



# COMUNE DI NAPOLI



SOGGETTO PROPONENTE:

TIPO:  
PE - PROGETTO ENERGETICO

LIVELLO PROGETTAZIONE:  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TITOLO:  
RELAZIONE SULLE SOLUZIONI BIOCLIMATICHE E TECNOLOGICHE ECOCOMPATIBILI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA

ELABORATO N°:  
PE.01

CODICE DOCUMENTO:  
C - - - W P E F 0 1

FOGLIO:  
1 di 9

SCALA:  
-

SERVIZI DI CONSULENZA, INGEGNERIA E ARCHITETTURA:

societa' cooperativa  
**costructura consulting**  
 via ramiro marcone, 105  
 83013 mercogliano avellino italy  
 tel +39 0825787611  
 fax +39 0825787611  
 email contatti@costructura.it  
 pec certificata@pec.costructura.it  
 url www.costructura.it

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA
0	MAR 22	1ª EMISSIONE

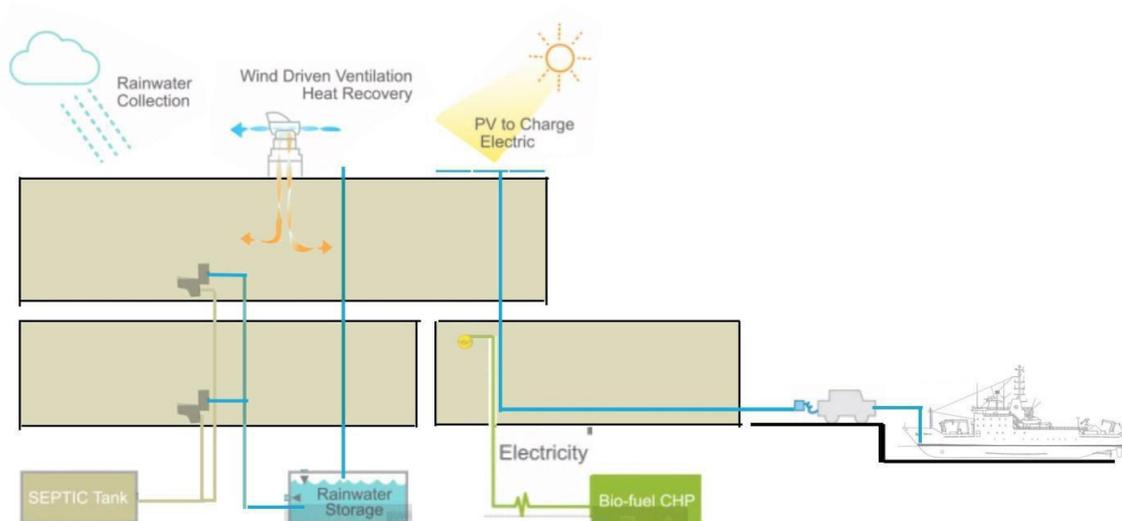
## Polo Litoraneo di innovazione per l'Ambiente marino e la Resilienza Sociale – PoLARS

### SOLUZIONI BIOCLIMATICHE E TECNOLOGICHE ECOCOMPATIBILI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA

Il progetto di rigenerazione dell'edificio del Lido Pola propone la creazione di un "dimostratore tecnologico permanente off grid" per sperimentare e validare soluzioni tecnologiche innovative orientate alla riqualificazione e rifunzionalizzazione delle infrastrutture esistenti e da progettare tra terra e mare, per migliorarne l'efficienza energetica, ridurre l'impatto ambientale, integrare le potenzialità ecologiche e funzionali del territorio locale, razionalizzare le risorse naturali e idriche per raggiungere uno stato di equilibrio e autosufficienza.

L'edificio di PoLARS sarà concepito come laboratorio secondo un concept che innova il tradizionale rapporto tra contenitore e contenuto. Infatti l'edificio stesso, con il suo involucro e le sue pertinenze rappresenterà un laboratorio per la sperimentazione di tecnologie per la produzione energetica mediante l'approccio tipico dell'economia circolare che informerà i diversi cicli metabolici dell'edificio.

Il concetto principe del progetto è configurare un modello di smart urban regeneration dove prevedere tecnologie interconnesse, sostenibili, confortevoli, attrattive, sicure e intelligenti, rivolte all'ambiente, alla sostenibilità e all'economia. Un mosaico ecologico finalizzato al recupero multifunzionale e al restauro ambientale, con la possibilità di destinare le aree alla ricerca e alle attività culturali. La riqualificazione e la progettazione delle strutture per la fruizione adattiva e inclusiva delle linee di costa del Mediterraneo dovranno considerare i valori ambientali e dei consumi energetici, lo smaltimento dei rifiuti e l'uso di materiali riciclati e non inquinanti, un equilibrio che dovrà essere trovato nella sperimentazione di strutture innovative, intelligenti, ipertecnologiche e infine flessibili, per evitare di ricadere nella logica di rigidità del costruito, causa dell'attuale obsolescenza e degrado di interi comparti urbani.



Schema tipo funzionale delle tecnologie *off-grid* di PoLARS.

L'involucro esterno dell'edificio prevedrà soluzioni tradizionali e un nuovo modello di "terza pelle" interattiva realizzata con sistemi di prefabbricazione evoluta e per consentire l'installazione di soluzioni bioispirate, tecnologicamente avanzate ad alta efficienza e alimentate da fonti energetiche rinnovabili. La nuova pelle energetica, realizzata con materiali innovativi ecocompatibili, consentirà nel tempo la sostituzione di "tasselli" e "dispositivi" integrati nell'involucro mediante sistemi di auto-analisi di prestazione ed efficienza, così da garantire la continuità dell'autosufficienza energetica e ridurre i costi di manutenzione.

A fronte del generale processo di degrado ambientale riscontrabile nell'area oggetto dell'intervento di riqualificazione del Lido Pola urge ricorrere, in accordo con le disposizioni d'intervento della legislazione internazionale, a soluzioni che si distacchino sempre più dal ricorso a fonti energetiche non rinnovabili. L'orientamento dell'Unione Europea promuove in termini di ricerca e sviluppo gli investimenti nel settore delle energie rinnovabili, prime fra tutte quella solare e quella eolica, e delle tecnologie a bassa emissione di anidride carbonica, sicure e sostenibili. Si tratta della costruzione e installazione di sistemi dotati di requisiti di elevata reversibilità nonché della necessità di favorire la separabilità e riutilizzabilità volta al recupero o alla riciclabilità di materiali e componenti al termine del ciclo di vita, secondo i criteri del design for disassembly e del design for recycling, per una gestione sostenibile delle risorse. Sarà perseguita l'idea di riciclo assunta non in quanto mera operazione tecnica di reimpiego o riuso di materiali scartati o abbandonati ma come re-invenzione di significati vitali, come riattivazione di cicli di vita nuovi, a partire dalle architetture o dalle infrastrutture o perfino dagli elementi geografici. Nello specifico, l'intervento prevede la rigenerazione energetica dell'edificio e delle sue pertinenze attraverso la configurazione di uno schema strutturale, morfologico e tipologico, atto a prefigurare i requisiti di qualità spaziale, formale e funzionale dei materiali e le verifiche di sostenibilità riguardanti l'orientamento, le schermature e la ventilazione naturale, il risparmio energetico e le energie rinnovabili, la raccolta e il riuso delle acque piovane e la definizione dell'involucro come ammortizzatore bioclimatico. Tali strutture saranno rigenerate e riqualificate attraverso soluzioni intelligenti per il monitoraggio e l'adozione di strumenti atti alla progettazione bioispirata e alla rigenerazione di Smart structures ed Energy Efficient Interactive Infrastructures. Si adotteranno sistemi attivi e passivi per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili (pannelli fotovoltaici e solari termici, sistemi eolici ed eventualmente geotermici, raccolta e recupero acqua piovana, trattamento delle acque reflue con sistemi di depurazione innovativi basati anche sulla fitodepurazione).

A valle della valutazione ambientale del complesso si procederà alla costruzione delle soluzioni off-grid per la successiva fase di sperimentazione del dimostratore pilota per potenziare i parametri bioclimatici atti a migliorare la versatilità, le prestazioni acustiche, la mitigazione dell'impatto ambientale, la ventilazione e l'illuminazione naturale, ivi inclusi i criteri di progettazione ergonomica, antropometrica e prossemica, di accessibilità e inclusione sociale. Saranno identificati i provini dei componenti attraverso modelli analitici già a disposizione e in grado di determinare il comportamento termo-meccanico e vibro-acustico dei materiali e delle strutture analizzate. Il significativo incremento prestazionale dei singoli componenti sarà ottenuto mediante la sinergia tra

la composizione armonica delle diverse soluzioni tecnologiche e materiche bioispirate avanzate e l'impiego di specifiche regole di progettazione ecosostenibile.

La caratterizzazione di edificio energeticamente neutro può essere raggiunta combinando varie fonti di energia rinnovabile e integrando tecnologie consolidate come il solare fotovoltaico ed eventualmente la geotermia a bassa entalpia. Il sito è caratterizzato infatti dalla presenza di sorgenti idrotermali estremamente superficiali, a temperatura tra 20°C e oltre 30°C; sistemi di condizionamento con scambio in tali sorgenti consentirebbero di ottenere facilmente COP ed EER superiori a 10, ossia con consumi minimi di corrente che può essere erogata tramite fotovoltaico.

I principi della città circolare definiscono i cicli vitali del laboratorio POLARS e le attività di matrice socio-culturale in esso ospitate. L'edificio sarà energeticamente autosufficiente, essendo dotato di innovative turbine eoliche, pannelli fotovoltaici integrabili nelle pareti esterne, sistemi di raffrescamento passivo e con l'impiego dell'energia solare – “camino solare”, sistemi di accumulo elettrico basati sulla geotermia e su materiali a cambiamento di fase, sistemi di carica delle batterie per veicoli elettrici terrestri e marini. L'edificio contribuirà a rispondere al bisogno di produzione, trasformazione, immagazzinamento e consumo di energia elettrica con lo scopo di ottimizzare il bilancio di energia richiesto. Un innovativo impianto di desalinizzazione si avvarrà dell'esperienza maturata in innumerevoli applicazioni in tutto il mondo con processi a membrane a spirale avvolta di osmosi inversa. Un sistema di depurazione naturale delle acque reflue domestiche (fitodepurazione) sarà costituito da un bacino impermeabilizzato riempito con materiale ghiaioso e vegetato da piante acquatiche e non.

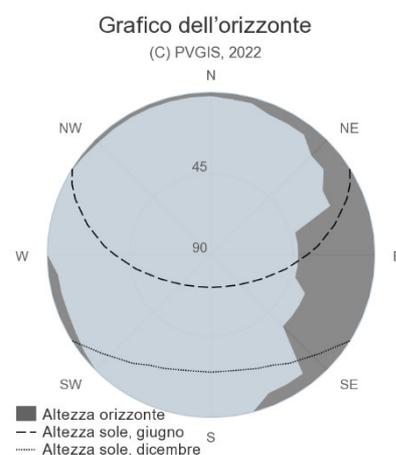
#### Soluzioni bioclimatiche e sistemi passivi per il contenimento dei consumi energetici.

Il progetto di rigenerazione dell'edificio del Lido Pola incentrato sui temi della bioclimatica verrà affrontato attraverso l'approccio integrato delle soluzioni atte a garantire il condizionamento invernale, l'illuminazione naturale ed il condizionamento estivo talvolta caratterizzato per l'eccessivo consumo di energia. L'indispensabile approccio flessibile delle soluzioni da adottare atte a garantire le adeguate condizioni di comfort invernale ed estive, finalizzate ad ottenere il massimo risparmio energetico, riguarderà l'adozione di efficaci soluzioni passive incentrate sul clima Mediterraneo ed in particolare su quello della linea di costa della città di Napoli, e in particolare dell'insenatura di Bagnoli a valle della collina di Posillipo e vista sull'isola di Nisida.

La forma organica dell'edificio ed il complesso perimetro dell'involucro, caratterizzato tra l'altro da prospetti concavi e convessi orientati in maniera diversificata, suggeriscono un repertorio interessante delle possibili soluzioni da formulare e sperimentare per l'innesco delle strategie passive invernali ed estive per il condizionamento e l'illuminazione naturale. Inoltre, la disposizione su due piani dell'edificio, il primo seminterrato ed il secondo completamente fuori terra con copertura a terrazzo sollecitano ulteriori percorsi di sperimentazione e ricerca per la configurazione di soluzioni bioclimatiche. Le caratteristiche formali e tipologiche dell'edificio costituiranno un interessante percorso di ricerca e indagine per la bioedilizia.

L'analisi del contesto, la verifica dell'orientamento e dei parametri come l'illuminazione e la ventilazione naturale, suggeriscono interventi specifici e soluzioni passive da prevedere nella progettazione riguardante la riqualificazione e l'efficientamento energetico per garantire il miglioramento e la versatilità delle prestazioni, finalizzati al risparmio energetico dell'edificio e all'approvvigionamento da fonti rinnovabili.

Nell'area di intervento del polo, ad esempio, da un grafico dell'orizzonte si può evidenziare l'influenza del promontorio prospiciente l'edificio. Il promontorio si trova sul lato est, lasciando completamente libero verso l'orizzonte la porzione del prospetto concavo sulla strada verso sud-est e i prospetti sud ovest e ad ovest dell'edificio. L'edificio presenta aperture di ridotte dimensioni sul fronte est, attualmente murate, e grandi aperture vetrate a sud-ovest e ad ovest.



Orizzonte ex Lido Pola. Influenza della montagna

L'individuazione delle soluzioni passive per il condizionamento invernale riguarderanno principalmente sistemi atti a garantire i massimi guadagni energetici attraverso l'involucro intelligente in grado di assorbire l'energia solare necessaria per l'illuminazione naturale e l'accumulo di energia attraverso soluzioni perimetrali con elevata inerzia termica. La strategia passiva riguarderà l'attuazione delle strategie in grado di garantire una coibentazione termica elevata e la temperatura radiante ottimale delle superfici che definiscono l'involucro per garantire il comfort adeguato. Il piano terra seminterrato ed il piano fuori terra imporranno soluzioni adattive/adattabili e necessariamente flessibili per garantire i diversi comportamenti invernale ed estivo. Infatti, le soluzioni passive estive riguarderanno innanzitutto il raffrescamento passivo ibrido finalizzato a garantire la massima protezione dai guadagni termici indesiderati attraverso schermature e soluzioni dell'involucro che consentano la sola ventilazione e dispersione del calore durante il periodo estivo. L'effetto camino verrà previsto attraverso le diverse tipologie attuabili come ad esempio l'impiego del camino solare per l'estrazione del calore. Sistemi di ventilazione naturale o ventilazione incrociata, deumidificazione, raffrescamento notturno e l'uso del verde, costituiranno

le soluzioni di riferimento per intervenire sulle caratteristiche fisico tecniche dell'edificio e favorire la riduzione dei consumi.

Si evidenziano alcune analisi e interventi che potranno essere realizzati per l'ottimizzazione delle tecnologie da inserire nell'edificio per la riduzione dell'impatto del fabbisogno energetico del fabbricato.

#### Illuminazione naturale.

Tra le facciate esistenti i prospetti sud-ovest e nord-ovest, con maggiori superfici delle aperture, offrono ampio margine di intervento sulla gestione della radiazione solare. Le innovative tecnologie installate in facciata ridurranno, quando necessario, i carichi solari mantenendo un elevato comfort dell'utente. Implementando un controllo automatico della facciata sarà infatti possibile ridurre i consumi fino al 40%.

La soluzione di facciata permetterà di controllare l'abbagliamento degli utenti e nel contempo ridirigere la luce naturale verso lo spazio interno dell'edificio garantendo buoni livelli di illuminazione in tutto lo spazio e la riduzione dei consumi da luce artificiale fino al 60% grazie ad un sistema di controllo integrato della facciata con il sistema di luce artificiale.

#### Ventilazione naturale.

Un'implementazione della ventilazione naturale passante (cross ventilation), sfruttando l'apertura delle finestre esistenti, porta a una riduzione del carico termico dell'edificio e favorisce una buona qualità dell'aria. A tal fine viene realizzata di seguito una stima del potenziale utilizzo della ventilazione naturale in funzione di condizioni climatiche e carichi termici degli ambienti.

I ventilatori a soffitto incrementano il movimento dell'aria negli ambienti e lo scambio termico tra corpo umano ed ambiente, garantendo condizioni di comfort con temperature interne fino a 30°C. Le postazioni di lavoro possono essere dotate anche di ventilatori con controllo personalizzabile da parte degli utenti.

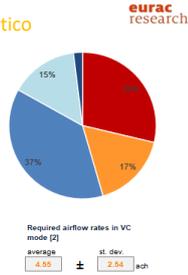
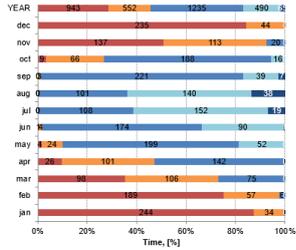
Sarà prevista una rete di sensori per il monitoraggio dell'effettivo consumo e delle condizioni IEQ dell'edificio. Il monitoraggio dell'edificio permetterà di intervenire tempestivamente sui diversi sistemi per ottimizzarne il controllo e garantire così la corretta funzionalità dell'edificio.

Sia per l'analisi nelle ore consuete di utilizzo di uffici che in uno scenario di utilizzo più esteso, le ore residue di discomfort riportate dal tool sono limitate (la quota in blu scuro dei grafici che seguono) – e possono essere ridotte sfruttando la massa termica. L'utilizzo di sistemi di chiusura smart e l'utilizzo di personal comfort systems (ventilatori a soffitto o a scrivania) per aumentare la sensazione di comfort grazie al movimento dell'aria, potrebbero essere analizzate con un tool più dettagliato in una fase successiva. Considerando tra le soluzioni di efficientamento energetico l'utilizzo di schermature solari in grado di ridurre i carichi interni dell'edificio, anche le portate di ventilazione necessarie a garantire condizioni di comfort termico all'interno degli ambienti si riducono (da 4.5 vol/h a 2.7 vol/h in media).

clima Napoli [fonte energyplus]

ore ufficio

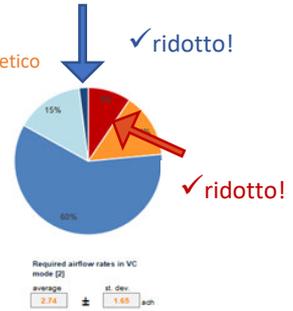
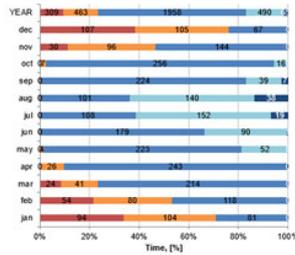
senza carichi, senza efficientamento energetico



clima Napoli [fonte energyplus]

ore ufficio

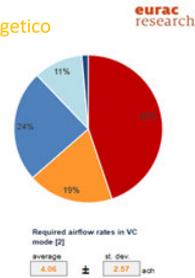
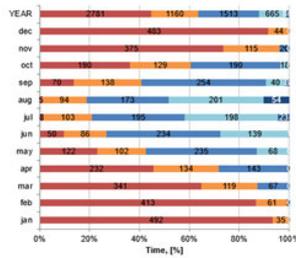
CON carichi, CON efficientamento energetico



clima Napoli [fonte energyplus]

utilizzo esteso

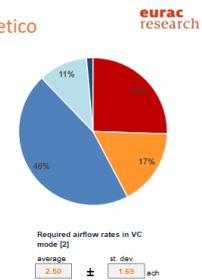
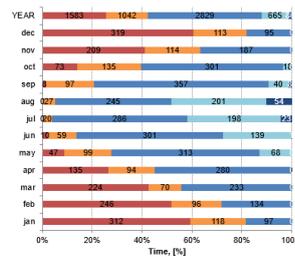
senza carichi, senza efficientamento energetico



clima Napoli [fonte energyplus]

utilizzo esteso

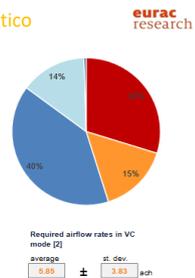
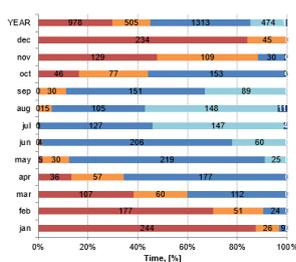
CON carichi, CON efficientamento energetico



clima Napoli Capidichino [fonte energyplus]

ore ufficio

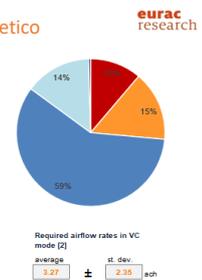
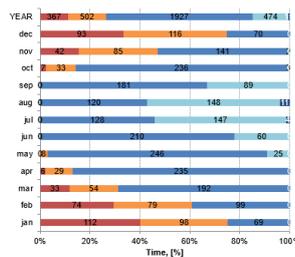
senza carichi, senza efficientamento energetico



clima Napoli Capidichino [fonte energyplus]

ore ufficio

CON carichi, CON efficientamento energetico



- VC mode [0]: ventilative cooling not required
- VC mode [1]: potential comfort hrs by direct ventilative cooling with minimum airflow rates
- VC mode [2]: potential comfort hrs by direct ventilative cooling with increased airflow rates
- VC mode [3]: potential comfort hrs with evaporative cooling
- VC mode [4]: residual discomfort hrs

- VC mode [0]: ventilative cooling not required
- VC mode [1]: potential comfort hrs by direct ventilative cooling with minimum airflow rates
- VC mode [2]: potential comfort hrs by direct ventilative cooling with increased airflow rates
- VC mode [3]: potential comfort hrs with evaporative cooling
- VC mode [4]: residual discomfort hrs

Sinistra: Situazione base – senza carichi interni, senza shading,  $U_{involucroopaco}=1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U_{infissi}=5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sopra: clima Napoli, ore ufficio

In mezzo: clima Napoli, utilizzo esteso

Sotto: clima Napoli Capodichino, ore ufficio

Destra: carichi interni, shading,  $U_{involucroopaco}=0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $U_{infissi}=1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sopra: clima Napoli, ore ufficio

Sopra: clima Napoli, ore ufficio

In mezzo: clima Napoli, utilizzo esteso

Sotto: clima Napoli Capodichino, ore ufficio

### Sistemi integrati per l'approvvigionamento da fonti energetiche rinnovabili

L'integrazione delle tecnologie per l'approvvigionamento da fonti energetiche rinnovabili costituisce un tema di indagine e di sperimentazione in costante evoluzione con l'obiettivo di minimizzare l'impatto visivo nei contesti di particolare pregio paesaggistico. In particolare, le soluzioni integrate di design di sistemi fotovoltaici o solari termici e micro eolici riguardano i contesti urbani, il costruito e le infrastrutture per i servizi che nel caso della rigenerazione delle linee di costa sollecitano risposte integrate e a basso impatto ambientale. È il caso dell'intervento di riqualificazione del dell'ex Lido Pola che nel rispetto del magnifico contesto paesaggistico ed il valore architettonico dell'edificio dovrà prevedere soluzioni ad elevata integrabilità architettonica ed altamente reversibili attraverso l'adozione di soluzioni eventualmente stagionali flessibili ed integrate. L'approvvigionamento da fonti rinnovabili potrà eventualmente riguardare la geotermia a bassa entalpia nel rispetto dei vincoli tutti apposti sul sito.

La progettazione definitiva ed esecutiva considererà, a partire dal repertorio delle soluzioni tecnologiche disponibili, l'insieme dei sistemi e componenti adottabili nel progetto di riqualificazione dell'edificio per consentire il necessario approvvigionamento da fonti rinnovabili.

Le seguenti immagini rappresentano le condizioni tipiche di ombreggiamento determinato dal promontorio prospiciente l'edificio nel giorno 21 dicembre e nel giorno 21 giugno alle ore 9, 11 e 13. Si nota come, in inverno, dopo le 9 di mattina l'edificio non viene più ombreggiato dal promontorio. Negli stessi orari, in estate, l'ombreggiamento risulta praticamente assente.



Ombreggiamento del promontorio nel giorno 21 dicembre



Ombreggiamento del promontorio nel giorno 21 giugno

Una volta valutate le condizioni di irraggiamento sull'edificio (in ogni ora di un anno tipico), è possibile individuare una configurazione di sistema fotovoltaico ottimale, considerando vari fattori specifici del caso studio (tecno-economici, energetici, ambientali), tra cui il profilo orario di consumo elettrico dell'edificio. Dato l'interesse storico-paesaggistico del contesto di intervento, dal punto di vista dell'integrazione architettonica e paesaggistica, sono oggi disponibili numerose soluzioni per inserire la tecnologia fotovoltaica negli edifici. Il mercato offre diverse tipologie di moduli fotovoltaici, sia standard che custom made, di diverse forme e colori, rigidi o flessibili. I moduli possono sostituire componenti di facciate, pavimentazioni esterne, vetrate, sistemi oscuranti, ecc.

#### Involucro flessibile integrabile e dimostratore tecnologico

L'edificio fungerà anche come banco di prova per il test e la validazione di tecnologie innovative per la sostenibilità ed il comfort in edifici di carattere litoraneo. L'edificio - dimostratore tecnologico permanente - permetterà di installare e testare prototipi a scala reale di elementi di facciata, sistemi fotovoltaici e BiPV. In tal senso, l'edificio fungerà da "Living Lab" in cui gli effetti delle tecnologie innovative saranno analizzati in dettaglio dal punto di vista energetico e del comfort sugli utenti. Un sofisticato e flessibile sistema di monitoraggio verrà progettato e installato per permettere l'analisi dei sistemi innovativi in termini di energia, comfort, consumo, funzionalità. Per permettere l'integrazione e la valutazione di sistemi dinamici (come schermature solare dinamiche, attuatori apertura finestre, ecc.) un apposito Building Management System con capacità di controllo e interoperabilità dei sistemi verrà installato.