

Linee guida per l'integrazione del fotovoltaico in contesti di pregio storico e paesaggistico.

Indirizzi per la progettazione e l'installazione
di sistemi fotovoltaici integrati nei contesti
tutelati ai sensi del Codice dei beni culturali e
del paesaggio (D.Lgs 42/2004) in Lombardia.

Sandra Zappella e Stefania Barbieri
DG Territorio e Protezione civile – Struttura paesaggio
Regione Lombardia





INTRODUZIONE

- Il Progetto "*BIPV Meets History*"
- Oggetto e struttura delle Linee Guida
- A chi sono rivolte le Linee Guida

IL CONTESTO DI APPLICAZIONE

- Il paesaggio, bene collettivo primario
- Tutela e valorizzazione del paesaggio
- Ambiti di applicazione delle presenti linee guida
- Criteri Minimi Ambientali (CAM) ai sensi del D.M. 11 ottobre 2017

L'INTEGRAZIONE DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI NEL COSTRUITO E NEL PAESAGGIO

- Tutela del patrimonio architettonico e paesaggistico: approccio metodologico
- Bilanciamento tra aspetti di integrazione estetica, tecnologica ed energetica
- Criteri e metodi per l'integrazione estetica
- Criteri e metodi per l'integrazione tecnologica
- Criteri e metodi per l'integrazione energetica

IL PROCESSO DI INTEGRAZIONE DEI SISTEMI BIPV

- Proposta di processo progettuale
- Documentazione progettuale minima

AMBITO DI APPICAZIONE

AMBITI ASSOGGETTATI a specifica tutela paesaggistica

Art. 136 **Aree di notevole
interesse pubblico**

Art. 142 ***Ope legis***



**Art. 10 Beni culturali, artistici,
storici, architettonici**

La valutazione dei progetti di trasformazione deve essere effettuata considerando le motivazioni e i **criteri di gestione (laddove esistenti) dello specifico atto di tutela.**

**AMBITI NON ASSOGGETTATI
a specifica tutela
paesaggistica**

Analisi e valutazione del grado di incidenza paesistica del progetto
“Linee guida per l’esame paesistico dei progetti”
(art. 35 del PPR vigente,
D.g.r. 8 novembre 2002,
n.VII/11045).

**SPESSO IL PROGETTO IMPIANTISTICO RISULTA UNA
COMPONENTE SLEGATA DAL PROGETTO
ARCHITETTONICO, CON UN'ATTENZIONE PREVALENTE
VERSO LA PERFORMANCE ENERGETICA**

**ATTENZIONE ALLA QUALITA' PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI
e VALUTAZIONE DELLA LORO COMPATIBILITA'
CON I VALORI PAESAGGISTICI DEL CONTESTO DI RIFERIMENTO**

NO !

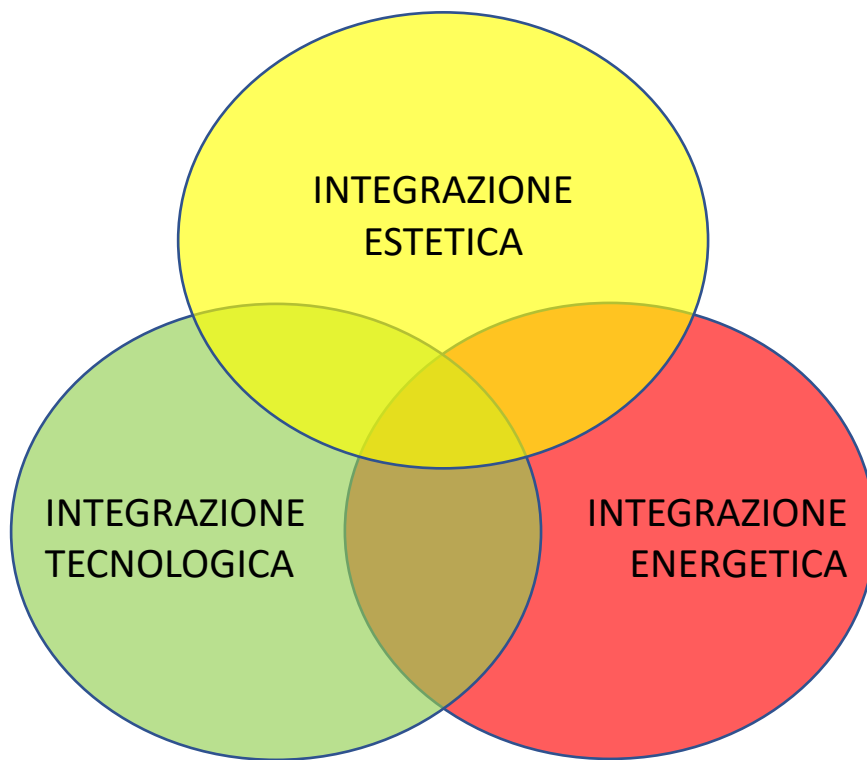
**a soluzioni standardizzate
da applicare indistintamente**

FATTORI NODALI PER UNA CORRETTA INTEGRAZIONE

I fattori per conseguire l'integrazione dei sistemi fotovoltaici su edifici esistenti tutelati ai sensi del Codice o in ambiti di rilevanza paesaggistica sono principalmente due e riguardano:

- 1. ADEGUATO APPROCCIO METODOLOGICO** per garantire l'adeguata tutela del patrimonio costruito;
- 2. BILANCIAMENTO TRA ASPETTI DI INTEGRAZIONE ESTETICA, TECNOLOGICA E ENERGETICA.**

2 – BILANCIAMENTO TRA INTEGRAZIONE ESTETICA, TECNOLOGICA ED ENERGETICA



L'integrazione estetica riguarda tutti i fattori che incidono sull'aspetto esteriore, comprendendo sia le qualità visive del singolo modulo fotovoltaico (colore, trasparenza ecc.) sia quelle spaziali che riguardano la relazione tra i pannelli fotovoltaici e l'edificio su cui verranno installati (forma, dimensioni, distribuzione, complanarità) e che, se non attentamente considerate e controllate, possono andare ad alterare l'immagine dell'edificio stesso. **L'integrazione estetica è, quindi, la capacità dell'impianto fotovoltaico di rispettare la composizione architettonica, il linguaggio stilistico, compositivo e morfologico di un edificio, integrandosi armoniosamente nel costruito.**



. CRITERI DI INTEGRAZIONE CROMATICA:

- scegliere gamme cromatiche compatibili rispetto ai colori dei materiali tradizionali e dell'edificio originario su cui si interviene;
- scegliere gamme cromatiche integrate rispetto all'ambiente urbano o naturale più ampio di riferimento;
- utilizzare i medesimi colori per pannelli e telai;
- prediligere pannelli privi di telai.

COMPATIBILITÀ VISIVA

INTEGRAZIONE ESTETICA

COLORE

RIFLESSIONE

TEXTURE

PATTERN

TRASPARENZA

COMPLANARITA'

GEOMETRIA E DISTRIBUZIONE

Il colore dei diversi moduli ha un elevato impatto visivo sull'edificio e sul contesto costruito e naturalistico di riferimento.

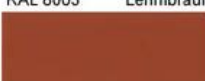
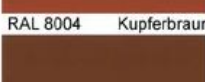
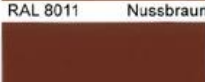
CRITERI DI INTEGRAZIONE CROMATICA:

- scegliere gamme cromatiche compatibili rispetto ai colori dei materiali tradizionali e dell'edificio originario su cui si interviene;
- scegliere gamme cromatiche integrate rispetto all'ambiente urbano o naturale più ampio di riferimento;
- utilizzare i medesimi colori per pannelli e telai;
- prediligere pannelli privi di telai.

In linea generale, per quanto riguarda le coperture tradizionali, tipiche del contesto italiano e lombardo, i colori più diffusi sono quelli nelle gamme dei rossi – terracotta dei manti in tegole e coppi, dei grigio-verdi per i rivestimenti in pietra. La produzione di pannelli fotovoltaici è sempre più in grado di offrire una vasta scelta cromatica, anche con soluzioni customizzate per ottenere prodotti i più simili ai manti di copertura esistenti.

Tuttavia, rimane ancora di difficile soluzione l'installazione di sistemi fotovoltaici su coperture con manti in coppi antichi. Questi ultimi, infatti, presentano formati e spessori peculiari legati all'origine artigianale degli stessi, nonché una colorazione non uniforme e omogenea determinata dall'esposizione alla luce solare, agli agenti atmosferici e all'azione del tempo. I coppi fotovoltaici presentano degli aspetti critici in termini di efficienza energetica e di integrazione estetica.

I COLORI DELLA TRADIZIONE: I ROSSI DELLA TERRACOTTA

	RAL 8000	Grünbraun
	RAL 8001	Ockerbraun
	RAL 8002	Signalbraun
	RAL 8003	Lehmbräun
	RAL 8004	Kupferbraun
	RAL 8007	Rehbraun
	RAL 8008	Olivbraun
	RAL 8011	Nussbraun
	RAL 8012	Rotbraun
	RAL 8014	Sepiabraun
	RAL 8015	Kastanienbraun



PARCO URBANO ISOLA DELLA CERTOSA – VENEZIA

Progetto architettonico: Sofia Tiozzo Pezzoli photo credits: Solmonte, Gruppo STG



	RAL 8000	Grünbraun
	RAL 8001	Ockerbraun
	RAL 8002	Signalbraun
	RAL 8003	Lehmbraun
	RAL 8004	Kupferbraun
	RAL 8007	Rehbraun
	RAL 8008	Olivbraun
	RAL 8011	Nussbraun
	RAL 8012	Rotbraun
	RAL 8014	Sepiabraun
	RAL 8015	Kastanienbraun



GRAND HOTEL VICTORIA, Menaggio (Como)

photo credits: Studio architetto Franco Pe' (Carimate – Co)

IL GRIGIO – VERDE DELLA PIETRA



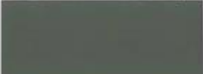
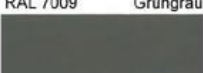
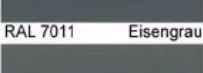
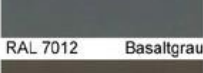
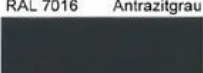
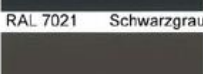
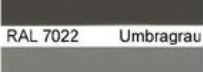
EDIFICIO RESIDENZIALE A VAREN (CH)

photo credits: SUNAGE SA – Balerna (CH)

RAL 7009	Grüngrau
RAL 7010	Zeltgrau
RAL 7011	Eisengrau
RAL 7012	Basaltgrau
RAL 7013	Braungrau
RAL 7015	Schieferrgrau
RAL 7016	Antrazitgrau
RAL 7021	Schwarzgrau
RAL 7022	Umbragrau
RAL 7023	Betongrau
RAL 7043	Verkehrsgrau B



BIPV MEETS HISTORY

	RAL 7009 Grüngrau
	RAL 7010 Zeltgrau
	RAL 7011 Eisengrau
	RAL 7012 Basaltgrau
	RAL 7013 Braungrau
	RAL 7015 Schiefergrau
	RAL 7016 Antrazitgrau
	RAL 7021 Schwarzgrau
	RAL 7022 Umbragrau
	RAL 7023 Betongrau
	RAL 7043 Verkehrsgrau B



CHALET PEDEVILLA – Marebbe (Bolzano)

photo credits: Sudio Pedevilla Architects (Brunico – Bz)

COMPATIBILITÀ VISIVA

COLORE

RIFLESSIONE

TEXTURE

PATTERN

TRASPARENZA

COMPLANARITA'

GEOMETRIA E
DISTRIBUZIONE

EVITARE I FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO CAUSATO DALLA SUPERFICIE RIFLETTENTE DEI PANNELLI!

IN CHE MODO?



CRITERI PER L'INTEGRAZIONE A LIVELLO DI RIFLESSIONE:

fonte www.seelectricalservicesltd.com

- **materiale da costruzione** caratterizzati da ridotta riflessione;
- **rivestimenti antiriflesso**;
- **morfologia dell'edificio**, la sua **visibilità dall'ambiente circostante** (in particolare da punti di osservazione significativi, che, ad esempio, insistono su spazi pubblici o che interferiscono con punti o percorsi panoramici),
- la **posizione relativa del sole**, latitudine della località, della stagione e dell'ora del giorno;
- **simulazione** dei fenomeni attraverso fotomontaggi e analisi sul posto.



COMPATIBILITÀ VISIVA

INTEGRAZIONE ESTETICA

COLORE

RIFLESSIONE

TEXTURE

PATTERN

TRASPARENZA

COMPLANARITA'

GEOMETRIA E DISTRIBUZIONE

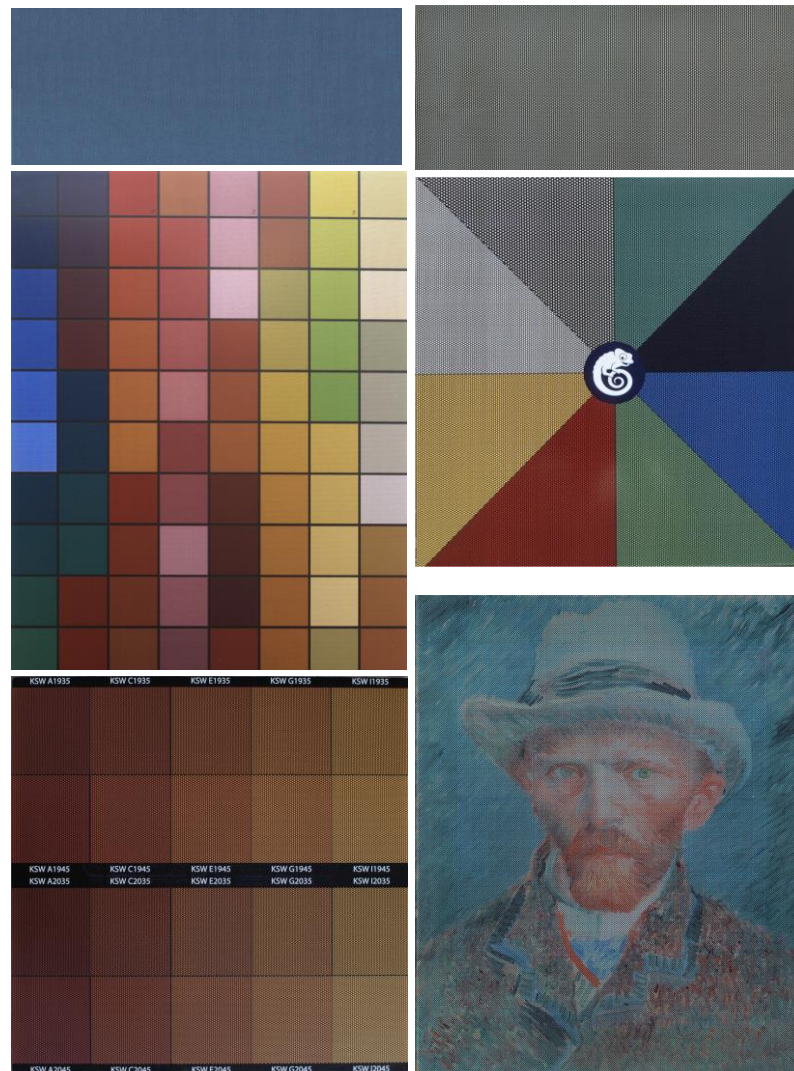
LA TEXTURE E' UNA CARATTERISTICA DELLO STRATO ANTERIORE DEL VETRO DEL PANNELLO PV CHE PUO' ESSERE CUSTOMIZZATA

A COSA SERVE?



CRITERI PER L'INTEGRAZIONE A LIVELLO DI TEXTURE

- materiale caratterizzato da una grana (texture) grossa avrà un aspetto opaco e quindi presenterà una **minore riflessione della luce**;
- texture differenti possono definire una superficie liscia, rugosa ecc., e **rendere il pannello fotovoltaico il più simile e coerente possibile con le qualità tattili e visive dei materiali da costruzione dell'edificio su cui si interviene.**



ColorBlast® by SolarLab SA, EPFL Innovation Park, Losanna, Svizzera, partner ufficiale di Kameleon Solar B.V."

PATTERN: LA DISPOSIZIONE E DIMENSIONE DELLE CELLE FOTOVOLTAICHE E PARTICOLARI TECNICHE DI STAMPAGGIO DEL VETRO DEL PANNELLO PV CONTRIBUISCONO A :



EVIDENZIARE

per sperimentare soluzioni creative e artistiche

APPLICAZIONE:

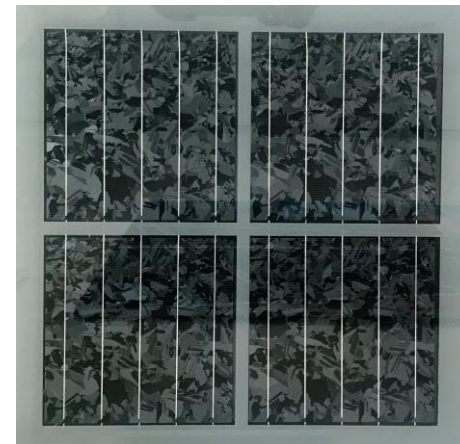
in ambiti urbani o su manufatti di tipo moderno e costituisce un'opportunità per riqualificare edifici e strutture obsoleti, degradati o privi di qualità architettonica

NASCONDERE

per avere delle superfici trasparenti o semi-trasparenti.

APPLICAZIONE:

interventi su serre, lucernari, parapetti, pensiline



COMPATIBILITÀ VISIVA

INTEGRAZIONE ESTETICA

COLORE

RIFLESSIONE

TEXTURE

PATTERN

TRASPARENZA

COMPLANARITA'

GEOMETRIA E
DISTRIBUZIONE

LA TRASPARENZA E' IMPORTANTE PER:

- **MANTENERE UN CONTATTO VISIVO CON L'ESTERNO**
- **BENESSERE DEGLI AMBIENTI INTERNI**
- **CREARE GIOCHI DI LUCE E OMBRA**

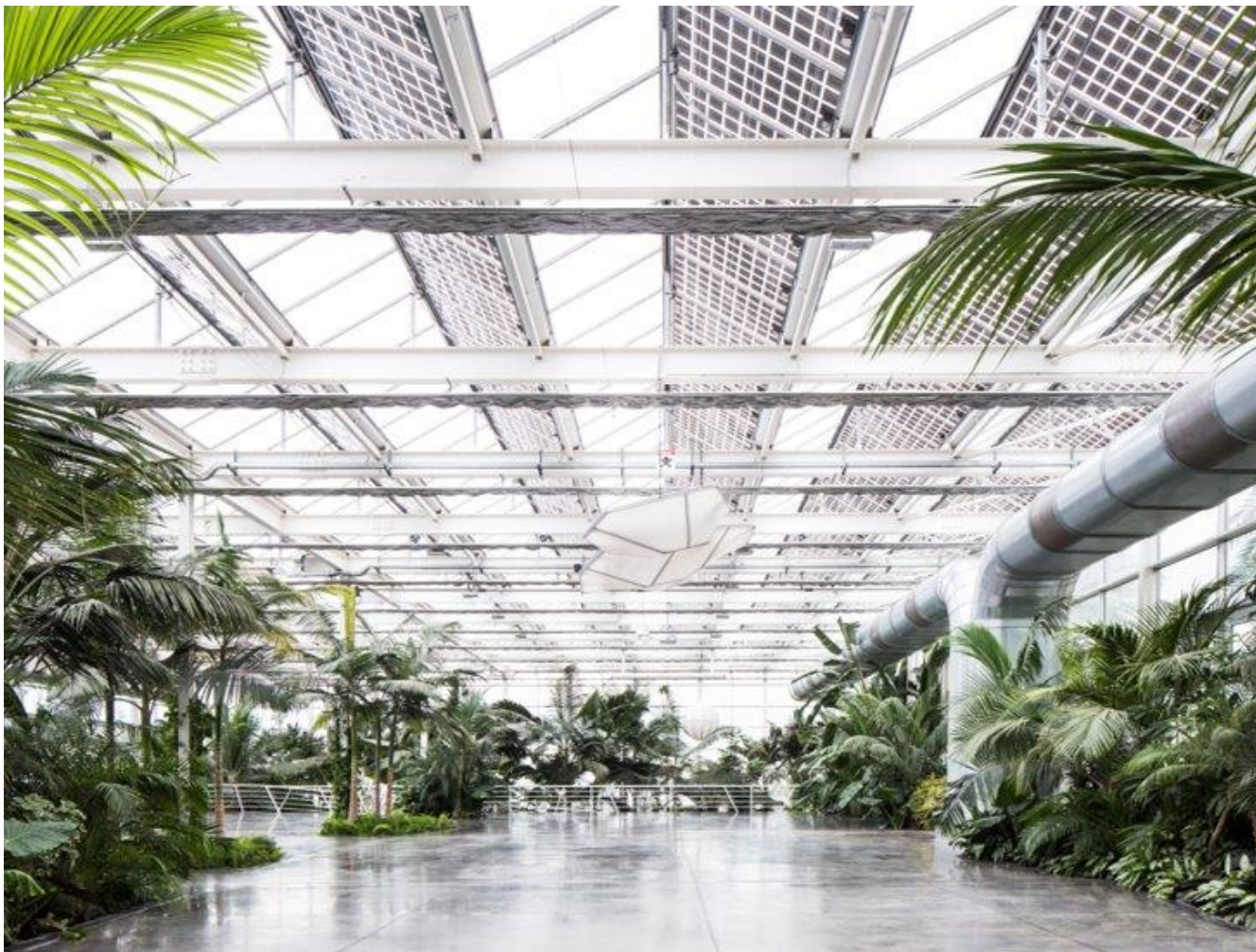


**N.B. ALL' AUMENTARE DEL LIVELLO DI TRASPARENZA CORRISPONDE
UNA DIMINUZIONE DELL'EFFICIENZA ENERGETICA DEL PANNELLO!**

LA TRASPARENZA E' UN FATTORE IMPORTANTE QUANDO SI DEVONO AFFRONTARE APPLICAZIONI SU SERRE STORICHE



SERRA TORRIGGIANI, Firenze photo credits: Elena Lucchi



FONDAZIONE RADICEPURA, Giarre (Catania) photo credits: Elena Lucchi



O ANCHE PER RISOLVERE I NODI DI ATTACCO
SULL'EDILIZIA STORICA E DIFFERENZIARE AREE
CONNOTATE DA DIVERSA FINALITA' DI
UTILIZZO.

PALAZZO LENORI, Roma – photo credits: Elena Lucchi

COMPATIBILITÀ SPAZIALE

INTEGRAZIONE ESTETICA

COLORE

RIFLESSIONE

TEXTURE

PATTERN

TRASPARENZA

COMPLANARITA'

GEOMETRIA E
DISTRIBUZIONE

**LA COMPLANARITA' FA RIFERIMENTO ALLE MODALITA' DI
APPLICAZIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI.**

**E' IMPORTANTE PER EVITARE L'ALTERAZIONE
DELLA PERCEZIONE DEL VOLUME DELL'EDIFICIO**

IN CHE MODO?



CRITERI PER L'INTEGRAZIONE A LIVELLO DI COMPLANARITA'.

- minimizzare la porzione che emerge rispetto alla superficie esistente
- **rispetto dell'inclinazione della falda del tetto**, nel caso di applicazioni in copertura
- **rispetto dell'orientamento e delle linee generali** dell'edificio
- prediligere l'inserimento di **pannelli fotovoltaici privi di telaio**



photo credits: SUNAGE SA, Balerna (CH) www.sunage.ch

COMPATIBILITÀ SPAZIALE

INTEGRAZIONE ESTETICA

COLORE

RIFLESSIONE

TEXTURE

PATTERN

TRASPARENZA

COMPLANARITA'

**GEOMETRIA E
DISTRIBUZIONE**

FORMA, DIMENSIONI E SCHEMA DISTRIBUTIVO DEI PANNELLI SONO FATTORI FONDAMENTALI PER EVITARE ERRORI FATALI:

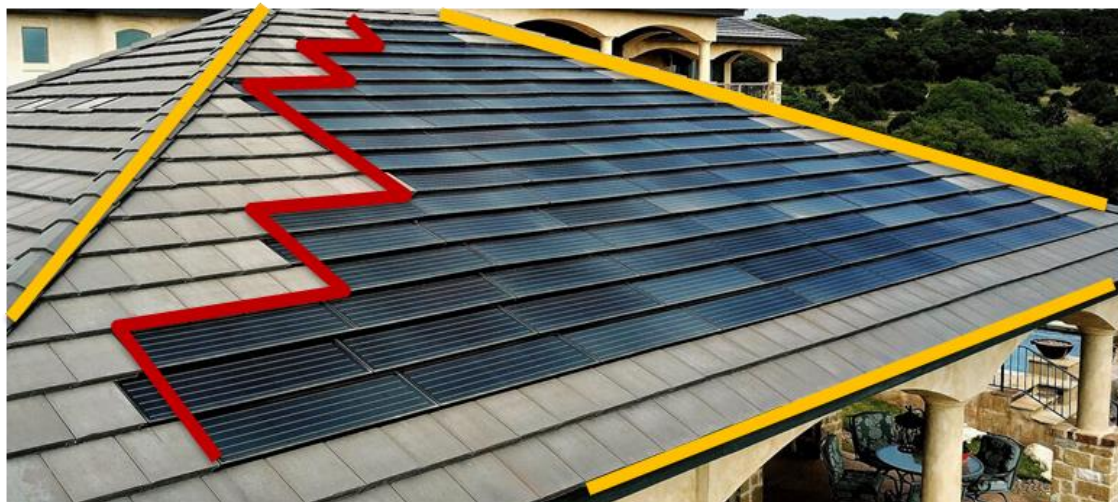
DISTRIBUZIONE A GRUPPI ISOLATI per aggirare la presenza di abbaini, lucernari, comignoli e altri manufatti presenti sulla copertura o in facciata;

DISTRIBUZIONE «A SCALETTA» che non rispetta le linee inclinate delle falde

E, QUINDI, CAUSARE LA FRAMMENTAZIONE VISIVA DELLE FALDE!

CRITERI PER L'INTEGRAZIONE A LIVELLO DI GEOMETRIA E DISTRIBUZIONE.

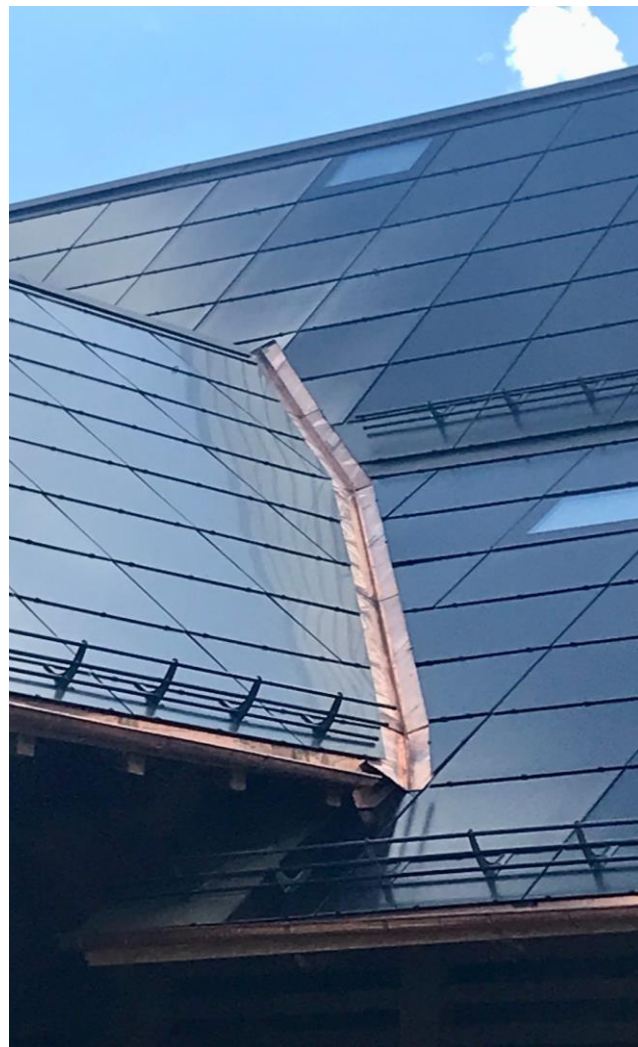
- rispettare la forma, la dimensione e le proporzioni dell'elemento tecnico originario;
- **raggruppare i pannelli** in un disegno continuo e regolare, preferibilmente posizionati **su un'unica e intera falda**;
- rispettare i principali schemi compositivi del sistema architettonico, in particolare delle **linee compositive** di copertura e di facciata;
- porre particolare attenzione ai **punti di giunzione** tra le diverse falde, agli elementi di gronda, di colmo, alle scossaline ecc.



fonte www.bvisolar.com



fonte www.wegalux.gruppostg.com



pannelli fotovoltaici della ditta 3S – Swiss Solar Solutions AG – photo credits: Elena Lucchi

L'**integrazione tecnologica** fa riferimento alla **multifunzionalità** dei pannelli fotovoltaici integrati che, da una parte, devono produrre energia, dall'altra, sono dei **veri e propri componenti costruttivi** e, come tale, devono garantire prestazioni analoghe a quelle dei materiali da costruzione tradizionali.



- protezione dagli agenti atmosferici;
- protezione dal rumore;
- isolamento termico;
- ombreggiamento e controllo della luce naturale;
- rigidezza, resistenza meccanica ed integrità strutturale;
- igiene, salute ed ambiente;
- sicurezza e accessibilità nell'uso;
- installazione;
- durabilità ed affidabilità;
- qualità.

CRITERI PER L'INTEGRAZIONE A LIVELLO DI RIGIDEZZA, RESISTENZA MECCANICA E INTEGRITA' STRUTTURALE:

i sistemi fotovoltaici integrati applicati in copertura devono generalmente garantire:

- resistenza a carichi di neve e vento;
- tolleranza ai carichi imposti durante i lavori di costruzione e manutenzione;
- requisiti aggiuntivi di resistenza al carico e agli urti per le vetrate calpestabili;
- proprietà del vetro laminato nel caso di elementi in vetro-vetro.

I sistemi fotovoltaici applicati verticalmente in facciata devono generalmente garantire:

- maggiore rigidità alla flessione dovuta all'installazione verticale dei pannelli;
- resistenza a carichi vento superiori per installazioni ad altezze elevate;
- maggiore resistenza ai carichi puntuali dati dalle schermature;
- proprietà del vetro laminato nel caso di elementi in vetro-vetro.

A seconda che il pannello fotovoltaico sia usato come elemento di copertura, di rivestimento in facciata o come dispositivo di schermatura solare, variano i requisiti meccanici e di stabilità che il pannello stesso deve soddisfare.

Esistono applicazioni particolari, come le pavimentazioni fotovoltaiche o le coperture in vetro fotovoltaico, che richiedono una maggiore resistenza al carico e rigidità strutturale rispetto a moduli fotovoltaici standard e necessitano pertanto di particolari attenzioni nella progettazione. In particolare, come previsto per tutti i componenti strutturali in vetro per l'edilizia, deve essere garantita l'integrità post-rottura del sistema, ossia, in caso di collasso del componente, non deve essere compromessa la stabilità globale del sistema e sia ridotto al minimo il rischio di danni a persone o a cose (vetri temprati, induriti di sicurezza).

CRITERI PER L'INTEGRAZIONE A LIVELLO DI RIGIDEZZA, RESISTENZA MECCANICA E INTEGRITA' STRUTTURALE:

I sistemi fotovoltaici integrati applicati in copertura devono generalmente garantire:

- resistenza a carichi di neve e vento;
- tolleranza ai carichi imposti durante i lavori di costruzione e manutenzione;
- requisiti aggiuntivi di resistenza al carico e agli urti per le vetrate calpestabili;
- proprietà del vetro laminato nel caso di elementi in vetro-vetro.

I sistemi fotovoltaici applicati verticalmente in facciata devono generalmente garantire:

- maggiore rigidità alla flessione dovuta all'installazione verticale dei pannelli;
- resistenza a carichi vento superiori per installazioni ad altezze elevate;
- maggiore resistenza ai carichi puntuali dati dalle schermature;
- proprietà del vetro laminato nel caso di elementi in vetro-vetro.

INTEGRAZIONE TECNOLOGICA

PROTEZIONE DAGLI AGENTI ATMOSFERICI

PROTEZIONE DAL RUMORE

ISOLAMENTO TERMICO

LUCE E OMBRA

RESISTENZA

IGIENE E SALUTE

SICUREZZA

INSTALLAZIONE

DURABILITA'

QUALITA'





CRITERI PER L'INTEGRAZIONE A LIVELLO DI SICUREZZA.

- tenere in considerazione, nella progettazione di qualsiasi impianto fotovoltaico, anche quelli di tipo domestico o in ambiti non soggetti ai controlli di prevenzione incendi, le **Linee guida per l'installazione degli impianti FV emanate dal Ministero dell'interno – Dipartimento Vigili del Fuoco**, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile. In via generale, infatti, l'installazione di un impianto fotovoltaico può comportare un aggravio del **rischio di incendio**;
- **manutenzione periodica** dell'impianto, verificando la corretta funzionalità e integrità di ogni suo componente.

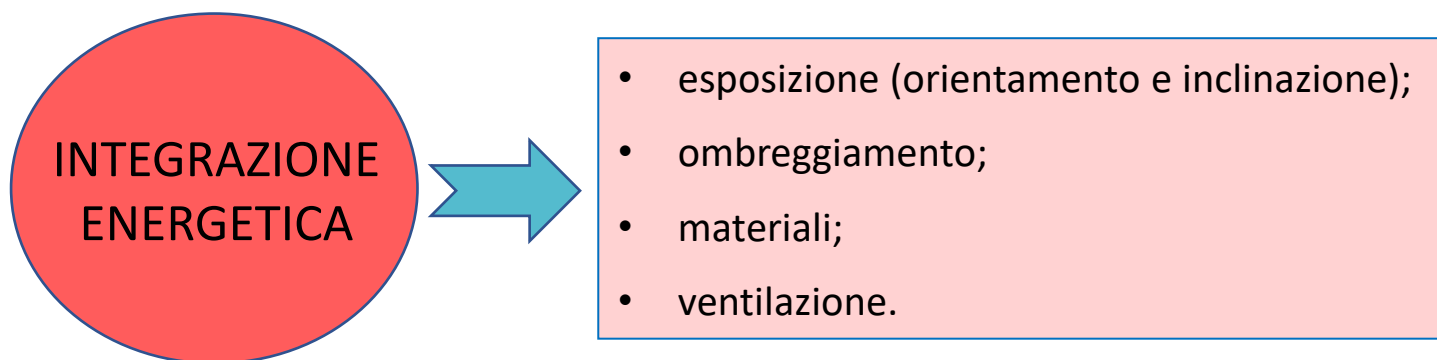


CRITERI PER L'INTEGRAZIONE A LIVELLO DI DURABILITA' E AFFIDABILITA'.

- **l'accessibilità del sistema fotovoltaico** per attività di pulizia, manutenzione e sostituzione di sostituzione di singoli moduli o pannelli;
- **attività periodiche di verifica del funzionamento**, di pulizia e di manutenzione ordinaria del sistema fotovoltaico.

L'integrazione energetica si riferisce alle prestazioni dei pannelli fotovoltaici integrati in termini di produzione di energia. Le presenti Linee guida non vogliono essere un manuale tecnico, pertanto, sono stati messi in evidenza quegli aspetti legati alla produzione energetica che solitamente entrano in conflitto con i criteri di integrazione estetica.

E' IMPORTANTE NON RIDURRE IL PROGETTO DELL'IMPIANTO ALLA SOLA VALUTAZIONE ENERGETICA MA OCCORRE TROVARE IL GIUSTO EQUILIBRIO CON LE ESIGENZE DETTATE DAL MANTENIMENTO DEI CANONI ESTETICI



CONCLUSIONI

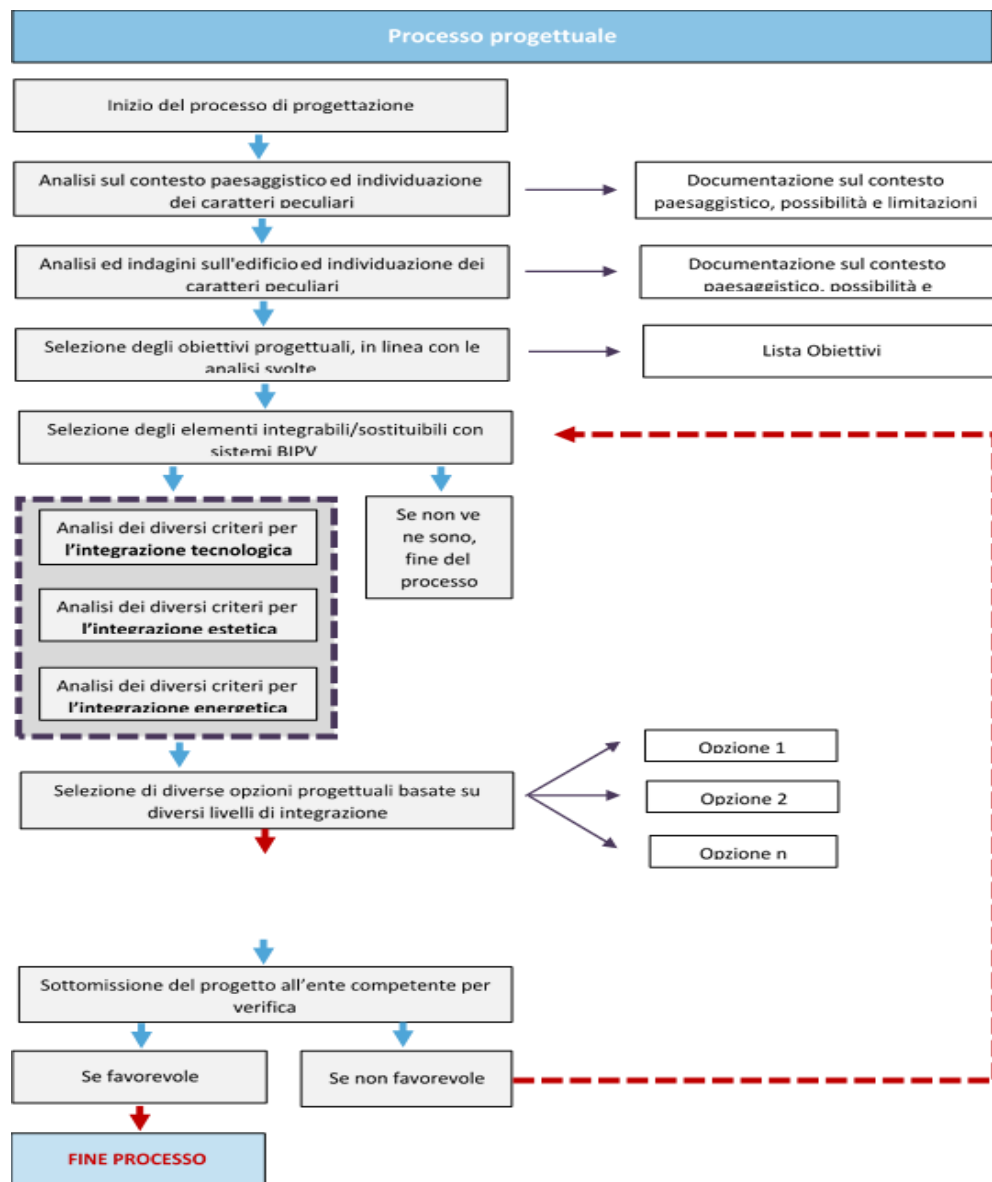
3 STEPS PER L'INTEGRAZIONE DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI SUL PATRIMONIO COSTRUITO:

- 1° INTEGRAZIONE DEL PROGETTO IMPIANTISTICO NEL PROGETTO ARCHITETTONICO
- 2° STUDIO E PROPOSTA DI SOLUZIONI SITO-SPECIFICHE
- 3° DIFFUSIONE DI UNA MAGGIORE CULTURA E CONOSCENZA DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI INTEGRATI



CANTINA VINICOLA ALOIS LAGEDER, Magrè (Bolzano) – photo credits: Elena Lucchi

PROPOSTA DI PROCESSO PROGETTUALE PER L'INTEGRAZIONE DEI SISTEMI FOTOVOLTAICI SUGLI EDIFICI ASSOGGETTATI A TUTELA AI SENSI DEL CODICE.



Grazie per l'attenzione

Visita il sito www.bipvmeetshistory.eu

Iscriviti alla nostra [newsletter](#)

seguici su:



Operazione co-finanziata dall'Unione europea, Fondo Europeo di Sviluppo Regionale, dallo Stato Italiano, dalla Confederazione elvetica e dai Cantoni nell'ambito del Programma di Cooperazione Interreg V-A Italia-Svizzera