

PROGRAMMA REGIONALE FESR 2021-2027 PRIORITÀ 2 - OBS 2.4.1 PREVENZIONE SISMICA NEGLI EDIFICI PUBBLICI -
PROGRAMMAZIONE INTERVENTI DI PREVENZIONE SISMICA PATRIMONIO EDILIZIO PUBBLICO STRATEGICO O RILEVANTE
"MIGLIORAMENTO SISMICO DEL CENTRO CULTURALE AGORÀ, PIAZZA DEI SERVI, LUCCA - INTERVENTO 2: PT 17A/2025 -
COMPLETAMENTO LAVORI DI MIGLIORAMENTO SISMICO - CUP J66F24000030002"



PROGETTO ESECUTIVO

Progettisti:



**B.F. Progetti Società di
Ingegneria s.r.l.**

INGEGNERIA, ARCHITETTURA E GEOLOGIA
di Ing. Pierluigi Betti, Ing. Andrea Fedi, Ing. Luciano
Lambroia, Ing. Giacomo Martinelli, Arch. Chiara Nostrato,
Geol. Sandro Pulcini
viale Adua 320, 51100 PISTOIA Tel e fax 0573/24323
C.F. e P.IVA 01579540475 e-mail. info@bfprogetti.eu
pec. bfprogetti@pec.it
www.bfprogetti.eu

Responsabile Unico del Progetto:

Ing. Stefano Angelini
(Comune di Lucca)

I Progettisti:

Ing. Giacomo Martinelli
Arch. Chiara Nostrato

Il Direttore Tecnico:

Ing. Pierluigi Betti

Collaboratori:

Ing. Filippo Dorandi
Dott. Leonardo Sergi
Arch. Patrizio Biagini

(Timbro e firma)

Commessa: 01-24

Elaborato:

2.DNSH

Data emissione: Ottobre 2025

Rev.n.

Data:

Descrizione:

OGGETTO:

RELAZIONE DNSH

1. PREMESSA

Il presente documento è redatto ai sensi dal REGOLAMENTO (UE) 2021/241 - che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento e le regole di erogazione del finanziamento - nel rispetto di quanto previsto all'art. 5 "Principi orizzontali", comma 2 che riporta "2. Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio *non arrecare un danno significativo*".

Obiettivo del presente documento è declinare tale principio allo specifico al "PROGETTO ESECUTIVO DI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEL CENTRO CULTURALE AGORÀ - 2° STRALCIO" – situata in piazza dei Servi a Lucca, fornendo gli elementi atti a dimostrare che il progetto "non arreca un danno significativo" a nessuno degli obiettivi ambientali riportati all'art.9 "Obiettivi ambientali" definiti nel Regolamento UE 2020/852 "Tassonomia":

- 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*

e che, detto progetto, è da ritenersi una attività economica ecosostenibile in quanto conforme ai *Criteri di ecosostenibilità delle attività economiche* previsti nell'Articolo 3 del citato Regolamento UE 2020/852 in quanto:

- a) *contribuisce in modo sostanziale al raggiungimento di uno o più degli obiettivi ambientali di cui all'articolo 9 (sopra citati), in conformità degli articoli da 10 a 16;*
- b) *non arreca un danno significativo a nessuno degli obiettivi ambientali di cui all'articolo 9, in conformità dell'articolo 17;*

il criterio previsto alla lettera b) rappresenta la dimensione "negativa", cioè la necessità di valutare l'investimento in base al potenziale impatto avverso sull'ambiente. Questa, in altre parole, è la Valutazione DNSH sviluppata in questa relazione;

- c) *è svolta nel rispetto delle garanzie minime di salvaguardia previste all'articolo 18;*

Il criterio previsto alla lettera c) è trattato ed approfondito al paragrafo 6.4. "La tutela dei diritti dei lavoratori"

- d) *è conforme ai criteri di vaglio tecnico fissati dalla Commissione ai sensi dell'articolo 10, paragrafo 3, dell'articolo 11, paragrafo 3, dell'articolo 12, paragrafo 2, dell'articolo 13, paragrafo 2, dell'articolo 14, paragrafo 2, o dell'articolo 15, paragrafo 2.*

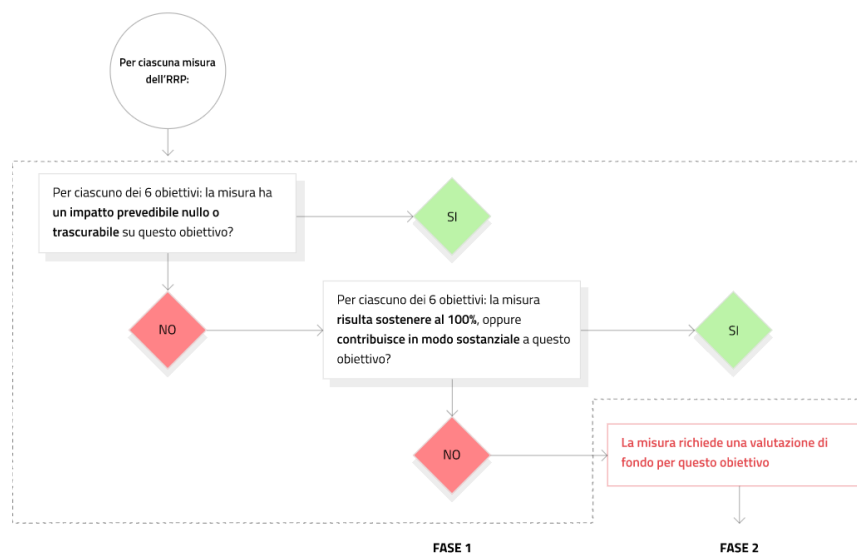
Il criterio previsto alla lettera d) prevede la verifica della conformità dell'investimento ai criteri di vaglio tecnico determinati dalla Commissione con un atto delegato. Come esposto di seguito, il presente documento è stato redatto applicando al progetto quanto riportato nell'Allegato I al Regolamento Delegato EU C(2021) 2800 finale del 4/06/21 (di seguito indicato come "Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione"), che fissa "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 e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale".

Di seguito l'analisi sviluppata.

2. STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Il presente documento è stato strutturato prevedendo la valutazione DNSH in conformità a quanto indicato nella Comunicazione della Commissione Europea "Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio «*non arrecare un danno significativo*» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza (2021/C58/01)"

Tale documento prevede una analisi della misura¹ proposta basata sull'albero delle decisioni di seguito riportato²:



Albero delle decisioni per l'analisi di conformità al principio del DNSH

Come prima valutazione è stato individuato per la misura del caso specifico, l'adeguamento sismico dell'immobile, e per ognuno dei n. 6 obiettivi ambientali, una delle seguenti possibili valutazioni.

- A. La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo;
- B. La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo;
- C. La misura contribuisce in modo sostanziale all'obiettivo;
- D. Nessuna delle opzioni precedenti: la misura richiede una valutazione di fondo per questo obiettivo.

Quanto riportato per la misura di investimento a cui il progetto in esame fa parte è riportato al successivo capitolo 3.

Il documento “*Allegato I al Regolamento Delegato EU C(2021) 2800 finale del 4/06/21 - ALLEGATO del Regolamento delegato (UE) della Commissione che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo 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*” (di seguito indicato come “Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione”) ha evidenziato come detta analisi debba essere prevista indicando in primo luogo l'obiettivo ambientale sostenuto in maniera prevalente dal progetto, ed effettuando una contestuale verifica che lo stesso non arrechi danni significativi agli altri 5 obiettivi ambientali.

3. OBIETTIVI

3.1. Mitigazione dei cambiamenti climatici

Una ristrutturazione o una riqualificazione è ammissibile a finanziamento quando soddisfa una delle seguenti soglie alternative:

- o Ristrutturazione importante (corrispondente a ristrutturazione importante primo livello e secondo livello): la ristrutturazione è conforme ai requisiti stabiliti nei regolamenti edilizi applicabili per la "ristrutturazione importante" definiti al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici che recepiscono la direttiva sul rendimento energetico degli edifici (EPBD);
- o In alternativa, l'intervento deve consentire un risparmio nel fabbisogno di energia primaria globale (EPgl,tot) almeno pari al 30% rispetto al fabbisogno di energia primaria precedente l'intervento.

Verifica: Il progetto in questione tratta del miglioramento sismico del fabbricato. Andando a toccare porzioni limitate

delle facciate, l'intervento non altera le prestazioni energetiche del fabbricato.

3.2. Adattamento ai cambiamenti climatici

Per lo svolgimento dell'analisi dei rischi climatici fisici attuali e futuri, nell'ambito del Piano Nazionale, vengono fornite due diverse metodologie:

- o i Criteri DNSH generici per l'adattamento ai cambiamenti climatici (Appendice A dell'Allegato I del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139);
- o gli Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 (2021/C373/01).

Il primo documento, riportato integralmente all'Appendice 1 della presente Guida Operativa, descrive un processo di analisi più sintetico, facilmente utilizzabile anche nell'ambito di interventi al di sotto dei 10 milioni di euro, quali, ad esempio, le misure individuali di ristrutturazione (Scheda 2).

Verifica: è stata redatta l'analisi di adattabilità climatica. Per maggiori informazioni si veda l'allegato 1 della presente relazione

3.3. Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine

Qualora siano installate, nell'ambito dei lavori di ristrutturazione, nuove utenze idriche, gli interventi dovranno garantire il risparmio idrico.

Pertanto, solo nel caso in cui fosse prevista l'installazione di apparecchi idraulici nell'ambito dei lavori, dovranno essere adottate le indicazioni dei "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi", approvato con D.M. 23 giugno 2022 n. 256, GURI n. 183 del 6 agosto 2022, relative al risparmio idrico e agli impianti idrico sanitari (2.3.9 Risparmio idrico).

Nel caso in cui non fosse previsto il rispetto dei Criteri ambientali minimi, il consumo di acqua specificato per i seguenti apparecchi idraulici, se installati nell'ambito dei lavori, deve essere attestato da schede tecniche di prodotto, da una certificazione dell'edificio o da un'etichetta di prodotto esistente nell'Unione, conformemente a determinate specifiche tecniche, secondo le indicazioni seguenti:

- o i rubinetti di lavandini e lavelli presentano un flusso d'acqua massimo di 6 litri/minuto;
- o le docce presentano un flusso d'acqua massimo di 8 litri/minuto;
- o i vasi sanitari, compresi quelli accoppiati a un sistema di scarico, i vasi e le cassette di scarico hanno una capacità di scarico completa massima di 6 litri
- e una capacità di scarico media massima di 3,5 litri;
- o gli orinatoi utilizzano al massimo 2 litri/vaso/ora. Gli orinatoi a scarico d'acqua hanno una capacità di scarico completa massima di 1 litro.

Verifica: il punto non è applicabile in quanto non sono previste modifiche all'impianto idricosanitario e/o di smaltimento delle acque reflue

3.4. Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti

Il requisito da dimostrare è che 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), sia inviato a recupero (R1-R13). Pertanto, DM 23 giugno 2022 Criteri ambientali minimi, relativo ai requisiti di Disassemblabilità, sarà necessario avere contezza della gestione dei rifiuti.

Elementi di verifica ex ante

In fase di progettazione:

- Redazione del Piano di gestione rifiuti.

Elementi di verifica ex post

- Relazione finale con l'indicazione dei rifiuti prodotti, da cui emerga la destinazione ad una operazione "R".

Verifica:

Peso totale dei materiali: 500,600 t

Peso totale dei materiali disassemblabili: 493,818 t / 98,65 % del totale

Per maggiori dettagli si veda documento 2.CAM – Relazione sui CAM

Con riferimento ai rifiuti di Cantiere, si prevedono le seguenti categorie divise per Codice CER:

| C.E.R. | Descrizione |
|--------|--|
| 170504 | Terre e rocce |
| 170102 | Mattoni |
| 170103 | Mattonelle e ceramiche |
| 170201 | Legno |
| 170203 | Plastica |
| 170402 | Alluminio |
| 170407 | Metalli misti |
| 170603 | Materiale isolante |
| 170802 | Cartongesso |
| 170904 | Rifiuti misti dell'attività di demolizione e costruzione |
| 200102 | Vetro |
| 150106 | Imballaggi in materiali misti |
| 150101 | Imballaggi di Carta e Cartone |
| 150102 | Imballaggi di Plastica |
| 150103 | Imballaggi di Legno |

Si prevede che almeno il 70% del totale di rifiuti prodotti, sia per demolizione che per sfridi di costruzione, venga riciclata e/o recuperata dai centri autorizzati di recupero.

Il quantitativo dei rifiuti da cantiere sarà stimato dall'Impresa Appaltatrice nel suo "Piano di Demolizione e Recupero Rifiuti" e nella "Relazione Tecnica" come richiesto nel criterio 2.5.3 Prestazioni ambientali del DM 23 giugno 2022 CAM.

Sinteticamente, la quantità maggiore di rifiuti è prevista nelle fasi di demolizione della scala esterna in c.a. e negli scavi per la realizzazione dell'anello di fondazioni, pertanto si stima che vengano rimosse le seguenti quantità di rifiuti, che dovranno essere affinate dai previsionali dell'Impresa Appaltatrice:

| C.E.R. | Descrizione | Quantità stimata di Rifiuto [t] |
|--------|---|---------------------------------|
| 170101 | Cemento | 164,95 |
| 170107 | Cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche miscugli o scorie di cemento | 1,83 |
| 170201 | Legno | 14,81 |
| 170802 | Materiali da costruzione a base di gesso | 21,02 |

L'impresa appaltatrice sarà il diretto responsabile alla gestione rifiuti. L'appaltatrice dovrà nominare un responsabile di cantiere, il quale si occuperà della verifica periodica di mantenimento delle misure previste per la gestione di rifiuti, ovvero:

- Formazione e aggiornamento delle maestranze in cantiere;
- Identificazione del rifiuto con codice CER;
- Riduzione alla fonte dei rifiuti;
- Separazione in loco dei rifiuti misti;
- Raccolta differenziata dei rifiuti;
- Manutenzione delle aree rifiuti;

- Smaltimento corretto di rifiuti;
- Ispezioni bi-settimanali con report fotografico;
- Raccolta documentazione quali FIR e Dichiarazioni;
- Elaborazione finale dati raccolti.

Documenti Allegati a supporto:

- 3.PGR-Piano di Gestione dei Rifiuti

3.5. Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo

Tale aspetto coinvolge:

- a) i materiali in ingresso;
- b) la gestione ambientale del cantiere;
- c) Censimento materiali fibrosi, quali Amianto o FAV

Prima di iniziare i lavori di ristrutturazione, dovrà essere eseguita una accurata indagine in conformità alla legislazione nazionale, in ordine al ritrovamento amianto e nell'identificazione di altri materiali contenenti sostanze contaminanti. Qualsiasi rimozione del rivestimento che contiene o potrebbe contenere amianto, rottura o perforazione meccanica o avvitalamento e/o rimozione di pannelli isolanti, piastrelle e altri materiali contenenti amianto, dovrà essere eseguita da personale adeguatamente formato e certificato, con monitoraggio sanitario prima, durante e dopo le opere, in conformità alla legislazione nazionale vigente.

Per i materiali in ingresso non potranno essere utilizzati componenti, prodotti e materiali contenenti sostanze inquinanti di cui all'"Authorization List" presente nel regolamento REACH. A tal proposito dovranno essere fornite le Schede tecniche dei materiali e sostanze impiegate.

Per la gestione ambientale del cantiere dovrà essere redatto specifico Piano ambientale di cantierizzazione (PAC), qualora previsto dalle normative regionali o nazionali.

Tali attività sono descritte all'interno del Decreto ministeriale 23 giugno 2022 e ss.m.i, Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.

Dovrà essere fornita, se la ristrutturazione dovesse interessare locali a rischio, una valutazione del rischio Radon, realizzata secondo i criteri tecnici indicati dal quadro normativo nazionale e regionale vigente.

Verifica: Ad oggi non risultano presenti indagini per il ritrovamento amianto e/o altre sostanze contaminanti per l'edificio in oggetto. In occasione dei sopralluoghi effettuati, da un controllo visivo non risulta evidente presenza di amianto nelle parti dell'edificio interessate dall'intervento; pertanto, è stata esplicitata nel Piano di Sicurezza e Coordinamento la procedura che l'Impresa Appaltatrice è tenuta ad osservare in caso di rinvenimenti imprevisti.

Per tutti i materiali in ingresso verrà raccolta documentazione atta a verificare che i prodotti non contengono sostanze inquinanti come da regolamento REACH. Questa specifica è stata esplicitata all'interno del Capitolato Generale d'Appalto, non allegato al presente documento. L'Impresa appaltatrice sarà responsabile alla raccolta della documentazione. La DL dovrà verificare l'idoneità della documentazione presentata dall'Impresa in fase di approvazione materiale.

Il Piano Ambientale di Cantierizzazione (PAC) non è stato redatto per il cantiere in oggetto in quanto non previsto dalle normative regionali o nazionali. Il PAC è infatti un documento a supporto delle procedure di VIA. L'intervento in oggetto non rientra nella tipologia di intervento con rilevante impatto ambientale, come tale non è sottoposto alla procedura di VIA e pertanto non è richiesta la redazione del PAC.

Sono stati redatti, nell'ambito dell'applicazione dei criteri del DM 23 giugno 2022 (CAM), i seguenti Piani di cantiere:

- Piano di Gestione della Qualità dell'Aria Interna:

(vedi documento 2.CAM – Relazione sui CAM).

- Piano per il Controllo dell'Erosione e della Sedimentazione:

(vedi documento 2.CAM – Relazione sui CAM).

- Piano di gestione Rifiuti di Costruzione e Demolizione:

(vedi documento 2.PGR-Piano di Gestione dei Rifiuti).

In accordo con tali obiettivi, i tre piani di cantiere:

- Identificano i rischi associati alle lavorazioni ed alla conformazione del sito;
- Descrivono le misure e le azioni da adottare durante la costruzione al fine di perseguire gli obiettivi dei piani;
- Descrivono le attività di ispezione che saranno eseguite per verificare l'effettiva applicazione delle misure adottate.

I Piani costituiscono parte integrante della documentazione di progetto per l'esecuzione dei lavori di costruzione da eseguire nel cantiere in oggetto.

Le misure descritte nel piano hanno validità per l'intera durata dei Lavori.

3.6. Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi

Al fine di garantire la protezione della biodiversità e delle aree di pregio, nel caso in cui l'intervento interessi almeno 1000m² di superficie, distribuita su uno o più edifici, dovrà essere garantito che 80% del legno vergine utilizzato sia certificato FSC/PEFC o equivalente. Sarà pertanto necessario acquisire le Certificazioni FSC/PEFC o altra certificazione equivalente di prodotto rilasciata sotto accreditamento.

Tutti gli altri prodotti in legno devono essere realizzati con legno riciclato/riutilizzato come descritto nella Scheda tecnica del materiale. Questo vincolo può ritenersi verificato rispettando il criterio dei "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi", approvato con D.M. 23 giugno 2022 n. 256, GURI n. 183 del 6 agosto 2022, relativo ai prodotti legnosi (2.5.6).

Verifica: Non sono previsti elementi in legno.

4. CONCLUSIONI

Il presente documento è redatto ai sensi dal REGOLAMENTO (UE) 2021/241 - che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento - nel rispetto di quanto previsto Articolo 5 "Principi orizzontali", CO₂ che riporta "2. Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio «non arrecare un danno significativo».

Nel documento è stato declinato tale principio allo specifico progetto "*PROGETTO ESECUTIVO DI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DEL CENTRO CULTURALE AGORÀ - 2° STRALCIO*" – situata in piazza dei Servi a Lucca in provincia di Lucca, ed in particolare al paragrafo 5 (parte 1 della lista di controllo) e al paragrafo 6 (parte 2 della lista di controllo) sono stati forniti alcuni elementi relativi all'analisi sugli impatti per i sei 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.

Per quanto esposto nel presente documento, si ritiene che il progetto "non arrechi un danno significativo" a nessuno degli obiettivi di cui all'articolo 9 del Regolamento UE 2020/852 "Tassonomia".

ALLEGATO 1: ANALISI ADATTABILITÀ CLIMATICA

Al fine di ottemperare a quanto specificato nel Regolamento UE 852/2020, in termini di non arrecare danno significativo e all'adattamento ai cambiamenti climatici, e garantire il perseguimento degli obiettivi ambientali (art. 9 852/2020 UE), si è proceduto all'analisi dei fattori potenzialmente connessi alla tematica in oggetto.

Nello specifico di seguito è stata effettuata una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità, in ottemperanza a quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 7.2 "Ristrutturazione di edifici esistenti" dell'Allegato I al Regolamento Delegato EU C(2021) 2800 *final* del 04/06/2021 (di seguito indicato come "Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l'Obiettivo Mitigazione"), al fine di dimostrare l'applicabilità del criterio DNSH all'obiettivo ambientale "Adattamento ai cambiamenti climatici".

Si riporta di seguito il criterio indicato in Appendice A:

"I rischi climatici fisici che pesano sull'attività sono stati identificati tra quelli elencati nella tabella di cui alla sezione II dell'appendice A, effettuando una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità conformemente alla procedura che segue:

- a) esame dell'attività per identificare quali rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice possono influenzare l'andamento dell'attività economica durante il ciclo di vita previsto;*
- b) se l'attività è considerata a rischio per uno o più rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice, una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità per esaminare la rilevanza dei rischi climatici fisici per l'attività economica;*
- c) una valutazione delle soluzioni di adattamento che possono ridurre il rischio fisico climatico individuato.*

La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità è proporzionata alla portata dell'attività e alla durata prevista, così che:

- a) per le attività con una durata prevista inferiore a 10 anni, la valutazione è effettuata almeno ricorrendo a proiezioni climatiche sulla scala appropriata più ridotta possibile;*
- b) per tutte le altre attività, la valutazione è effettuata utilizzando proiezioni climatiche avanzate alla massima risoluzione disponibile nella serie esistente di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell'attività, inclusi, almeno, scenari di proiezioni climatiche da 10 a 30 anni per i grandi investimenti.*

Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto delle più attuali conoscenze scientifiche per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico, le pubblicazioni scientifiche sottoposte ad esame inter pares e i modelli open source o a pagamento più recenti. Per le attività esistenti e le nuove attività che utilizzano beni fisici esistenti, l'operatore economico attua soluzioni fisiche e non fisiche («soluzioni di adattamento»), per un periodo massimo di cinque anni, che riducono i più importanti rischi climatici fisici individuati che pesano su tale attività. È elaborato di conseguenza un piano di adattamento per l'attuazione di tali soluzioni.

Per le nuove attività e le attività esistenti che utilizzano beni fisici di nuova costruzione, l'operatore economico integra le soluzioni di adattamento che riducono i più importanti rischi climatici individuati che pesano su tale attività al momento della progettazione e della costruzione e provvede ad attuarle prima dell'inizio delle operazioni.

Le soluzioni di adattamento attuate non influiscono negativamente sugli sforzi di adattamento o sul livello di resilienza ai rischi climatici fisici di altre persone, della natura, del patrimonio culturale, dei beni ed altre attività economiche; sono coerenti con i piani e le strategie di adattamento a livello locale, settoriale, regionale o nazionale; e prendono in considerazione il ricorso a soluzioni basate sulla natura o si basano, per quanto possibile, su infrastrutture blu o verdi."

Di seguito l'analisi sviluppata.

2. STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Come riportato in premessa, il presente documento ottempera quanto indicato dai Criteri di Vaglio Tecnico riportati nel par. 7.2 “Ristrutturazione di edifici” dell’Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l’Obiettivo Mitigazione che richiedono lo sviluppo di una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità al fine di dimostrare l’applicabilità del criterio DNSH all’obiettivo Adattamento ai cambiamenti climatici.

Si tenga conto che per questa analisi, come dati di riferimento, si è considerato la città di Lucca.

Per effettuare tale valutazione si è partiti dall’analisi dei dati storici osservati in termini di temperatura, vento e precipitazioni (capitolo 3).

Successivamente è stato analizzato il cambiamento climatico atteso (capitolo 4), utilizzando proiezioni climatiche di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell’attività, il cui primo effetto misurabile e sicuramente l’innalzamento della temperatura, conseguenza diretta della forzante radiativa che tende ad aumentare in funzione dell’aumento delle emissioni di gas climalteranti cui consegue il ben noto effetto serra.

Nello specifico è stata effettuata una stima degli effetti del cambiamento climatico sul territorio nazionale (capitolo 5) e sull’area in oggetto procedendo alla identificazione delle aree climatiche omogenee nazionali per anomalie ed infine sono stati riassunti i dati previsionali relativi alla porzione di territorio in cui il progetto si inserisce.

Un aumento dell’effetto serra implica un incremento di energia interna nel sistema “atmosfera” che tende a produrre, con frequenza crescente, condizioni ideali per il verificarsi di fenomeni estremi.

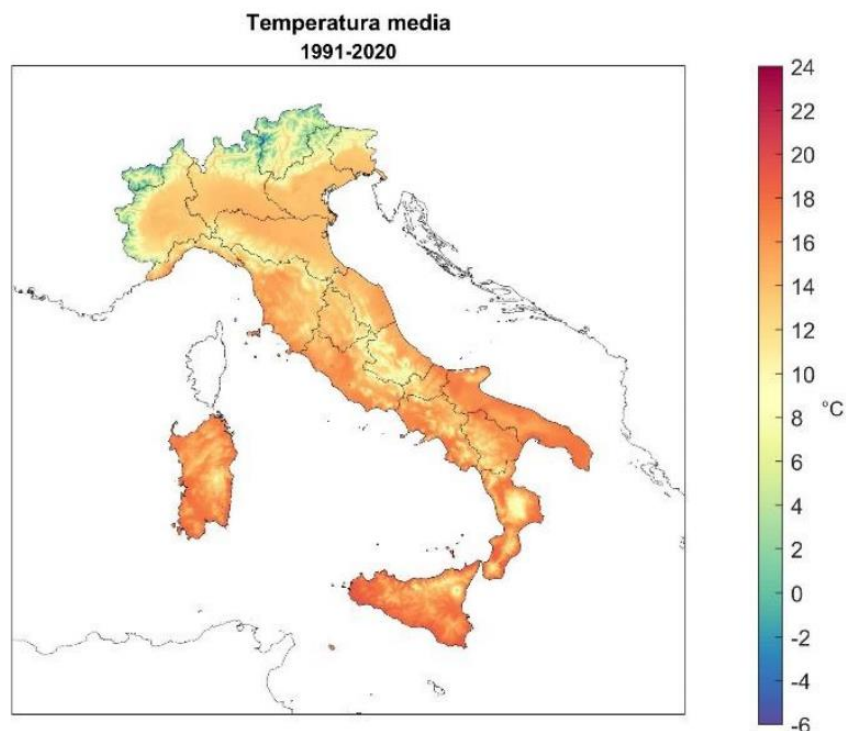
Per esempio, se da un lato si osserva una riduzione dei giorni piovosi nell’arco dell’anno, dall’altro si osserverà che nei giorni interessati da precipitazioni saranno registrate intensità di pioggia molto maggiori, che potrebbero incidere significativamente in termini di dissesto idrogeologico.

Nel successivo capitolo 6 sono stati identificati gli specifici rischi climatici fisici - elencati nella sezione II della appendice A dell’Allegato 1 al Regolamento 852/2020 UE per l’Obiettivo Mitigazione – che si ritiene possano influenzare l’andamento dell’attività economica durante il ciclo di vita previsto; per tali rischi è stata effettuata una valutazione qualitativa del rischio climatico e della vulnerabilità ed una valutazione delle soluzioni di adattamento che possano ridurre il rischio fisico climatico individuato.

3. ANALISI DEI DATI STORICI OSSERVATI

3.1 Temperatura

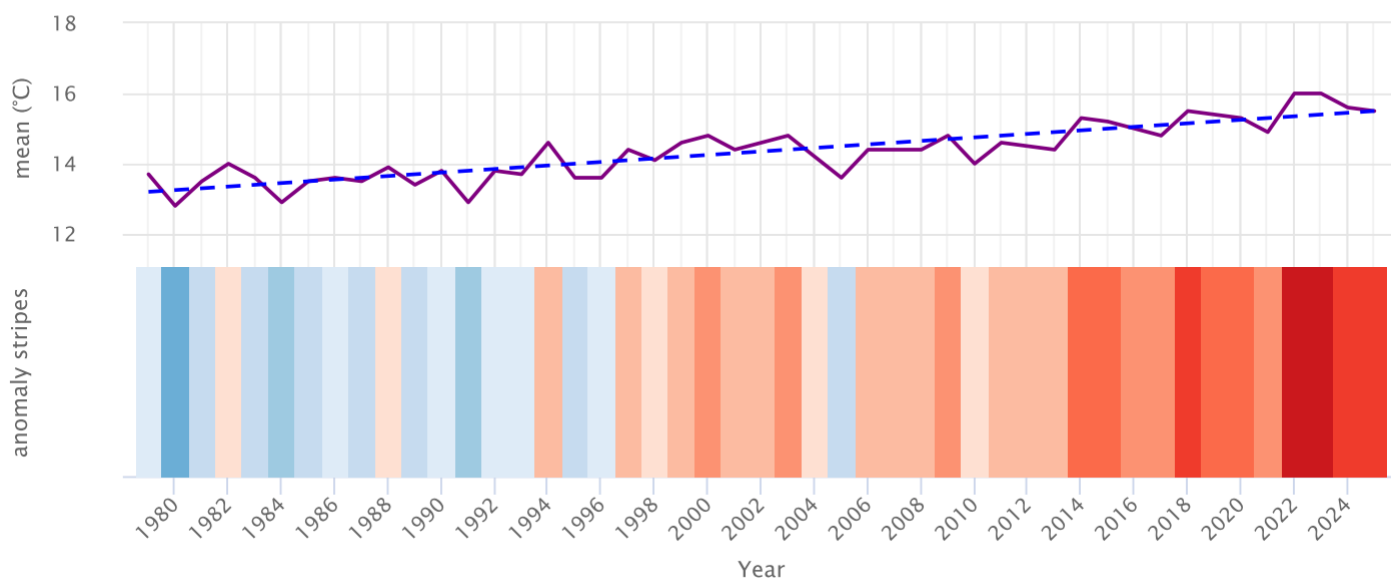
Il clima di Lucca si può definire mediterraneo, con inverni miti e piovosi, ed estati calde e soleggiate. In un periodo storico fortemente influenzato dal Cambiamento Climatico, la rete meteorologica del Settore Idrologico e Geologico Regionale Toscana dispone di stazioni di rilevamento dei principali parametri meteorologici, quali, tra i più importanti a fini climatici, citiamo temperatura e quantitativi di precipitazione.



Secondo i dati idrometeorologici messi a disposizione da Meteoblue lo studio del confronto delle temperature medie del periodo 1979-2023 è possibile notare una tendenza generalizzata improntata al riscaldamento.

Mean yearly temperature, trend and anomaly, 1979-2025.

Lucca 43.84°N, 10.50°E.



meteoblue.com

Nella parte inferiore il grafico mostra le cosiddette strisce di riscaldamento. Ogni striscia colorata rappresenta la temperatura media di un anno - blu per gli anni più freddi e rosso per quelli più caldi

3.2. Precipitazioni

Con un'anomalia di precipitazione cumulata media in Italia pari al -7% circa rispetto alla media 1991- 2020, il

2021 si colloca al ventiquattresimo posto tra gli anni meno piovosi dell'intera serie dal 1961. Le precipitazioni sono state mediamente scarse da febbraio a novembre. Sull'intero territorio nazionale quasi tutti i mesi hanno fatto registrare precipitazioni inferiori alla norma: fanno eccezione gennaio, luglio e novembre. I mesi relativamente più secchi sono stati marzo (-47%) e settembre (-44%) seguiti da giugno e agosto, mentre il mese più piovoso è stato gennaio con un'anomalia positiva di +91%. La precipitazione cumulata annuale ha fatto registrare anomalie negative al Nord (-14%) e al Centro (-4%) ed è stata prossima alla norma al Sud e Isole. Marzo è stato il mese relativamente più secco al Nord (-87%), settembre al Centro (-64%) e maggio al Sud e Isole (-56%). Al Nord e al Centro il mese relativamente più piovoso si conferma gennaio (+103%), seguito da luglio al Nord (+33%) e da dicembre al Centro (+37%); al Sud e Isole il mese più piovoso è stato novembre (+76%) seguito da gennaio (+69%). La precipitazione cumulata annuale è stata inferiore al valore normale soprattutto su Puglia e gran parte del Nord (con anomalie fino a -70%); anomalie positive di precipitazione si sono registrate principalmente su Lazio, Campania, Calabria e Sicilia. I valori medi nazionali su base stagionale indicano che solo l'inverno è stata una stagione più piovosa della norma, mentre le altre stagioni sono state mediamente più secche. La stagione relativamente più secca è stata l'estate (-27%), che si colloca al settimo posto tra le meno piovose, seguita dalla primavera (-25%) che si colloca al sesto posto tra le più secche dal 1961; l'autunno ha fatto registrare un'anomalia poco sotto la norma (-4%). Con un'anomalia media di +66% l'inverno si colloca invece al terzo posto tra le più piovose. Va sottolineato che, per l'inverno, la precipitazione cumulata stagionale viene determinata aggregando i mesi di gennaio e febbraio con il mese di dicembre dell'anno precedente.

Per quanto concerne le temperature, invece, si sono mantenute intorno alla media per tutto il semestre irriguo, a eccezione di un'anomalia positiva fino a +1/+3°C sulla parte alpina per il mese di aprile e una diffusa anomalia negativa fino a -3/-1°C nel mese di giugno.

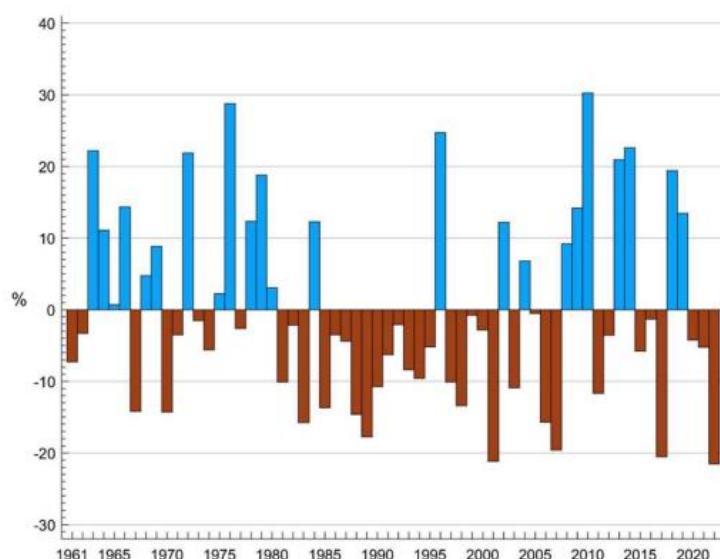


Figura 3 - Serie delle anomalie medie in Italia, espresse in valori percentuali, della precipitazione cumulata annuale rispetto alla media climatologica 1991-2020

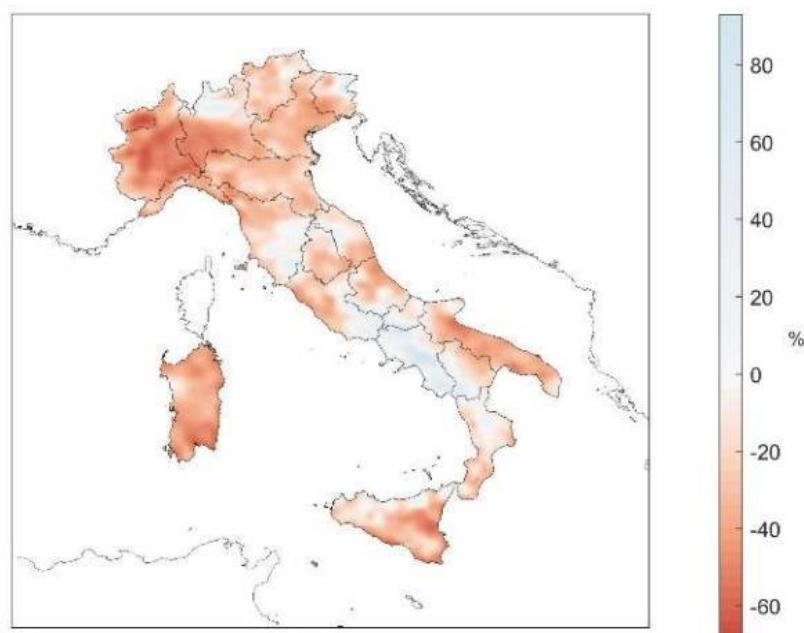
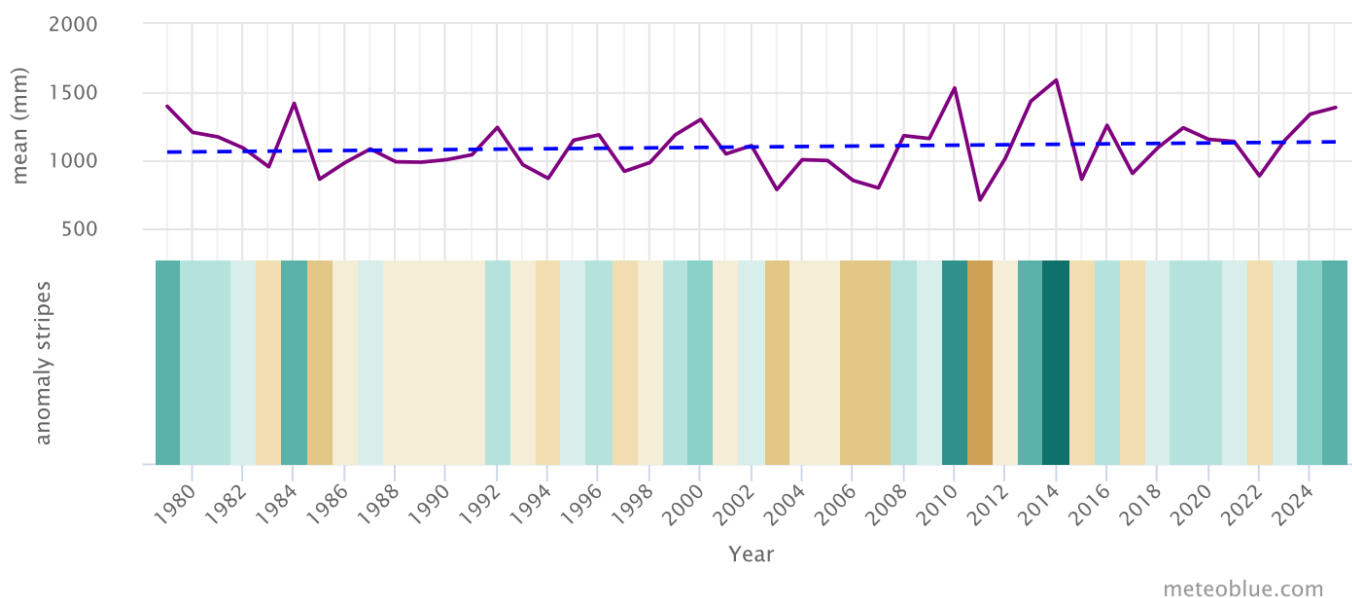


Figura 4 - Anomalia della precipitazione cumulata annuale 2022, espressa in valori percentuali, rispetto alla media climatologica 1991-2020

Secondo i dati idrometeorologici messi a disposizione da Meteoblue, le precipitazioni su base annua non hanno subito un sostanziale cambiamento nel periodo 1979-2023.

Mean yearly precipitation, trend and anomaly, 1979–2025.

Lucca 43.84°N, 10.50°E.



Nella parte inferiore il grafico mostra le cosiddette strisce di precipitazione. Ogni striscia colorata rappresenta la precipitazione totale di un anno - verde per gli anni più umidi e marrone per quelli più secchi.

Infine, si riporta di seguito il grafico in alto che mostra l'anomalia della temperatura per ogni mese dal 1979 ad oggi. L'anomalia vi dice di quanto è stato più caldo o più freddo rispetto alla media climatica trentennale del 1980-2010. Quindi, i mesi rossi sono stati più caldi e quelli blu più freddi del normale. Nella maggior parte delle località, troverete un aumento dei mesi più caldi nel corso degli anni, che riflette il riscaldamento globale associato al cambiamento climatico.

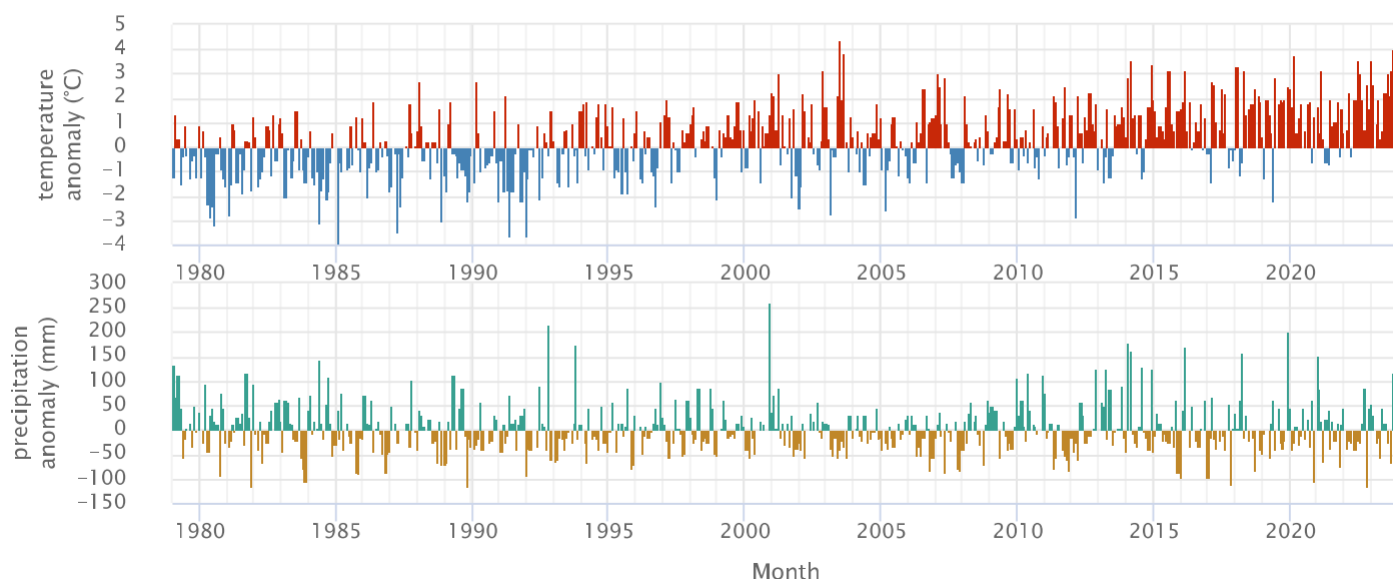
Il grafico in basso mostra l'anomalia delle precipitazioni per ogni mese dal 1979 ad oggi. L'anomalia indica se

un mese ha avuto più o meno precipitazioni rispetto alla media climatica di 30 anni del 1980-2010. Pertanto, i mesi verdi erano più piovosi e i mesi marroni erano più secchi del normale.

Monthly anomalies for temperature and precipitation 1979–2024.



Monsummano Terme 43.87°N, 10.81°E.



Come si può facilmente notare, le anomalie per i mesi più caldi della media sono aumentate nel corso del tempo, mentre le anomalie per i mesi più fredde sono praticamente scomparse negli ultimi anni. Per quanto riguarda le precipitazioni vi è ancora una certa alternanza

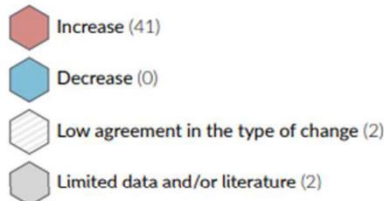
ANALISI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

L'analisi del cambiamento climatico viene effettuata a scala mondiale dall'Ente Intergovernativo per i Cambiamenti Climatici (*IPCC - Intergovernmental Panel for Climate Change*) che, circa ogni 5-6 anni, emette un report di sintesi basato su proiezioni future. L'ultimo report è stato pubblicato in agosto 2021 nella versione 6, *AR6 Cambiamento Climatico 2021 - Le basi fisico-scientifiche (AR6 Climate Change 2021: the Physical Science Basis Report)*, di seguito AR6.

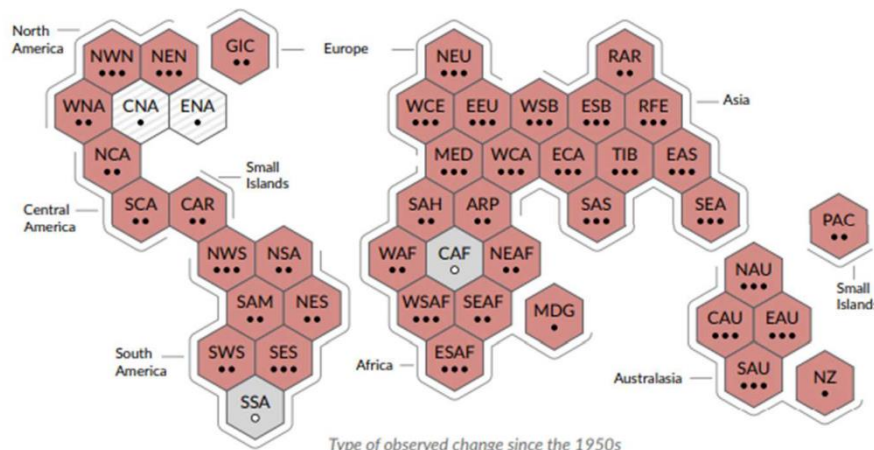
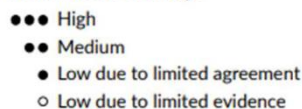
I cambiamenti climatici stanno già interessando tutte le regioni del pianeta, anche se con impatti e modalità diverse. La probabilità di eventi estremi (ondate di calore, precipitazioni intense e fenomeni siccitosi) aumenta con il riscaldamento globale. Il Rapporto chiarisce che questi eventi estremi sono destinati a intensificarsi con l'ulteriore incremento della temperatura del pianeta.

Alcuni dei cambiamenti a cui stiamo assistendo sono irreversibili. Tuttavia, altri possono essere rallentati e altri ancora potrebbero essere arrestati o addirittura invertiti limitando il riscaldamento globale. Per contenere l'innalzamento della temperatura media del pianeta entro (1,5°C rispetto al periodo preindustriale) è necessario ridurre drasticamente e rapidamente le emissioni di CO₂, metano e altri gas serra.

**Type of observed change
in hot extremes**

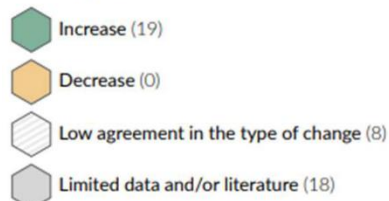


**Confidence in human contribution
to the observed change**

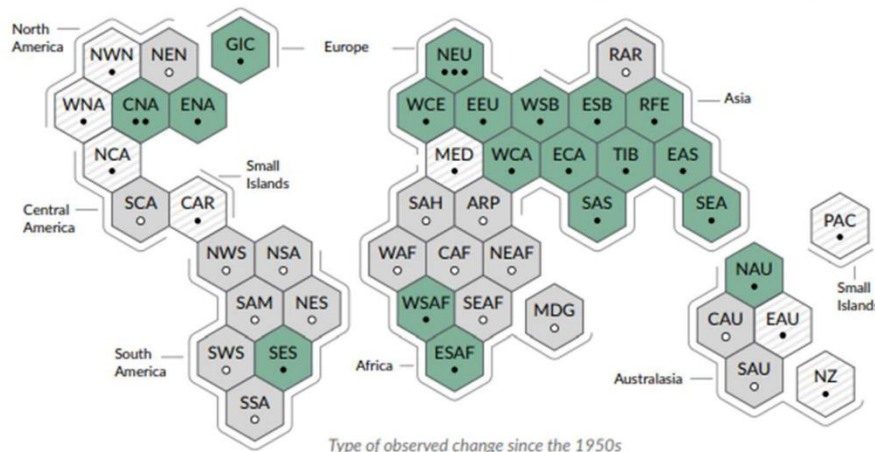
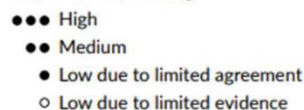


a) Sintesi della valutazione del cambiamento osservato negli estremi caldi e la confidenza del contributo umano ai cambiamenti osservati nelle regioni del mondo

**Type of observed change
in heavy precipitation**

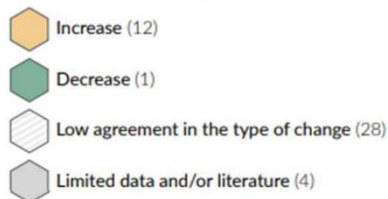


**Confidence in human contribution
to the observed change**

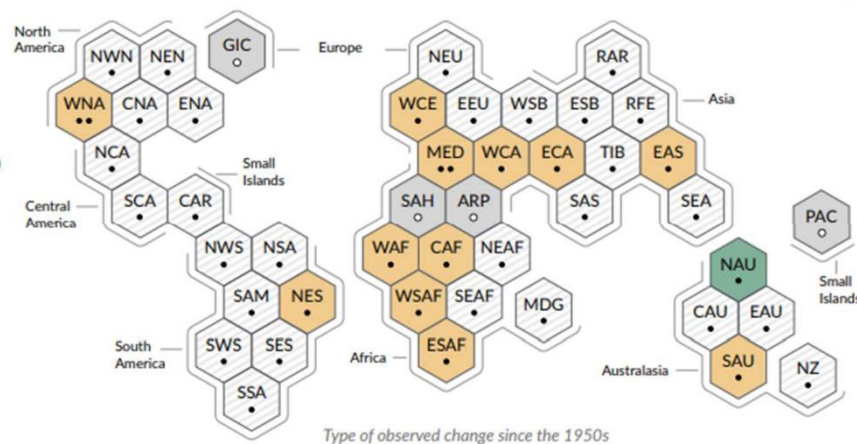
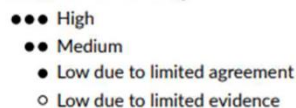


b) Sintesi della valutazione del cambiamento osservato nelle precipitazioni pesanti e confidenza del contributo umano ai cambiamenti osservati nelle regioni del mondo

**Type of observed change
in agricultural and ecological drought**



**Confidence in human contribution
to the observed change**



c) Sintesi della valutazione del cambiamento osservato nella siccità agricola ed ecologica e confidenza del contributo umano ai cambiamenti osservati nelle regioni del mondo

Nota: Ogni esagono corrisponde a una delle regioni di riferimento IPCC AR6 WGI.

Il Rapporto si basa su simulazioni climatiche di ultima generazione. Per la prima volta in un rapporto dell'IPCC, i cambiamenti futuri nella temperatura superficiale globale, nel riscaldamento degli oceani e nel livello del mare sono stati costruiti combinando le proiezioni modellistiche, ovvero risultanti dall'insieme di tutte le simulazioni climatiche disponibili eseguite con l'ultima generazione di modelli climatici a partire da un protocollo comune condiviso (CMIP6), con vincoli basati sulle osservazioni e su come i modelli hanno simulato il riscaldamento nel passato, nonché su una valutazione aggiornata della sensibilità climatica. Ciò ha permesso di ridurre, per ciascun scenario considerato, l'intervallo di incertezza rispetto alle proiezioni delle variazioni future di temperatura globale. L'insieme di simulazioni climatiche di ultima generazione prese in considerazione nel Rapporto si chiama CMIP6 (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 del World Climate Research Program*).

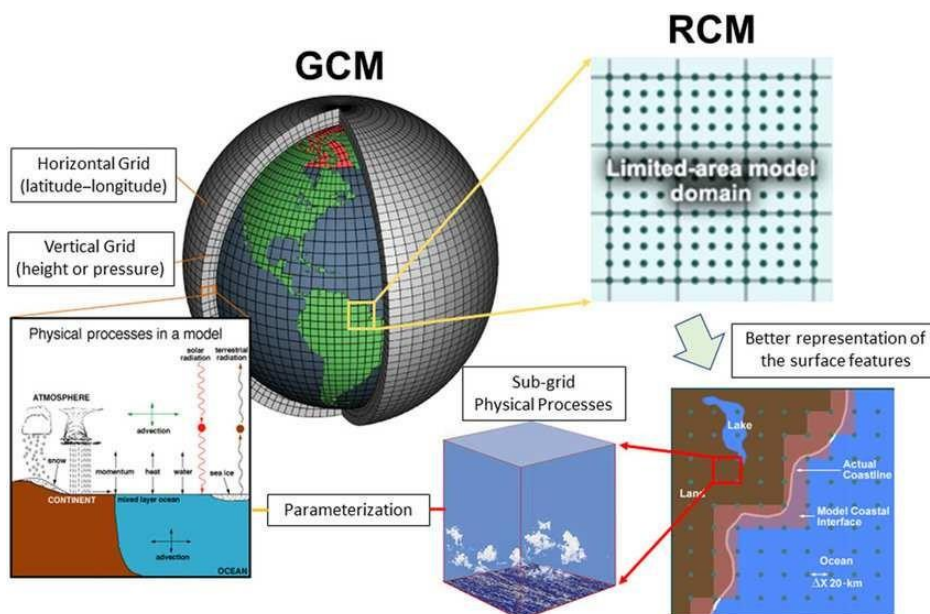
Il Rapporto analizza i cambiamenti climatici con riferimento a 5 scenari che coprono una gamma di possibili sviluppi futuri di fattori antropogenici che, come si evince dalla letteratura scientifica, influenzano i cambiamenti climatici. Gli *Shared Socio-economic Pathway – SSP*, questo il nome degli scenari, considerano una varietà di contesti socioeconomici diversi associati all'implementazione di diverse strategie di gestione delle emissioni di gas serra.

Questi scenari partono dal 2015 e comprendono ipotesi con:

- Alte emissioni di gas serra (SSP3-7.0 e SSP5-8.5) ed emissioni di CO₂ che raddoppiano entro il 2100 o il 2050 rispetto ai valori attuali;
- Valori intermedi di emissioni di gas serra (SSP2-4.5) con emissioni di CO₂ che rimangono ai livelli attuali fino alla metà del secolo;
- Emissioni basse o molto basse di gas serra (SSP1-1.9 e SSP1-2.6) con emissioni di CO₂ che vanno verso l'obiettivo di zero emissioni nette intorno al 2050 o dopo, con diversi livelli di emissioni negative di CO₂.

Nei diversi scenari le emissioni cambiano a seconda delle diverse assunzioni socioeconomiche, i livelli di mitigazione dei cambiamenti climatici e le iniziative di controllo delle emissioni di alcuni inquinanti.

Al fine di effettuare analisi di dettaglio è necessario effettuare quello che viene definito un *downscaling dinamico*, ovvero il passaggio dalla risoluzione grossolana dei GCM (*RCM – Global Climate Model*) ad una risoluzione di maggiore dettaglio. Tale operazione viene effettuata grazie all'impiego di modelli a scala regionale (*RCM – Regional Climate Model*) che acquisiscono gli output dei GCM come condizioni iniziali e al contorno.



Schema semplificato di downscaling dinamico GCM-RCM

Per il territorio europeo il *downscaling* dinamico viene effettuato dal gruppo Eurocordex (<https://www.eurocordex.net/>).

4. STIMA DEGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SUL TERRITORIO NAZIONALE

Ai fini di questo studio è stato fatto riferimento alle analisi eseguite dal CMCC (Centro Euro-Mediterraneo per il Cambiamento Climatico - <https://www.cmcc.it/it>) attraverso il modello RCM COSMO-CLM.

Gli output presi a riferimento sono le precipitazioni e le temperature medie annuali previste secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5¹ per i 3 periodi previsionali 2021-2050, 2041-2070 e 2071-2100 rispetto al periodo storico di riferimento 1981-2010.

Le proiezioni climatiche mostrano, sull'intero territorio nazionale, un graduale aumento di temperatura, rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per ognuno dei 3 periodi previsionali.

Per lo scenario RCP4.5 si prevede:

- per il periodo 2021-2050: un aumento di temperatura compreso tra 1.0÷1.5 °C;
- per il periodo 2041-2070: un aumento di temperatura compreso tra 1.7÷2.2 °C;
- per il periodo 2071-2100: un aumento di temperatura compreso tra 2.5÷3.0 °C.

Per lo scenario RCP8.5 si prevede:

- per il periodo 2021-2050: un aumento di temperatura compreso tra 1.5÷1.7 °C;
- per il periodo 2041-2070: un aumento di temperatura compreso tra 2.0÷3.0 °C;
- per il periodo 2071-2100: un aumento di temperatura oltre i 5.0 °C.

¹ Gli scenari RCP- *Representative Concentration Pathways* sono quelli da *AR5 Climate Change 2013: the Physical Science Basis Report*.
- RCP2.6 corrispondente ad una forzante radiativa di 2.6 W/m².

Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni di anidride carbonica inizino a diminuire entro il 2020 e si azzerino entro il 2100, inoltre prevede:

- una diminuzione delle emissioni di CO₂ entro il 2020 al fine di raggiungere l'azzeramento il 2100;
- che le emissioni di CH₄ raggiungano la metà dei livelli del 2020;
- che le emissioni di SO₂ scendano a circa il 10% di quelle del 1980-1990.

Si prevede che sotto tale scenario si manterrà l'aumento della temperatura globale al di sotto dei 2 °C entro il 2100.

- RCP4.5 corrispondente ad una forzante radiativa di 4.5 W/m². 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;
 - che le emissioni di SO₂ scendano a circa il 20% di quelle del 1980-1990.

Si prevede un aumento della temperatura globale tra 2 e 3 °C, entro il 2100 con un aumento medio del livello del mare del 35% superiore a quello dello scenario RCP 2.6. Molte specie vegetali e animali non saranno in grado di adattarsi agli effetti di RCP 4.5 e RCP superiori.

- RCP6.0 corrispondente ad una forzante radiativa di 6.0 W/m².
Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni di anidride carbonica raggiungano un picco intorno al 2080, intorno a valori di circa il triplo rispetto allo scenario RCP4.5, e tendano a diminuire entro il 2100. Si prevedono incremento di temperatura di oltre 3°C entro il 2100.
- RCP8.5 corrispondente ad una forzante radiativa di 8.5 W/m². Tale scenario si basa sulle ipotesi che le emissioni continuino ad aumentare per tutto il 21° secolo.
- L' RCP8.5, generalmente preso come base per gli scenari di cambiamento climatico peggiori, si basava su quella che si è rivelata una sopravvalutazione della produzione di carbone prevista. Negli ultimi anni però viene definito "sempre più plausibile" in virtù del fatto che allo stato attuale si è perfettamente allineati con la tendenza di questo scenario.

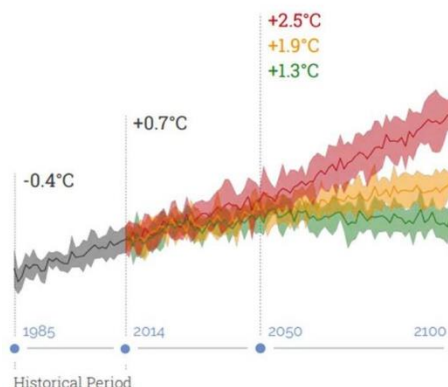
MEAN TEMPERATURE

-1 19
Celsius degrees / Over 1991-2020



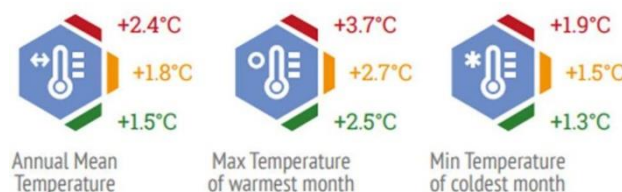
TEMPERATURE
ANOMALY

+5.9°C
+2.7°C
+1.7°C



EXPECTED VARIATION FOR TEMPERATURE AT 2050

The indicators show variations in selected temperature characteristics for a thirty-year period centred on 2050 (2036-2065) with respect to the reference period 1985-2014.



Fonte dati: G20 CLIMATE RISK ATLAS Impacts, policy, economics

nota: in colore verde scenario RCP4.5, colore giallo scenario RCP6, rosso scenario RCP8.5

Le precipitazioni sono state analizzate in termini di “eventi intensi” facendo riferimento al numero di giorni all’anno con piogge superiori a 20 mm (R20). Inoltre, è stata eseguita un’analisi anche in termini di 95° percentile delle precipitazioni (PR95), ovvero il valore nella distribuzione delle precipitazioni cui corrisponde il 5% di probabilità di essere superato, al fine di effettuare una stima di “magnitudo” degli eventi. In entrambi i casi è stata analizzata la variazione percentuale per ognuno dei periodi previsionali rispetto al periodo di riferimento.

Per lo scenario RCP4.5 si prevede in termini di R20:

- per il periodo 2021-2050:
 - un aumento compreso tra 1÷2 eventi/anno in media al Centro;
 - una diminuzione compresa tra 4÷6 eventi/anno in media al Nord e in qualche regione di Centro-Sud.
- per il periodo 2041-2070:
 - un aumento compreso tra 1÷3 eventi/anno in media al Centro e a Nord-Ovest;
 - una diminuzione compresa tra 4÷5 eventi/anno in media al Nord e in qualche regione di Centro-Sud.
- per il periodo 2071-2100:
 - un aumento compreso tra 3÷5 eventi/anno in media su quasi tutto il territorio;
 - una diminuzione compresa tra 1÷2 eventi/anno in media nell’estremo Sud.

Secondo lo scenario RCP4.5 si prevede in termini di PR95:

per ognuno dei tre periodi previsionali (2021-2050, 2041-2070, 2071-2100) un progressivo aumento delle precipitazioni con valore maggiore o uguale al 95° percentile calcolato rispetto alla distribuzione climatologica nel periodo di riferimento (1981-2010), su tutto il territorio nazionale.

Secondo lo scenario RCP8.5 si prevede in termini di PR95:

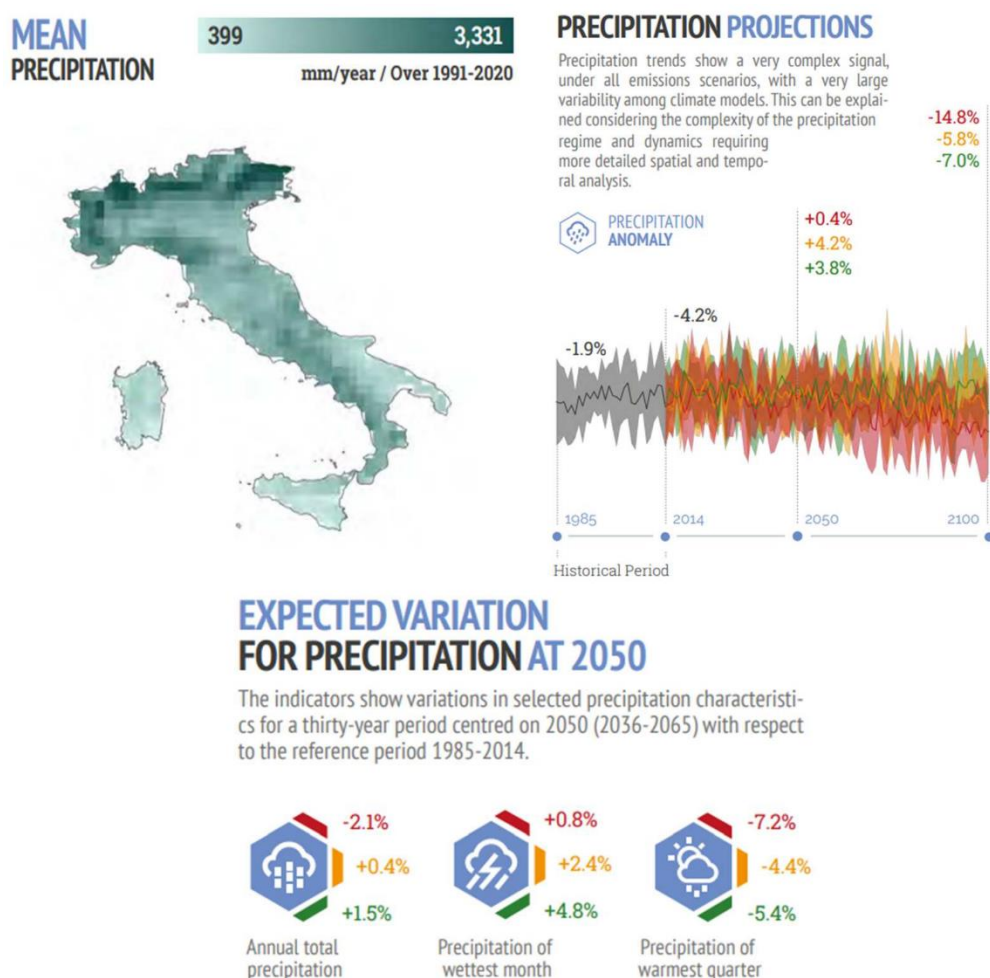
per ognuno dei tre periodi previsionali (2021-2050, 2041-2070, 2071-2100) un progressivo aumento delle precipitazioni con valore maggiore o uguale al 95° percentile calcolato rispetto alla distribuzione climatologica nel periodo di riferimento (1981-2010), su tutto il territorio nazionale.

Rispetto allo scenario intermedio RCP4.5, sulla base delle ipotesi più gravose previste dallo scenario RCP8.5, si stima un aumento percentuale maggiore dei giorni molto piovosi nei tre periodi previsionali.

Riassumendo, lo scenario RCP4.5 prevede, in media, una diminuzione della frequenza delle precipitazioni intense (> 20mm/giorno) nel primo periodo 2021-2050, un leggero aumento nel periodo 2041-2070 e un aumento generale che dovrebbe coinvolgere gran parte del territorio nazionale entro il 2100.

Lo scenario RCP8.5 prevede un iniziale aumento, in media, della frequenza delle precipitazioni intense (> 20mm/giorno) per il periodo 2021-2050 e una progressiva diminuzione per i 2 trentenni previsionali successivi.

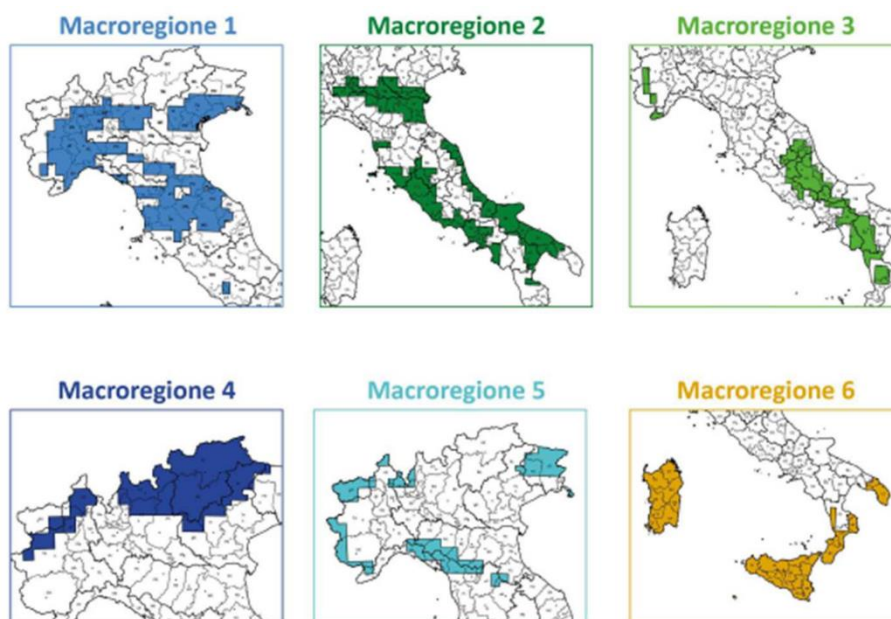
L'analisi delle precipitazioni superiori al 95° percentile (calcolato sulla distribuzione delle precipitazioni 1981-2010) tende a sottolineare la possibilità di scenari caratterizzati da precipitazioni meno frequenti ma di intensità maggiore.



Fonte dati: G20 CLIMATE RISK ATLAS Impacts, policy, economics
nota: in colore verde scenario RCP4.5, colore giallo scenario RCP6, rosso scenario RCP8.5

5.1. Stima dei cambiamenti climatici sull'area in oggetto

I dati riportati nel capitolo precedente rendono evidente come le variazioni climatiche future non siano costanti su tutto il territorio nazionale, ma si prevede una variabilità per la quale è necessario definire una zonazione climatica in termini di “macroregioni climatiche omogenee”, ossia le aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.



Tali analisi sono state eseguite dal CMCC sulla base di alcuni indicatori climatici² che sono riportati nell'Allegato 1 (“Analisi della condizione climatica attuale e futura”) del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (versione 2018 – link al sito:

https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/pnacc_allegato_1.pdf)

5.1.1. Identificazione delle aree climatiche omogenee

Al fine di individuare aree climatiche omogenee nazionali per anomalie, i valori degli indicatori climatici sono stati raggruppati in categorie omogenee denominate “cluster di anomalie”. La zonazione climatica delle anomalie ha individuato cinque cluster di anomalie (da A a E) mostrate nelle mappe sottostante per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.



Mapa dei cluster individuati - a) Scenario RCP4.5

Mapa dei cluster individuati - b) Scenario RCP8.5

² Tmean - Temperatura media annuale; R20 - Giorni di precipitazione intense; FD - Frost days; SU95p - Summer days; WP - Cumulata delle precipitazioni invernali; SP - Cumulata delle precipitazioni estive; SC - Copertura nevosa; Evap - Evaporazione; CDD - Consecutive dry days; R95p - 95° percentile della precipitazione

| CLUSTER | Tmean (°C) | R20 (giorni/anno) | FD (giorni/anno) | SU95p (giorni/anno) | WP (%) | SP (%) | SC (giorni/anno) | Evap (%) | R95p (%) |
|---------|---------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------|-----------|---------------------|-------------|-------------|
| A | 1.4 | -1 | -20 | 18 | -4 | -27 | -12 | -6 | 1 |
| B | 1.3 | -1 | -19 | 9 | -2 | -24 | -8 | -3 | 3 |
| C | 1.2 | 0 | -6 | 12 | -5 | -18 | -1 | -3 | 4 |
| D | 1.2 | 1 | -9 | 14 | 8 | -25 | -1 | -2 | 11 |
| E | 1.2 | -2 | -20 | 1 | -8 | -15 | -21 | 1 | -1 |

Valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP4.5
2021-2050 vs 1981-2010)

| CLUSTER | Tmean (°C) | R20 (giorni/anno) | FD (giorni/anno) | SU95p (giorni/anno) | WP (%) | SP (%) | SC (giorni/anno) | Evap (%) | R95p (%) |
|---------|---------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------|-----------|---------------------|-------------|-------------|
| A | 1.5 | 1 | -23 | 1 | 13 | -11 | -20 | 2 | 5 |
| B | 1.6 | 0 | -28 | 8 | 2 | -7 | -18 | 1 | 6 |
| C | 1.5 | 1 | -14 | 12 | 7 | 3 | -1 | 2 | 13 |
| D | 1.5 | 0 | -10 | 14 | -4 | 14 | -1 | -8 | 6 |
| E | 1.5 | 1 | -27 | 14 | 16 | -14 | -9 | 2 | 9 |

Valori medi dei cluster individuati (COSMO RCP8.5
2021-2050 vs 1981-2010)

Il Comune di Lucca ricade nel cluster evidenziato in rosso.

Per lo scenario RCP 4.5 l'analisi evidenzia le seguenti caratteristiche:

- Cluster A (caldo-secco estivo). Il cluster è caratterizzato da un aumento significativo dei *summer days* (di 18 giorni/anno) e da una riduzione delle precipitazioni invernali e, soprattutto, di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 27%). Il cluster A presenta una riduzione rilevante anche dei *frost days*, della copertura nevosa e dell'evaporazione.
- Cluster B (caldo invernale-secco estivo). Analogamente al cluster A, è interessato da una riduzione sia delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 24%) sia dei *frost days* (di 19 giorni/anno). Si osserva anche una moderata riduzione della copertura nevosa (di 8 giorni/anno).
- Cluster C (secco) in cui ricade l'edificio oggetto d'intervento. In questo cluster si osserva una riduzione delle precipitazioni invernali, a cui si aggiunge anche la riduzione, sebbene di minor entità, di quelle estive. Inoltre, si ha un aumento moderato dei *summer days* (di 12 giorni/anno).
- **Cluster D (piovoso invernale-secco estivo). Il cluster D è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari all'8%) e da una riduzione notevole di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 25%). In generale si ha un aumento significativo sia dei fenomeni di precipitazione estremi (R95p) sia dei *summer days* (di 14 giorni/anno).**
- Cluster E (secco-caldo invernale). Si osserva una riduzione generale dei fenomeni di precipitazione. Inoltre, si osserva una riduzione significativa dei *frost days* (di 20 giorni/anno) e della copertura nevosa (di 21 giorni/anno).

Per lo scenario RCP 8.5 l'analisi evidenzia le seguenti caratteristiche:

- Cluster A (piovoso invernale-secco estivo). Il cluster A è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari al 13%) e da una riduzione di quelle estive (valore medio della riduzione pari all' 11%). Inoltre, si osserva una riduzione significativa sia dei *frost days* (di 23 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 20 giorni/anno).
- Cluster B (caldo invernale). Il cluster B è interessato da una riduzione significativa sia dei *frost days* (di 28 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 18 giorni/anno). Inoltre, si osserva una riduzione moderata delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 7%).
- **Cluster C (piovoso-caldo estivo): il cluster C è interessato da un aumento sia delle precipitazioni invernali che di quelle estive e da un aumento significativo dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 13%). Infine, si osserva un aumento rilevante dei *summer days* (di 12 giorni/anno).**
- Cluster D (secco invernale-caldo estivo). Per il cluster D si osserva una complessiva riduzione di precipitazioni invernali e un aumento rilevante di quelle estive (si tenga conto che si tratta di valori percentuali calcolati rispetto a valori assoluti di precipitazione estiva caratteristici bassi). Inoltre, si ha un aumento notevole dei *summer days* (di 14 giorni/anno) ed una riduzione complessiva dell'evaporazione (valore medio della riduzione pari all'8%).
- Cluster E. (caldo-piovoso invernale-secco estivo). Il cluster risulta caratterizzato da un aumento significativo sia dei *summer days* (di 14 giorni/anno) che dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 9%). Inoltre, si osserva una rilevante riduzione delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 14%) ed un aumento significativo delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari al 16%). Il cluster E presenta anche una notevole riduzione dei *frost days* (di 27 giorni/anno).

5.1.2. Conclusioni

Secondo gli studi ufficiali del CMCC (fonte “Scenari climatici per l'Italia”), si prevede quanto di seguito riassunto:

Temperatura in aumento. I diversi modelli climatici sono concordi nel valutare un aumento della temperatura fino a 2°C nel periodo 2021-2050 (rispetto a 1981-2010). Variazioni maggiori in zona alpina e stagione estiva sono attese nello scenario con cambiamenti climatici più intensi, per il quale l'innalzamento della temperatura può raggiungere i 5°C a fine secolo.

Meno piogge ma più intense. Tra i principali risultati evidenziati dalle analisi degli scenari climatici vi è una diminuzione delle precipitazioni nel periodo estivo (più lieve in primavera) per il Sud e per il Centro Italia, aumentano le precipitazioni nel periodo invernale nel Nord Italia. Associato a questi segnali vi è un aumento sul territorio della massima precipitazione giornaliera per la stagione estiva ed autunnale, più marcata per lo scenario ad elevate emissioni di gas serra.

Più giorni caldi e secchi. Sia per lo scenario ad emissioni contenute che per quello ad emissioni elevate emerge un consistente aumento di giorni con temperatura minima superiore a 20°C in estate e, nella stessa stagione, un aumento della durata dei periodi senza pioggia.

Come cambia il mare. I cambiamenti climatici stanno interessando in modo crescente l'ambiente marino (costiero e mare aperto) determinando un aumento delle temperature superficiali e del livello del mare, dell'acidificazione delle acque marine e dell'erosione costiera. Tali cambiamenti necessitano di una particolare attenzione data l'importanza strategica, ambientale, economica e sociale delle nostre coste.

Un mare di beni e servizi. Le conseguenze indotte dai cambiamenti climatici potranno avere un impatto su “beni e servizi ecosistemici” costieri che sostengono sistemi socioeconomici attraverso la fornitura di cibo e servizi di regolazione del clima (quali assorbimento/rilascio e redistribuzione del calore e dei gas atmosferici, sequestro e rilascio di CO₂ in atmosfera).