

Grimaldi Garden

Accordo di Programma ex art. 58 l.r. 36/97

Proprietà S.A.S. il Principe Albert II
SAR la Principessa Caroline di Hannover
S.A.S. la Principessa Stéphanie

All. 8. Analisi Energetica

Maggio 2021

ARCHITETTURA Eldert Overzee.
URBANISTICA Stefano Bazzocchi
GEOLOGIA Marco Abbo
AMBIENTE NCA Consulting
ARCHEOLOGIA Frida Occelli
ENGINEERING. Tekn&co
IDRAULICA Riccardo Merengoni
ACUSTICA Cavalletti S.r.l.
ENERGETICA Denis Tezza, Jessica Bertucci e Cavalletti S.r.l.
CONSULENZA LEGALE Cristina Loiaconi

Ing. Denis TEZZA
Via Da Bissone 7/11
16153 – Genova (GE)
Cell. 3275764373
denis.tezza@gmail.com
P.IVA: 01726520990
Ord. Ing. Genova 9137A

Ing. Jessica BERTUCCI
Via G.G. Longo 24
16155 – Genova
Cell: 333.9161243
jessicabertucci@libero.it
P.IVA: 01956750994
Ord. Ing. Genova n. 9636A

CAVALLETTI S.R.L.

Sede legale e amministrativa: Via Adamoli 401 16165 Genova P.I.02076870993
Sede scritture contabili: Via Maragliano 10/3 16121 Genova
Telefono 0108362204 Fax 0108361094

ANALISI ENERGETICA PRELIMINARE

Intervento Edilizio “Grimaldi Garden”

Rev 11/05/2021

Premessa

La presente analisi energetica preliminare ha il compito di definire le caratteristiche energetiche di massima dell'intervento edilizio "Grimaldi Garden" ed il relativo fabbisogno, fornendo le integrazioni alla Relazione di Progetto riguardanti le caratteristiche termico/energetiche dei volumi edilizi previsti a progetto.

L'analisi di fattibilità è volta alla determinazione dei fabbisogni suddivisi tra i diversi usi e alla formulazione di ipotesi ecosostenibili per una quanto più possibile autosufficienza energetica degli edifici previsti.

Si valuterà quindi la possibilità di avere una auto produzione ecosostenibile di energia considerando le fonti rinnovabili disponibili:

- energia elettrica: solare fotovoltaico e relativi sistemi di accumulo
- energia termica:
    - solare termico
    - geotermico e suo abbinamento alle pompe di calore

Per quanto riguarda la progettazione energetica degli edifici, l'obiettivo è quello di un edificio sostenibile, ossia "*in grado di soddisfare le necessità attuali senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare le proprie*" – G. H. Brundtland e in tale contesto verranno illustrate le strategie adottate e le prestazioni che verranno garantite per gli elementi di involucro ed impiantistici nel progetto.

Il presente elaborato è integrativo della relazione di progetto, con particolare attenzione sulle tematiche energetiche della progettazione. Quanto riportato in seguito ha carattere preliminare e si riferisce alle soluzioni progettuali ed al relativo livello di dettaglio disponibile. Pertanto, le strategie energetiche delineate saranno opportunamente approfondite e dettagliate nelle fasi successive di progettazione.

Il progetto prevede la realizzazione di due nuovi edifici; il primo con funzione residenziale con annessa autorimessa, il secondo adibito a scuola internazionale di giardinaggio. Il progetto

architettonico dell'intervento è basato sul concetto di architettura organica, ossia su una metodologia di progettazione volta a promuove l'armonia tra il costruito e l'ambiente naturale in modo da ottenere un minimo impatto sul paesaggio. Anche per questa motivazione, oltre alle prescrizioni minime di legge, l'aspetto energetico del costruito deve garantire una invasività minima sull'ambiente, rispecchiando il concetto di minimo impatto architettonico che è stato adottato per gli edifici. Tale caratteristica è raggiungibile con la realizzazione di edifici classificabili NZEB (Nearly Zero Energy Building).

Con NZEB si descrivono edifici con fabbisogno energetico molto basso, quasi nullo tramite elementi di involucro ed impianti ad alta prestazione. Avendo quindi raggiunto fabbisogni energetici molto bassi, è possibile garantire gli stessi con fonti rinnovabili installate presso il sito, riducendo l'impatto nocivo sull'ambiente derivante ad esempio dal consumo di combustibili fossili e creando edifici il più possibile energeticamente autosufficienti.

Da un punto di vista legislativo, in Italia, un "edificio a energia quasi zero" deve rispettare rispettati i requisiti prestazionali previsti dal DM 26/06/15 e gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dal Decreto Legislativo 28/2011 sulle rinnovabili come richiamato nella normativa di riferimento in seguito.

Normativa di riferimento

NORMATIVA NAZIONALE

- L90/13 in recepimento della direttiva Europea EPBD 2010/31/UE
- D.M. 26/06/15 - Requisiti Minimi
- D. Lgs. 03/03/11, n. 28 – Fonti rinnovabili e certificazione energetica
- D.M. 11/01/17 – Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici
- D.Lgs. 102/2014 – contabilizzazione e termoregolazione
- UNI EN 15232_1:2017 Prestazione energetica degli edifici - Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici
- UNI EN 12464 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni – Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- UNI/TS 11300 – Prestazioni energetiche degli edifici
- UNI 10351 - Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
- UNI 10355 - Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo

NORMATIVA REGIONALE

- L.R. 29/05/07 n.22 così come modificata dalla L.R. 32/2016 e ss.mm.ii.
- Regolamento Regionale n.1/18 e ss.mm.ii

Intervento Edilizio "Grimaldi Garden"

L'area di progetto è posta ad ovest rispetto al centro abitato di Ventimiglia, nelle zone Mortola, ex Cava Grimaldi e Vallone della Sorba, prossima alla S.S. 1 Via Aurelia e all'Autostrada A10 Genova-Ventimiglia. Il comune di Ventimiglia ricade in zona climatica C (1.119 GG).

L'intervento edilizio prevede la realizzazione di due nuovi edifici; il primo con funzione residenziale e autorimesse, il secondo quale scuola internazionale di giardinaggio. Il progetto architettonico delle due costruzioni è stato sviluppato rispettando i principi dell'architettura organica per far si che i nuovi edifici possano inserirsi in maniera armonica all'interno del paesaggio, ricucendo il taglio causato dagli sbancamenti prodotti dall'attività della cava ma garantendo, nello stesso tempo, un consolidamento del versante roccioso.
Nonostante le forme organiche delle costruzioni, le strutture delle stesse saranno composte da elementi modulari garantendo la razionalizzazione dei processi produttivi ed il controllo di qualità e degli standard edilizi con l'obiettivo di un processo cantieristico ad emissioni zero. I sistemi prefabbricati garantiscono elevate prestazioni strutturali e permettono una migliore definizione organizzazione della cantierizzazione e delle relative tempistiche. Anche l'impatto ambientale del cantiere stesso viene ridotto, minimizzando anche gli scarti delle diverse lavorazioni. Anche in merito all'isolamento termico le prestazioni raggiungibili sono ottime, in quanto i moduli prefabbricati vengono accoppiati con strati di appositi materiali isolanti, a cui si aggiunge un'elevata inerzia termica che garantisce il comfort interno in ogni stagione. In sede di tale progettazione, gli elementi dovranno essere anche progettati per garantire idonea resistenza al fuoco. Inoltre, sempre più produttori prestano particolare attenzione al tema della sostenibilità, applicando cicli produttivi attenti al proprio impatto sull'ambiente e al consumo di risorse.

I due edifici saranno realizzati con involucri edilizi composti da elementi prefabbricati e presenteranno un andamento a gradoni con dimensioni in pianta che si riducono salendo a piani superiori. Le coperture dei diversi gradoni avranno la funzione di giardini pensili con lo scopo di filtrare l'impatto visivo delle costruzioni e generare un idoneo microclima con il fine di rendere gradevole la permanenza all'interno delle abitazioni e della scuola. Le coperture saranno realizzate con la tecnica dei "tetti verdi" che consentono mitigazione del microclima, risparmio energetico, riduzione dell'inquinamento atmosferico e sonoro, riduzione della

velocità di deflusso delle acque, crescita della biodiversità, miglior rendimento dei pannelli fotovoltaici in copertura. Sulle coperture e sulle balaustre verranno posti i pannelli fotovoltaici che saranno in grado di garantire la quasi totalità della richiesta elettrica dei due edifici. Le fasi successive di progettazione dei due edifici (residenziale e scuola) verranno basate sui valori minimi (es. ex D.M. 26 giugno 2015, all. 1 e appendice A) ed i principi riportati in seguito.

Da un punto di vista energetico, gli elementi facenti parte dell'involucro perimetrale dell'edificio prospicenti sul giardino frontistante saranno prevalentemente vetrati. La disposizione dei pilastri separati dalla parete perimetrale permette di minimizzare gli eventuali ponti termici associati a tale elemento costruttivo (si confronti il render sottostante)



In base alla disposizione degli ambienti sotto richiamata, il resto della muratura verticale che separa le varie unità abitative dagli altri ambienti (es. corridoi, box, cantine, spazi comuni, perimetro esterno) è prevista con un elemento opaco



Figura 2: vista in pianta dell'edificio

Tale approccio nella progettazione è stato adottato analogamente anche nel design della Scuola Internazionale di Botanica.



Figura 3: vista di insieme della Scuola Internazionale di Botanica

Inserimento dei progetti nel contesto ambientale

Secondo Olgyay (1963) la progettazione sostenibile si esplica nel lavorare con le forze della natura e sfruttando la loro potenzialità per creare migliori condizioni di vita. È difficile ottenere un equilibrio perfetto, ma è comunque possibile aspirare a costruzioni con alti di livelli di prestazione e comfort massimizzando le risorse energetiche disponibili in sito e riducendo l'azione degli impianti meccanici ed il loro conseguente consumo energetico.

Fermo restando i minimi prestazionali da garantire ai singoli componenti dell'involucro, l'edificio deve essere progettato tenendo in considerazione le caratteristiche del sito al variare delle diverse stagioni dell'anno, per essere considerato rispondente ai principi degli edifici nZEB. Sulla base di tale approccio, il posizionamento dell'edificio residenziale e della scuola è stato effettuato tenendo conto delle caratteristiche climatiche e morfologiche del sito per massimizzare lo sfruttamento delle risorse rinnovabili disponibili, agendo sugli aspetti che possono generare criticità dal punto di vista della gestione dell'edificio (es. eccessivo apporto solare in periodo estivo). In particolare:

- *Edificio residenziale:* il sito della ex-Cava presenta una esposizione ottimale Sud/ Sud-Ovest, priva di significativi ombreggiamenti fatta eccezione per il fronte di cava (soprattutto lato Nord e in misura minore lato Est). I benefici che ne derivano consistono nella massimizzazione dell'apporto gratuito solare in termini sia energetici sia di illuminazione

naturale degli ambienti, unitamente ad un possibile sfruttamento della risorsa solare termica per la produzione di acqua calda sanitaria. Le criticità associate a tale esposizione si concentrano nella fase estiva in quanto gli apporti solare che erano di beneficio nel periodo invernale rappresentano un carico termico aggiuntivo per l'edificio da smaltire. Alla luce di tali considerazioni, le colorazioni degli elementi strutturali, già previsti anche nel rendering avranno tonalità chiare, sia per richiamare la colorazione della roccia e favorire l'inserimento dell'edificio nell'ambiente sia per massimizzare la riflessione dell'irraggiamento solare. L'adozione di una facciata sostanzialmente vetrata permette di sfruttare al massimo la risorsa solare garantendo l'illuminazione naturale degli ambienti, anche grazie al volume vuoto di collegamento tra i due piani



Figura 4: distribuzione interna degli spazi dell'edificio residenziale

Nel periodo estivo invece l'irraggiamento solare deve essere il più possibile limitato per non incrementare in maniera significativa il carico termico estivo da smaltire.

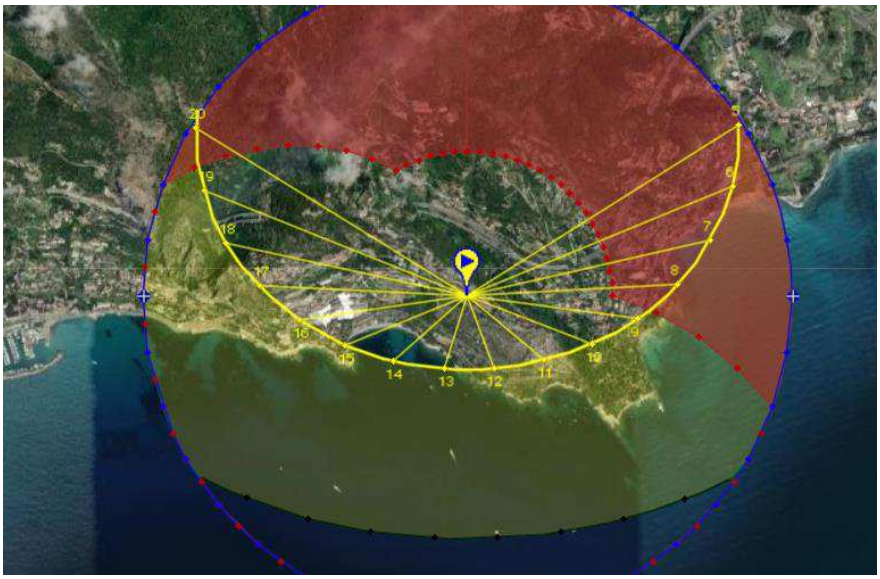


Figura 5: simulazione dell'irraggiamento solare in una giornata tipo estiva

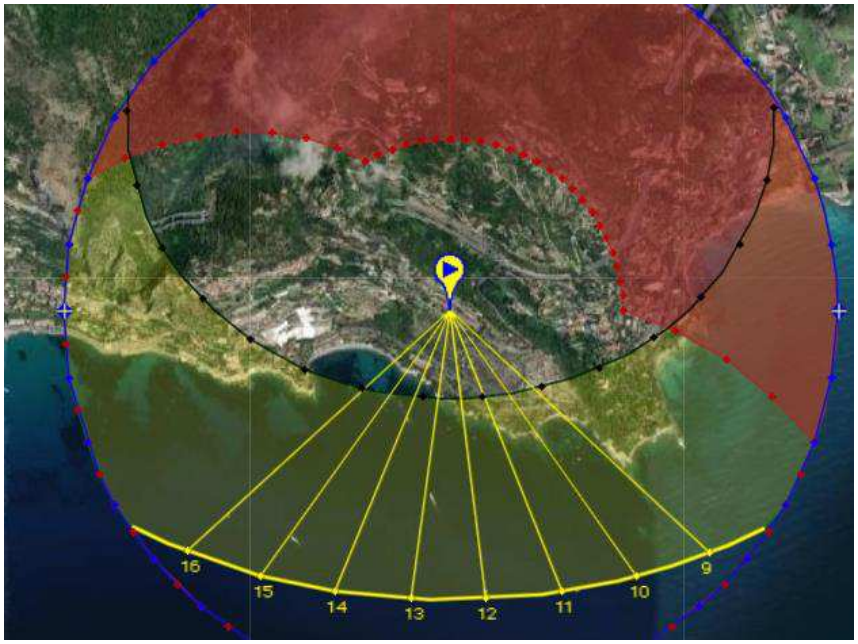


Figura 6: simulazione dell'irraggiamento solare in una giornata tipo invernale

Le figure sopra riportate simulano in seguito l'inclinazione dei raggi del sole in una giornata estiva e in una invernale e mostrano come il sito sia soggetto a un irraggiamento prolungato nel corso della giornata. Le figure sottostanti sono state ricavate simulando gli ombreggiamenti legati alla conformazione orografica del sito (e principalmente dovuti al fronte di cava).

È immediato notare che d'estate per il sito in esame i raggi sono molto più verticali rispetto

a quelli invernali e, pertanto, vengono previste le seguenti soluzioni di schermatura per ridurre gli apporti solari estivi:

- *Schermature passive artificiali*: disposte all'esterno dell'edificio e orientate in maniera da interferire solo con i raggi solari estivi, creando un ombreggiamento sull'involucro trasparente sottostante. La figura riportata in seguito meglio individua tali elementi:

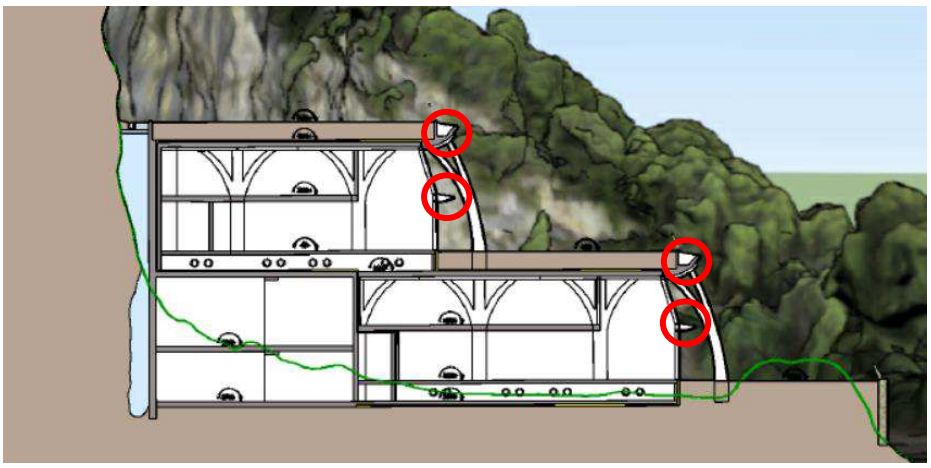


Figura 7: sezione dell'edificio residenziale, particolare intercapedine e schermature passive

Nell'ottica di ottimizzazione degli spazi disponibili e di massimo sfruttamento delle risorse rinnovabili presenti, è previsto l'inserimento di pannelli solari sull'estradosso degli elementi di ombreggiamento.

In aggiunta a tale strategia, viene previsto l'installazione di vetri dotati di pellicole a controllo solare. Tale tecnologia, pienamente affermata nel mercato dell'efficienza energetica, è da tempo impiegata anche per la riduzione dei fabbisogni di energia termica durante il periodo estivo. La tabella sotto riassume i principali benefici associati:

Infissi con pellicole a controllo solare – vantaggi	
Funzionali	- Protezione antigraffio - Resistenza all'abrasione - Bassa richiesta di manutenzione

Sicurezza	- Ottempera ai requisiti in materia di microclima e sicurezza (ex. D.Lgs.81/08)
Servizio reso	- Riduzione della temperatura interna - Diminuzione dell'abbagliamento solare fornendo una luce diffusa - Migliore estetica dell'edificio
Aspetti energetici ambientali	- Diminuzione degli apporti solari con conseguente riduzione dei consumi di energia elettrica derivanti dagli impianti di climatizzazione e conseguente riduzione delle emissioni - Aumento del comfort ambientale

Le pellicole a controllo solare per vetri sono in grado di respingere fino al 94% dell'irraggiamento solare come mostrato nella figura seguente dove è presente l'andamento delle temperature interne di una stanza, durante il periodo estivo, confrontati con la temperatura esterna, nei vari casi di assenza pellicola, pellicola installata all'interno o all'esterno.

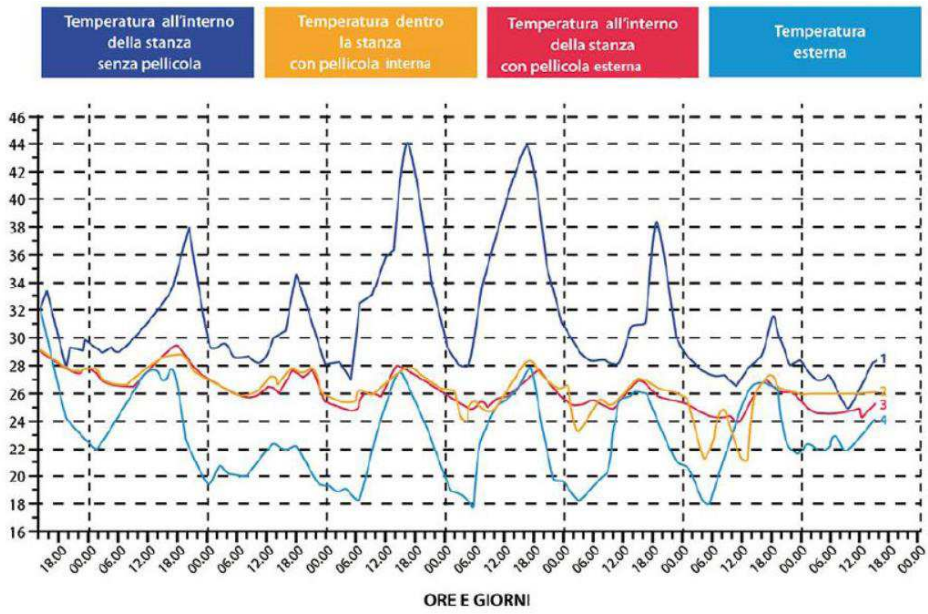


Figura 8: variazione della temperatura con o senza controllo solare applicata

Inoltre, tale pellicola consente una riduzione dei raggi UV del 99%, proteggendo così le persone che lavorano o transitano in prossimità di finestre o vetrate e vengono anche preservati arredi, tessuti e oggetti vari dal deterioramento dovuto ai raggi UV. Infine, tali sistemi aumentano il grado di sicurezza degli ambienti, in quanto grazie ai collanti che rivestono la pellicola, in caso di rottura di un vetro sono in grado di trattenere parzialmente le schegge evitando così eventuali danni a cose e/o persone.

- *Schermature passive naturali:* come è possibile notare nei rendering sottostanti, la presenza di piante sulle diverse coperture a gradoni fornisce tra gli altri vantaggi un ombreggiamento naturale aggiunto che permette di abbattere ulteriormente gli apporti solari estivi. Come specificato nella Relazione di Progetto, la flora prevista è tipica di quella mediterranea presente anche nelle aree immediatamente circostanti al sito della ex Cava. Si osserva che massimizzando gli elementi caducifogli, specie in prossimità delle chiusure verticali trasparenti si riesce a garantire un massimo sfruttamento dell'irraggiamento solare diretto durante l'inverno (quando gli alberi sono privi di foglie) ed una massima ombreggiatura estiva (grazie al fogliame delle diverse piante). Si osserva inoltre che in direzione levante il profilo declinante della cava costituisce una schermartura naturale ai raggi solari, soprattutto nelle prime ore del mattino, durante il periodo estivo.

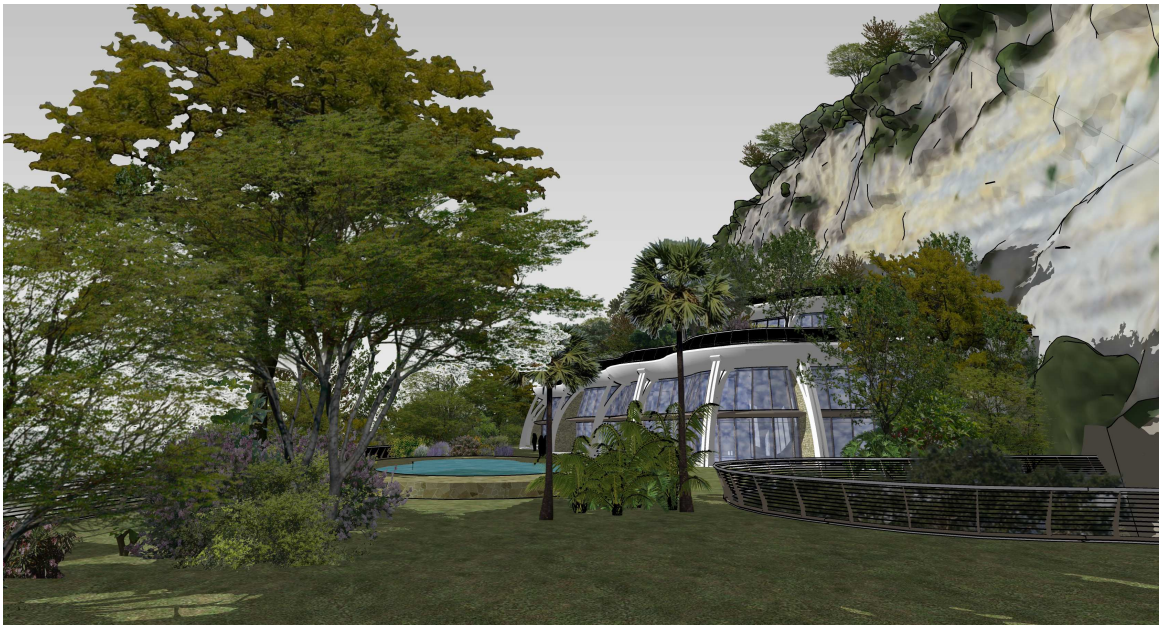




Figura 9: inserimenti dell'edificio residenziale con le piante

Con riferimento a Figura 7, è possibile inoltre notare la presenza di una intercapedine che si sviluppa in maniera sostanzialmente continua lungo tutto l'edificio e che costituisce un volume utile ad ospitare eventuali vani tecnici impiantistici e per garantire la ventilazione degli elementi opachi dell'involucro che si affacciano sulla stessa.

Infine le coperture arretrate dei diversi gradoni sono previste "verdi". La copertura verde, rispetto a una copertura tradizionale, migliora le prestazioni termiche della copertura sia nella stagione invernale, sia in quella estiva, con un risparmio energetico favorito dallo strato isolante e da quello drenante. Un altro beneficio consiste nella riduzione dell'inquinamento acustico in quanto la vegetazione assorbe le onde sonore e ne riduce la propagazione. Lo strato di coltura permette la protezione dell'impermeabilizzazione dai raggi ultravioletti e riduce gli sbalzi termici, smorzati dallo strato vegetale. La presenza di una copertura verde porta anche un beneficio positivo sui tempi di corrivazione delle piogge, ritardando di fatto l'affluenza dell'acqua di pioggia nei corpi idrici recettori, riducendo il rischio di allagamento e l'effetto negativo dovuto all'impermeabilizzazione del suolo. La vegetazione presente sulla copertura trattiene polveri fini e sostanze nocive, riducendo la concentrazione di inquinanti nell'aria. Il tetto verde è anche una soluzione per ridurre l'effetto isola di calore, in quanto svolge un'azione di mitigazione microclimatica restituendo all'aria, sotto forma di vapore, l'acqua trattenuta.

- *Scuola Internazionale di Botanica:* il Vallone della Sorba è compreso tra due versanti, a Sud quello percorso da Via delle Ginestre e a Nord il rilievo orografico sul quale transita anche

l'autostrada. Anche la direzione verso Ovest, in cima al vallone, risulta interessata da una formazione orografica. Solo per quanto riguarda la direzione Est/Sud-Est non sono presenti significativi ostacoli naturali. Il seguente estratto tridimensionale (Google Maps) contestualizza quanto descritto



Figura 10: contesto orografico nel quale si inserisce la Scuola Internazionale di Botanica

In tale contesto, il posizionamento della Scuola è previsto adiacente al versante lato Sud, tenendo anche in considerazione l'ulteriore vincolo rappresentato dal passaggio del torrente. Come riportano le immagini successive, le caratteristiche orografiche del vallone offrono una parziale schermatura dei raggi solari nel periodo invernale nell'intervallo pomeridiano mentre nel periodo estivo, la schermatura riguarda prevalentemente le ultime ore di luce (dalle 17 in avanti circa).

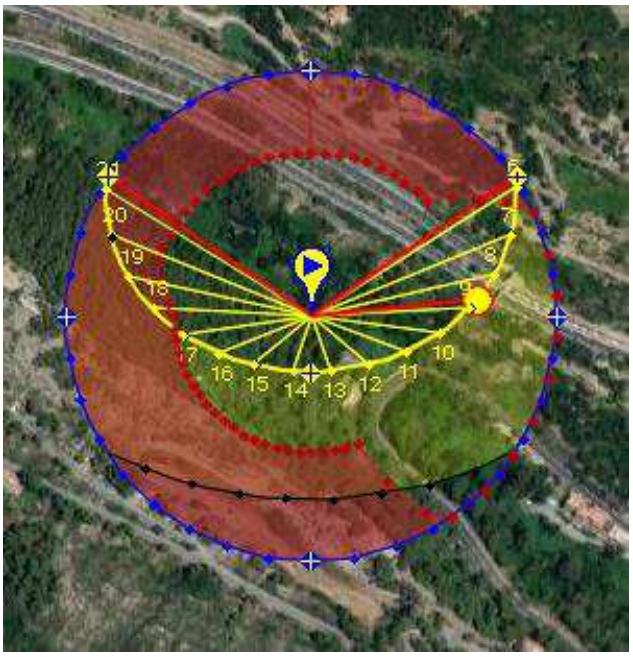


Figura 11: simulazione dell'irraggiamento solare in una giornata tipo estiva

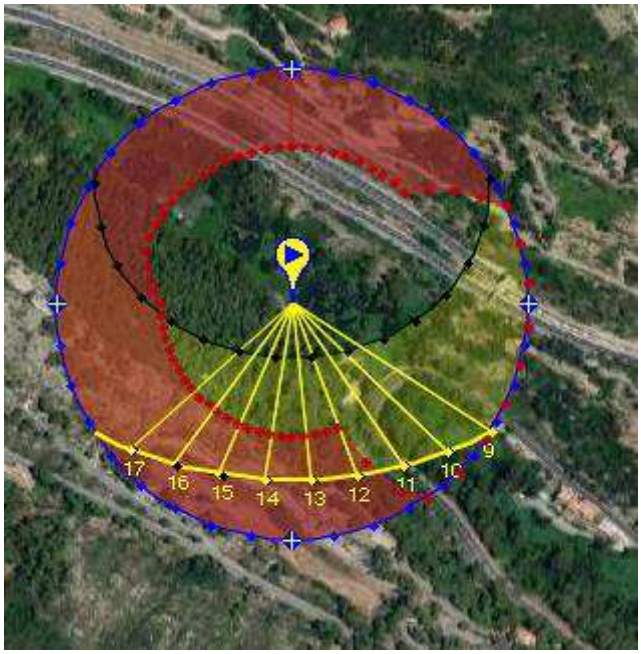


Figura 12: simulazione dell'irraggiamento solare in una giornata tipo invernale

Il criterio di progettazione segue quanto affrontato per l'edificio residenziale e pertanto la schermatura dai raggi solari nel periodo estivo sarà affidata a schermature passive artificiali (sulle quali verranno installati pannelli solari) e naturali (principalmente legati alle piante e agli alberi), come visibili dal render sotto riportato. L'esposizione individuata permette uno sfruttamento ottimale della risorsa solare, senza esporre la struttura ad un eccessivo irraggiamento nel periodo estivo con conseguente aumento dei carichi termici da smaltire.



Figura 13: render della Scuola Internazionale di Botanica

Per entrambi gli interventi (edificio residenziale e scuola), le pareti perimetrali che si affacciano verso l'esterno saranno realizzate come facciate vetrate continue. In tale elemento, oltre a garantire le prestazioni energetiche minime in seguito illustrate, verranno valutate soluzioni con comportamento selettivo e basso emissivo. La disposizione di entrambe le strutture addossate ai rilievi, costituisce di fatto una maggiore protezione dell'involucro degli edifici.

Prestazioni minime energetiche degli elementi edilizi

Poiché la progettazione energetica della struttura ha come obiettivo la realizzazione di un edificio a energia quasi zero (nZEB), gli elementi strutturali (opachi e non) che verranno previsti nelle fasi successive di progettazione e realizzazione della struttura dovranno avere le seguenti prestazioni espresse in termini di trasmittanza (ex DM 26/06/15 Appendice A, parametri dell'edificio di riferimento, zona climatica C, valori di riferimento per il 2019/2021). Per tutti gli elementi dovranno essere anche progettate e verificate idonee correzioni dei ponti termici (rappresentati a titolo di esempio dalle travi perimetrali, dagli angoli). I valori in seguito riportati sono riferiti esclusivamente alla parte energetica. Resta inteso che gli elementi dovranno inoltre garantire tutte le altre prestazioni, ad esempio acustiche, di resistenza al fuoco ove richiesto e la progettazione degli stessi dovrà essere effettuata in maniera integrata per garantire tutti i livelli minimi di prestazione.

- Elementi opachi:
    - Pareti interne divisorie tra unità immobiliari – trasmittanza massima 0.80 W/m^{2}K
    - Strutture opache verticali verso l'esterno, ambienti non climatizzati o contro terra – trasmittanza massima 0.30 W/m^{2}K
    - Strutture opache orizzontali di pavimento
        - verso ambienti esterno, ambienti non climatizzati o contro terra – trasmittanza massima 0.30 W/m^{2}K
        - verso ambienti riscaldati – trasmittanza massima 0.80 W/m^{2}K
    - Strutture opache verticali orizzontali o inclinate di copertura verso l'esterno e gli ambienti non climatizzati - trasmittanza massima 0.27 W/m^{2}K.
- Chiusure tecniche trasparenti e opache dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati - trasmittanza massima 1.75 W/m^{2}K.

NB le effettive prestazioni dei diversi componenti dovranno essere determinate nelle fasi successive di progettazione, in funzione delle effettive estensioni degli involucri opachi (muri perimetrali, pavimenti, coperture) e trasparenti (facciate vetrate, finestre) al fine di rispettare il limite in termini di H't evidenziato nelle sezioni successive.

Osservazione sui materiali

In accordo con le direttive delle normative e degli incentivi attuali (Ecobonus et al.) e con il principio progettuale dell'intervento in analisi, i materiali adottati nella progettazione di un involucro energeticamente efficiente dovranno essere rispettare i CAM (Criteri Ambientali Minimi). Tale concetto, introdotto con il DM 11/01/17 inizialmente per gli appalti pubblici, di fatto delinea i criteri che permettano un minore impatto ambientale dei singoli materiali e dell'edificio, considerando l'intera sua vita utile. In tale senso, i criteri CAM richiedono materiali realizzati con percentuali minime di materiale riciclato, la possibilità di sottoporre almeno in parte gli elementi a fine vita a demolizione selettiva per il loro riciclaggio e l'assenza di sostanze pericolose.

Gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva

Per i due edifici dell'intervento edilizio "Grimaldi Garden" verranno previste pompe di calore ad alta efficienza energetica in accordo con i limiti richiesti da Tabella 8 (COP minimo 5.1 per raffrescamento e riscaldamento). La tecnologia delle pompe di calore permette di evitare l'introduzione di linee gas all'interno dei due nuovi insediamenti (residenziale e scuola) con notevoli benefici non solo in materia energetica, ma anche in termini di sicurezza. Anche la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) avverrà tramite pompa di calore ed il COP minimo dovrà essere raggiunto anche ad alte temperature (circa 55 °C) , necessarie per prevenire la formazione di legionella. In abbinamento alla pompa di calore, sarà previsto un sistema di trattamento aria con recuperatore di calore e batterie integrative per garantire anche la deumidificazione ed il rinnovo dell'aria.

In merito al sistema di regolazione, ogni unità immobiliare potrà regolare in maniera autonoma, sia il riscaldamento, sia il raffrescamento mediante termostati posti nei singoli locali al fine di poter modulare la quantità di energia effettivamente indispensabile al locale per il suo raffrescamento o riscaldamento. Tali sistemi saranno concepiti impiegando tutte le più innovative tecnologie di building automation per consentire la migliore razionalizzazione dei consumi energetici. Oltre alla termoregolazione sarà utilizzato un sistema di contabilizzazione termica per far sì che ad ogni unità immobiliare sia attribuito il corretto importo economico del consumo energetico sulla base dei consumi reali.

Contabilizzazione e sistemi automatici di regolazione

Per quanto riguarda la contabilizzazione, in accordo con i punti 3.2.8, 3.2.9 e 3.2.10 del capitolo 3 del DM 26/06/15 ("*Requisiti e prescrizioni specifici per gli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazioni importanti di primo livello. Requisiti degli edifici a energia quasi zero.*") sia nella scuola sia nell'edificio residenziale saranno previsti sistemi di misurazione intelligente dell'energia consumata, in conformità anche a quanto previsto dal D.Lgs 04/07/14, n.102. In aggiunta, avendo l'edificio residenziale un impianto termico a servizio di più unità immobiliari, è prevista l'installazione di un sistema di contabilizzazione del calore, del freddo e dell'acqua calda sanitaria (in conformità con il sopraccitato D.Lgs 102/2014). Per quanto riguarda la scuola invece, viene previsto un livello minimo di automazione per il controllo, la regolazione e

la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), corrispondente alla classe B. Per quanto riguarda l'edificio residenziale, viene assunta la stessa classe (B) come obiettivo. Con riferimento alla UNI 15232, le quattro classi di efficienza BACS (A, B, C e D) sono definite per edifici sia residenziali sia non. La classe C corrisponde alla condizione di riferimento di base e racchiude in sé le funzioni minime richieste mentre i livelli B ed A implementano gradualmente prestazioni più avanzate. Seguendo il Prospetto 2 della UNI 15232, la tabella sottostante riporta le specifiche dell'impianto per la destinazione residenziale e non per raggiungere una classe di efficienza minima B.

	Residenziale	**Non residenziale**
Regolazione del riscaldamento		
Emissione	Regolazione di ogni ambiente con comunicazione	Regolazione di ogni ambiente con comunicazione
Regolazione dell'emissione per sistemi termoattivi per gli edifici	Automatica centrale avanzata	Automatica centrale avanzata
Regolazione della temperatura dell'acqua calda nella rete di distribuzione	In base alla richiesta	In base alla richiesta
Regolazione delle pompe di distribuzione nelle reti	Multistadio	Multistadio
Regolazione intermittente dell'emissione e/o della distribuzione	Automatica con partenza/arresto ottimizzato	Automatica con partenza/arresto ottimizzato
Regolazione del generatore per riscaldamento a combustone o teleriscaldamento	Non pertinente	

Regolazione del generatore per le pompe di calore	A temperatura variabile in funzione della temperatura esterna	A temperatura variabile in funzione della temperatura esterna
Sequenziamento di diversi generatori (eventuale)	Priorità basate sui carichi e sulla richiesta	Priorità basate sui carichi e sulla richiesta

Tabella 1: regolazione del riscaldamento per l'edificio residenziale e per la scuola

Regolazione della mandata di acqua calda sanitaria (ACS)		
Regolazione della temperatura di accumulo di ACS con teleriscaldamento elettrico integrato o pompa di calore elettrica	Automatica accensione/spegnimento, avvio a tempo del caricamento e gestione multisensore dell'accumulo	Automatica accensione/spegnimento, avvio a tempo del caricamento e gestione multisensore dell'accumulo
Regolazione della temperatura di accumulo di ACS con generatore di calore	Automatica accensione/spegnimento, avvio a tempo del caricamento e mandata in base alla richiesta o gestione multisensore dell'accumulo	Automatica accensione/spegnimento, avvio a tempo del caricamento e mandata in base alla richiesta o gestione multisensore dell'accumulo
Regolazione della temperatura di accumulo di ACS a variazione stagionale: con generatore di calore o riscaldamento elettrico integrato	A selezione automatica con accensione/spegnimento della pompa di carico o riscaldamento elettrico, avvio a tempo del caricamento e mandata in base alla richiesta o gestione multisensore dell'accumulo	A selezione automatica con accensione/spegnimento della pompa di carico o riscaldamento elettrico, avvio a tempo del caricamento e mandata in base alla richiesta o gestione multisensore dell'accumulo
Regolazione della temperatura di accumulo di ACS con collettore solare e generazione di calore	Automatica del carico di accumulo solare (priorità 1) e del carico di accumulo integrativo, mandata in base alla richiesta o gestione multisensore dell'accumulo	Automatica del carico di accumulo solare (priorità 1) e del carico di accumulo integrativo, mandata in base alla richiesta o gestione multisensore dell'accumulo

Regolazione della pompa di ricircolo ACS funzionamento cont, on/off in base al tempo o alla richiesta	Con programma a tempo	Con programma a tempo

Tabella 2: regolazione della mandata di ACS per l'edificio residenziale e per la scuola

Regolazione del raffrescamento		
Regolazione dell'emissione	Regolazione di ogni ambiente con comunicazione	Regolazione di ogni ambiente con comunicazione
Regolazione dell'emissione per sistemi termoattivi degli edifici per il raffrescamento	Automatica centrale avanzata	Automatica centrale avanzata
Regolazione di temperatura dell'acqua fredda nella rete di distribuzione	In base alla richiesta	In base alla richiesta
Regolazione delle pompe di distribuzione nelle reti	Multistadio	Multistadio
Regolazione intermittente della emissione e/o della distribuzione	Automatica con partenza/arresto ottimizzato	Automatica con partenza/arresto ottimizzato
Interblocco tra riscaldamento e raffrescamento per emissione e/o distribuzione	Parziale (in funzione del sistema HVAC)	Parziale (in funzione del sistema HVAC)
Diversa regolazione del generatore per il raffrescamento	A temperatura variabile, in funzione della temperatura esterna	A temperatura variabile, in funzione della temperatura esterna
Sequenziamento di diversi generatori	Non pertinente	

Tabella 3: regolazione del raffrescamento per l'edificio residenziale e per la scuola

Regolazione della ventilazione e del condizionamento dell'aria		
Regolazione del flusso d'aria in ambiente	In base al tempo	In base alla presenza
Regolazione del flusso o della pressione dell'aria nell'unità di trattamento aria	Multistadio	Multistadio
Protezione dal gelo sul lato di scarico aria dello scambiatore di calore	Con regolazione dello sbrinamento	Con regolazione dello sbrinamento
Regolazione del recupero di calore (prevenzione del surriscaldamento)	Con regolazione del surriscaldamento	Con regolazione del surriscaldamento
Raffrescamento meccanico gratuito	Raffrescamento gratuito	Raffrescamento gratuito
Regolazione della temperatura di mandata dell'aria	Set point variabile con compensazione della temperatura esterna	Set point variabile con compensazione della temperatura esterna
Regolazione dell'umidità	Regolazione diretta	Regolazione diretta

Tabella 4: regolazione della ventilazione e del condizionamento dell'aria per l'edificio residenziale e per la scuola

Si rimanda alla sezione successiva inerente all'illuminazione per le strategie di controllo da adottare analogamente a quanto qui presentato per l'impianto di climatizzazione.

Ulteriori parametri da rispettare nella progettazione dell'involucro e dell'impianto

In aggiunta, le fasi successive di progettazione dovranno garantire anche il rispetto dei requisiti richiamati in seguito (lettera b) del comma 2, del paragrafo 3.3, DM Requisiti Minimi):

- il parametro H'_T risulti inferiore al pertinente valore limite riportato nella Tabella sottostante;

Numero Riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V)	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70

Tabella 5: Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico H'_T [W/m^2K]

- il parametro $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$, (rapporto tra area solare estiva dei componenti vetrati e l'area della superficie utile) sia inferiore al corrispondente valore limite riportato nella tabella sottostante

#	Categoria edificio	Tutte le zone climatiche
1	Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3)	$\leq 0,030$
2	Tutti gli altri edifici	$\leq 0,040$

Tabella 6: Valore massimo ammissibile del rapporto tra area solare equivalente estiva dei componenti finestrati e l'area della superficie utile $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$

- gli indici $EP_{H,nd}$, $EP_{C,nd}$ e $EP_{gl,tot}$ risultino inferiori ai valori dei corrispondenti indici limite calcolati per l'edificio di riferimento ($EP_{H,nd,limite}$, $EP_{C,nd,limite}$ e $EP_{gl,tot,limite}$).

- le efficienze η_H, η_W e η_C, risultino superiori ai valori delle corrispondenti efficienze indicate per l'edificio di riferimento ($\eta_{H,limite}$, $\eta_{W,limite}$, e $\eta_{C,limite}$) e sotto richiamate.

Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione η_u:	H	C	W
Distribuzione idronica	0,81	0,81	0,70
Distribuzione aeraulica	0,83	0,83	-
Distribuzione mista	0,82	0,82	-

Tabella 7: Efficienze medie η_u dei sottosistemi di utilizzazione dell'edificio di riferimento per i servizi di H (riscaldamento), C (raffrescamento), W (acqua calda sanitaria)

Sottosistemi di generazione	Produzione di energia termica			Produzione di energia elettrica in situ
	H	C	W	
Pompa di calore (risc+raffr) a compressione di vapore con motore elettrico	5.10	5.10	2.60	-
Riscaldamento con resistenza elettrica	1.00	-	-	-
Solare termico	0.30	-	0.30	-
Solare fotovoltaico	-	-	-	0.1

Tabella 8: Efficienze medie η_{gn} dei sottosistemi di generazione dell'edificio di riferimento per la produzione di energia termica per i servizi di H, C, W e per la produzione di energia elettrica in situ

Valutazione preliminare di massima dei fabbisogni

In base alle superfici previste ed alle disposizioni interne degli immobili (edificio residenziale e scuola unitamente alle pertinenze esterne) facenti parte dell'idea progettuale in via di sviluppo vengono stimati i seguenti fabbisogni.

Fabbisogno Termico – acqua calda sanitaria

Il consumo di acqua calda sanitaria non è ripartito uniformemente nel corso di una giornata, ma risulta concentrato in intervalli temporali di durata limitata, definiti "periodi di punta". Nei periodi di punta si verifica il massimo consumo contemporaneo di acqua calda che l'impianto di preparazione di ACS deve essere in grado di soddisfare. Le abitudini dell'utenza determinano la durata del periodo di punta, noto il quale è possibile determinare la potenza necessaria alla produzione di ACS. Negli edifici residenziali il fabbisogno è circa costante nel corso di tutto l'anno e tale viene cautelativamente considerato anche se con molta probabilità buona parte delle abitazioni verrà adibita a seconda casa.

L'energia termica Q_w [kWh] richiesta per soddisfare il fabbisogno di acqua calda sanitaria di un edificio in funzione del volume di acqua richiesto e della differenza tra le temperature di erogazione e dell'acqua fredda in ingresso è data da:

$$Q_W = \rho_W \, c_W \, \Sigma[V_{W,i} \, (T_{er,i} - T_0)]\tau$$

ρ_w: massa volumica dell'acqua; $\rho_w \approx 1000$ [kg/m^3];
c_w: calore specifico dell'acqua; $c_w \approx 1.162 \cdot 10^{-3}$ [kWh/kg K];
$V_{w,i}$: volume di acqua giornaliero per la i-esima attività o servizio richiesto [m^3/giorno];
$T_{er,i}$: temperatura di erogazione per la i-esima attività o servizio richiesto [°C];
T_0: temperatura dell'acqua in ingresso [°C]; essendo l'acqua proveniente dall'acquedotto interrato, si considera in prima approssimazione tale valore pari alla temperatura media stagionale del sito (15.8 °C)
τ: numero di giorni del periodo di calcolo considerato. Poiché l'analisi è volta a determinare la potenza di picco giornaliera, viene assunto $\tau = 1$

Nel caso di **edifici a destinazione residenziale**, si considera il volume giornaliero richiesto di

acqua calda sanitaria con la seguente formula:

$$V_W = a\ A_u + b$$

Con

a,b: parametri in Figura sottostante [l/m^2 giorno] e [l/giorno] rispettivamente;

A_u: superficie utile dell'abitazione [m^2].

Valori dei parametri *a* e *b*

Superficie utile S_u [m^2]	S_u <= 35	35 < S_u <= 50	50 < S_u <= 200	S_u > 200
Parametro *a* [litri/(m^2 x giorno)]	0	2,667	1,067	0
Parametro *b* [litri/giorno]	50	-43,33	36,67	250

Figura 14: valori tabellari per i parametri a e b

Nel caso di **edifici non residenziali**, i fabbisogni di acqua calda e le relative temperature di utilizzo possono essere relativi a più attività. In tal caso, si sommano i fabbisogni di tutte le attività svolte nell'edificio, separando dagli altri fabbisogni di energia quello per uso sanitario.

$$V_W = a\ N_u$$

Dove

a rappresenta il fabbisogno specifico giornaliero [l/giorno]

N_u è un parametro variabile in funzione del tipo di edificio (Es.: E.1 (3) rappresenta gli edifici adibiti ad albergo, pensioni ed attività similari)

Tipo di Attività	*a*	N_u	Categoria DPR 412/93
Dormitori, Residence e B&B	40	Numero di letti	E.1 (3)
Hotel fino a tre stelle	60	Numero di letti	E.1 (3)
Hotel quattro stelle e oltre	80	Numero di letti	E.1 (3)
Attività ospedaliera con pernotto	80	Numero di letti	E.3
Attività ospedaliera day hospital (senza pernotto)	15	Numero di letti	E.3
Scuole e istruzione	0,2	Numero di allievi	E.7
Scuole materne e asili nido	8	Numero di bambini	E.7
Attività sportive/palestre	50	Per doccia installata	E.6 (2)
Spogliatoi di stabilimenti	10	Per doccia installata	E.6 (3)
Uffici	0,2	Sup.netta climatizzata	E.2
Esercizio Commerciale senza obbligo di servizi igienici per il pubblico	0	-	E.5
Esercizio Commerciale con obbligo di servizi igienici per il pubblico	0,2	Sup.netta climatizzata	E.5
Ristoranti – Caffetterie	65	Numero di coperti[1)]	E.4 (3)
Catering, self service, Bar	25	Numero di coperti[1)]	E.4 (3)
Servizio lavanderia	50	Numero di letti	n.d.
Centri benessere	200	Numero di ospiti	n.d.
Altro	0	-	n.d.

1) Per le valutazioni di calcolo sia di progetto (A1) sia Standard (A2) il numero di coperti viene determinato come 1,5 volte l'occupazione convenzionale. Per le valutazioni nelle condizioni di effettivo utilizzo (A3) il numero di coperti corrisponde agli effettivi coperti per cui è stata dimensionata la cucina.

Figura 15: Parametri a e Nu per edifici non residenziali

La tabella sotto riportata può essere utilizzata per il calcolo dei fabbisogni di picco: si nota infatti che circa il 70% fabbisogno giornaliero di energia per l'ACS viene consumato in 5 ore (7, 8, 9, 18 e 19). Il dimensionamento dell'impianto di produzione ACS verrà eseguito in base al rapporto tra l'energia giornaliera e le ore in cui viene prodotta la quasi totalità dell'acqua calda. Nella presente relazione, una macrostima preliminare del fabbisogno di ACS in termini di potenza richiesta viene calcolato dividendo il fabbisogno giornaliero di ACS (Q_W) per 5 ore in accordo con le stime sopra riportate e come da noma UNI 11300-4.

Le percentuali descritte in figura sono ottenute tramite la seguente formula:

$$p_{W,h} = Q'_{W,d,in,h}/Q'_{W,d,in,giorno}\ \%$$

Con:

$Q'_{W,d,in,giorno}$ = quantità di calore per la distribuzione (d) di ACS (w) in ingresso all'impianto (in) nel giorno;

$Q'_{W,d,in,h}$ = potenza termica per la distribuzione (d) di ACS (w) in ingresso all'impianto (in) nell'ora;

$p_{W,h}$ = percentuale di ACS prodotta per ora.

h	$p_{W,h} = 100 \times (\Phi_{W,d,in,h}/Q_{W,d,in,giorno})$
1	2,5%
2	2,8%
3	2,8%
4	0,0%
5	0,0%
6	0,0%
7	13,9%
8	13,9%
9	13,9%
10	2,8%
11	2,8%
12	2,8%
13	2,8%
14	0,7%
15	0,7%
16	0,7%
17	0,7%
18	13,9%
19	13,9%
20	2,8%
21	2,8%
22	2,8%
23	0,0%
24	0,0%
	100,0%

Figura 16: Profilo andamento orario ACS

La temperatura dell'acqua calda nel sistema di adduzione (accumulo – tubazioni), che alimenta

i singoli rubinetti, non deve superare i 40 °C. A temperature più alte il calcare, unitamente alla ferrite, precipita più facilmente e si deposita sia nei tubi, sia nelle apparecchiature provocando accumuli e gravi danni. L'ACS va prodotta invece a temperature attorno ai 55 °C/60 °C, perché diversamente potrebbe non essere stata disinfettata dai batteri (es. legionellosi).

In base a quanto riportato, vengono riportate sotto le stime di larga massima dei fabbisogni di acqua calda sanitaria per i due edifici (residenziale e scuola) assumendo un rendimento globale di impianto prudenzialmente pari a 0.7.

- *Edificio residenziale*: Q_w = 500 kWh/giorno e corrispettivo fabbisogno di circa 100 kW riferito a 5 h. La stima è stata ottenuta considerando in base alla superficie utile prevista (10.000 m^2) il fabbisogno di acqua calda di circa 50 abitazioni aventi una estensione mediamente di 200 m^2.

- *Scuola*: Q_w = 2.5 kWh/giorno e corrispettivo fabbisogno di 0.5 kW riferito a 5 h. Tale stima si riferisce alla presenza nella scuola di 300 allievi e considerando un consumo medio di 0.2 l/ giorno (coefficiente a per scuole)

Si osserva inoltre che le stime sono state condotte cautelativamente con un fattore di contemporaneità pari a 1, supponendo cioè che tutte le utenze di ACS siano contemporaneamente attive.

Fabbisogno Termico – climatizzazione

In tale sezione viene proposta la stima del fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento, in base alle informazioni presenti all'attuale stadio preliminare di progettazione. Gli effettivi fabbisogni e carichi termici saranno quindi oggetto di compiuta progettazione nelle fasi successive.

Riscaldamento

La stima del fabbisogno di riscaldamento è stata condotta in via preliminare assumendo il valore limite di H'_t imposto dalla normativa (si confronti Tabella 5 nei paragrafi successivi) La seguente tabella riassume la stima di superficie totale disperdente ed il fabbisogno per il riscaldamento riferito ai seguenti parametri:

- differenza di temperatura pari a 20 °C tra l'ambiente interno (20 °C) e quello esterno (temperatura invernale di progetto per Imperia pari a 0 °C).

- efficienza globale di impianto comprensiva di tutti i sottosistemi (es. distribuzione, emissione) pari a 0.8

Edificio	**Stima superficie disperdente [m²]**	**Stima S/V**	**H'_t [W/m² K]**	**Stima fabbisogno invernale [kW]**
Residenziale	16.000	0.50	0.60	250
Scuola	3.000	0.66	0.60	40

Tabella 9: stima del fabbisogno invernale per l'edificio residenziale e per la scuola

Raffrescamento

La stima fornita nella presente relazione è stata riportata dalle seguenti considerazioni:

- la differenza di temperatura tra ambiente interno ed esterno nel periodo estivo per il sito ($T_{est} - T_{int}$ = 35 °C – 26 °C = 9 °C) è circa la metà rispetto a quello invernale (20 °C)

- gli apporti solari nel calcolo del fabbisogno termico invernale determinano un apporto gratuito benefico che riduce il fabbisogno. Al contrario nel calcolo estivo, gli stessi apporti solari rappresentano un carico aggiunto che incide sul fabbisogno estivo della struttura quanto più questa si avvicina al concetto di NZEB. Nella presente stima gli apporti solari sono considerati trascurabili grazie all'efficace sistema di ombreggiamento e controllo passivo dell'irraggiamento illustrato ai punti precedenti.

Alla luce di quanto riportato, si assume in prima approssimazione un fabbisogno estivo pari cautelativamente a quello invernale.

La seguente tabella riassume quindi il fabbisogno articolato nei due edifici e suddiviso in climatizzazione (raffrescamento+riscaldamento) e ACS

Edificio	Fabbisogno ACS [kW]	Fabbisogno climatizzazione (raffrescamento+riscaldamento) [kW]	Fabbisogno termico totale [kW]
Residenziale	100	500	600
Scuola	0.5	80	81

Tabella 10: stima del fabbisogno di climatizzazione e ACS per l'edificio residenziale e per la scuola

Fabbisogno elettrico

Le utenze che rappresentano il principale fabbisogno per l'utenza elettrica sono rappresentate dall'illuminazione e dal consumo della pompa di calore per garantire i carichi termici stimati al punto precedente. Per quanto riguarda l'illuminazione, la stima in seguito riportata sarà legata alla scuola e all'adiacente parcheggio. Per quanto riguarda l'edificio residenziale il fabbisogno elettrico per l'illuminazione viene trascurato per le seguenti motivazioni:

- in termini di efficienza energetica ad oggi il consumo elettrico per l'illuminazione non concorre alla determinazione della classe energetica degli edifici residenziali
- Come riportato nella specifica sezione, verranno implementati sistemi di regolazione e domotica volti ad ottimizzare e minimizzare i consumi legati all'illuminazione non solo della scuola e relativo parcheggio ma anche dell'edificio residenziale con gli spazi adiacenti di parcheggio.

La stima del consumo elettrico per l'illuminazione del parcheggio e della scuola è effettuata secondo le indicazioni della UNI EN 15193 - Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione.

- *Scuola:* seguendo le indicazioni dell'allegato F della UNI EN 15193, per gli edifici scolastici, scegliendo la più elevata classe di qualità, la norma indica circa 60 kWh/m^2 anno. Assumendo cautelativamente una superficie destinata alla scuola di 1300 m^2 e 6 ore di funzionamento nel corso della giornata, si ottengono 36 kW di potenza elettrica richiesta.
- *Parcheggio:* la stima viene fatta considerando un fattore di manutenzione pari a 0.30 e

prevedendo un illuminamento medio di 20 lx (in accordo con UNI 12464 prescritto per scuole, prospetto 5.9) e assumendo una efficienza di 110 lm/W (led) per tenere conto della installazione in esterno dei proiettori. Si stima una potenza elettrica richiesta di 4 kW.

Per quanto riguarda il fabbisogno elettrico della pompa di calore per la climatizzazione degli ambienti, Tabella 8 impone un COP minimo di 5.1 che porta ad una richiesta elettrica per l'edificio residenziale di circa 120 kW e di 15 kW per la scuola. La tabella successiva riassume le potenze elettriche richieste:

Edificio	Climatizzazione [kW]	Illuminazione [kW]	Totale [kW]
Residenziale	120	-	120
Scuola	15	36+4	55

Tabella 11: stima di fabbisogni elettrici dell'edificio residenziale e della scuola

L'illuminazione

Tale tematica oltre a rappresentare un elemento significativo per l'edificio scolastico, riveste un ruolo rilevante anche per quanto riguarda l'illuminazione delle pertinenze esterne degli edifici (es. illuminazione parcheggio scuola ed illuminazione box, cantine, accessi e giardini edificio residenziale). Tale elemento non può prescindere dalle analisi energetiche in quanto sia per il residenziale sia soprattutto per la scuola assume una incidenza significativa nell'individuazione della classe energetica dell'edificio.

Tecnologia prevista per l'illuminazione artificiale

In base a quanto fino a qui delineato del progetto, l'orientamento degli edifici e la facciata continua vetrata hanno lo scopo anche di massimizzare l'apporto di luce naturale all'interno degli ambienti. L'illuminazione artificiale deve quindi rappresentare sia l'elemento sostitutivo nei casi in cui non sia disponibile l'irraggiamento solare (es. periodi notturni) sia quando lo stesso possa risultare insufficiente. La possibilità quindi di integrare luce naturale ed artificiale permette sia di garantire il massimo comfort per le unità abitative e per la scuola, sia di razionalizzare i consumi elettrici da essi derivanti.

Verranno adottate lampade a LED di classe energetica elevata (es. classe A++). L'adozione di questa tecnologia permette molteplici vantaggi tra i quali:

- Durabilità con conseguenti minori costi di manutenzione ordinaria
- Dimensioni ridotte e flessibilità di applicazione
- Accensione immediata a freddo
- Alta prestazione energetica: i proiettori impiegati dovranno avere una efficienza minima di 130 lm/W
- Alto indice di resa cromatica e assenza di emissioni UV
- Possibilità di interfaccia con sistemi di domotica (specie per gli spazi interni)
- Possibilità di dimmeraggio (per gli spazi esterni)
- Assenza di materiali pericolosi come il mercurio e minore emissione di anidride carbonica (fino a dieci volte rispetto alle lampadine alogene).

Il numero dei proiettori, il loro posizionamento ed orientamenti nei diversi ambienti dovranno

essere progettati in accordo con la UNI EN 12464 sia per le aree esterne sia per quelle interne anche dal punto di vista dell'illuminazione di emergenza ove pertinente.

Sistemi automatici di regolazione per l'illuminamento

I sistemi di regolazione degli edifici a progetto dovranno avere una classe minima B (cfr UNI EN 15232) che sarà garantita attraverso le azioni riportate nella tabella sottostante:

	Edificio residenziale	**Edificio non residenziale**
Regolazione dell'illuminazione		
Regolazione in base alla presenza	Interruttore manuale di accensione e spegnimento + segnale di spegnimento graduale automatico	Automatica
Regolazione in base alla luce diurna	Manuale	Automatica

Per quanto riguarda il progetto illuminotecnico delle pertinenze esterne dei due edifici si prevedono inoltre i seguenti criteri di gestione ed automatizzazione:

- *Parcheggio Scuola Internazionale di Botanica:* installazione di sensore crepuscolare interfacciato con sistema di dimmeraggio che permetta di regolare istante per istante il flusso luminoso artificiale da emettere in funzione di garantire sempre il livello di illuminamento ed uniformità di progetto, razionalizzando in tempo reale i consumi per l'illuminamento

- *Aree esterne edificio residenziale:* considerata la loro funzione di illuminazione delle parti comuni e dei giardini sia estetica sia di sicurezza, si prevede almeno in sede preliminare un funzionamento on-off abbinato a centralina con interruttore astronomico ed interfacciata con sensore crepuscolare. Grazie a tali sensori l'accensione/spegnimento delle linee di illuminazione esterna avviene in funzione degli orari di alba e tramonto nel corso dei diversi periodi dell'anno. La presenza del crepuscolare permette inoltre di forzare l'accensione dell'impianto in tutte quelle condizioni in cui, anche fuori dalle fasce orarie previste, il livello di illuminazione naturale non è sufficiente.

L'utilizzo delle fonti rinnovabili e verifica preliminare di copertura del fabbisogno

Il D.Lgs 28/11 (art.11) stabilisce che la copertura dei fabbisogni dell'edificio segua i principi minimi di integrazione e le decorrenze di cui all'allegato 3. Per il caso studio di nuove costruzioni, gli impianti di produzione di energia termica devono coprire tramite fonti rinnovabili

- **il 50% dei consumi previsti per la produzione di acqua calda sanitaria:**

  Il fabbisogno di ACS annuale è stato stimato pari a 130 MWh per l'edificio residenziale e 0.65 MWh per la scuola. L'analisi preliminare di copertura del fabbisogno viene effettuata sia su base annuale sia su base mensile, considerando il mese caratterizzato da minore irraggiamento solare (dicembre). I valori di irraggiamento sono stati ottenuti con il software di simulazione online reso disponibile da ENEA (http://www.solaritaly.enea.it/CalcRggmmIncl/Calcola1.php) tenendo anche in considerazione in via preliminare l'ombreggiamento dei due siti dovuto all'orografia. Gli ombreggiamenti dovuti a manufatti vicini, configurazioni particolari del suolo ecc. intercettano i raggi diretti sole-superficie. In questo caso, il sole si sposta durante il giorno e la posizione degli ostacoli può essere tale da fermare i raggi solari diretti in alcune ore e non in altre. Pertanto, occorre indicare gli intervalli orari in cui essi sono effettivamente intercettati, riferiti al giorno medio mensile e differiscono a seconda del mese considerato. L'inclinazione dei pannelli termici è stata preliminarmente assunta pari a 45 ° con direzione Sud per l'edificio residenziale e direzione Sud-Est per la scuola (direzione scelta in funzione degli ombreggiamenti orografici del sito rappresentati principalmente dal dorsale attraversato da Via delle Ginestre che determina importanti ombreggiamenti specie nella parte finale del pomeriggio).

  NB: stante il livello attuale di progettazione, non vengono effettuate ulteriori simulazioni di maggiore dettaglio (es. su base mensile). Tale aspetto ricopre particolare rilevanza in quanto è necessario verificare l'apporto della risorsa solare nel corso dei diversi mesi considerando la sua variabilità. Ricordando inoltre che le richieste di ACS potrebbero verificarsi anche in fasce orarie dove non è presente irraggiamento (es. notturno) verranno previsti opportuni sistemi di accumulo al fine di massimizzare lo sfruttamento della risorsa

solare termica. Si rimanda il dimensionamento e progetto di tali accumuli unitamente al campo solare alle fasi successive di progettazione.

Si riporta in seguito la tabella riassuntiva dell'irraggiamento [kWh/m^2] per la **ex Cava Grimaldi:**

Mese	**Irr. su sup. inclinata [kWh/m^2]**
Gennaio	3.29
Febbraio	3.92
Marzo	4.76
Aprile	4.81
Maggio	5.15
Giugno	5.17
Luglio	5.25
Agosto	4.95
Settembre	4.73
Ottobre	3.87
Novembre	3.29
Dicembre	2.66

Tabella 12: irraggiamento medio mensile su superficie inclinata per il sito ex Cava Grimaldi secondo l'atlante italiano della radiazione solare reso disponibile da ENEA, in accordo con quanto indicato dalla UNI 8477

Si ottiene quindi un irraggiamento medio annuale per unità di superficie pari a 1500 kWh/m^2. Assumendo una efficienza minima di 0.3 per i collettori solari, la stima di larga massima di estensione del campo solare termico affinché il 50% del fabbisogno di ACS sia soddisfatto è pari a 150 m^2.

Si riporta in seguito la tabella riassuntiva dell'irraggiamento [kWh/m^2] per il **Vallone della Sorba:**

Mese	Irr. su sup. inclinata [kWh/m^2]
Gennaio	1.82
Febbraio	2.65
Marzo	3.89
Aprile	4.42
Maggio	4.95
Giugno	5.2
Luglio	5.19
Agosto	4.82
Settembre	4.27
Ottobre	3.16
Novembre	2.26
Dicembre	1.53

Tabella 13: irraggiamento medio mensile su superficie inclinata per il sito Vallone della Sorba secondo l'atlante italiano della radiazione solare reso disponibile da ENEA, in accordo con quanto indicato dalla UNI 8477

Rispetto alla posizione della ex Cava Grimaldi, la maggiore produzione stimata per unità di superficie è imputabile ai differenti ostacoli orografici che nel caso del Vallone della Sorba non creano ombreggiamenti significativi ed all'orientazione Sud-Est volta a sfruttare al massimo l'irraggiamento solare presente soprattutto al mattino pomeriggio. Si ottiene quindi un irraggiamento medio annuale per unità di superficie pari a 1300 kWh/m^2. Assumendo una efficienza minima di 0.3 per i collettori solari, la stima di larga massima di estensione del campo solare termico affinché il 50% del fabbisogno di ACS sia soddisfatto è pari a 180 m^2.

Si ritiene in prima analisi che le estensioni minime del campo solare termico siano compatibili con le superfici disponibili nei due siti. Nel caso in cui emergessero criticità in termini di spazi disponibili, esiste un ulteriore margine di sicurezza da analizzare ed approfondire nelle successive fasi di progettazione rappresentato dai pannelli ibridi (produzione termica e fotovoltaica congiunta) e/o l'adozione di pannelli solari termici con efficienza maggiore (rendimenti 0.5-0.7).

- **il 50% della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento (richiesta del pertinente titolo edilizio successiva al 1° gennaio 2018)**

  La pompa di calore ai sensi D.M. 28/11 e s.m.i. è equiparata in parte ad una fonte rinnovabile. La percentuale di rinnovabile associata ad una pompa di calore (E_{RES}) dipende dal suo COP medio stagionale e dal fabbisogno totale (E_{nd}), dato dalla somma dei fabbisogni per raffrescamento, riscaldamento e ACS, attraverso la relazione riportata in seguito

$$E_{RES} = E_{nd}\left(1 - \frac{1}{COP}\right)$$

  Ricordando che il fabbisogno totale per la scuola era pari a 81 kW e quello per l'edificio residenziale 600 kW e che il COP minimo richiesto a livello normativo deve essere pari a 5.1, l'applicazione della formula soprastante porta alle seguenti percentuali di rinnovabile

Edificio	E_{nd} [kW]	E_{RES} [kW]	E_{RES} [%]
Residenziale	600	480	80
Scuola	81	65	80

  Si ritiene pertanto preliminarmente soddisfatto tale requisito con ampio margine di sicurezza.

Per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico, la potenza elettrica minima (P, kW) degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra, all'interno dell'edificio oppure nelle relative pertinenze è espressa come

$$P = S/K$$

Dove S rappresenta la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m^2 e K = 50 (richiesta titolo edilizio posteriore a 01/01/17).

Pertanto, si avranno le seguenti potenze minime:

- *Edificio residenziale:* stante lo sviluppo a gradoni dell'edificio, si stima una superficie in pianta al piano terreno occupata dalle abitazioni pari a circa 5000 m^2 che conduce a 100 kW minimi. Considerando che mediamente i pannelli sul mercato occupano 7 m^2/kW, questo si traduce in 700 m^2. Con riferimento alla stima dei fabbisogni elettrici calcolati in precedenza, verrà considerata l'installazione di 120 kW di fotovoltaico corrispondenti a circa 850 m^2. Alla luce degli sviluppi dell'edificio precedentemente illustrati, si ritiene almeno in via preliminare tale estensione compatibile con le superfici disponibili (coperture degli edifici, parapetti e gradoni delle coperture, eventuali pertinenze).

- *Scuola:* si stima una superficie in pianta al piano terreno pari a circa 500 m^2 che conduce a 10 kW minimi, ossia circa 75 m^2, ricordando la relazione al punto precedente. Con riferimento alla stima dei fabbisogni elettrici calcolati in precedenza, verrà considerata l'installazione di 55 kW di fotovoltaico corrispondenti a circa 385 m^2. Alla luce degli sviluppi dell'edificio precedentemente illustrati, si ritiene almeno in via preliminare tale estensione compatibile con le superfici disponibili (coperture degli edifici, parapetti e gradoni delle coperture, eventuali pertinenze).

Nelle successive fasi di progettazione verranno opportunamente progettati sistemi di accumulo a batterie e verranno individuate le inclinazioni ottimali dei pannelli in funzione della loro posizione e dei due siti (edificio residenziale e scuola) per massimizzare la produzione fotovoltaica).

Fase di cantierizzazione

Tale sezione pone i due cantieri per la realizzazione della scuola e dell'edificio residenziale nel contesto ambientale. Lo scopo consiste nell'analisi dell'impatto e dell'inquinamento dovuti al cantiere sull'ambiente circostante, individuando eventuali criticità e gli interventi che dovranno essere adottati per la loro rimozione nelle successive fasi di progetto e gestione del cantiere. L'approccio adottato si basa sulle richieste contenute nel protocollo LEED.

Lo scopo del sistema LEED è di promuovere la costruzione di edifici ecocompatibili, sostenibili ed efficienti, dal punto di vista energetico e in grado di integrarsi nell'ambiente con il minor impatto possibile, includendo anche la fase di cantierizzazione attraverso un protocollo comune che affronta le diverse categorie ambientali:

1. Sostenibilità del sito (SS)
2. Gestione delle Acque (GA)
3. Energia ed Atmosfera (EA)
4. Materiali e Risorse (MR)
5. Qualità ambientale Interna (QI)

In particolare la prima categoria (sostenibilità del sito) riguarda anche la fase di cantierizzazione che rappresenta un prerequisito necessario nel protocollo LEED. Si riporta in seguito la scheda tecnica specifica.

SOSTENIBILITÀ DEL SITO (SS)- Prevenzione dell'inquinamento da attività di cantiere

Questo prerequisito trova applicazione a diverse tipologie di strutture, nelle quali rientrano la Scuola Internazionale di Botanica e l'edificio residenziale contemplati nel presente progetto.

La finalità è quella di ridurre l'inquinamento generato dalle attività di costruzione mediante il controllo dei fenomeni di erosione del suolo, di sedimentazione nelle acque riceventi e la produzione di polveri.

In accordo con le prescrizioni LEED, verrà previsto un Piano di Controllo per l'Erosione e Sedimentazione (PCES) per tutte le attività di costruzione associate al progetto. Il piano dovrà

essere in accordo con il documento Construction General Permit (CGP, Permesso generale di costruzione) del 2012 dell'EPA (agenzia per la protezione ambientale statunitense), a prescindere dalla dimensione dei progetti. Il piano deve descrivere le misure implementate e determinate sulla base delle indicazioni in seguito riportate, in accordo con lo stadio attuale di progettazione preliminare. Il PCES deve contenere l'elenco di tutte le possibili fonti di inquinamento dovute alle attività di costruzione, avendo i seguenti scopi:

- Prevenire la perdita di suolo verso l'esterno del cantiere causata dal deflusso delle acque meteoriche e/o dall'erosione dovuta al vento
- Evitare la sedimentazione nei sistemi fognari o nei corpi idrici recettori
- Prevenire l'inquinamento dell'aria causato dalle polveri generate dal cantiere

Il Vallone della Sorba rappresenta una particolare criticità in quanto attraversato dal Rio della Sorba indicato anche nell'estratto sottostante delle tavole sul reticolo idrografico della Regione Liguria. L'area della ex Cava Grimaldi non presenta significative criticità in merito.

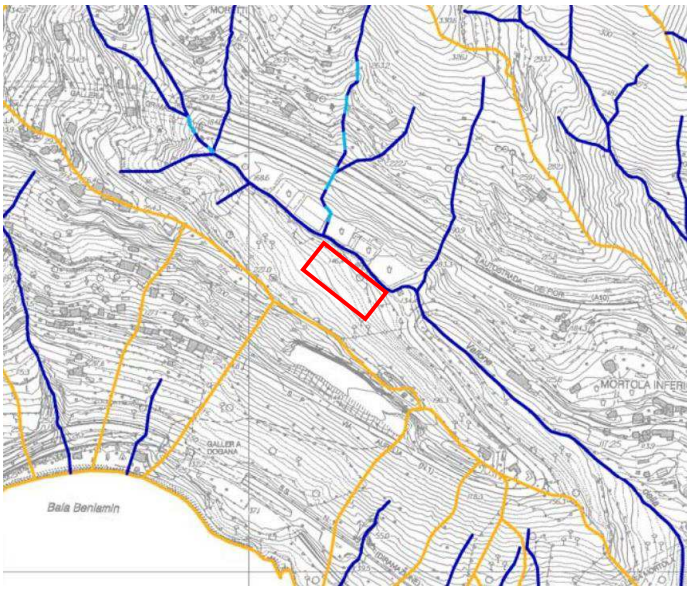


Figura 17: estratto reticolo idrografico Regione Liguria area Ex Cava Grimaldi e Vallone della Sorba

Il PCES dovrà assegnare specifici ruoli e responsabilità all'interno delle imprese presenti e sarà uno strumento dinamico e costantemente aggiornato in accordo con le criticità che emergeranno a seguito delle ispezioni periodiche del cantiere.

Al fine di tutelare l'ambiente durante le attività di cantiere sono affrontate le seguenti

tematiche, divise nei diversi ambiti (emissioni in atmosfera e l'inquinamento acustico, tutelare le risorse idriche e il suolo), contestualizzando i due cantieri (ex Cava Grimaldi e Vallone della Sorba) per raggiungere soluzioni energeticamente sostenibili. In via generale, entrambe le costruzioni previste contemplano una superficie vetrata importante mentre le parti opache verranno realizzate prevalentemente con elementi prefabbricati. Questa scelta tipologica comporta di per sé notevoli vantaggi non solo alle tempistiche del cantiere ma anche al suo impatto sull'ambiente:

- Notevole riduzione di materiali da costruzione (sabbia, cemento, acqua) richiesti in sito con conseguente riduzione delle emissioni in atmosfera del cantiere.
- La riduzione dell'acqua richiesta dal cantiere oltre diminuisce sia l'approvvigionamento idrico al cantiere sia le acque di lavorazione che dovranno essere gestite per la tutela delle risorse idriche.

EMISSIONI IN ATMOSFERA

Le polveri e gli aerosol prodotti nei cantieri da sorgenti puntuali o diffuse (impiego di macchine e apparecchi, trasporti su piste di cantiere, lavori di sterro, estrazione, trattamento e trasbordo di materiale) devono essere limitate attraverso l'adozione di provvedimenti idonei. Entrambi i cantieri non sono localizzati in prossimità di abitazioni o altri edifici (la distanza degli edifici vicini è superiore ai 120 m) e pertanto non si individuano criticità specifiche e sarà necessario seguire le seguenti indicazioni di carattere generale:

- effettuare una costante e periodica bagnatura o pulizia delle strade utilizzate
- pulire le ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- coprire con teloni i materiali polverulenti trasportati e quelli temporaneamente depositati;
- attuare idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade di cantiere non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- bagnare periodicamente o coprire con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) i cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere;
- dove previsto dal progetto, procedere al rinverdimento delle aree (ad esempio i rilevati) in

cui siano già terminate le lavorazioni senza aspettare la fine lavori dell'intero progetto;

- innalzare barriere protettive, di altezza idonea, intorno ai cumuli e/o alle aree di cantiere;
- evitare le demolizioni e le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso;
- durante la demolizione delle strutture edili provvedere alla bagnatura dei manufatti al fine di minimizzare la formazione e la diffusione di polveri;
- convogliare le arie di processo in sistemi di abbattimento delle polveri, quali filtri a maniche, e coprire e inscatolare le attività o i macchinari per le attività di frantumazione, macinazione o agglomerazione del materiale

INQUINAMENTO ACUSTICO

Fermo restando le valutazioni di clima acustico è necessario verificare che anche la fase di cantierizzazione rispetti i limiti acustici in deroga. In accordo con il Regolamento Acustico vigente del Comune di Ventimiglia, in accordo con l'art.29 comma 3, l'autorizzazione avviene previa valutazione tecnica a firma di Tecnico Acustico Competente in Acustica Ambientale. In via preliminare, la figura sottostante evidenzia i due cantieri (riquadri rossi), i ricettori che beneficiano di schermatura orografica (cerchi arancioni) e quelli presenti (cerchi azzurri). Si osserva che i primi ricettori potenzialmente esposti si trovano ad una distanza in pianta superiore ai 120 m per entrambi i cantieri (ex Cava Grimaldi e Vallone della Sorba). Non si prevedono in sede preliminare particolari criticità in merito al disturbo causato dal cantiere.



Figura 18: individuazione dei due cantieri (riquadri rossi), dei recettori (cerchi azzurri) e dei recettori che beneficiano di schermatura orografica (cerchio giallo)

TUTELA DELLE RISORSE IDRICHE

La tutela della risorsa idrica è legata alla corretta gestione delle acque meteoriche e di cantierizzazione. Tale aspetto ricopre particolare rilevanza per entrambi i cantieri, soprattutto per il Vallone della Sorba. In particolare, nella organizzazione esecutiva dei cantieri nei due siti, alla luce della loro collocazione e delle caratteristiche dell'ambiente circostante, sarà necessario:

- predisposizione di sistemi di regimazione delle acque meteoriche e raccolta acque di prima pioggia non contaminate con fosso di guardia a valle del cantiere che saranno convogliate in apposite vasche
- messa in opera di sistemi di barriere perimetrali a tenuta al fine di evitare che le acque di ruscellamento superficiale possano raggiungere la strada (sito ex Cava Grimaldi) e/o i ricettori idrici (sito Vallone della Sorba) o entrare direttamente in eventuali impianti fognari.
- Eventuali uscite del cantiere dovranno essere realizzate stabilizzate e in modo da conservare al meglio la pavimentazione esistente e facilitare le operazioni di pulizia (es. con pietrisco frantumato e strato soprastante di TNT. La scelta del pietrisco permette inoltre di ridurre la quantità di fango e polvere sollevata al passaggio dei mezzi).
- predisporre un'ulteriore vasca che raccolga gli scarichi di cantiere (come, ad esempio, quelle derivanti dal lavaggio betoniere, dai lava-ruote, dal lavaggio delle macchine e delle attrezzature) che permetta la sedimentazione dell'acqua, prima di essere inviate al recapito finale.
- Approvvigionamento idrico di cantiere: come anticipato, la tipologia costruttiva prefabbricata e l'adozione di facciate vetrate, rappresenta una significativa riduzione dell'acqua richiesta in cantiere. L'approntamento idrico del cantiere verrà realizzato a mezzo di cisterne, in quanto in base alle informazioni preliminari disponibili sul sito, non sembrano essere presenti allacci in prossimità del cantiere. Tale aspetto sarà oggetto di ulteriori approfondimenti nelle successive fasi di progettazione e definizione del cantiere. Contestualmente si prevede di ri-utilizzare l'acqua piovana presente in cantiere nelle applicazioni non potabili (es. sciacquo dei mezzi) per minimizzare gli usi di acqua potabile

- Conferimento delle acque reflue: in base alle informazioni preliminari presenti, pare che per entrambi i siti non siano presenti linee di fognatura in prossimità degli stessi (entro raggio di circa 150 m). Le prime linee di scarico sono localizzate in corrispondenza degli edifici individuati dai cerchi azzurri in Figura 18. Tale aspetto è in attesa di conferma a seguito di richiesta agli enti preposti. L'organizzazione della cantierizzazione nelle fasi successive della progettazione dovrà tenere conto dell'assenza di allacci di fognatura prossimi ai siti dei due cantieri.

In aggiunta a tali azioni, verranno adottati specifici accorgimenti e programmazione per evitare la sedimentazione nei corpi idrici di scarico, quali ad esempio la scelta di personale addetto alla pulizia giornaliera ed al controllo delle recinzioni, degli eventuali letti in ghiaia, delle impermeabilizzazioni del suolo, del funzionamento del sistema di lavaggio mezzi ed ispezione della vasca di sedimentazione.

TUTELA DEL SUOLO

Tale sezione, si articola nella gestione dei rifiuti generati dal cantiere e nel ripristino delle aree usate dallo stesso. In base alla documentazione preliminare di progetto, non sono previsti particolari impianti e lavorazioni con potenziale interferenza con il suolo.

Rifiuti del cantiere

La tematica della gestione dei rifiuti in cantiere deve essere affrontata su diversi fronti:

- *raccolta differenziata:* individuare le varie tipologie di rifiuto da allontanare (es. cartoni, plastiche, legno, metalli, vetri, inerti, organico e rifiuto indifferenziato) e la relativa area di deposito temporaneo. Come rifiuto si intendono tutti i materiali di demolizione, i residui fangosi del lavaggio betoniere, del lavaggio ruote, e di qualsiasi trattamento delle acque di lavorazione e come tali devono essere trattati ai fini della raccolta, deposito o stoccaggio recupero/riutilizzo o smaltimento ai sensi del D.Lgs. n. 152/ 2006. Dovranno inoltre essere presenti contenitori specifici per raccogliere i contenitori di prodotti chimici.
- *Indirizzamento dei rifiuti prioritario verso impianti di recupero e riciclo:* in tale maniera è possibile raggiungere importanti percentuali di rifiuti riciclati, usando la discarica o l'inceneritore solo per i materiali non altrimenti recuperabili.
- *Idoneità dei contenitori*: intesa sia in termini di capacità sia di funzionalità. I contenitori

dovranno essere coperti per evitare che le precipitazioni possano creare del percolato (riducendo così le acque di lavorazione da trattare) o che eventuali azioni eoliche possano disperdere parte del contenuto in ambiente.

- *Rimozione periodica dei rifiuti* al fine di evitare eccessivi accumuli

Ripristino delle aree usate dal cantiere

Per entrambi i siti (Ex Cava Grimaldi e Vallone della Sorba), il cantiere sarà posizionato all'interno degli stessi. Come desumibile dalla documentazione attualmente presente e dai render di progetto, è già previsto il ripristino di tali aree e l'inserimento degli edifici nel contesto ambientale con l'obiettivo di realizzare un impianto verde dedicato alle biodiversità di valenza europea (es. tetti verdi, giardini, spazi comuni occupati da essenze arboree ed arbustee). Il ripristino potrà essere effettuato attraverso:

- ricollocamento del terreno vegetale accantonato in precedenza;
- ricostituzione del reticolo idrografico minore allo scopo di favorire lo scorrimento e l'allontanamento delle acque meteoriche; in tale senso, la realizzazione di coperture verdi sia per la scuola sia per l'edificio residenziale determina un contributo significativo
- Ripristino della vegetazione tipica del luogo.

GESTIONE ENERGETICAMENTE EFFICIENTE DEL CANTIERE

Al fine di ridurre l'impatto ambientale, i prefabbricati di cantiere (baracca di cantiere) verranno realizzate "off-grid", ossia dotate di pannelli solari fotovoltaici per coprire i fabbisogni elettrici delle utenze sottostanti.



Figura 19: esempio di baracca di cantiere prefabbricata "off-grid" alimentata con pannelli solari fotovoltaici

Conclusioni

Il presente elaborato fornisce le integrazioni necessarie in materia di energetica alla Relazione Preliminare di progetto presentata in merito al "Grimaldi Garden", (edificio residenziale nella ex Cava Grimaldi e della Scuola Internazionale di Botanica nel Vallone della Sorba). Stante il livello iniziale di progettazione disponibile per i due edifici, la presente relazione individua:

- L'inserimento degli edifici nel contesto ambientale dal punto di vista energetico
- Le prestazioni minime energetiche degli involucri (opachi e trasparenti) che dovranno essere garantite nelle fasi successive di progettazione e realizzazione della struttura.
- Le prestazioni minime delle componenti impiantistiche previste.
- L'individuazione delle percentuali minime di fonti rinnovabili da prevedere nei due siti.
- Una stima di massima del fabbisogno energetico dei due edifici e la sua relativa copertura tramite le fonti rinnovabili e gli impianti a pompa di calore secondo i requisiti minimi imposti dalla normativa vigente.
- Le prestazioni minime del sistema di illuminazione, specie nella regolazione.
- Le caratteristiche del sistema di regolazione nei due edifici per gli impianti di riscaldamento, raffrescamento, produzione acqua sanitaria ed illuminazione.
- L'analisi preliminare della fase di cantierizzazione dei due siti secondo quanto prescritto dal protocollo LEED, individuando gli interventi che verranno adottati in fase di cantierizzazione per ridurre l'impatto sull'ambiente.

Ing. Denis Tezza

Dott. Ing. DENIS TEZZA N. 9137A

Ing. Jessica Bertucci

DOTT. ING. JESSICA BERTUCCI N° 9636A

Prof. Ing. Paolo Cavalletti

DOTT. ING. CAVALLETTI PAOLO N°5929

Ing. Alessandro Cavalletti

DOTT. ING. CAVALLETTI ALESSANDRO N° 10694A