

FIUMICINO
WATERFRONT

SOGGETTO ESECUTORE E FINANZIATORE



CITTÀ DI
FIUMICINO

SOGGETTO PROPONENTE ED ATTUATORE



RINA CONSULTING S.P.A.

Via Antonio Cecchi 6, 16129 Genova
tel +39 010 31961

www.rina.org

Registro imprese di Genova: 03476550102

Partita IVA: 03476550102



Atelier(s) Alfonso Femia s.r.l.

Via Interiano 3/11, 16124 Genoa

tel. +39 010.540095 fax 010.5702094

Via Cadolini 32/38, 20137 Milan

tel. +39 02.54019701 fax 010.54115512

55 rue des petites écuries, 75010 Paris

tel +331.42462894

genova@atelierfemia.com - www.atelierfemia.com

Registro imprese di Genova: 01601780990

Partita IVA: 01601780990



RESPONSABILE COORDINAMENTO
DELLE DISCIPLINE SPECIALISTICHE

Ing. **ALESSANDRO ODASSO**

Direttore Tecnico - Rina Consulting S.p.A.

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Arch. Alfonso FEMIA - Architettura e Landscape

Ing. Marco COMPAGNINO - Studio di impatto ambientale

Dott. Sandro LORENZATTI - Archeologia

Ing. Michele DI LAZZARO - Studio Idraulico e idrologico

Arch. Riccardo COCCIA - Prevenzione incendi

Ing. Alessandro VITA - Studio Geotecnico

Dott. Geol. Roberto SALUCCI - Geologia

Ing. Federico BARABINO - Sicurezza

Dott. Geol. Paolo RAVASCHIO - Rilievi e indagini

Ing. Flavio MARANGON - Studio trasportistico

Ing. Bruno RAMPINELLI ROTA - Compatibilità vincoli aeronautici

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE

Ing. Marino BALZARINI - Project Management Consultancy

Ing. Valentina BALATA - Project Engineer

Ing. Alessandro PIAZZA - Coordinamento Opere Civili

Ing. Damiano SCARCELLA - Coordinamento Opere Marittime

Arch. Sara GOTTARDO - Coordinamento Architettura e Landscape

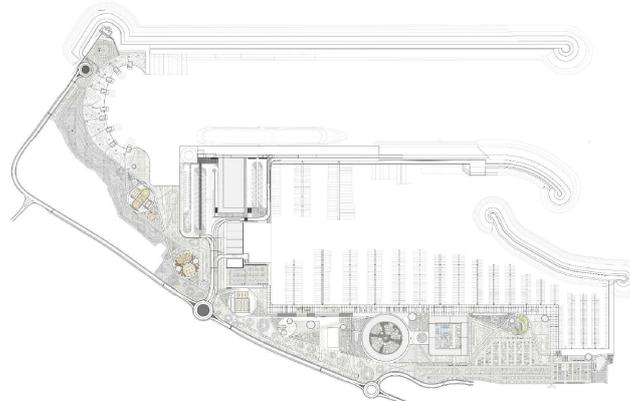
UNITÀ DI PROGETTO

Ing. Massimo GUIDI - Dirigente Comune di Fiumicino

PORTO TURISTICO-CROCIERISTICO DI FIUMICINO ISOLA SACRA

CUP:F1122000320007

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA



INQUADRAMENTO GENERALE STUDI SPECIALISTICI ANALISI DI RESILIENZA CLIMATICA

COMMESSA	SERVIZIO LOTTO	OPERA	DISCIPLINA	TIPO	PROG.	REV.	SCALA
P0031150	D0	MP00	IS	REL	10	00	

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
00	Emissione per integrazioni	R.MONTESANO	D.DI LUCIA LA PERNA	A.ODASSO	06/2024
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

NOME FILE: P0031150-D-0-MP00-IS-REL-10_00

PORTO TURISTICO-CROCIERISTICO DI FIUMICINO ISOLA SACRA

ANALISI DI RESILIENZA CLIMATICA

P0031150-D-0-MP00-IS-REL-10_00

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	2
LISTA DELLE FIGURE	3
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	4
1 INTRODUZIONE	5
2 CONTESTO	6
2.1 BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE	6
2.2 POLITICHE CLIMATICHE	8
3 METODOLOGIA	11
4 FASE 1 - SCREENING	13
4.1 ANALISI DI SENSIBILITA'	13
4.2 ANALISI DELL'ESPOSIZIONE	14
4.2.1 ANALISI DEL CLIMA ATTUALE SUL PERIODO DI RIFERIMENTO 1991-2020	14
4.2.2 ANALISI DEGLI SCENARI CLIMATICI FUTURI	16
4.2.3 VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE	32
4.3 ANALISI DI VULNERABILITÀ	33
5 FASE 2 – ANALISI DETTAGLIATA	37
5.1 ANALISI DELLA PROBABILITÀ	37
5.2 ANALISI DELL'IMPATTO	38
5.3 VALUTAZIONE DEI RISCHI	39
5.4 FASE 3 - ADATTAMENTO CLIMATICO	41
5.4.1 Identificazione di misure di adattamento climatico	41
6 CONCLUSIONI	45

LISTA DELLE TABELLE

	Pag.
Tabella 4.1 – Analisi di Sensibilità	13
Tabella 4.2 – Variazione di temperatura media cumulata (2036-2065)	17
Tabella 4.3 – Variazione di precipitazione cumulata (2036-2065)	17
Tabella 4.4 – Indicatori di riferimento per il Quadro Climatico del PNACC	19
Tabella 4.5 – Variazioni climatiche annuali per l'area Centro Italia degli indicatori climatici per il periodo 2036-2065	21
Tabella 4.6 – Indicatori di riferimento per la regione Lazio (Fonte: Profilo climatico per la regione Lazio – Rapporto CMCC)	24
Tabella 4.7 – Variazioni climatiche annuali per la regione Lazio degli indicatori climatici analizzati per il periodo centrato su (2036 – 2065)	26
Tabella 4.8 – Analisi dell'Esposizione	32
Tabella 4.9 – Scala per la valutazione di vulnerabilità di progetto	33
Tabella 4.10 – Analisi di Vulnerabilità	34
Tabella 4.11 – Riepilogo delle Vulnerabilità	35
Tabella 4.12 – Riepilogo delle Vulnerabilità alte per le opere di progetto	36
Tabella 5.1 – Scala per la valutazione della probabilità di un pericolo	37
Tabella 5.2 – Analisi della Probabilità	37

Tabella 5.3 – Scala di entità delle conseguenze nei vari settori di rischio	38
Tabella 5.4 – Analisi dell’Impatto	39
Tabella 5.5 – Criterio di Valutazione dei Rischi	39
Tabella 5.6 – Valutazione dei Rischi	40
Tabella 3.26: Misure di Adattamento Climatico	41

LISTA DELLE FIGURE

	Pag.
Figura 2.1 – Inquadramento area di progetto	6
Figura 2.2 – Rendering degli elementi di progetto	7
Figura 3.1 – Fasi dell’Analisi di Resilienza ai cambiamenti climatici	11
Figura 4.1 – Temperatura media mensile minima, media e massima in Lazio nel periodo 1991-2020 (Fonte: Climate Change Knowledge Portal)	15
Figura 4.2 – Precipitazioni medie mensili in Lazio, 1991-2020 (Fonte: Climate Change Knowledge Portal)	16
Figura 4.3 – Precipitazioni annuali in Lazio, 1901-2022 (Fonte: Climate Change Knowledge Portal)	16
Figura 4.4 – Variazioni climatiche annuali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate medie per il periodo 2036-2065 (2050s)	17
Figura 4.5 – Variazioni climatiche annuali per alcuni degli indicatori climatici analizzati per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010	19
Figura 4.6 – Variazioni livello del mare ottenute dal dataset MEDSEA RCP 8.5 per il periodo 2036-2065 vs 1981-2010	23
Figura 4.7 – Variazioni climatiche della temperatura media [°C] per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX	27
Figura 4.8 – Variazioni climatiche della temperatura media [°C] per ciascuna stagione per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX	27
Figura 4.9 – Variazioni climatiche [gradi giorno] dei gradi giorno di riscaldamento (sinistra) e dei gradi giorni di raffrescamento (destra) per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX	28
Figura 4.10 – Variazioni climatiche delle ondate di caldo [giorno/anno] (sinistra) e dei giorni di disgelo [giorno/anno] (destra) per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX	28
Figura 4.11 – Variazioni climatiche [giorno/anno] dell’indice di durata dei periodi di caldo per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX	29
Figura 4.12 – Variazioni climatiche [giorno/anno] delle notti tropicali (sinistra) e dei giorni con gelo (destra) per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX	29
Figura 4.13 – Variazioni climatiche [%] della precipitazione cumulata nei giorni piovosi per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX	30
Figura 4.14 – Variazioni climatiche [%] della precipitazione cumulata nei giorni piovosi per ciascuna stagione per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX	31
Figura 4.15 – Variazioni [mm/anno (sinistra); giorni/anno (destra)] della precipitazione massima in 1 giorno (sinistra) e dei giorni consecutivi secchi (destra) per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX	31

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

IPCC	International Panel on Climate Change
SSP	Shared Economic Pathways
SGD	Sustainable Development Goal
DNSH	Do No Significant Harm
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
SNACC	Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici
PNACC	Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici
RCP	Representative Concentration Pathways
TG	Temperatura media
WD	Giorni caldi – secchi
CDDS	Gradi giorni di raffrescamento
PRCPTOT	Precipitazione cumulata nei giorni piovosi
R20	Giorni di precipitazioni intense
RX1DAY	Valore massimo della precipitazione giornaliera
SDII	Indice di intensità di precipitazione giornaliera (
PR99prctile	99° percentile della precipitazione giornaliera
CDD	Giorni consecutivi secchi
SPI3	Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 3 mesi
PET	Evapotraspirazione Potenziale (con metodo
CSDI	Indice di durata dei periodi di freddo
FD	Giorni con gelo
WSDI	Indice di durata dei periodi di caldo
FWI	Indice di pericolo incendio
EWS	98° percentile della velocità massima giornaliera del vento
SCD	Durata del manto nevoso
HUMIDEX	Indice di disagio termico
SU95P	Giorni estivi
TR	Notti tropicali
SST	Temperatura superficiale dell'acqua
SSH	Livello del mare

1 INTRODUZIONE

Il presente elaborato è stato prodotto per rispondere alle richieste di integrazioni della Commissione Tecnica PNRR-PNIEC (Prot. MASE-2024-0011678 del 09/02/2024), della Soprintendenza Speciale per il PNRR del MIC (Prot. MASE-2024-0023735 del 08/02/2024) e alla richiesta di integrazioni/osservazioni VIAN 007/2024 della Regione Lazio - "Direzione Regionale ambiente, cambiamenti climatici, transizione energetica e sostenibilità, parchi" (Prot. MASE-2024-0056308 del 25/03/2024), nell'ambito della Procedura di VIA (PNIEC-PNRR) ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.n.152/2006, avviata con Istanza del 6 Ottobre 2023, per il "Progetto per la realizzazione del Porto turistico-crocieristico di Fiumicino - Isola Sacra".

La Commissione Tecnica PNRR-PNIEC, in particolare, ha richiesto quanto segue: "Si richiede un'analisi dettagliata della resilienza del progetto nel suo complesso ai cambiamenti climatici anche facendo riferimento al documento "Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027" della Commissione Europea (2021/C 373/01)".

Pertanto, il presente documento costituisce l'"Analisi di resilienza climatica" nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale per il progetto riferito all'intervento di costruzione del progetto consistente nella realizzazione di un porto con funzione di approdo crocieristico e diportistico.

La realizzazione e gestione delle infrastrutture comporta sfide uniche, poiché queste strutture sono destinate a durare nel tempo e devono resistere all'impatto di un clima in continua evoluzione, caratterizzato da eventi meteorologici sempre più estremi e frequenti. Pertanto, è fondamentale progettare le infrastrutture con un'attenzione particolare all'adattabilità e alla flessibilità, garantendo la capacità di rispondere ai cambiamenti climatici e alle innovazioni tecnologiche future.

In questo contesto, si inserisce il progetto di sviluppo del Porto turistico di Fiumicino Isola Sacra, un'iniziativa concepita per ottimizzare il Sistema Portuale Laziale. Inizialmente avviato negli anni Novanta e interrotto a causa di problemi di gestione, il progetto è stato ripensato per rispondere alle esigenze attuali e future del mercato, nonché per migliorare la sostenibilità ambientale e integrarsi meglio nel contesto territoriale. Attraverso una revisione mirata, l'obiettivo è quello di promuovere uno sviluppo sostenibile dell'area portuale, allineandosi alle condizioni di mercato attuali e future, ripristinando le aree degradate e migliorando la qualità ambientale complessiva. La nuova incarnazione del progetto, guidata dal Royal Caribbean Group e supportata da iCON Infrastructure LLP, è stata riconosciuta dal governo italiano come parte integrante dell'intervento per il Giubileo 2025, confermando il suo ruolo cruciale come punto di accesso a Roma e destinazione per pellegrini e visitatori.

Al fine di comprendere appieno l'impegno per la resilienza climatica del progetto, il seguente documento includerà un'analisi dettagliata della sua capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, evidenziando le eventuali strategie messe in atto per garantire la sua sostenibilità a lungo termine.

2 CONTESTO

2.1 BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'area di progetto è ubicata al margine Sud-occidentale dell'Isola Sacra, un'isola di circa 12 km² sorta presso la foce del Tevere, che si è andata formandosi artificialmente per l'allungamento della Fossa Traiana (oggi Canale di Fiumicino), di collegamento tra il fiume e l'antico porto Imperiale di Traiano.

Il progetto riguarda la realizzazione di un nuovo terminal crociere che andrà ad integrare la capacità complessiva del Sistema Portuale Laziale, generando un rilevante indotto sull'intera area: sviluppo turistico, rifornimento di prodotti del territorio, coinvolgimento dei diversi attori locali, protezione e promozione del patrimonio culturale e visibilità internazionale. La crescita occupazionale su un'ampia e qualificata gamma di professionalità andrà da circa 7.000 posti di lavoro in fase di costruzione a oltre 9.000 posti di lavoro in fase operativa.

Si riporta nella figura seguente un inquadramento dell'area di progetto:



Figura 2.1 – Inquadramento area di progetto

Il progetto sarà costituito dalle componenti principali illustrate di seguito:

Parte marittima:

- ✓ una diga foranea di 1 km di lunghezza, denominata Molo Traiano;
- ✓ un molo di spina, denominato Molo Claudio;
- ✓ le due strutture citate permettono l'individuazione di due bacini: un bacino esterno o di ponente, detto Bacino Traiano, dedicato all'ormeggio delle navi da crociera sul lato esterno del Molo Claudio e dei super e mega yacht (fino a 110 m di lunghezza) sul lato interno del Molo Traiano; il bacino interno o di levante, denominato Bacino Claudio, destinato ad ospitare i 1200 posti riservati alle imbarcazioni da diporto fino a 40 m di lunghezza;
- ✓ all'esterno dell'area in concessione è prevista la realizzazione di un canale di accesso al bacino Traiano profondo 12 m, al fine di garantire adeguate profondità per le operazioni di manovra delle navi da crociera.

Parte di terra:

- ✓ area dedicata a parco urbano;
- ✓ area dedicata alla logistica crocieristica e ai cantieri nautici;
- ✓ area dedicata ad attività commerciali (servizi alla marina, retail, alloggio e ricezione);
- ✓ all'esterno dell'area in concessione sono previste opere di allaccio ai servizi e interventi sulla viabilità di accesso, che saranno oggetto di accordo con il Comune di Fiumicino e con gli enti coinvolti. La fornitura di potenza per lo shore-power, utile a consentire lo spegnimento dei motori della nave da crociera durante lo stazionamento in porto, è oggetto di specifiche interlocuzioni con i maggiori operatori del settore e con il gestore della rete in alta tensione;
- ✓ l'area a terra comprenderà aree adibite a parcheggi pubblici e privati, la Darsena della Salute, l'area del "Vecchio Faro" e le strutture dei "Bilancioni". Le rinnovate preesistenze del Faro e dei bilancioni occupano il parco adiacente alla radice della diga foranea, seguito dall'area più infrastruttura, dedicata alla logistica crocieristica e ai cantieri nautici. Proseguendo verso nord il parco ospita lo spazio per eventi all'aperto e l'edificio circolare dove sono stati concentrati i servizi alla marina, il retail e la ristorazione, e l'hotel/aparthotel, per terminare con un'area parcheggio inserita nel verde e con gli spazi vocati alla nautica sociale e alla scuola velica.

Alle principali funzioni svolte dal porto corrispondono altrettante porzioni del layout di progetto:

- ✓ alla crocieristica corrisponde il bacino Traiano con i servizi connessi al traffico passeggeri ed alla relativa logistica a terra;
- ✓ alla yacht marina corrisponde il bacino Claudio ed i relativi servizi a terra;
- ✓ alle real estate corrisponde l'area dedicata all'attività ricettiva nella parte a terra più vicina all'abitato di Isola Sacra.

Gli edifici principali oggetto del presente progetto possono essere così individuati:

- ✓ il **Terminal** passeggeri da 11.500 mq, ripartiti in un edificio a due piani, una passerella di collegamento alla nave e locali adibiti alla logistica; il Terminal è dimensionato per il transito di oltre 5.000 passeggeri e progettato per ambire ad una certificazione **LEED Gold**. Le dimensioni del terminal e della relativa area logistica consentiranno la gestione secondo i migliori standard internazionali dei circa 1,3 milioni turisti annui, previsti già a partire dal 2025;
- ✓ il **Circular Building** di circa 7.400 mq, edificio aperto alla cittadinanza, che ospita Capitaneria di porto, i servizi alla marina, ma anche piccole attrezzature commerciali, disposto su due piani fuori terra (uffici, aree sportive, ristoranti, area commerciale);
- ✓ l'**hotel/aparthotel** di 200 stanze e 50 mini-appartamenti. Il volume si compone per stratigrafie sovrapposte gradonate verso il mare per un massimo quattro piani fuori terra.



Figura 2.2 – Rendering degli elementi di progetto

Le lavorazioni di realizzazione, saranno divise in lotti funzionali: il primo lotto di opere comprenderà la diga foranea (Molo Traiano), le parti funzionali del molo sottoflutto (Molo Adriano) e del molo di spina e di approdo crocieristico

(Molo Claudio), le opere di dragaggio, colmata a terra e ripascimento (previsto a Fregene Nord, a completo carico del progetto e in aggiunta agli oneri di urbanizzazione), il risanamento del Vecchio Faro di Fiumicino e la realizzazione della parte meridionale del parco pubblico per circa un terzo del totale e delle principali opere di urbanizzazione.

La marina e la restante parte del parco e delle opere al servizio della cittadinanza, community hubs, servizi culturali, sportivi e ricreativi, verranno realizzati per stralci nei successivi anni, per essere completati con l'edificio servizi (Circular building) con il cantiere nautico entro ulteriori dodici mesi. Hotel e Banchina Megayacht verranno realizzati nel 2035, quando le attività portuali saranno adeguatamente avviate per offrire questo tipo di servizi, propri di un porto con adeguato standing internazionale.

2.2 POLITICHE CLIMATICHE

Considerati i cambiamenti climatici sempre più evidenti e gli impatti sempre più gravi, le politiche di adattamento climatico emergono come un elemento cruciale nella risposta globale alla crisi climatica. In questo contesto, governi, organizzazioni internazionali ed attori non governativi stanno sviluppando e implementando una vasta gamma di politiche mirate a proteggere le popolazioni vulnerabili, promuovere la resilienza delle infrastrutture e delle risorse naturali, nonché a facilitare la transizione verso un futuro più sostenibile e adattato al clima.

In questo contesto giuridico, l'Unione Europea svolge un ruolo cruciale ponendosi come soggetto leader e principale protagonista dell'azione sul clima a livello globale. Oltre ad aver promosso l'adozione di importanti strumenti multilaterali ed averne formalmente approvato i principali, ha intrapreso sul piano interno numerose iniziative e ha emanato, nell'ambito delle competenze che le sono attribuite, un ampio numero di atti, in parte vincolanti, in parte privi di efficacia vincolante, mediante i quali essa si propone di affrontare le cause e gli impatti dei cambiamenti climatici.

Gli atti adottati a livello internazionale e nazionale che vertono specificamente sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici sono:

- ✓ **Sesto rapporto di valutazione dell'IPCC: Cambiamento Climatico 2022, Impatti, Adattamento, Vulnerabilità:** Nell'edizione 2022, sesto rapporto che segue quello pubblicato nel 2014, l'IPCC ha svolto un lavoro che
 - analizza gli impatti dei cambiamenti climatici, sia a scala globale che regionale, su ecosistemi, società, infrastrutture, settori produttivi, culture, città e insediamenti;
 - valuta vulnerabilità e rischi futuri sulla base di differenti scenari (definiti anche "percorsi" - pathways) di sviluppo socio-economico, i cosiddetti Shared Socioeconomic Pathways - SSP;
 - valuta le opzioni di adattamento in atto, quelle future e la loro efficacia, fattibilità e limitazioni;
 - mostra come il successo dell'adattamento sia strettamente legato al livello di mitigazione e alla misura in cui vengono raggiunti gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs - Sustainable Development Goals).

L'IPCC identifica quattro categorie di rischi-chiave per L'Europa che sono:

- I. Rischi delle ondate di calore su popolazione ed ecosistemi;
- II. Rischi per la produzione agricola;
- III. Rischi di scarsità di risorse idriche;
- IV. Rischi prodotti da maggiore frequenza e intensità di inondazioni.

- ✓ **Strategia europea di Adattamento al Cambiamento Climatico:** A livello europeo, così come in molte regioni del nostro Paese, la presa di coscienza della sempre maggiore frequenza degli eventi climatici estremi e delle loro conseguenze calamitose ha fatto emergere la necessità di porre le basi per una concreta politica climatica globale che preveda misure di adattamento per ridurre e gestire i rischi connessi ai cambiamenti climatici. Tale preoccupazione ha indotto l'Unione Europea a intraprendere una serie di iniziative che, ad aprile 2013, si sono concretizzate con l'adozione della "Strategia europea per i cambiamenti climatici" e con le successive Conclusioni del Consiglio europeo del 13 giugno 2013. Tale strategia richiede a tutti gli Stati Membri di rivalutare oggi il concetto di vulnerabilità, di rivedere le soglie critiche di rischio a livello nazionale e di misurare le proprie capacità di resilienza agli effetti dei cambiamenti climatici attraverso politiche basate su un approccio locale e un forte coinvolgimento degli attori socio-economici. La Commissione Europea il 24 febbraio 2021 ha adottato la nuova "Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici", sottolineando che i cambiamenti climatici sono già in atto e che per

questo dobbiamo costruire un futuro più resiliente. Prevista dalla roadmap del Green Deal europeo, la nuova Strategia si basa sulla valutazione della precedente Strategia del 2013 (COM 2013/ 216) e dei risultati della Consultazione pubblica che si è svolta tra maggio e agosto 2020. Le proposte focalizzano l'attenzione sulla definizione di soluzioni e sul passaggio dalla pianificazione all'attuazione.

- ✓ **La Convenzione-Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC):** La UNFCCC persegue l'obiettivo di stabilizzazione delle emissioni di gas climalteranti e al contempo onera gli Stati dell'adozione di misure di adattamento: prevede, in modo programmatico, che gli Stati mettano in esecuzione e aggiornino programmi nazionali e, ove opportuno, regionali, per attuare l'adattamento ai cambiamenti climatici (artt. 3.3; 4.1 lett. b; 4.1 lett. e; 4.4).
- ✓ **L'Agenda 2030 e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile:** l'agenda 2030 definisce 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (SDGs), declinati in 169 target, da conseguire entro il 2030 e costituisce una piattaforma strategica idonea ad orientare politiche pubbliche e azioni di sostenibilità orizzontale e intersettoriale, integrate nelle dimensioni economica, sociale e ambientale.
- ✓ **Iniziativa "Mayors Adapt":** varata ufficialmente dal Patto dei sindaci nel 2014 come azione chiave della Strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici in vigore all'epoca, per coinvolgere e sostenere le autorità locali nelle azioni in materia di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico. Quest'iniziativa è entrata nella attuale fase nel 2016 con la denominazione di Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, in seguito ulteriormente rivista alla luce dei target combinati di riduzione delle emissioni inquinanti al 2030 e 2050, adattamento e resilienza climatica, lotta alla povertà energetica previsti dalla Strategia UE 2021, dagli impegni dell'Accordo di Parigi e dal Green Deal europeo;
- ✓ **Regolamento (UE) 852/2020** del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 giugno 2020 ha istituito un quadro che favorisce gli investimenti sostenibili (cd. "Regolamento tassonomia") che contempla sei obiettivi ambientali, tra i quali è annoverato l'adattamento ai cambiamenti climatici. Nel Regolamento è sancito il principio che prevede il divieto di arrecare danni significativi all'ambiente (*Do No Significant Harm* – DNSH) ovvero un danno significativo ai sei obiettivi in questione tra i quali, quindi, l'adattamento;
- ✓ **Regolamento delegato (UE) 2021/2139** della Commissione del 4 giugno 2021 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;
- ✓ **Regolamento (UE) 2021/1119** del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 giugno 2021 che istituisce il quadro per il conseguimento della neutralità climatica (cd. "Legge europea sul clima"), nel dare attuazione agli obiettivi previsti nel Green Deal europeo, ha stabilito l'obiettivo vincolante della neutralità climatica nell'Unione entro il 2050 e ha istituito un quadro per progredire nel perseguimento dell'obiettivo globale di adattamento, così integrando il contenuto dell'Accordo di Parigi e dell'Agenda 2030 (in particolare dell'Obiettivo 13) nel quadro giuridico dell'Unione europea. Nell'art. 5, rubricato "Adattamento ai cambiamenti climatici", è delineato il ruolo svolto dalle istituzioni dell'UE e dagli Stati membri ai fini di un costante progresso nel miglioramento della capacità di adattamento, nel rafforzamento della resilienza e nella riduzione della vulnerabilità ai cambiamenti climatici in conformità all'art. 7 dell'Accordo di Parigi. I progressi compiuti dagli Stati sono sottoposti a valutazione della Commissione, ai sensi dei successivi artt. 6 e 7, la quale, laddove giudichi insufficienti i progressi compiuti o incoerenti le misure introdotte dagli Stati, può adottare le misure necessarie conformemente ai trattati, in particolare può formulare raccomandazioni;
- ✓ **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR):** Il 13 luglio 2021 il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) dell'Italia è stato approvato definitivamente con Decisione di Esecuzione del Consiglio Europeo. Il PNRR prevede investimenti pari a 191.5 miliardi di euro finanziati attraverso il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza (strumento principe della NGEU) oltre ad un finanziamento nazionale di 30.6 miliardi di euro, il 40% delle risorse del PNRR è dedicato al contrasto al cambiamento climatico. Il Piano si articola infatti in sei missioni. In particolare, la Missione 2 "Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica" risulta essere fondamentale il raggiungimento degli obiettivi globali ed europei su risparmio energetico e contrasto al cambiamento climatico.
- ✓ Comunicazione della Commissione europea "**Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima del periodo 2021-2027**", (2021/C 373/01) del 16 settembre 2021;
- ✓ **Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC):** Nello scenario nazionale italiano, la "Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC)" (approvata con Decreto direttoriale n. 86 del 16 giugno 2015) costituisce un importante strumento di analisi con l'obiettivo di

identificare i principali settori che subiscono gli impatti del cambiamento climatico, definendo gli obiettivi strategici e le azioni per la mitigazione degli impatti.

La SNAC trova il suo fondamento nei seguenti documenti:

- Rapporto tecnico–scientifico “Stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici”;
 - Rapporto tecnico-giuridico “Analisi della normativa per l’adattamento ai cambiamenti climatici: quadro comunitario e quadro nazionale”;
 - “Elementi per una Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici”.
- ✓ **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC):** Per dare attuazione alla Strategia, nel 2016 il Ministero dell’Ambiente ha intrapreso, con analoghe modalità partecipative della SNAC, la stesura del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC). L’obiettivo principale del Piano è di aggiornare il complesso quadro di riferimento conoscitivo nazionale sull’adattamento e di renderlo funzionale ai fini della progettazione di azioni di adattamento ai diversi livelli di governo e nei diversi settori di intervento.

Le politiche climatiche illustrate rappresentano un ampio spettro di iniziative sia a livello internazionale che nazionale, volte ad affrontare i rischi e gli impatti dei cambiamenti climatici. Da strategie europee e convenzioni internazionali a regolamenti specifici e piani nazionali, queste politiche delineano un quadro robusto per l’adattamento al cambiamento climatico.

Nei prossimi paragrafi, viene presentata la metodologia impiegata per valutare la resilienza climatica del progetto in esame, insieme ai risultati emersi dall’analisi.

3 METODOLOGIA

Di norma le infrastrutture sono caratterizzate da una lunga durata e possono essere esposte per molti anni a un clima in evoluzione, con eventi meteorologici e impatti climatici sempre più avversi e frequenti.

Pertanto, il progetto, al fine di perseguire gli obiettivi generali di qualità ecosistemica dell'infrastruttura e di efficienza dell'opera, deve porre attenzione alla adattabilità e flessibilità dell'opera rispetto ai potenziali sviluppi tecnologici futuri, con particolare attenzione ai temi della resilienza e della sostenibilità ambientale. Per soddisfare quanto richiesto dalle Linee Guida si riportano nei paragrafi seguenti le analisi effettuate in ambito resilienza del progetto ai cambiamenti climatici.

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 a individuare valutare e attuare misure di adattamento mirate.

Per lo svolgimento di tale analisi sono state applicate le indicazioni specificate nell'Appendice A dell'Allegato I del Regolamento Delegato 2021/2139 della Commissione Europea del 4 Giugno 2021¹ e si è fatto riferimento alla Sezione dedicata all'Adattamento ai cambiamenti climatici (resilienza climatica) della Comunicazione della Commissione Europea "Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 (2021/C 373/01)"².

La analisi di resilienza climatica mira a garantire un livello adeguato di resilienza dell'infrastruttura agli impatti dei cambiamenti climatici nel corso del suo intero ciclo di vita. Il processo può essere suddiviso in tre principali fasi (che potrebbero anche essere considerati come passaggi o blocchi costruttivi nel processo di valutazione), come specificato ed illustrato di seguito in Figura 3.1:

- ✓ **Fase 1 – Screening: Valutazione della vulnerabilità climatica;**
- ✓ **Fase 2 – Analisi dettagliata: Valutazione del livello di rischio;**
- ✓ **Fase 3 – Adattamento: Gestione dei rischi residui.**



Figura 3.1 – Fasi dell'Analisi di Resilienza ai cambiamenti climatici

In particolare, durante la fase di screening tre tipologie di analisi sono state condotte:

- ✓ **Analisi di Sensibilità:** individuazione dei pericoli climatici pertinenti per il progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione geografica;
- ✓ **Analisi dell'Esposizione:** individuazione dei pericoli pertinenti l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dalla tipologia di progetto;
- ✓ **Analisi della Vulnerabilità:** combinazione dei risultati delle analisi di sensibilità e di esposizione, consentendo di individuare soluzioni di adattamento necessarie per ottenere un'infrastruttura resiliente ai cambiamenti climatici.

¹ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d84ec73c-c773-11eb-a925-01aa75ed71a1.0013.02/DOC_3&format=PDF

² [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916\(03\)&from=HR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916(03)&from=HR)

Se tutte le vulnerabilità stimate a valle della fase di screening saranno classificate come basse o insignificanti, l'analisi si concluderà con la fase di screening e l'infrastruttura potrà essere valutata come resiliente.

Invece, saranno identificati livelli di vulnerabilità alta rispetto ad alcuni dei pericoli climatici analizzati, un'analisi del rischio sarà condotta per ciascuno di essi.

In tal caso la valutazione passerà alla fase 2 (o analisi dettagliata) e prevederà analisi supplementari:

- ✓ **Analisi della probabilità:** valutazione del grado di probabilità che i pericoli climatici individuati si verifichino, entro un determinato lasso di tempo, ad esempio la durata del progetto;
- ✓ **Analisi dell'impatto:** valutazione delle conseguenze derivanti dal verificarsi del pericolo climatico individuato;
- ✓ **Valutazione dei rischi:** combinazione dei risultati delle analisi di probabilità ed impatto; consentendo la stima del livello di entità di ciascun rischio potenziale.

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.

Nel caso in cui l'analisi dei rischi concluda che il progetto presenti rischi climatici significativi, è essenziale gestirli e ridurli a un livello accettabile attraverso l'identificazione di misure di adattamento specifiche.

4 FASE 1 - SCREENING

4.1 ANALISI DI SENSIBILITA'

L'obiettivo dell'analisi di sensibilità è l'individuazione dei pericoli climatici pertinenti per il progetto specifico, indipendentemente dalla sua ubicazione geografica.

Per questa analisi è stato analizzato il livello di sensibilità ai pericoli fisici che potrebbero influenzare l'opera, facendo riferimento alla "Classificazione dei pericoli legati al clima" – Sezione II nell'Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 della Commissione del 4 giugno 2021³.

La valutazione di sensibilità è stata effettuata considerando tutte le diverse attività e tutte le componenti costituenti l'opera. In particolare, sono state considerate le caratteristiche tecniche ed impiantistiche dei diversi asset e si è ritenuto opportuno identificare due macroaree di attività in accordo con quanto descritto nel Paragrafo 2.1:

- ✓ **Opere di Mare:** sono comprese le opere marittime quali la diga e il molo. Tramite le creazioni delle suddette opere si creano due bacini per l'ormeggio di navi da crociera e imbarcazioni private di diverse dimensioni. In aggiunta a tali opere è prevista la realizzazione di un canale di accesso per le navi da crociera;
- ✓ **Opere di Terra:** sono comprese tutte le opere terrestri quali un parco urbano, i corpi di logistica crocieristica e attività commerciali. Inoltre, il progetto prevede la realizzazione di opere per migliorare la viabilità e fornire servizi quali l'alimentazione elettrica per le imbarcazioni durante lo stazionamento in porto. Infine, in tale categoria rientrano anche le aree destinate a parcheggi pubblici e privati, oltre a spazi dedicati ad attività nautiche e scolastiche.

Al fine di individuare le vulnerabilità del progetto rispetto alle due macroaree identificate, è stato assegnato un punteggio per ciascun pericolo climatico, scegliendo tra quelli di seguito elencati:

- ✓ **Sensibilità alta (punteggio 3):** il pericolo climatico può avere un impatto significativo su attività e processi, fattori di produzione, risultati e collegamenti di trasporto;
- ✓ **Sensibilità media (punteggio 2):** il pericolo climatico può avere un leggero impatto su attività e processi, fattori di produzione, risultati e collegamenti di trasporto;
- ✓ **Sensibilità bassa (punteggio 1):** il pericolo climatico non ha alcun impatto (o tale impatto è insignificante);
- ✓ **Sensibilità nulla (punteggio 0):** il pericolo climatico non può avere alcun impatto su attività e processi, fattori di produzione, risultati e collegamenti di trasporto.

Di seguito la Tabella 4.1, riporta i risultati dell'analisi di sensibilità condotta per il progetto Fiumicino Isola Sacra:

Tabella 4.1 – Analisi di Sensibilità

Pericoli Climatici		Opere di Mare	Opere di Terra	Tot. Sensibilità	
EVENTI CRONICI	Temperatura	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	2	2	2
		Stress Termico	2	2	2
		Variabilità della temperatura	1	1	1
		Scongelamento del permafrost	0	0	0
	Venti	Cambiamento del regime dei venti	2	2	2
	Acque	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (neve, grandine, neve/ghiaccio)	2	2	2

³ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d84ec73c-c773-11eb-a925-01aa75ed71a1.0013.02/DOC_3&format=PDF

Pericoli Climatici		Opere di Mare	Opere di Terra	Tot. Sensibilità	
		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	2	2	2
		Acidificazione degli oceani	1	1	1
		Intrusione salina	2	1	2
		Innalzamento del livello del mare	3	3	3
		Stress Idrico	2	1	2
	Massa solida	Erosione costiera	3	2	3
		Degradazione del suolo	2	2	2
		Erosione del suolo	1	1	1
Soliflusso		2	2	2	
EVENTI ACUTI	Temperatura	Ondate di calore	2	2	2
		Ondate di freddo/gelata	2	2	2
		Incendio di incolto	2	2	2
	Venti	Ciclone, uragano, tifone	3	2	3
		Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	2	2	2
		Tromba d'aria	3	2	3
	Acque	Siccità	1	1	1
		Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ ghiaccio)	2	2	2
		Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	3	3	3
		Collasso di laghi glaciali	0	0	0
	Massa solida	Valanga	2	2	2
		Frana	2	2	2
		Subsidenza	2	2	2

4.2 ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

4.2.1 ANALISI DEL CLIMA ATTUALE SUL PERIODO DI RIFERIMENTO 1991-2020

Fiumicino Isola Sacra è un quartiere costiero che si estende nel comune di Fiumicino, situato nella regione del Lazio, Italia. Dal punto di vista morfologico, il territorio di Fiumicino Isola Sacra è prevalentemente pianeggiante, con tratti costieri che alternano spiagge sabbiose, zone umide e lagune. Questa varietà di habitat crea un ambiente ricco e diversificato che supporta una vasta gamma di flora e fauna. Le dune sabbiose lungo la costa forniscono un importante sistema di protezione costiera e sono habitat per specie vegetali adattate alle condizioni marine.

Grazie alla sua posizione lungo le sponde del Mar Tirreno, il territorio è influenzato da un clima mediterraneo tipico della zona. Le estati sono caratterizzate da temperature calde e giornate soleggiate, mentre gli inverni sono generalmente miti, con piogge moderate e rare gelate.

La Figura 4.1 riporta le temperature medie mensili minime, medie e massime in Lazio nel periodo 1991-2020. Si può notare che gennaio, febbraio e dicembre sono i mesi più freddi, con temperature minime che possono scendere

anche fino a 2°C e medie comprese tra 6°C e 7°C. Le temperature più elevate si verificano luglio e agosto, con massime di 29°C e medie intorno ai 23°C.

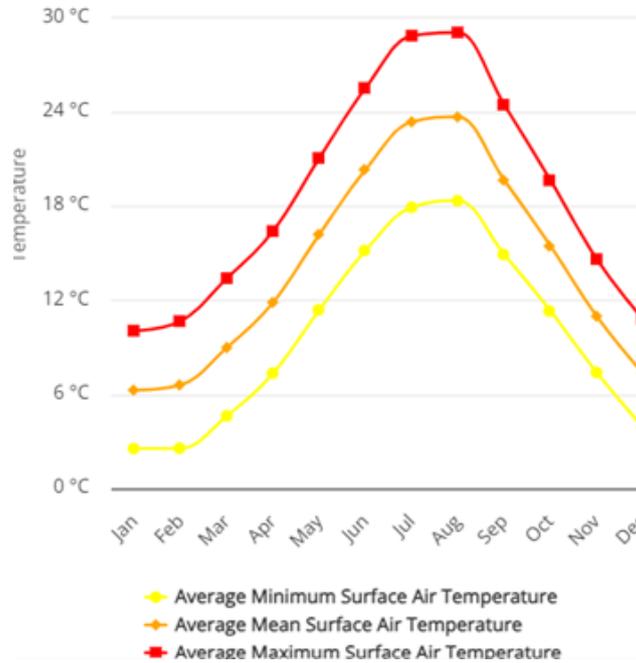
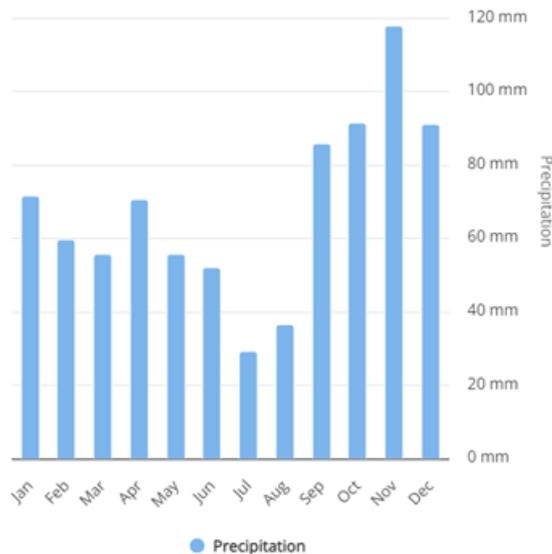


Figura 4.1 – Temperatura media mensile minima, media e massima in Lazio nel periodo 1991-2020 (Fonte: Climate Change Knowledge Portal⁴)

Nel Lazio, la media annua delle precipitazioni è stata di 818,16 mm/anno negli ultimi 30 anni (1991-2020). Le precipitazioni più elevate si verificano in ottobre e novembre, mentre luglio ha registrato il tasso medio più basso di precipitazioni. Le precipitazioni medie mensili sono presentate graficamente nella **Error! Reference source not found.** Inoltre, come si può notare nella **Error! Reference source not found.**, dall'anno 1980 si registra un andamento decrescente delle precipitazioni annuali, con un brusco calo nel 2017.



⁴ <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/italy/climate-data-historical>

Figura 4.2 – Precipitazioni medie mensili in Lazio, 1991-2020 (Fonte: Climate Change Knowledge Portal⁵)

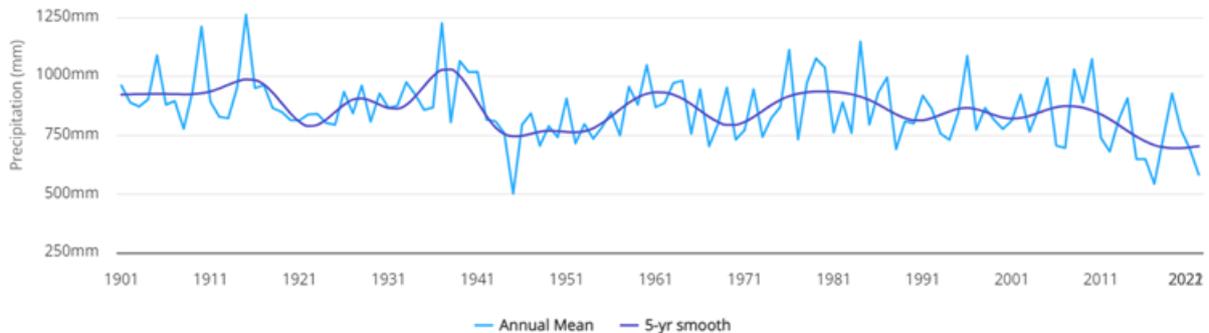


Figura 4.3 – Precipitazioni annuali in Lazio, 1901-2022 (Fonte: Climate Change Knowledge Portal⁶)

4.2.2 ANALISI DEGLI SCENARI CLIMATICI FUTURI

Nel mese di Dicembre del 2023 è stato pubblicato l'aggiornamento del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)⁷ ove sono riportate analisi sul quadro climatico nazionale e le valutazioni delle proiezioni climatiche future delle zone terrestri e marine/costiere.

L'analisi della condizione climatica futura, riportata nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamento Climatici, è stata effettuata tramite simulazione del programma EURO-CORDEX disponibili in C3S; in particolare per ogni scenario sono stati utilizzati 14 possibili simulazioni climatiche, in accordo con quanto attualmente disponibile sulla piattaforma Copernicus. Questo dataset, largamente utilizzato per la valutazione a scala regionale del cambiamento climatico in Europa (Jacob et al; 2020), include i dati di diversi modelli, frequenze temporali e periodi calcolati secondo il protocollo degli esperimenti CORDEX20.

L'utilizzo di questo insieme di modelli climatici ha permesso di valutare non solo il valore medio (denominato "ensemble mean" e ritenuto in letteratura il valore più affidabile), ottenuto a partire dai valori dei singoli modelli che rappresentano l'ensemble ma anche la dispersione dei singoli modelli intorno a questo valore medio (incertezza). Per ciascun indicatore analizzato, dunque, sono state calcolate le variazioni medie attese in futuro, corredate dall'informazione relativa all'incertezza, per ciascuno scenario IPCC di emissione considerato.

In particolare, gli scenari IPCC considerati nella presente analisi sono:

- ✓ **Scenario RCP8.5 ("ad elevate emissioni")**: crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO₂ triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm). Lo scenario RCP 8.5 risulta caratterizzato dal verificarsi di un consumo intensivo di combustibili fossili e dalla mancata adozione di qualsiasi politica di mitigazione con un conseguente innalzamento della temperatura globale pari a +4-5°C rispetto ai livelli preindustriali atteso per la fine del secolo;
- ✓ **Scenario RCP4.5 ("scenario intermedio")**: si assume la messa in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. Sono considerati scenari di stabilizzazione: entro il 2070 le emissioni di CO₂ scendono al di sotto dei livelli attuali (400 ppm) e la concentrazione atmosferica si stabilizza, entro la fine del secolo, a circa il doppio dei livelli preindustriali.
- ✓ **Scenario RCP2.6 ("mitigazione aggressiva")**: emissioni dimezzate entro il 2050. Assume strategie di mitigazione 'aggressive' per cui le emissioni di gas serra iniziano a diminuire dopo circa un decennio e si avvicinano allo zero più o meno in 60 anni a partire da oggi. Secondo l'IPCC, per quanto riguarda il particolare scenario RCP2.6, si stima che le temperature medie globali della superficie nel periodo 2081-2100, rispetto al periodo di riferimento 1986-2005, si posizioneranno, per la maggior parte dei modelli globali utilizzati nel CMIP5, in un intervallo compreso tra 0,3°C e 1,7°C.

Con riferimento al presente progetto per calcolare il cambiamento climatico atteso è stato scelto di considerare lo scenario RCP 8.5, che rappresenta livelli di emissioni e alti (ad elevate emissioni).

⁵ <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/italy/climate-data-historical>

⁶ <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/italy/climate-data-historical>

⁷ https://www.mase.gov.it/sites/default/files/PNACC_DOCUMENTO_DI_PIANO.pdf

L'area di Isola Sacra nel comune di Fiumicino si colloca nel "Centro" Italia. Si riportano, nella figura seguente si riportano le variazioni annuali future per la precipitazione totale e la temperatura media su scala annuale, insieme alla stima dell'incertezza elaborate nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (Dicembre 2023).

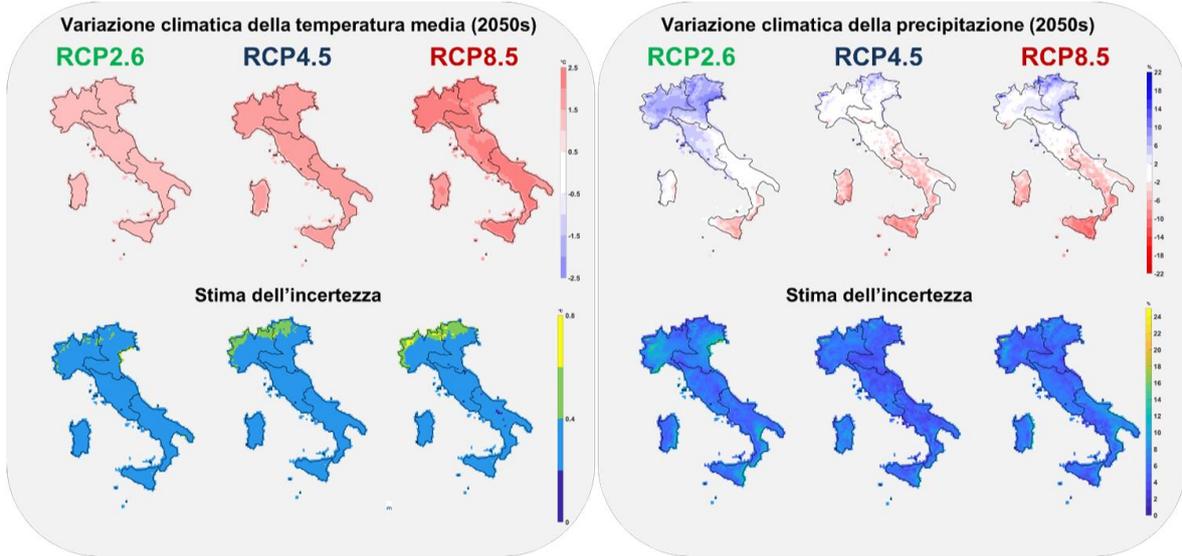


Figura 4.4 – Variazioni climatiche annuali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate medie per il periodo 2036-2065 (2050s)

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di variazione di temperatura e precipitazione cumulata per il periodo centrato su 2050 (2036-2065) rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, su scala stagionale per le diverse macroaree, tra cui il Centro Italia. Nella seconda riga invece, per ciascuna macroarea si riporta la stima dell'incertezza (calcolata tramite deviazione standard) per la temperatura media e precipitazione cumulata riportate nella prima riga. Si evidenzia la seguente nomenclatura DJF: inverno; MAM: primavera; JJA: estate; SON: autunno.

Tabella 4.2 – Variazione di temperatura media cumulata (2036-2065)

		Variazione della temperatura media (°C)												
		RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5				
		DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	
Nord-Ovest	Variazione climatica (2050s)	1,2	0,9	1,1	1,5	1,8	1,2	1,9	1,8	2,3	1,7	2,3	2,3	Variazione climatica (2050s)
	Stima dell'incertezza (2050s)	0,3	0,4	0,3	0,8	0,5	0,4	0,3	0,8	0,4	0,5	0,4	0,9	Stima dell'incertezza (2050s)
Nord-Est	Variazione climatica (2050s)	1,2	0,9	1,1	1,4	1,7	1,2	1,9	1,7	2,2	1,7	2,2	2,4	Variazione climatica (2050s)
	Stima dell'incertezza (2050s)	0,3	0,4	0,3	0,7	0,4	0,4	0,3	0,7	0,3	0,5	0,4	0,8	Stima dell'incertezza (2050s)
Centro	Variazione climatica (2050s)	1,0	0,9	1,2	1,3	1,5	1,1	2,0	1,7	1,9	1,5	2,3	2,3	Variazione climatica (2050s)
	Stima dell'incertezza (2050s)	0,3	0,4	0,4	0,7	0,3	0,4	0,3	0,7	0,3	0,4	0,3	0,8	Stima dell'incertezza (2050s)
Sud	Variazione climatica (2050s)	1,0	0,9	1,3	1,3	1,5	1,1	2,0	1,6	1,8	1,6	2,3	2,2	Variazione climatica (2050s)
	Stima dell'incertezza (2050s)	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,7	Stima dell'incertezza (2050s)
Isole	Variazione climatica (2050s)	1,0	0,9	1,2	1,3	1,3	1,1	1,9	1,6	1,7	1,6	2,2	2,2	Variazione climatica (2050s)
	Stima dell'incertezza (2050s)	0,3	0,3	0,4	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,7	Stima dell'incertezza (2050s)

Come si può notare per la variazione delle temperature si mostra un aumento delle temperature al massimo pari a 2.3°C per l'area interessata dal progetto (RCP8.5) ed un incremento delle temperature pari a 2°C per lo scenario RCP4.5.

Tabella 4.3 – Variazione di precipitazione cumulata (2036-2065)

Variazione della precipitazione cumulata (%)

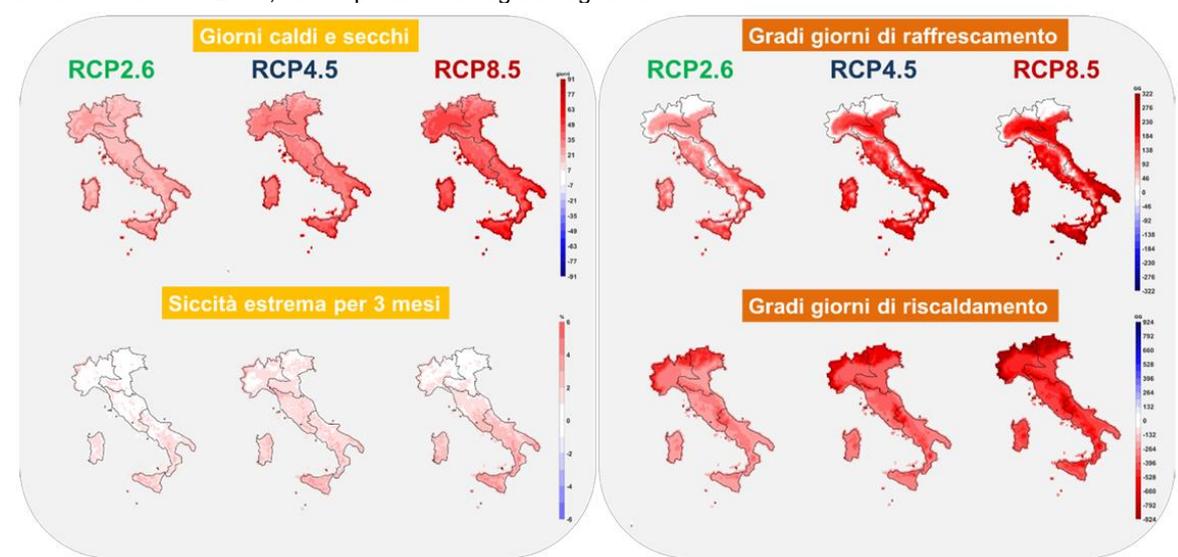
	RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5				
	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	
Nord-Ovest	12,3	3,2	5,9	5,1	14,3	-0,3	-4,8	-2,3	2,5	3,3	-0,9	2,4	Variazione climatica (2050s)
	15	5	7	13	10	4	8	11	12	10	11	9	Stima dell'incertezza (2050s)
Nord-Est	12	4	6	5	10	1	-6	2	5	3	0	6	Variazione climatica (2050s)
	16	5	9	11	8	4	11	10	9	7	12	12	Stima dell'incertezza (2050s)
Centro	9	-1	3	3	5	-2	-14	1	0	-3	-6	4	Variazione climatica (2050s)
	13	4	12	11	7	4	13	10	7	6	12	15	Stima dell'incertezza (2050s)
Sud	3	-2	0	1	0	-3	-15	2	-2	-5	-12	1	Variazione climatica (2050s)
	9	7	16	12	6	5	14	10	9	7	13	9	Stima dell'incertezza (2050s)
Isole	3	-6	7	-1	-2	-7	-14	-3	-7	-8	-13	-2	Variazione climatica (2050s)
	8	7	25	11	5	8	14	9	7	7	16	10	Stima dell'incertezza (2050s)

Per quanto riguarda invece la variazione climatica del livello di precipitazioni, nel Centro Italia si prevede una riduzione al massimo pari al 6% delle precipitazioni (RCP 8.5) e per lo scenario RCP4.5 una riduzione massima pari a 14% durante il periodo estivo e un aumento massimo pari al 5% nel periodo invernale.

Le previsioni degli andamenti futuri per le macroaree del paese, riportati nel Piano Nazionale di Adattamento dei Cambiamenti Climatici hanno riguardato anche l'andamento dei seguenti principali indicatori, riportati in completezza nella Tabella 4.6:

- ✓ Giorni caldi e secchi;
- ✓ Siccità estrema per 3 mesi;
- ✓ Gradi giorno di raffrescamento;
- ✓ Gradi giorno di riscaldamento;
- ✓ Massima precipitazione in 1 giorno;
- ✓ Giorni con gelo;
- ✓ Indice di pericolo incendi;
- ✓ Indice di disagio termico.

I valori di variazione annuali dei sopracitati indicatori analizzati per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, sono riportati nelle figure seguenti:



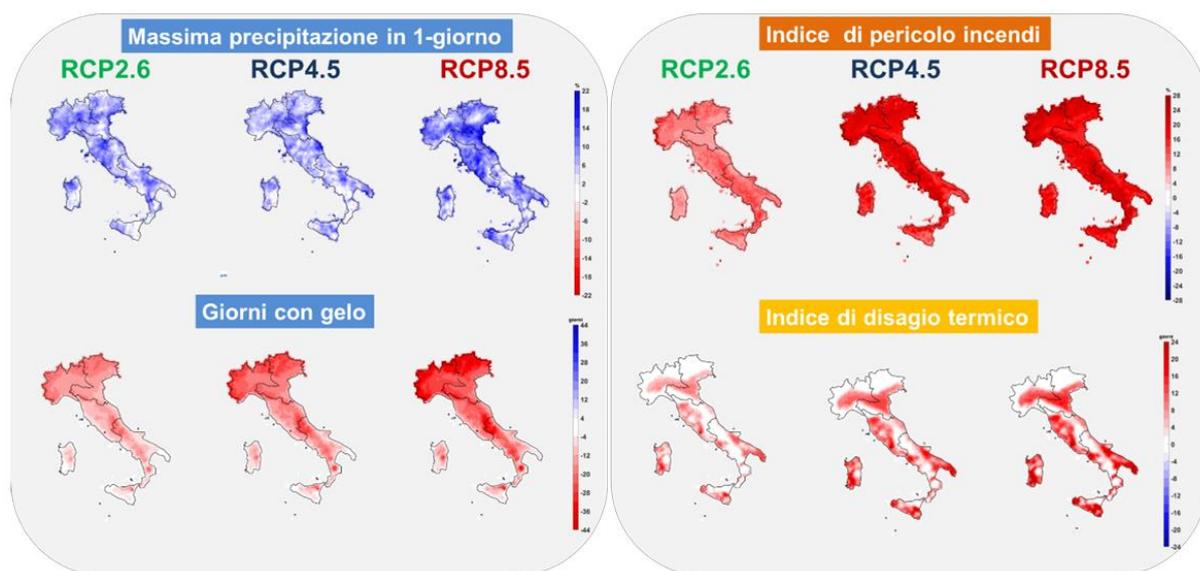


Figura 4.5 – Variazioni climatiche annuali per alcuni degli indicatori climatici analizzati per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010

Partendo dal dataset di osservazione E-OBS (versione 25)⁸ si riportano gli indicatori di riferimento per il Quadro Climatico del PNACC utilizzati per stimare l’andamento futuro, riportato in Tabella 4.5.

Tabella 4.4 – Indicatori di riferimento per il Quadro Climatico del PNACC

Indicatore Climatico	Unità di misura	Scala temporale	Pericolo Climatico/Proxy	Settore
Temperatura Media (TG): media della temperatura media giornaliera.	°C	Stagionale/annuale	Aumento delle temperature	-
Giorni caldi – secchi (WD): numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera minore del 25° percentile della precipitazione giornaliera.	Giorni	annuale	Elevate temperature e precipitazioni scarse/elevate	Salute, agricoltura
Giorni caldi – piovosi (WW): numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera maggiore del 75° percentile della precipitazione giornaliera.	Giorni	annuale		
Gradi giorno di riscaldamento (HDDS): Somma di 18°C meno la temperatura media giornaliera se la temperatura media giornaliera è minore di 15°C.	GG	annuale	Basse/elevate temperature che determinano Impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento	Energia
Gradi giorni di raffrescamento (CDDS): somma della temperatura media giornaliera meno 21°C se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C.	GG	annuale		
Precipitazione cumulata nei giorni piovosi (PRCPTOT): cumulata (somma) della precipitazione per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	mm	Stagionale/annuale	Precipitazioni intense/persistenti (che concorrono al rischio di dissesto geoidrologico)	NOTA: si è ritenuto opportuno non assegnare al dissesto geo

⁸ https://surfobs.climate.copernicus.eu/dataaccess/access_eobs_indices.php

Indicatore Climatico	Unità di misura	Scala temporale	Pericolo Climatico/Proxy	Settore
Giorni di precipitazioni intense (R20): numero di giorni con precipitazione superiore a 20 mm.	giorni	annuale		idrologico un settore a se stante. Esso costituisce un pericolo che interessa la maggior parte dei settori, ognuno con diverso grado di esposizione.
Valore massimo della precipitazione giornaliera (RX1DAY)	mm	annuale		
Indice di intensità di precipitazione giornaliera (SDII): precipitazione media giornaliera nei giorni di precipitazione maggiore o uguale a 1mm.	mm	annuale		
99° percentile della precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm (PR99prctile)	mm	annuale		
Giorni consecutivi secchi (CDD): numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera minore a 1 mm.	giorni	annuale	Siccità	Produzioni agricole, Risorse idriche ed Ecosistemi terrestri
Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 3 mesi (SPI3): percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI3 calcolato per un periodo di accumulo corto (3 mesi).	-	annuale	Siccità - Tale indice fornisce indicazioni sugli impatti immediati, quali quelli relativi alla riduzione di umidità del suolo, del manto nevoso e della portata nei piccoli torrenti.	
Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 6 mesi (SPI6): percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI6 calcolato per un periodo di accumulo medio (6 mesi).	-	annuale	Siccità - Tale indice fornisce indicazioni sulla riduzione delle portate fluviali e delle capacità negli invasi.	
Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 12 mesi (SPI12): percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI12 calcolato per un periodo di accumulo medio (12 mesi).	-	annuale	Siccità - Tale indice fornisce indicazioni sulla riduzione delle portate fluviali e delle capacità negli invasi.	
Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 24 mesi (SPI24): percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI24 calcolato per un periodo di accumulo lungo (24 mesi).	-	annuale	Siccità - Tale indice fornisce indicazioni sulla ridotta ricarica degli invasi e sulla disponibilità di acqua nelle falde.	
(PET) Evapotraspirazione Potenziale (con metodo Thornwaite)	%	annuale	Siccità e desertificazione. Fornisce, nell'ambito della stima della risorsa idrica disponibile o potenziale, una valutazione della massima quantità di acqua che passerebbe in atmosfera, attraverso i processi di evaporazione e traspirazione, qualora la quantità di acqua nel terreno non costituisca un fattore limitante. L'evapotraspirazione potenziale è utilizzata per il calcolo di indici climatici come, ad esempio, l'"indice di aridità" (UNEP, United Nations Environment Programme) adottato come indice ufficiale nell'ambito della Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla siccità e alla desertificazione, che sintetizza qualitativamente le caratteristiche climatiche del territorio. L'indice di aridità è definito come il rapporto tra la precipitazione annua e l'evapotraspirazione potenziale: $la = P / Etp$ L'evapotraspirazione potenziale è alla base dei modelli per la stima dell'evapotraspirazione reale.	

Indicatore Climatico	Unità di misura	Scala temporale	Pericolo Climatico/Proxy	Settore
Indice di durata dei periodi di freddo (CSDI): numero totale di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile della temperatura minima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi.	giorni	annuale	Ondate di freddo.	Salute, Energia
Giorni con gelo (FD): numero di giorni con temperatura minima giornaliera inferiore a 0°C.	giorni	annuale		
Indice di durata dei periodi di caldo (WSDI): numero totale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile* della temperatura massima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi.	giorni	annuale	Ondate di caldo.	Salute, Energia
Indice di pericolo incendio (FWI) (basato su velocità massima del vento, umidità relativa, precipitazione cumulata, temperatura). Tale indice prevede il calcolo di 5 sottoindici: tre sottoindici primari (FFMC, DMC, DC) che rappresentano l'umidità del combustibile; due sottoindici intermedi (ISI, BUJ) che rappresentano il tasso di dispersione ed il consumo del combustibile disponibile.	-	annuale	Condizioni meteorologiche che favoriscono il rischio di incendio	Foreste, Ecosistemi terrestri, Insediamenti
98° percentile della velocità massima giornaliera del vento (EWS)	m/s	Annuale/stagionale	Tempeste di vento	Insediamenti, foreste
Durata del manto nevoso (SCD): numero di giorni nella stagione nivale (dal primo novembre di un dato anno al 31 marzo dell'anno successivo) con quantità di neve superficiale giornaliera superiore a 300 mm.	giorni	Novembre-marzo	Diminuzione/assenza di precipitazione nevosa	Turismo invernale
Indice di disagio termico (HUMIDEX): misura del calore percepito che risulta dall'effetto combinato dell'umidità e della temperatura - Categoria 5: numero di giorni per anno nel quale l'indice humidex è maggiore di 45°C.	giorni	annuale	Condizioni di temperatura e umidità che inducono disagio termico	Salute
Giorni estivi (SU95P): numeri di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 29.2°C. Tale indicatore è stato definito per il territorio italiano (PNACC 2018).	giorni	annuale	Condizioni di temperatura e umidità che inducono disagio termico	Salute
Notti tropicali (TR): numero di giorni con temperatura minima giornaliera superiore a 20°C.	giorni	annuale	Condizioni di temperatura e umidità che inducono disagio termico	Salute
(SST): temperatura superficiale dell'acqua	°C		Aumento della temperatura del mare	
(SSH): livello del mare	m		Aumento del livello del mare	Ecosistemi marini, turismo estivo, infrastrutture (porti)

Tali indicatori sono stati calcolati per ciascuna delle aree geografiche del territorio nazionale, in Tabella 4.5 si riportano i valori degli indicatori climatici sopracitati per la macroarea “Centro”, entro la quale è inclusa l'area di progetto, per il periodo 2036-2035 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Tabella 4.5 – Variazioni climatiche annuali per l'area Centro Italia degli indicatori climatici per il periodo 2036-2065⁹

⁹ I colori vanno interpretati in modo qualitativo: colori più intensi indicano variazioni maggiori mentre colori tenui indicano variazioni di intensità minore.

	Centro					
	RCP2.6	±SD RCP2.6	RCP4.5	±SD RCP4.5	RCP8.5	±SD RCP8.5
TG (°C)	1,1	0,3	1,5	0,2	2,0	0,2
WD (giorni)	21	10	32	12	41	15
WW (giorni)	15	6	19	4	24	4
HDDS (GG)	-273	59	-358	51	-475	63
CDDS (GG)	77	50	127	60	157	83
PRCPTOT (%)	3	5	-1	4	0	5
R20 (giorni)	1	1	0	1	1	1
RX1DAY(%)	8	6	7	4	10	6
SDII(%)	4	3	3	2	5	3
PR99PRCTILE(%)	6	4	7	4	10	6
CDD(giorni)	0	2	2	3	1	2
SPI3 classe siccità severa (%)	0	1	0	1	0	1
SPI3 classe siccità estrema (%)	1	1	2	1	2	1
SPI6 classe siccità severa (%)	0	1	0	1	0	1
SPI6 classe siccità estrema (%)	1	2	1	2	2	2
SPI12 classe siccità severa (%)	-1	2	0	2	0	2
SPI12 classe siccità estrema (%)	1	2	2	2	2	2
SPI24 classe siccità severa (%)	0	3	2	3	1	2
SPI24 classe siccità estrema (%)	2	4	3	3	4	5
PET (%)	6	2	8	2	11	2
CSDI(giorni)	-3	1	-3	1	-4	1
FD(giorni)	-10	4	-14	4	-18	6
WSDI(giorni)	20	12	31	12	44	14
HUMIDEX(giorni)	3	3	5	5	6	6
SU95P(giorni)	11	6	18	6	21	9
TR(giorni)	10	6	15	8	19	10
SCD(giorni)	0	0	0	0	0	0
EWS(%)	0	1	0	1	0	1
FWI(%)	9	7	18	5	19	4

Per quanto concerne le aree marine, di particolare interesse per il sito di progetto, il PNACC ha identificato l'andamento futuro del parametro relativo alla variazione del livello del mare (SSH), che tiene conto non solo dell'evoluzione della superficie libera del mare, riferita come componente di massa degli oceani, ma anche dell'effetto di espansione e contrazione del volume dovuto ai cambiamenti di temperatura e salinità delle masse oceaniche. Si riporta nella figura successiva le variazioni del livello del mare attese per il periodo 2036-2065, esse evidenziano una variazione di circa 16 cm per il Mar Tirreno.

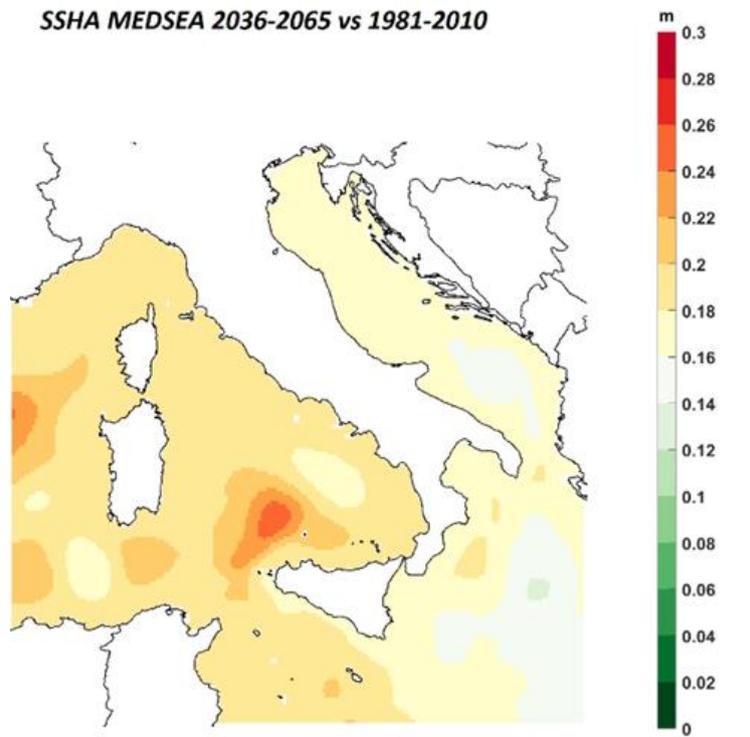


Figura 4.6 – Variazioni livello del mare ottenute dal dataset MEDSEA RCP 8.5 per il periodo 2036-2065 vs 1981-2010

4.2.2.1 Regione Lazio

Il dataset degli scenari climatici futuri riportato nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici è stato ampiamente impiegato per valutare il cambiamento climatico a livello regionale e, in Lazio, ha dato avvio ai lavori per fornire supporto alle decisioni e alla pianificazione attraverso la pubblicazione de “*Il Contributo dell’Adattamento ai Cambiamenti Climatici*”¹⁰ che all’Appendice 1 riporta il documento elaborato dalla Fondazione CMCC a supporto della Regione Lazio per la definizione del suo profilo climatico.

Sulla base del rapporto CMCC per la regione Lazio, in questo paragrafo sono analizzate le proiezioni climatiche attese per il trentennio futuro 2036-2065 (centrato sul 2050), in termini sia di valori medi che estremi. Tali proiezioni sono ottenute considerando due diversi scenari IPCC RCP4.5 e RCP8.5

È opportuno chiarire che, tra i pericoli climatici maggiormente osservati nel passato, sono stati indicati come “frequenti” i pericoli connessi alla quantità di precipitazione (piogge intense o siccità), seguiti dai pericoli relativi alla stabilità dei suoli (erosione costiera, frane, valanghe, etc.) e infine dai pericoli connessi con l’alta temperatura. Le altre tipologie di pericolo (pericoli connessi con le dinamiche marine, con la ventosità o come somma e combinazione di più tipologie di pericolo) sono meno frequentemente osservate o, non sono affatto osservate o non si possiedono informazioni al riguardo. Le tre principali tipologie di pericolo identificate sono anche quelle che vengono indicate come maggiormente suscettibili ad un cambiamento di frequenza, sebbene molti rispondenti indichino di non disporre di sufficienti informazioni per formulare un giudizio al riguardo.

Gli indicatori analizzati nel presente paragrafo sono stati identificati tra quelli di Tabella 4.4 sulla base delle esigenze locali della regione Lazio allo scopo di supportare le successive attività sulla valutazione degli impatti e del rischio. Essi sono riportati in Tabella 4.6 di seguito:

¹⁰ <https://www.lazioecologicoedigitale.it/app/uploads/2022/11/LAZIO-SOSTENIBILE-web.pdf>

Tabella 4.6 – Indicatori di riferimento per la regione Lazio (Fonte: Profilo climatico per la regione Lazio – Rapporto CMCC¹¹)

Indicatore Climatico	Unità di misura	Scala temporale	Pericolo Climatico/Proxy	Settore
Temperatura Media (TG): media della temperatura media giornaliera.	°C	Stagionale/annuale	Aumento delle temperature	-
Giorni caldi – secchi (WD): numero di giorni con temperatura media giornaliera maggiore del 75° percentile della temperatura media giornaliera e con precipitazione giornaliera minore del 25° percentile della precipitazione giornaliera.	Giorni	annuale	Elevate temperature e precipitazioni scarse/elevate	Salute, agricoltura
Ondate di caldo (HW): numero di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 35°C.	Giorni	annuale	Soglie di temperatura di interesse per usi energetici	Energia
Giorni senza disgelo (ID): numero di giorni con temperatura massima giornaliera inferiore a 0°C.	Giorni	annuale		
Gradi giorno di riscaldamento (HDDS): Somma di 18°C meno la temperatura media giornaliera se la temperatura media giornaliera è minore di 15°C.	GG	annuale		
Gradi giorni di raffrescamento (CDDS): somma della temperatura media giornaliera meno 21°C se la temperatura media giornaliera è maggiore di 24°C.	GG	annuale	Basse/elevate temperature che determinano impatti sulla domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento	
Precipitazione cumulata nei giorni piovosi (PRCPTOT): cumulata (somma) della precipitazione per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm.	mm	Stagionale/annuale	Precipitazioni intense/persistenti (che concorrono al rischio di dissesto geoidrologico)	NOTA: si è ritenuto opportuno non assegnare al dissesto geoidrologico un settore a se stante. Esso costituisce un pericolo che interessa la maggior parte dei settori, ognuno con diverso grado di esposizione.
Giorni di precipitazioni intense (R20): numero di giorni con precipitazione superiore a 20 mm.	giorni	annuale		
Valore massimo della precipitazione giornaliera (RX1DAY)	mm	annuale		
Indice di intensità di precipitazione giornaliera (SDII): precipitazione media giornaliera nei giorni di precipitazione maggiore o uguale a 1mm.	mm	annuale		
99° percentile della precipitazione giornaliera per i giorni con precipitazione maggiore/uguale a 1 mm (PR99prctile)	mm	annuale		
Giorni consecutivi secchi (CDD): numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera minore a 1 mm.	giorni	annuale	Siccità	Produzioni agricole, Risorse idriche ed Ecosistemi terrestri
Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 3 mesi (SPI3): percentuale dell'occorrenza delle classi (severamente asciutto, estremamente asciutto) nell'indice SPI3 calcolato per un periodo di accumulo corto (3 mesi).	-	annuale	Siccità - Tale indice fornisce indicazioni sugli impatti immediati, quali quelli relativi alla riduzione di umidità del suolo, del manto nevoso e della portata nei piccoli torrenti.	
Giorni di gelo (FD): numero di giorni con temperatura minima giornaliera inferiore a 0°C.	giorni	annuale		

¹¹ <https://www.lazioecologicoedigitale.it/app/uploads/2022/11/LAZIO-SOSTENIBILE-web.pdf>

Indicatore Climatico	Unità di misura	Scala temporale	Pericolo Climatico/Proxy	Settore
Indice di durata dei periodi di caldo (WSDI): numero totale di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile* della temperatura massima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi.	giorni	annuale	Ondate di caldo.	Salute, Energia
Notti tropicali (TR): numero di giorni con temperatura minima giornaliera superiore a 20°C.	giorni	annuale	Condizioni di temperatura e umidità che inducono disagio termico	Salute

Come anticipato, l'impiego di un insieme di modelli climatici regionali offre l'opportunità di valutare il valore medio (denominato spesso "ensemble mean"), ottenuto a partire dai valori dei singoli modelli che rappresentano l'ensemble, ma anche la dispersione dei singoli modelli intorno a questo valore medio. Conoscere tale dispersione è molto importante per una valutazione dell'accordo tra i modelli nella valutazione dell'indicatore e quindi stimarne l'incertezza che origina dal segnale climatico.

Nel dettaglio, nella Tabella 4.7 vengono illustrate le variazioni annuali e la stima dell'incertezza associata (mediante il calcolo della deviazione standard) per gli indicatori selezionati riguardanti la regione Lazio nel periodo proiettato centrato attorno al 2050 (2036-2065).

In Tabella 4.7, in accordo con quanto atteso per tutto il "Centro" Italia, per il Lazio si nota un aumento della temperatura media per entrambi gli scenari considerati (RCP4.5 e RCP8.5); in particolare per lo scenario RCP8.5, si nota un incremento fino a 1,9 °C. I valori di dispersione dei modelli attorno ai valori medi di temperatura media risultano essere molto bassi, denotano, quindi, un elevato grado di accordo tra i modelli climatici EURO-CORDEX. In particolare, le proiezioni climatiche riportano una riduzione generale dei periodi con temperature molto fredde in tutta la regione Lazio, con variazioni più pronunciate sotto lo scenario RCP8.5. Al contrario, si prevede un aumento generale dei periodi con temperature elevate, come le ondate di caldo e le notti tropicali, che interesserà tutta la regione, con variazioni più sostanziali nel periodo considerato e sotto lo scenario RCP8.5, soprattutto rispetto all'intera area centrale italiana.

Per quanto concerne gli indicatori utilizzati per la valutazione della siccità, si prevede in generale un lieve incremento sia per i giorni consecutivi senza pioggia sia per l'indice standardizzato di precipitazione per periodi di 3 mesi (Classe estremamente secca). Rispetto alle precipitazioni, invece, le proiezioni indicano una leggera diminuzione complessiva delle precipitazioni annuali. Questa diminuzione è accompagnata da variazioni nei valori della precipitazione cumulata nei giorni piovosi, con un lieve aumento previsto nella zona costiera e una diminuzione prevista nel resto della regione, a causa delle differenze nel segnale climatico.

In generale, la stima delle variazioni di precipitazione, sia in senso spaziale che temporale, è più incerta di quella delle variazioni della temperatura media, essendo le precipitazioni già soggette a forti variazioni naturali. Infatti, si osserva una maggiore dispersione (espressa in termini di deviazione standard) intorno ai valori medi per le variazioni di precipitazione rispetto a quelle di temperatura media. L'analisi delle variazioni attese per quanto attiene diverse caratteristiche delle precipitazioni intense è di grande interesse per lo studio di pericoli in diversi ambiti quali risorsa idrica, dissesto geologico, idrogeologico e idraulico. Dall'analisi dei diversi indicatori considerati emerge come i modelli climatici mostrino un generale incremento dei valori massimi di pioggia giornaliera e degli estremi di precipitazione (99° Percentile della Precipitazione) in maniera più evidente nello scenario RCP8.5.

Tabella 4.7 – Variazioni climatiche annuali per la regione Lazio degli indicatori climatici analizzati per il periodo centrato su (2036 – 2065)¹²

	LAZIO			
	RCP4.5	±SD	RCP8.5	±SD
TEMPERATURA MEDIA (°C)	0,9	0,2	1,1	0,2
GRADI GIORNO DI RISCALDAMENTO (DD)	-212	53	-263	59
GRADI GIORNO DI RAFFRESCAMENTO (DD)	72	37	83	44
ONDATE DI CALDO (giorni)	3	3	3	3
GIORNI SENZA DISGELO (giorni)	-1	1	-2	1
NOTTI TROPICALI (giorni)	9	4	11	5
GIORNI CON GELO (giorni)	-8	3	-10	5
GIORNI DI PRECIPITAZIONI INTENSE (giorni)	0	1	0	1
GIORNI CONSECUTIVI SECCHI (giorni)	1	3	1	3
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE SEVERAMENTE SECCA (%)	0	1	0	1
INDICE STANDARDIZZATO DI PRECIPITAZIONE 3 MESI - CLASSE ESTREMAMENTE SECCA (%)	2	1	2	1
INDICE DI DURATA DEI PERIODI DI CALDO (giorni)	17	6	21	6
GIORNI CALDI/SECCHI (giorni)	23	8	27	10
PRECIPITAZIONE CUMULATA NEI GIORNI PIOVOSI (%)	0	6	-1	4
MASSIMA PRECIPITAZIONE IN 1 GIORNO (%)	6	5	5	5
PRECIPITAZIONE GIORNALIERA (%)	2	3	3	3
99° PERCENTILE DELLA PRECIPITAZIONE (%)	5	4	5	5

Le mappe delle proiezioni climatiche per il periodo futuro 2036-2065, confrontate con il periodo di riferimento 1981-2010 e basate sugli scenari RCP4.5 e RCP8.5, sono presentate nelle figure dalla Figura 4.7 alla Figura 4.12, utilizzando l'ensemble dei modelli EUROCORDEX.

La Figura 4.7 evidenzia un aumento generale della temperatura media per entrambi gli scenari, con maggiore evidenza nel caso dello scenario RCP8.5, dove si prevede un aumento fino a 2°C per l'intera regione del Lazio.

Analizzando le variazioni stagionali, come illustrato nella Figura 4.8, si osserva un aumento generale della temperatura media giornaliera. In entrambi gli scenari, l'incremento più significativo è previsto durante l'estate su tutta la regione, con il RCP8.5 che potrebbe portare a un aumento medio della temperatura superiore anche a 2°C durante questa stagione.

La Figura 4.9 mostra che per entrambi gli scenari in esame, si prevede una diminuzione dei gradi giorno relativi al riscaldamento nelle zone montuose, soprattutto sugli Appennini, e un aumento dei gradi giorno relativi al raffreddamento nelle pianure e lungo la costa.

Dalle Figure Figura 4.9 a Figura 4.11, emerge un aumento previsto nel numero di giorni all'anno con temperature massime superiori a 35°C, di giorni con temperature minime superiori a 20°C e dei periodi di caldo. Questo aumento è più evidente nelle aree pianeggianti, come la zona costiera e la zona centrale della regione, con previsioni che indicano un incremento fino a circa 18 giorni all'anno per gli episodi di caldo e fino a circa 36 giorni all'anno per le notti tropicali, nel periodo temporale 2050s nello scenario RCP8.5.

Per quanto riguarda l'indice di durata dei periodi di caldo, mostrato nella Figura 4.11, si prevede un aumento particolarmente significativo lungo la costa della regione, sia per lo scenario RCP4.5 che per lo scenario RCP8.5.

Inoltre, si osserva una riduzione del numero di giorni con gelo nel Lazio, con una maggiore incidenza nello scenario RCP8.5, il cui pattern spaziale segue l'orografia della regione, come mostrato nella Figura 4.10. Questa diminuzione

¹² I colori vanno interpretati in modo qualitativo: colori più intensi indicano variazioni maggiori mentre colori tenui indicano variazioni di intensità minore.

è particolarmente accentuata nell'Appennino, con previsioni che indicano fino a 35 giorni all'anno secondo lo scenario RCP8.5.

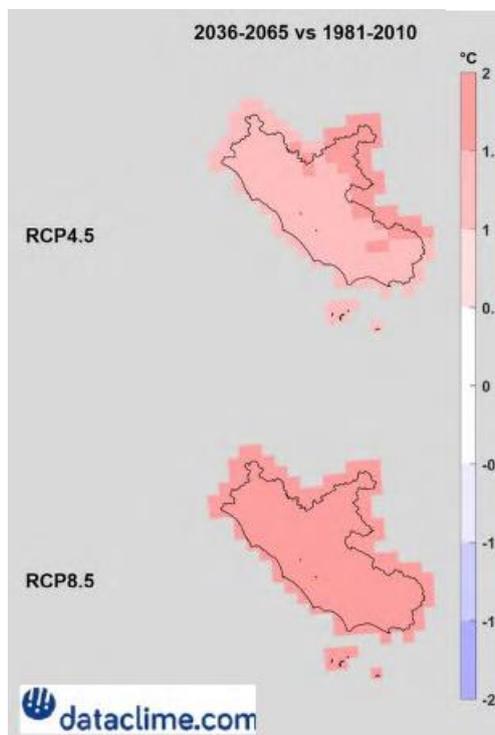


Figura 4.7 – Variazioni climatiche della temperatura media [°C] per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l'ensemble dei modelli EURO-CORDEX

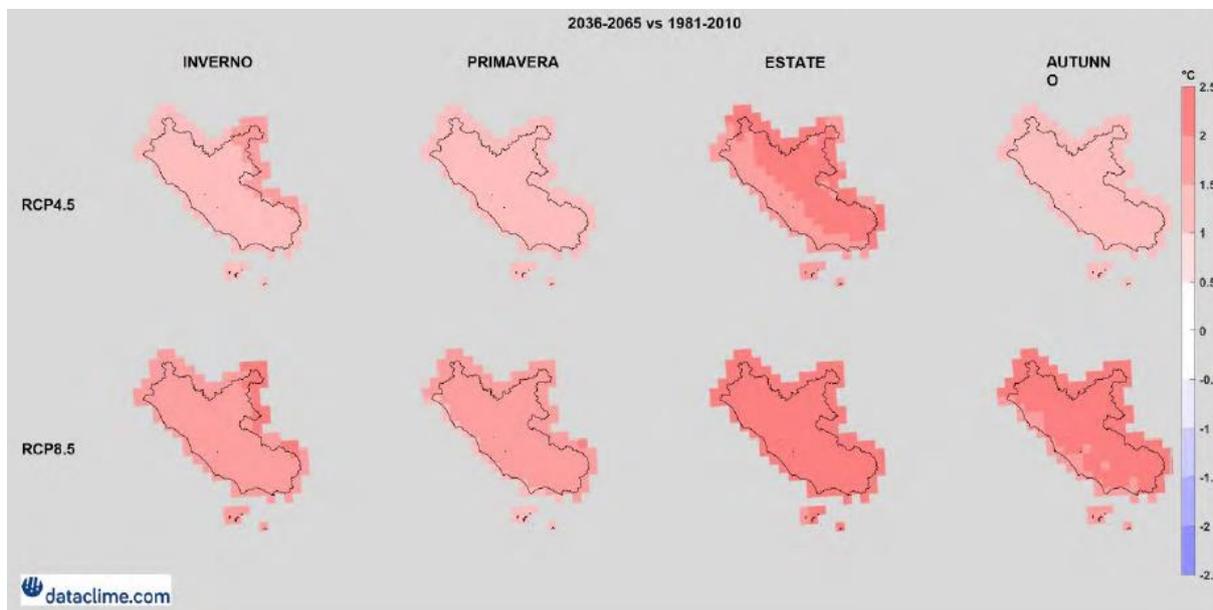


Figura 4.8 – Variazioni climatiche della temperatura media [°C] per ciascuna stagione per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l'ensemble dei modelli EURO-CORDEX

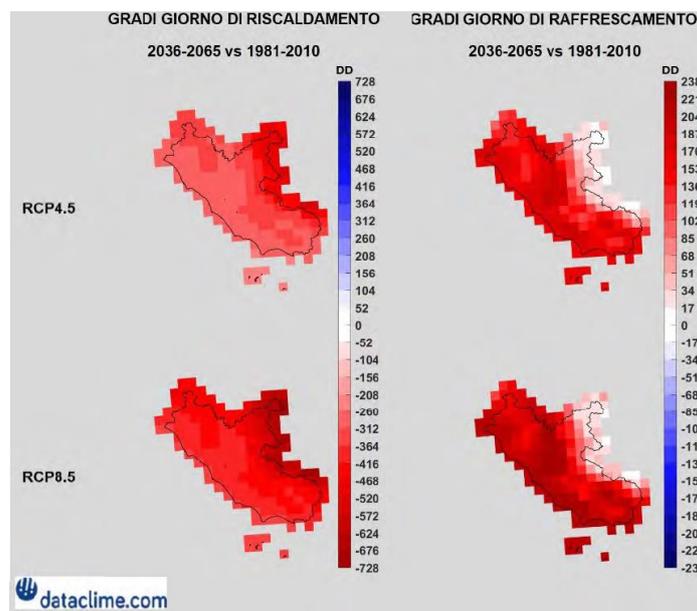


Figura 4.9 – Variazioni climatiche [gradi giorno] dei gradi giorno di riscaldamento (sinistra) e dei gradi giorni di raffreddamento (destra) per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l'ensemble dei modelli EURO-CORDEX

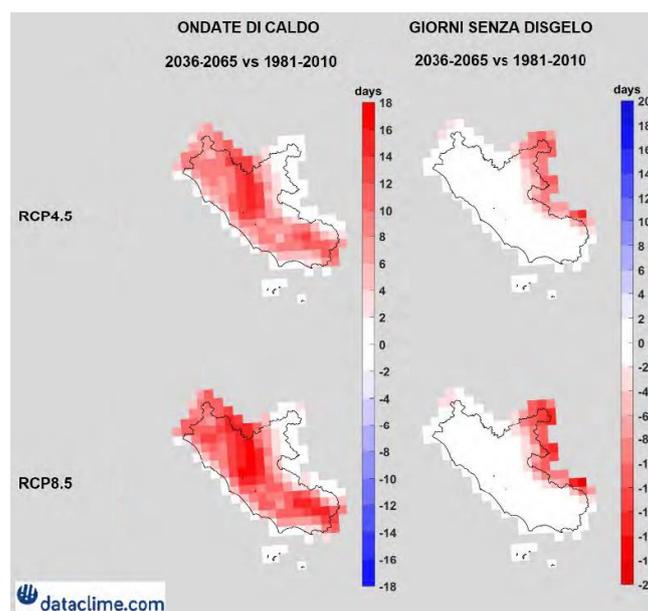


Figura 4.10 – Variazioni climatiche delle ondate di caldo [giorno/anno] (sinistra) e dei giorni di disgelo [giorno/anno] (destra) per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l'ensemble dei modelli EURO-CORDEX

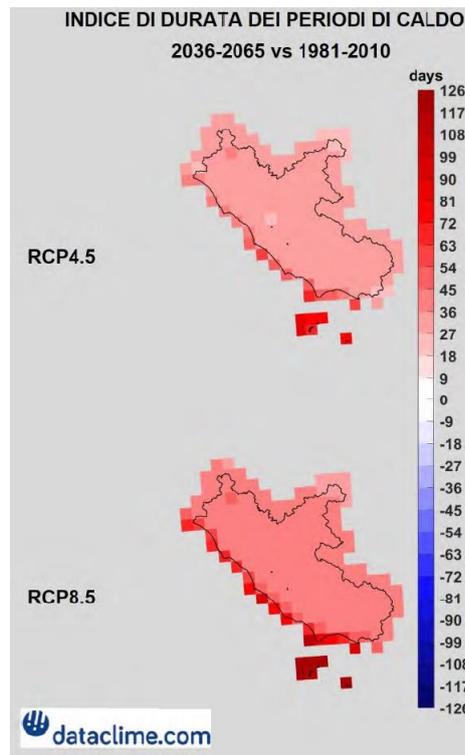


Figura 4.11 – Variazioni climatiche [giorno/anno] dell'indice di durata dei periodi di caldo per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l'ensemble dei modelli EURO-CORDEX

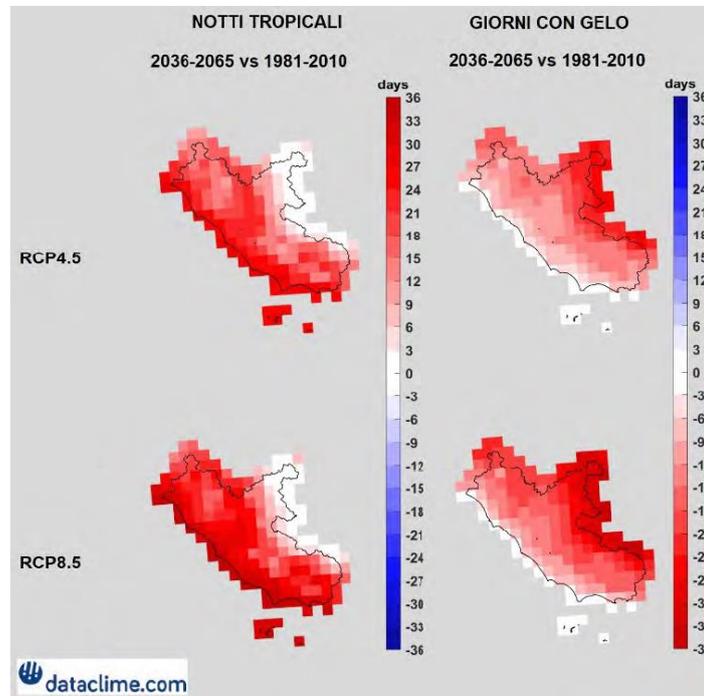


Figura 4.12 – Variazioni climatiche [giorno/anno] delle notti tropicali (sinistra) e dei giorni con gelo (destra) per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l'ensemble dei modelli EURO-CORDEX

Per quanto riguarda le precipitazioni, considerando il periodo temporale 2050s, le proiezioni relative allo scenario RCP4.5 indicano una diminuzione dei valori annuali in tutta la regione. In contrasto, con lo scenario RCP8.5 si osserva una riduzione nelle aree montuose e un aumento lungo la zona costiera del Lazio, come evidenziato nella Figura 4.13.

La Figura 4.14 mostra le variazioni stagionali delle precipitazioni cumulate medie. Entrambi gli scenari prevedono una generale diminuzione delle precipitazioni estive, fino al 22% secondo lo scenario RCP4.5, con una marcata tendenza rispetto al RCP8.5. Al contrario, l'autunno, soprattutto secondo lo scenario RCP8.5, registra un lieve aumento delle precipitazioni fino al 15% nella zona costiera.

I massimi giornalieri di precipitazione, come mostrato nella Figura 4.15, evidenziano un aumento su tutta la regione, con valori più elevati nella parte occidentale secondo lo scenario RCP8.5. Infine, è previsto un aumento generale del massimo numero di giorni consecutivi all'anno con precipitazione inferiore a 1 millimetro, per entrambi gli scenari, come illustrato nella stessa figura.

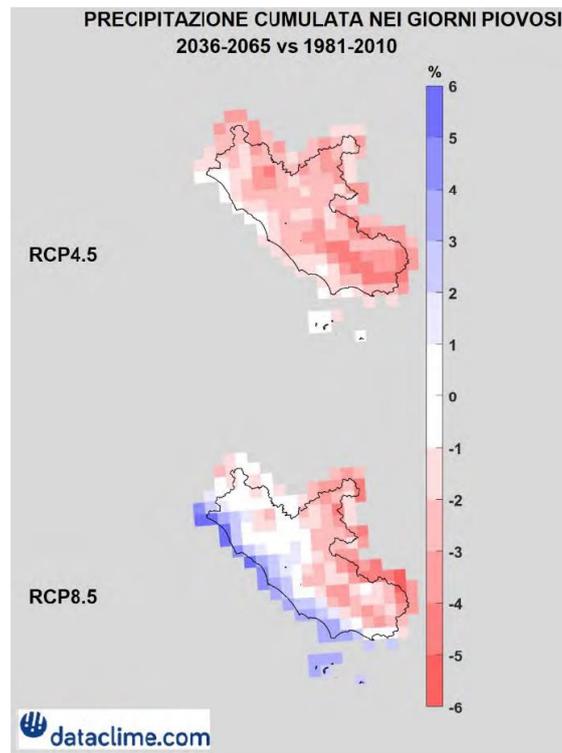


Figura 4.13 – Variazioni climatiche [%] della precipitazione cumulata nei giorni piovosi per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l'ensemble dei modelli EURO-CORDEX

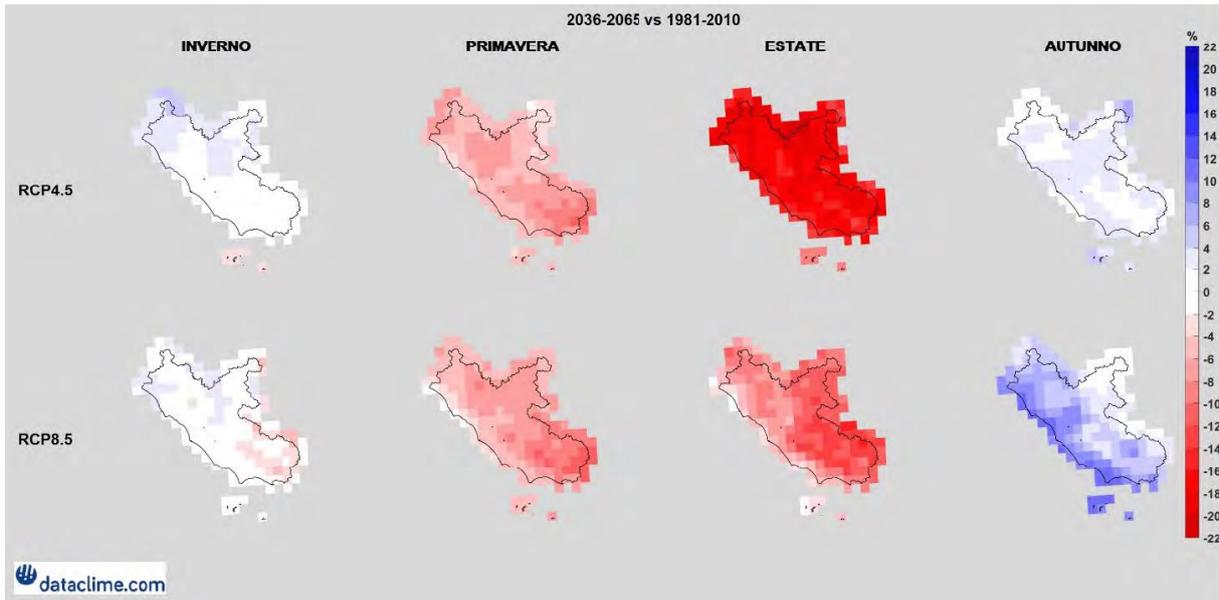


Figura 4.14 – Variazioni climatiche [%] della precipitazione cumulata nei giorni piovosi per ciascuna stagione per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX

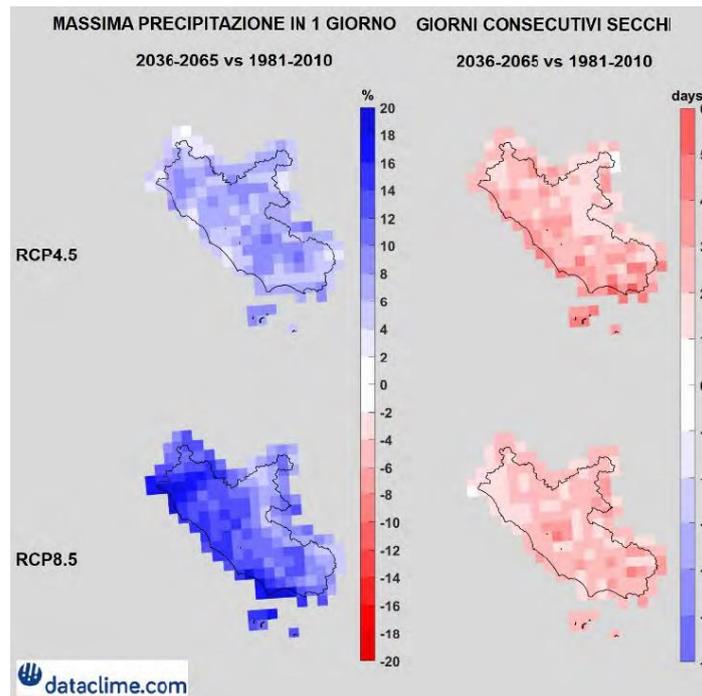


Figura 4.15 – Variazioni [mm/anno (sinistra); giorni/anno (destra)] della precipitazione massima in 1 giorno (sinistra) e dei giorni consecutivi secchi (destra) per il periodo 2036-2065 (2050s) secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 considerando l’ensemble dei modelli EURO-CORDEX

In termini di percentili di precipitazione, è atteso un aumento in accordo con entrambi gli scenari, più marcato secondo lo scenario RCP8.5.

4.2.3 VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE

Tramite l'analisi dell'esposizione si identificano i pericoli pertinenti l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dalla tipologia di progetto. La valutazione del clima attuale e le proiezioni future dei modelli climatici presentate nei paragrafi precedenti sono state utilizzate per identificare il livello di esposizione (basso, medio o alto) in funzione della regione Lazio, interessata dal progetto, considerando le variazioni di frequenza e di intensità degli eventi meteorologici estremi.

Si precisa che i pericoli fisici riportati nella tabella seguente fanno riferimento alla "Classificazione dei pericoli legati al clima" – Sezione II nell'Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 e forniscono un quadro di valutazione dei pericoli esistenti e futuri secondo lo scenario RCP8.5 dell'IPCC.

Per ciascun pericolo climatico è stato attribuito un punteggio tra quelli di seguito elencati:

- ✓ **Esposizione alta (punteggio 3):** il pericolo climatico può avere un impatto significativo rispetto all'ubicazione di progetto;
- ✓ **Esposizione media (punteggio 2):** il pericolo climatico può avere un leggero impatto rispetto all'ubicazione di progetto;
- ✓ **Esposizione bassa (punteggio 1):** il pericolo climatico non ha alcun impatto (o tale impatto è insignificante) rispetto all'ubicazione di progetto;
- ✓ **Esposizione nulla (punteggio 0):** il pericolo climatico non può avere alcun impatto rispetto all'ubicazione di progetto;

Nella Tabella 4.8 di seguito si può vedere nel dettaglio l'analisi dell'esposizione condotta.

Tabella 4.8 – Analisi dell'Esposizione

Pericoli Climatici		Clima Attuale	Clima Futuro	Tot. Esposizione	
EVENTI CRONICI	Temperatura	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	1	1	1
		Stress Termico	2	2	2
		Variabilità della temperatura	2	2	2
		Scongelamento del permafrost	0	0	0
	Venti	Cambiamento del regime dei venti	2	2	2
	Acque	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (neve, grandine, neve/ghiaccio)	2	2	2
		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	2	2	2
		Acidificazione degli oceani	1	1	1
		Intrusione salina	1	1	1
		Innalzamento del livello del mare	2	2	2
		Stress Idrico	1	1	1
	Massa solida	Erosione costiera	2	2	2
		Degradazione del suolo	1	1	1
		Erosione del suolo	2	2	2
		Soliflusso	1	1	1

Pericoli Climatici			Clima Attuale	Clima Futuro	Tot. Esposizione
EVENTI ACUTI	Temperatura	Ondate di calore	2	3	3
		Ondate di freddo/gelata	1	1	1
		Incendio di incolto	1	1	1
	Venti	Ciclone, uragano, tifone	2	3	3
		Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	1	1	1
		Tromba d'aria	2	3	3
	Acque	Siccità	2	2	2
		Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ ghiaccio)	2	2	2
		Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	1	2	2
		Collasso di laghi glaciali	0	0	0
	Massa solida	Valanga	0	0	0
		Frana	0	0	0
		Subsidenza	0	0	0

4.3 ANALISI DI VULNERABILITÀ

La valutazione della vulnerabilità si propone di identificare i potenziali pericoli significativi e i rischi ad essi associati, fornendo così il fondamento per decidere se procedere alla fase di valutazione dei rischi. La vulnerabilità complessiva del progetto emerge dalla combinazione della sensibilità delle tipiche istanze dei componenti proposti del progetto e dall'esposizione della sua posizione.

La scala utilizzata per valutare la vulnerabilità del progetto è illustrata Tabella 4.9, di seguito:

Tabella 4.9 – Scala per la valutazione di vulnerabilità di progetto

		ESPOSIZIONE			
		0	1	2	3
SENSIBILITÀ	0	0	0	0	0
	1	0	1	2	3
	2	0	2	4	6
	3	0	3	6	9

I livelli sono valutati nel seguente modo:

- ✓ **Basso (punteggio ≤2):** il progetto non è vulnerabile al pericolo climatico, l'analisi si conclude;
- ✓ **Medio (punteggio 3 ≤ 6):** il progetto potrebbe essere vulnerabile al pericolo climatico individuato; pertanto, sarebbe opportuno considerare di procedere con l'analisi dettagliata (fase 2);
- ✓ **Alto (punteggio ≥ 6):** il progetto è stato valutato vulnerabile al pericolo climatico; pertanto, è necessario proseguire alla fase 2 di analisi dettagliata.

Si riporta di seguito l'analisi di vulnerabilità effettuata per il progetto riguardante la realizzazione del Porto turistico di Fiumicino Isola Sacra.

Tabella 4.10 – Analisi di Vulnerabilità

Pericoli Climatici		SENSIBILITÀ TOTALE	ESPOSIZIONE TOTALE	VULNERABILITÀ	
EVENTI CRONICI	Temperatura	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	2	1	2
		Stress Termico	2	2	4
		Variabilità della temperatura	1	2	2
		Scongelamento del permafrost	0	0	0
	Venti	Cambiamento del regime dei venti	2	2	4
	Acque	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (neve, grandine, neve/ghiaccio)	2	2	4
		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	2	2	4
		Acidificazione degli oceani	1	1	1
		Intrusione salina	2	1	2
		Innalzamento del livello del mare	3	2	6
		Stress Idrico	2	1	2
	Massa solida	Erosione costiera	3	2	6
		Degradazione del suolo	2	1	2
		Erosione del suolo	1	2	2
		Soliflusso	2	1	2
	EVENTI ACUTI	Temperatura	Ondate di calore	2	3
Ondate di freddo/gelata			2	1	2
Incendio di incolto			2	1	2
Venti		Ciclone, uragano, tifone	3	3	9
		Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	2	1	2
		Tromba d'aria	3	3	9

Pericoli Climatici		SENSIBILITÀ TOTALE	ESPOSIZIONE TOTALE	VULNERABILITÀ
Acque	Siccità	1	2	2
	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ ghiaccio)	2	2	4
	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	3	2	6
	Collasso di laghi glaciali	0	0	0
Massa solida	Valanga	2	0	0
	Frana	2	0	0
	Subsidenza	2	0	0

Tabella 4.11 – Riepilogo delle Vulnerabilità

		ESPOSIZIONE			
		0	1	2	3
SENSIBILITÀ	0	Scongelamento del permafrost			
		Collasso di laghi glaciali			
	1		Acidificazione degli oceani Intrusione salina	Variabilità della temperatura Erosione del suolo Tempesta	
		2	Valanga Frana Subsidenza	Cambiamento della temperatura Stress Idrico Degradazione del suolo Soliflusso Ondate di freddo/gelata Incendio di incolto Siccità	Stress Termico Cambiamento del regime dei venti Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni Variabilità idrologica o delle precipitazioni Forti precipitazioni

		ESPOSIZIONE			
		0	1	2	3
	3			Innalzamento del livello del mare Erosione costiera	Ciclone, uragano, tifone Tromba d'aria

La Tabella 4.12 di seguito, si dettagliano i pericoli climatici per i quali le due opere di progetto individuate presentano un'alta vulnerabilità e che pertanto avanzano alla valutazione dettagliata.

Tabella 4.12 – Riepilogo delle Vulnerabilità alte per le opere di progetto

Vulnerabilità	Opere di Mare	Opere di Terra
Alta	Innalzamento del livello del mare Erosione Costiera Tromba d'aria Inondazione Ciclone, uragano, tifone Ondate di calore	Innalzamento del livello del mare Inondazione

5 FASE 2 – ANALISI DETTAGLIATA

5.1 ANALISI DELLA PROBABILITÀ

Questa analisi, facente parte della valutazione dei rischi, esamina il grado di probabilità che i pericoli climatici individuati si verifichino, entro un determinato lasso di tempo che, nel caso del progetto di realizzazione di un porto turistico, è stimato essere pari alla vita utile, ovvero, 100 anni.

La scala utilizzata per valutare la probabilità è illustrata nella Tabella 5.1 di seguito.

Tabella 5.1 – Scala per la valutazione della probabilità di un pericolo

Termine	Def. Qualitativa	Def. Quantitativa	Punteggio
Rara	Molto improbabile che si verifichi	5%	1
Improbabile	Improbabile che si verifichi	20%	2
Moderata	Pari probabilità che si verifichi o non si verifichi	50%	3
Probabile	Probabile che si verifichi	80%	4
Quasi Certa	Molto probabile che si verifichi	95%	5

Come indicato da “*Orientamenti tecnici per le Infrastrutture a prova di clima 2021-2027*”¹³, i risultati dell’analisi sono presentati attraverso una valutazione sia qualitativa che quantitativa della probabilità, fondata, in questa analisi, sulle proiezioni climatiche future dello scenario più restrittivo esaminate nei paragrafi precedenti.

Nella seguente tabella è riportata l’analisi della probabilità relativa ai rischi climatici individuati per il progetto Fiumicino Isola Sacra:

Tabella 5.2 – Analisi della Probabilità

Pericolo climatico	Rara 5%	Improbabile 20%	Moderata 50%	Probabile 80%	Quasi Certa 95%
Innalzamento del livello del mare				4	
Erosione costiera				4	
Tromba d’aria			3		
Inondazione				4	
Ciclone, uragano, tifone			3		
Ondate di calore				4	

¹³ [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916\(03\)&from=HR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0916(03)&from=HR)

5.2 ANALISI DELL'IMPATTO

L'impatto è definito anche «gravità» o «entità». Questa parte della valutazione dei rischi esamina le conseguenze derivanti dal verificarsi del pericolo climatico individuato, che devono essere valutate sulla base di una scala che le misuri in funzione del pericolo.

Le conseguenze riguardano in genere il funzionamento e le attività materiali, la salute e la sicurezza, gli impatti ambientali, gli impatti sociali, l'impatto sull'accessibilità per le persone con disabilità, le incidenze finanziarie e il rischio per la reputazione.

La Tabella 5.3 fornisce la scala per la valutazione dell'entità delle conseguenze rispetto ai diversi settori di rischio.

Tabella 5.3 – Scala di entità delle conseguenze nei vari settori di rischio

Settori di rischio	Entità della conseguenza				
	1 Insignificante	2 Lieve	3 Moderato	4 Grave	5 Catastrofico
Danni ai beni, progettazione ingegneristica, funzionamento	L'impatto può essere assorbito attraverso la normale attività	Un evento avverso che può essere assorbito mediante azioni di continuità operativa	Un evento grave che richiede ulteriori interventi di emergenza per garantire la continuità operativa	Un evento critico che richiede interventi straordinari/di emergenza per garantire la continuità operativa	Catastrofe potenzialmente in grado di portare alla chiusura, al crollo o alla perdita del bene/rete
Sicurezza e salute	Piccoli incidenti	Lesioni lievi, cure mediche	Lesioni gravi o perdita del lavoro	Lesioni gravi o multiple, lesioni permanenti o disabilità	Uno o più decessi
Ambiente, patrimonio culturale e salute	Nessun impatto sull'ambiente di riferimento. Localizzata nell'area di origine. Non è necessario alcun recupero	Localizzata all'interno del perimetro del sito. Recupero misurabile entro un mese dall'impatto	Danno moderato con possibile effetto più ampio. Recupero in un anno	Danno significativo con effetti locali. Recupero superiore a un anno. Mancato rispetto delle norme/autorizzazioni ambientali	Danno significativo con effetti diffusi. Recupero superiore a un anno. Prospettive limitate di pieno recupero
Società	Nessun impatto sociale negativo	Impatti sociali localizzati temporanei	Impatti sociali localizzati a lungo termine	Mancata protezione dei gruppi poveri o vulnerabili. Impatti sociali a livello nazionale e a lungo termine	Perdita della licenza sociale di esercizio. Proteste a livello di comunità
Finanze	X % Tasso interno di Rendimento (TIR) < 2 % del fatturato	X % TIR 2-10 % del fatturato	X % TIR 10-25 % del fatturato	X % TIR 25-50 % del fatturato	X % TIR > 50 % del fatturato
Reputazione	Impatto localizzato temporaneo sull'opinione pubblica	Impatto localizzato a breve termine sull'opinione pubblica	Impatto localizzato a lungo termine sull'opinione pubblica con copertura mediatica negativa a livello locale	Impatto nazionale a breve termine sull'opinione pubblica; copertura mediatica negativa a livello nazionale	Impatto nazionale a lungo termine potenzialmente in grado di incidere sulla stabilità del governo

Al fine di condurre un'analisi d'impatto completa, forniamo di seguito una valutazione specifica dei pericoli climatici individuati per settori di rischio. Si specifica che il totale complessivo dei valori assegnati è ottenuto mediante il calcolo della media approssimata dei punteggi assegnati per settori di rischio.

Tabella 5.4 – Analisi dell’Impatto

Settori di Rischio	Pericoli Climatici					
	Innalzamento del livello del mare	Erosione costiera	Tromba d'aria	Inondazione	Ciclone, uragano, tifone	Ondate di calore
Danni ai beni, progettazione ingegneristica, funzionamento	4	5	4	4	4	2
Sicurezza e salute	4	3	3	3	3	2
Ambiente, patrimonio culturale e salute	4	4	3	4	3	3
Società	2	2	2	2	2	2
Finanze	3	2	3	4	3	2
Reputazione	3	3	3	3	3	3
Totale complessivo per i settori di rischio sopra indicati	3	3	3	3	3	2

5.3 VALUTAZIONE DEI RISCHI

Il livello di significatività di ciascun rischio potenziale è stato determinato attraverso la combinazione dei due fattori precedentemente valutati: probabilità ed impatto.

Il grado di significatività assegnato è definito come di seguito ed illustrato a seguire, nella Tabella 5.5:

- ✓ **Trascurabile (punteggio ≤ 3):** non è necessario un piano di adattamento per questi rischi;
- ✓ **Basso (punteggio $4 \leq 6$):** il monitoraggio di questi rischi dovrebbe essere parte del piano di adattamento di progetto;
- ✓ **Medio (punteggio $8 \leq 10$):** misure di adattamento per i rischi individuati potrebbero essere considerate. Tuttavia, il monitoraggio di questi rischi può essere sufficiente;
- ✓ **Alto (punteggio $12 \leq 16$):** misure di adattamento per i rischi individuati dovrebbero essere considerate;
- ✓ **Estremo (punteggio ≥ 20):** misure di adattamento per i rischi individuati devono essere necessariamente sviluppate.

Tabella 5.5 – Criterio di Valutazione dei Rischi

			IMPATTO				
			1	2	3	4	5
			Insignificante	Lieve	Moderato	Grave	Catastrofico
PROBABILITÀ	Rara	1	1 Trascurabile	2 Trascurabile	3 Trascurabile	4 Basso	5 Basso
	Improbabile	2	2 Trascurabile	4 Basso	6 Basso	8 Medio	10 Medio
	Moderata	3	3 Trascurabile	6 Basso	9 Medio	12 Alto	15 Alto
	Probabile	4	4 Basso	8 Medio	12 Alto	16 Alto	20 Estremo
	Quasi Certa	5	5 Basso	10 Medio	15 Alto	20 Estremo	25 Estremo

I rischi correlati al progetto Fiumicino Isola Sacra sono riportati nella tabella seguente al fine di identificare i potenziali pericoli più rilevanti e quelli che richiedono l'attuazione di misure di adattamento.

Nel caso in cui l'analisi concluda rischi climatici di livello alto o estremo, è essenziale gestirli e ridurli a un livello accettabile.

Tabella 5.6 – Valutazione dei Rischi

Valutazione dei Rischi		IMPATTO				
		Insignificante	Lieve	Moderato	Grave	Catastrofico
PROBABILITÀ	Rara					
	Improbabile					
	Moderata			Tromba d'aria Ciclone, uragano, tifone		
	Probabile		Ondate di calore	Innalzamento del livello del mare Erosione costiera Inondazione		
	Quasi Certa					

A valle della valutazione dei rischi, i rischi di innalzamento del livello del mare, erosione costiera e inondazione sono stati valutati di un livello "Alto"; pertanto, nelle sezioni successive saranno identificate misure di adattamento climatiche specifiche.

5.4 FASE 3 - ADATTAMENTO CLIMATICO

5.4.1 Identificazione di misure di adattamento climatico

Tutti i rischi con un punteggio di rischio alto o estremo devono essere gestiti a un livello accettabile attraverso misure di adattamento climatico.

Le adeguate misure di adattamento climatico relativamente ai rischi identificati, sono descritte nelle tabelle seguenti.

Tabella 5.7: Misure di Adattamento Climatico

Rischio Climatico	Innalzamento del livello del mare
Vulnerabilità	6/9 - Alta
Probabilità del rischio di verificarsi	4 – Probabile
Conseguenze sul progetto	3 – Moderato
Punteggio di rischio assegnato	12 – Alto Misure di adattamento per i rischi individuati dovrebbero essere considerate
Strategie di adattamento climatico	<p>Sebbene il modo in cui i cambiamenti climatici influenzano l'infrastruttura sia al di là del diretto controllo operativo di progetto, diverse strategie di adattamento sono state individuate:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Strategia preventiva. Queste strategie mirano a prevenire o ridurre direttamente gli effetti negativi dell'innalzamento del livello del mare, proteggendo le infrastrutture portuali e le aree circostanti dalle inondazioni e dall'erosione costiera. Sollevare le infrastrutture, installare barriere anti-allagamento e implementare infrastrutture verdi possono aumentare la resistenza del porto agli eventi meteorologici estremi e ai cambiamenti del livello del mare. Migliorare i sistemi di drenaggio aiuta a gestire in modo efficiente l'acqua di superficie durante le piogge intense o le maree elevate, riducendo così il rischio di inondazioni. ✓ Strategia adattiva. Le strategie adattive sono progettate per consentire al porto di adeguarsi ai cambiamenti del livello del mare e alle condizioni costiere in evoluzione nel tempo. Queste possono includere l'adozione di design flessibili che consentono agli impianti portuali di adattarsi dinamicamente ai cambiamenti del livello del mare e alle condizioni ambientali mutevoli. Inoltre, lo sviluppo di sistemi di allarme anticipato permette di monitorare attentamente le variazioni del livello del mare e di avvertire tempestivamente i residenti e i visitatori in caso di emergenza. ✓ Strategia alternativa. Queste soluzioni offrono approcci complementari per affrontare gli effetti dell'innalzamento del livello del mare sul porto turistico. Promuovere pratiche turistiche sostenibili non solo riduce l'impatto ambientale delle attività turistiche, ma contribuisce anche a mitigare i cambiamenti climatici che causano l'innalzamento del livello del mare. Inoltre, lo sviluppo di sistemi di allarme anticipato fornisce un livello aggiuntivo di sicurezza e preparazione, consentendo una risposta tempestiva agli eventi estremi. ✓ Strategia di accettazione. In alcuni casi, può essere necessario accettare e adattarsi ai cambiamenti del livello del mare anziché cercare di prevenirli

	<p>o mitigarli completamente. In tal senso, la regolamentazione delle attività costiere aiuta a ridurre l'esposizione ai rischi costieri limitando lo sviluppo nelle zone vulnerabili e garantendo la protezione a lungo termine delle aree sensibili.</p> <p>Si consiglia adottare misure adattive in quanto offrono la flessibilità necessaria per adeguare dinamicamente le infrastrutture portuali ai cambiamenti del livello del mare e alle mutevoli condizioni costiere nel tempo. L'implementazione di design flessibili e sistemi di monitoraggio e allarme anticipato di intervenire tempestivamente in caso di emergenza, proteggendo le infrastrutture e la sicurezza delle comunità costiere.</p>
Livello di rischio residuo (post misure di adattamento)	<p>Rischio Basso - dopo l'implementazione delle misure adattive e di accettazione proposte e con azioni di monitoraggio che agevolano l'adattamento futuro.</p> <p>Il rischio è gestito a un livello accettabile.</p>

Rischio Climatico	Erosione Costiera
Vulnerabilità	6/9 - Alta
Probabilità del rischio di verificarsi	4 – Probabile
Conseguenze sul progetto	3 – Moderato
Punteggio di rischio assegnato	12 – Alto Misure di adattamento per i rischi individuati dovrebbero essere considerate
Strategie di adattamento climatico	<p>Sebbene il modo in cui i cambiamenti climatici influenzano l'infrastruttura sia al di là del diretto controllo operativo di progetto, diverse strategie di adattamento sono state individuate:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Strategia preventiva. Le strategie preventive mirano a prevenire o ridurre direttamente l'erosione costiera, proteggendo le infrastrutture portuali e le aree circostanti. Le soluzioni di ingegneria morbida, come il ripristino delle dune costiere e la stabilizzazione vegetativa, forniscono una difesa naturale contro l'erosione mantenendo allo stesso tempo l'ecologia del litorale. ✓ Strategia adattiva. Le strategie adattive consentono al porto di adattarsi ai cambiamenti delle condizioni costiere nel tempo, riducendo l'impatto dell'erosione. Il design flessibile delle infrastrutture portuali consente di adattarsi dinamicamente all'erosione costiera in corso, mantenendo allo stesso tempo la funzionalità e la sicurezza. Le soluzioni di ingegneria costiera come le scogliere e le barriere di protezione possono essere implementate in risposta all'erosione esistente per stabilizzare la linea di costa e proteggere le infrastrutture portuali. Inoltre, monitorare attentamente l'erosione costiera e valutare l'efficacia delle misure di adattamento sono fondamentali per garantire una risposta tempestiva ed efficace. ✓ Strategia alternativa. Le soluzioni alternative offrono approcci complementari per affrontare il pericolo di erosione costiera e mitigare i suoi effetti sul porto turistico. Il promuovere la gestione delle coste vive può fornire una protezione efficace contro l'erosione costiera mantenendo l'ecosistema marino circostante. Inoltre, la collaborazione con esperti permette di sfruttare

	<p>conoscenze specializzate e risorse aggiuntive per affrontare i problemi di erosione costiera in modo efficace e sostenibile.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Strategia di accettazione. In alcuni casi, può essere necessario accettare e adattarsi ai cambiamenti dell'erosione costiera anziché cercare di prevenirli o mitigarli completamente. La regolamentazione delle attività costiere aiuta a ridurre l'esposizione ai rischi costieri limitando lo sviluppo nelle zone vulnerabili e garantendo la protezione a lungo termine delle aree sensibili. <p>Si raccomanda l'adozione di una strategia adattiva come opzione più vantaggiosa e responsabile per affrontare gli effetti dell'erosione costiera sull'infrastruttura portuale. Questo approccio, proattivo e orientato al mantenimento della funzionalità e della sicurezza delle infrastrutture, si basa su un costante monitoraggio dell'erosione costiera e sull'efficacia delle misure di adattamento previste. La scelta di una strategia adattiva si giustifica non solo per la sua efficacia nel contrastare l'erosione costiera, ma anche per la capacità di garantire una gestione sostenibile e dinamica delle risorse costiere nel lungo termine.</p>
<p>Livello di rischio residuo (post misure di adattamento)</p>	<p>Rischio Basso - dopo l'implementazione delle misure adattive proposte e azioni di monitoraggio che agevolano l'adattamento climatico.</p> <p>Il rischio è gestito a un livello accettabile.</p>

<p>Rischio Climatico</p>	<p>Inondazione</p>
<p>Vulnerabilità</p>	<p>6/9 - Alta</p>
<p>Probabilità del rischio di verificarsi</p>	<p>4 – Probabile</p>
<p>Conseguenze sul progetto</p>	<p>3 – Moderato</p>
<p>Punteggio di rischio assegnato</p>	<p>12 – Alto</p> <p>Misure di adattamento per i rischi individuati dovrebbero essere considerate</p>
<p>Strategie di adattamento climatico</p>	<p>Sebbene il modo in cui i cambiamenti climatici influenzano l'infrastruttura sia al di là del diretto controllo operativo di progetto, diverse strategie di adattamento sono state individuate:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Strategia preventiva. Le strategie preventive prevedono il sollevamento di infrastrutture come banchine e moli in quanto possono aiutare a prevenire l'inondazione diretta durante eventi di alta marea o tempeste. Inoltre, l'installazione di barriere anti-allagamento come muri di protezione o sistemi di paratie può fornire una protezione aggiuntiva contro l'acqua proveniente dal mare. Migliorare i sistemi di drenaggio nell'area del porto è essenziale per prevenire allagamenti dovuti a piogge intense o all'innalzamento del livello del mare. ✓ Strategia adattiva. Le strategie adattive consentono al porto di adattarsi dinamicamente ai cambiamenti delle condizioni idrologiche e del livello del mare nel tempo attraverso la realizzazione di design flessibili. Tuttavia, lo sviluppo di sistemi di allarme anticipato può svolgere un ruolo fondamentale con lo scopo di monitorare attentamente i livelli dell'acqua e fornire avvisi tempestivi in caso di rischio di inondazione.

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Strategia alternativa. Le soluzioni alternative offrono approcci complementari per mitigare il rischio di inondazione e ridurre gli impatti sul porto turistico. Promuovere pratiche turistiche sostenibili aiuta a ridurre l'impatto ambientale delle attività turistiche e a mitigare i cambiamenti climatici che possono contribuire all'innalzamento del livello del mare e all'aumento delle inondazioni. ✓ Strategia di accettazione. In alcuni casi, può essere necessario accettare e adattarsi ai cambiamenti del livello del mare anziché cercare di prevenirli o mitigarli completamente. In tal senso, la regolamentazione delle attività costiere aiuta a ridurre l'esposizione ai rischi costieri limitando lo sviluppo nelle zone vulnerabili e garantendo la protezione a lungo termine delle aree sensibili. <p>La combinazione di una strategia preventiva e adattiva rappresenta un approccio completo e bilanciato per affrontare il rischio di inondazione e proteggere le infrastrutture portuali in modo efficace. La strategia preventiva offre una difesa solida e diretta contro il pericolo di inondazione, riducendo significativamente il rischio di danni durante eventi meteorologici estremi. D'altra parte, la strategia adattiva consente al porto di adattarsi dinamicamente alle fluttuazioni del livello del mare e alle condizioni meteorologiche mutevoli nel tempo. Integrare queste due prospettive consente di affrontare in modo più completo ed efficace le sfide legate al rischio di inondazione, garantendo una protezione ottimale delle infrastrutture portuali e una gestione resiliente del pericolo in evoluzione. L'implementazione di sistemi di allarme anticipato permette di monitorare attentamente i livelli dell'acqua e fornire avvisi tempestivi in caso di rischio di inondazione, garantendo una risposta rapida ed efficace agli eventi meteorologici estremi.</p>
<p>Livello di rischio residuo (post misure di adattamento)</p>	<p>Rischio Basso - dopo l'implementazione delle misure preventive e adattive proposte.</p> <p>Il rischio è gestito a un livello accettabile.</p>

6 CONCLUSIONI

L'analisi svolta fa riferimento al progetto Fiumicino Isola Sacra atto alla realizzazione un porto turistico che favorisca lo sviluppo sostenibile dell'area portuale, adattandosi alle condizioni di mercato attuali e future, rigenerando le aree degradate e migliorando complessivamente la qualità ambientale.

L'analisi di resilienza climatica presentata in questo documento è stata effettuata seguendo le direttive delineate nel paragrafo 3.3 "Adattamento ai cambiamenti climatici (resilienza climatica)" della Comunicazione della Commissione Europea "*Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima nel periodo 2021-2027 (2021/C 373/01)*".

Tale analisi - screening (Fase 1) - è stata organizzata in una prima sezione 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.

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.

Complessivamente, l'analisi ha evidenziato un'elevata vulnerabilità del progetto ad alcuni pericoli climatici. In particolare, il rischio associato all'innalzamento del livello del mare, all'erosione costiera e alle inondazioni è stato valutato come alto. Pertanto, si consiglia lo sviluppo di misure di adattamento mirate per ogni rischio evidenziato con lo scopo di garantire la resilienza dell'opera a tali impatti.

La verifica climatica condotta ha confermato la resilienza dell'opera, evidenziando la sua capacità di resistere agli effetti dei cambiamenti climatici lungo l'intero ciclo di vita. Tuttavia, è essenziale interpretare questa resilienza come un punto di partenza. Si raccomanda quindi di valutare l'integrazione di ulteriori misure di adattamento, laddove necessario, e di prevenzione nel piano di gestione del progetto. È altresì consigliabile condurre monitoraggi periodici per valutare e affrontare efficacemente i rischi nel lungo termine. Questo approccio proattivo garantirà che il progetto rimanga resiliente e adattabile alle sfide climatiche in evoluzione, garantendo la sua sicurezza e funzionalità nel tempo.