



Life BrennerLEC

Brenner Lower Emissions Corridor



Executive summary

L'obiettivo del Brenner Low Emissions Corridor (BrennerLEC) è stato quello di rendere il traffico lungo l'asse del Brennero più rispettoso della salute della popolazione locale e compatibile con le caratteristiche geografiche del territorio, per proteggere il particolare ambiente alpino attraversato.

Inoltre, il progetto prevedeva anche di affrontare una sfida più ampia: incrementare la sicurezza stradale, aumentare la capacità e ottimizzare i flussi di traffico, riducendone l'impatto ambientale e garantendo il minimo disagio agli utenti della strada.

Un corridoio a basse emissioni (in inglese *Low Emission Corridor - LEC*) è stato implementato lungo un tratto di prova dell'autostrada A22. Lungo tale corridoio sono state applicate misure di controllo del traffico autostradale per ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici generate dal traffico di transito senza limitare la circolazione dei veicoli.



Figura 1. Autostrada del Brennero in Italia

In condizioni di flusso libero:

- Riduzione di circa il 10% delle concentrazioni di NO₂ su strada con una riduzione della velocità media di 14 km/h.
- Riduzione di circa l'8% delle emissioni di CO₂ e del 16% delle emissioni di NO₂ in caso di volumi di traffico più elevati che determinano un maggiore condizionamento della guida.

In condizioni di traffico altamente congestionato:

- Riduzione di circa il 10% dei tempi di viaggio con volumi di traffico simili e riduzione delle situazioni di congestione.
- Miglioramento significativo delle condizioni di sicurezza del traffico (tasso di incidentalità quasi nullo con limiti dinamici di velocità attivi).

Il progetto quinquennale è iniziato nel settembre 2016 e si è concluso nel settembre 2021.

Un totale di quasi 5.500 ore di test condotti durante il progetto ha prodotto una solida evidenza che dimostra i benefici delle misure di controllo testate su ambiente, flussi di traffico e sicurezza.

Per garantire benefici a lungo termine oltre la durata del progetto, i risultati di BrennerLEC sono diventati la base per il Corridoio Digitale del Brennero a basse emissioni, che mira a replicare su ampia scala le misure di controllo testate (insieme ad altre misure) sull'intera autostrada A22.

Misure di controllo e aree di test

Luogo: Tratto autostradale A22, lungo 91 km, tra Bolzano Nord e Rovereto Sud (denominato "BLEC-ENV").

Obiettivo: fungere da prototipo per l'estensione delle misure a tutto il tratto autostradale alpino.

Durante il progetto sono state testate tre misure.

1. **Gestione dinamica della capacità autostradale (BLEC-ENV)** per ridurre i limiti di velocità in base ai livelli di flusso del traffico e introdurre temporaneamente una terza corsia aggiuntiva durante i periodi di traffico intenso.
2. **Gestione dinamica dei limiti di velocità (BLEC-AQ)** da applicare ai veicoli leggeri in base alle condizioni di qualità dell'aria attuali e previste.
3. **Gestione dinamica integrata del traffico (BLEC-LEZ)** per migliorare il coordinamento e la gestione dei canali informativi nelle aree urbane per guidare gli utenti della strada su percorsi raccomandati.

Per garantire risultati positivi le azioni dovevano essere proporzionali al loro beneficio potenziale. Per esempio, i **limiti dinamici di velocità** dovrebbero essere utilizzati solo quando le condizioni di traffico, meteo e qualità dell'aria previste e in tempo reale indicano che con la loro applicazione si possono ottenere impatti sostanziali.

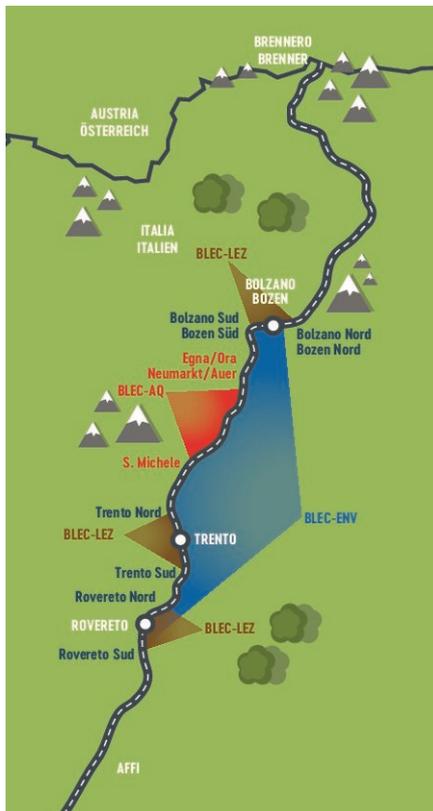


Figura 2. Areas of implementation of the BrennerLEC project

Il problema

L'inquinamento atmosferico danneggia la salute umana e costa all'economia europea tra i 427 e i 790 miliardi di euro all'anno.¹

Le autorità cittadine europee stanno implementando zone a basse emissioni (in inglese *Low Emission Zones - LEZ*) per ridurre la concentrazione d'inquinanti atmosferici prodotti dal traffico urbano. L'accesso all'interno delle LEZ da parte dei veicoli più inquinanti è regolato attraverso il pagamento di un pedaggio oppure completamente negato.

Le aree urbane più piccole e le regioni montuose come nel caso delle Alpi hanno bisogno di soluzioni alternative o aggiuntive.

Durante l'estate, l'aria in fondo alle valli è generalmente pulita. Quando il sole splende e il vento soffia, un continuo ricambio d'aria mantiene bassi i livelli di inquinanti. In inverno, la situazione è invertita. Il ricambio d'aria è limitato e **i livelli di inquinanti si concentrano in fondo alle valli.**

Lungo le strade con elevati flussi di traffico, specialmente lungo le autostrade, è possibile che il livello di concentrazioni di biossido di azoto e di altri inquinanti atmosferici provenienti dal traffico superi i limiti accettabili stabiliti dall'Unione Europea. Il superamento di questi limiti indica un rischio potenziale per la salute umana e **può causare patologie acute e croniche del sistema respiratorio e cardiovascolare e aumentare il tasso di morti premature.**

L'autostrada A22 attraversa le città di Bolzano e Bressanone in Alto Adige e le città di Trento e Rovereto in Trentino in Italia. Si stima che il traffico sia responsabile di circa il 60 % delle emissioni complessive di NO_x (ossidi di azoto) generate nella regione.

Di conseguenza e con il contributo delle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente delle Province Autonome di Bolzano e Trento, un consorzio locale pubblico-privato ha deciso nel 2016 di attuare il progetto BrennerLEC (co-finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma LIFE).

Soluzione proposta: il corridoio a basse emissioni del Brennero

Il progetto Brenner Low Emission Corridor (BrennerLEC) si è posto l'obiettivo di **migliorare la qualità dell'aria, aiutare a proteggere il clima e ridurre il rumore.**

Il concetto di "corridoio a basse emissioni" (LEC) è stato creato come parte del progetto. **Il LEC utilizza misure di controllo del traffico autostradale per ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici generate dal traffico di transito senza limitare la circolazione dei veicoli.**

Le misure di controllo si basano principalmente su limiti dinamici di velocità e sono rivolti principalmente alle autovetture diesel che



Figura 3. Vista di Bolzano dall'alto

¹ CAFE Reference Documents. European Commission. <https://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/general/keydocs.htm>.

tipicamente viaggiano a velocità più elevate e quindi producono maggiori emissioni di NO_x rispetto ai mezzi pesanti, che già viaggiano alla velocità ottimale.

Il progetto ha cercato di definire come utilizzare le misure di gestione del traffico per ottenere i maggiori benefici ambientali e di trasporto con i minori disagi per gli utenti della strada.

Il sistema tecnologico implementato

Un complesso sistema di traffico intelligente (in inglese *intelligent transportation system - ITS*) è stato sviluppato per permettere al centro di gestione del traffico dell'A22 di attivare dinamicamente i limiti di velocità.

La catena **previsionale** utilizza l'integrazione dei dati forniti

dall'Open Data Hub2, una piattaforma aperta sviluppata da NOI Techpark, in cui vengono raccolte tutte le misure dei sensori rilevanti. La cosiddetta "macchina a stati" determina le condizioni del traffico in tempo reale e **suggerisce diversi limiti dinamici di velocità in base ai livelli di congestione.**

Per determinare **quando i limiti dinamici di velocità sono necessari per affrontare elevati livelli di NO₂**, vengono valutati i dati sulle emissioni generate dal traffico, le previsioni meteorologiche e la stabilità atmosferica nonché le stime delle concentrazioni di ossidi di azoto.

Il sistema supporta anche la gestione dinamica integrata del flusso di traffico tra l'autostrada e i principali centri urbani della regione, ad esempio per il **reindirizzamento dei veicoli in transito.**

Test

Un'intensa attività di test è stata portata avanti per cinque anni. I test sono stati per lo più divisi tra limiti dinamici di velocità innescati da condizioni di scarsa qualità dell'aria (principalmente caratterizzati dall'uso del pittogramma di velocità raccomandata) e limiti dinamici di velocità innescati da condizioni di traffico intenso.

Più di 4.700 ore di test sono state condotte con limiti dinamici di velocità innescati dalla scarsa qualità dell'aria, e più di 750 ore di test sono state effettuate con limiti dinamici di velocità innescati da condizioni di traffico intenso.

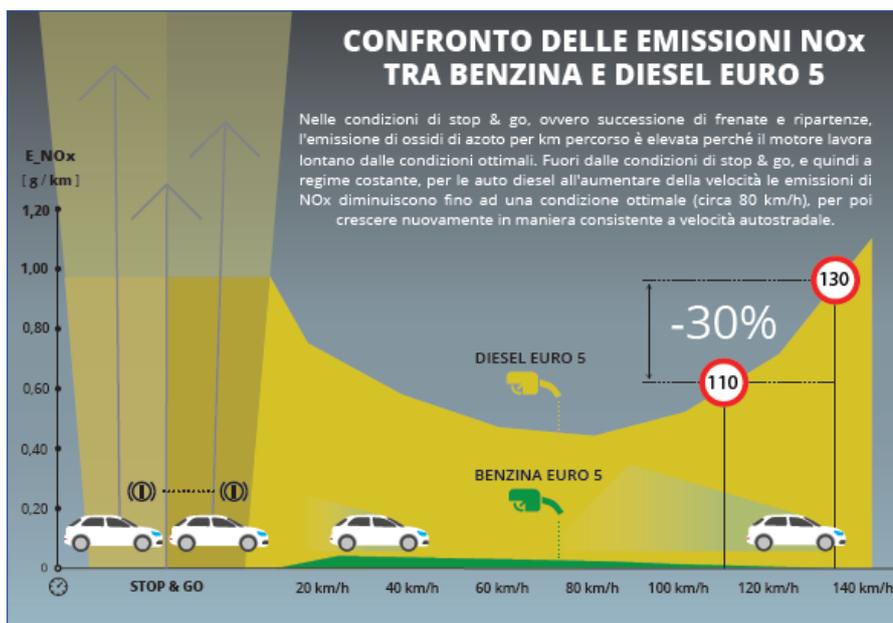


Figura 4. Emissioni e fattori di emissione lungo l'A22

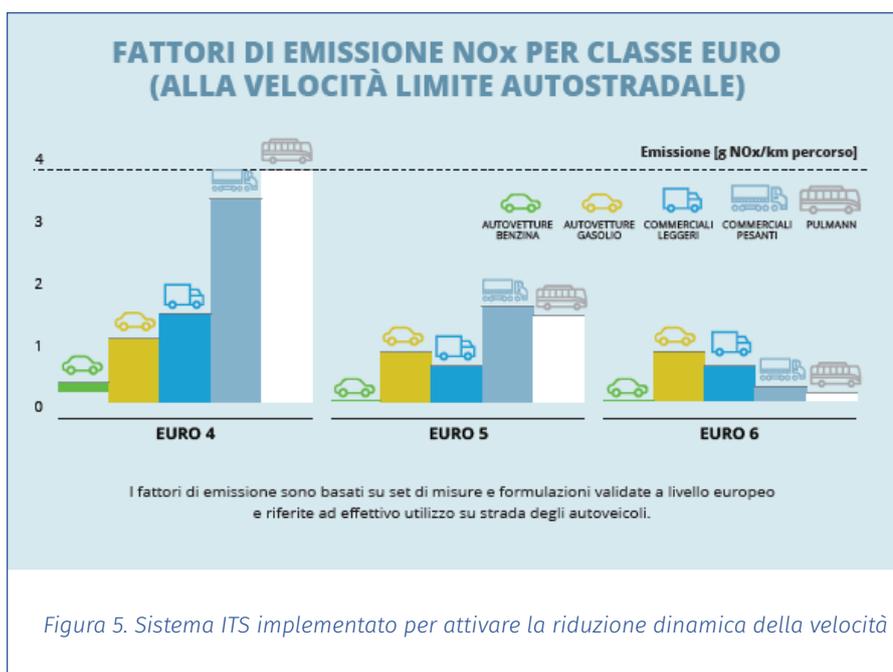
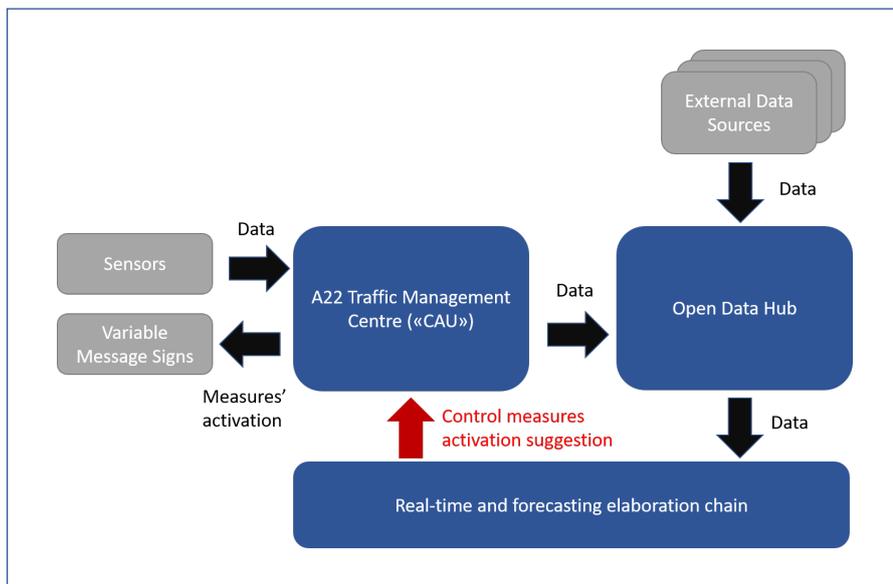


Figura 5. Sistema ITS implementato per attivare la riduzione dinamica della velocità



Questi test si sono effettuati meno frequentemente, perché le condizioni necessarie sono tipicamente limitate al periodo natalizio e ai fine settimana primaverili/estivi.

In Italia, **l'attivazione dei limiti dinamici di velocità per soli motivi ambientali non è attualmente consentita**. Questo ha limitato significativamente il tasso di rispetto dei conducenti dei limiti dinamici di velocità e, quindi, la capacità del progetto di misurare l'impatto di tali limiti se essi venissero rispettati.

Per superare questa sfida, è stato utilizzato un concetto di "gamification". È stata sviluppata un'applicazione mobile che aggiunge o sottrae automaticamente i punti ad un conducente a seconda del suo rispetto dei limiti di velocità ridotti sull'autostrada. Gli utenti con il maggior numero di punti possono vincere dei premi. Più di 100 utenti hanno partecipato attivamente al progetto pilota, guidando più volte sul tratto di prova e raccogliendo punti; circa la metà è riuscita a guadagnare un punteggio positivo, cioè a rispettare in media la velocità ridotta di riferimento di 100 km/h.

Risultati

Cinque anni di test intensivi con limiti dinamici di velocità sull'autostrada A22 hanno prodotto solide evidenze sui benefici di questo tipo di misura.

Ambiente

I dati raccolti sulle **riduzioni delle emissioni associate al comportamento medio dei conducenti** (Tabella 1) mostrano l'efficacia dei li-

miti dinamici di velocità nel **ridurre le emissioni di gas serra**.

In situazioni di volumi di traffico più intensi, che sono stati sperimentati in particolare durante il periodo estivo 2021, anche lo scenario di velocità proposto ha prodotto risultati interessanti rispetto allo scenario BAU, in linea con quelli dello scenario di limite di velocità obbligatorio. Tuttavia, questo risultato è probabilmente più influenzato dal traffico stesso piuttosto che dalla misura proposta, anche se i veicoli che rispettano il limite di velocità suggerito possono avere un impatto notevole sui pattern di guida degli altri veicoli circostanti.

Per quanto riguarda le concentrazioni di inquinanti a bordo strada, **le misurazioni della qualità dell'aria effettuate dalle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente hanno dimostrato una riduzione del 10% delle concentrazioni di NO2 con una riduzione della velocità media di 14 km/h** (da 123 km/h senza limiti dinamici di velocità attivati a 109 km/h).

Scenario	Scenario emissioni di NO _x / scenario emissioni BAU [%]	Scenario emissioni CO ₂ / scenario emissioni BAU [%]
Scenario BAU	100.0%	100.0%
Scenario con velocità 100 km/h consigliata con volumi di traffico ridotti (reale)	95.6% (-4.4%)	98.0% (-2.0%)
Scenario con velocità 100 km/h obbligatorio senza section control (reale)	83.5% (-16.5%)	91.6% (-8.4%)
Scenario con velocità 100 km/h obbligatorio con section control (simulato)	71.2% (-28.8%)	85.3% (-14.7%)

Tabella 1: Riduzione delle emissioni associate a diversi scenari di riferimento. Le riduzioni sono paragonate allo scenario di riferimento Business-As-Usual (bau) (senza limiti dinamici di velocità).

Flussi di traffico

Rispetto alle condizioni standard, i limiti dinamici di velocità permettono di ottimizzare i flussi di traffico e quindi di ridurre gli ingorghi, le situazioni di stop&go e i tempi di percorrenza. Nei periodi di congestione o in prossimità di essa, l'applicazione dei limiti dinamici di velocità ha il potenziale di aumentare la fluidità delle condizioni di traffico. Le stime basate su un confronto tra giorni di riferimento con alti volumi di traffico gestiti con e senza limiti dinamici di velocità, hanno mostrato in media **una riduzione di circa il 10% dei tempi di percorrenza complessivi** sperimentati dai conducenti lungo il tratto di test con volumi di traffico comparabili, e la possibilità di far sperimentare ai conducenti **tempi di viaggio simili anche in una condizione di aumento del 10% dei volumi di traffico**. Ciò che risulta notevole è la forte **riduzione della durata delle turbative**, che è stata ridotta in media di **1-2 ore al giorno**.

Riduzione del rumore

Per quanto riguarda gli impatti sul rumore, l'elevata presenza di mezzi pesanti sulla corsia di marcia è risultata essere il fattore dominante nei livelli di rumore a bordo strada. Il contributo apportato da questa misura pilota è stimato a meno di 2 dB(A).

Sicurezza stradale

L'attività **ha anche aumentato i già alti livelli di sicurezza stradale**, con quasi nessun incidente verificatosi durante le attività di test.

Conclusione

Cinque anni di test intensivi dei limiti dinamici di velocità sull'autostrada A22 hanno prodotto **solide evidenze che dimostrano i benefici su ambiente, flussi di traffico e sicurezza**.

Il lavoro deve ora essere replicato su una scala maggiore per ottenere il massimo beneficio ambientale a lungo termine.

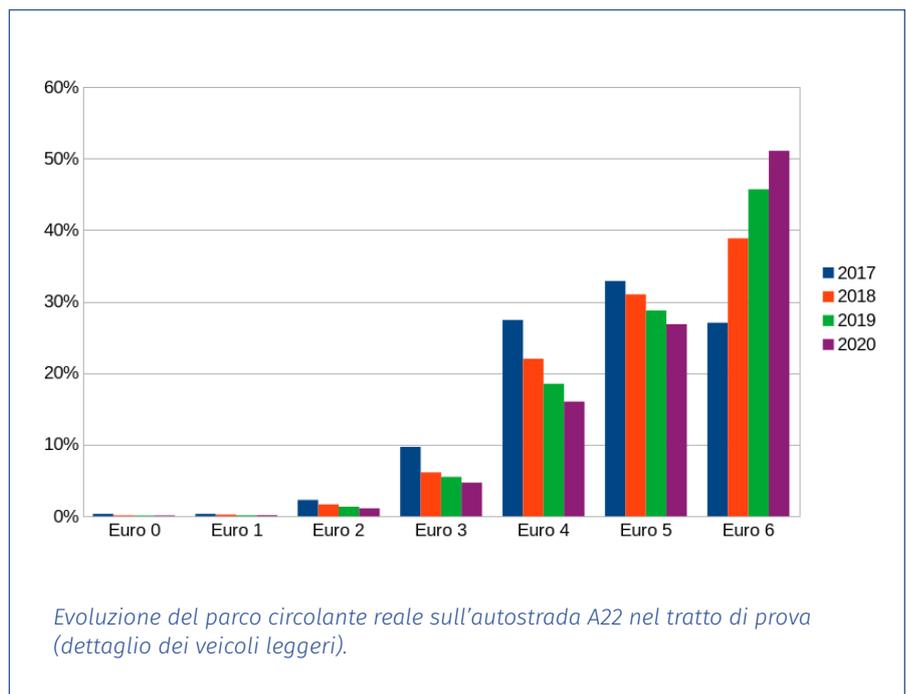
I risultati dipendono fortemente dal livello di rispetto del conducente: **più i conducenti rispettano i limiti dinamici di velocità e dimostrano un comportamento di guida regolare, maggiori sono i benefici osservabili.**

È stato valutato anche il possibile valore aggiunto dei sistemi di sanzionamento. Tuttavia, l'esperienza del progetto ha evidenziato la necessità di incoraggiare i conducenti a rispettare volontariamente i limiti dinamici di velocità proposti. **Un'iniziativa di compensazione basata su un'app che implementa un concetto di "gamification" - pro-**

tabilmente il primo tentativo di questo tipo a livello mondiale nel settore autostradale - ha dimostrato l'enorme potenziale per incoraggiare il rispetto volontario dei limiti di velocità da parte dei conducenti.

È stato proposto un metodo per **determinare i tratti autostradali più adatti da gestire con le misure BrennerLEC** e ottimizzare l'equilibrio tra i benefici attesi e i necessari investimenti ITS come i pannelli a messaggio variabile. Il lavoro sarà svolto in collaborazione con gli operatori autostradali austriaci e tedeschi. Saranno esplorati altri argomenti rilevanti, come il controllo dei flussi di traffico in entrata e in uscita attraverso i caselli.

Questo lavoro applicato all'attuale situazione autostradale presente nei diversi Stati Membri attraversati ha anche **messo in evidenza la necessità di aggiornare/implementare i regolamenti europei di riferimento** in modo che i conducenti possano godere di un'esperienza uniforme durante la guida sull'intero Corridoio del Brennero.



In futuro

Per assicurare un beneficio ambientale a lungo termine, i risultati del progetto BrennerLEC sono la base per il corridoio digitale del Brennero a basse emissioni, che mira a replicare queste e altre misure sull'intera autostrada A22. Il corridoio beneficerà di una futura infrastruttura ibrida C-ITS (Cooperative Intelligent Transport System).

I futuri veicoli connessi e automatizzati (in inglese *Connected and Autonomous Vehicles - CAV*) riceveranno automaticamente le informazioni relative a limiti dinamici di velocità attivi e adatteranno la loro velocità di conseguenza. Questi scenari cooperativi sono in fase di ricerca e sviluppo e i primi test pilota sono già stati condotti lungo l'A22.

Studi annuali mostrano che il rinnovamento dei veicoli che circolano sull'autostrada A22 sta avvenendo velocemente in termini di classe EURO, ma senza variazioni significative per quanto riguarda il tipo di alimentazione. La maggior parte dei veicoli in transito sono veicoli leggeri diesel, con una quota che è passata dal 75% nel 2017 all'82% nel 2019. **Nei prossimi anni è previsto un notevole aumento dei veicoli "puliti"** (ad esempio le più recenti EURO-6, le autovetture ibride o completamente elettriche).

Il piano proposto per l'applicazione estensiva dei limiti dinamici di velocità considera queste sfide. Esso mira a garantire il miglior equilibrio possibile tra gli impatti previsti e gli investimenti necessari.

È stato proposto un metodo per utilizzare i limiti dinamici di velocità ai fini della qualità dell'aria.

- Calcolo di una mappa dettagliata delle concentrazioni medie di inquinanti di fondo, cioè senza il contributo prodotto dal traffico dell'autostrada A22.
- Valutazione delle condizioni medie di qualità dell'aria in corrispondenza dell'autostrada.

Applicando questo metodo, la maggior parte dei limiti dinamici

di velocità sarà attuato all'interno delle aree più popolate e soggette ai problemi di qualità dell'aria più significativi. Per quanto riguarda i limiti dinamici di velocità in caso di forti livelli di congestione, il piano si basa saldamente sull'ambizione dell'A22 – di prevedere una corsia preferenziale su entrambe le carreggiate tra le stazioni autostradali di Bolzano Sud e Verona Nord (circa 140 km) e pannelli a messaggio variabile (PMV) posti a distanza ridotta.

Nuovi tratti di test proposti



Dettagli progetto

Titolo:	BrennerLEC Brenner Lower Emissions Corridor
Acronimo:	LIFE BrennerLEC
Riferimento:	LIFE15 ENV/IT/000281
Pagina web:	www.brennerlec.life
Data inizio:	1 settembre 2016
Data fine:	30 settembre 2021
Durata:	5 anni, 30 giorni
Budget totale:	€ 4.018.005
Contributo UE:	€ 1.922.772

Beneficiario coordinatore

Nome:	Autostrada del Brennero S.p.A./ Brennerautobahn AG
Status Legale:	Società privata
Nome contatto:	Ilaria De Biasi
E-mail:	ilaria.debiasi@autobrennero.it
Telefono:	0039 0461 212809

Partner

Autostrada del Brennero è il costruttore e il gestore dell'autostrada A22 dal 1959 e ha così esperienza nella gestione di un'autostrada a stretto contatto con l'ambiente alpino. Deve inoltre affrontare quotidianamente i problemi legati alla gestione del traffico pesante e turistico.

Le **Agenzie per l'Ambiente di Trento e Bolzano** sono le autorità provinciali per il controllo e la gestione della qualità dell'aria e responsabili della pianificazione delle politiche di protezione ambientale.

L'**Università di Trento** fornisce competenze scientifiche in ingegneria ambientale, in particolare nel settore della meteorologia e nella gestione di modelli matematici di previsione.

CISMA è una società locale specializzata nelle valutazioni ambientali e nello sviluppo e utilizzo di algoritmi di calcolo complessi per implementare sistemi di supporto alle decisioni.

NOI Techpark è un centro di innovazione tecnologica a supporto dell'industria locale con competenze specifiche nel campo della 'smart mobility' e con diverse esperienze nella gestione di progetti UE. NOI Techpark ha sostituito IDM Südtirol / Alto Adige nel consorzio dal 1.1.2019.

Il progetto è stato sostenuto anche esternamente da osservatori con valore tecnico e strategico. Tra questi, il **Ministero della Transizione Ecologica (MiTE)**, il **Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS)**, il **gestore autostradale austriaco (ASFINAG)** e le **Agenzie per l'Ambiente delle Regioni Lombardia, Emilia Romagna e Veneto**.