

Inquadramento climato di tracciati autostradali

DAL REGOLAMENTO UE 2020/852 (TASSONOMIA DELLE ATTIVITÀ ECONOMICHE ECO-COMPATIBILI) ALLA SUA ATTUAZIONE ALL'INTERNO DELLA PROGETTAZIONE STRADALE, A PARTIRE DALL'ELABORAZIONE DEI PIANI DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI E ALLE CORRELATE VERIFICHE DI RESILIENZA DI UN'INFRASTRUTTURA. UN PERCORSO TECNICO DI GRANDE ATTUALITÀ CHE DESCRIVIAMO NEL DETTAGLIO NELL'ARTICOLO CHE SEGUE.

Dorina Spoglianti

*Dirigente responsabile Area Ambiente e Sostenibilità
Direzione Ingegneria SINA (Gruppo ASTM)*

Il Regolamento UE 2020/852 ha introdotto nel sistema normativo europeo la tassonomia delle attività economiche eco-compatibili, una classificazione delle attività da considerare sostenibili sulla base all'allineamento agli obiettivi ambientali dell'Unione Europea e al rispetto di alcune clausole di carattere sociale. Una serie di atti delegati, elaborati con la consulenza della *Platform on Sustainable Finance*, dettano i criteri tecnici che permettono di stabilire a quali condizioni ciascuna attività economica fornisce un contributo sostanziale ad almeno uno dei sei obiettivi ambientali identificati, senza arrecare danni significativi a nessuno degli altri cinque (clausola "Do No Significant Harm - DNSH"). Tra i sei obiettivi ambientali indicati dal Regolamento UE quello che ad oggi ha una maggiore indeterminazione rispetto alla possibilità di tradurre dei principi generali, o degli studi svolti in ambito nazionale, a una di-

mensione locale, in grado di permettere una discriminazione tra scelte alternative di investimento, è l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Un'attività economica offre un contributo sostanziale all'adattamento ai cambiamenti climatici se com-

prende soluzioni di adattamento che riducono in modo sostanziale il rischio di effetti negativi del clima attuale e del clima previsto per il futuro su persone, natura e sull'attività economica stessa. Le soluzioni di adattamento devono essere valutate e classificate in ordine di priorità, utilizzando le migliori proiezioni



climatiche disponibili, operando affinché prevengano e riducano:

- a) Gli effetti negativi sull'attività economica dei cambiamenti climatici legati a un luogo e contesto determinato; oppure
- b) I potenziali effetti negativi dei cambiamenti climatici sull'ambiente in cui si svolge l'attività economica.

La prospettiva di un cambiamento climatico futuro in grado di alterare, in positivo o in negativo, un quadro climatico di riferimento, è la condizione necessaria e il presupposto di base per dare attuazione a un Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici e alle correlate verifiche dei rischi climatici e di resilienza di un'infrastruttura, note le sue caratteristiche tecniche costruttive e di manutenzione.

In assenza di cambiamento climatico non c'è, in buona sostanza, necessità di adattamento. L'analisi del cambiamento climatico è quindi il punto iniziale del percorso progettuale e deve essere riferito a uno stato iniziale del clima, la cui caratterizzazione è basata su dati misurati in passato e quindi invariante nel tempo, e a una previsione di evoluzione climatica, che può viceversa richiedere gli opportuni aggiornamenti. L'identificazione degli indicatori di pericolo climatico o "hazard" e la definizione dei cambiamenti climatici, cioè delle variazioni del clima futuro rispetto a uno scenario climatico attuale di riferimento, rappresentano il primo passo operativo propedeutico alle analisi di esposizione e vulnerabilità necessarie per poter localizzare il rischio climatico e individuare le eventuali soluzioni di adattamento.

PERICOLO CLIMATICO E IMPATTI POTENZIALI

Con sorgente di pericolo o "hazard" IPCC definisce "il potenziale verificarsi di un evento fisico naturale o di origine antropica o di un trend o di un impatto fisico che potrebbe causare perdita di vite umane, feriti, o altri impatti sulla salute, così come danni o perdite di proprietà, infrastrutture, mezzi di sussistenza, fornitura di servizi, ecosistemi, e risorse ambientali". La sorgente di pericolo costituisce, insieme all'esposizione e alla vulnerabilità, uno degli elementi costitutivi del rischio così come proposto nello schema concettuale IPCC. Gli indicatori più utilizzati per descrivere i cambiamenti climatici in atto, e in particolare l'intensità e frequenza di occorrenza degli eventi atmosferici estremi, sono quelli che ha definito l'ETCCDI (*Expert Team on Climate Change Detection and Indices*) nell'ambito del World Climate Research Programme (WCRP). Gli indicatori sono relativi a diverse variabili atmosferiche, ma quelli maggiormente utilizzati in letteratura riguardano precipitazione e temperatura, e sono stati individuati con l'obiettivo specifico di valutare i principali impatti locali del cambiamento climatico su cui si basano le strategie di adattamento. In ragione della valenza climatologica degli indicatori, gli stessi sono calcolati su una serie temporale (storica o previsionale) di 30 anni.

Nello specifico gli indicatori di pericolo climatico riassunti nel seguito derivano dal Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC - emissioni 2018 [1] e dicembre 2022 [2]) e dal rapporto "Cambiamenti Climatici Infrastrutture e Mobilità" del Mini-

stero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile MIMS (nel seguito indicato come "Rapporto Carraro"), pubblicato nel gennaio 2022 [3]. Le informazioni ad oggi elaborate dal Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti climatici (CMCC) e confluite nel PNACC e nel Rapporto Carraro, convergono su scenari in grado di posizionare il problema del rischio climatico su scala nazionale. Il passaggio a informazioni più focalizzate sul territorio attraversato dai tracciati autostradali, obiettivo della fase di lavoro successiva all'inquadramento generale, richiede l'esecuzione di specifiche "ri-mappature" in grado di restituire le migliori proiezioni climatiche. A seguire vengono descritti i singoli indicatori di pericolo climatico, raggruppati per macro-categorie, e gli impatti che possono determinare direttamente o indirettamente sulle infrastrutture di trasporto stradale. Gli indicatori di pericolo climatico per il piano di adattamento delle infrastrutture di trasporto stradale sono aggregabili in 7 macro-categorie in relazione agli effetti che la variabile climatica può determinare:

- Ondate di gelo
- Ondate di caldo
- Siccità
- Incendi
- Alluvioni e dissesto geo-idrologico
- Insediamenti
- Altro.

Il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC 2022) contiene una serie di indicatori di pericolo climatico che rappresentano i "core index", ossia la base iniziale di conoscenza comune per un Piano di Adattamento ai Cam-

biamenti Climatici. Il PNACC 2022 di fatto propone una lista di indicatori che, con alcune omissioni e integrazioni, integra quelli contenuti nel Rapporto Carraro con quelli presentati nel PNACC 2018. Nella Tabella sono riassunti i “core index” e le loro definizioni tecniche. La colonna MIMS evidenzia il set di indicatori di pericolo climatico contenuti al Capitolo 3 Tabella 1 del Rapporto Carraro. La colonna PNACC 2018 contiene il set di indicatori climatici individuati nell’*ESPON CLIMATE project* (Schmidt-Thome and Greiving, 2013) su cui si basa l’individuazione delle macroregioni climatiche omogenee (Allegato 1, Tabella 1 del PNACC2018). La terza colonna contiene gli indicatori di riferimento per il Quadro Climatico del PNACC2022 (25 indicatori ambiente terrestre e 2 indicatori ambiente marino) e evidenzia in colore verde la selezione dei principali indicatori a cui riferirsi per i piani di adattamento delle infrastrutture di trasporto stradali. Nella stessa colonna sono evidenziati in colore verde chiaro altri indicatori di pericolo climatico complementari a quelli previsti dal PNACC 2022 e di interesse per i piani di adattamento delle infrastrutture. Per ragioni di spazio, presentiamo qui un numero ristretto di casistiche: per una rassegna più ampia (che comprende le voci “siccatà”, “Incendi” e altro) si rimanda all’edizione web raggiungibile dal QR Code sottostante



Indicatori di pericolo climatico per le infrastrutture di trasporto stradali e impatti potenziali: casistiche

INDICATORI PERICOLO CLIMATICO		MIMS	PNACC2018	PNACC2022	IMPATTI POTENZIALI DIRETTI E INDIRETTI Opere e gestione
Sigla/U.M.	Descrizione				
Ondate di freddo					
CSDI [giorni]	Durata periodi di freddo Numero di giorni in cui la temperatura minima giornaliera è inferiore al 10° percentile della temperatura minima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi	X		X	<ul style="list-style-type: none"> • Necessità interventi rimozione neve • Necessità interventi trattamento antigelo/ rimozione ghiaccio • Danneggiamento pavimentazione stradale • Impatto sull'esercizio autostradale (maggiori tempi di percorrenza, incidenti, chiusure tratte autostradali, ecc.) • Disagio per gli addetti alla manutenzione e all'esercizio autostradale che operano all'esterno
CFD [giorni]	Numero massimo di giorni consecutivi di gelo (temperatura minima giornaliera inferiore a 0 °C)				<ul style="list-style-type: none"> • Disagio per gli addetti alla manutenzione e all'esercizio autostradale che operano all'esterno
FD [giorni]	Frost Days - Media annuale o stagionale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0 °C		X	X	
TR100WETSNOW [giorni]	Eventi di neve umida con un tempo di ritorno di 100 anni nella stagione invernale	X			
Tmin [°C]	Media della temperatura minima giornaliera				<ul style="list-style-type: none"> • Aumento rischio formazione ghiaccio
Ondate di calore					
HDDs	Gradi giorno di riscaldamento			X	<ul style="list-style-type: none"> • Comfort termico delle stazioni di esazione pedaggio, degli edifici di manutenzione ed esercizio, uffici, ecc. • Effetti sui consumi energetici
WSDI [giorni]	Indice di durata periodi di caldo - Numero di giorni in cui la temperatura massima giornaliera è superiore al 90° percentile della temperatura massima giornaliera per almeno 6 giorni consecutivi	X		X	<ul style="list-style-type: none"> • Comfort termoidrometrico delle stazioni di esazione pedaggio, degli edifici di manutenzione ed esercizio, uffici, ecc. • Stress termico
SU95p [giorni]	Numero di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 29,2 °C. Tale indicatore è stato definito per il territorio italiano (PNACC)		X	X	<ul style="list-style-type: none"> • Degradazione pavimentazione stradale • Stress dispositivi mobili di vincolo e giunti dilatazione (effetti su comfort di guida, emissioni acustiche, ecc.) • Aumento costi manutenzione • Aumento del 25% del rischio di incidenti a causa della riduzione capacità psicofisiche
Tmax [°C]	Media della temperatura massima giornaliera				<ul style="list-style-type: none"> • Dilatazione termica degli impalcati • Stress giunti di dilatazione dei ponti/manufatti • Surriscaldamento componenti delle telecomunicazioni • Accelerazione degrado pavimentazioni
TR [giorni]	Durata notti tropicali			X	
Humidex5[gg]	Indice di disagio termico. Misura del calore percepito che risulta dall'effetto combinato della temperatura e dell'umidità			X	<ul style="list-style-type: none"> • Disagio per gli addetti alla manutenzione e all'esercizio autostradale che operano all'esterno
CDDs [giorni]	Gradi giorno di raffrescamento			X	<ul style="list-style-type: none"> • Comfort termoidrometrico delle stazioni di esazione pedaggio, degli edifici di manutenzione ed esercizio, uffici, ecc. • Effetti sui consumi energetici

EFFETTI SULLE INFRASTRUTTURE

Il Rapporto Carraro e il PNACC, unitamente alla letteratura scientifica di settore forniscono ampie analisi e descrizioni in merito all'interdipendenza tra pericoli climatici ed effetti sulle infrastrutture di trasporto stradali. La Tabella 1 propone quindi anche una sintesi generale delle informazioni sui principali impatti diretti e indiretti organizzata per indicatore di pericolo climatico. Gli *impatti diretti* sono quelli che un determinato fenomeno climatico può esercitare sul corpo stradale (opere civili quali rilevati, trincee, opere civili minori e opere d'arte come ponti, viadotti e gallerie, la pavimentazione stradale, i sistemi di segnaletica, ecc.). Sono inclusi anche gli effetti sul lungo periodo determinati da riduzione di funzionalità e livello di servizio dell'infrastruttura. Gli *impatti indiretti* sono quelli originati dalla fragilità o vulnerabilità del territorio attraverso

sato dall'infrastruttura stradale e si traducono in costi necessari per gli interventi di messa in sicurezza e ripristino/sostituzione/ricostruzione delle componenti infrastrutturali colpite, o in perdite economiche dovute alla riduzione di funzionalità dell'infrastruttura, e quindi della fornitura del relativo servizio reso al pubblico. In ultimo, è da considerare il fatto che i possibili effetti del cambiamento climatico sulle infrastrutture stradali possono essere il risultato della sovrapposizione nel tempo e nello spazio di differenti pericoli climatici con esiti, in questi casi, generalmente amplificati e poco prevedibili.

In fig. 1 è esemplificata la rappresentazione grafica degli esiti delle previsioni modellistiche che descrivono l'evoluzione climatica dell'ambito Nord-Ovest d'Italia - territorio nazionale interessato dalle infrastrutture autostradali gestite dalle concessionarie del Gruppo ASTM - in cui, con adeguata scala cromatica,

sono evidenziate le variazioni attese per l'indicatore di pericolo climatico "Giorni di precipitazione intensa R20". Al fine di valutare la sostenibilità degli investimenti e contribuire a intercettare le opportunità di adattamento ai cambiamenti climatici, è stato infatti ritenuto opportuno predisporre un inquadramento di sintesi generale sui cambiamenti climatici attesi in base alle informazioni ad oggi rese disponibili a livello nazionale. Per ogni indicatore di pericolo climatico e per ogni Concessionaria autostradale del gruppo ASTM sono state individuate e riassunte le tendenze evidenziate dalle previsioni PNACC e MIMS per l'orizzonte temporale di medio periodo e per i "Percorsi Rappresentativi di Concentrazione" RCP 2.6, 4.5 e 8.5.

Un altro esempio, sempre ricavato dall'attività ASTM nella cornice del Rapporto Carraro, è rappresentato infine in fig. 2: "Velocità di vento TR 50 anni".

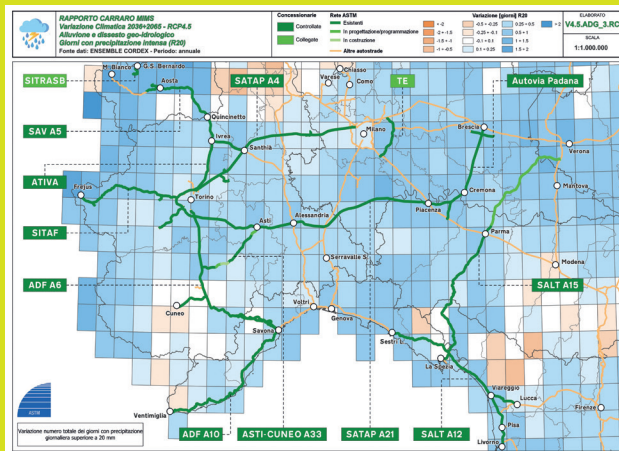


Fig. 1 Indicatore "Giorni di precipitazione intensa R20": proiezione modellistica 2021-2050 per lo scenario climatico Representative Concentration Pathways RCP 4.5

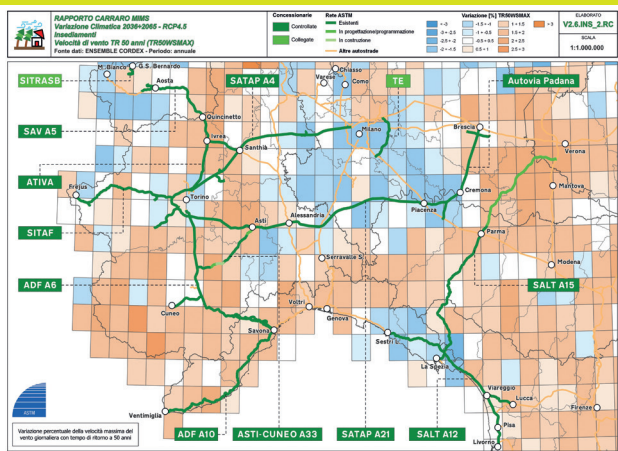


Fig. 2 Indicatore "Velocità di vento TR 50 anni": proiezione modellistica 2021-2050 per lo scenario climatico Representative Concentration Pathways RCP 4.5

FONTE BIBLIOGRAFICHE

[1] MATTM, Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici PNACC, edizione 2018.

[2] MASE, Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici PNACC, Dicembre 2022.

[3] MIMS, Cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità. Soluzioni e strategie per gli investimenti infrastrutturali in un contesto di adattamento ai cambiamenti climatici e di mitigazione delle emissioni di gas-serra. Rapporto della Commissione cambiamenti climatici, infrastrutture e mobilità sostenibili", Gennaio 2022.