

Nuovo Campus Scolastico con strutture sovracomunali per l'aggregazione, lo sviluppo e la socialità permanente dei minori

SCUOLA PRIMARIA E SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

CUP F15E21000070006

Realizzato con il contributo di:

REGIONE LOMBARDIA

Direzione Generale Istruzione, Università, Ricerca, Innovazione e Semplificazione

UNITA' ORGANIZZATIVA EDILIZIA SCOLASTICA,

ASSE I POR FESR 2014-2020 E INTERVENTI PER LA RIPRESA ECONOMICA

PIANO LOMBARDIA - BANDO "SPAZIO ALLA SCUOLA"

(Decreto n. 17935 del 21/12/2021)



Regione
Lombardia



R.U.P.

Ing. Fabio Carminati

PROGETTO ESECUTIVO



FRN_E_DOC_005

RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA

PROGETTISTI

SETTANTA7 s.r.l.

arch. Daniele Rangone

arch. Elena Rionda

ing. Fabio Corbani

ing. Ferruccio Galmozzi



Goggia & Associati Studio di Ingegneria

ing. Bruno Naldini

OPERA MISTA s.r.l.

ing. Carlo Micheletti



COLLABORATORI E CONSULENTI

arch. Giuseppina Vastola, ing. Simone Donato, arch. Stefano Scotti

Consulente tecnico in acustica: geom. Arianna De Ferrari Roller

REV.

Data

Descrizione

00

03/09/24

Prima Emissione

01

18/09/24

Seconda Emissione



SOMMARIO

1 // PREMESSA	2
2 // RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA	3
2.1 // Descrizione degli obiettivi primari dell'opera	3
2.1.1 Obiettivi dell'opera e sintesi degli interventi previsti	3
2.2 // Verifica del rispetto del principio di "non arrecare danno significativo"	4
2.2.1 L'obiettivo di "non arrecare danno significativo"	4
2.3 // Stima del carbon footprint	10
2.4 // Stima della valutazione del ciclo di vita dell'opera in ottica di economia circolare.....	11
2.5 // Analisi del consumo complessivo di energia e qualità dell'aria	12
2.6 // Individuazione delle misure di tutela del lavoro dignitoso	13
2.7 // Analisi di resilienza.....	13
2.8 // Conclusioni	14





1 // PREMESSA

TITOLO DELL'INTERVENTO	Nuovo campus scolastico con strutture sovracomunali per l'aggregazione, lo sviluppo e la società permanente dei minori
COMMITTENTE	Comune di Fornoovo San Giovanni
PROGETTISTI	Settanta7 s.r.l. , Opera Mista s.r.l.; Digierre3; Goggia & Associati Studio di Ingegneria.
TIPOLOGIA DI INTERVENTO	Nuova costruzione
CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO	Costruzione della nuova scuola primaria e della nuova scuola secondaria di primo grado, dotate di spazio mensa e palestra sportiva.

La presente relazione è redatta ai sensi dell'Allegato 1.7 al D.L. 31 marzo 2023 n.36 "Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della Legge 21 giugno 2022 n. 78 recante delega al Governo in materia di contratti pubblici" e si costituisce quale relazione generale per l'intervento di realizzazione del nuovo plesso scolastico da destinare alla scuola primaria e alla scuola secondaria di primo grado di Fornoovo San Giovanni.

L'intervento in oggetto prevede infatti la realizzazione del nuovo plesso scolastico da destinare alla scuola primaria e alla scuola secondaria di primo grado, compresa di palestra e spazio mensa con cucina.

Il documento è dunque redatto in applicazione e secondo gli orientamenti tecnici stabiliti dalla Commissione Europea nel documento "Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza C/2023/111". La valutazione del danno è effettuata sulla base di 6 obiettivi ambientali:

- a) la mitigazione dei cambiamenti climatici;
- b) l'adattamento ai cambiamenti climatici;
- c) l'uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine;
- d) la transizione verso un'economia circolare;
- e) la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento;
- f) la protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi

Uno specifico allegato tecnico della Tassonomia (PDF) riporta i parametri per valutare se le diverse attività economiche contribuiscano in modo sostanziale alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici o causino danni significativi ad uno degli altri obiettivi.





2 // RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA

2.1 // Descrizione degli obiettivi primari dell'opera

2.1.1 Obiettivi dell'opera e sintesi degli interventi previsti

Il progetto di realizzazione del plesso scolastico di Fornovo San Giovanni viene presentato con l'intenzione di creare spazi innovativi che favoriscano l'apprendimento, nell'obiettivo di soddisfare le esigenze della Stazione Appaltante e della Direzione Didattica.

Le attività tecniche e realizzative proposte mirano a conseguire una serie di importanti obiettivi. Primo fra tutti realizzare un nuovo edificio che prenda il posto dell'ex istituto scolastico obsoleto e inadeguato alle nuove mutate esigenze, nonché insufficiente dal punto di vista delle nuove normative in materia di contenimento energetico e di sicurezza sismica.

Per la realizzazione degli spazi interni ed esterni per la nuova scuola di Fornovo San Giovanni si è fatto riferimento non solo al M.I.U.R ma anche ad estratti all'interno del seminario "Scuola innovativa" della Regione Lombardia. L'obiettivo principale è quello di realizzare una Scuola come incrocio di relazioni e competenze, e inoltre uno spazio che prediliga l'innovazione nell'apprendimento, finalizzata a:

- a) interdisciplinarietà
- b) Inclusione
- c) Continuità
- d) Accessibilità
- e) Distensione

Il progetto prevede sostanzialmente due livelli di spazi differenziati tra loro ma con aree relazionali comuni nell'ottica di una continua socialità orizzontale e verticale.

Il **Piano Terra** si divide in due corpi distinti, il **primo corpo situato a nord** ospiterà lo spazio per la palestra con i suoi relativi servizi; un ampio ingresso che si sviluppa in un connettivo polifunzionale, dove si articolano: come polo centrale una biblioteca diffusa che si sviluppa intorno alla scala principale di collegamento con il piano superiore, andando a creare intorno ad essa spazi di convivialità e postazioni per lo studio e la lettura. All'interno di questo connettivo polifunzionale si articolano altri due spazi dedicati alle attività speciali, come la lettura ed il relax. In questa sezione di edificio verranno collocati anche degli spazi per la direzione didattica, come uno spazio di presidio ATA e un'aula dedicata agli insegnanti. Inoltre, verrà inserito uno spazio dedicato a Laboratorio Tecnologico, riservato alla scuola Secondaria di primo grado e infine uno spazio mensa/Laboratorio alimentare, un luogo condiviso sia per la scuola Primaria che per la scuola Secondaria di primo grado, dotato dei relativi servizi quali uno spogliatoio per il personale, uno spazio per la cucina o lo sporzionamento, e uno spazio per il lavaggio delle stoviglie.





Il **corpo al Piano Terra situato a sud**, è dedicato esclusivamente alla **Scuola Primaria**, all'interno partendo dall'ingresso dell'edificio si snoda un connettivo polifunzionale in cui all'interno si articolano spazi dedicati a una biblioteca diffusa, aree gioco e zone lettura e relax. Nella restante parte del corpo analizzato, si articolano quattro aule per la didattica, ognuna da minimo 45 mq, un laboratorio di linguistica dotato di una parete mobile in modo da poter convertire l'aula in caso di necessità a due spazi indipendenti, un laboratorio di esperimenti manuali e un'aula insegnanti; infine lo spazio è dotato dei servizi igienici necessari, sia per gli studenti che per gli insegnanti e per il personale ATA.

Il **Piano primo**, pur essendo un unico corpo, si divide in due parti. **La prima parte a Nord**, dedicata alla **Scuola Secondaria di primo grado**, dove spazi per la collettività e attività didattiche si snodano dal connettivo polifunzionale, creando spazi permeabili e connessi. All'interno del connettivo polifunzionale, infatti, si trovano aree dedicate alla lettura e al relax, aree per il gioco, uno spazio cinema dove poter organizzare anche l'ascolto della musica e infine in diretta correlazione un laboratorio tecnologico, che grazie alla parete vetrata crea continuità tra lo spazio centrale e l'aula stessa. In questa porzione del secondo piano ritroviamo anche l'accesso al terrazzo della palestra, due aule polifunzionali e sei aule didattiche tutte da un minimo di 45 mq.

Infine, per la seconda parte, collocata **nell'Area a Sud del Primo Piano**, troviamo gli spazi dedicati alla **Scuola Primaria**. Anche per la scuola primaria gli spazi che si vengono a creare all'interno del connettivo polifunzionale sono composti da aree per il gioco, la lettura ed il relax e uno spazio dedicato a biblioteca diffusa; sono in diretta relazione con gli spazi che vi si affacciano, come per la sala della musica, che grazie alla sua parete vetrata crea un gioco di connessione con lo spazio circostante. In quest'area sono collocati anche un Laboratorio di Esperimenti Manuali, un Laboratorio di Informatica e sei aule didattiche di una metratura non inferiore ai 45 mq.

2.2 // Verifica del rispetto del principio di “non arrecare danno significativo”

2.2.1 L'obiettivo di “non arrecare danno significativo”

Ai fini del Regolamento RRF (Recovery and Resilience Facility) il principio DNSH va interpretato ai sensi dell'art. 17 del regolamento Tassonomia. Tale articolo definisce il “danno significativo” per i sei obiettivi ambientali contemplati dal Regolamento Tassonomia. Anche se il progetto non deve rispettare obbligatoriamente i principi DNSH restano principi validi da attuare:

1. **Mitigazione dei cambiamenti climatici.** Si considera che un'attività arreca un danno significativo alla mitigazione dei cambiamenti climatici se conduce a significative emissioni di gas a effetto serra.
2. **Adattamento ai cambiamenti climatici.** Si considera che un'attività arreca un danno significativo all'adattamento ai cambiamenti climatici se conduce a un peggioramento degli effetti negativi del clima attuale e del clima futuro previsto su sé stessa o sulle persone, sulla natura o sugli attivi





3. **Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine.** Si considera che un'attività arreca un danno significativo all'uso sostenibile e alla protezione delle acque e delle risorse marine al buono stato o al buon potenziale ecologico di corpi idrici, comprese le acque di superficie e sotterranee, o al buono stato ecologico delle acque marine.
4. **Economia circolare,** si considera che un'attività arreca un danno significativo all'economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti, se conduce a inefficienze significative nell'uso dei materiali o nell'uso diretto o indiretto di risorse naturali, o se comporta un aumento significativo della produzione, dell'incenerimento o dello smaltimento dei rifiuti oppure se lo smaltimento a lungo termine dei rifiuti potrebbe causare un danno significativo e a lungo termine all'ambiente.
5. **Prevenzione e riduzione dell'inquinamento.** Si considera che un'attività arreca un danno significativo alla prevenzione e alla riduzione dell'inquinamento se comporta un aumento significativo delle emissioni di sostanze inquinanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo
6. **Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.** Si considera che un'attività arreca un danno significativo alla protezione e al ripristino della biodiversità e degli ecosistemi se nuoce in misura significativa alla buona condizione e alla resilienza degli ecosistemi o nuoce allo stato di conservazione degli habitat e delle specie, compresi quelli di interesse per l'Unione

2.2.1.1 Mitigazione del cambiamento climatico

Requisito

Per la verifica del rispetto del principio si rimanda alla relazione generale FRN_E_DOC_001_RELAZIONE GENERALE" dove viene precisato che l'impianto di climatizzazione è in grado di adeguarsi automaticamente al variare delle condizioni climatiche esterne.

Elementi di verifica ex ante

- Documentazione a supporto del rispetto dei requisiti definiti dal Decreto interministeriale 26 giugno 2015.

Elementi di verifica ex post (da presentare al termine dei lavori)

- Attestazione di prestazione energetica (APE) rilasciata da soggetto abilitato o sistemi di rendicontazione da remoto

2.2.1.2 Adattamento ai cambiamenti climatici

Requisito

I pericoli legati al clima, nel caso specifico, possono essere ricondotti alla variabilità delle temperature e alla variabilità delle precipitazioni (intensità). Per quanto attiene alla variabilità delle temperature esterne, come già accennato in precedenza, si rimanda alla relazione tecnica specialistica FRN_E_DOC_001_RELAZIONE





GENERALE” dove viene precisato che l'impianto di climatizzazione è in grado di adeguarsi automaticamente al variare delle condizioni climatiche esterne garantendo anche l'attenuazione delle temperature ambiente in fase estiva con l'impianto di trattamento dell'aria esterna di ricambio. Il dimensionamento della rete di raccolta delle acque pluviali è stato dimensionato a garanzia di eventi meteorici particolarmente intensi (bombe d'acqua) utilizzando un valore di intensità pluviometrica con un tempo di ritorno di 50 anni.

Elementi di verifica ex ante

- All'interno dell'elaborato riportato è redatto un report di analisi della vulnerabilità e cambiamento climatico (non è stata eseguita la verifica in base agli Orientamenti sulla verifica climatica delle infrastrutture 2021-2027 come previsto dalla circolare RGS n. 33 del 13 ottobre 2022, per gli interventi che superano la soglia dei 10 milioni di euro).

Elementi di verifica ex post (da presentare al termine dei lavori)

- Verifica adozione delle soluzioni di adattabilità definite a seguito della analisi dell'adattabilità verrà realizzata in fase esecutiva (non è stata eseguita la verifica in base agli Orientamenti sulla verifica climatica delle infrastrutture 2021-2027 come previsto dalla circolare RGS n. 33 del 13 ottobre 2022, per gli interventi che superano la soglia dei 10 milioni di euro).

2.2.1.3 Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine

Requisito

Trattandosi di un intervento soggetto alla valutazione CAM deve essere garantito il risparmio idrico delle utenze attraverso le indicazioni dei “Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi”, approvato con DM 23 giugno 2022 n. 256, GURI n. 183 del 6 agosto 2022, in materia di:

- 2.3.9 Risparmio idrico

Elementi di verifica ex ante

Il progetto del nuovo polo scolastico del Comune di Forno San Giovanni prevede l'installazione di un nuovo impianto idrico-sanitario con l'impiego di dispositivi in grado di garantire il rispetto degli Standard internazionali di prodotto e i CAM sul risparmio idrico, così come specificato nel capitolato tecnico degli impianti idraulici.

A copertura del fabbisogno idrico di acqua potabile è inoltre prevista una vasca per il recupero delle acque piovane ad uso esterno, le cui caratteristiche sono specificate all'interno degli elaborati tecnici degli impianti. La rete di raccolta avrà un primo recapito attraverso dei serbatoi che serviranno ad uso irriguo; tali volumi non sono stati tenuti in conto ai fini dei calcoli idraulici. Dai serbatoi irrigui, mediante un reticolo di tubazioni drenanti interrate, le acque di troppo pieno verranno distribuite in maniera omogenea entro la vasca di laminazione.





È prevista la rete duale per le cassette dei WC.

Il monitoraggio dei consumi idrici avverrà tramite contatore generale.

Si rimanda al criterio 2.3.9 Risparmio idrico della Relazione di verifica ai CAM e al capitolato tecnico delle opere impiantistiche per la rispondenza degli impianti idrico sanitari al criterio.

Elementi di verifica ex post

L'appaltatore dovrà presentare le certificazioni di prodotto relative alle forniture installate, prima dell'installazione per la verifica e approvazione della DL.

2.2.1.4 Economia Circolare

Requisito

Almeno il 70%, calcolato rispetto al loro peso totale, dei rifiuti non pericolosi ricadenti nel Capitolo 17 Rifiuti delle attività di costruzione e demolizione (compreso il terreno proveniente da siti contaminati (ex Dlgs 152/06), escluso il materiale allo stato naturale CER 17 05 04) deve essere inviato a recupero e riciclaggio (R1-R13).

Questo criterio è assolto automaticamente dal rispetto dei criteri ambientali minimi DM 23 giugno 2022 n. 256, GURI n. 183 del 6 agosto 2022 relativi a:

1. Disassemblaggio e fine vita (2.4.14)
2. Demolizione selettiva, recupero e riciclo (2.6.2)

Elementi di verifica ex ante

Per quanto riguarda il C.A.M. di cui all'art. 2.4.14 Disassemblaggio e fine vita si rimanda alla relazione di verifica CAM: FRN_E_DOC_003_RELAZIONE DI RISPONDENZA AI C.A.M. AI SENSI DEL D.M. 23/06/2022 per una trattazione completa. La relazione comprende negli allegati un piano di disassemblaggio e fine vita preliminare che verrà aggiornato ad ogni fase progettuale e realizzativa in modo da costituire uno strumento operativo in grado di massimizzare il recupero dei materiali al momento di dismissione dell'opera. Viene allegata una tabella preliminare dei materiali oggetto di disassemblaggio e relative percentuali, al fine di giungere alla soglia minima prevista dal criterio. In questo senso, si segnala che l'edificio è caratterizzato da scelte tecnologiche (come la struttura in legno a secco) e materiali che permettono di procedere con demolizione selettiva, andando a "smontare" l'edificio con il processo inverso attuato durante la costruzione. All'interno del cantiere si procederà con separazione per materiale dei rifiuti di demolizione deviando gli stessi ai centri di raccolta e recupero.

Per quanto riguarda il C.A.M. di cui all'art. 2.6.2 Demolizione selettiva, recupero e riciclo, si rimanda alla relazione tecnica allegato 1 sulla gestione delle materie che comprende il piano di gestione dei rifiuti in cui





è stata svolta una stima della quota parte di rifiuti che potrà essere avviato a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero, superiore al 70%.

Si fa riferimento alle seguenti norme che sono state utilizzate per la stesura dei documenti: “Orientamenti per le verifiche dei rifiuti prima dei lavori di demolizione e di ristrutturazione degli edifici” della Commissione Europea, 2018; raccomandazioni del Sistema nazionale della Protezione dell'Ambiente (SNPA) “Criteri ed indirizzi tecnici condivisi per il recupero dei rifiuti inerti” del 2016; UNI/PdR 75 “Decostruzione selettiva – Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un’ottica di economia circolare”.

Il progetto individua il corretto codice CER, in conformità alla normativa vigente, da assegnare al rifiuto dal produttore stesso in virtù non solo della natura del rifiuto, ma anche del ciclo produttivo che lo ha generato e degli esiti dell’analisi di caratterizzazione.

Premesso quanto sopra nell’ambito della gestione dei rifiuti prodotti in fase di cantiere, l’impresa sulla base degli esiti analitici di caratterizzazione dello stesso e verificata la conformità al test di cessione ai sensi del DM 05/02/98 procederà al conferimento degli stessi presso idonei impianti autorizzati per le operazioni di recupero R1 – R13 ai fini della produzione di materie prime seconde. L’impianto, all’atto dell’accettazione dei rifiuti provenienti dal cantiere stesso, dovrà procedere ad una gestione separata degli stessi al fine di permettere la tracciabilità delle operazioni necessarie al recupero del 70% degli stessi rispetto al peso totale dei rifiuti conferiti (pesate delle frazioni recuperate rispetto al peso totale dei rifiuti conferiti). Tale processo dovrà essere opportunamente documentato mediante appositi certificati che dovranno essere resi dall’impianto all’impresa stessa (verifica ex post).

Elementi di verifica ex post

Dovrà essere consegnato da parte dell’impresa appaltatrice una relazione finale con l’indicazione dei rifiuti prodotti, da cui emerga la destinazione ad una operazione “R”.

2.2.1.5 Prevenzione e riduzione dell'inquinamento

Requisito

Tale aspetto coinvolge:

- **I materiali in ingresso** > non potranno essere utilizzati componenti, prodotti e materiali contenenti sostanze inquinanti di cui al “Authorization List” presente nel regolamento REACH. A tal proposito dovranno essere fornite le Schede tecniche dei materiali e delle sostanze impiegate.
- **La gestione ambientale del cantiere** > Per la gestione ambientale del cantiere si dovrà redigere specifico Piano ambientale di cantierizzazione (PAC), ove previsto dalle normative regionali o nazionali.





Questo requisito è assolto automaticamente dal rispetto dei Criteri ambientali minimi DM 23 giugno 2022 n. 256, GURI n. 183 del 6 agosto 2022 relativi a:

1. Prestazioni ambientali del cantiere (2.6.1)
2. Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione (2.5)

Elementi di verifica generali & ex ante

Per quanto riguarda il C.A.M. di cui all'art. 2.6.1 Prestazioni ambientali del cantiere e 2.5 si rimanda alla relazione di verifica CAM per una trattazione completa. Si segnala quanto segue:

1. I materiali scelti dall'appaltatore dovranno riportare le Schede tecniche con inclusione delle sostanze impiegate, che non dovranno ricadere nella REACH List e dovranno rispettare il criterio CAM in materia di sostanze pericolose. Le limitazioni dei materiali pericolosi che si prevede di utilizzare in cantiere (Art. 57, Regolamento CE 1907/2006, REACH) e relative prove di verifica sono esplicitate all'interno della relazione CAM.
2. In conformità con quanto richiesto dal Criterio, e della normativa nazionale CAM Prestazioni ambientali del cantiere (2.6.1) è stato redatto uno schema del PAC Piano Ambientale di Cantierizzazione allegato alla Relazione CAM. Tale piano, che dovrà essere implementato e aggiornato dall'appaltatore con le misure ritenute più opportune e dovrà essere applicato da appaltatore ed eventuali subappaltatori.
3. Le specifiche tecniche dei prodotti da costruzione (CAM 2.5) sono rispettate. Tali prescrizioni sono inserite nel CSA PARTE TECNICA e sono inserite all'interno del CME.

Elementi di verifica ex post

4. Presentazione delle schede tecniche dei materiali e sostanze impiegate;

Dare evidenza dell'applicazione del PAC

2.2.1.6 Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi

Requisito

Al fine di garantire la protezione della biodiversità e delle aree di pregio, gli edifici non potranno essere costruiti all'interno di:

- Terreni coltivati e seminativi con un livello da moderato ad elevato di fertilità del suolo e biodiversità sotterranea, destinabili alla produzione di alimenti mangimi, come indicato nell'indagine LUCAS dell'UE e nella Direttiva (UE) 2015/1513 (ILUC) del Parlamento europeo e del Consiglio;





- terreni che corrispondono alla definizione di foresta stabilita dalla legislazione nazionale utilizzata nell'inventario nazionale dei gas a effetto serra o, se non disponibile, alla definizione di foresta della FAO.
- terreni che costituiscono l'habitat di specie (flora e fauna) in pericolo elencate nella lista rossa europea²³ o nella lista rossa dell'IUCN²⁴

Pertanto, fermo restando i divieti sopra elencati, per gli impianti situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse (compresi la rete Natura 2000 di aree protette, i siti del patrimonio mondiale dell'UNESCO e le principali aree di biodiversità, nonché altre aree protette) deve essere condotta un'opportuna valutazione che preveda tutte le necessarie misure di mitigazione nonché la valutazione di conformità rispetto ai regolamenti delle aree protette, etc.

Inoltre:

- il legno per la costruzione di strutture, rivestimenti e finiture, dovrà essere certificato FSC/PEFC (o equivalenti) per una quota di minima di materiale vergine pari a 80%.
- Gli altri prodotti in legno devono essere realizzati con legno riciclato/riutilizzato come descritto nella Scheda tecnica del materiale, come da DM 23 giugno 2022 n. 256, GURI n. 183 del 6 agosto 2022, relativo ai prodotti legnosi (2.5.6).

Elementi di verifica ex ante

Il nuovo edificio non è localizzato all'interno di:

- Aree coltivate seminate: Il nuovo Istituto DI Fornovo San Giovanni è sito in situato in via Caravaggio, in Provincia di Bergamo. Il lotto non è attualmente occupato da costruzioni preesistenti. **L'intervento non ricade dunque all'interno di terreni coltivati e seminativi con un livello da moderato ad elevato di fertilità ma all'interno di un'area dedicata già ad istruzione nel PRG comunale.**

2.3 // Stima del carbon footprint

Affinché il settore delle costruzioni dia il proprio contributo alla decarbonizzazione, è necessario un approccio basato sulle prestazioni per la progettazione di impianti e sistemi di trasporto a ridotta impronta di carbonio, che consente di valutare l'efficienza delle risorse e gli impatti ambientali correlati, durante tutto il ciclo di vita degli edifici. Questo approccio è reso possibile dalla digitalizzazione che potrebbe aiutare a superare molte delle barriere al miglioramento dell'uso dei materiali grazie all'utilizzo coordinato di dati e informazioni lungo la filiera.

Un uso più avanzato del BIM è un elemento centrale dello scenario circolare e a bassa impronta di carbonio. Il BIM è un utile strumento che consente di: minimizzare i rifiuti di materiali da lavorazione, gestendo





strettamente il flusso di materiali; creare piattaforme condivise o scambi per il flusso di componenti a fine vita per il riutilizzo e di materiali per il riciclaggio; rendere possibile l'applicazione di tecniche di costruzione avanzate che sono necessarie per ridurre la sovra specifica (es. stampanti 3D, prefabbricazione); e servire come repository per le informazioni richieste per gli edifici come "banche materiali". Inoltre, le normative dovrebbero favorire l'armonizzazione tra progettazione strutturale e progettazione della sostenibilità degli edifici, consentendo una più agevole integrazione dei criteri strutturali e di sostenibilità nel processo di progettazione, e affrontando i requisiti di base per le opere di costruzione del regolamento sui prodotti da costruzione (CPR).

FASE DI CANTIERE

Gli impatti negativi relativi ad un aumento delle emissioni di gas climalteranti sono riferibili alla fase di costruzione dell'opera. In fase di cantiere la dimensione dell'impatto non eccederà un qualunque cantiere urbano di media dimensione e quindi gli impatti ambientali ad esso legati saranno a breve termine reversibili ed in parte mitigabili. Gli effetti attesi sono le emissioni temporanee di gas di scarico dei mezzi operanti nel cantiere, produzioni di polveri relative agli scavi per la realizzazione del progetto. Ad essi si aggiunga un aumento dei gas di scarico degli automezzi della circolazione urbana deviati concentrati su determinate strade.

FASE DI ESERCIZIO

Gli impatti negativi in fase di cantiere saranno compensati dall'assenza di emissioni da parte dei veicoli previsti a trazione completamente elettrica; nonché dagli effetti positivi dovuti all'attesa diminuzione delle emissioni di gas climalteranti legati al decremento dei trasporti di prossimità lungo il tracciato, realizzati ad oggi con autoveicoli privati e con mezzi TPL maggiormente impattanti. La flessibilità del servizio di trasporto offerto, infatti, data dalle ravvicinate e numerose fermate disposte sul tracciato, dalla frequenza di esecuzione delle corse e dalle caratteristiche dei veicoli circolanti, adattabili a qualsiasi tipo di percorso, consentirà di sostituire la mobilità privata, tradizionale ad alte emissioni, oggi utilizzata per gli spostamenti lungo la tratta, con una mobilità sostenibile e pubblica a basse emissioni. Oltre ad una diminuzione delle emissioni dirette sopra menzionate, è da riportare in bilancio una riduzione delle emissioni indirette: un calo della mobilità privata consentirà di ridurre le alte emissioni di gas serra indirette dovute alla produzione di combustibili fossili, non controbilanciate integralmente dalle basse emissioni di gas serra legate alla produzione di energia elettrica per la ricarica delle batterie dei filopodati elettrici di cui un'aliquota proviene da fonti rinnovabili.

2.4 // Stima della valutazione del ciclo di vita dell'opera in ottica di economia circolare

In fase di progettazione, molti sono i fattori considerati nella scelta dei materiali da costruzione, fra questi il costo, il contesto, la qualità e la durabilità. Per una progettazione evoluta e sensibile, occorre valutare anche l'estensione del ciclo di vita, la riduzione dei rifiuti, il riutilizzo e riciclaggio, in quanto strategie di efficienza a





lungo termine, in grado di ottimizzare l'utilizzo dei materiali. L'utilizzo di strumenti LCA in fase di progettazione definitiva, combinati coi modelli di analisi energetica, può consentire una migliore comprensione di come la scelta dei materiali influenzi nel contempo la componente relativa ai consumi di energia. Uno studio di Material Economics, supportato da NGOs e istituti di ricerca europei, traccia uno scenario ipotetico di lungo periodo (2050) del contributo alla riduzione delle emissioni di CO2 dei materiali che può essere associato a criteri di economia circolare. Sebbene le LCA e le EPD comparative siano diventate più facilmente disponibili per una serie di prodotti per interni, rimane difficile valutare assemblaggi complessi e di lunga durata. Inoltre, per molte condizioni e sistemi architettonici, un progetto può prendere in considerazione una gamma di materiali che svolgono funzioni simili ma differiscono per durata, vita utile prevista, problemi di manutenzione e opzioni di fine vita, come il recupero e il riciclaggio dei materiali. Le categorie di popolazione interessate dagli impatti e dai benefici dell'opera in relazione al contesto di realizzazione e di esercizio riguardano tutti i soggetti ed in particolare quelli maggiormente fragili: bambini, anziani, individui affetti da patologie varie e meno fragili. Le attività economiche presenti nell'area sono concentrate negli spazi a destinazione industriale presenti nell'area del polo fieristico (capolinea della tratta in progetto).

2.5 // Analisi del consumo complessivo di energia e qualità dell'aria

Le attività tecniche e realizzative proposte mirano a conseguire una serie di importanti obiettivi. Primo fra tutti realizzare un nuovo edificio che prenda il posto dell'ex istituto scolastico obsoleto e inadeguato alle nuove mutate esigenze, nonché insufficiente dal punto di vista delle nuove normative in materia di contenimento energetico e di sicurezza sismica.

Per la progettazione dell'edificio scolastico verranno utilizzate:

- Tecnologie e metodi costruttivi industrializzati e non tradizionali, che permettano di comprimere i tempi di realizzazione.
- L'utilizzo di materiali innovativi
- Massimo utilizzo possibile della luce naturale
- Adozione di strategie passive per un'alta performance energetica
- Massimo auto approvvigionamento da fonti energetiche rinnovabili
- Adozione di strategie passive di controllo della temperatura e della qualità dell'aria
- Scelta di materiali con facilità di manutenzione
- Utilizzo di dispositivi di controllo digitali da remoto del sistema degli impianti.

La realizzazione del nuovo edificio, grazie all'utilizzo di fonti rinnovabili come l'inserimento di pannelli solari, consentirà un alto livello di raggiungimento di efficienza energetica, incidendo il meno possibile sull'ambiente e consolidando così il ruolo di esempio di sostenibilità nell'ambito dell'edilizia scolastica.





2.6 // Individuazione delle misure di tutela del lavoro dignitoso

Il lavoro dignitoso non è solo un obiettivo, ma anche un motore per lo sviluppo sostenibile. Infatti, più persone con un lavoro dignitoso portano ad una crescita economica più inclusiva innescando un ciclo virtuoso che l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile indica come obiettivo sostanziale per creare vantaggio non solo per i singoli lavoratori e per le loro famiglie ma per tutta l'economia locale. Il potere di acquisto alimenta la crescita e lo sviluppo di imprese sostenibili, in particolare delle piccole imprese, che a loro volta sono in grado di assumere più lavoratori, migliorandone la retribuzione e le condizioni. Il lavoro dignitoso inoltre aumenta il gettito fiscale, che sono quindi in grado di finanziare politiche sociali per proteggere coloro che non riescono a trovare un lavoro o sono inabili al lavoro. La promozione dell'occupazione e delle imprese, la garanzia dei diritti sul lavoro, l'ampliamento della protezione sociale e lo sviluppo del dialogo sociale costituiscono i quattro pilastri dell'Agenda del lavoro dignitoso, assumendo la questione di genere quale tema trasversale. Il lavoro dignitoso per tutti riduce le disuguaglianze e accresce le capacità di resistenza. Le politiche sviluppate attraverso il dialogo sociale sostengono le comunità nel far fronte all'impatto dei cambiamenti climatici, agevolando la transizione verso un'economia più sostenibile. Non da ultimo, la dignità, la speranza e il senso di giustizia sociale che scaturiscono dalla possibilità di avere un lavoro dignitoso promuovono la costruzione e il mantenimento della pace sociale. Per quanto all'intervento in esame, le tematiche specifiche comprendono, in ossequio del resto alla normativa cogente applicabile, almeno i seguenti aspetti:

- esclusione del lavoro sommerso;
- promozione della sicurezza sul lavoro;
- qualificazione tecnico-economica delle offerte;
- accessibilità "protetta" alla partecipazione anche delle piccole imprese, quali subappaltatori, con esclusione di filiere di subappalto e controlli sui contratti di subappalto.

Si ritiene che l'apparato normativo che governa gli appalti pubblici sia strutturato in modo più che adeguato alla tutela del lavoro dignitoso e per poter effettuare, da parte della Stazione Appaltante, tutti gli opportuni controlli sul punto.

2.7 // Analisi di resilienza

L'origine del termine resilienza è riferita alla metallurgia, dove è definita come proprietà dei materiali di resistere alle sollecitazioni meccaniche senza spezzarsi, ed è rappresentata dal rapporto tra il lavoro necessario per rompere una barretta di un materiale e la sezione della barretta stessa. Etimologicamente "resilienza" viene fatta derivare dal latino "resilire", che connotava anche il gesto di risalire sull'imbarcazione capovolta dalla forza del mare, e, per estensione, la capacità di andare avanti senza arrendersi, nonostante le difficoltà. La scelta, ora, di adoperare resilienza come elemento della titolazione di una delicata strategia politico-economica nel contesto delle trattative europee nell'era post-Covid (vedi PNRR: Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) apre alla necessità di aggiungere ai settori tradizionalmente interessati della





metallurgia, della psicologia e dell'ecologia anche quello della politica economica, determinando nuove sfumature di significato. Per esempio guardando alle linee guida redatte dal governo nell'ambito del PNRR che restano comunque applicabili, il ricorso al concetto di resilienza sembra raggiungibile attraverso la transizione verde e digitale, il miglioramento dell'efficienza energetica e la messa in sicurezza degli edifici pubblici e privati, il miglioramento delle infrastrutture per la mobilità sostenibile, la promozione di un'economia circolare, il rafforzamento del sistema sanitario, il sostegno al reddito dei lavoratori, ecc., il tutto per costruire un modello economico più sostenibile e meglio preparato a gestire crisi climatiche, economiche o sanitarie. Si ritiene, pur a livello qualitativo, di poter asserire che le opere previste possano essere adeguate a questo obiettivo.

2.8 // Conclusioni

Si conclude che il progetto raggiunge l'obiettivo di non arrecare danno significativo.





ALLEGATO 1

REPORT DI ANALISI DELLA VULNERABILITÀ E CAMBIAMENTO CLIMATICO

La presente relazione di analisi della vulnerabilità climatica è afferente alla progettazione esecutiva della scuola in oggetto, alla quale sono state incorporate le soluzioni di adattamento del rischio climatico futuro, esito della presente analisi climatica.

La relazione di valutazione del rischio viene sviluppata sulla base di asset primari di progetto, che potrebbero subire evoluzioni nelle successive fasi, ma gli esiti della presente potranno essere ritenuti validi al netto dell'introduzione di nuovi asset.

1.1 // OGGETTO DELL'ANALISI

L'analisi ha per oggetto la valutazione del rischio climatico.

Gli interventi previsti sono:

- Struttura in X-Lam per ridurre l'energia grigia associata all'edificio
- Creazione di un volume sinuoso dotato di spazi sociali e di relazione, oltre che da spazi didattici dimensionati come da richieste normative DM 18 dicembre 1975 (24 aule didattiche, laboratori, mensa e palestra) e in grado di garantire spazi efficienti e moderni dedicati alla didattica
- Adozione di un layout a "scuola senza pareti" per una didattica innovativa e inclusiva
- Impiego di materiali sostenibili, soluzioni impiantistiche innovative ed energie rinnovabili per garantire un'altissima efficienza energetica e il risparmio di risorse.
- Aree pertinenziali attrezzate a giardino e a parcheggio per auto e biciclette.

Il progetto è concepito per entrare in osmosi con il contesto ambientale e urbano e creare un parco per la comunità, costituito da più settori.

Tra gli intenti di progetto ci sono:

- Ammodernamento dell'area destinata a servizi per la comunità
- incremento di dotazioni territoriali in quanto pone attenzione alla qualità, flessibilità, fruibilità in termini di accessibilità universale ai servizi previsti;





- incremento di dotazioni per la promozione sociale, proponendo un sistema integrato che comprenda progetti di innovazione e sperimentazione sul tema dell'istruzione;

L'area verrà trasformata per ottenere un edificio sicuro ed efficiente ad uso elementare e media, fortemente connesso col suo contesto in cui verranno realizzati spazi aperti e aree a parcheggio sia per auto che per biciclette.

Il suddetto intervento è caratterizzato da una lunga durata e può essere esposto per molti anni a un clima in evoluzione, con eventi meteorologici e impatti climatici sempre più avversi e frequenti, con necessità di valutazioni su scenari futuri tra i 20 e i 50 anni.

Sotto la supervisione e il controllo delle autorità pubbliche interessate, la valutazione della vulnerabilità e dei rischi climatici contribuisce a individuare i rischi climatici significativi e quindi ad individuare, valutare e attuare misure di adattamento mirate. Si contribuirà così a ridurre il rischio residuo ad un livello accettabile.

Gli impatti dei cambiamenti climatici sono già evidenti in molte aree geografiche del mondo. In particolare, la regione del Mediterraneo è considerata come un'area hot spot, ovvero come un'area particolarmente sensibile ai cambiamenti climatici. Gli impatti determinati da tali cambiamenti coinvolgono la salute dell'uomo e importanti settori socio-economici e produttivi, quali energia, trasporti, agricoltura e turismo, nonché risorse ambientali naturali, quali aree montuose e foreste, ecosistemi e biodiversità, risorse idriche, aree costiere e marine. Sono inoltre tangibili le ripercussioni sull'edilizia e i sistemi antropici, con ricadute importanti di tipo sociale. Dunque il cambiamento climatico è origine di importanti rischi, in corso di amplificazione, per sistemi naturali e antropici. La possibilità di improvvisi e irreversibili cambiamenti del clima potrebbero ulteriormente aumentare con il crescere del riscaldamento globale.

Adattamento e mitigazione sono quindi strategie complementari per ridurre e gestire i rischi del cambiamento climatico. Sostanziali riduzioni nelle emissioni nelle prossime decadi possono ridurre il rischio climatico nel XXI secolo e oltre, aumentare la probabilità di un efficace adattamento, ridurre i costi e le sfide della mitigazione nel lungo termine e contribuire ad uno sviluppo sostenibile e resiliente ai cambiamenti del clima.

Al fine di ottenere misure per l'adattamento climatico mirate, la resa a prova di clima è un processo che integra misure di mitigazione dei cambiamenti climatici e di adattamento ad essi nello sviluppo di progetti infrastrutturali, consentendo di prendere decisioni informate su progetti ritenuti compatibili con l'accordo di Parigi. Il processo è suddiviso in due pilastri (mitigazione, adattamento) e due fasi (screening, analisi dettagliata). L'analisi dettagliata dipende dall'esito della fase di screening.

Le misure di adattamento per i progetti infrastrutturali sono impiegate sulla necessità di garantire un adeguato livello di resilienza agli impatti dei cambiamenti climatici, tra cui eventi di crisi quali inondazioni più intense, nubifragi, siccità, ondate di calore, incendi boschivi, tempeste, frane e uragani, nonché eventi cronici quali l'innalzamento previsto del livello del mare e le variazioni delle precipitazioni medie, dell'umidità del suolo e dell'umidità dell'aria.





Al fine di ottemperare a quanto specificato dagli articoli 10 e 11 del Regolamento UE 852/2020, in termini di contributo alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici, e garantire al fine di perseguire gli obiettivi ambientali (art. 9 852/2020 UE), si è proceduto all'analisi dei fattori potenzialmente connessi alla tematica in oggetto.

Si riporta di seguito la metodologia:

“Per identificare i rischi climatici fisici rilevanti per l'investimento, si dovrà eseguire una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità con la quale identificare i rischi tra quelli elencati nella tabella nella Sezione II dell'Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento e del Consiglio fissando i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale”.



APPENDICE A - CLASSIFICAZIONE DEI PERICOLI LEGATI AL CLIMA⁶⁶⁹

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelo del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

fig. 2 - Classificazione dei pericoli legati al clima – Appendice A

Ricostruzione del clima del passato, che si riferisce generalmente agli ultimi decenni, come fonte primaria di informazioni sul clima e le sue variazioni, per valutare eventuali segnali climatici siano già riconoscibili sul territorio. Queste informazioni sono fornite dall'analisi di serie temporali di osservazioni meteorologiche rappresentative delle località in esame e dall'applicazione di modelli statistici per il riconoscimento e la stima delle tendenze.





Particolarmente rilevante è l'analisi degli estremi climatici, che possono causare impatti consistenti sull'ambiente.

- Valutazione dei cambiamenti climatici futuri sulla base delle proiezioni di modelli climatici. I modelli di circolazione generale atmosfera-oceano (AOGCM) e RCM (Regional Climate Models), basati su leggi fisiche ben definite, sono in grado di riprodurre le caratteristiche medie del clima passato e recente, e costituiscono lo strumento principale per valutare l'evoluzione del clima futuro.

Tabella 3 - Modelli RCM selezionati dal programma Med-CORDEX, per l'analisi del clima futuro in Italia²⁸

Acronimo	Istituto	RCM	GCM
ALADIN	Centre National de Recherches Météorologiques	CNRM-ALADIN5.2	CNRM-CM5
GUF	Goethe University Frankfurt	GUF-CCLM4-8-18	MPI-ESM-LR
CMCC	Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici	CMCC-CCLM4-8-19	CMCC-CM
LMD	Laboratoire de Météorologie Dynamique	LMD-LMDZ4-NEMOMED8	IPSL-CM5A-MR

Analisi dell'attività in relazione agli hazard legati al clima dall'elenco nella sezione II della citata appendice possono influenzare il rendimento dell'attività economica durante la sua vita prevista;

- Svolgimento di una verifica del rischio climatico e della vulnerabilità per valutare la rilevanza dei rischi fisici legati al clima sull'attività economica (sezione II dell'Appendice A sopra);
- Valutazione delle soluzioni di adattamento che possono ridurre il rischio fisico identificato legato al clima.

La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità deve essere proporzionata alla scala dell'attività e alla sua durata prevista, in modo tale che:

- (a) per le attività con una durata di vita prevista inferiore ai 10 anni, la valutazione sarà eseguita, almeno utilizzando proiezioni climatiche alla scala più piccola appropriata;
- (b) per tutte le altre attività, la valutazione viene eseguita utilizzando la più alta risoluzione disponibile, proiezioni climatiche allo stato dell'arte attraverso la gamma esistente di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell'attività, inclusi, almeno, scenari di proiezioni climatiche da 50 a 60 anni per gli investimenti principali. Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto dello stato dell'arte della scienza per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con i più recenti rapporti del Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici, con le pubblicazioni scientifiche peer-reviewed e con modelli open source o a pagamento. Per le attività esistenti e le nuove attività che utilizzano beni fisici esistenti, dovranno essere implementate soluzioni fisiche e non fisiche (soluzioni di adattamento), per un periodo di tempo fino a





cinque anni, capaci di ridurre i più importanti rischi fisici climatici identificati che sono materiali per quell'attività.

Soluzioni di adattamento per l'implementazione di tali soluzioni dovranno essere elaborate di conseguenza, uniformando il dimensionamento minimo delle scelte progettuali all'evento più sfavorevole potenzialmente ripercorribile adottando criteri e modalità definite dal quadro normativo vigente al momento della progettazione dell'intervento, in sua assenza, operando secondo un criterio di Multi Pericoli climatici Risk Assessment, che tenga conto dei seguenti parametri ambientali specifici dell'intervento.

Le soluzioni adattative identificate secondo le modalità in precedenza descritte, dovranno essere integrate in fase di progettazione ed implementate in fase realizzativa dell'investimento. Queste non dovranno influenzare negativamente gli sforzi di adattamento o il livello di resilienza ai rischi fisici del clima di altre persone, della natura, del patrimonio culturale, dei beni e di altre attività economiche.

Le soluzioni adattative dovranno essere coerenti con le strategie e i piani di adattamento locali, settoriali, regionali o nazionali.”

GLOSSARIO

Di seguito si riportano le principali definizioni e Acronimi usati nella presente relazione, alcuni dei quali ripresi dai rapporti di valutazione del IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change, principale organismo internazionale per la valutazione dei cambiamenti climatici. Istituito nel 1988 dalla World Meteorological Organization (WMO) e dallo United Nations Environment Programme (UNEP) allo scopo di fornire al mondo una visione chiara e scientificamente fondata dello stato attuale delle conoscenze sui cambiamenti climatici e sui loro potenziali impatti ambientali e socioeconomici.

- **Sensibilità:** è il grado con cui un sistema o una specie è influenzato, negativamente o positivamente, dalla variabilità e dal cambiamento del clima. L'effetto può essere diretto (ad es. un cambiamento nella resa delle colture in risposta ad una variazione della temperatura) o indiretti (ad es. i danni causati da un aumento della frequenza di inondazioni costiere a causa dell'innalzamento del livello del mare) (IPCC 2014).
- **Capacità di Adattamento:** Capacità di adattamento (agli impatti dei cambiamenti climatici) è la capacità dei sistemi, delle istituzioni, degli esseri umani e degli altri organismi di adattarsi a potenziali danni, per sfruttare le opportunità, o per rispondere alle conseguenze (IPCC 2014).
- **Vulnerabilità:** la propensione o la predisposizione degli elementi esposti a essere influenzati negativamente. Il termine comprende una varietà di concetti ed elementi, tra cui la sensibilità o suscettibilità al danno e la mancanza di capacità di far fronte e di adattarsi (IPCC 2014).
- **Esposizione:** è la presenza di persone, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi, risorse, infrastrutture, funzioni economiche, sociali, beni culturali in luoghi che potrebbero essere influenzati negativamente (IPCC 2014).
- **Rischio:** Le potenziali conseguenze laddove sia in gioco qualcosa di valore per l'uomo (inclusi gli stessi esseri umani) e laddove l'esito sia incerto. Il rischio è spesso rappresentato come la probabilità del verificarsi di eventi o trend pericolosi, moltiplicata per le conseguenze che si avrebbero se questi eventi si verificassero. Il rapporto WGII AR5 dell'IPCC valuta i rischi correlati al clima.
- **Mitigazione:** insieme di strategie finalizzate alla riduzione di uno o più rischi intervenendo sulle cause.
- **Adattamento:** l'abilità dei sistemi, delle istituzioni, degli esseri umani e di altri organismi di adeguarsi al potenziale danno, trarre vantaggio dalle opportunità, o di rispondere alle conseguenze (i.e. conoscenza per introdurre nuovi metodi agricoli). Questa seconda tipologia di capacità è stata già definita ed utilizzata nell'ambito del framework IPCC del 2007 ed è quindi quella più ampiamente utilizzata fino ad oggi.
- **TN** - Numero di giorni con temperatura minima giornaliera maggiore di 20°C. L'indicatore viene valutato su base stagionale o annuale. (gg)
- **CDD** - Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno (giorni/anno). L'indicatore viene valutato su base stagionale o annuale. (gg)
- **Copernicus** - software di valutazione gestito dalla Commissione europea per la valutazione e il tracciamento dei cambiamenti climatici

Scenari RCP (Representative Concentration Pathways)	Scenario RCP8.5 - “Business-as-usual”, o “Nessuna mitigazione”. Corrispondente ad una forzante radiativa di 2.6 W/m² nel 2100. comunemente associato all'espressione - crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Tale
Percorsi Rappresentativi di Concentrazione concepiti dall'IPCC nel Quinto Rapporto di Valutazione (AR5)	scenario assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO₂ triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm).
	Scenario RCP6 - le emissioni di anidride carbonica raggiungono un picco intorno al 2080 per diminuire gradualmente (escluso dall'analisi)
	Scenario RCP4.5. “Mitigazione intermedia”. Corrispondente ad una forzante radiativa di 4.5 W/m² nel 2100 Il forzante radiativo è definito come la differenza tra l'energia immessa dalla radiazione solare nell'atmosfera e l'energia irradiata dalla Terra verso l'esterno. Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni di anidride carbonica raggiungano un picco intorno al 2045 e tendano a diminuire entro il 2100, inoltre prevede: una diminuzione delle emissioni di CO₂ entro il 2045 circa per raggiungere circa la metà dei livelli del 2050 entro il 2100; che le emissioni di CH₄ cessino di aumentare entro il 2050 e diminuiscano leggermente fino a circa il 75% dei livelli del 2040
	Scenario RCP2.6 - “Mitigazione aggressiva”. corrispondente ad una forzante radiativa di 2.6 W/m² nel 2100 emissioni dimezzate entro il 2050. Questo scenario assume strategie di mitigazione ‘aggressive’ per cui le emissioni di gas serra si avvicinano allo zero più o meno in 60 anni a partire da oggi. Secondo questo scenario è improbabile che si superino i 2°C di aumento della temperatura media globale rispetto ai livelli preindustriali.

- La **sesta relazione di valutazione dell'IPCC** utilizzerà proiezioni climatiche più aggiornate (basate su CMIP6) rispetto alla quinta relazione di valutazione (CMIP5) nonché una nuova serie di RCP. Una volta disponibile, sarà importante integrare la serie più recente di proiezioni climatiche nel processo di resa a prova di clima. Ad esempio, in CMIP6 è stato aggiunto un nuovo scenario (SSP3-7.0) che si colloca a metà della gamma di risultati di riferimento prodotti dai modelli di sistemi energetici e che potrebbe eventualmente sostituire l'RCP 8.5 ai fini della resa a prova di clima.

Al fine di descrivere la variabilità degli estremi climatici, sono stati definiti alcuni indici dall'Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) qui riportati per i principali parametri analizzati:

Temperatura

Tabella 1 - Indici estremi di temperatura selezionati dall'insieme degli indici ETCCDI ed ET SCI ();
TN = temperatura minima, TX = temperatura massima*

Indice	Definizione	Unità
FD0 (giorni con gelo)	Numero di giorni l'anno in cui $TN < 0^{\circ}\text{C}$	giorni
TR20 (notti tropicali)	Numero di giorni l'anno in cui $TN > 20^{\circ}\text{C}$	giorni
TXx (massimo di Tmax)	Valore massimo delle temperature massime giornaliere	$^{\circ}\text{C}$
TNx (massimo di Tmin)	Valore massimo delle temperature minime giornaliere	$^{\circ}\text{C}$
TXn (minimo di Tmax)	Valore minimo delle temperature massime giornaliere	$^{\circ}\text{C}$
TNn (minimo di Tmin)	Valore minimo delle temperature minime giornaliere	$^{\circ}\text{C}$
TN10P (notti fredde)	Percentuale di giorni l'anno in cui $TN < 10^{\text{o}}$ percentile del periodo climatologico di riferimento	%
TN90P (notti calde)	Percentuale di giorni l'anno in cui $TN > 90^{\text{o}}$ percentile del periodo climatologico di riferimento	%
TX10P (giorni freddi)	Percentuale di giorni l'anno in cui $TX < 10^{\text{o}}$ percentile del periodo climatologico di riferimento	%
TX90P (giorni caldi)	Percentuale di giorni l'anno in cui $TX > 90^{\text{o}}$ percentile del periodo climatologico di riferimento	%
SU25 (giorni estivi)	Numero di giorni l'anno in cui $TX > 25^{\circ}\text{C}$	giorni
SU30* (giorni molto caldi)	Numero di giorni l'anno in cui $TX \geq 30^{\circ}\text{C}$	giorni
WSDI (Onde di calore)	Numero di giorni l'anno in cui $TX > 90^{\text{o}}$ percentile del periodo climatologico di riferimento per almeno 6 giorni consecutivi	giorni

Precipitazione

Tabella 2 - Indici estremi di precipitazione selezionati dall'insieme degli indici ETCCDI

Indice	Definizione	Unità
RX1day (precipitazione massima giornaliera)	Valore massimo di precipitazione giornaliera	mm
R95p (giorni molto piovosi)	Totale annuale delle precipitazioni > 95° percentile del periodo climatologico di riferimento	mm
R99p (giorni estremamente piovosi)	Totale annuale delle precipitazioni > 99° percentile del periodo climatologico di riferimento	mm
SDII (intensità di precipitazione giornaliera)	Totale annuale di precipitazione diviso per il numero di giorni piovosi nell'anno (definiti come giorni con precipitazione ≥ 1.0 mm)	mm/giorno
CWD (giorni piovosi consecutivi)	Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera ≥ 1 mm	
CDD (giorni secchi consecutivi)	Numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera < 1 mm	mm
R10 (giorni con precipitazione intensa)	Numero di giorni l'anno con precipitazione ≥ 10 mm	giorni
R20 (giorni con precipitazione molto intensa)	Numero di giorni l'anno con precipitazione ≥ 20 mm	giorni
PRCPTOT (precipitazione cumulata annuale)	Totale annuale di precipitazione nei giorni piovosi (con precipitazione ≥ 1 mm)	mm

2 // METODOLOGIA E STRUTTURA DI VALUTAZIONE

Il primo step della metodologia di valutazione dell'adattamento ai cambiamenti climatici è costituito dall'analisi delle variazioni climatiche passate e in corso, associata all'analisi di lunghe serie delle principali variabili climatiche disponibili dalle reti osservative di monitoraggio. Queste vengono analizzate per il contesto di progetto, ossia il progetto proposto e i suoi obiettivi, comprese tutte le attività accessorie necessarie per sostenerne lo sviluppo e il funzionamento. L'impatto dei cambiamenti climatici su qualsiasi attività o componente del progetto può comprometterne il successo, dunque risulta essenziale comprendere l'importanza e la funzionalità generali del progetto stesso e del suo ruolo nel contesto/sistema globale, valutando l'importanza dell'infrastruttura in questione.

La valutazione è stata svolta mettendo a punto la metodologia dettata dalla Scheda 1 della Guida Operativa:

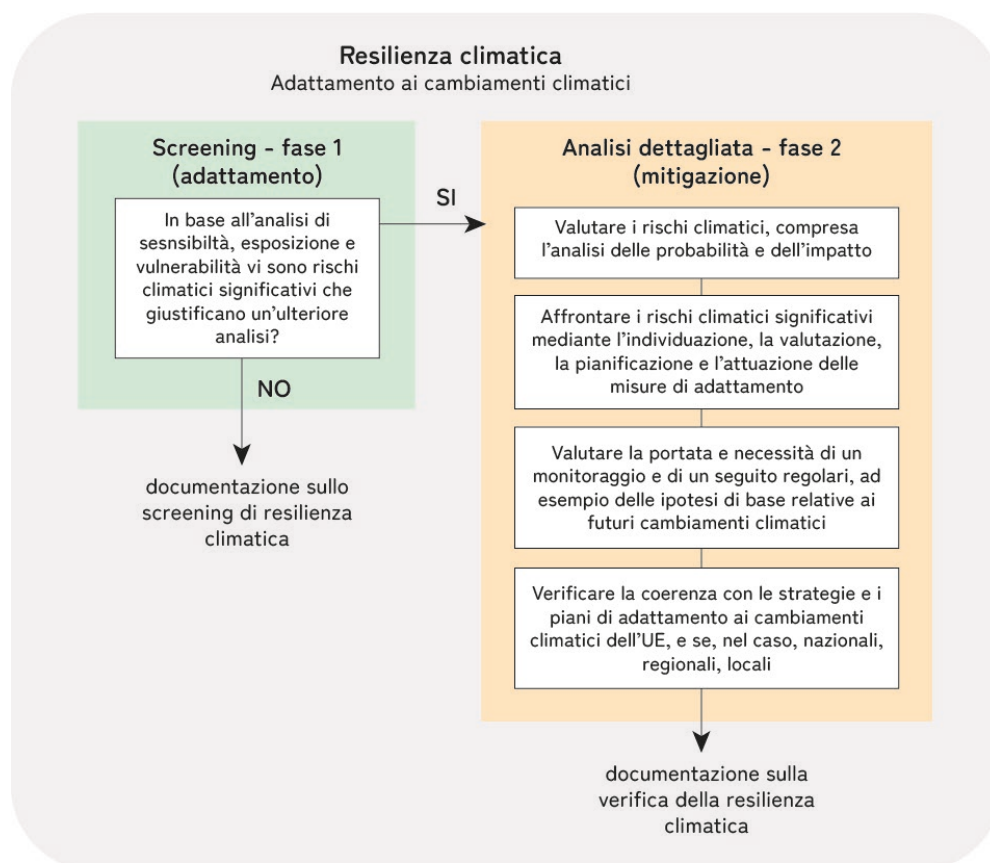


fig. 3 – Roadmap di valutazione della resilienza climatica - Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 (2021/C 373/01)

A seguito dell'analisi del contesto come da roadmap di valutazione sono state svolte le seguenti valutazioni:

Fase 1 di Screening:

L'analisi della vulnerabilità di un progetto ai cambiamenti climatici è una tappa importante nell'individuazione delle giuste misure di adattamento da adottare. L'analisi è suddivisa in fasi sintetiche come segue:

1. A scala urbana e di intervento, è stata svolta un'analisi dei dati storici osservati e le proiezioni climatiche al fine di svolgere una valutazione dei principali pericoli climatici

2. Analisi della Vulnerabilità al clima attuale e futuro, sviluppata in funzione dei fattori Sensibilità, Capacità di Adattamento dell'edificio. Tale valutazione ha preso in considerazione il clima attuale e le proiezioni climatiche di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell'attività.
3. Analisi dell'esposizione degli Asset individuati ai pericoli climatici

Analisi dettagliata – Fase 2 per la mitigazione delle vulnerabilità emerse:

1. Individuazione e valutazione dei rischi
2. Misure di adattamento previste in funzione dei rischi emersi, coerentemente con gli orientamenti normativi, per ridurre il rischio fisico identificato legato al clima attuale e futuro.

3// STRUMENTI PER L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI EUROPEI, NAZIONALI PROVINCIALI

I cambiamenti climatici rappresentano e rappresenteranno in futuro una delle sfide più rilevanti su scala globale.

Gli ultimi rapporti dell'Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (IPCC, 2014; 2018) hanno confermato l'esistenza del fenomeno del riscaldamento globale, che si sta verificando già su scala multi-decennale. La temperatura media globale attuale è di circa 1°C superiore rispetto ai livelli dell'era preindustriale e ciò sta già determinando importanti effetti, tra i quali l'aumento di fenomeni meteorologici estremi (ondate di calore, siccità, forti piogge), l'innalzamento del livello del mare, la diminuzione del ghiaccio Artico, l'incremento di incendi boschivi, la perdita di biodiversità, il calo di produttività delle coltivazioni.

La regione Mediterranea è considerata uno degli "hot - spot" del cambiamento climatico, con un riscaldamento che supera del 20% l'incremento medio globale e una riduzione delle precipitazioni in contrasto con l'aumento generale del ciclo idrologico nelle zone temperate comprese tra i 30° N e 46° N di latitudine.

L'Accordo di Parigi del 12 dicembre 2015, tra gli Stati membri della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), ha l'obiettivo di rafforzare la risposta mondiale alla minaccia posta dai cambiamenti climatici, nel contesto dello sviluppo sostenibile e degli sforzi volti a eliminare la povertà. In particolare, lo scopo è quello di mantenere l'aumento della temperatura media mondiale al di sotto di 2 °C rispetto ai livelli preindustriali e proseguendo l'azione volta a limitare tale aumento a 1,5 °C rispetto ai livelli preindustriali, riconoscendo che ciò potrebbe ridurre in modo significativo i rischi e gli effetti dei cambiamenti climatici. Dall'altra si intende

aumentare la capacità di adattamento agli effetti negativi dei cambiamenti climatici e promuovendo la resilienza climatica e lo sviluppo a basse emissioni di gas a effetto serra. In questo ambito le città sono state riconosciute come attori chiave nell'attuazione della stessa politica climatica ed è stata una delle priorità nella realizzazione della Strategia dell'UE di adattamento.

La documentazione di riferimento per la valutazione dell'adattabilità e vulnerabilità ai cambiamenti climatici a livello nazionale è in continua evoluzione. È stato pubblicato un **PNACC (Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici)** aggiornato proprio nel mese di **dicembre 2022, in fase di definizione nell'ambito del procedimento di Valutazione Ambientale Strategica, nell'obiettivo di fornire strumenti per un'apposita struttura di governance nazionale**. Per questo risulta cruciale produrre un documento di indirizzo nazionale, finalizzato a porre le basi per una pianificazione di breve e di lungo termine per l'adattamento ai cambiamenti climatici, attraverso la definizione di specifiche misure volte sia al rafforzamento della capacità di adattamento a livello nazionale e la messa a sistema delle conoscenze, sia allo sviluppo di un contesto organizzativo ottimale, che sono requisiti di base per la definizione di azioni efficaci nel territorio.

La documentazione di riferimento per la valutazione dell'adattabilità e vulnerabilità ai cambiamenti climatici è la seguente, in linea con i provvedimenti presi a scala locale settoriale, regionale, nazionale:

- Regolamento UE 852/2020
- **European Climate Risk Typology / Adaptation Strategy** con la mappatura dei fenomeni per le regioni e città Europee e linee guida progettuali
- **Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici** (SNAC, MATTM 2015)¹ e i relativi documenti tecnico-scientifici di supporto (Castellari et al. 2014a; Castellari et al. 2014b; Castellari et al. 2014c). Deriva dalle strategie a livello Europeo e getta le basi per la definizione di azioni e politiche nazionali di adattamento ai cambiamenti climatici. Individua i principali impatti dei cambiamenti climatici sulle risorse ambientali e su un insieme di settori socio-economici rilevanti a livello nazionale; fornisce una visione strategica nazionale indicando per ciascuno di essi delle prime proposte di azioni di adattamento a tali impatti. Nella SNAC l'obiettivo generale dell'adattamento è declinato in quattro obiettivi specifici che riguardano:
 1. il contenimento della vulnerabilità dei sistemi naturali, sociali ed economici agli impatti dei cambiamenti climatici
 2. l'incremento della capacità di adattamento degli stessi
 3. il miglioramento dello sfruttamento delle eventuali opportunità
 4. il coordinamento delle azioni a diversi livelli

- Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 (2021/C 373/01) Commissione Europea
- **PNACC:** Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici è finalizzato all'attuazione della Strategia Nazionale è finalizzato all'attuazione della Strategia Nazionale attraverso l'aggiornamento e la migliore specificazione dei suoi contenuti ai fini operativi. L'obiettivo principale del Piano è di L'obiettivo principale del PNACC è fornire un quadro di indirizzo nazionale per l'implementazione di azioni finalizzate a ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici, migliorare la capacità di adattamento dei sistemi naturali, sociali ed economici nonché trarre vantaggio dalle eventuali opportunità che si potranno presentare con le nuove condizioni climatiche. Infine il PNACC spiega come istituire un sistema di monitoraggio delle azioni efficace a scala locale, ma propone anche l'istituzione di una cabina di regia per il monitoraggio del Piano stesso. Per l'Italia, lo scenario prospettato dal Report CMCC prevede, tra le maggiori conseguenze del cambiamento climatico:
 - l'incremento delle temperature medie,
 - il decremento delle precipitazioni e della portata dei fiumi,
 - perdita di biodiversità
 - rischio di desertificazione
- LIFE MASTER ADAPT (MAInStreaming Experiences at Regional and local level for ADAPTation to climate change)

Fonti di informazione sul clima consultate per la redazione del documento:

- Piattaforma Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici di Isprambiente
- **Copernicus** servizio relativo ai cambiamenti climatici che offre tra l'altro proiezioni climatiche nell'ambito di Climate Data Store di Copernicus
- **Climate-ADAPT** piattaforma europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici
- Agenzia europea dell'ambiente (**AEA**);
- Centro di distribuzione dei dati dell'IPCC, quinta relazione di valutazione dell'**IPCC AR5**
- Sito NASA per l'innalzamento del livello dei mari
- Sito per individuazione eventi connessi con i Tornado
- Preliminari elaborazioni (mappe tematiche sui tornado)

- **Sito ISPRA ambiente** con valutazioni aree soggette a maremoto a causa del sisma; per l'individuazione delle criticità legate alla siccità e rischio tsunami
- SCIA sistema nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati climatici, realizzato dall'ISPRA
- Centro Mediterraneo per il Cambiamento Climatico CMCC
- Climed RSE
- Weathershift
- Rapporto G20 Climate Risk Atlas Italy
- Arpae

4 // ANALISI DEI DATI STORICI E PROIEZIONI CLIMATICHE

Le proiezioni climatiche future sono state ottenute considerando due diversi scenari IPCC: RCP4.5 e RCP8.5. Gli scenari di previsione RCP vengono elaborati sulla base delle previsioni di concentrazione di CO₂ (GtCO₂eq/anno) secondo 4 livelli (vedi capitolo del glossario).

Scenario RCP2.6 - emissioni dimezzate entro il 2050, assumendo strategie di mitigazione 'aggressive'.

Scenario RCP4.5. - le emissioni di anidride carbonica raggiungono un picco intorno al 2045 e tendono a diminuire entro il 2100;

Scenario RCP6 - le emissioni di anidride carbonica raggiungono un picco intorno al 2080 per diminuire gradualmente (escluso dall'analisi)

Scenario RCP8.5 - non prevede nessuna azioni di mitigazione assumendo, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO₂ triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm).

A livello nazionale si evidenzia un generale aumento delle temperature per tutti gli scenari, più marcato nell'RCP8.5, con un incremento fino a 2 °C. Per quanto riguarda le precipitazioni, invece, lo scenario RCP4.5 proietta una generale riduzione in primavera e un calo più accentuato in estate, soprattutto nel sud Italia e in Sardegna (fino al 60%). L'inverno invece, è caratterizzato da una lieve riduzione di precipitazioni che interessa le Alpi e il sud Italia. Infine in autunno si osserva un generale lieve aumento delle precipitazioni, ad eccezione della Puglia.

Lo scenario RCP8.5, invece, proietta un aumento delle precipitazioni invernali e autunnali sul nord Italia e una lieve riduzione al sud. Le precipitazioni primaverili presentano una diminuzione sul sud

Italia, mentre l'estate è caratterizzata da un accentuato aumento delle precipitazioni in Puglia (oltre il 60%) e una riduzione altrove.

Allo stato attuale, ci si è basati sullo scenario RCP8.5 che risulta quello con più alta probabilità, oltre che quello più cautelativo al fine di definire strategie di adattamento corrette.

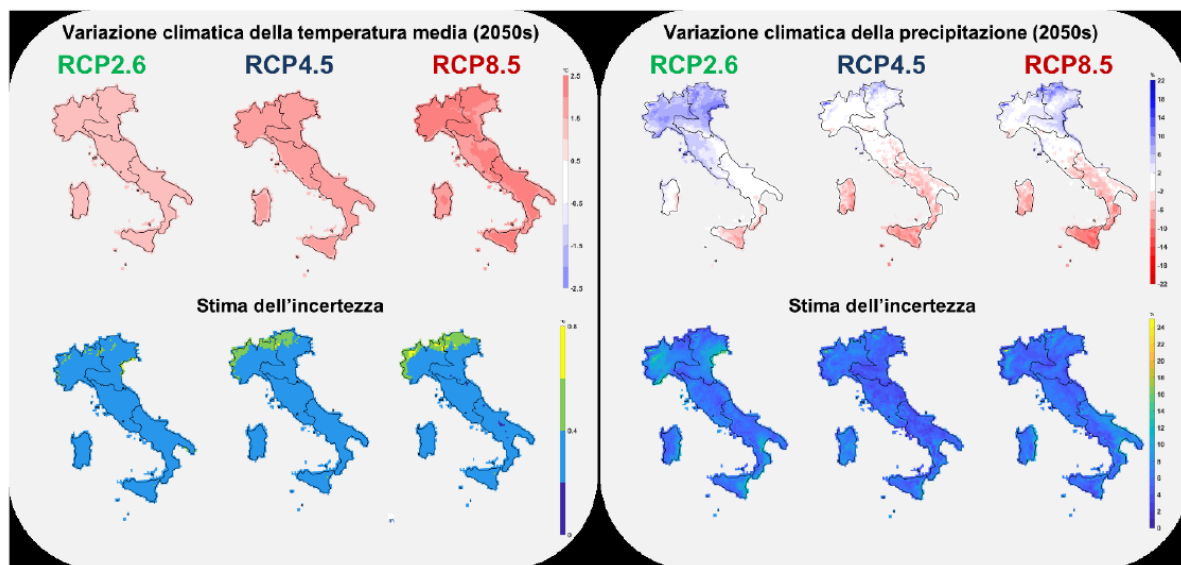


Figura 4: Variazioni climatiche annuali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate medie per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5

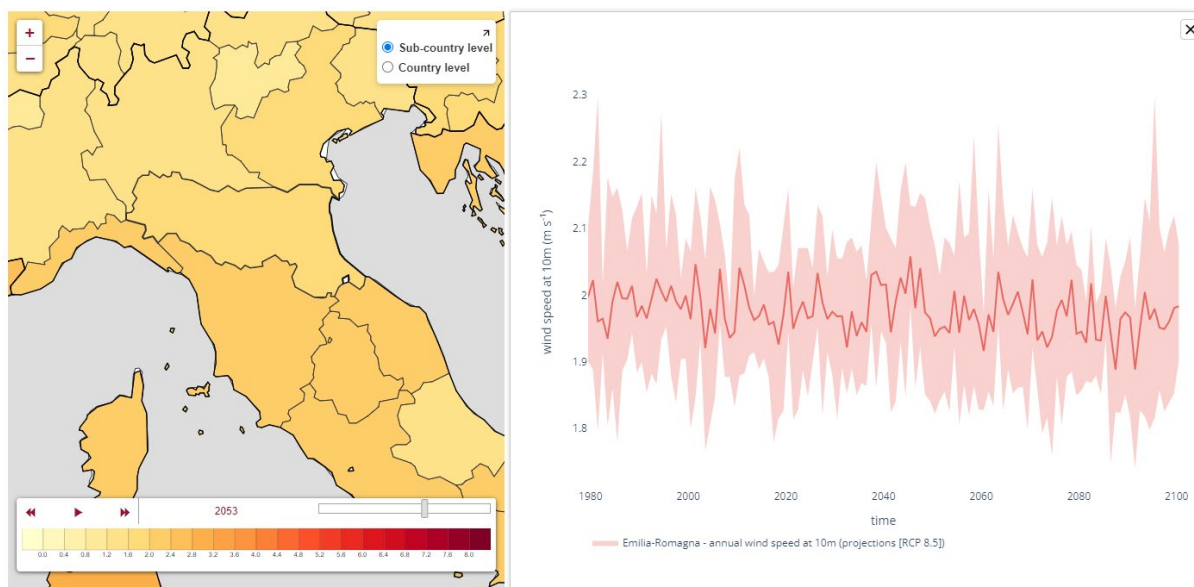


Fig. 13 – Scenario RCP 8.5 di anomalie della velocità dei venti-Climat Copernicus

Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni

Per quanto concerne le precipitazioni, le proiezioni per il periodo 2040-2060 indicano un'inflexione nei valori medi annuali nel territorio regionale con circa 50 mm di cumulo in meno. Questo comportamento si registra anche a livello stagionale con mm cumulati leggermente al di sotto del periodo di riferimento (tra i 4 e i 14 mm mensili di pioggia in meno mensilmente), con una diminuzione particolare nel periodo primaverile. Per quanto riguarda le proiezioni a lungo termine (2080- 2099) analogamente ai risultati del periodo anteriore, le stime evidenziano variazioni dei valori medi annuali delle precipitazioni cumulate ulteriormente inferiori con valori inferiori tra i 5 e 15 mm in meno, anche in questo caso con una diminuzione più marcata nel primo quadrimestre dell'anno.

5 // ANALISI DI VULNERABILITÀ E RISCHIO AL CLIMA ED AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

5.1 // METODOLOGIA APPLICATA PER LA VALUTAZIONE

L'analisi della vulnerabilità di un progetto ai cambiamenti climatici è una tappa importante nell'individuazione delle giuste misure di adattamento da adottare. L'analisi è suddivisa in tre fasi, che comprendono un'analisi della sensibilità, una valutazione dell'esposizione attuale e futura e successivamente una combinazione delle due per la valutazione della vulnerabilità.

L'obiettivo dell'analisi della vulnerabilità è individuare i rischi climatici pertinenti per un dato tipo di progetto specifico e nel luogo previsto per lo stesso. La vulnerabilità di un progetto è determinata dalla combinazione di due aspetti: il grado di sensibilità delle componenti del progetto ai pericoli climatici in generale (sensibilità) e la probabilità che questi pericoli si verifichino ora e in futuro nel luogo prescelto per il progetto (esposizione). Questi due aspetti possono essere valutati separatamente (come descritto di seguito) o congiuntamente.

Dunque, ripartendo dalla fase di analisi climatica storica e futura, è stata operata una valutazione dei possibili pericoli, collegabili direttamente o indirettamente al cambiamento climatico, della vulnerabilità, e del Rischio, per l'opera in oggetto ai sensi di quanto prescritto nell'Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021 per l'Obiettivo Mitigazione.

La metodologia di riferimento è quella indicata dal Working Group II (WGII) - Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC – AR5 (2014). Il Sesto Rapporto è stato pubblicato in bozza, dunque la modalità di analisi è quella raccomandata dalla Comunicazione della Commissione Europea (2021/C 373/01).

Il quadro metodologico AR5(2014) definisce il **Rischio** come la combinazione di 3 variabili: Pericolosità, Esposizione e Vulnerabilità

$$R = P \times E \times V$$

P = Pericolosità dell'evento meteorologico estremo considerato (pericoli climatici), è il potenziale verificarsi di un evento fisico, trend o impatto indotto da fattori umani o naturali, suscettibile di causare danni (IPCC2014);

E = Esposizione è la presenza di persone, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi, risorse, infrastrutture, funzioni economiche, sociali, beni culturali in luoghi che potrebbero essere influenzati negativamente (IPCC 2014).

V = Vulnerabilità la propensione o la predisposizione degli elementi esposti a essere influenzati negativamente. Il termine comprende una varietà di concetti ed elementi, tra cui la sensibilità o suscettibilità al danno e la mancanza di capacità di far fronte e di adattarsi (IPCC 2014). Secondo tale definizione la Vulnerabilità deriva dalla combinazione di Sensibilità e di Capacità di adattamento, ovvero:

$$V = S \times C$$

Dove:

S = Sensibilità è il grado con cui un sistema o una specie è influenzato, negativamente o positivamente, dalla variabilità e dal cambiamento del clima. L'effetto può essere diretto (ad es. un cambiamento nella resa delle colture in risposta ad una variazione della temperatura) o indiretti (ad es. i danni causati da un aumento della frequenza di inondazioni costiere a causa dell'innalzamento del livello del mare) (IPCC 2014).

C = Capacità di adattamento (agli impatti dei cambiamenti climatici) è la capacità dei sistemi, delle istituzioni, degli esseri umani e degli altri organismi di adattarsi a potenziali danni, per sfruttare le opportunità, o per rispondere alle conseguenze (IPCC 2014).

Nella valutazione del Rischio climatico si è omessa la stima della Pericolosità, ovvero la probabilità che l'evento estremo si manifesti, attenendosi solo alle previsioni dettate dagli scenari attuali e futuri. Quindi il Rischio climatico è definito come:

$$R = E \times V$$

La valutazione svolta è strutturata nei seguenti step:

1. Definizione e caratteristiche dell'edificio, identificazione dei rischi in base alle porzioni di edificio (Asset) considerati nell'analisi di vulnerabilità e rischio climatico.
2. Valutazione della vulnerabilità agli eventi climatici attuali mediante valutazione della:
 - a) sensibilità climatica del progetto – tendenza dell'asset a subire danni a seguito di un incremento del rischio;
 - b) capacità di adattamento – possibilità che l'asset possa essere “evoluto”/”manutenuto” per rispondere in modo più resiliente al rischio
3. Valutazione dell'esposizione dell'edificio in esame agli pericoli climatici.
4. Valutazione del rischio climatico.

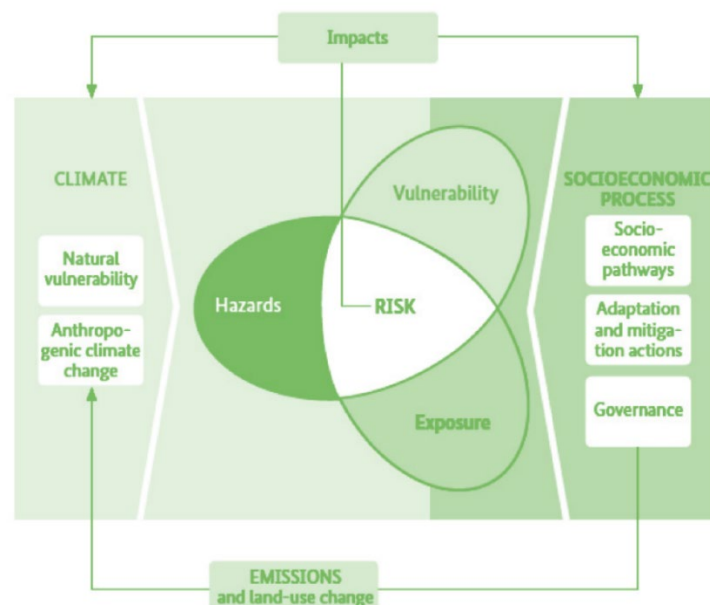


Figura: Illustrazione dei concetti chiave proposti dal Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC, 2014)

In caso di Vulnerabilità e/o di Esposizione bassa o assente non si è proceduto alla valutazione del Rischio, come indicato nella metodologia AR5 dell'IPCC: “le Vulnerabilità sono considerate strategiche se hanno il potenziale di combinarsi con gli eventi a rischio o potenzialmente tali”. Le vulnerabilità che hanno poca influenza sui rischi climatici, dovute ad esempio alla mancanza di esposizione non dovrebbero essere considerate strategiche.

Cambiamento della temperatura e ondate di calore

In regione saranno in aumento le temperature, le ondate di calore e le notti tropicali; queste ultime riducono anche la capacità di dispersione notturna del calore degli edifici.

A causa di questo fenomeno, si riporta un aumento di danni sulla salute dovuti allo stress termico, come incrementi di mortalità per cardiopatie ischemiche, ictus, nefropatie e disturbi metabolici. Periodi estesi di caldo estremo, solitamente definiti come ondate di calore, sono stati collegate con una sostanziale crescita di mortalità, ed eventi specifici sono stati registrati come disastri per la salute pubblica. Tra gli ulteriori impatti sulla società e sull'ambiente, ma sicuramente da considerare, sono l'aumento della domanda energetica degli edifici e la ridotta produttività dovuta alla difficoltà di lavorare. Questi due aspetti sono stati tenuti in conto all'ora della valutazione.

Nel caso specifico si sottolinea anche il pericolo legato alla presenza di attività sportive all'aperto.

Siccità ed eventi pluviometrici estremi

È dimostrato che la probabilità di gravi siccità in Italia aumenterà del 6%, 19,6% e 23,6% (2040-2059) in RCP2.6, 4.5 e 8.5, e la regione risulta in linea con lo scenario nazionale. La posizione in area padana rende il pericolo rilevante poiché l'incremento dell'evapotranspirazione e della temperatura dell'aria confermano la tendenza alla siccità. Questo porta a gravi conseguenze sull'economia e l'approvvigionamento di risorse primarie quali: competizione con l'uso dell'acqua con vari

settori; diminuzioni nella fornitura di acqua, limitato accesso all'acqua potabile; aumento del rischio di contaminazione delle acque e del rischio di incendio.

Di seguito la classificazione scelta dei pericoli fisici legati al clima per l'area oggetto di intervento, suddivisi in:

Rischio fisico cronico: tendenzialmente variabili per effetto del cambiamento climatico

Rischio fisico acuto: variabili nelle manifestazioni estreme (frequenza e severità)

APPENDICE A - CLASSIFICAZIONE DEI PERICOLI LEGATI AL CLIMA⁶⁶⁹

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

fig. 22 – tabella classificazione dei pericoli legati al clima sull'area di intervento sulla base della Sezione II dell'Appendice A del Delegated Act che integra il regolamento (Ue) 2020/852

5.1.2 ASSET DI PROGETTO

La valutazione dell'intervento è stata suddivisa in Asset, in funzione delle variabili considerate:

H1 – Involucro opaco

H2 – Involucro trasparente

H3 – Sistemazioni esterne

H4 – Impianti HVAC

H5 – Impianto fotovoltaico

H6 – Impianto di smaltimento e di accumulo e riuso meteoriche

H7 – Opere interne rivestimenti e finiture

5.1.3 PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO AL CLIMA ATTUALE

Per la valutazione della vulnerabilità climatica analizziamo separatamente la componente sensibilità e la componente capacità di adattamento, necessarie per avere una risposta complessiva. Ecco gli step previsti:

step 1	step 3	step 4	step 5	step 6	step 7
contesto ambientale	sorgenti climatiche di pericolo + potenziali impatti	Elementi (asset) esposti	Sensibilità	Capacità di adattamento	Vulnerabilità ai cambiamenti climatici

fig. 23 – step operativi per la valutazione della vulnerabilità

A seguito della valutazione di vulnerabilità, solo per la coppia Pericoli climatici/asset con un livello di vulnerabilità alta o medio alta è stata approfondita l'analisi a livello di Rischio ed è stata valutata l'effettiva esposizione per definire conseguentemente il livello di rischio.

5.1.3.1 ANALISI DELLA SENSIBILITÀ AL CLIMA ATTUALE

La sensibilità fornisce informazioni sulla suscettibilità dell'edificio a determinati impatti e per questo è influenzata da proprietà specifiche del sistema di riferimento, come ad esempio le sue caratteristiche fisiche e geometriche, etc. L'analisi della sensibilità al clima attuale può essere sintetizzata in una tabella che riporti la classificazione delle sensibilità delle variabili e dei pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto, indipendentemente dall'ubicazione, inclusi i parametri critici, divisi nei vari ambiti.

La valutazione della sensibilità climatica di progetto per gli asset considerati agli pericoli climatici valutati è riportata nella successiva tabella compilata considerando la seguente scala di rating:

Sensibilità		
Rating		
Alto	S0	L'asset è significativamente sensibile all'pericoli climatici climatico
Medio	S1	L'asset è mediamente sensibile all'pericoli climatici climatico
Basso	S2	L'asset è debolmente sensibile all'pericoli climatici climatico
Assente	S3	L'asset non è sensibile all'pericoli climatici climatico

fig. 24 – livelli di sensibilità

incrociamo i dati della sensibilità con gli asset individuati per il progetto analizzato, in modo da avere riscontro dei rischi su ogni intervento progettuale previsto.

		Cambiamento della temperatura	Ondate di calore	Cambiamento del regime e tipo delle precipitazioni	Forti precipitazioni
H1	Involucro opaco/cappotto+ rasatura	Basso	Medio	Basso	Basso
H2	Involucro vetrato/Sostituzione serramenti	Basso	Basso	Assente	Basso
H3	Sistemazioni esterne	Medio	Alta	Basso	Alta
H4	Impianto HVAC	Alta	Alta	Assente	Assente
H5	Impianto FV	Basso	Medio	Assente	Basso
H6	Impianto di smaltimento e riuso delle acque	Assente	Assente	Medio	Medio
H7	Opere interne rivestimenti e finiture, elettrico	Basso	Basso	Assente	Assente

fig. 25 – tabella di valutazione della sensibilità al Clima attuale per ognuna delle accoppiate Pericoli climatici/Asset

5.1.3.2 ANALISI DELLA CAPACITÀ DI ADATTAMENTO AL CLIMA ATTUALE

La valutazione della possibilità o meno di prevedere soluzioni atte ad aumentare la capacità di adattamento degli asset considerati (e la stima qualitativa dell'entità economica per attuare i relativi interventi) è riportata nella successiva tabella considerando la seguente scala di rating:

Adattamento		
Rating		
Assente	A0	Nessuna azione realizzabile
Basso	A1	Le azioni realizzabili richiedono costi molto elevati (€€€€)
Medio	A2	Le azioni realizzabili richiedono costi elevati (€€€€)
Alto	A3	Le azioni realizzabili richiedono costi molto contenuti (€€€€)

fig. 26 – Livelli di rating di adattamento

Questo è uno dei parametri su cui è possibile agire in parte mediante una progettazione che tenga conto sin dalle prime fasi di sviluppo della presenza di possibili pericoli climatici sul territorio, soprattutto per quanto riguarda i cicli di manutenzione. La scala di rating può essere infatti assimilabile alle fasi di manutenzione:

A1: manutenzione straordinaria A2: ripristino di singoli elementi A3: manutenzione ordinaria

		Cambiamento della temperatura	Ondate di calore	Cambiamento del regime e tipo delle precipitazioni	Forti precipitazioni
H1	Involucro opaco/cappotto+ rasatura	Alto	Alto	Alto	Medio
H2	Involucro vetrato/Sostituzione serramenti	Alto	Alto	Alto	Medio
H3	Sistemazioni esterne	Alto	Medio	Medio	Medio
H4	Impianto HVAC	Basso	Medio	Alto	Medio
H5	Impianto FV	Medio	Medio	Alto	Medio
H6	Impianto di smaltimento e riutilizzo delle	Alto	Alto	Basso	Medio
H7	Opere interne rivestimenti e finiture, elettrico	Alto	Alto	Alto	Alto

fig. 27 – Valutazione dell'Adattamento al Clima attuale per ognuna delle accoppiate Pericoli climatici/Asset

5.1.3.3 VALUTAZIONE DELLE VULNERABILITÀ AL CLIMA ATTUALE

La valutazione della vulnerabilità mira a individuare i potenziali pericoli significativi e i rischi ad essi correlati e costituisce la base per la decisione di procedere alla fase di valutazione dei rischi. In genere essa pone in evidenza i pericoli più rilevanti per la valutazione dei rischi.

Per valutare la Vulnerabilità in funzione della proiezione climatica attesa nel territorio in esame si è fatto riferimento alle conclusioni degli studi effettuati dal CMCC contenuti nel PNACC e riportati nelle pagine precedenti.

Se la valutazione della vulnerabilità conclude che tutte le vulnerabilità sono giustificatamente classificate come basse o insignificanti, potrebbe non essere necessaria un'ulteriore valutazione dei rischi. La valutazione della vulnerabilità climatica degli asset considerati agli pericoli climatici valutati è riportata nella successiva Tabella, e combina la sensibilità e la capacità di adattamento sopra riportate secondo la seguente scala di rating:

Vulnerabilità						
			Sensibilità			
			Alta			Bassa
capacità di adattamento			S0	S1	S2	S3
	bassa	A0	alto	alto	Medio alto	Medio
		A1	alto	Medio alto	Medio	Medio basso
		A2	Medio alto	Medio	Medio basso	basso
	alta	A3	potenziale opportunità	Medio basso	basso	

fig. 28 – Definizione vulnerabilità

Come è possibile osservare la vulnerabilità maggiore si rileva sull'asset con elevata sensibilità S0 con un maggior grado di adattamento A0.

Vulnerabilità		
Rating		
Alto	V0	Nessuna azione realizzabile

Medio Alto	V1	Le azioni realizzabili richiedono costi molto elevati (€€€€)
Medio	V2	Le azioni realizzabili richiedono costi elevati (€€€€)
Medio basso	V3	Le azioni realizzabili richiedono costi molto contenuti (€€€€)
basso	V4	
	V5	

fig. 29 – Livelli di rating di vulnerabilità

		Cambiamento della temperatura	Ondate di calore	Cambiamento del regime e tipo delle precipitazioni	Forti precipitazioni
H1	Involucro opaco/cappotto+ rasatura	Basso	Medio basso	Basso	Medio basso
H2	Involucro vetrato/Sostituzione serramenti	Basso	Basso		Medio basso
H3	Sistemazioni esterne	Medio basso	Medio alto	Medio basso	Medio alto
H4	Impianto HVAC	Alto	Medio alto		Basso
H5	Impianto FV	Medio basso	Medio		Medio basso
H6	Impianto di smaltimento e riuso delle			Medio alto	Medio
H7	Opere interne rivestimenti e finiture, elettrico	Basso	Basso		

Figura 30 – Tabella di valutazione della Vulnerabilità al Clima attuale per ognuna delle accoppiate Pericoli climatici/Asset

La vulnerabilità maggiore si rileva sull'asset *H4 – impianto HVAC*, e medio alto su *H3 – Sistemazioni esterne* e *H7- Impianto di smaltimento e di accumulo e riuso meteoriche*.

Come evidenziato nella metodologia, solo per la coppia pericoli climatici/asset con un livello di vulnerabilità alta o medio alta è stata approfondita l'analisi a livello di Rischio.

5.1.3.4 ANALISI DELL'ESPOSIZIONE AL CLIMA ATTUALE

L'obiettivo dell'analisi della sensibilità è individuare i pericoli pertinenti per il tipo di progetto, indipendentemente dall'ubicazione. L'analisi dell'esposizione si concentra invece sull'ubicazione. Ad esempio, le inondazioni potrebbero rappresentare un pericolo climatico significativo per le aree inondabili situate in prossimità di un fiume.

I dati storici e attuali disponibili per il luogo pertinente dovrebbero essere impiegati per valutare l'esposizione climatica presente e passata. Le proiezioni dei modelli climatici possono essere utilizzate per comprendere in che modo il livello di esposizione possa cambiare in futuro, prestando particolare attenzione alle variazioni della frequenza e dell'intensità degli eventi meteorologici estremi. A partire dagli pericoli climatici considerati applicabili al progetto, è stata effettuata una analisi per il fattore esposizione in cui, a partire dagli asset considerati, ne è stato valutato il livello di influenza sulla funzionalità e sulla qualità ambientale dell'utenza.

Esposizione		
Rating		
Alto	E0	L'asset ha un'esposizione alta al pericolo climatico
Medio	E1	L'asset ha un'esposizione media al pericolo climatico
Basso	E2	L'asset ha un'esposizione bassa al pericolo climatico
Assente	E3	L'asset ha un'esposizione minima o assente al pericolo climatico

Figura 31– Livelli di rating di esposizione

		Cronici	Acuti		
		Cambiamento della temperatura	Ondate di calore	Cambiamento del regime e tipo delle precipitazioni	Forti precipitazioni
H1	Involucro opaco/cappotto+ rasatura	Alto	Basso	Alto	Alto
H2	Involucro vetrato/Sostituzione serramenti	Medio	Basso	Assente	Medio
H3	Sistemazioni esterne	Alto	Alto	Alto	Medio
H4	Impianto HVAC	Alto	Alto	Medio	Medio
H5	Impianto FV	Medio	Medio	Medio	Alto
H6	Impianto di smaltimento e riuso delle acque meteoriche	Basso	Assente	Basso	Medio
H7	Opere interne rivestimenti e finiture, elettrico	Assente	Assente	Assente	Basso

Figura 32 – Tabella di valutazione dell'Esposizione al Clima attuale per ognuna delle accoppiate Pericoli climatici/Asset

5.1.3.5 PROCEDURA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO AL CLIMA ATTUALE

Sulla base degli elementi di vulnerabilità media ed alta riportati nei precedenti paragrafi in relazione ai pericoli individuati si è proceduto alla **fase 2 - Analisi dettagliata**, secondo gli orientamenti normativi.

La valutazione dei rischi fornisce un metodo strutturato per analizzare i pericoli climatici e il loro impatto al fine di fornire informazioni utili per il processo decisionale. Tale esercizio dovrebbe rientra nelle prime fasi progettuali, affinché il rischio possa essere affrontato in modo olistico e non come una valutazione a sé stante. I rischi possono essere costituiti da danni all'attività economica e sul suo funzionamento.

Questa valutazione richiede in prima battuta la combinazione di vulnerabilità ed esposizione, considerando la seguente scala di rating:

Rischio								
			Vulnerabilità					
			Alta					Bassa
Esposizione			V0	V1	V2	V3	V4	V5
	alta	E0	Alto	Alto	Medio alto	Medio	Medio basso	
		E1	Alto	Medio alto	Medio	Medio basso	Basso	
		E2	Medio alto	Medio	Basso	Basso	Basso	
	bassa	E3						

Figura 33 – Definizione del rischio

L'analisi di rischio è stata sviluppata per i soli pericoli climatici riscontrati nell'ambito della valutazione di vulnerabilità con rating maggiore o uguale a "medio" ed incrociati con l'esposizione.

		Cronici		Acuti	
		Cambiamento della temperatura	Ondate di calore	Cambiamento del regime e tipo delle precipitazioni	Forti precipitazioni
H1	Involucro opaco/cappotto+ rasatura	Medio basso	Basso	Medio basso	Medio
H2	Involucro vetrato/Sostituzione serramenti	Basso	Basso		Medio basso
H3	Sistemazioni esterne	Medio	Alto	Medio	Medio alto
H4	Impianto HVAC	Alto	Alto		Basso
H5	Impianto FV	Medio basso	Medio		Medio
H6	Impianto di smaltimento e riuso delle acque meteoriche			Medio	Medio
H7	Opere interne rivestimenti e finiture, elettrico				

Tabella 34 - Valutazione del Rischio al Clima attuale per ognuna delle accoppiate Pericoli climatici/Asset superiore a medio

Come visibile dalla tabella, ci sono livelli di rischio elevato per alcuni Asset di progetto in riferimento agli hazard presenti. Il maggiore rischio – definibile alto - è definito per i seguenti Asset:

H3 – Sistemazioni esterne l'eventualità precipitazioni violente: pioggia, grandine, neve, ghiaccio, dovute a condizioni estreme l'ambiente esterno. Si segnala ad ogni modo che le sistemazioni esterne possono non essere usufruite dall'utenza senza compromettere in maniera profonda le attività svolte nell'edificio.

H4 –Impianto HVAC: anche per questo asset le variazioni di temperatura possono pregiudicare la funzionalità ed il comfort climatico se gli impianti di climatizzazione non siano progettati e regolati per rispondere a tali eventi estremi.

Il livello di rischio medio e medio-alto viene gestito a livello progettuale con la predisposizione di misure di adattamento, che possiamo definire passive, che agiscono nel tempo differito e che sono funzionali alla diminuzione della vulnerabilità dell'opera.

5.1.4 VALUTAZIONE DEL RISCHIO ALLE PROIEZIONI CLIMATICHE FUTURE

Per valutare il Rischio in funzione della proiezione climatica attesa nell'area di Fornovo in cui è situato l'intervento, si è fatto riferimento all'analisi del capitolo 4.1.

Nell'effettuare la valutazione alla vulnerabilità ed al rischio climatico dell'edificio si è scelto cautelativamente di considerare l'opera come oggi realizzata sottoposta alle condizioni climatiche future, senza tenere conto delle possibili innovazioni tecnologiche implementabili in fase di manutenzione straordinaria negli anni avvenire.

Si evidenzia che le valutazioni che seguono in termini di sensibilità, capacità di adattamento e vulnerabilità tengono conto non solo dell'andamento dei pericoli climatici, nel rispetto delle variazioni agli indicatori climatici definiti, ma anche dell'entità di tale variazione.

5.1.4.1 EVOLUZIONE DEGLI INDICATORI CLIMATICI SECONDO PROIEZIONI FUTURE

Per le valutazioni in oggetto è stato considerato lo scenario climatico IPCC/AR5 (RCP8.5 – RECP 4.5). Di seguito viene riportata la sintesi relativa alla variazione dei pericoli climatici in proiezione futura.

Pericoli climatici				
Temperatura		Acque		
Innalzamento della temperatura	Stress termico e ondate di calore	Cambiamento del regime e tipo delle precipitazioni	Siccità	Forti precipitazioni

 +2°C - + 1.5°C minima	 in aumento anche se non sostanziale, con l'aumento di temperature molto elevate per più giorni consecutivi, spesso associate a tassi elevati di umidità, forte irraggiamento solare e assenza di ventilazione	 -20% circa precipitazioni annuali elevata variabilità inter-annuale in pianura, diminuzioni maggiori -13/14% e numero di giorni piovosi in calo -6/8 gg ogni 10 anni modifica del regime pluviometrico: periodi più piovosi si spostano in primavera a maggio, anziché autunno	 aumento fenomeni estivi: diminuzione giorni con precipitazione > 10mm aumento giorni con precipitazione > 50mm
--	--	--	---

Tabella 11 – Andamento dei pericoli climatici per lo scenario IPCC/AR5 entro il 2050

5.1.4.2 VALUTAZIONE DEL RISCHIO CONNESSO AL CLIMA FUTURO

Per le caratteristiche del progetto, l'andamento degli hazard climatici, anche per lo scenario peggiorativo, non porterebbe significativo incremento del rischio e dunque varianti progettuali ai fini della mitigazione rispetto a quanto previsto per i rischi valutati per il clima attuale. Si conferma quindi quanto ottenuto per ogni coppia hazard/asset per la valutazione della Sensitività e dell'Adattamento e di conseguenza quindi della Vulnerabilità. Tuttavia, considerando la vita utile dell'edificio, stimata circa 50 anni dalla normativa nazionale ed europea, si terrà conto dell'importanza di programmare i cicli manutentivi ordinari proprio in funzione dell'incremento della magnitudo e della frequenza degli eventi ed in linea con le previsioni statistiche di allerte meteo.

Per quanto attiene alla variabile Esposizione, sia la valutazione che le scelte progettuali hanno tenuto conto della stretta interdipendenza tra gli asset ed il ruolo che svolgono per assicurare le funzioni e la qualità ambientali anche in caso di eventi estremi.

Si conferma pertanto la valutazione del Rischio connesso con il Clima attuale, focalizzando l'attenzione sulle strategie di controllo e monitoraggio dei parametri climatici durante la fase operativa.

6 // SOLUZIONI DI ADATTAMENTO AL CLIMA ATTUALE E FUTURO

Sulla base della valutazione di rischio condotta, le soluzioni che si sono rese necessarie per l'adattamento del progetto esecutivo al clima attuale e futuro afferiscono alle accoppiate asset/pericolo più esposte.

Una strategia di adattamento al cambiamento climatico finalizzata alla riduzione della vulnerabilità si basa sui seguenti principi:

- incrementare la consapevolezza di cittadinanza e amministrazioni in merito al cambiamento climatico e alle possibili conseguenze sulle città e sui territori in generale;
- aumentare il più possibile la capacità di adattamento dei sistemi antropici e naturali;
- migliorare le capacità tecniche e tecnologiche in preparazione delle conseguenze del cambiamento climatico.

Per ciascun rischio significativo individuato sono state valutate misure di adattamento mirate ad integrare nella preparazione del progetto e/o nel suo funzionamento allo scopo di migliorare la resilienza climatica.

H3 - Sistemazioni esterne

Le opere esterne e sistemazioni a verde del nuovo plesso scolastico sono un importante asset di progetto, che ha il ruolo centrale di immersione e inserimento con il contesto semi rurale circostante, area per la socializzazione degli studenti e area volta alla conservazione degli habitat e della biodiversità. Le aree esterne diventano infatti parte integrante dell'offerta formativa della nuova scuola oltre che area di sport e socializzazione tra gli studenti dell'istituto e delle scuole limitrofe.

L'asset sistemazioni esterne costituisce l'asset di progetto maggiormente esposto ai rischi climatici attuali e futuri. Gli hazard evidenziati per l'area, associati a variazione del tipo e dell'intensità delle precipitazioni, potrebbero originare infatti una riduzione della biodiversità e potenziale perdita di specie endemiche con conseguente ibridazione di diversi tipi di ecosistemi e crescente proliferazione di organismi invasivi.

Le specie sono state dunque scelte tra quelle autoctone a bassissima manutenzione e basso tasso di evapotraspirazione, in grado di resistere a fenomeni estremi così come ad innalzamenti della temperatura. Ugualmente, a questo asset è delegato l'importante ruolo di mitigazione degli effetti dell'aumento di temperatura, tramite la conservazione di un ridotto effetto isola di calore su tutto il lotto dal momento che allo stato attuale risulta a uso prativo e risulta quindi necessario il mantenimento del microclima locale.

Per la gestione di una possibile intensificazione dei fenomeni pluviometrici, per una migliore gestione delle acque tenendo conto delle quantità pluviometriche locali, si è prevista l'introduzione di pavimentazioni drenanti per la gestione delle acque meteoriche durante i fenomeni intensi, le cui indicazioni sono esplicitate all'interno degli elaborati dedicati CSA E RELAZIONE DI FATTIBILITA' IDRAULICA E STUDIO DI INVARIANZA

IDRAULICA. Queste consentono di infiltrare l'acqua naturalmente nel terreno anche in corrispondenza di pavimentazioni. L'acqua proveniente dalla copertura verrà convogliata in vasche di accumulo per il riuso a fini irrigui.

La nuova configurazione dell'area mantiene circa una percentuale di porzioni permeabili/impermeabili pari a quelli esistenti, andando però ad agire sul recupero di vecchie aree impermeabili, risulta quindi evidente la necessità di intraprendere soluzioni volti a mantenere l'equilibrio micro-locale del ciclo dell'acqua. Dal momento che le pavimentazioni esterne si configurano sottoforma di percorsi diffusi sul lotto verde e rappresentano una parte ridotta del lotto si prevederà l'impiego di un conglomerato cementizio avente caratteristiche drenanti e traspiranti (fino a 1000mm/min), con alta percentuale di vuoti, che permettono una permeabilità prossima al 100% di vuoti, che si traduce quindi in una permeabilità prossima al 100%. Le eventuali acque non infiltrate verranno convogliate sui margini dei percorsi e infiltrati tramite le superfici verdi.

H4 – Impianto HVAC

I sistemi HVAC devono essere progettati tenendo in considerazione che le temperature medie esterne sono in fase di modificazione, nonostante quanto indicato dalla normativa vigente per la loro progettazione. I consumi di condizionamento verranno ad incrementarsi a seguito anche dell'incremento delle notti e dei giorni tropicali ed in generale dell'aumento delle temperature.

In questo senso la previsione di un involucro ben isolato, ad elevate prestazioni rappresenta una strategia preziosa per il generale contenimento del fabbisogno di energia. L'impiego della generazione del calore con elettricità permette inoltre al comune di acquistare contratti di fornitura il più possibile verde, al di là dell'energia autoprodotta che potrebbe essere potenziata in futuro, riducendo anche inquinanti e climalteranti. La presenza di batterie di accumulo dell'energia autoprodotta consentirà inoltre di ridurre ulteriormente la dipendenza della nuova scuola dalla rete, consentendo maggiore resilienza in caso di carichi termici maggiori,

soprattutto per il raffrescamento estivo. Il progetto prevede anche il condizionamento estivo che potrà essere prezioso per la regolazione del comfort termico estivo. Potrà essere utile all'amministrazione comunale prevedere l'introduzione di subcontatori specifici per gli usi dell'energia in modo da avere contezza dei consumi delle singole utenze e quelli relativi a riscaldamento e raffrescamento (ad esempio con subcontatori per gli usi separatamente: climatizzazione invernale - climatizzazione estiva - FM - illuminazione).

7 // CONCLUSIONI

L'analisi sviluppata fa riferimento al Progetto esecutivo redatto

Nel presente Allegato 1 è stata effettuata una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità, in ottemperanza all'adattamento climatico richiesti dal principio si "Non arrecare danno significativo all'ambiente" (cd. DNSH), emessa come allegato alla Circolare n.32 del Ministero di Economia e Finanze del 30 dicembre 2021.

Tale analisi - *screening* (Fase 1) - è stata organizzata in una prima sezione di nella quale sono stati analizzati i dati climatici storici e stimati quelli connessi ai cambiamenti climatici in atto con particolare riferimento all'area di intervento. Le proiezioni climatiche sono state riportate utilizzando metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico ed il Centro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici. In accordo con l'approccio indicato nel quinto Report IPCC (AR5, 2014) è stata sviluppata una procedura finalizzata all'analisi della vulnerabilità climatica.

Nella seconda sezione – Analisi Dettagliata (Fase 2) si è proceduto all'analisi del rischio connesso al clima ed ai cambiamenti climatici sulla base delle vulnerabilità rilevate sugli asset di progetto. Tale analisi, effettuata tenendo conto degli elementi previsti dalla progettazione sviluppata non ha rilevato profili di particolare criticità, che sono stati comunque risolte con l'integrazione di misure di

mitigazione. Le strategie operative sono tarate sulle caratteristiche del progetto durante la sua vita utile e finalizzate a conservare le corrette condizioni di funzionalità e qualità ambientale, per offrire tali misure di mitigazione rispetto alla potenziale vulnerabilità dell'opera nei confronti dei rischi connessi ai cambiamenti climatici.