:** il pavimento fotovoltaico è una nuova tecnologia solare che, al posto dei tradizionali pannelli solari, utilizza una tipologia calpestabile e in alcuni casi anche carrabile. Come è risaputo, un pannello fotovoltaico deve essere inclinato per captare l'energia solare. Una novità molto interessante introdotta da SUNPave è sicuramente quella di avere integrato nella piastrella una funzione che consente di catturare efficacemente i raggi del sole indipendentemente dall'angolo di incidenza.



Figura 22: Fotovoltaico su pista ciclabile.

Fonte: Canale Energia.

APPROFONDIMENTO

Dimensionamento di un impianto fotovoltaico per una famiglia media

L'installazione di un impianto fotovoltaico è una scelta che può portare a diversi benefici, tra cui la riduzione dei consumi energetici, la diminuzione delle emissioni di CO₂, e il risparmio economico.

Per ottenere questi benefici, è importante dimensionare correttamente l'impianto fotovoltaico, in modo che possa soddisfare i fabbisogni energetici della famiglia e garantire un ritorno economico adeguato.

Nel dimensionare un impianto fotovoltaico per una famiglia media, è necessario considerare i seguenti fattori:

- **I consumi energetici:** il primo passo è stimare i consumi energetici annui della famiglia. In Italia, i consumi medi di una famiglia di 3-4 persone sono di circa 3.000 kWh. Tuttavia, i consumi possono variare a seconda delle dimensioni dell'abitazione, del numero di persone che la abitano, degli elettrodomestici in uso, e delle abitudini di consumo. Per stimare i consumi energetici, è possibile consultare le bollette dell'energia elettrica degli ultimi 12 mesi.
- **La località:** la località in cui si trova l'abitazione può influenzare la produzione di energia solare dell'impianto fotovoltaico. In generale, le regioni del Sud Italia producono più energia solare rispetto a quelle del Nord. Per valutare l'irraggiamento solare della località, è possibile consultare le mappe dell'irraggiamento solare disponibili online. [Link](#)
- **L'orientamento e l'inclinazione del tetto:** l'orientamento e l'inclinazione del tetto possono anche influenzare la produzione di energia solare dell'impianto fotovoltaico. In generale, un tetto orientato a sud con un'inclinazione di circa 30 gradi produce più energia solare rispetto a un tetto con un'orientamento diverso o un'inclinazione diversa. Infatti, il sole si muove nel cielo durante l'arco dell'anno, con un'inclinazione che varia da 23,5 gradi a 0 gradi. Un'inclinazione di 30 gradi consente di catturare la maggior parte della luce solare durante tutto l'anno, evitando che i pannelli siano troppo inclinati o troppo bassi per catturare la luce solare diretta. Inoltre, l'inclinazione ottimale può variare a seconda delle esigenze specifiche dell'impianto fotovoltaico. Ad esempio, se l'obiettivo è massimizzare la produzione di energia durante l'estate, l'inclinazione può essere leggermente più alta, mentre se l'obiettivo è massimizzare la produzione di energia durante l'inverno, l'inclinazione può essere leggermente più bassa.
- **Le esigenze specifiche:** È fondamentale considerare esigenze e fabbisogno dell'utente, come ad esempio la necessità di ricaricare un'auto elettrica o di utilizzare una pompa di calore elettrica, è necessario tenerne conto nel dimensionamento dell'impianto fotovoltaico. Ad esempio, per la ricarica di un'auto elettrica, è necessario aggiungere circa 2 kW di potenza per ogni auto elettrica da ricaricare (dato variabile a seconda dei consumi). Per l'utilizzo di una pompa di calore elettrica, è necessario aggiungere circa 2 kW di potenza per ogni pompa di calore elettrica in uso (dato variabile a seconda della coibentazione dell'abitazione e altri fattori di efficienza energetica).

4.2. Solare termico

Gli impianti solari termici sono sistemi che utilizzano l'energia solare per produrre calore. Sono costituiti da collettori solari, che sono dispositivi che assorbono l'energia solare e la convertono in calore.

Le sue componenti principali sono: un collettore solare, che cattura il calore del sole; un serbatoio di accumulo, che conserva l'acqua riscaldata; un generatore di integrazione, che fornisce il calore supplementare quando il sole non è sufficiente (può essere una pompa di calore o una caldaia a condensazione); ed una centralina di controllo, che regola il funzionamento dell'impianto. Questa tipologia di impianto viene utilizzata maggiormente per riscaldare l'acqua calda sanitaria.

I collettori solari si possono classificare in base al tipo di materiale utilizzato per l'assorbitore e alla tecnologia di produzione. I più comuni sono i collettori piani, realizzati con un assorbitore costituito da un materiale metallico, come il rame o l'alluminio, ricoperto da una pellicola semitrasparente. Questi sono la scelta migliore per applicazioni in cui è importante ottenere un buon rapporto qualità-prezzo, come per esempio gli impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria. Sono più efficienti in condizioni di luce intensa.

Un'altra tipologia sono i collettori a tubi sottovuoto, più efficienti dei collettori piani, sono realizzati con un assorbitore costituito da un tubo di vetro riempito di un gas a bassa pressione. Sono una buona scelta per applicazioni in cui è importante ottenere la massima efficienza e hanno una resa maggiore in condizioni di luce diffusa.

Infine i collettori a concentrazione sono i più efficienti tra quelli riportati. Sono realizzati con un assorbitore costituito da un materiale metallico, come il rame o l'alluminio, concentrato da uno specchio o da una lente. Sono una buona scelta per applicazioni in cui è importante ottenere un'elevata potenza. Questa è anche l'alternativa più costosa tra le tre riportate.

Altra distinzione che può essere fatta per questi impianti è la temperatura che il pannello può far raggiungere all'acqua. I collettori si dividono in: a basse temperature, se l'acqua non supera i 120°C; a media temperatura, se l'acqua va da 120°C a 500°C; ad alta temperatura, se l'acqua supera i 500°C.

Anche nel caso dei collettori solari l'orientamento e l'inclinazione influiscono sull'efficienza e la quantità di energia solare che viene catturata. E anche in questo caso i collettori dovrebbero essere orientati verso sud, con un'inclinazione di circa 30 gradi.

4.3. Geotermico

Gli impianti geotermici sono sistemi che utilizzano il calore naturale del sottosuolo per produrre energia. Sono costituiti da sonde geotermiche, ovvero tubi in cui scorre un fluido termovettore, e da un sistema di accumulo, che consente di immagazzinare il calore prodotto dalle sonde geotermiche.

Gli impianti geotermici si possono classificare in base alla profondità a cui vengono installate le sonde geotermiche e al tipo di fluido termovettore utilizzato.

Una prima distinzione che si può fare sta nella tipologia di sonda. Se questa è verticale o orizzontale

Gli impianti geotermici con pompa orizzontale sono quelli in cui le sonde geotermiche vengono installate nel terreno orizzontalmente, a una profondità di circa 1-2 metri. Mentre gli impianti geotermici con pompa verticale sono quelli in cui le sonde geotermiche vengono installate nel

terreno verticalmente. Gli impianti geotermici con pompa verticale sono più efficienti degli impianti geotermici con pompa orizzontale, ma hanno un costo di installazione maggiore a causa del carotaggio profondo. Sono adatti per edifici di grandi dimensioni o per edifici situati in aree in cui è possibile installare sonde geotermiche verticali.

Gli impianti verticali a sua volta si suddividono in base alla profondità in impianti a bassa, media e alta entalpia.

Gli impianti geotermici a bassa entalpia hanno sonde che vengono installate a una profondità di circa 100-200 metri. Sono adatti per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento degli ambienti. Scendendo più in profondità (200-500 metri) troviamo gli impianti detti a media entalpia.

Questi impianti geotermici sono adatti per la produzione di acqua calda sanitaria, per il riscaldamento degli ambienti e per la produzione di energia elettrica. Infine gli impianti ad alta entalpia hanno sonde che vengono installate a una profondità di circa 500-2.000 metri. Sono adatti per la produzione di energia elettrica.

Scheda tecnica

Impianto geotermico con pozzi verticali: la tipologia più diffusa di impianti geotermici sfrutta sonde di tipo verticale che penetrano nel terreno attraverso pozzi geotermici di profondità limitata, dell'ordine dei 100 m. Per un unico impianto sono richiesti più pozzi il cui numero dipende dal fabbisogno termico da soddisfare e dalla resa termica del sottosuolo da cui l'energia termica deve essere estratta. La realizzazione dei pozzi è preceduta da una serie di indagini finalizzate alla determinazione di:

- conducibilità termica;
- densità;
- presenza di umidità;
- stratificazione del sottosuolo.

La conducibilità termica dei materiali costituenti è determinante ai fini del dimensionamento di un campo geotermico: in letteratura sono presenti numerose tabelle riportanti le conducibilità dei diversi tipi di suolo e di roccia.

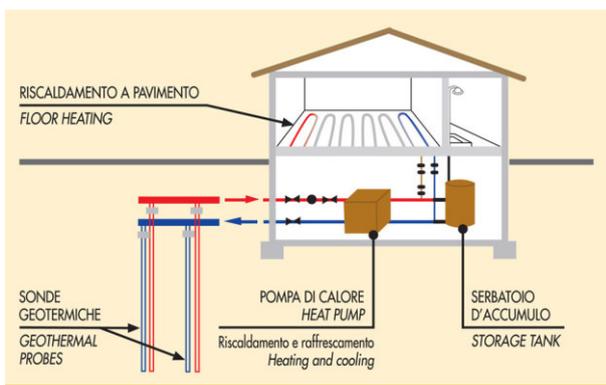


Figura 23: Schema di un impianto geotermico verticale. Fonte: Lareter

Sonda geotermica verticale

- 1 Pompa di calore
- 2 Riscaldamento a pavimento
- 3 Tubo a doppia «U» per lo scambio di calore
- 4 Perforazione (< 20 cm di diametro)

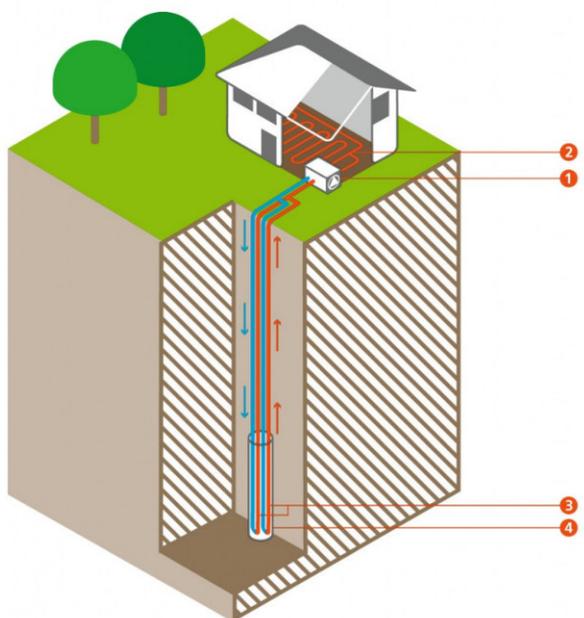


Figura 24: Funzionamento sonda termica verticale. Fonte: Sguardi Sostenibili

5. INDICAZIONI SPECIFICHE PER ZONE TERRITORIALI OMOGENEE

5.1. Z.T.O. A

Le Z.T.O. A sono le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parti integranti, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi.

In queste zone, la normativa in materia di impianti fotovoltaici può essere più restrittiva rispetto alle altre zone territoriali omogenee, al fine di tutelare il valore di questi ambiti. In generale, l'installazione di pannelli solari fotovoltaici e termici sugli edifici o su strutture e manufatti fuori terra è considerata un intervento di manutenzione ordinaria e non richiede permessi, autorizzazioni o atti amministrativi di assenso, a eccezione degli impianti installati in aree o immobili vincolati dalla tutela paesaggistica o culturale. In questi casi, è necessario ottenere l'approvazione paesaggistica dalla soprintendenza competente, che non può negare il consenso all'impianto fotovoltaico, a meno che non individui seri motivi di incompatibilità dello stesso con il paesaggio.

Per gli impianti fotovoltaici di potenza nominale complessiva fino a 200 kW, è prevista una procedura semplificata, che consiste nell'invio di una comunicazione unica al gestore della rete elettrica e al comune, tramite il portale telematico del Ministero per la Transizione Ecologica.

5.1.1. Requisiti per gli impianti fotovoltaici in Z.T.O. A

Il principio di azione e applicazione delle normative dedicate alle energie rinnovabili, viene caratterizzato, in questa Zona Territoriale, da istanze di tutela e valorizzazione del valore storico e culturale dell'ambito urbano.

Sugli edifici all'interno del perimetro del Centro Storico, dotati di copertura a falde, è fatto obbligo di installare pannelli fotovoltaici e **solari termici di tipo integrato ed in andamento con la falda** di copertura, mantenendo posizioni simmetriche e un disegno regolare dell'impianto; **i serbatoi di accumulo** dell'acqua nel caso di impianti solari termici dovranno essere **posizionati all'interno dell'edificio** o comunque alloggiati in apposito vano tecnico.

In generale, l'impianto **non deve in nessun modo alterare i caratteri architettonici dell'immobile** e del contesto edificato più prossimo. Per questo si consiglia di mantenere **linearità nell'applicazione** degli stessi **nel caso di edifici contigui**, ovvero favorire il più possibile il fatto che edifici vicini ospitino sulle proprie coperture pannelli con lo **stesso orientamento e azimut**. Nel caso di presenza di vecchi impianti realizzati in falde non consone per ridotto irraggiamento o in caso di



Figura 25: Pannelli solari in tinta con il coppo.

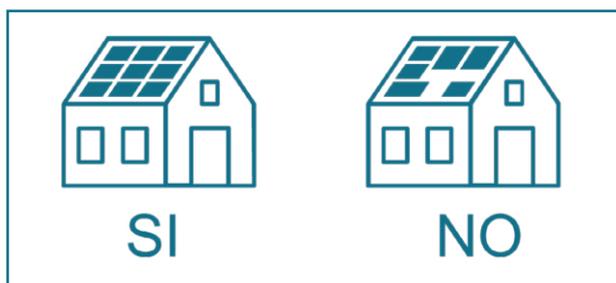
Fonte: Bisol Spectrum

installazione su falde inclinate, ma con pendenza diversa dalla falda, questa regola non può essere applicata.

Anche per questa ragione, è preferibile scegliere **pannelli in tinta con il coppo (pannelli bruniti)** o con il colore dominante del tetto, per evitare contrasti cromatici.

Anche laddove i centri e i nuclei storici non fossero sottoposti a vincolo paesaggistico, gli impianti fotovoltaici e solari **non dovrebbero essere visibili da spazi pubblici di pregio, monumentali e dai punti di vista panoramici**. Per questo motivo sarebbe opportuno evitare di installare i pannelli fotovoltaici su pergolati, ballatoi, balconi, terrazzi o altre strutture accessorie, ma solo sulle coperture principali degli edifici. In modo da ridurre l'impatto visivo e architettonico dell'impianto. Se necessario, si potrebbe usufruire di elementi di schermatura o di integrazione, come cornici, griglie, tegole o coppi.

Disposizione moduli fotovoltaici



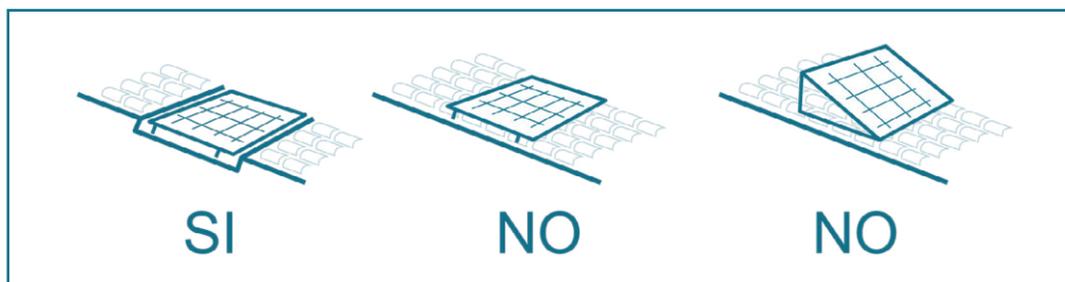
Disporre i pannelli con lo stesso orientamento e con disegni simmetrici e lineari

Verso e colore dei moduli fotovoltaici (in caso su coperture contigue)



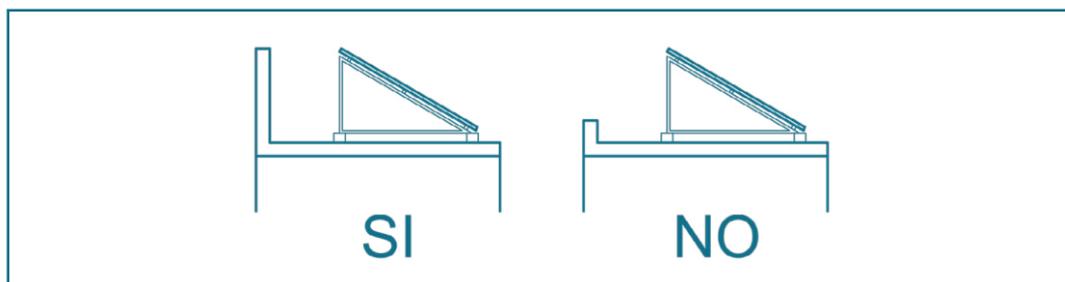
Disporre i pannelli tutti in verticale o in orizzontale, preferendo inoltre la stessa colorazione.

Su tetto a falde



Preferire installazione totalmente integrata dell'impianto fotovoltaico

Su tetto piano



Verificare che l'altezza dei moduli su cavalletti non superi l'altezza del parapetto. Non devono essere visibili da pubblica via.

Nel contesto della Z.T.O. A non è consigliato installare impianti geotermici orizzontali e verticali, poiché queste tecnologie rinnovabili richiedono delle perforazioni o delle trincee che possono danneggiare il patrimonio storico, artistico e culturale delle aree vincolate. Inoltre necessitano di una certa profondità e di una certa superficie disponibile, che spesso non sono compatibili con le caratteristiche dei centri storici, dove gli edifici sono più vicini.

5.1.2. Soluzioni tecnologiche

In questa Z.T.O. è consigliato non consumare ulteriore suolo e quindi prediligere installazioni su tetti e strutture già presenti. Integrare il fotovoltaico con coppi e tegole fotovoltaiche e che non disturbino l'armonia visuale del luogo.

Come già detto in precedenza in questa particolare Zona Territoriale Omogenea le tecnologie principali da prendere in considerazione sono il fotovoltaico integrato nella copertura dell'edificio e il solare termico con serbatoio di accumulo posizionati all'interno dell'edificio.

Si **rinvia al capitolo 4** la descrizione delle tecnologie e nuove tecnologie innovative di fotovoltaico e solare termico che potrebbero essere ideali per l'installazione in Z.T.O. A: Tip.

A) Fotovoltaico intelligente;

B) Elettronica di potenza a livello di modulo (MLPE).

TABELLA RIASSUNTIVA PER Z.T.O. A

Obiettivo	<ul style="list-style-type: none"> • Tutela del valore storico e culturale dell'ambito urbano.
Impianti Fotovoltaici e solare termico	
Tipi di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Obbligo di utilizzo pannelli di tipo integrato ed in andamento con la copertura • Serbatoi di accumulo dell'acqua posizionati all'interno dell'edificio in apposito vano tecnico
Caratteristiche architettoniche e di visibilità	<ul style="list-style-type: none"> • Evitare alterazioni architettoniche. • Consigliati pannelli in tinta con il manto di copertura per evitare contrasti cromatici. • Linearità e stesso orientamento con edifici contigui. • Evitare visibilità da spazi pubblici e punti panoramici. • Obbligo installazione in andamento con la pendenza delle falde. • Obbligo di mantenere posizioni simmetriche e regolarità del disegno.
Impianti Geotermici	
	<ul style="list-style-type: none"> • Sconsigliato per evitare danni al patrimonio storico.
Soluzioni Tecnologiche Raccomandate	<ul style="list-style-type: none"> • Fotovoltaico intelligente per aumentare efficienza. • Elettronica di potenza a livello di modulo (MLPE) per ottimizzare rendimento. • Collettori solari ibridi (PVT) per combinare fotovoltaico e solare termico (qualora non visibili dagli spazi pubblici).

5.2. Z.T.O. B

Le Z.T.O. B sono le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A. Si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq.

In queste zone, la normativa in materia di impianti fotovoltaici può essere meno restrittiva rispetto alla Z.T.O. A. L'installazione di pannelli solari fotovoltaici e termici sugli edifici o su strutture e manufatti fuori terra è considerata un intervento di manutenzione ordinaria e non richiede permessi, autorizzazioni o atti amministrativi di assenso.

Per gli impianti fotovoltaici di potenza nominale complessiva fino a 200 kW, è prevista una procedura semplificata, che consiste nell'invio di una comunicazione unica al gestore della rete elettrica e al comune, tramite il portale telematico del Ministero per la Transizione Ecologica.

5.2.1. Requisiti per gli impianti fotovoltaici in Z.T.O. B

L'azione e l'applicazione delle normative dedicate alle energie rinnovabili, sono rivolte, in questa Zona Territoriale Omogenea a:

- Favorire l'inserimento di pannelli fotovoltaici e/o solari su coperture, tettoie e pergolati con pannelli di tipo integrato e semi-integrato ed in andamento con la copertura;
- Obbligo di mantenere la simmetria e la regolarità nel disegno dell'impianto nell'applicazione dei pannelli fotovoltaici e/o solari sulle coperture;
- Obbligo di installazione in andamento con la pendenza delle falde;
- Linearità nell'applicazione degli stessi nel caso di edifici contigui, ovvero favorire il più possibile il fatto che edifici contigui ospitino sulle proprie coperture pannelli con lo stesso orientamento e azimut. Nel caso di presenza di vecchi impianti realizzati in falde non consone per ridotto irraggiamento o in caso di installazione su falde inclinate, ma con pendenza diversa dalla falda, questa regola non può essere applicata;
- Sfruttamento di pensiline per l'installazione dei pannelli.

5.2.2. Soluzioni tecnologiche

In questa particolare Zona Territoriale Omogenea le tecnologie che si consiglia di prendere in considerazione sono:

- Fotovoltaico integrato/semi-integrato nella copertura dell'edificio;
- Solare termico con serbatoio di accumulo posizionato all'interno dell'edificio;
- Tetti verdi fotovoltaici
- Collettori solari ibridi
- Impianto geotermico con pozzi verticali.

Si rinvia al **capitolo 4** la descrizione delle tecnologie innovative ideali per l'installazione in Z.T.O. B :

A) Fotovoltaico intelligente,

B) Elettronica di potenza a livello di modulo (MLPE),

C) Coppi o Tegole fotovoltaiche,

D) Collettori solari ibridi (PVT),

E) Tetti verdi fotovoltaici, Impianto geotermico con pozzi verticali.

TABELLA RIASSUNTIVA PER Z.T.O. B

Obiettivo	<ul style="list-style-type: none"> • Maggiore flessibilità rispetto a Z.T.O. A
Impianti Fotovoltaici e solare termico	
Tipi di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Su coperture piane o falde inclinate, tettoie e pergolati con pannelli di tipo integrato e semi-integrato ed in andamento con la copertura. • Serbatoi di accumulo dell'acqua posizionati all'interno dell'edificio in apposito vano tecnico.
Caratteristiche architettoniche e di visibilità	<ul style="list-style-type: none"> • Obbligo installazione in andamento con la pendenza delle falde. • Obbligo di mantenere posizioni simmetriche e regolarità del disegno. • Simmetria tra file di pannelli. • Linearità e stesso orientamento degli impianti già installati con edifici contigui. • Sfruttamento delle pensiline.
Impianti Geotermici	
	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti con sonde verticali.
Soluzioni Tecnologiche Raccomandate	<ul style="list-style-type: none"> • Fotovoltaico intelligente per aumentare efficienza. • Elettronica di potenza a livello di modulo (MLPE) per ottimizzare rendimento. • Collettori solari ibridi (PVT) per combinare fotovoltaico e solare termico. • Coppi o tegole fotovoltaiche • Tetti verdi fotovoltaici

5.3. Z.T.O. C

Le Z.T.O. C sono le parti del territorio destinate a nuovi complessi insediativi residenziali o a prevalente destinazione residenziale, che risultino inedificate o nelle quali l'edificazione preesistente non raggiunga i limiti di cui alla zona omogenea B (quindi inferiore al 12,5% della superficie fondiaria di zona).

In queste zone, la normativa in materia di impianti fotovoltaici può essere meno restrittiva rispetto alla Z.T.O. A e assimilabile alla Z.T.O. B. L'installazione di pannelli solari fotovoltaici e termici sugli edifici o su strutture e manufatti fuori terra è considerata un intervento di manutenzione ordinaria e non richiede permessi, autorizzazioni o atti amministrativi di assenso.

Per gli impianti fotovoltaici di potenza nominale complessiva fino a 200 kW, è prevista una procedura semplificata, che consiste nell'invio di una comunicazione unica al gestore della rete elettrica e al comune, tramite il portale telematico del Ministero per la Transizione Ecologica.

5.3.1. Requisiti per gli impianti fotovoltaici in Z.T.O. C

L'azione e l'applicazione delle normative dedicate alle energie rinnovabili, sono similari a quelle previste per le Z.T.O. B, e pertanto caratterizzate, in questa Zona Territoriale Omogenea, da principi di:

- Inserimento di pannelli fotovoltaici e/o solari su coperture, tettoie e pergolati di edifici residenziali;
- Obbligo di mantenere la simmetria e la regolarità nel disegno dell'impianto nell'applicazione dei pannelli fotovoltaici e/o solari sulle coperture;
- Obbligo di installazione in andamento con la pendenza delle falde;
- Linearità nell'applicazione degli stessi nel caso di edifici contigui, ovvero favorire il più possibile il fatto che edifici contigui ospitino sulle proprie coperture pannelli con lo stesso orientamento e azimuth. Nel caso di presenza di vecchi impianti realizzati in falde non consone per ridotto irraggiamento o in caso di installazione su falde inclinate, ma con pendenza diversa dalla falda, questa regola non può essere applicata;
- Sfruttamento di pensiline per l'installazione dei pannelli.

5.3.2. Soluzioni tecnologiche

In questa particolare Zona Territoriale Omogenea le tecnologie che si consiglia di prendere in considerazione sono replicabili alle scelte operabili in Z.T.O. B e pertanto:

- Fotovoltaico integrato e semi-integrato (aderente) nella copertura dell'edificio a discrezione del proprietario;
- Solare termico con serbatoio di accumulo posizionato all'interno dell'edificio;
- Impianto geotermico con pozzi verticali.

Si rinvia al **capitolo 4** la descrizione delle tecnologie e nuove tecnologie innovative ideali per l'installazione in Z.T.O. C:

A) Fotovoltaico intelligente,

B) Elettronica di potenza a livello di modulo (MLPE),

C) Coppi o Tegole fotovoltaiche,

D) Collettori solari ibridi (PVT),

E) Tetti verdi fotovoltaici, Impianto geotermico con pozzi verticali.

TABELLA RIASSUNTIVA PER Z.T.O. C

Obiettivo	<ul style="list-style-type: none"> • Maggiore flessibilità rispetto a Z.T.O. A
Impianti Fotovoltaici e solare termico	
Tipi di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Su coperture piane o falde inclinate, tetterie e pergolati con pannelli di tipo integrato e semi-integrato ed in andamento con la copertura. • Serbatoi di accumulo dell'acqua posizionati all'interno dell'edificio in apposito vano tecnico.
Caratteristiche architettoniche e di visibilità	<ul style="list-style-type: none"> • Simmetria tra file di pannelli. • Linearità e stesso orientamento con edifici contigui. • Sfruttamento delle pensiline. • Obbligo di installazione in andamento con la pendenza delle falde. • Obbligo di mantenere posizioni simmetriche e regolarità del disegno.
Impianti Geotermici	
	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti con sonde verticali.
Soluzioni Tecnologiche Raccomandate	<ul style="list-style-type: none"> • Fotovoltaico intelligente per aumentare efficienza. • Elettronica di potenza a livello di modulo (MLPE) per ottimizzare rendimento. • Collettori solari ibridi (PVT) per combinare fotovoltaico e solare termico. • Tetti verdi fotovoltaici.

5.4. Z.T.O. D

Le Z.T.O. D sono le parti del territorio destinate ad insediamenti industriali e artigianali, o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante degli insediamenti stessi. In queste zone, la normativa in materia di impianti fotovoltaici può essere più flessibile rispetto alle altre zone territoriali omogenee, al fine di favorire lo sviluppo economico e la competitività di questi ambiti. In generale, l'installazione di pannelli solari fotovoltaici e termici sugli edifici o su strutture e manufatti fuori terra è considerata un intervento di manutenzione ordinaria e non richiede permessi, autorizzazioni o atti amministrativi di assenso, a eccezione degli impianti installati in aree o immobili vincolati dalla tutela paesaggistica o culturale. Solitamente in queste zone, non è necessario ottenere l'approvazione paesaggistica dalla soprintendenza competente poiché sono pressoché assenti manufatti vincolati, a meno che l'impianto fotovoltaico non sia in contrasto con le norme urbanistiche vigenti.

Viene inoltre imposta a 20 MW la soglia di potenza oltre la quale scatta l'obbligo di verifica di assoggettabilità alla valutazione di impatto ambientale di competenza delle regioni, purché l'impianto non ricada in quelle aree particolarmente sensibili e vulnerabili alle trasformazioni territoriali o del paesaggio elencate e individuate ai sensi della lettera f) dell'allegato 3 annesso al decreto del Ministro dello Sviluppo economico 10 settembre 2010 ("Linee Guida Nazionali").

Infine, il Decreto Legge 1 marzo 2022, n. 17, stabilisce che nelle aree industriali, in deroga agli strumenti urbanistici comunali e agli indici di copertura previsti, è possibile installare impianti solari fotovoltaici e termici coprendo fino al 60% dell'area industriale di pertinenza. Gli impianti possono essere installati, eventualmente, su strutture di sostegno appositamente realizzate.

5.4.1. Requisiti per gli impianti fotovoltaici in Z.T.O. D

Il principio di azione e applicazione delle normative dedicate alle energie rinnovabili, viene caratterizzato, in questa Zona Territoriale, da flessibilità e incentivazione all'utilizzo di questi impianti.

Sugli edifici e sulle aree delle zone industriali è consigliato installare pannelli fotovoltaici e solari termici di tipo integrato, semi integrato e non integrato con l'obbligo che questi siano in andamento con la pendenza della falda di copertura.

Inoltre è fatto obbligo di installare i pannelli con posizioni simmetriche e non sparse mantenendo una regolarità nel disegno dell'impianto. Inoltre è consigliato di mantenere lo stesso orientamento per tutti i pannelli installati.

Si consiglia di mantenere linearità nell'applicazione nel caso di edifici contigui, ovvero favorire il più possibile il fatto che edifici vicini ospitino sulle proprie coperture pannelli con lo stesso orientamento e azimut. Nel caso di presenza di vecchi impianti realizzati in falde non consone per ridotto irraggiamento o in caso di installazione su falde inclinate, ma con pendenza diversa dalla falda, questa regola non può essere applicata.

In queste aree sarebbe opportuno sfruttare tutte le superfici già costruite per installare fonti rinnovabili, come ad esempi pensiline su parcheggi, sulle pareti degli edifici, sull'arredo urbano e cortili interni.

Nel contesto della Z.T.O. D è possibile installare sia impianti geotermici orizzontali che verticali, poiché queste tecnologie rinnovabili non comportano dei rischi in queste aree. Inoltre possono sfruttare una maggiore profondità e una maggiore superficie disponibile, che spesso sono caratteristiche delle aree industriali, dove gli edifici sono più distanti.

5.4.2. Soluzioni tecnologiche

In questa Z.T.O. è possibile sfruttare il potenziale energetico del suolo e delle strutture esistenti, installando impianti solari fotovoltaici e termici. Alcune tecnologie e nuove tecnologie innovative di fotovoltaico, solare termico e geotermico che potrebbero essere ideali per l'installazione in Z.T.O. D potrebbero essere:

- A) Fotovoltaico intelligente;**
- B) Elettronica di potenza a livello di modulo (MLPE);**
- E) Tetti verdi fotovoltaici;**
- F) Fotovoltaico di concentrazione;**
- G) Facciate solari;**
- H) Film fotovoltaico adesivo;**
- I) Tracker solari;**
- L) Pensiline fotovoltaiche.**

Si rinvia al capitolo 4 la descrizione delle tecnologie e nuove tecnologie innovative ideali per l'installazione in Z.T.O. D.

TABELLA RIASSUNTIVA PER Z.T.O. D

Obiettivo	<ul style="list-style-type: none"> • Flessibilità e incentivazione di installazione di impianti per produzione di energia rinnovabile
Impianti Fotovoltaici e solare termico	
Tipi di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Pannelli fotovoltaici e solari termici di tipo integrato, semi integrato e non integrato. • E' possibile installare impianti solari fotovoltaici e termici coprendo fino al 60% dell'area industriale di pertinenza. • Serbatoi di accumulo dell'acqua posizionati all'interno dell'edificio in apposito vano tecnico.
Caratteristiche architettoniche e di visibilità	<ul style="list-style-type: none"> • Simmetria tra file di pannelli. • Linearità e stesso orientamento con edifici contigui. • Sfruttamento delle pensiline. • Uso dell'arredo urbano e cortili interni. • Obbligo installazione in andamento del tetto di copertura. • Obbligo di mantenere posizioni simmetriche e regolarità del disegno.
Impianti Geotermici	
	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti con sonde verticali e orizzontali.
Soluzioni Tecnologiche Raccomandate	<ul style="list-style-type: none"> • Fotovoltaico a concentrazione. • Facciate solari. • Film fotovoltaico adesivo. • Pensiline fotovoltaiche. • Tetti verdi fotovoltaici. • Tracker solari. • Pavimento fotovoltaico per marciapiedi, piazze e piste ciclabili.

APPROFONDIMENTO

NORMATIVA ANTINCENDIO IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La normativa di riferimento riguardo la prevenzione del rischio incendio per sistemi di produzione energetica fotovoltaica è il D.P.R. n. 151 del 1° agosto 2011 “**Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122**”.

Indicazioni normative

Gli impianti fotovoltaici non rientrano fra le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del D.P.R. n. 151 del 1° agosto 2011- Allegato I.

In via generale l’installazione di un impianto fotovoltaico, in funzione delle caratteristiche elettriche/costruttive e/o delle relative modalità di posa in opera, può comportare un aggravio del preesistente livello di rischio di incendio.

L’aggravio potrebbe concretizzarsi, per il fabbricato servito, in termini di:

1. Interferenza con il sistema di ventilazione dei prodotti della combustione (ostruzione parziale/totale di traslucidi, impedimenti apertura evacuatori);
2. Ostacolo alle operazioni di raffreddamento/estinzione di tetti combustibili;
3. Rischio di propagazione delle fiamme all’esterno o verso l’interno del fabbricato (presenza di condutture sulla copertura di un fabbricato suddiviso in più compartimenti - modifica della velocità di propagazione di un incendio in un fabbricato mono comparto).

Tuttavia, l’installazione di un impianto fotovoltaico a servizio di un’attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi richiede gli adempimenti previsti dal comma 6 dell’art. 4 del D.P.R. n. 151 del 1° agosto 2011.

Si fa particolare riferimento agli impianti fotovoltaici a servizio di attività/edifici/stabilimenti artigianali, industriali, direzionali e commerciali che, per le particolari caratteristiche dei prodotti o dei processi realizzati, rientrano nell’elenco delle attività soggette alle visite e ai controlli di prevenzione incendi.

Requisiti tecnici degli impianti fotovoltaici

Ai fini della prevenzione incendi, gli impianti fotovoltaici devono essere progettati, realizzati e mantenuti a regola d’arte. Per essere dichiarati a regola d’arte, gli impianti devono essere eseguiti secondo i documenti tecnici emanati dal CEI (norme e guide) e/o dagli organismi di normazione internazionale.

La conformità alle normative tecniche in materia riguarda tutti i componenti dell’impianto. In particolare, il modulo fotovoltaico dovrà essere conforme alle Norme CEI EN 61730-1 e CEI EN 61730-2.

L’installazione dovrà essere eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato. Questa condizione si ritiene rispettata nei casi in cui l’impianto fotovoltaico, incorporato in un’opera di costruzione, viene installato su strutture ed elementi di copertura e/o di facciata incombustibili (ossia Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005). Risulta conforme

alle norme di legge anche l'interposizione tra i moduli fotovoltaici e il piano di appoggio, di uno strato di materiale di resistenza al fuoco almeno EI 30 ed incombustibile (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005).

In alternativa, potrà essere effettuata una specifica valutazione del rischio di propagazione dell'incendio, tenendo conto della classe di resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture di tetti e della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico attestata secondo le procedure di cui all'art. 2 del DM 10 marzo 2005 recante "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione" da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio.

L'ubicazione dei moduli e delle condutture elettriche dovrà inoltre sempre consentire il corretto funzionamento e la manutenzione di eventuali evacuatori di fumo e di calore (EFC) presenti, nonché tener conto, in base all'analisi del rischio incendio, dell'esistenza di possibili vie di veicolazione di incendi (lucernari, camini, ecc.). In ogni caso i moduli, le condutture, gli inverter, i quadri ed altri eventuali apparati non dovranno essere installati nel raggio di 1 m dagli EFC. Inoltre, in presenza di elementi verticali di compartimentazione antincendio, posti all'interno dell'attività sottostante al piano di appoggio dell'impianto fotovoltaico, lo stesso dovrà distare almeno 1 m dalla proiezione di tali elementi.

L'impianto FV dovrà, inoltre, avere le seguenti caratteristiche:

1. Essere provvisto di un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione segnalata ed accessibile che determini il sezionamento dell'impianto elettrico, all'interno del compartimento/fabbricato nei confronti delle sorgenti di alimentazione, ivi compreso l'impianto fotovoltaico;
2. In caso di presenza di gas, vapori, nebbie infiammabili o polveri combustibili, al fine di evitare i pericoli determinati dall'innescò elettrico, è necessario installare la parte di impianto in corrente continua, compreso l'inverter, all'esterno delle zone classificate ai sensi del D. Lgs. 81/2008;
3. Nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di materiale esplosivo, il generatore fotovoltaico e tutti gli altri componenti in corrente continua costituenti potenziali fonti di innesco, dovranno essere installati alle distanze di sicurezza stabilite dalle norme tecniche applicabili;
4. I componenti dell'impianto non dovranno essere installati in luoghi definiti "luoghi sicuri" ai sensi del DM 30/11/1983, né essere di intralcio alle vie di esodo;
5. Le strutture portanti, ai fini del soddisfacimento dei livelli di prestazione contro l'incendio di cui al DM 09/03/2007, dovranno essere verificate e documentate tenendo conto delle variate condizioni dei carichi strutturali sulla copertura, dovute alla presenza del generatore fotovoltaico, anche con riferimento al DM 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Manutenzione e verifiche

Periodicamente e ad ogni trasformazione, ampliamento o modifica dell'impianto devono essere eseguite e documentate le verifiche ai fini del rischio incendio dell'impianto fotovoltaico, con particolare attenzione ai sistemi di giunzione e di serraggio.

5.5. Z.T.O. E

Le Z.T.O. E sono le parti del territorio destinate ad uso agricolo o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante delle attività agricole. In queste zone, la normativa in materia di impianti fotovoltaici può essere più incentivante rispetto alle altre zone territoriali omogenee, al fine di promuovere la transizione ecologica e la sostenibilità di questi ambiti. Particolare attenzione però deve essere fatta per incentivare il mantenimento della vocazione agricola e delle colture autoctone, inserendo quindi soluzioni innovative che non influenzino eccessivamente l'attività agricola.

Il Decreto Legge 1 marzo 2022, n. 17, stabilisce che anche per gli impianti agrivoltaici l'applicazione della procedura abilitativa semplificata (PAS) viene estesa senza limiti di potenza anche agli impianti agrivoltaici purché distino non più di 3km da aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale.

Anche per gli impianti agrivoltaici viene elevata da 10 MW a 20 MW la soglia di potenza oltre la quale scatta l'obbligo di verifica di assoggettabilità alla valutazione di impatto ambientale di competenza delle regioni, purché l'impianto non ricadi in quelle aree particolarmente sensibili e vulnerabili alle trasformazioni territoriali o del paesaggio elencate e individuate ai sensi della lettera f) dell'allegato 3 annesso al decreto del Ministro dello Sviluppo economico 10 settembre 2010 ("Linee Guida Nazionali").

Inoltre, il divieto di accesso agli incentivi degli impianti fotovoltaici su suoli agricoli non trova applicazione per gli impianti agrivoltaici che:

1. adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
2. siano corredati da sistemi di monitoraggio, da attuare sulla base di linee guida adottate dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, in collaborazione con il Gestore dei servizi energetici (GSE).

In attesa di una definizione definitiva delle aree idonee, il Decreto Legge 1 marzo 2022, n. 17, considera idonee anche le aree classificate agricole, a condizione che:

- siano racchiuse in un perimetro di 300 metri da zone a destinazione industriale, artigianale o commerciale, compresi i siti di interesse nazionale, nonché le cave e le miniere;
- siano racchiuse in un perimetro di 300 metri dal medesimo impianto o stabilimento.

5.5.1. La tutela del patrimonio edilizio rurale

Un'ulteriore questione che riguarda le zone agricole è quella della tutela del patrimonio edilizio rurale che nel corso dei decenni sono state sottoposte ad interventi edilizi che ne hanno modificato le caratteristiche architettoniche tradizionali proprie dell'edilizia rurale veneta.

La normativa

Il patrimonio edilizio rurale del Veneto, infatti, sia per la molteplicità di tipologie compositive, distributive e costruttive, sia per il consistente numero di edifici, rappresenta un'importante risorsa patrimoniale e funzionale nell'ambito dell'ordinamento produttivo dell'azienda agricola. I grandi cambiamenti intervenuti nell'ambito dello sviluppo economico-sociale del territorio veneto hanno avuto ripercussioni anche sul patrimonio storico dell'edilizia rurale tradizionale che, non di rado, presenta tracce di dismissione e di abbandono, talora con punte di notevole degrado.

La tutela e l'edificabilità del territorio agricolo nel Veneto sono disciplinate dal titolo V della Legge regionale 23 aprile 2004, n. 11, "Norme per il governo del territorio".

In particolare, l'art. 44 detta specifiche norme per l'edificabilità nella zona agricola, che è quella parte del territorio che presenta una prevalente destinazione agricola, forestale, faunistica o naturalistica.

Nella zona agricola sono sempre ammessi interventi edilizi finalizzati al recupero o all'ampliamento degli edifici esistenti, nonché alle nuove costruzioni, queste ultime esclusivamente in funzione dell'attività agricola.

I requisiti per le nuove edificazioni in zona agricola sono i seguenti:

- L'intervento deve essere finalizzato all'attività agricola, sia esso destinato alla residenza che alle strutture agricole produttive.
- L'intervento deve essere conforme alle caratteristiche architettoniche definite dalle NT del Piano di Assetto del Territorio (PAT) e al Programma degli Interventi (PI).
- L'intervento deve essere autorizzato da un'apposita commissione tecnica.

Nuovi interventi edilizi in zona agricola possono essere realizzati esclusivamente dall'imprenditore agricolo titolare di un'azienda agricola, che rispetta alcuni requisiti minimi, sulla base di un Piano aziendale da presentare allo Sportello Unico Agricolo competente per il territorio.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A muri	Pietra 	Mattoni 	Sassi 	Mista 	Legno 	Intonaco 	Tramezzo canne + malta 			I condizioni	buone	medie	cattive	rudere
B camino	Esterno 	Interno 	Allargato in base 	Pensile 	A vaso 	assente				L nucleo	omogeneo	non omogeneo		
C tetto	A capanna trasv. 	A capanna long. 	A 4 falde 	A padiglione 	A doppia capanna 	A una falda 	A 3 falde 	Con timpani 			M finestre	semplice	doppia	tripla
D copertura	coppi 	tegole 	lastre 	paglia 		H cornicione 	A volta 	A dente di sega 	A squadro 		assente	A dentelli 		
E tipo	Singolo 	Doppio 	A schiera 	Affiancata 	Barco 	Barco annesso 	Corpi addoss. 	Con teggia 	Con tettoia aperta o mur. 	Con rustico incorpor. 	Rustico separato 	Con torre 	Con portico o loggia 	
F piani	Uno 	Due 	Tre 	più di tre		G ingresso 	Ingresso P.T. esterno 	Ingresso 1° P. esterno 	Ingresso 1° P. interno 	Ingresso P.T. interno 		N		

Figura 26: Scheda analogica usata dalla sezione padovana di Italia Nostra per il censimento degli edifici rurali nei colli Euganei. Fonte: La casa rurale nel Veneto. Regione Veneto, 1979.

Inoltre, nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020, la Misura 7 "Servizi di base e rinnovamento dei villaggi nelle zone rurali" con l'intervento 7.6.1 "Recupero e riqualificazione del patrimonio architettonico dei villaggi e del paesaggio rurale" prevedeva il finanziamento di investimenti materiali di carattere edilizio per il recupero e la riqualificazione di immobili tipici dell'architettura e del paesaggio rurale, che rivestono interesse storico e/o testimoniale.

Si tratta di costruzioni adibite sia alla residenza che alle attività agricole, per lo più afferenti a tipologie storiche di architettura rurale o di "edilizia minore" riconoscibili, diversificate in genere in base alla localizzazione geografica.

Queste includono principalmente gli edifici rurali e i manufatti a questi complementari o accessori, ma anche le pavimentazioni e le recinzioni degli spazi destinati al lavoro e alla residenza.

Nella relazione che tali edifici e manufatti presentano con lo spazio aperto ed il paesaggio rurale, si inseriscono anche la viabilità rurale storica, i muretti a secco, le conterminazioni degli appezzamenti, i manufatti che costituiscono testimonianza della vita collettiva e della religiosità nelle aree rurali.

La finalità di tale intervento è quella di conservare il pregio di tali immobili e il loro valore storico-culturale o di testimonianza della memoria e tradizioni locali, contrastando allo stesso tempo il degrado o l'abbandono del patrimonio di architettura rurale locale, valorizzando allo stesso tempo il paesaggio di cui tale patrimonio costituisce parte integrante.

5.5.2. Requisiti per gli impianti fotovoltaici in Z.T.O. E

In questa Zona Territoriale, le normative sulle energie rinnovabili sono flessibili e incentivano l'uso di questi impianti, al fine di promuovere la transizione ecologica e la sostenibilità del settore agricolo. Nei terreni e negli edifici delle zone agricole, si raccomanda di installare pannelli fotovoltaici e solari termici **in modo ordinato e omogeneo, con la stessa direzione**, per garantire un'armonia visiva e una maggiore efficienza energetica. Inoltre si fa **obbligo**, in caso di installazione su edifici, di posizionare i moduli in **andamento con la pendenza delle falde**, con **posizioni simmetriche e regolarità nel disegno dell'impianto**. Si consiglia di mantenere **linearità nell'applicazione nel caso di edifici contigui**, ovvero favorire il più possibile il fatto che edifici vicini ospitino sulle proprie coperture pannelli con lo **stesso orientamento e azimut**. Nel caso di presenza di vecchi impianti realizzati in falde non consone per ridotto irraggiamento o in caso di installazione su falde inclinate, ma con pendenza diversa dalla falda, questa regola non può essere applicata.

Edifici di valore storico - testimoniali

L'installazione degli impianti fotovoltaici sui tetti di copertura saranno ammessi qualora il grado di protezione definito dalle NTO del Piano degli interventi non faccia divieto di alterazione delle caratteristiche di finitura del fabbricato; in ogni caso eventuali impianti dovranno avere le caratteristiche indicate nella tabella riassuntiva per Z.T.O. A.

È preferibile **utilizzare gli edifici annessi, come fienili, capannoni o magazzini, per ospitare gli impianti solari**.

Per l'agrivoltaico, si consiglia di **non avvicinarsi a immobili vincolati**, come chiese, castelli o ville storiche, **mantenendo almeno 100 metri di distanza**, per non compromettere le caratteristiche peculiari del paesaggio e del patrimonio storico e artistico.



Figura 27: Esempio di installazione in edifici annessi situati in aree agricole.
Fonte: Immagine acquisita con licenza, Adobe Stock.

Nel contesto della Z.T.O. E, si possono installare impianti geotermici orizzontali (più adatti) o verticali, poiché non presentano rischi in queste aree, dove il sottosuolo non è vincolato o contaminato. Inoltre, possono beneficiare di una maggiore profondità e superficie disponibile, tipiche delle aree industriali, dove gli edifici sono più lontani.

5.5.3. Soluzioni tecnologiche

Alcune tecnologie e nuove tecnologie innovative di fotovoltaico, solare termico e geotermico che potrebbero essere ideali per l'installazione in Z.T.O. E potrebbero essere per l'edilizia residenziale:

- A) Fotovoltaico intelligente;**
- B) Elettronica di potenza a livello di modulo;**
- C) Coppi o tegole fotovoltaiche.**

Mentre per l'ambito agricolo:

- M) Impianti fotovoltaici integrati in serre;**
- N) Impianti fotovoltaici galleggianti;**
- O) Impianti con recupero dell'acqua piovana;**
- P) Agrivoltaico con pareti verticali;**
- Q) Serre con riscaldamento geotermico.**

Si rinvia al **capitolo 4** la descrizione delle tecnologie e nuove tecnologie innovative ideali per l'installazione in Z.T.O. E.

TABELLA RIASSUNTIVA PER Z.T.O. E

Obiettivo	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivare il mantenimento della vocazione agricola e delle colture autoctone, inserendo quindi soluzioni innovative che non influenzino eccessivamente l'attività agricola.
Impianti Fotovoltaici e solare termico	
Tipi di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Agrivoltaico • Fotovoltaico su coperture (preferibilmente su edifici annessi) • Serbatoi di accumulo dell'acqua posizionati all'interno dell'edificio in apposito vano tecnico
Caratteristiche architettoniche e di visibilità	<ul style="list-style-type: none"> • Simmetria tra file di pannelli. • Linearità e stesso orientamento con edifici contigui. • Attenzione ai materiali delle coperture tipiche ed evitare installazioni su queste tipologie di coperture. • È preferibile utilizzare gli edifici annessi, come fienili, capannoni o magazzini, per ospitare gli impianti solari. • Preferibile mantenere una distanza di 100 metri da edifici vincolati. • Obbligo installazione in andamento con la pendenza delle falde. • Obbligo di mantenere posizioni simmetriche e regolarità del disegno.
Impianti Geotermici	
	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti con sonde orizzontali.
Soluzioni Tecnologiche Raccomandate	<p>Per l'edilizia residenziale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fotovoltaico intelligente. • Elettronica di potenza a livello di modulo. • Coppi o tegole fotovoltaiche. <p>Per l'ambito agricolo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Serre fotovoltaiche. • Impianti galleggianti. • Impianti con recupero dell'acqua piovana. • Agrivoltaico con pareti verticali. • Serre con riscaldamento geotermico.

5.6. Z.T.O. F, OPERE DI URBANIZZAZIONE ED ARREDO URBANO

Le Z.T.O. F sono le parti del territorio destinate ad attrezzature e impianti di interesse generale, come scuole, ospedali, parchi, infrastrutture, ecc. Si considerano attrezzature e impianti di interesse generale quelli che soddisfano le esigenze collettive di una comunità e che sono accessibili al pubblico. In queste zone, la normativa in materia di impianti fotovoltaici può essere più incentivante rispetto alle altre Z.T.O., al fine di promuovere la transizione ecologica e la sostenibilità di questi ambiti. Inoltre, in queste aree si può fare più sperimentazione con tecnologie e installazioni fotovoltaiche innovative, che possano integrarsi con le funzioni e le caratteristiche delle attrezzature e degli impianti di interesse generale.

5.6.1. Requisiti per gli impianti fotovoltaici in Z.T.O. F

In questa Zona Territoriale, le normative sulle energie rinnovabili sono flessibili e incentivano l'uso di questi impianti, al fine di promuovere la transizione ecologica e la sostenibilità delle attrezzature e degli impianti di interesse generale. Queste aree, che ricadono nella Z.T.O. F, possono essere inserite all'interno di altre Z.T.O., e in questi casi sarebbe opportuno seguire la regolamentazione della Z.T.O. nella quale si trovano.

La Z.T.O. F, vista il suo carattere pubblico, è un luogo per fare **sperimentazione** nel campo delle rinnovabili, e può essere un **modello da replicare** in altri contesti. In queste aree, si possono realizzare impianti innovativi, che possano integrarsi con le funzioni e le caratteristiche delle attrezzature e degli impianti di interesse generale, come scuole, ospedali, parchi, infrastrutture, ecc. Ad esempio, si possono realizzare impianti fotovoltaici integrati nelle scuole, negli ospedali, nei parchi o nelle infrastrutture, che possano produrre energia elettrica per il fabbisogno interno o per la rete, e che possano anche avere una **funzione educativa, ricreativa o sociale**.

Inoltre anche in questa Z.T.O., come per le altre è fatto **obbligo** di installare pannelli fotovoltaici e solari termici **in andamento con la falda di copertura**, mantenendo **posizioni simmetriche** e un **disegno regolare dell'impianto; i serbatoi di accumulo dell'acqua** nel caso di impianti solari termici dovranno essere **posizionati all'interno dell'edificio** o comunque alloggiati **in apposito vano tecnico**.

Si consiglia di mantenere **linearità nell'applicazione nel caso di edifici contigui**, ovvero favorire il più possibile il fatto che edifici vicini ospitino sulle proprie coperture pannelli con lo **stesso orientamento e azimut**. Nel caso di presenza di vecchi impianti realizzati in falde non consone per ridotto irraggiamento o in caso di installazione su falde inclinate, ma con pendenza diversa dalla falda, questa regola non può essere applicata.

5.6.2. Soluzioni tecnologiche

Alcune tecnologie e nuove tecnologie innovative di fotovoltaico, solare termico e geotermico che potrebbero essere ideali per l'installazione in Z.T.O. F potrebbero essere:

Q) Ciclabile fotovoltaica;

R) Arredo urbano;

S) Lampioni stradali solari;

T) Pavimento fotovoltaico per marciapiedi, piste ciclabili e piazze.

Si rimanda al **capito 4** per la descrizione delle tecnologie.

TABELLA RIASSUNTIVA PER Z.T.O. F

Obiettivo	<ul style="list-style-type: none"> • Luogo per fare sperimentazione nel campo delle rinnovabili, e può essere un modello da replicare in altri contesti
Impianti Fotovoltaici e solare termico	
Tipi di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti innovativi e sperimentali
Caratteristiche architettoniche e di visibilità	<ul style="list-style-type: none"> • Obbligo installazione in andamento con la pendenza delle falde. • Obbligo di mantenere posizioni simmetriche e regolarità del disegno. • Integrazione con le funzioni e le caratteristiche delle attrezzature e degli impianti di interesse generale. • Linearità e stesso orientamento con edifici contigui.
Impianti Geotermici	
	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti con sonde orizzontali e verticali
Soluzioni Tecnologiche Raccomandate	<ul style="list-style-type: none"> • Pista ciclabile con pensilina fotovoltaica. • Pista ciclabile e marciapiedi con pavimentazione fotovoltaica. • Film fotovoltaico adesivo. • Arredo urbano fotovoltaico.

Nella tabella che segue si è scelto di mettere a confronto le tecnologie presentate nei capitoli precedenti secondo i **criteri di costo ed efficienza**, assumendo come termine di paragone fisso un impianto fotovoltaico tradizionale. Per l'assegnazione dei valori è stata utilizzata una scala da 1 a 5, secondo cui i valori più bassi corrispondono a costi di installazione e indici di efficienza minori mentre i valori più alti corrispondono ad indici di costo di installazione ed efficienza maggiore. Secondo questa logica una tecnologia è più conveniente quando presenta valori di costo bassi e di efficienza elevati.

Tecnologia	Costo (1-5)	Efficienza (1-5)	Pro	Contro
Tecnologie installabili su edifici				
Fotovoltaico tradizionale su copertura edificio	3	3	Di facile applicazione	-
Fotovoltaico intelligente	3	4	Riduce i costi energetici	Può essere complesso da installare e gestire
Elettronica di potenza a livello di modulo (MLPE)	3	4	Migliora l'efficienza degli impianti fotovoltaici	Non specificato
Tegole fotovoltaiche	5	2	Integrazione massima	Non specificato
Collettori solari ibridi (PVT)	4	5	Producono energia elettrica e termica	Richiedono un investimento iniziale significativo e una manutenzione periodica
Facciate solari e film fotovoltaico	4	3	Possono essere utilizzate per coprire grandi superfici	Non specificato
Film fotovoltaico adesivo	3	3	Può essere applicato su qualsiasi superficie, rigida o morbida, non richiede un substrato rigido, è leggero	Non specificato
Tetti verdi fotovoltaici	4	4	Riduce le isole di calore urbane e aumenta l'efficienza dei pannelli	Manutenzione aggiuntiva per l'area verde

Tecnologia	Costo (1-5)	Efficienza (1-5)	Pro	Contro
Altre tecnologie				
Lampioni solari stradali	2	2	Richiedono poca manutenzione	Non specificato
Parcheggio fotovoltaico e pensiline fotovoltaiche per auto	3	3	Possono fornire ombra e protezione dalle intemperie	Non specificato
Pavimento fotovoltaico per marciapiedi, piazze e piste ciclabili	5	2	Sfruttamento di aree già costruite	Non specificato
Fotovoltaico a concentrazione	4	5	Può produrre più energia rispetto al fotovoltaico tradizionale	Non specificato
Tracker solari	4	5	Possono aumentare l'efficienza degli impianti fotovoltaici	più manutenzione dovuta alle parti in movimento
Serre fotovoltaiche	2	4	Possono fornire ombra e protezione dalle intemperie alle colture	Non specificato
Impianti galleggianti	4	4	Riduce l'uso di suolo	Molto visibili e poco integrati nel paesaggio
Impianti con recupero dell'acqua piovana	3	4	Riduce l'uso di acqua potabile	Non specificato
Agrivoltaico con pareti verticali	4	4	Riduce l'uso di suolo	Non specificato
Serre con riscaldamento geotermico	4	4	Riduce i costi di riscaldamento	Non specificato
Arredo urbano fotovoltaico	4	3	Integra l'energia solare nell'ambiente urbano	Non specificato
Turbina eolica a bordo carreggiata	3	3	Riduce l'uso di suolo	Non specificato

6. BEST PRACTICE

Si riportano di seguito alcuni esempi, virtuosi e replicabili per il contesto del territorio della Provincia di Padova, di applicazione concreta di alcune delle soluzioni tecnologiche precedentemente illustrate per le diverse Zone Territoriali Omogenee.

6.1. *Parcheggi fotovoltaici: installazione di un impianto fotovoltaico sulle pensiline per il parcheggio dello stadio Euganeo di Padova*

Nel periodo compreso tra il 2011 e il 2012, sono stati realizzati impianti solari sulle pensiline a piani sfalsati delle aree di parcheggio dello Stadio Euganeo di Padova. L'investimento iniziale per questo progetto è stato di circa 20 milioni di euro, e l'installazione ha coinvolto complessivamente 12.000 pannelli solari. Metà di questi pannelli è stata collocata nel parcheggio sud, mentre l'altra metà è stata distribuita a nord dello stadio, generando complessivamente una potenza di circa 2,94 MW. Si stima che gli impianti producano circa 3.000 MWh di energia all'anno, pari al consumo energetico approssimativo di 1.400 famiglie. L'energia elettrica generata viene impiegata per l'autoconsumo da parte dell'Amministrazione Comunale.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tipologia Impianto: *impianto su pensiline*

Entrata in esercizio: *2011/2012*

Potenza: *2.940 kWp*

Tecnologia utilizzata: *moduli in silicio mono e policristallino*

Produzione annua stimata: *3.000.000 kWh*

OBIETTIVI RAGGIUNTI IN TEMA DI SOSTENIBILITÀ

Emissioni di CO2 evitate annualmente: *1.500 ton*

Superficie di bosco equivalente: *251 ha*

Fabbisogno energetico soddisfatto: *1.400 famiglie*



Figura 28: Vista aerea del parcheggio dello stadio Euganeo di Padova.

Trattandosi, il parcheggio dello stadio, di un impianto che offre servizi alla collettività, è un esempio di installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili applicabile a una Z.T.O. di tipo F (impianti e attrezzature collettive). La tecnologia può essere comunque applicabile ai parcheggi di poli industriali e artigianali e quindi a Z.T.O. di tipologia "D" (insediamenti produttivi).

6.2. **Parcheggi fotovoltaici: carport fotovoltaici in Svizzera**

I carport sono definiti come parcheggi coperti per auto e/o moto, senza pareti o porte. Sono aperti, ventilati e facili da vedere; vengono costruiti autonomamente o attaccati al muro della casa.

Diversi carport fotovoltaici già esistenti in Svizzera dimostrano come sia possibile trasformare i posti auto scoperti in centrali elettriche fotovoltaiche. Diversamente dalle tradizionali pensiline, i moduli fotovoltaici proteggono i veicoli dalle intemperie e producono energia pulita durante il giorno.

I parcheggi più idonei sono solitamente quelli di strutture con un elevato consumo elettrico, come i supermercati o le imprese di logistica, che possono sfruttare gran parte dell'elettricità così prodotta per il proprio esercizio. Inoltre, i carport fotovoltaici si combinano molto bene con la mobilità elettrica, quindi non solo i gestori dei parcheggi ma anche i proprietari dei veicoli elettrici possono beneficiare dell'energia proveniente dall'alto. L'energia elettrica eccedente che non può essere utilizzata in loco viene immessa in rete in cambio di una remunerazione.

Oggi il più grande carport fotovoltaico si trova nel Comune di Courgenay, nel Canton Giura. Varie migliaia di veicoli di un'impresa di trasporti e logistica sono coperti da 23 000 pannelli fotovoltaici. La produzione elettrica annuale, pari a 6,7 Gwh, potrebbe coprire il fabbisogno energetico di circa 1550 economie domestiche.

L'impianto di Jakobsbad, in Appenzello è di dimensioni più contenute. In questo caso il gestore dell'approvvigionamento energetico ha realizzato una tettoia fotovoltaica leggera e pieghevole costituita da moduli in vetroresina che dimezza la quantità di materiale utilizzato e garantisce anche produzione elettrica in inverno, grazie al fatto che i moduli non si ricoprono di neve.



Figura 29: Carport fotovoltaici nel Comune di Courgenay. Fonte: svizzeraenergia.ch.

Questo impianto in Appenzello rappresenta la prima pensilina pieghevole al mondo impiegata per coprire un parcheggio. I pannelli leggeri consentono inoltre di mantenere distanze fino a 28 metri tra i supporti. Dal punto di vista logistico questo è un vantaggio, in quanto il parcheggio può essere utilizzato in modo flessibile, ad esempio anche per i mezzi pesanti. Siccome il consumo in loco dell'elettricità prodotta è ridotto, il gestore dell'impianto affitta alcune sue parti a soggetti terzi.

Come per l'esempio di parcheggio fotovoltaico precedente, si tratta di tipologie di installazione di impianti da fonti energetiche rinnovabili applicabili a Z.T.O. di tipo E e F.



Figura 30: Pensilina fotovoltaica della funivia Jakobsbad-Kronberg. Fonte: svizzeraenergia.ch.

6.3. Pavimento fotovoltaico: esempio di installazione presso Groningen, Olanda

Il 24 marzo 2023 la municipalità di Groningen ha inaugurato un percorso calpestabile lastricato di piastrelle fotovoltaiche. La pavimentazione ricopre un'area di 400 metri quadrati ed è capace di garantire, secondo le stime, 53 MWh di elettricità all'anno.

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Modulo fotovoltaico (mattonella) con base e cablaggio;
- Facile installazione in serie;
- Potenza nominale (mono): 186 Wp;
- Garanzia performance sulla cella 20 anni;
- Garanzia di prodotto 10 anni;
- L 340 x L 340 x P 61 [mm];
- Superficie di 0,1156 mq, peso di 8,5 kg;
- Mattonella in vetro temperato;
- Antiscivolo DIN 51 130 R12 R13;
- Base in materiale polimerico riciclato;
- Protezione cablaggio IP68.

Il valore aggiunto della piastrella fotovoltaica risiede nel fatto che è prodotta a partire dall'utilizzo di materiali riciclati. La nuova pavimentazione è prodotta infatti con plastica e vetro riciclati, insieme ad altri materiali di scarto. Si tratta di una scelta proiettata nei nuovi scenari di economia circolare, soprattutto se si pensa che, come spiega la società costruttrice, il telaio in plastica riciclata offre migliori proprietà in termini di resistenza e durata rispetto al cemento. I vetri sono temperati e dotati di superfici antiscivolo per garantire la massima sicurezza anche in casi di neve e ghiaccio.

Si tratta di un esempio di installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili trasversale e applicabile a quasi tutte le tipologie di Z.T.O., in particolare la A, ed esclusa la E (zona agricola).



Figura 31: Vista del pavimento fotovoltaico di Groningen. Fonte: ecquologia.com.

6.4. Pavimento fotovoltaico: esempio di installazione presso Barcellona, Spagna

Diverse superfici delle città di Barcellona sono lastricate con piastrelle fotovoltaiche, per alimentare l'illuminazione pubblica, le colonnine informative e quelle per ricaricare le auto elettriche, oppure per rivestire i percorsi pedonali e carrabili dei giardini privati e contribuire transizione energetica, dal fossile alle energie rinnovabili.

Nel 2021 nella città catalana, nell'ambito del progetto Pavimentos generadores, è stata installata la prima pavimentazione fotovoltaica della Spagna, per contribuire a raggiungere il traguardo delle emissioni zero entro il 2050. L'impianto consiste in 50 metri quadrati di pannelli solari antiscivolo installati in un piccolo parco nella zona di Glòries che genereranno 7.560 kWh all'anno, sufficienti per alimentare tre appartamenti. Per la concreta realizzazione del progetto, il municipio catalano ha stanziato una cifra che si aggira intorno ai 30mila euro.

Come per l'esempio di pavimento fotovoltaico precedente, si tratta di un'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili trasversale e applicabile a quasi tutte le tipologie di Z.T.O., in particolare la A, ed esclusa la E (zona agricola).

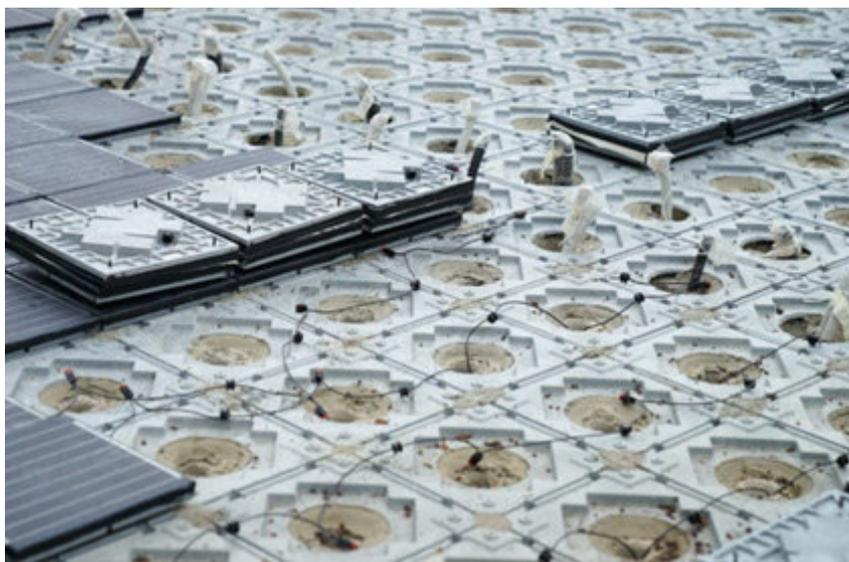


Figura 32: Installazione del pavimento fotovoltaico in Plaza de Las Glorias Catalanes a Barcellona. Fonte: edilportale.com.

6.5. Esempio di progetto di impianto geotermico verticale: sistema domestico a servizio di un complesso residenziale nel Comune di Verbania

Il complesso residenziale La Castagnola si affaccia sul Lago Maggiore ed è costituito da 40 unità abitative, distribuite in tre differenti corpi di fabbrica, di due piani fuori terra ciascuno. Gli obiettivi di efficienza energetica del complesso hanno condizionato le scelte impiantistiche. Il progetto ha previsto un sistema di riscaldamento e raffrescamento radiante e un sistema di accumulo per la raccolta delle acque piovane, da destinare ai servizi e all'irrigazione.

Un efficiente sistema geotermico provvede a fornire energia termica gratuita e indipendente dalle temperature esterne, sia per il riscaldamento che per il raffrescamento: l'acqua di falda viene estratta da un pozzo a 60 metri di profondità e ad una temperatura di circa 12°C per poi essere nuovamente immessa nel terreno grazie a un secondo pozzo. Un'unica centrale termica, attraverso un piccolo sistema di teleriscaldamento, collega i tre edifici che compongono il complesso.

Per assicurare anche una gradevole qualità dell'aria indoor, tutte le abitazioni sono dotate di sistemi di ventilazione meccanica controllata con deumidificazione, scelta necessaria in edifici con involucri e infissi ad alta efficienza. La centrale termica garantisce alle utenze il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria grazie alla pompa di calore geotermica, alla caldaia a condensazione e ai preparatori istantanei.

Il raffrescamento è garantito da un sistema Free Cooling che sfrutta esclusivamente l'acqua di falda senza fare intervenire la pompa di calore, con grandi benefici sui consumi.

Tutto il sistema di impianto è gestito da una regolazione elettronica e collegata on-line per una ottimale gestione da remoto dell'impianto.

Si tratta di una tipologia di impianto alimentato da fonti energetiche rinnovabili adatto ad essere installato in contesti tipici di Z.T.O. B (completamento), C (espansione) e D (insediamenti produttivi).



Figura 33: Dettaglio dell'impianto geotermico a servizio del complesso residenziale. Fonte: hoval.it

6.6. Esempio di progetto di impianto geotermico orizzontale: sistema a servizio di un'azienda vinicola nel Comune di Frascati

L'azienda è dedicata alla produzione di vini biologici ed è composta da un ufficio, un appartamento e una sala conferenze/degustazioni.

L'impianto con sonde geotermiche orizzontali in trincea è posizionato al di sotto del terreno adiacente l'edificio dove attualmente è presente il vigneto. Le viti crescono al di sopra del campo sonde. Dal campo sonde 2 tubazioni corrono fino all'edificio dove si collegano alla centrale termica collocata al piano interrato.

L'impianto geotermico a pompa di calore fornisce acqua calda sanitaria e il riscaldamento/raffrescamento mediante pavimenti radianti. È presente un impianto di deumidificazione per la climatizzazione estiva e una unità di trattamento aria per la sala conferenze e degustazioni. Per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento è stata utilizzata una pompa di calore da 24 kW dotata di bi-compressore.

Il doppio compressore interno consente la modulazione della potenza su 2 step in modo da adattarsi al carico termico richiesto.

Il raffrescamento avviene attraverso il modulo idronico HPAC. Questo modulo permette l'inversione del flusso idraulico e quindi la produzione di acqua fredda per l'impianto di climatizzazione estiva.

Al suo interno vi sono 4 valvole a 3 vie motorizzate controllate dalla pompa di calore e da un sensore di temperatura esterna (eventualmente collegato ad un termostato ambiente), per consentire la produzione di acqua refrigerata.

Il locale tecnico nel seminterrato accoglie la centrale termica nel suo complesso.

Il sistema lavora su un bollitore per acqua calda sanitaria con accumulo di 200 litri. La tipologia dell'accumulo sanitario è del tipo "Tank in Tank". Si tratta infatti di due contenitori uno dentro l'altro.

All'interno del contenitore cilindrico dedicato alla produzione di acqua calda sanitaria, la pompa di calore lavora riscaldando 300 litri di acqua tecnica che circondano il contenitore di accumulo da 200 litri di ACS.

In aggiunta è presente un volano termico da 500 litri per lo stoccaggio di acqua calda/fredda per l'impianto termico nelle 2 modalità Invernale/estiva.

Dal volano termico l'acqua calda o fredda viene inviata verso l'impianto a pavimento radiante presente in tutte le zone dell'edificio (ufficio, appartamento, sala conferenze/degustazioni). Il pavimento radiante fornisce la climatizzazione estiva e invernale con deumidificazione durante il periodo estivo.

Nella sala conferenze/degustazioni è presente anche una piccola Unità di Trattamento Aria (UTA).

Si tratta di una tipologia di impianto alimentato da fonti energetiche rinnovabili adatto ad essere installato in contesti tipici di Z.T.O. E (agricola).



Figura 34: Scavo per la realizzazione dell'impianto. Fonte: geotermiaitalia.it



Figura 35: Locale tecnico nel seminterrato dell'azienda. Fonte: geotermiaitalia.it

6.7. Esempio di pista ciclabile con copertura fotovoltaica

La pista ciclabile fotovoltaica di Friburgo è un'opera di dimensioni contenute. Si tratta di uno stralcio di 300 metri ricoperto da una tettoia su cui sono installati 900 pannelli fotovoltaici. Questo caso è rilevante per le sue finalità. Si tratta infatti di un progetto pilota a servizio di un istituto universitario. Si prevede una produzione annua di 280 MWh che verranno utilizzati per l'alimentazione dei laboratori di ricerca.

Questa installazione fotovoltaica è un ottimo esempio di come sfruttare spazi ridotti per la produzione di energia pulita, rappresentando quindi una nuova frontiera della sostenibilità in cui le esigenze di una mobilità più green si coniugano con la produzione di energia rinnovabile. Non meno importante è la protezione degli utenti della pista ciclabile in caso di maltempo o in condizioni di temperature estremamente elevate.



Figura 36: Ciclabile con copertura fotovoltaica di Friburgo. Fonte: La Repubblica

6.8. Interporto di Padova

Una delle best practice a livello Nazionale e Internazionale per quanto riguarda l'installazione di impianti fotovoltaici in ambito industriale è sicuramente l'**Interporto di Padova** che sulle coperture dei magazzini ha installato, nel 2010, uno dei più grandi impianti fotovoltaici su tetto in Italia. Con una potenza di ben 13 MW su circa 270.000 mq di tetti, consente una produzione annuale di energia pari al consumo medio di 5000 famiglie.

Inoltre Interporto Padova ha realizzato nel 2023 un innovativo impianto fotovoltaico da 700 KW destinato alla alimentazione delle attività terminalistiche (l'area in cui arrivano i treni intermodali); esso alimenta le gru elettriche a portale ed è dotato di un sistema di accumulo di energia in grado di alimentare il terminal anche nelle ore notturne.



Figura 37: Impianto fotovoltaico sulle coperture dei magazzini e su pensilina. Fonte: Interporto Padova.



Figura 38: Impianto fotovoltaico su rotonda. Fonte: Interporto Padova.



Figura 39: Impianto fotovoltaico su pensilina. Fonte: Interporto Padova.

Redatto da

ADAPTEV

AdapteV Srl
Via C. Cattaneo 19, Vicenza (36100), Italy
Tel. 0444 1933824
email: pianificazione@adapteV.eu

