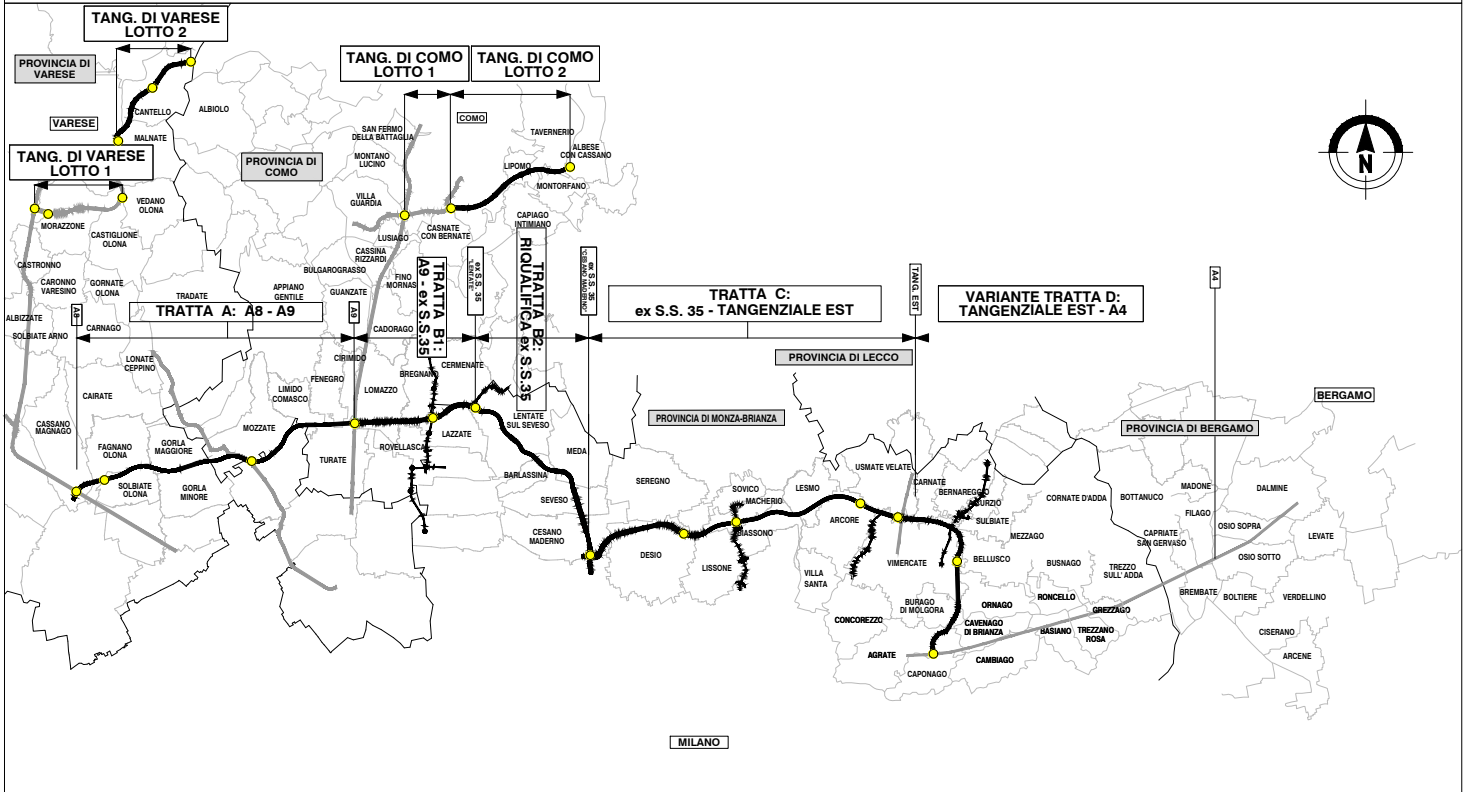


QUADRO DI UNIONE GENERALE



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B06000270007

PROGETTO DEFINITIVO VARIANTE TRATTA D

PARTE GENERALE
Inquadramento generale
Relazione Generale

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

FASE PROGETTUALE	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTI DI OPERA	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA
D	GE	DD	000	GE00	000	RG	001	A

DATA 30 Giugno 2023
SCALA -

CONCEDENTE



PROGETTAZIONE



DATA	REVISIONE
30 Giugno 2023	EMISSIONE

ELABORAZIONE PROGETTUALE	
 Arch. Fabio Massimo Saldini	RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Lucia Samorani

Redatto: Doit. Geol. Seminari Visto: Ing. Norese Contributo specialistico: Ing. Samorani

CONCESSIONARIO

Direttore Ingegneria e BIM Center: Arch. Fabio Massimo Saldini
Direttore Tecnico: Ing. Paolo Simonetta
Responsabile Funzione Tecnica, Project Financing e ACT Ing. Andrea Monguzzi

VERIFICA E VALIDAZIONE

RTI: Conteco Check S.r.l. (Mandante), Rina Check S.r.l. (Mandataria), Bureau Veritas Italia S.p.a. (Mandataria)

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di Autostrada Pedemontana Lombarda S. p. A. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published either in part or entirely without the written permission of Autostrada Pedemontana Lombarda S. p. A. Unauthorized use will be persecuted by law.



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DALMINE – COMO – VARESE – VALICO DEL GAGGIOLO
E OPERE CONNESSE

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTE B1, B2, C, D
2° LOTTO DELLA TANGENZIALE DI COMO
2° LOTTO DELLA TANGENZIALE DI VARESE

VARIANTE TRATTA D PARTE GENERALE

RELAZIONE GENERALE

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse
Progetto Definitivo Tratta D
PROGETTO DEFINITIVO

INDICE

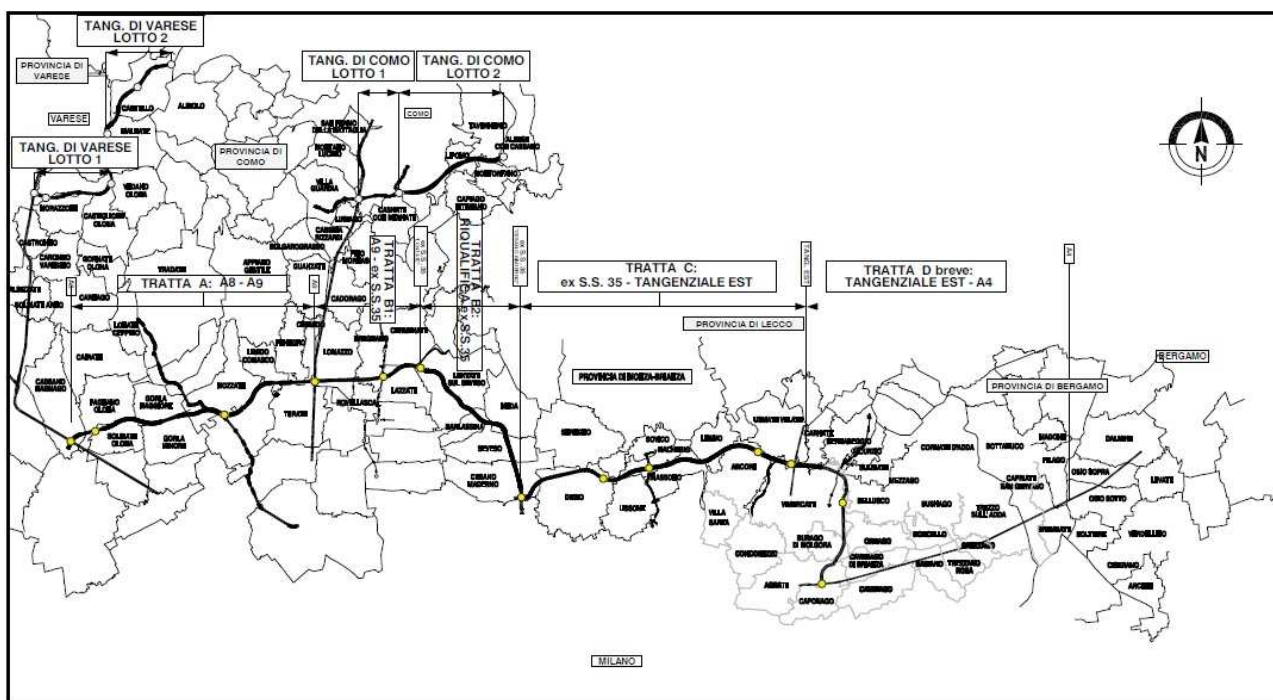
1. PREMESSA	5
1.1 OGGETTO DELLA PRESENTE RELAZIONE.....	6
1.2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE E TERRITORIALE.....	7
2. CRITERI DI PROGETTO.....	8
2.1 METODOLOGIA DI PROGETTO	8
2.2 CRITERI DI PROGETTO PER IL TRACCIATO PRINCIPALE: SEZIONE TIPO E ANDAMENTO PLANO ALTIMETRICO	9
2.3 CRITERI DI PROGETTO DI INTERSEZIONI E SVINCOLI.....	14
<i>Caratteristiche delle rampe di svincolo</i>	14
<i>Corsie di accelerazione e decelerazione</i>	15
<i>Sezioni stradali tipo per le rampe degli svincoli e interconnessioni</i>	16
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE	17
3.1 L'ASSE PRINCIPALE.....	17
3.2 gLI SVINCOLI.....	18
3.3 INTERCONNESSIONE A51	19
3.4 SVINCOLO DI VIMERCATE.....	20
3.5 SVINCOLO DI INTERCONNESSIONE A4/A58.....	22
3.6 INTERFERENZE CON VIABILITÀ ESISTENTI	26
4. LE OPERE D'ARTE PRINCIPALI.....	27
4.1 CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO	27
4.2 GALLERIA ARTIFICIALE	29
<i>Gli imbocchi</i>	30
4.3 PONTI E VIADOTTI.....	31
<i>Viadotto Molgora</i>	31
4.4 OPERE D'ARTE MINORI.....	33
4.5 BUONE NORME DI PROGETTAZIONE PER DURABILITÀ E MANUTENIBILITÀ DELLE OPERE	35
<i>Manutenzione ordinaria</i>	39
<i>Manutenzione straordinaria</i>	40
<i>Principali elementi strutturali da ispezionare</i>	40
5. GREENWAY	41
5.1 CRITERI ED OBIETTIVI PROGETTUALI	41
5.2 IL TRACCIATO DELLA GREENWAY.....	41
<i>I comuni attraversati</i>	43
6. IMPIANTI TECNOLOGICI.....	46
6.1 SCELTE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E DI CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO.....	46
<i>Impianti elettrici e tecnologici</i>	46
<i>Impianti fotovoltaici</i>	46
<i>Impianti di illuminazione</i>	47

<i>Smart road</i>	48
7. STUDI E INDAGINI	49
7.1 IDROLOGIA E IDRAULICA	49
<i>Torrente Molgora</i>	49
<i>Corsi d'acqua secondari</i>	50
<i>Opere idrauliche di progetto</i>	50
<i>Prescrizione del PTCP della Provincia di Monza e Brianza</i>	52
7.2 GEOLOGIA E GEOTECNICA	53
7.3 SISMICA	55
7.4 STUDIO ACUSTICO E MITIGAZIONI ANTIRUMORI	56
<i>Censimento dei ricettori</i>	56
8. INTERFERENZE CON RETI TECNOLOGICHE	58
9. RISCHIO INCIDENTE RILEVANTE	60
10. ESPROPRI	61
11. IL SISTEMA DI ESAZIONE	66
11.1 STRUTTURE DI SOSTEGNO PER IL SISTEMA MULTILANE	67
11.2 CASELLO DI ESAZIONE	67
12. STUDIO DI TRAFFICO	69

1. PREMESSA

L'Autostrada Pedemontana Lombarda è un'opera strategica di interesse nazionale, che costituisce un elemento fondamentale del nuovo assetto della grande viabilità e dello sviluppo economico e territoriale della Lombardia.

Dal punto di vista della fattibilità tecnica ed ambientale l'intervento è molto complesso per il notevole sviluppo del tracciato (circa 87 km di autostrada e 70 km di nuova viabilità locale), per l'importanza delle infrastrutture interessate e per la tipologia e la morfologia delle zone attraversate. Il corridoio di intervento si inserisce, infatti, in un ambito territoriale densamente popolato, compreso tra la metropoli milanese e i capoluoghi di Provincia Varese, Como, Lecco e Bergamo, caratterizzato dalla presenza di numerosi insediamenti e di importanti distretti industriali.



Gli obiettivi che si intendono perseguire attraverso la realizzazione dell'intervento sono i seguenti:

- adeguare l'offerta di infrastrutture alle esigenze di mobilità interna ed esterna al territorio, che costituisce l'area più urbanizzata e industrializzata della Lombardia;
- alleggerire l'attuale sistema tangenziale di Milano, attraverso il completamento del sistema tangenziale di Como e Varese;

- realizzare un nuovo collegamento autostradale con la Svizzera e migliorare l'accessibilità all'aeroporto della Malpensa;
- integrare la rete della grande viabilità grazie all'interconnessione delle grandi radiali su Milano, in un nuovo disegno a maglia ortogonale;
- riorganizzare l'intero sistema stradale del territorio per migliorarne i livelli complessivi di qualità in funzione delle esigenze della mobilità e dello sviluppo a livello locale.
- risolvere il delicato rapporto tra infrastruttura e ambiente in un'area a forte criticità e sensibilità ambientale, cogliendo l'occasione per il ripristino ambientale di tutto il territorio, in modo da comportare ricadute complessivamente positive sotto l'aspetto paesaggistico e dell'inquinamento acustico ed atmosferico, soprattutto negli attraversamenti dei centri abitati.

Al fine di perseguire tali obiettivi, l'intervento complessivo, che è stato progettato e in parte già realizzato, comprende le seguenti infrastrutture viarie:

- un tracciato con caratteristiche autostradali che collega le esistenti Autostrade A8, A9 e A4. Tale tracciato è stato suddiviso in 5 tratte così denominate: tratta A, tra le autostrade A8 e A9;
- tratta B1, dall'interconnessione con la A9 alla SS 35; tratta B2, da Lentate a Cesano Maderno;
- tratta C, da Cesano Maderno all'interconnessione con la Tangenziale Est - A51;
- tratta D, dalla Tangenziale Est - A51 all'Autostrada A4;
- opere di completamento delle Tangenziali di Como e di Varese.

1.1 OGGETTO DELLA PRESENTE RELAZIONE

La presente relazione descrive il **progetto definitivo della variante della tratta D** dell'Autostrada Pedemontana Lombarda, illustrando le scelte progettuali e i criteri di progettazione, l'inserimento dell'intervento sul territorio, gli apprestamenti e gli impianti per la sicurezza, gli studi propedeutici ed integrativi per la formulazione del quadro conoscitivo di base a supporto della progettazione, le misure mitigative e compensative. Per i maggiori dettagli si rimanda alle relazioni specifiche che fanno parte integrante del progetto definitivo in oggetto.

1.2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE E TERRITORIALE

Il territorio della Brianza è uno dei più altamente urbanizzati e densamente abitati d'Italia. Solo due province italiane - Napoli (2628) e Monza Brianza (2057) - registrano una densità superiore a 2000 abitanti/kmq, e solo altre due hanno densità superiore a 1000 ab/kmq: Milano e Trieste; tutte le altre province seguono a grande distanza. Considerando che Napoli e Milano concentrano buona parte della popolazione in una grande città e che Trieste è il frutto di peripezie storiche uniche, ne consegue che la provincia di Monza e Brianza presenta una condizione del tutto eccezionale di alta densità diffusa nell'intero territorio, che non ha confronti con altre province italiane. L'identità è quella di un territorio in posizione intermedia tra la condizione della città e quella extraurbana. E se la Brianza ha tratto in passato benefici importanti da questa situazione, è ora fortemente a rischio di subire gli svantaggi dell'una e dell'altra, a causa di fenomeni - industrializzazione e urbanizzazione spinta prima e deindustrializzazione, dequalificazione funzionale, degrado infrastrutturale, ambientale e urbanistico poi - che si sono già manifestati in passato su tutto il suo territorio e che hanno offuscato le sue prospettive originali di sviluppo. Per un verso una campagna troppo urbanizzata, con alti costi di insediamento e bassa qualità paesaggistica e ambientale. Per un altro, una periferia metropolitana povera di qualità urbana, con rilevanti problemi di accessibilità e di promiscuità funzionale. Intervenire in questo territorio significa cercare di ribaltare questa tendenza, riconoscendo innanzitutto la sua identità, la sua complessità territoriale, i fenomeni che la interessano, le forme non omogenee di insediamento e di utilizzazione del suolo, i suoi caratteri naturali, sociali ed economici, avendo come obiettivo generale quindi un'azione di riqualificazione impegnata sui due fronti, dell'urbano e del rurale, volta a convertire i rischi in opportunità. L'opera autostradale e la Greenway attraversano una fascia di territorio a carattere agricolo interclusa tra le conurbazioni estese in senso longitudinale (nord-sud) della Brianza orientale. Dall'infrastruttura autostradale sono interessati i comuni di Carnate, Vimercate, Bernareggio, Bellusco, Ornago, Burago di Molgora, Agrate Brianza e Caponago. Si aggiunge per la Greenway il Comune di Cambiagio nell'area metropolitana di Milano. Il fronte occidentale della fascia territoriale interessata è caratterizzato dai densi tessuti edificati pressoché continui di Carnate, Vimercate, Burago di Molgora, Agrate Brianza e Caponago (da nord a sud), al centro dei quali si estende il corso del Torrente La Molgora, sottoposto a significative pressioni antropiche. Tra Carnate e Vimercate tale conurbazione si apre,

lasciando spazio ad un'area agricola attraversata dal T. Molgora, benché a breve distanza a ovest il tracciato dell'A51 definisca un ulteriore elemento di frammentazione. Il fronte orientale della fascia territoriale interessata è caratterizzato dai densi tessuti edificati di Bernareggio, Aicurzio, Sulbiate, Bellusco, Ornago, Cavenago di Brianza e Cambiagio (da nord a sud), tra i quali permangono residuali varchi di permeabilità a carattere agricolo, che permettono una continuità ambientale trasversale in senso latitudinale (est-ovest), in diretto collegamento con il territorio posto più a oriente interessato dagli assi idrografici principali del Torrente Cava e del Rio Vallone, disposti parallelamente in senso longitudinale.

2. CRITERI DI PROGETTO

Con l'intento di descrivere il progetto della variante della tratta D, nei capitoli che seguono vengono illustrati i seguenti argomenti:

- metodologia di progetto;
- riferimenti normativi per il dimensionamento e le verifiche geometriche, strutturali e funzionali;
- sezione tipo adottata per il tracciato principale e per gli svincoli.

2.1 METODOLOGIA DI PROGETTO

La redazione del progetto è stata seguita la seguente metodologia, atta a realizzare un'infrastruttura sicura e sostenibile:

- Recepimento dei riferimenti normativi vigenti, in particolare il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*". Il rispetto di tali norme ha un'importanza fondamentale per garantire condizioni ottimali di funzionalità e di sicurezza. Il vincolo più stringente che ha interessato l'intero tracciato autostradale ha riguardato sicuramente la geometria dell'asse stradale;
- studio di soluzioni finalizzate a garantire condizioni di integrazione ed inserimento dell'infrastruttura nel territorio e nell'ambiente, tenendo conto anche delle prescrizioni CIPE. La qualità ambientale è stato l'obiettivo primario del progetto: un'attenzione specifica è stata rivolta alla scelta di manufatti stradali e alle opere d'arte, che sono

state progettate per garantire un'elevata qualità architettonica e formale, in rapporto all'ambiente attraversato.

La progettazione del collegamento autostradale pedemontano ha dovuto tener conto di una serie di vincoli e condizionamenti che hanno influito sulle scelte dei progettisti.

Tali vincoli e condizionamenti sono sostanzialmente di due tipi:

1. vincoli posti dal territorio e dallo stato dei luoghi, anche in relazione ai vincoli di tutela imposti dalla normativa di legge e dalla pianificazione di settore. Gli aspetti legati al territorio, che hanno maggiormente condizionato la definizione del tracciato autostradale, riguarda la presenza di diversi terrazzamenti naturali che i progettisti hanno sfruttato per mitigare la presenza dell'infrastruttura in un rispetto attento della storia del territorio.
2. condizionamenti derivanti dai vincoli imposti dalle infrastrutture esistenti o in fase di progettazione a cui la variante della tratta D si collegherà. Tali vincoli sono:
 - a. ad inizio tracciato, in corrispondenza dell'allacciamento con il tratto finale di Tratta C;
 - b. a fine tracciato, in corrispondenza dell'interconnessione con lo svincolo TEEM/A4.

2.2 CRITERI DI PROGETTO PER IL TRACCIATO PRINCIPALE: SEZIONE TIPO E ANDAMENTO PLANO ALTIMETRICO

Con riferimento a quanto previsto dalla classificazione funzionale delle strade-, la tratta in oggetto deve essere progettata rispettando i criteri definiti dalle *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*, di cui al Decreto del 5 novembre 2001. Il Decreto stabilisce quale sia l'organizzazione della piattaforma stradale e dei suoi margini, intendendo che tale configurazione sia la minima prevista dal Codice della Strada, e da verificare in funzione di esigenze normative legate ad altri settori, come per esempio la larghezza minima dello spartitraffico che deve essere adeguata per consentire il corretto funzionamento delle barriere di sicurezza adottate.

Si osserva tuttavia per i progetti inseriti nei programmi della Legge Obiettivo n. 443/2001 la norma sulle intersezioni stradali non è applicabile se questi sono stati redatti prima dell'entrata in vigore delle norme stesse: l'Autostrada Pedemontana Lombarda rientra in tale

categoria in quanto il progetto preliminare è stato approvato con Delibera CIPE n. 77 del 29/3/2006. Infatti il Decreto Ministeriale 19 aprile 2006 infatti recita all'art. 2 comma 4:

Le norme allegare non si applicano alle intersezioni in corso di realizzazione ed a quelle per le quali, al momento della sua entrata in vigore, sia già stato redatto il progetto definitivo, ovvero il progetto preliminare nel caso di opere inserite nei programmi della legge n. 443 del 21 dicembre 2001.(...).

Per questa specifica problematica si rimanda al capitolo seguente relativo agli svincoli.

Sezione tipo

La tratta in esame deve avere le caratteristiche di un' **Autostrada Urbana Tipo A**, con intervallo di velocità di progetto pari a 80-140 km/h.

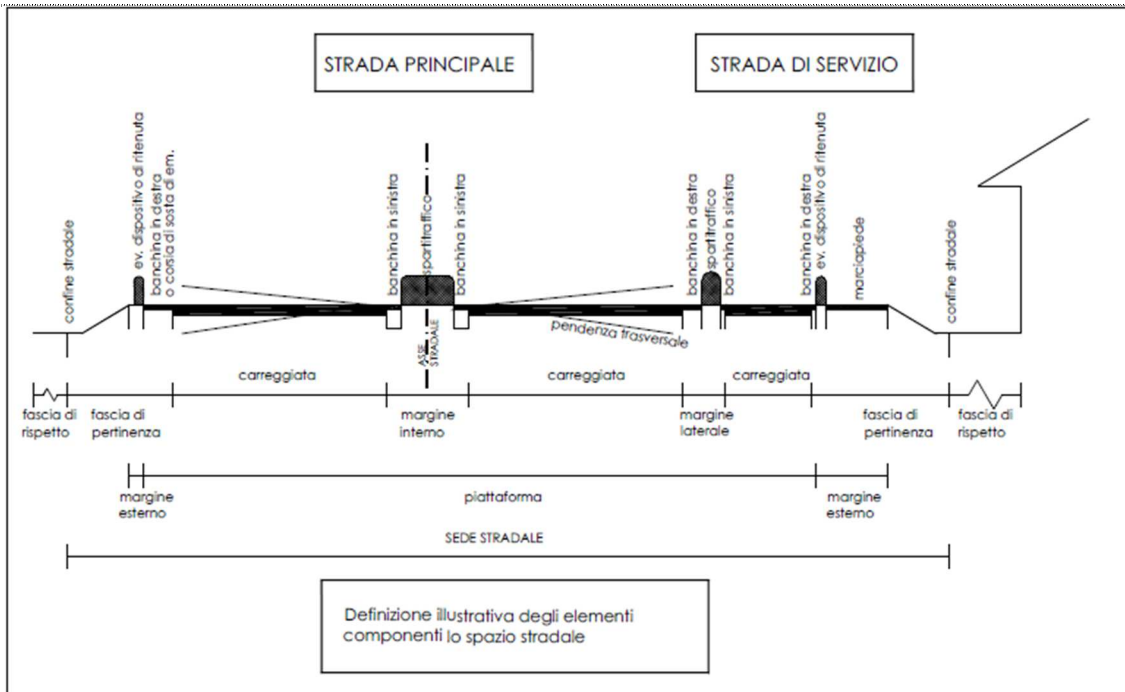
Nella sezione ordinaria del nuovo tracciato autostradale la piattaforma stradale adottata risulta avere una **sezione minima pari a 25,14 m**, così composta:

- 2 carreggiate ciascuna composta da n. 3 corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m,
- un margine interno tra le carreggiate, di larghezza minima pari a 4,14 m (leggermente maggiore rispetto a quella minima di normativa), composto da uno spartitraffico minimo di 2,74 m e da n. 2 banchine in sinistra di larghezza minima di 0,70 m.
- una corsia di emergenza di larghezza pari a 3,00 m.

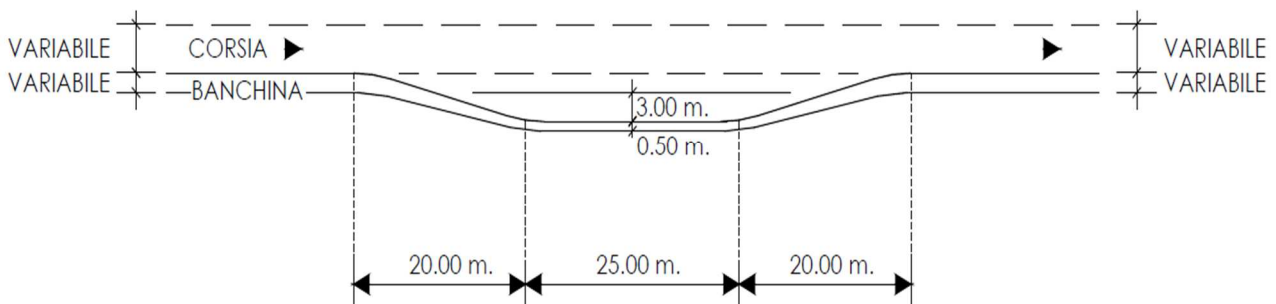
Le larghezze di spartitraffico e delle banchine in sinistra sono da intendersi minimi, in quanto aumentabili per necessità legate alla verifica delle distanze di visibilità. Per maggiori dettagli circa gli elementi costituenti il tracciato, si rimanda all'elaborato "Elementi tipologici".

Gli elementi marginali, come cigli e cunette, sono stati progettati con il fine di raccogliere e trattare le acque di piattaforma dell'asse principale e degli svincoli:

- gli elementi del margine esterno presentano una larghezza tale da ospitare l'insieme di caditoie, pozzetti e tubazioni dedite a tale funzione, oltre a prevedere un apposito spazio per gli impianti di linea (illuminazione, cablaggio, ecc.);
- le dimensioni del margine esterno sono pari a 2,50 m sia in trincea che in rilevato;
- mentre in galleria artificiale e nella trincea tra diaframmi tale valore si riduce a 1,30 m.



Tali particolari sono più dettagliatamente descritti e riportati nel dossier “Tipologici idraulici”, che dettaglia i particolari dei dispositivi idraulici.



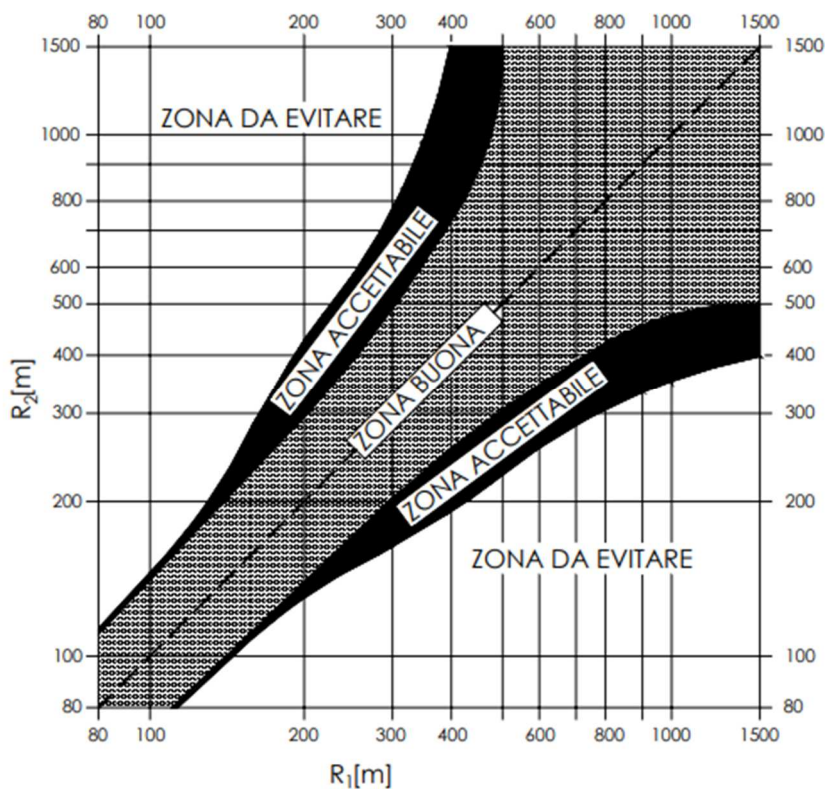
La piazzola prevista nel progetto prevede dimensioni maggiori con un tratto parallelo di lunghezza pari a 50 m (contro i 25 di cui sopra), i tratti di raccordo di lunghezza pari a 20m per uno sviluppo complessivo di 90 m (25 metri in più rispetto a quanto prescritto da normativa). La larghezza dell’area di sosta presenta valore pari a 5,00 m (contro i 3,00 m di cui sopra), per maggiori dettagli si rimanda al dossier dedicato ai tipologici

Andamento planimetrico

Come per ogni tracciato stradale, l’andamento planimetrico è costituito da una successione di elementi geometrici, per i quali la normativa impone dei valori limite da rispettare. Compongo il tracciato stradale:

- Rettifili: per cui il Decreto 5/11/2001 fissa dei valori limite, superiore e inferiore, in funzione della velocità massima di progetto. Il valore massimo risulta pari a **3.080 metri** ($V_{p,max}=140$ km/h).
- Curve circolari: alla velocità di 140 km/h lo sviluppo minimo è pari a **97,22 metri**.

La normativa di riferimento impone inoltre tra due curve successive i rapporti tra i raggi di curvatura R_1 ed R_2 di due curve successive ricadano nella “zona buona” dell’abaco riportato in figura.



Tutte le curve del tracciato risultano tra loro coerenti con tale impostazione.

Relativamente agli elementi sopra riportati, la pendenza minima trasversale in rettilineo è pari al valore **2,5%** e le carreggiate sono ciascuna orientata con il ciglio più depresso verso l'esterno.

In curva circolare, invece, la carreggiata è inclinata verso l'interno e il valore di pendenza trasversale è mantenuto costante su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio. Il valore massimo per una strada tipo A è pari al **7%**.

Se il raggio di curvatura è maggiore del valore $R_{2,5}$ che per le autostrade risulta pari a 4.820 m si assume la pendenza trasversale pari al valore 2,5%. Per valori del raggio R inferiori a $R_{2,5}$ si è fatto riferimento agli abachi di seguito riportati.

Requisiti imprescindibili risultano anche i seguenti criteri di sicurezza stradale inerenti a:

Distanze di visibilità: lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera è stata confrontata con le seguenti distanze:

- *Distanza di visibilità per l'arresto*, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto;
- *Distanza di visibilità per il sorpasso*, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto;
- *Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia*, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.).

Andamento altimetrico

La pendenza massima adottabile per il rispetto della normativa risulta pari al valore 5%.

Tale valore scende al 4% in corrispondenza di gallerie, al fine di contenere le emissioni di sostanze inquinanti e di fumi, e ancor meno nel caso di lunghe gallerie in relazione ai volumi ed alla composizione del traffico previsto.

Il valore massimo della livelletta della tratta D è pari a 2,7%, raggiunto una sola volta e per un tratto molto breve di lunghezza 418 m compresi i raccordi, quindi nettamente inferiore al valore limite della normativa. Per i tratti in galleria il valore massimo di pendenza longitudinale risulta pari a 1,18%, e quindi anche in questi casi ben al di sotto del valore limite della normativa.

I raccordi verticali concavi e convessi sono stati dimensionati con riferimento alle distanze di visibilità.

2.3 CRITERI DI PROGETTO DI INTERSEZIONI E SVINCOLI

Come già accennato nel capitolo precedente, per la progettazione degli svincoli l'unico documento nazionale con valore prescrittivo è il Decreto Ministeriale 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale ha introdotto i criteri di dimensionamento degli svincoli in funzione di:

- tipologia di intersezione,
- della categoria stradale degli assi intersecanti
- di altri parametri geometrici tipici della geometria stradale (raggi di curvatura, velocità di progetto, ecc.).

Tuttavia, per i progetti inseriti nei programmi della Legge Obiettivo n. 443/2001, la norma sulle intersezioni stradali non è applicabile se questi sono stati redatti prima dell'entrata in vigore delle norme stesse: l'Autostrada Pedemontana Lombarda rientra in tale categoria in quanto il progetto preliminare è stato approvato con Delibera CIPE n. 77 del 29/3/2006.

Nell'affrontare la progettazione di uno svincolo si pongono innanzitutto le questioni legate al dimensionamento dei tratti di rampe di accelerazione e decelerazione, sia per quanto concerne il loro sviluppo longitudinale sia per le dimensioni trasversali delle sezioni stradali, oltre alla definizione degli elementi geometrici delle rampe di svincolo.

Caratteristiche delle rampe di svincolo

I complessi sistemi di svincolamento di progetto necessitano una verifica puntuale e oculata della congruenza degli elementi geometrici in relazione agli intervalli di velocità fissati. Per le diverse tipologie di rampe, i seguenti intervalli cinematici sono normati e definiti come di seguito:

Velocità di progetto per le diverse tipologie di rampe		
Tipi di rampe	Incroci A/A, A/B, B/A	Incroci A/C, B/B, C/A, C/B
Curvilinea diretta	50-80 km/h	40-60 km/h
Curvilinea semidiretta	40-70 km/h	40-60 km/h
Curvilinea indiretta	in uscita da A: 40 km/h in entrata su A: 30 km/h	in uscita: 40 km/h in entrata: 30 km/h
Rettilinea diretta	60-80 km/h	40-70 km/h

Si noti l'ingente delta delle velocità di riferimento che variano da un minimo di 30 km/h a un massimo di 80 km/h; tuttavia, come criterio generale, si tende ad assumere valori cinematici dell'ordine del 60-70% delle velocità di progetto dell'asse principale.

Inoltre, la norma suggerisce, in base alla velocità di progetto del singolo elemento, i valori da adottare come indicato nella seguente tabella:

Caratteristiche planoaltimetriche delle rampe						
Velocità di progetto	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo (m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max salita (%)	7,0		5,0			
Pendenza max discesa (%)	8,0		6,0			
Raggi minimi verticali convessi (m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi (m)	250	500	750	1000	1400	2000
Pendenza trasversale minima (%)	2,5					
Pendenza trasversale max (%)	6,0					
Visibilità longitudinale minima (m)	25	35	50	70	90	115

Corsie di accelerazione e decelerazione

Il quadro sinottico di confronto (con l'assunzione della pendenza longitudinale nulla) tra il metodo proposto dalla Regione Lombardia, il metodo modificato (criterio basato sulle raccomandazioni del CNR n.90/1983) e il D.M. 2006 per il calcolo delle lunghezze delle corsie di accelerazione e decelerazione è riportato nelle seguenti tabelle:

Accelerazione				
Velocità curva svincolo [km/h]	Raggio curva svincolo [m]	Lunghezza [m]		
		DM 2006	RL	METODO MODIFICATO
40	45	647,20	512,50	320,00
50	75	612,50	477,90	300,00
60	120	570,10	435,60	300,00
70	180	519,90	385,60	300,00
80	250	462,00	327,90	300,00

Decelerazione				
Velocità curva svincolo [km/h]	Raggio curva svincolo [m]	Lunghezza [m]		
		DM 2006	RL	METODO MODIFICATO
40	45	276,50	145,00	271,00
50	75	264,90	131,20	253,90
60	120	250,80	114,20	232,80
70	180	234,00	94,20	190,00
80	250	214,00	71,20	190,00

Per quel che riguarda la larghezza delle corsie di accelerazione e di decelerazione, il tratto parallelo conserva la larghezza della corsia pari a 4,00 m e della banchina in destra di 2,50 m, in modo che la segnaletica orizzontale mantenga gli stessi standard geometrici prima e durante l'affiancamento. Inoltre, in accordo con quanto riportato nel D.M. 2006, si è assunta una lunghezza nulla del tratto funzionale, sulla base di considerazioni derivanti dallo studio di traffico svolto.

Sezioni stradali tipo per le rampe degli svincoli e interconnessioni

Sono state adottate 3 tipologie di piattaforma:

- Rampa di svincolo monodirezionale a singola corsia: larghezza della corsia 4,00 m con banchine in destra e in sinistra rispettivamente pari a 2,50 m e 1,50 m, con larghezza complessiva pavimentata pari a 8,00 m;
- Rampa di svincolo monodirezionale a doppia corsia: larghezza delle corsie 3,75 m con banchine in destra e in sinistra pari a 1,50 m, con larghezza complessiva pavimentata pari a 10,50 m;

Tali configurazioni sono rappresentate nel Dossier degli elaborati tipologici relativi alla Parte Stradale.

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRADALE

3.1 L'ASSE PRINCIPALE

Il progetto definitivo della Variante della Tratta D è caratterizzato da un tracciato che, nella prima parte, ricalca l'andamento del progetto definitivo del 2010 della Tratta D lunga, per circa 1.5 km per poi piegare verso sud verso l'interconnessione esistente tra l'autostrada A4 e la Tangenziale est esterna nei comuni di Agrate e Caponago.

La variante della Tratta D presenta una lunghezza di circa 9 km. Il suo inizio è ubicato in corrispondenza dello svincolo di interconnessione con la Tangenziale Est (appartenente alla Tratta C) e prima dell'attraversamento del fiume Molgora. Il superamento del corso d'acqua viene realizzato tramite un viadotto lungo 210 m, a 5 campate, necessario per il comportamento meandriforme del fiume che tende a spostare il suo alveo all'interno di un'ampia fascia esondabile.

Nella prima parte dell'itinerario di progetto, attraversato il fiume Molgora, il tracciato si sviluppa per circa 3250 m in rilevato al fine di limitare i rischi connessi alla presenza di occhi pollini in quanto, dalle analisi condotte e più dettagliatamente specificate nella relazione geologica-geotecnica, l'area risulta presentare un alto grado di suscettibilità a tale fenomeno.

Dopo questo primo tratto in rilevato il tracciato prosegue in trincea e si approssima alla galleria artificiale in corrispondenza dell'interconnessione SP2, di nuova realizzazione prevista nei Comuni di Bellusco e Vimercate, sopra la quale viene mantenuta la continuità della viabilità locale. La galleria si sviluppa per una lunghezza di circa 450 m.

Dopo un tratto di circa 2500 m, dove l'asse principale prosegue in trincea sottopassando l'interconnessione SP2 di futura realizzazione e attraversando la barriera di esazione prevista nell'intorno della pk 6+100, la morfologia del territorio consente di proseguire in rilevato per circa 800 m. Dalla pk 7+450 fino a termine dell'intervento, l'asse principale prosegue in trincea fino a raccordarsi alla TEEM e all'A4 in corrispondenza dell'attuale svincolo della TEEM mediante la realizzazione della nuova interconnessione con TEEM-A4, che prevede un complesso sistema di rampe atto a garantire tutte le possibili manovre di svolta in coerenza con lo stato di fatto dell'intersezione.

Le interferenze con la viabilità locale sono state risolte mediante la realizzazione di cavalcavia in funzione delle condizioni al contorno riscontrate nell'area; si rimanda agli elaborati specifici per maggiori dettagli. In particolare, la soluzione che prende avvio immediatamente a est dell'interconnessione con la A51 (Tangenziale Est) in località Usmate Velate (MB), aggirando ad ovest l'abitato di Ruginello e puntando a sud. Il tracciato prosegue costeggiando i comuni di Vimercate, Burago Molgora e Agrate Brianza per

terminare con l'interconnessione con l'A4 Milano – Bergamo in corrispondenza dell'attuale interconnessione con la TEEM.

L'Autostrada Pedemontana Lombarda è un'opera particolarmente complessa che si inserisce in un ambito territoriale molto urbanizzato, particolarmente ricco di vincoli al contorno (come costruzioni, piani urbanistici di espansione industriale, elementi di pregio ambientale, ecc.) che hanno portato a studiare attentamente l'andamento planimetrico al fine di minimizzare l'intrusione territoriale dell'opera. L'andamento planimetrico si è sviluppato a partire da una analisi delle condizioni al contorno che rendevano obbligato il passaggio della strada in taluni punti.

La partenza della tratta D avviene in corrispondenza dello svincolo di interconnessione con A51 e la fine della Tratta C. In tal punto il tracciato si sviluppa in coerenza con l'arrivo della precedente tratta sia da un punto di vista altimetrico che planimetrico.

L'arrivo di tratta D Breve avviene in corrispondenza dell'interconnessione esistente tra altre due arterie: la Torino – Venezia e la TEEM. Dal momento che da un punto di vista dell'asse principale la tratta D costituisce il prolungamento della TEEM, da un punto di vista planimetrico è stato necessario proseguire con il medesimo raggio di curvatura con cui termina la suddetta autostrada. Per la medesima ragione, e in considerazione del fatto che ci innestiamo su uno svincolo esistente già composto da sei rampe, il progetto prevede il suo ampliamento e costituzione su tre livelli e dodici rampe.

La struttura a tre livelli consente di rendere lo svincolo più compatto da un punto di vista di consumo del territorio.

La necessità di prevedere un casello per via della differenza tra i sistemi di esazione, ha posto progettisti di fronte alla necessità di individuare un'area idonea ad un maggiore consumo di suolo che però comportasse un impatto il più possibile contenuto con il territorio. Tale area è stata individuata all'interno del vivaio abbandonato nel comune di Burago di Molgora. Di conseguenza il tracciato, in relazione anche alla necessità di proseguire lo sviluppo planimetrico di TEEM, deve effettuare un flesso planimetrico in corrispondenza dell'area boschiva a sud di C.na Magagna.

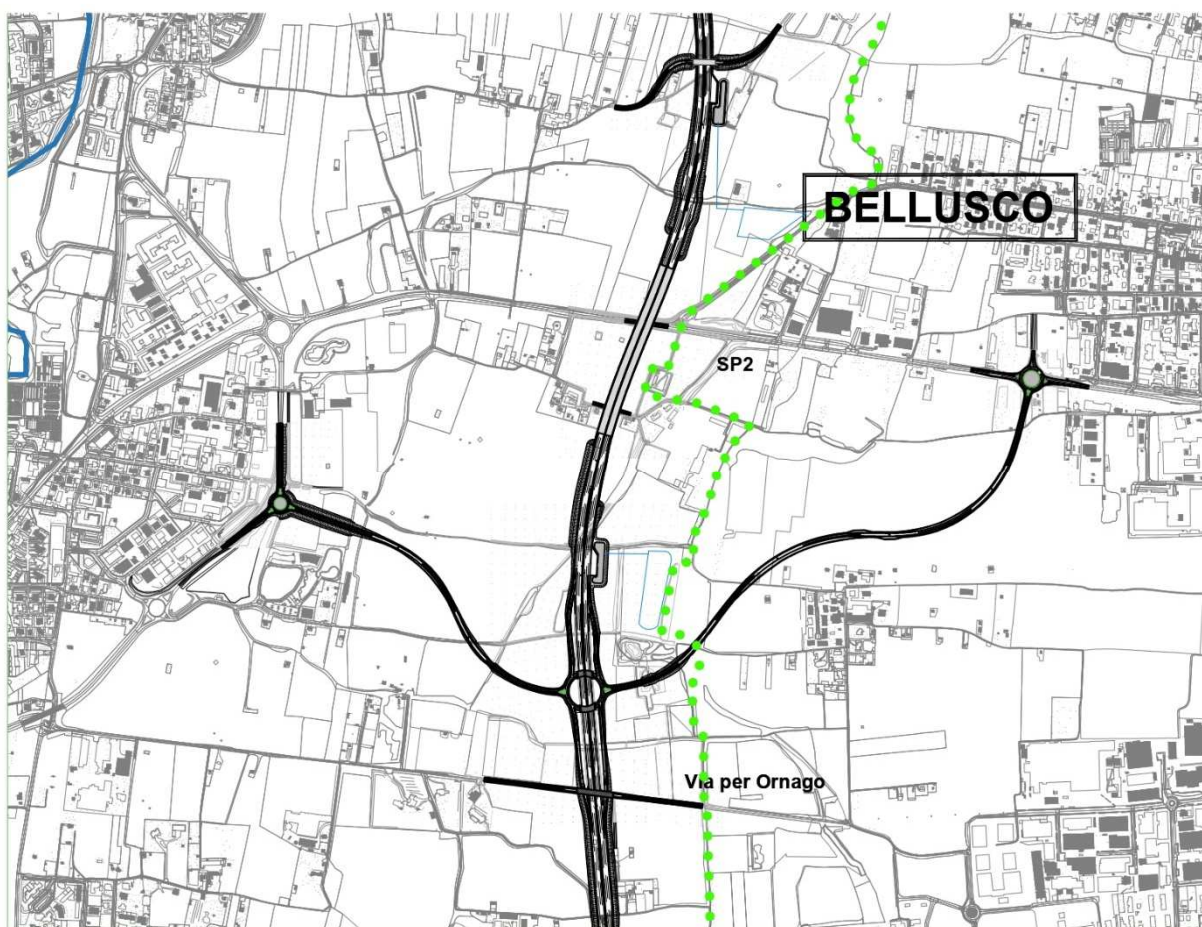
3.2 GLI SVINCOLI

La tratta D dell'Autostrada Pedemontana Lombarda prevede lungo il suo sviluppo longitudinale i seguenti svincoli ed interconnessioni:

- Interconnessione con A51;
- Svincolo di Vimercate;

3.4 SVINCOLO DI VIMERCATE

Nel PFTE del progetto della variante della Tratta D (denominata Tratta D breve), la configurazione dello svincolo era significativamente diversa e comportava un ingente maggior utilizzo di suolo; al contrario, la scelta progettuale adottata minimizza l'occupazione delle aree agricole interessate dal sistema ed è dettata anche dalla presenza della galleria situata poco più a nord. Infatti, da normativa, le rampe di decelerazione (direzione sud) e accelerazione (direzione nord) devono svilupparsi al di fuori dalla galleria.



La soluzione a rotatoria aerea posta a piano campagna è stata studiata per minimizzare l'impatto visivo dello svincolo. Così facendo si ha una minore occupazione di terreno perché, con tale configurazione, le corsie di decelerazione/accelerazione possono correre parallelamente all'asse principale. La rotatoria aerea si sviluppa al di sopra di due strutture (CV02 e CV03) costituite da impalcati metallici a travata continua, curvi a due campate, che poggiano su un setto centrale posizionato tra le due carreggiate.

La scelta di posizionare la pila in mezzzeria è stata veicolata da due necessità:

- la prima di carattere strutturale: così facendo si riduce la luce libera dell'impalcato, mitigando gli effetti flessionali e torcenti a cui sono soggette le strutture;
- la seconda relativa all'impatto visivo: riducendo gli sforzi indotti alle strutture è possibile utilizzare travi metalliche di altezza contenuta.

Infine, completano lo svincolo di Vimercate alcune opere di mitigazione acustica: sul ramo in direzione Bellusco è presente una duna posta come opera di difesa per il fabbricato denominato Cascina Rossino mentre, sul ramo in direzione Vimercate, è presente una barriera acustica in corrispondenza della rotatoria di attacco.

Questa soluzione è stata studiata per la mitigazione del rumore di un presidio sanitario ed ospedaliero.

3.5 SVINCOLO DI INTERCONNESSIONE A4/A58

L'allacciamento con lo svincolo di interconnessione con A4/A58 è sicuramente il sistema più complesso dell'intera opera per i seguenti motivi:

- si prevede l'interconnessione di tre autostrade connesse tra loro mediante dodici rampe di immissione/diversione;
- presenza di vincoli per la progettazione strutturale e stradale.

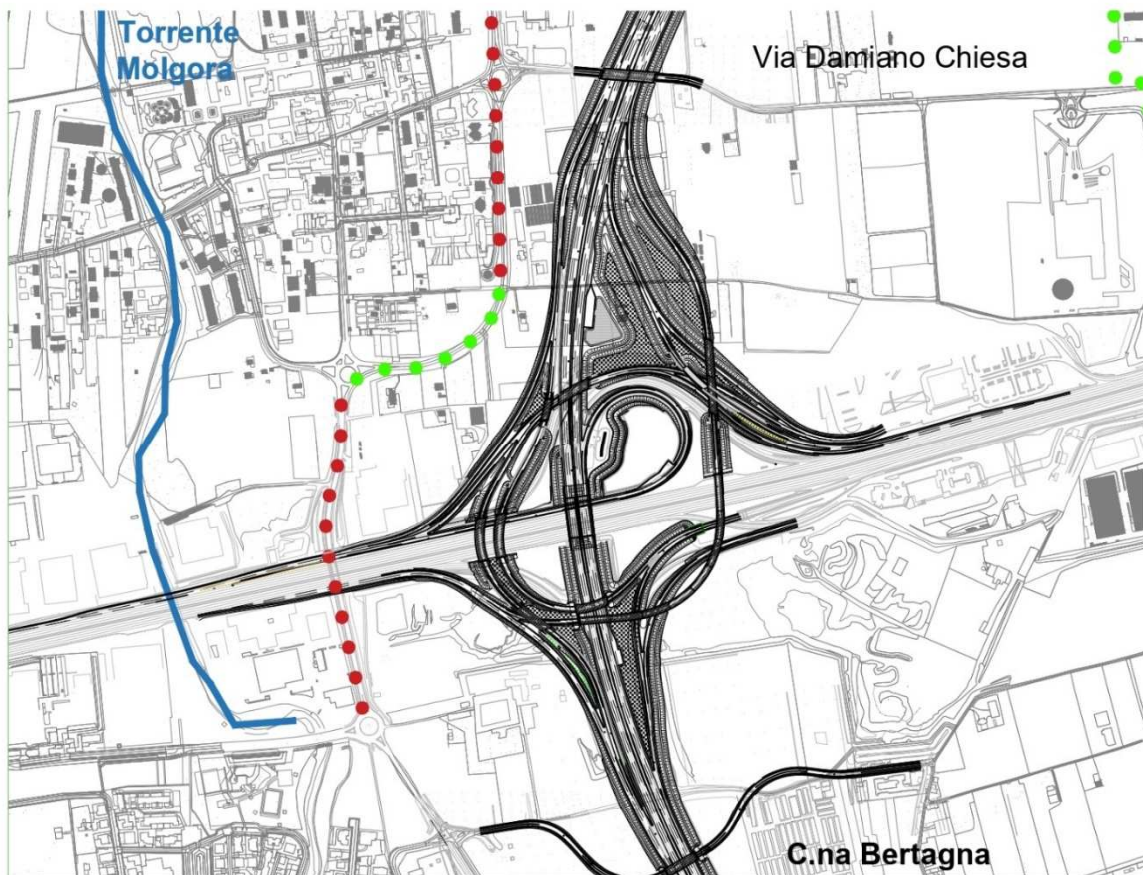
Inoltre, da un punto di vista di gestione del cantiere, per tutta la durata della fase costruttiva dello svincolo è stato richiesto, da entrambe le concessionarie coinvolte, di garantire la possibilità di eseguire tutte le manovre attualmente consentite da/per A4 e A58.



Per realizzare l'allacciamento, verrà predisposto un campo base sito in un'area posta a Sud-Est dell'attuale svincolo, in cui attualmente è presente una cava da cui si estraggono materiali per edilizia.

Da un punto di vista strutturale, lo svincolo è composto da:

- nove opere di nuova realizzazione;
- due opere esistenti: una struttura scatolare di competenza ASPI e una galleria artificiale di sottopasso all'A4, di competenza TEEM.



Al fine di garantire una uniformità progettuale, alcune scelte tecniche strutturali sono state allineate secondo le necessità dei concessionari; ad esempio:

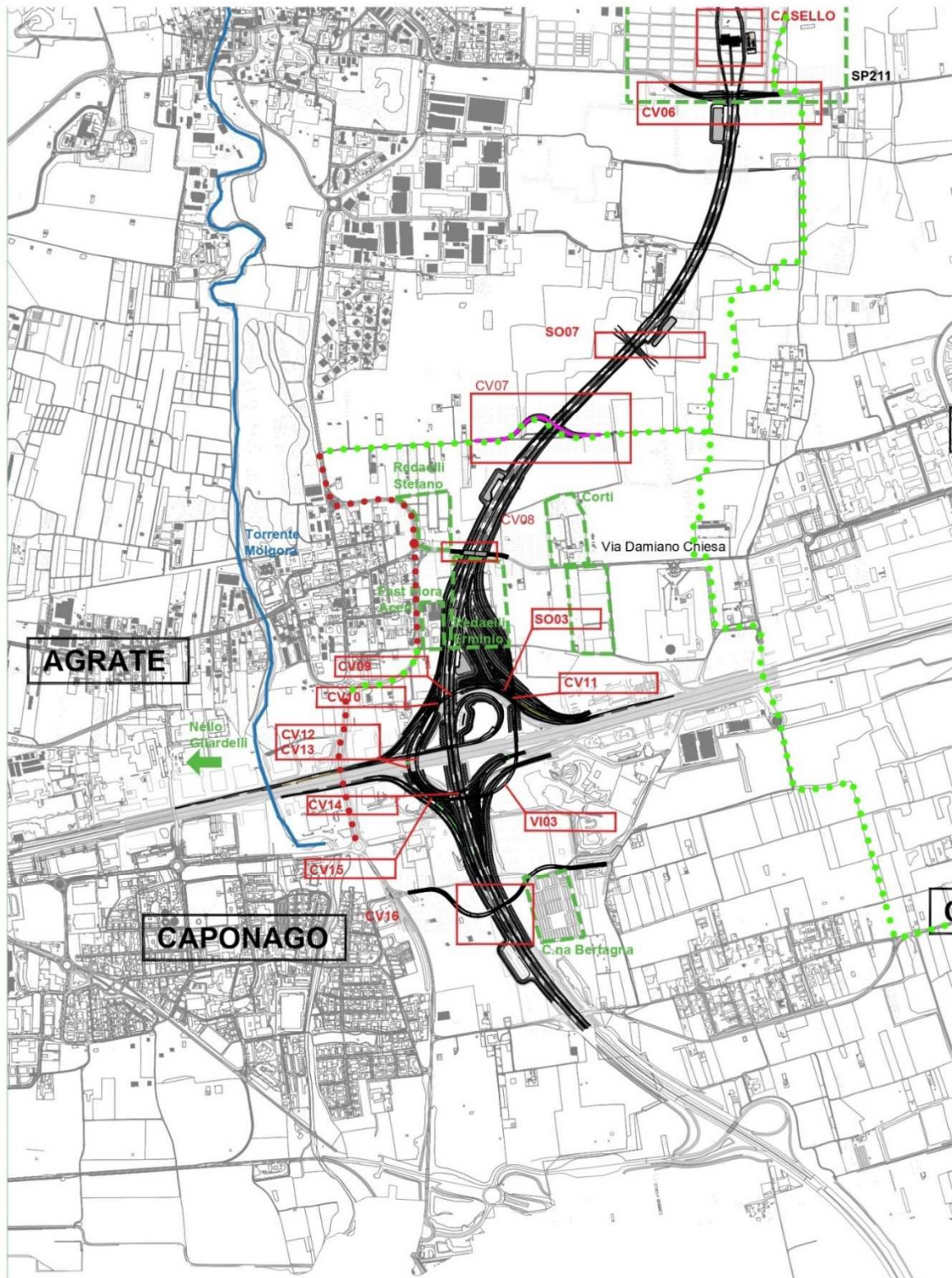
- le spalle delle opere VI03, CV14 di sovrappasso alla TEEM hanno muri andatori curvi come da tipologici TEEM;
- le opere CV12 e CV13 e VI03 hanno spalle composte da muri d'ala a forma triangolare e paralleli alla direzione di marcia dell'A4.

Opere costituenti lo svincolo:

- l'opera VI03 è sicuramente la struttura principale di tutto lo svincolo. Si tratta di un viadotto a via di corsa superiore, articolato in otto campate che scavalca le tratte A58, l'A4 e tre rampe di svincolo. Lo sviluppo complessivo è di 360 m ed è costituito da un impalcato in materiale misto c.a. acciaio, composto da due travi in acciaio e soletta collaborante;

- le opere CV12 e CV13 scavalcano l'A4 e sono costituiti da un'unica campata, ad andamento curvo. La luce degli impalcati è notevole, infatti devono scavalcare le due carreggiate costituite da quattro corsie, corsia di emergenza e una rampa di accelerazione in direzione ovest. Inoltre, ASPI ha richiesto di avere, a margine della attuale sede stradale, lo spazio sufficiente per la realizzazione di una quinta corsia per senso di marcia. Per questo motivo, la luce delle opere è circa pari a 72 m. Le opere previste sono a via di corsa inferiore, con soletta collaborante sorretta da travi a cassone per conferire rigidità torsionale all'impalcato;
- l'opera CV14 è un cavalcavia a via di corsa inferiore, curvo, con luce di 60m;
- l'opera CV10 è un cavalcavia a via di corsa superiore a singola campata di luce pari a 35 m, con impalcato costituito da travi in C.A.P. e soletta in C.A.;
- l'opera CV15 è un cavalcavia a via di corsa inferiore a singola campata di luce pari a 54 m, il cui impalcato è costituito da travi metalliche;
- l'opera SO03 è un'opera di sottopasso caratterizzata da soletta di copertura sostenuta da travi in c.a.p., le quali a loro volta sono appoggiate su berlinese di pali;
- l'opera CV09 è una struttura a via di corsa inferiore con impalcato metallico che ospita due corsie. Una spalla è passante, tipica di Pedemontana, mentre l'altra spalla è passante con zattera di fondazione su pali realizzata a quota piano campagna

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse
Progetto Definitivo Tratta D
PROGETTO DEFINITIVO



3.6 INTERFERENZE CON VIABILITÀ ESISTENTI

Oltre alla viabilità interessata direttamente dagli interventi programmati, sono stati studiati interventi *ad hoc* per risolvere le interferenze con la viabilità esistente così da poter garantire la continuità della rete interferita.

Gli interventi studiati comprendono la scelta di soluzioni diverse:

- prevedere opere d'arte per lo scavalco o il sottopasso del tracciato autostradale;
- realizzare il nuovo tracciato autostradale in galleria, in modo da mantenere a piano campagna i collegamenti esistenti;
- studiare varianti di tracciato della viabilità esistente: ciò permette di realizzare l'opera d'arte di scavalco in un cantiere posto fuori dalla sede attuale, che può pertanto essere mantenuta in esercizio durante tutta la fase di costruzione;
- per la viabilità campestre percorsi alternativi a breve distanza o interventi nuova sede.

In tutti casi gli sviluppi di tracciato si limitano allo sviluppo minimo necessario per la realizzazione dei tratti stradali di approccio all'opera di scavalco.

Per il progetto di questi tratti di viabilità interferita si è fatto riferimento al D.M. 2004 la cui applicazione comporta l'adeguamento, per quanto possibile, degli elementi di tracciamento ai minimi imposti dal D.M. 5/11/2001.

Ne è risultato quasi sempre il rispetto dei minimi normati migliorando comunque l'attuale geometria della strada sia dal punto di vista plano-altimetrico sia rispetto alla capacità/funzionalità del collegamento. Infatti, le dimensioni della piattaforma fanno sempre riferimento alle categorie di strade classificate dalla normativa. Sono stati inoltre previsti elementi marginali adeguati e barriere di sicurezza per i tratti in rilevato di altezza maggiore di 1 metro, secondo quanto previsto dalle norme sui dispositivi di ritenuta.

Si può quindi concludere che il progetto delle viabilità interferite tiene conto degli indirizzi normativi vigenti, migliorando l'attuale funzionalità e i relativi parametri geometrici.

4. LE OPERE D'ARTE PRINCIPALI

4.1 CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO

Criteria di scelta della strategia di vincolo antisismico degli impalcati da ponte

Il progetto è stato sviluppato suddiviso per lotti omogenei, corrispondenti alle varie tratte: B1, B2, C, D, tangenziale di Como e tangenziale di Varese.

Questo aspetto, assieme alla morfologia ed alle caratteristiche intrinseche di ciascuna opera (come ad esempio la distribuzione delle altezze), ha guidato i progettisti nella scelta della tipologia dei vincoli e dei dispositivi antisismici, che risultano pertanto non sempre omogenei fra le diverse tratte.

Dimensionamento geotecnico: criteri progettuali relativi alla spinta delle terre

Le ipotesi per l'applicazione della spinta delle terre sulle opere di sostegno sono state diversificate in funzione della deformabilità delle opere. In particolare, sono state ipotizzate condizioni di spinta attiva sulle opere di sostegno flessibili, tra queste comprendendo anche le strutture "a mensola" su pali verticali (salvo casi particolari quali pali tozzi in roccia o presenza di impedimenti effettivi alla traslazione/deformazione). Ciò in conformità con quanto riportato nell'EC8 dove si cita - come esempio di strutture rigide su cui assumere la spinta a riposo - il caso di muri a gravità su roccia o su pali o quello di muri di sostegno ancorati se non è permesso alcun movimento, condizioni che appaiono appunto differenti dal caso delle spalle o muri di sostegno presenti nel progetto ("flessibili" a mensola, su pali verticali). In combinazione con la spinta attiva è stata prevista l'applicazione dell'incremento di spinta sismico calcolato secondo la classica teoria di Mononobe-Okabe.

Viceversa, per il calcolo di strutture chiuse e rigide come i piedritti delle gallerie artificiali e degli scatolari è stata invece prevista l'applicazione della spinta a riposo e della teoria di Wood per il calcolo dell'incremento di spinta sismico.

E' evidente che la teoria di Wood e di M-O rappresentano due teorie "limite" e che, in generale, nei casi reali sia difficile definire in modo assoluto la teoria da applicare.

L'utilizzo delle condizioni di spinta attiva per le strutture a mensola ha consentito tuttavia di non sovradimensionare le strutture, ritenendosi comunque le opere di sostegno in progetto non particolarmente critiche in presenza di azioni sismiche.

Vita nominale e classe d'uso

In relazione alla complessità del progetto sono stati definiti parametri di progetto differenziati in relazione alle diverse opere. Per le opere di scavo e rilevato del tracciato principale e delle opere connesse e per tutti i viadotti, ponti e sottovia, coerentemente con quanto disposto nelle NTC 2018, sono stati definiti i seguenti parametri di progetto:

- VITA NOMINALE: “Costruzioni con livelli di prestazioni elevati” la cui vita nominale è $V_n \geq 100$ anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 01/2018).
- CLASSE D'USO: Classe IV: “Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica” (come definito dal paragrafo 2.4.2 delle N.T.C. 01/2018).
- PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA: Considerata la classe d'uso IV, il coefficiente d'uso risulta $C_u=2.00$ (cfr. Tab. 2.4.II delle N.T.C.01/2018) e di conseguenza la Vita di riferimento del fabbricato è $V_R=V_N \cdot C_u=200$ anni. Per le opere inerente al casello (pensilina e edifici di stazione), sono stati definiti i seguenti parametri di progetto:
 - VITA NOMINALE: “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari” la cui vita nominale è $V_n \geq 50$ anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 01/2018);
 - CLASSE D'USO: Classe IV: “Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse

al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.”
(come definito dal paragrafo 2.4.2 delle N.T.C.01/2018);

- PERIODO DI RIFERIMENTO PER L’AZIONE SISMICA: Considerata la classe d’uso IV, il coefficiente d’uso risulta $C_u=2.00$ (cfr. Tab. 2.4.II delle N.T.C.01/2018) e di conseguenza la Vita di riferimento del fabbricato è $V_R=V_N \cdot C_u=100$ anni.

4.2 GALLERIA ARTIFICIALE

Il tracciato della Tratta D è caratterizzato dalla presenza di una galleria artificiale con uno sviluppo longitudinale, in direzione Nord-Sud, di circa 450 m con un ricoprimento variabile di 1÷3 m circa.

In sezione trasversale si hanno due canne separate dai diaframmi centrali, ciascuna con larghezza pari a circa 20 m. Viene garantita un’altezza netta minima, misurata dal ciglio stradale più alto all’intradosso del solaio di copertura, di almeno 6.20 m.

I diaframmi laterali e centrali hanno spessore strutturale pari a 1 m, con contro pareti di rivestimento di spessore pari a 25 cm.

Il solaio di copertura della galleria è realizzato in travi precomprese con profilo di tipo UHP di altezza pari a 170 cm, con soletta collaborante realizzata in opera di 25 cm.

La platea di fondazione è “gradonata” longitudinalmente ed ha spessore pari a 120 cm.

L’imbocco della galleria artificiale è realizzato con una struttura di tipo scatolare composta da una soletta di fondazione di spessore pari a 120 cm, da setti laterali e centrale di spessore pari a 150 cm e da un solaio di copertura realizzato in parte con travi prefabbricate in c.a.p. ed in parte, lungo la zona di bordo, da una soletta piena di spessore pari a 200 cm.

Le opere di sostegno definitive poste all’imbocco della galleria artificiale sono invece costituite da muri in c.a. suddivisi in MU-01 e MU-03 a Nord, aventi lunghezza di circa 103 m e 30 m e in MU-04 e MU-02 a Sud per una lunghezza rispettivamente pari a circa 175 m e 31 m. I muri a Sud sono costituiti da una soletta di fondazione di spessore 1.2 m e larghezza 5.4 m e da un paramento di spessore 1.6÷1 m e altezza 12.7 m. I muri a Nord sono costituiti da una soletta di fondazione di spessore 1.2 m e larghezza 5.8 m e da un paramento di spessore 1.6÷1 m e altezza 12.7 m.

La Galleria artificiale SP 2 verrà realizzata con metodo top down, prevedendo di effettuare le seguenti fasi:

- scavo di sbancamento di 4 metri tramite escavatori;
- realizzazione diaframmi laterali con idrofresa;
- realizzazione ricoprimento con travi prefabbricate in calcestruzzo armato precompresso;
- getto della soletta di copertura;
- ricoprimento della copertura e conseguente ripristino delle aree;
- scavo al di sotto della copertura tra i diaframmi e le opere di finitura (impianti idraulici, elettrici, pavimentazione posa barriere e segnaletica ecc.) tramite escavatori;
- realizzazione del solettone di fondo.

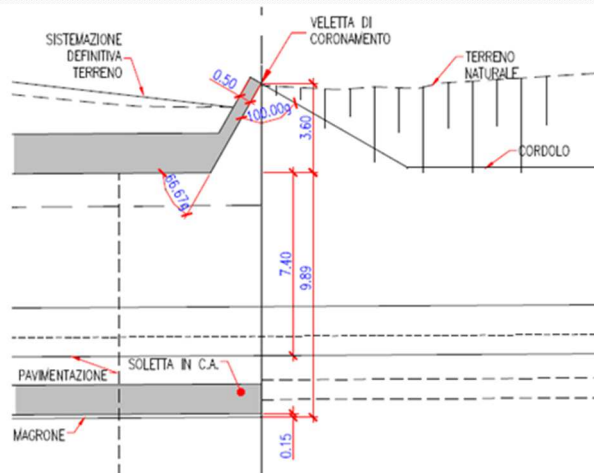
Quanto ai muri e ai portali di imbocco, sia a nord che a sud, saranno interamente gettati in opera previa realizzazione preventiva di opere di sostegno (berlinesi).

Va evidenziato come tale galleria non si inserisca in un ambito urbano, ma agricolo, causando quindi un'interferenza, per le opere di sostegno, solo con due cascate.

Gli imbocchi

Per gli imbocchi delle gallerie si prevede la realizzazione di strutture in calcestruzzo gettato in opera, caratterizzate da una veletta frontale inclinata con la medesima inclinazione del setto centrale e da muri laterali ad altezza crescente che conducono al portale della galleria.





4.3 PONTI E VIADOTTI

Il tracciato della Tratta D breve è costituito da due opere principali in linea con l'asse autostradale:

- Viadotto Molgora
- Viadotto Vallone Cava

Di seguito si riportano le principali caratteristiche delle strutture sopra elencate, mentre per i dettagli si rimanda agli elaborati di progetto.

Viadotto Molgora

Si tratta di un'opera di sviluppo complessivo pari a 220 m ed è costituita da due impalcati separati, ciascuno dei quali ospita una carreggiata autostradale a due corsie, più la corsia di emergenza con l'aggiunta di una rampa di svincolo avente larghezza pari a 8 m. Le rampe di svincolo e gli assi principali sono separati da un cordolo di larghezza di 2.60 m, mentre a margine delle rampe è posizionato un cordolo di 1.8 m sul quale sono installati una barriera guardrail e una rete anti-lancio. Infine, il cordolo a lato carreggiata principale è di 80 cm con new jersey bordo ponte tra i due impalcati grigliati per garantire l'ispezionabilità delle opere. Ogni opera è costituita da un impalcato misto acciaio/c.a. a via di corsa superiore con quattro travi metalliche di 1.6 m e soletta collaborante.

L'impalcato poggia su quattro pile, ognuna costituita da pilastri di forma circolare e diametro 2.5 m; tale scelta è stata adottata per facilitare le operazioni di manutenzione quali, ad esempio, la sostituzione degli appoggi.

Lo sviluppo longitudinale dell'opera fa sì che le spalle ricadano fuori dall'area esondabile del torrente Molgora. Come già esposto nella descrizione del tracciato, l'andamento altimetrico è vincolato dall'allacciamento con Tratta C. La quota di partenza di Tratta D coincide con quella di Tratta C, mentre la livelletta deve essere la stessa con cui arriva la Tratta C per evitare scalinate; questo implica l'invarianza della livelletta stradale.

Da un punto di vista di compatibilità idraulica, le NTC2018 richiedono che il franco libero relativo all'evento di piena con tempo di ritorno pari 200 anni e l'intradosso dell'impalcato deve essere pari a 1.5 m; per garantire questo vincolo si è optato per un impalcato metallico ribassato. Infatti, essendo la luce massima di 52 m e altezza delle travi di 1.6 il rapporto tra le due quantità è pari a 32.5 quando solitamente si utilizza un rapporto di 20.

Per quanto riguarda le operazioni di varo, essendo un impalcato ribassato e pesante, invece che operare dall'alto si è pensato ad un varo a spinta; verrà quindi realizzata una struttura dedicata in corrispondenza della spalla ovest e l'impalcato verrà assemblato a conci e varato grazie ausilio di avambecco.

Questo tipo di varo consente di garantire un minore impatto sull'area Molgora la quale è boschiva e quindi particolarmente sensibile. Relativamente alle opere idrauliche, si prevede di realizzare una massicciata con massi sciolti e riempiti di terreno su entrambe le sponde del Molgora, per un'estensione di 80 m (20 m a monte e a valle). Si prevede inoltre di realizzare una scogliera sul lato sinistro per 80 m a nord così da evitare fenomeni di erosione e scalzamento.

Viadotto Vallone Cava

Il viadotto si sviluppa per una lunghezza complessiva di 190 m ed è composto da cinque campate, di cui la prima e l'ultima di luce pari a 30 m, mentre le rimanenti presentano una luce di 43 m. L'opera è costituita da due strutture separate, ciascuna delle quali ospita una carreggiata a tre corsie più quella di emergenza.

La struttura in direzione nord è leggermente più larga di quella in direzione sud (circa 2 m) per garantire il rispetto delle verifiche di visibilità, dal momento che il viadotto è collocato su

un tratto in curva. L'impalcato pertanto in direzione nord presenta una larghezza di 17 m, mentre in sud la larghezza è pari a 15 m.

Lo schema statico delle due strutture degli impalcati è quello a travata continua, con impalcato misto acciaio/c.a. costituito da elementi in acciaio, nello specifico da quattro travi in acciaio e traversi pieni a doppia T, e soletta collaborante in c.a..

Ogni impalcato appoggia su quattro allineamenti di pile, ciascuna delle quali composta da quattro pilastri a sezione circolare di 2.5 m di diametro.

Questa soluzione è stata studiata in un'ottica di manutenibilità e durabilità: tale composizione dell'opera facilita infatti le attività di manutenzione quali, ad esempio, la sostituzione degli appoggi.

La necessità di realizzare il viadotto deriva dalla morfologia del terreno: il viadotto infatti scavalca una vallecchia caratterizzata da una depressione di circa 6/7 m rispetto al terreno circostante e l'innesto di tale opera in un contesto così caratteristico permette di valorizzare il paesaggio circostante.

La scelta di tale soluzione, differente da quanto previsto inizialmente, ovvero un rilevato di altezza pari a 10 m, regala una continuità territoriale diminuendo l'impatto della struttura sul territorio attraversato. L'opera verrà realizzata a partire dalle sottostrutture, quindi dalle fondazioni, per proseguire poi con le spalle e le pile.

Per realizzare l'impalcato, infine, le travi verranno assemblate a coppie nell'area di cantiere sottostante il viadotto, successivamente verranno sollevate da un'autogrù da 400 ton e varate.

Una volta realizzate le travi, verranno predisposte le predalles, quindi l'armatura per la soletta e il getto finale.

4.4 OPERE D'ARTE MINORI

Oltre alle suddette opere principali, l'asse è arricchita da opere d'arte minori, per lo più di attraversamento, le quali si suddividono in sottopassi, cavalcavia e attraversamenti idraulici. Di seguito

COD.	TIPOLOGIA D'OPERA	DESCRIZIONE
ID01	Tombino idraulico	Scatolare L 40 m, dimensioni 6x4, sp 20 cm
ID02		Scatolare L 40 m, dimensioni 6x4 sp 20 cm

ID03		Scatolare L 40 m, dimensioni 2x2 sp 20 cm
ID04		Scatolare L 40 m, dimensioni 2x2 sp 20 cm
ID05		Scatolare L 40 m, dimensioni 2x2 sp 20 cm
ID06		Scatolare L 40 m, dimensioni 2x2 sp 20 cm
ID07		Scatolare L 40 m, dimensioni 2x2 sp 20 cm
SO01	Sottovia	Scatolare con copertura in travi in c.a.p.
SO02		Scatolare con copertura in travi in c.a.p. luce 13 m
SO03		Solettone di copertura con travi in c.a.p. di luce 13 m
SO04		Scatolare con copertura in travi in c.a.p. luce 15 m
SO05		Scatolare con copertura gettata in opera
CV01	Cavalcavia	Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore, metallico
CV02		Cavalcavia metallico a due campata a via di corsa superiore, con travi in c.a.p.
CV03		Cavalcavia metallico a due campata a via di corsa superiore, con travi in c.a.p.
CV04		Cavalcavia metallico a tre campate a via di corsa inferiore
CV05		Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore
CV06		Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore
CV07		Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore
CV08		Cavalcavia metallico a due campate, a via di corsa inferiore
CV09		Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore
CV10		Cavalcavia monocampata, con travi in c.a.p. di luce 35 m
CV11		Cavalcavia metallico a due campate, a via di corsa inferiore
CV12		Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore
CV13		Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore
CV14		Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore
CV15		Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore
CV16		Cavalcavia metallico monocampata, a via di corsa inferiore

Nel caso di cavalcavia su trincea aperta, quando le luci di scavalco lo consentono si prevede l'utilizzo di cavalcavia a via di corsa inferiore a sezione costante in acciaio verniciato. Ove le luci diventano significative, la scelta progettuale è ricaduta sulla tipologia a via di corsa superiore, andando a realizzare dei cavalcavia in acciaio verniciato. Ove siano necessarie luci più elevate si adotta la tipologia a più campate.

I sottovia sono opere che si sviluppano al di sotto dell'asse principale in modo da consentire l'attraversamento e la continuità delle viabilità secondarie interferite con l'autostrada.

Date le luci generalmente superiori a 10 m, i sottopassi sono caratterizzati da un impalcato costituito da travi in c.a.p. e soletta gettata in opera con spessore costante.

I tombini stradali presentano sezione di forma sia rettangolare sia circolare. I tombini di forma rettangolare sono realizzati mediante una piastra di fondazione su cui si innestano i piedritti, costituiti da setti continui in cemento armato a spessore costante e sui quali verrà realizzata la soletta di copertura costituita da una piastra in calcestruzzo armato gettata in opera, anch'essa di spessore costante.

4.5 BUONE NORME DI PROGETTAZIONE PER DURABILITÀ E MANUTENIBILITÀ DELLE OPERE

Introduzione

Le normative vigenti, ovvero

- le NTC 2018, D.M. del 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- la circolare del 21 gennaio 2019, n. 7 del C.S.LL.PP. “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- le normative europee UNI EN;

contengono i criteri, i riferimenti e le regole per garantire un’adeguata durabilità e per favorire le necessarie operazioni di manutenibilità delle opere stesse.

L’apporto concettuale dei Progettisti, nell’ottica di una buona progettazione, deve contribuire ad individuare le possibili cause di danno in modo da prevenirne gli effetti. A tale proposito si mettono in evidenza alcuni aspetti, in gran parte ricavati da esperienze pregresse, al fine di migliorare durabilità e manutenibilità.

Fattori previsti dalle normative e accorgimenti da tenere presenti

Innanzitutto, si segnala che le prescrizioni Normative rappresentano casi “limite”. È in ogni modo demandata al giudizio del Progettista l’adozione di configurazioni più conservative qualora le ritenga a favore di sicurezza e di durabilità. Particolare cura va posta nella redazione delle Tavole. Tavole complete ed esaurienti rafforzano la posizione contrattuale del Committente e agevolano le attività dei Direttori dei Lavori. Nel seguito sono indicati i principali accorgimenti da seguire nel processo di progettazione:

- le Relazioni di Calcolo devono essere comprensibili e dare attenzione a tutti quei fattori che contribuiscano all'interpretazione da parte di terzi degli elaborati di progetto, con giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

A tale proposito, si richiamano alcuni commi delle norme NTC Cap. 10 e, in particolare, i commi § 10.2.1 Modalità di presentazione dei risultati e § 10.2.1. Relazione di calcolo.

“Spetta al progettista il compito di sottoporre i risultati delle elaborazioni a controlli che ne comprovino l'attendibilità. Tale valutazione consisterà nel confronto con i risultati di semplici calcoli, anche di larga massima, eseguiti con riferimento a schemi o soluzioni noti e adottati, ad esempio, in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, valuterà la consistenza delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

Nella relazione devono essere elencati e sinteticamente illustrati i controlli svolti, quali verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.”.

La relazione di calcolo deve fornire tutti i dati che consentano a soggetti terzi una eventuale verifica indipendente.

Vi deve essere una descrizione esaustiva delle caratteristiche dei materiali in funzione del tipo di opera da realizzare e della sua classe di esposizione.

- Gli elaborati devono essere espliciti e completi dal punto di vista concettuale e grafico, devono richiamare le caratteristiche dei materiali e le disposizioni costruttive più caratteristiche.

È infatti importante evidenziare questi aspetti non solo con testo scritto, ma anche con una o più tavole di disegno contenenti gli esempi delle situazioni più ricorrenti. Ad esempio le disposizioni costruttive per le riprese delle armature in cui vengono riportati le lunghezze di sovrapposizione e gli sfalsamenti delle riprese dei ferri, i raggi/diametri di piegatura dei ferri delle armature, le caratteristiche degli uncini terminali, i copriferri e gli smussi delle zone di angolo, per evitare prematuri distacchi degli spigoli dovuti alle microfessure che si formano negli spessori minori durante la fase di ritiro. Nel caso di riprese di getto occorre favorire la continuità dell'elemento strutturale o con opportuni prodotti chimici o con ricorso a lamierini prestirati per favorire continuità e ingranamento tra le parti da collegare.

- Nelle zone di interfaccia tra materiali diversi, ad esempio le zone di contatto tra soletta in c.a. e pareti in acciaio dei ponti a via inferiore, vanno previsti accorgimenti e/o dispositivi atti a prevenire la colatura di acqua nei varchi di interfaccia causati dal ritiro.
-

- Attenzione va riposta agli ancoraggi dei guardavia e delle barriere e alle relative modalità di posa, ciò allo scopo di evitare disassamenti dei bulloni di collegamento e poi serraggi incompleti o imprecisi.
- Le selle Gerber vanno progettate sulla base di adeguati modelli Strut & Tie. Particolare attenzione va data alla sagomatura delle barre orizzontali e delle barre verticali dietro la parete verticale del giunto.
- Particolare attenzione dovrà essere data a componenti ottenuti per profilatura a freddo, da utilizzare per spessori limitati (indicativamente ≤ 12 mm), così da evitare durante le operazioni di piegatura rischi di formazione di cricche con conseguente rischio di ammaloramento.
- In sede di definizione delle geometrie dovranno essere adottate forme geometriche che assicurino un corretto deflusso delle acque ed evitare zone di ristagno. Particolare cura andrà posta nella scelta della disposizione delle vasche di raccolta e delle caditoie. I collari di collegamento dovranno essere adeguatamente ancorati alla struttura principale. Le lunghezze verticali delle caditoie devono proseguire al di sotto del bordo inferiore delle strutture principali per tratti ≥ 30 cm, in modo da evitare non solo dilavamenti, ma anche spruzzamenti contro le pareti delle strutture stesse.
- Altre zone alle quali dare particolare attenzione sono le basi delle pile e delle spalle, per le quali la geometria delle forme di progetto deve evitare la formazione e la permanenza di ristagni d'acqua. In queste zone si possono innescare processi corrosivi delle armature di difficile e costosa riparazione. Analoghe precauzioni andranno prese per i dreni alla base sulle pareti dei muri andatori e dei rinfianchi dei rilevati stradali.
- Per pile con fondazioni in alveo, le pareti bagnate devono avere forme idrodinamiche che favoriscano un ordinato deflusso della corrente ed evitino l'accumulo dei detriti da trasporto solido.
- La geometria della struttura nel suo complesso e dei suoi sottoassiemi deve facilitare le operazioni di controllo visuale e poi, eventualmente, la possibilità di effettuare controlli strumentali e operazioni di riparazione/sostituzione di determinati dispositivi. Le parti da ispezionare di maggior importanza sono: le basi di pile e spalle, le zone di estremità delle travi, dove deve essere possibile l'accesso ai dispositivi di appoggio, alle eventuali testate di ancoraggio e all'intradosso delle travi per controllare lo stato delle briglie di chiusura del traliccio a taglio. Nel caso di strutture metalliche si verificherà lo stato di integrità delle piattabande e delle anime.
- Sottoassiemi utili ai fini delle operazioni di ispezione, manutenzione e/o sostituzione sono: spalle con soletta a sbalzo dalla parete del paraghiaia, realizzazione di

passerelle di accesso, ganci per sostenere funi e/o piattaforme di cablaggio che favoriscano l'accesso alle parti da ispezionare a distanza di braccio.

Manutenzione ed ispezioni

L'ispezione delle strutture delle opere, eseguita con sistematicità e periodicità, è un elemento di garanzia nei confronti della sicurezza di esercizio. Essa consente:

- di individuare tempestivamente anomalie di funzionamento;
- di limitare l'insorgere di danneggiamenti, strutturali e/o funzionali
- di procedere ad effettuare con sollecitudine le necessarie attività di manutenzione e, con questo, di ridurre o di arrestare il danno;
- di prolungare la vita utile delle opere;
- di rendere il complesso delle attività manutentive, proiettato negli anni, meno oneroso di interventi straordinari che, se effettuati tardivamente, consentono solo recuperi parziali.

La vigilanza sullo stato di conservazione dei componenti in genere deve essere permanente. Il personale incaricato effettuerà, con la frequenza prestabilita, la visita e la verifica ai vari componenti per accertare l'insorgere di anomalie, cattivi funzionamenti, ecc. e dovrà immediatamente segnalare tali fatti all'Ufficio da cui dipende. L'Ufficio, dietro la segnalazione di cui sopra, disporrà una ispezione o un controllo adeguato all'importanza dell'anomalia segnalata. Ispezioni o controlli straordinari dovranno essere altresì disposti per quei manufatti che dovessero essere stati interessati da eventi eccezionali quali incendi, alluvioni, piene, terremoti che potessero avere interessato le strutture. La documentazione delle operazioni di cui sopra dovrà essere allegata al manuale di manutenzione.

Il Gestore deve predisporre un sistematico controllo delle condizioni di buona conservazione delle opere in genere. Il controllo, da eseguire sulla base della documentazione disponibile, sarà volto ad accertare periodicamente le condizioni di conservazione dell'opera, dei suoi elementi strutturali e delle parti accessorie in generale. L'esito di ogni ispezione deve formare oggetto di uno specifico rapporto da conservare insieme alla documentazione tecnica. A conclusione di ogni ispezione, inoltre, il tecnico incaricato deve, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere manutentorio da eseguire ed esprimere un giudizio riassuntivo sullo stato dell'opera. Nel caso in cui l'opera presentasse segni di gravi anomalie, il tecnico dovrà promuovere ulteriori controlli specialistici e nel frattempo adottare direttamente, in casi di urgenza, eventuali accorgimenti per evitare danneggiamenti e rischi per la pubblica o privata incolumità.

La manutenzione/gestione dovrà prevedere tutte le opere e provviste occorrenti per i lavori di manutenzione annua integrale ordinaria e straordinaria. Dovrà essere assicurata la perfetta funzionalità ed efficienza di tutti i componenti edilizi nonché la perfetta funzionalità ed efficienza delle strutture e finiture tutte, così come realizzate.

Il complesso delle attività ispettive per le opere è distinto per attività di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Manutenzione ordinaria

Per manutenzione ordinaria si intendono tutte quelle operazioni attuate in loco con strumenti e attrezzi di uso corrente, limitate a riparazioni di lieve entità che comportano l'impiego di materiali di consumo di uso corrente o la sostituzione di parti di modesto valore espressamente previste.

Le attività di manutenzione ordinaria sono sempre precedute dal controllo visivo delle opere, in genere effettuato con cadenza annuale.

Le ispezioni visive consistono in un controllo dettagliato di tutte le parti, al fine di verificare la presenza di ogni possibile segnale di degrado, di malfunzionamento o di danneggiamento.

Le ispezioni visive possono essere effettuate da Tecnici del Gestore dell'opera e hanno il duplice scopo di controllare la presenza di danneggiamenti superficiali (degrado superficiale del calcestruzzo, distacchi di verniciature/strato di zincatura, corrosione delle armature e delle parti in acciaio, espulsione dei copriferri, distacchi delle impermeabilizzazioni) e controllare la presenza di segnali di un comportamento anomalo della struttura (come ad esempio possibili allentamenti dei giunti bullonati).

Lo svolgimento delle attività sarà guidato da una check-list e da apposite schede di ispezione e i risultati saranno poi raccolti in un verbale di ispezione.

Qualora a seguito delle ispezioni visive fosse emersa la presenza di zone localmente danneggiate o di malfunzionamenti, si svolgeranno le seguenti azioni:

- esecuzione di ulteriori indagini locali e/o generali (prove chimico-fisiche; endoscopie; prove magnetoscopiche; livellazioni topografiche; prove dinamiche);
- risanamento di parti circoscritte;
- programmazione di interventi di ampia portata, se l'estensione del degrado risultasse generalizzata.

Manutenzione straordinaria

Per manutenzione straordinaria si intende tutti gli interventi atti a ricondurre il componente edilizio nelle condizioni iniziali.

Le attività di manutenzione straordinaria sono sempre precedute, oltre che dal controllo visivo delle opere, anche da esami più approfonditi di tipo strumentale (ad esempio prove magnetoscopiche, ultrasonore per gli acciai, prove di carbonatazione, sclerometriche, endoscopiche per i calcestruzzi).

Principali elementi strutturali da ispezionare

A scopo di sintesi, si indicano le zone alle quali prestare maggiore attenzione, in quanto soggette a più alta probabilità di degrado:

- basi e sommità delle pile e delle spalle. La base delle pile va esaminata per riscontrare eventuali stati di corrosione diffusa sulle barre verticali di parete o di tutto il perimetro e sulle staffe che le avvolgono; crescita di vegetazione; presenza di ristagni d'acqua e di accumulo di detriti (in genere distacchi di copriferro).
- Apparecchi di appoggio: stato di integrità; posizione relativa rispetto al fine corsa; stato dei baggioli.
- Apparecchi di giunto: stato di integrità; efficienza delle scossaline per il convogliamento delle acque.
- Strutture portanti. Travi in genere. È da esaminare l'integrità delle zone prossime agli appoggi, dove colature d'acqua possono portare alla corrosione delle armature o dei cavi longitudinali che costituiscono l'asta di arrivo del modello a traliccio adottato per il taglio (NTC 2018 §4.1.6.1.1.).
- Strutture portanti composte da travi o con impalcato a cassone.
- Va tenuto conto che nelle strutture post-tese, all'atto della post-tensione i fasci di trefoli vanno a premere contro la parete interna delle guaine nelle zone a maggiore curvatura. Tali zone sono di solito quelle più critiche. Quindi tra le prime zone da esaminare vi sono quelle a massimo momento positivo (curvatura verso l'alto) nelle quali l'inclinazione dei cavi e una non perfetta o mancante iniezione di malta convoglia l'acqua verso la parte più bassa del cavo stesso. Se la trave è continua, altre zone da esaminare sono quelle a massimo momento negativo (con cavi a curvatura verso il basso), più prossime ad infiltrazioni provenienti dalla piattaforma stradale.
- Strutture portanti composte da travi metalliche. Esame dello stato delle superfici. Ispezione ravvicinata delle zone suscettibili di stati di concentrazione di sforzo. Ricerca di eventuali cricche. Ricerca di eventuali stati di instabilità locale, come imbozzamenti. Esame delle zone di collegamento acciaio-calcestruzzo (solette in calcestruzzo

armato) in corrispondenza delle estremità delle travi, dove il taglio e le forze di scorrimento trave-soletta sono massime.

- Deve essere verificato che all'interno delle travate a cassone non vi siano zone con accumuli d'acqua o per geometria (travi a sezione variabile) o per occlusione o per mancanza di fori di scarico nei punti più bassi della controsoletta.
- Pareti soggette a colature d'acqua di piattaforma e zone con singolarità geometriche esposte a colature ed accumulo d'acqua, come le gole delle selle Gerber al di sotto dei dispositivi di giunto.

5. GREENWAY

5.1 CRITERI ED OBIETTIVI PROGETTUALI

Gli interventi di compensazione si concentrano sulla realizzazione di aree boscate atte a definire spalle di protezione dei centri abitati o fra questi e le naturalità più strutturate degli alvei fluviali; interventi di rafforzamento dei paesaggi agricoli mediante la ricostruzione o il rafforzamento di filari e siepi, la riqualificazione e l'incremento delle masse boscate lungo i corsi d'acqua, la realizzazione di masse e fasce boscate finalizzate alla definizione dei corridoi ecologici est-ovest del PTCP e della Dorsale Verde della Provincia di Milano.

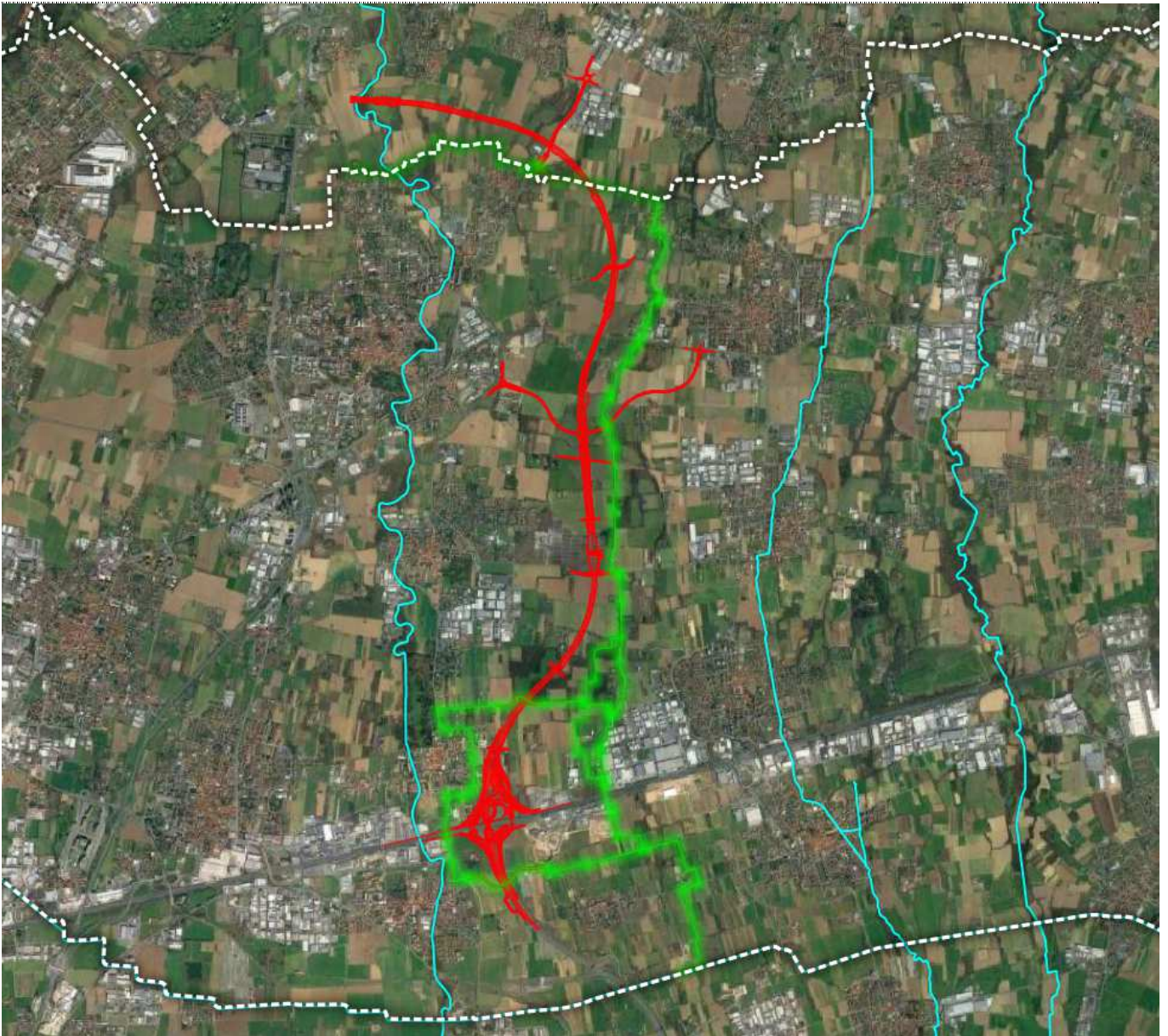
La Greenway nel vimercatese ha una relazione stretta con la matrice agricola e storica del territorio, ricalca e rafforza i tracciati agricoli est-ovest, attraversa ambiti agricoli aperti e gli avvallamenti fluviali, ricomponendo tracciati storici e costruendo una connessione fra i parchi territoriali agricoli e fluviali.

5.2 IL TRACCIATO DELLA GREENWAY

Collegando il torrente Molgora con il Canale Villoresi, la Greenway assume il ruolo di asse portante della mobilità dolce nel territorio della Brianza orientale. Il suo sviluppo prevalentemente in ambito extraurbano, in aree agricole e di pregio ambientale, ne fa inoltre **una vera infrastruttura ambientale**; si consideri che dei sedici chilometri del tracciato ben sei si sviluppano all'interno del PLIS Pane. Il percorso ad anello a cavallo delle infrastrutture autostradali – Tratta D Breve Pedemontana, A4 Torino Trieste e A58 TEEM – garantisce il collegamento, oggi inesistente, fra Agrate Brianza, Cavenago di Brianza, Cambiago e Caponago, costituendo un importante elemento di continuità territoriale. La Greenway, pur correndo parallela al tracciato autostradale se ne distanzia, strutturando il sistema degli spazi aperti e costituendo un parco lineare continuo percorribile. Ha oltre la funzione di

.....

riconnettere i percorsi pedonali, ciclabili e al servizio delle attività agricole interrotti dall'infrastruttura autostradale. Il progetto della Ciclovía è stato affrontato partendo da un attento studio della rete ciclabile esistente e del sistema di strade vicinali che attraversano gli spazi aperti. Si è quindi proceduto individuando via via il percorso migliore ponderando diversi fattori: (i) la preferenza verso la linearità del percorso; (ii) l'utilizzo di tratti esistenti con caratteristiche di facile adattabilità; (iii) la massima separazione rispetto alla rete stradale; (iv) l'integrazione con il paesaggio e il rafforzamento dei sistemi ecologici. Il percorso ha ricercato il più possibile passaggi esterni ma prossimi all'abitato, per evitare interferenze con la viabilità esistente, con il sistema dei parcheggi lato carreggiata e con gli accessi agli edifici. La Greenway, adattandosi alle differenti situazioni tipo che incontra nel suo sviluppo, è costituita da elementi diversi, quali i nuovi percorsi ciclopedonali – di cui alcuni sono transitabili dai mezzi agricoli – i percorsi affiancati alla rete stradale esistente e i percorsi su viabilità ordinaria. Nella figura sottostante, in verde, si riporta il percorso scelto della Greenway.



I comuni attraversati

Comune di Vimercate

In Comune di Vimercate il tracciato ha inizio ad est del torrente Molgora e di Via Montalino e prosegue con andamento nord est fino a Via Monte Nero e oltre, piegando a sud per raggiungere Via Villanova. Da Via Villanova il tracciato raggiunge il cimitero di Ruginello. La Greenway rientra in Comune di Vimercate per due brevi tratti a confine con il Comune di Bellusco a sud della SP 2, per un tratto nelle vicinanze del confine con il Comune di Ornago, a cavallo della Via per Ornago, e per un tratto a confine con i Comuni di Bellusco e di

Ornago. Complessivamente la Greenway si sviluppa nel territorio del Comune di Vimercate per.25 km

Comune di Bellusco

Dal confine comunale con Vimercate il tracciato raggiunge la frazione di San Nazaro, affiancando la Via San Nazaro, che è in parte oggetto di ridisegno. La ciclovia attraversa la frazione di San Nazaro transitando su Via Cascina San Nazaro, per imboccare a sud dell'abitato il percorso ciclopedonale ad ovest del Centro Ippico Le Primule, fino all'incrocio con Via Milano. Da qui, attraversata la strada, il percorso coincide per un breve tratto con la pista ciclopedonale esistente fino all'imbocco con Via Dei Quadri, sulla quale il percorso prosegue fino all'incrocio con la SP 2 – Via Circonvallazione, per l'attraversamento del quale è prevista la realizzazione di un sottopasso. A sud della Strada Provinciale la ciclovia prosegue su una strada poderale fino al confine con il Comune di Vimercate, dove piega a sud costeggiando le serre esistenti, nuovamente fino al confine con il Comune di Vimercate. Complessivamente la Greenway si sviluppa nel territorio del Comune di Bellusco per 2.6 Km.

Comune di Ornago

Nel comune di Ornago la Greenway si sviluppa per un tratto ad ovest di Rossino e per un secondo tratto a est del vivaio Antologia. Complessivamente la Greenway si sviluppa nel territorio del Comune di Ornago per 1.3km.

Comune di Burago Molgora

Nel Comune di Burago Molgora la Greenway transita lungo via cascina Baraggia e nelle aree boscate immediatamente a sud, fino al confine con il Comune di Cavenago di Brianza. Complessivamente la Greenway si sviluppa nel territorio del Comune di Burago Molgora per 0.7 km.

Comune di Cavenago di Brianza

Dal confine con il Comune di Burago Molgora la Greenway procede verso sud fino a Via Pierre de Coubertin e al confine con il Comune di Agrate Brianza. Complessivamente la Greenway si sviluppa nel territorio del Comune di Cavenago di Brianza per 0.9 km.

Comune di Agrate Brianza

Il tracciato principale dal confine con il Comune di Cavenago la Greenway si dirige a sud, posizionandosi ad est dell'area industriale di Via Falcone (Cavenago), per attraversare via Trivulzina ed immettersi in via Cascina Trivulzina, dove transita su strada. Qui, supercorso ciclopedonale affiancato alla viabilità stradale, attraversa l'Autostrada A4 fino alla rotonda a sud del tracciato. La diramazione ovest entra nel territorio del Comune di Agrate Brianza provenendo dal Comune di Cavenago lungo la Via Pierre de Coubertin, che percorre fino alla SP 215, dove la Greenway si immette nel percorso ciclopedonale esistente fino all'incrocio con Via Damiano Chiesa, ad est dell'abitato di Omate. A sud di via Damiano Chiesa, fino a Via Fabio Filzi, la Greenway affianca la sede stradale supercorso ciclopedonale di nuova costruzione. Attraversata la rotonda a sud di Omate la Greenway si dirige verso il ponte sull'Autostrada A4 – Via Fabio Filzi – su percorso ciclopedonale esistente. Complessivamente la Greenway si sviluppa nel territorio del Comune di Agrate Brianza per 4.29 km.

Comune di Caponago

Dal ponte sull'Autostrada A4 la Greenway si dirige a sud fino all'incrocio con via delle Industrie, sorpassato il quale prosegue fino a Via Cesare Battisti e da lì, attraversata la SP215 affianca la viabilità di nuova realizzazione di attraversamento della A58 fino a Cascina Bertagna, dove, sorpassato il nucleo rurale prosegue ad est fino al confine con Il Comune di Cambiagio. Complessivamente la Greenway si sviluppa nel territorio del Comune di Caponago per 1.9km.

Comune di Cambiagio

Il tracciato principale della Greenway entra nel territorio del Comune di Cambiagio provenendo da nord dalla rotonda di Via Trivulzina (Agrate Brianza). A sud della cava il tracciato si ricollega con il ramo proveniente dal Comune di Caponago. Di qui la Greenway si dirige verso Via Giacomo Matteotti, attraversata la quale in prossimità dell'Agriturismo La Torrazza prosegue verso sud fiancheggiando l'area di interesse naturalistico ed infine, piegando verso ovest, raggiunge il Ponte sul Canale Villoresi. Complessivamente la Greenway si sviluppa nel territorio del Comune di Cambiagio per 3.15 km

6. IMPIANTI TECNOLOGICI

Vengono di seguito descritti gli impianti tecnologici presenti lungo il tracciato stradale.

6.1 SCELTE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E DI CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Impianti elettrici e tecnologici

Il progetto prevede la dotazione di impianti elettrici e tecnologici per garantire la corretta gestione dell'infrastruttura ed assicurare la sicurezza per gli utenti, ricorrendo a sistemi tecnologicamente evoluti.

Lungo l'infrastruttura sono previste cabine elettriche in bassa tensione per l'alimentazione delle piazzole di trattamento acque e per alimentare gli impianti tecnologici lungo linea mentre, in prossimità della galleria artificiale, è presente una cabina elettrica MT/BT a servizio degli impianti presenti nella stessa.

Impianti fotovoltaici

Gli impianti giocano un ruolo importante per la produzione di energia pulita. È prevista infatti l'installazione di pannelli fotovoltaici che convertiranno direttamente l'energia solare in elettricità senza produrre emissioni nocive. Utilizzando questa fonte di energia rinnovabile sarà possibile ridurre la dipendenza da fonti di energia fossile, contribuendo alla riduzione delle emissioni di gas serra.

La promozione della tecnologia verde in ambito infrastrutturale, attraverso l'installazione di pannelli fotovoltaici lungo il tratto conclusivo di Autostrada Pedemontana Lombarda, è un importante simbolo di impegno per la sostenibilità contribuendo a ispirare e sensibilizzare il pubblico sull'importanza di ridurre l'impatto ambientale delle infrastrutture.

L'infrastruttura è dotata di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili mediante impianti fotovoltaici ad alto rendimento, collocati principalmente lungo le scarpate autostradali per compensare gli assorbimenti elettrici necessari al funzionamento dell'autostrada.

In prossimità della galleria artificiale, l'impianto fotovoltaico previsto consentirà di compensare gli assorbimenti elettrici necessari al funzionamento degli impianti presenti.

In ultimo è da evidenziare come un impianto fotovoltaico pensato in modo accurato e sinergico permetta di ottimizzare lo spazio. Le infrastrutture autostradali, infatti, occupano ampie porzioni di terreno che, con l'installazione di pannelli fotovoltaici lungo i bordi delle autostrade, vengono sfruttate in modo efficiente quando precedentemente non utilizzate. Non solo non è necessario dedicare terreni aggiuntivi per godere dei benefici energetici derivanti dall'installazione dei pannelli, ma viene ridimensionato e ridotto l'impatto ambientale complessivo.

Impianti di illuminazione

Gli impianti di illuminazione sono stati progettati nel rispetto della Legge Regionale contro l'inquinamento luminoso. Lungo l'asse autostradale e in prossimità degli svincoli sono infatti presenti impianti di illuminazione innovativi, mediante fascio luminoso continuo a led, installato direttamente sulle barriere di sicurezza.

Gli impianti per l'illuminazione del piazzale della barriera di esazione di Vimercate e per l'illuminazione dell'infrastruttura esterna sono realizzati mediante corpi illuminanti a diodo led, con ottica cut-off contro l'inquinamento luminoso.

Sono inoltre presenti sistemi di regolazione del flusso luminoso, atto a garantire un idoneo risparmio energetico soprattutto nelle ore notturne a minor traffico autostradale.

Tutti gli impianti di illuminazione rispettano i Criteri Ambientali Minimi (CAM) relativi all'illuminazione pubblica, in riferimento al DM 27 settembre 2017 "*Acquisizione di sorgenti luminose per l'illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per l'illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per l'illuminazione pubblica*".

In aderenza ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) relativi all'edilizia, l'infrastruttura prevede l'adozione di apparecchiature e sistemi che consentono il soddisfacimento dei seguenti aspetti:

- basso consumo energetico;
- realizzazione di idonee vie cavo per infrastrutture tecnologiche;
- approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili;
- adozione di manufatti prefabbricati;
- sistemi di monitoraggio dei consumi energetici.

Smart road

La progettazione della tratta D è stata concepita e sviluppata come smart road: l'equilibrata combinazione tra tecnologie avanzate e infrastrutture stradali per migliorare l'efficienza, la sicurezza e la sostenibilità delle reti viarie. Queste tecnologie includono una vasta gamma di soluzioni innovative che utilizzano sensori, comunicazioni avanzate, intelligenza artificiale e sistemi di gestione dei dati per ottimizzare l'utilizzo delle strade e migliorare l'esperienza di guida.

L'infrastruttura stradale è stata dotata di sensori e telecamere che monitorano costantemente il flusso del traffico in tempo reale. Questi dati vengono elaborati da sistemi intelligenti che forniscono informazioni aggiornate sul traffico agli automobilisti, consentendo loro di prendere decisioni informate sul percorso da seguire e riducendo così la congestione stradale. In questo senso il monitoraggio stesso dell'infrastruttura è certamente più agile e operativo.

Come riportato al paragrafo precedente, è prevista anche l'installazione di una illuminazione intelligente, che regola l'intensità luminosa in base alle condizioni ambientali e al flusso del traffico. Ciò consente di risparmiare energia, migliorare la visibilità e ridurre l'inquinamento luminoso.

Il monitoraggio e la manutenzione dell'infrastruttura, quindi la sfera del Facility Management, sono stati due punti guida per lo sviluppo dell'intero progetto. È stata prevista l'installazione di specifici sensori al fine di monitorare lo stato delle opere d'arte maggiori (Ponti, Viadotti, Cavalcavia, ecc.). Questi sensori possono rilevare anomalie o danni strutturali in modo tempestivo, consentendo interventi di manutenzione preventiva e migliorando la sicurezza delle strade.

Complessivamente, l'implementazione delle smart road collaborerà a portare un minor impatto ambientale attraverso l'utilizzo di energie rinnovabili e l'ottimizzazione delle risorse energetiche, nonché a prevenire ammaloramenti strutturali garantendo la riduzione sia dei costi per ripristinare l'opera sia dell'impatto sull'infrastruttura e il territorio.

Sarà quindi possibile attivare diversi servizi agli utenti, quali:

- Informazioni relative alla sicurezza, tramite alert visivi e sonori, ad esempio la presenza di pericoli generici lungo il tracciato (incidenti, animali vaganti, veicoli fermi in carreggiata, oggetti, cadute massi, ingorghi improvvisi dopo una curva con scarsa visibilità, ecc.), la percorrenza sulla corsia di emergenza e/o l'eccessivo avvicinamento alle barriere laterali;
- Informazioni relative al traffico, quali rallentamenti, congestioni, presenza di incidenti, di cantieri e in generale di tutte le informazioni che possono causare un evento di traffico verranno fornite in real time agli utenti;
- Informazioni meteorologiche, come presenza di nebbia che ostacoli la visibilità, di ghiaccio, di condizioni meteorologiche critiche, ecc.;

- Informazioni sui percorsi alternativi in caso di eventi di traffico o di situazioni meteo avverse, la deviazione dei flussi veicolari su percorsi alternativi in un'ottica di suggerimento dell'itinerario ottimale;
- Gestione delle situazioni di emergenza tramite "SOS on board";
- Informazioni relative ai servizi forniti dalle aree di sosta lungo il percorso;
- Informazioni relative ai punti d'interesse turistico lungo il tracciato;
- Informazioni riservate ai mezzi pesanti;
- L'erogazione di servizi a valore aggiunto quali ad esempio, il servizio di prenotazione per ITP (Intelligent Truck Parking), il servizio SmarTruck (servizio pensato per i trasportatori che permette di programmare i viaggi, conoscere posizione, regolarità di marcia e previsioni di arrivo dei mezzi, nonché di interagire con i centri logistici e anticipare loro la documentazione di trasporto), i servizi di carico/scarico merci in aree definite con prenotazione delle stesse, la truck platooning, la segnalazione delle fasce orarie di circolazione e segnalazione in caso di perdita del carico o delle merci di trasporto;
- La segnalazione a tutti gli utenti nelle prossimità del trasporto di merci pericolose da parte di un mezzo pesante o più semplicemente la presenza di veicoli con traino o rimorchio.

7. STUDI E INDAGINI

7.1 IDROLOGIA E IDRAULICA

Il tracciato della Tratta D breve e delle viabilità secondarie previste intercetta corsi d'acqua principali quali il Torrente Molgora, oltre a corsi d'acqua minori e zone particolari dal punto vista geomorfologico, quali:

- - Rio Valle;
- - Vallone Cava.

Torrente Molgora

Il tratto di torrente Molgora che viene esaminato in dettaglio nell'ambito del presente studio è situato a sud dei Comuni di Carnate ed Usmate Velate e prima del Comune di Vimercate, in una fascia di territorio ancora libera da eccessive forme di antropizzazione.

In prossimità del torrente Molgora, in particolare ad Ovest dello stesso, si configura la connessione con la Tratta C. Provenendo da Bellusco, la piattaforma stradale comincia

progressivamente ad allargarsi per lasciare spazio alle rampe e alle corsie dell'interconnessione in progetto. Tutto ciò ha inizio a partire dal corso del Rio Valle, un piccolo torrente che si colloca ad est, impegnando progressivamente, ed in modo sempre più ampio, la valle del Molgora.

La soluzione qui presentata è comunque il frutto di un'accurata analisi volta a individuare la migliore posizione per le numerose pile posizionate all'interno della valle e tale da non interferire con le divagazioni attuali dell'alveo. La distanza tra le pile è stata scelta in modo da garantire quanto richiesto in termini di compatibilità idraulica; infatti, le NTC2018 impongono che il franco tra pelo libero relativo ad un evento di piena con tempo di ritorno pari 200 anni e l'intradosso dell'impalcato debba essere almeno di 1.5 m.

Corsi d'acqua secondari

Rio Valle

Il Rio Valle è un affluente sinistro del Torrente Molgora e i rispettivi bacini imbriferi sono confinanti. Il bacino è urbanizzato per più del 50% con insediamenti di tipo civile. La parte restante, a nord, è invece destinata a coltivazione.

La Pedemontana interseca il rio all'uscita del centro abitato di Carnate, circa 400 m a monte della confluenza nel Torrente Molgora con le seguenti caratteristiche:

- il tratto attraversa campi coltivati ed è costeggiato, sulla sinistra idraulica, da vegetazione ad alto fusto.
- L'alveo inciso ha una larghezza circa pari a 3.0 m.

Viene riportata la foto del Rio Valle in corrispondenza della sezione in cui si prevede il passaggio della Pedemontana.

Vallone Cava

Il Vallone Cava si trova a sud del Comune di Aicurzio e costeggia una zona industriale; il suo bacino naturale del vallone Cava è interrotto da numerosi insediamenti civili ed industriali. Di conseguenza, in corrispondenza del passaggio della Pedemontana, l'estensione del bacino naturale afferente è così limitata da non svilupparsi in corso d'acqua.

Opere idrauliche di progetto

Le opere idrauliche costituenti il progetto consistono generalmente in:

- opere per la raccolta delle acque di piattaforma: caditoie, cunette, ecc
- opere per l'allontanamento delle acque di piattaforma: embrici, pluviali
- opere per il trasporto delle acque: fossi, canali, condotte, pozzetti, tombini
- opere per il trattamento delle acque di prima pioggia: impianti che trattano le acque di dilavamento e catturano gli sversamenti accidentali,
- opere che garantiscano l'invarianza idraulica del territorio: bacini di laminazione, fossi di guardia.

Al fine di un corretto dimensionamento delle **opere per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche**, è stato valutato il migliore sistema tenendo conto:

- della sollecitazione meteorica di progetto
- dei vincoli dettati dalle normative vigenti
- dei vincoli dettati dalle prescrizioni degli Enti competenti dall'analisi delle sensibilità del sistema (fascia delle risorgive, particolari aree di ricarica degli acquiferi, aree di salvaguardia di captazioni idropotabili, vocazione ittica)
- della funzionalità del sistema di trattamento delle acque
- della particolare situazione morfologica ed idraulica dell'area.

Con l'emanazione del D. Lgs. n. 152/99, successivamente modificato e integrato dal D.Lgs. n. 258/00, che ha recepito la direttiva 91/271/CEE, si sono fornite le disposizioni in materia di tutela delle acque dall'inquinamento. In particolare, è stato introdotto per la prima volta il concetto di "acque di prima pioggia".

La sopracitata normativa è stata abrogata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", che riprende i principi del D. Lgs. n. 152/99 disciplinando le misure per tutela dei corpi idrici dall'inquinamento.

La vigente normativa demanda alle Regioni, allo scopo di prevenire i rischi idraulici ed ambientali, la disciplina e l'attuazione delle forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento. Alle Regioni spetta, quindi, il compito di prescrivere i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne siano canalizzate ed opportunamente trattate. La predisposizione dei sistemi di raccolta delle acque di prima pioggia assolve al duplice intento di intercettare gli eventuali sversamenti di sostanze non compatibili con la rete idrografica naturale in occasione di imprevisti inconvenienti di esercizio (ribaltamento mezzi, ecc.) e di raccogliere le inevitabili scorie prodotte da un intenso flusso veicolare.

Nell'ambito del presente progetto si darà pertanto grande rilevanza alla necessità di controllare e trattare il carico inquinante legato al dilavamento delle deposizioni secche, riguarda l'estensione delle aree imposte e l'altimetria delle opere interferenti (attraversamenti stradali ed idraulici).

Il deflusso originato da un evento di precipitazione di queste caratteristiche, che insiste sull'asse autostradale, viene, nell'ambito della presente progettazione definitiva, opportunamente separato dalla portata eccedente e destinato ad un trattamento, che permetta di ridurre il carico di inquinanti ai valori imposti dalla normativa vigente ai limiti allo scarico in corpi idrici superficiali. prima della restituzione delle acque di pioggia all'ambiente naturale. La stessa progettazione delle "infrastrutture stradali" è stata quindi condizionata dai vincoli imposti dai sistemi di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia.

Prescrizione del PTCP della Provincia di Monza e Brianza

Nell'ambito della progettazione dei sistemi di smaltimento delle acque di piattaforma, particolare attenzione è stata rivolta al fenomeno occhi pollini. Tale fenomeno è già stato oggetto, nel 2011, di un primo approfondimento, recepito nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Monza e Brianza (difesa del suolo e assetto idrogeologico) attualmente vigente; approfondimento che aveva posto particolare attenzione nell'individuare, allo stato delle conoscenze dell'epoca, i processi genetici e le tipologie di occhi pollini presenti nel territorio provinciale, in modo da avere un primo quadro conoscitivo del fenomeno; da questo erano state poi ricavate alcune norme per la gestione del territorio considerando la presenza degli occhi pollini. I risultati di tale approfondimento avevano portato alla suddivisione del territorio provinciale in 5 classi di suscettività (molto alta, alta, moderata, bassa, molto bassa o nulla).

Più recentemente, a seguito di accordo stipulato tra BrianzAcque (Gestore del Sistema Idrico Integrato), Provincia di Monza e della Brianza e ATO MB, geoSFerA, Studio Associato di Geologia, ha realizzato l' "Aggiornamento del quadro conoscitivo relativo alla suscettività del territorio della Provincia di Monza e Brianza al fenomeno degli Occhi Pollini", datato giugno 2020 e che si è concentrato solo su 15 Comuni posti nel settore nord-orientale, all'interno dei quali ricade anche gran parte dell'intervento in esame.

la tratta D inizia e finisce in aree a pericolosità media (ex suscettività moderata), mentre, per gran parte del tracciato ricade in zona ad alta pericolosità (ex suscettività alta e molto alta).

In queste zone, il PCPT vieta di prevedere il sistema di smaltimento acque di piattaforma a mezzo di pozzi disperdenti; per questo motivo, la soluzione prevista consiste nella realizzazione di bacini di filtrazione posizionati a distanza minima di 50 m dall'asse stradale. Il tutto per mitigare il rischio di formazione di nuovi occhi pollini.

7.2 GEOLOGIA E GEOTECNICA

Sulla base delle indagini pregresse e quelle eseguite durante la campagna 2022/2023 è stato possibile realizzare i modelli geologici e geotecnici del terreno interessato dal tracciato della Tratta D. Quest'ultimo è stato suddiviso in sezioni, in ognuna delle quali i dati delle indagini sono stati correlati utilizzando le seguenti 6 differenti classi di terreni più l'eventuale indicazione della presenza del fenomeno degli "occhi pollini":

- Materiale di riporto
- Depositi prevalentemente limoso-argillosi
- Depositi prevalentemente sabbiosi, talora sabbioso-limosi con rara ghiaia
- Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, talora sabbioso-ghiaiosi con ciottoli
- Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, talora sabbioso-ghiaiosi con ciottoli e locali banchi di conglomerati
- Conglomerati prevalenti con locali alternanze di sabbie e ghiaie.

Coerentemente con le unità descritte nella relazione geologica, il tracciato, anche dal punto di vista litostratigrafico, può essere suddiviso in 4 tratti:

- Tratto 1 – che corrisponde alla valle incisa del T. Molgora e interessa i primi 500 m del tracciato;
- Tratto 2 – che corrisponde ad un sistema di terrazzi antichi (Sintema della Specola di Cascina Fontana) e interessa il tracciato tra le progressive 0+500 e 1+000 Km;
- Tratto 3 – che corrisponde al Sintema della Specola tra le progressive 1+000 e 4+500 Km;
- Tratto 4 – che corrisponde al Supersintema di Besnate, corrisponde all'alta pianura, tra la progressiva 4+500 Km e la fine del tracciato.

Nel tratto 1, i depositi superficiali per uno spessore compreso tra 1 e 2 m, sono caratterizzati da limi sabbiosi e sabbie, talora con ghiaie. Al di sotto, fino a 18-20 m prevalgono i depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi con ciottoli, anche se localmente

sono presenti lenti conglomeratiche poco consolidate e/o sabbioso ghiaiose in matrice limosa, con spessori metrici. Tra i 18/20 m ed i 25 m da p.c. prevalgono i depositi fini, argilloso limosi, ma con lenti sabbiose e talora con ciottoli e ghiaie. A maggiori profondità riprendono i depositi ghiaioso sabbiosi, ma con maggior presenza di intercalazioni conglomeratiche. Oltre i 35 m è presente nel settore più orientale del tratto (da 34 a 45 m circa da p.c) un banco conglomeratico di buona consistenza e spessore, mentre nel settore occidentale prevalgono le alternanze sabbioso ghiaiose.

Il tratto 2 risulta abbastanza disomogeneo. In superficie, ma localmente anche fino ad oltre i 15 m di profondità, prevalgono i depositi fini, limosi e argillosi, ma sono presenti anche depositi ghiaioso sabbiosi. Oltre i 15 m di profondità sono presenti depositi ghiaiosi con conglomerati e conglomerati massivi, con spessori variabili. In profondità, invece (oltre i 20m da p.c.) prevalgono i depositi sabbioso limosi con rare ghiaie.

Il Tratto 3 risulta molto più omogeneo del precedente, soprattutto fino ai 25 -30 m di profondità. Fino a 10.13 m da p.c., infatti prevalgono dapprima i depositi sabbioso ghiaiosi (fino al Km 3 circa, che poi divengono ghiaioso sabbiosi fino al termine del tratto. Da 10-12 ai 25-30 m di profondità si rinvengono i depositi conglomeratici, che risultano piuttosto continui, anche se il grado di cementazione è piuttosto variabile. Sotto i conglomerati si rinvengono dapprima depositi fini e successivamente alternanze metriche di sabbie ghiaiose, argille e limi e ghiaie sabbiose.

Il tratto 4 risulta abbastanza simile al 3, anche se qui in superficie prevalgono i depositi sabbioso ghiaiosi ed il tetto dei depositi conglomeratici si approfondisce progressivamente fino a oltre 20 m al Km 6+250 e risultare pressoché assente dal Km 8+200. Localmente, tuttavia, possono essere presenti bancate conglomeratiche isolate. Oltre i 32-35 m, in questo ultimo tratto, prevalgono i depositi sabbiosi, con abbondante matrice fine. In tutto il tracciato sembrano essere presenti occhi pollini, anche se la loro maggiore concentrazione è in corrispondenza del tratto 3. Il tratto 4, invece, è quello che appare meno interessato da tale fenomeno. In corrispondenza del ramo B dell'innesto A4-TEEM è presenta uno spessore di inerti di riporto di circa 18 m, legato al riempimento di una cava esaurita. Si tratta di materiali estremamente eterogenei, ma tutti di origine naturale.

I tratti soprariportati sono stati ulteriormente suddivisi in funzione delle caratteristiche geotecniche dei materiali presenti. Ciascun orizzonte del modello geotecnico viene quindi individuato mediante un codice composto da:

- un numero che indica il tratto (da 1 a 4)

- una lettera che indica se il materiale è granulare o coesivo (G o C)
- un numero progressivo, dipendente dal tratto e dal comportamento geotecnico.

Il modello geotecnico individua 6 orizzonti a comportamento coesivo e 21 a comportamento granulare. Inoltre, è presente uno strato a comportamento litoide (conglomerato G-1) considerato omogeneo per tutti i tratti, e del materiale di riporto (riempimento di una cava) presente nella zona dell'innesto TEEM-A4 (R). Gli orizzonti granulari sono stati distinti in funzione della profondità e dei materiali costituenti, distinguendo i terreni sabbiosi e ghiaiosi da quelli ghiaiosi con locali banchi di conglomerato.

7.3 SISMICA

Per verificare le caratteristiche sismiche dei terreni d'imposta sono state realizzate indagini sismiche di tipo Down-Hole e MASW.

Le prove sismiche Down-Hole sono eseguite con lo scopo di misurare la velocità delle onde sismiche dirette, che si propagano dalla superficie nel terreno in profondità, energizzando il terreno in direzione verticale e in direzione trasversale (parallelamente al suolo).

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della propagazione delle onde di superficie (Rayleigh), permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S del sottosuolo, portano quindi a determinare anche il parametro $V_{s,30}$ (velocità media delle onde S nei primi 30 m).

Per la caratterizzazione sismica, tenendo conto anche delle indagini pregresse, sono state utilizzate le seguenti indagini sismiche:

- S2_DH
- S9_DH
- S16_DH
- S26_DH
- S33_DH
- S41_DH
- S46_DH
- MASW1
- MASW2
- MASW

Dalle suddette prove, è stato possibile definire la risposta sismica locale, la quale è il risultato di interazioni tra le onde sismiche e le condizioni locali, cioè l'insieme delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche di depositi di terreno ed ammassi rocciosi e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. In altre parole, le caratteristiche del sito sono le responsabili delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenze, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (terremoto di riferimento), subisce attraversando gli strati dal bedrock fino alla superficie. La Risposta sismica locale è stata valutata in corrispondenza di diverse profondità in relazione alle esigenze delle diverse.

7.4 STUDIO ACUSTICO E MITIGAZIONI ANTIRUMORI

Sulla base delle analisi acustiche condotte a supporto del progetto sono state individuate situazioni per cui si è reso necessario predisporre specifiche soluzioni di contenimento dei fattori di pressione acustica.

Censimento dei ricettori

Come fase preliminare, è stato realizzato il censimento dei recettori allo scopo di individuare le caratteristiche, dal punto di vista territoriale ed acustico, gli edifici localizzati all'interno della fascia di 250 m per lato dal ciglio dell'infrastruttura stradale di progetto (assi principali ed assi connessi), ed eventuali recettori sensibili entro la fascia di 500 m per lato dal ciglio dell'infrastruttura stradale di progetto.

Nell'ambito dello svolgimento delle attività di censimento, sono stati quindi individuati i recettori valutati più rappresentativi per la rappresentazione degli scenari acustici AO e PO, come di seguito sinteticamente descritti e riportati nella seguente figura:

RUM-SU-01 in Campo Base Nord (via Cascina Ca') in Sulbiate

RUM-CP-02 in Campo base sud in adiacenza Cascina Bertagna in Caponago

RUM-CR-03 in frazione Passirano di Carnate

RUM-VI-04 in frazione Ruginello in adiacenza nuovo cavalcavia in Vimercate

RUM-OR-05 in frazione Rossino in Ornago

RUM-VI-06 cascina Gargantini in adiacenza sbocco nuova galleria in Vimercate

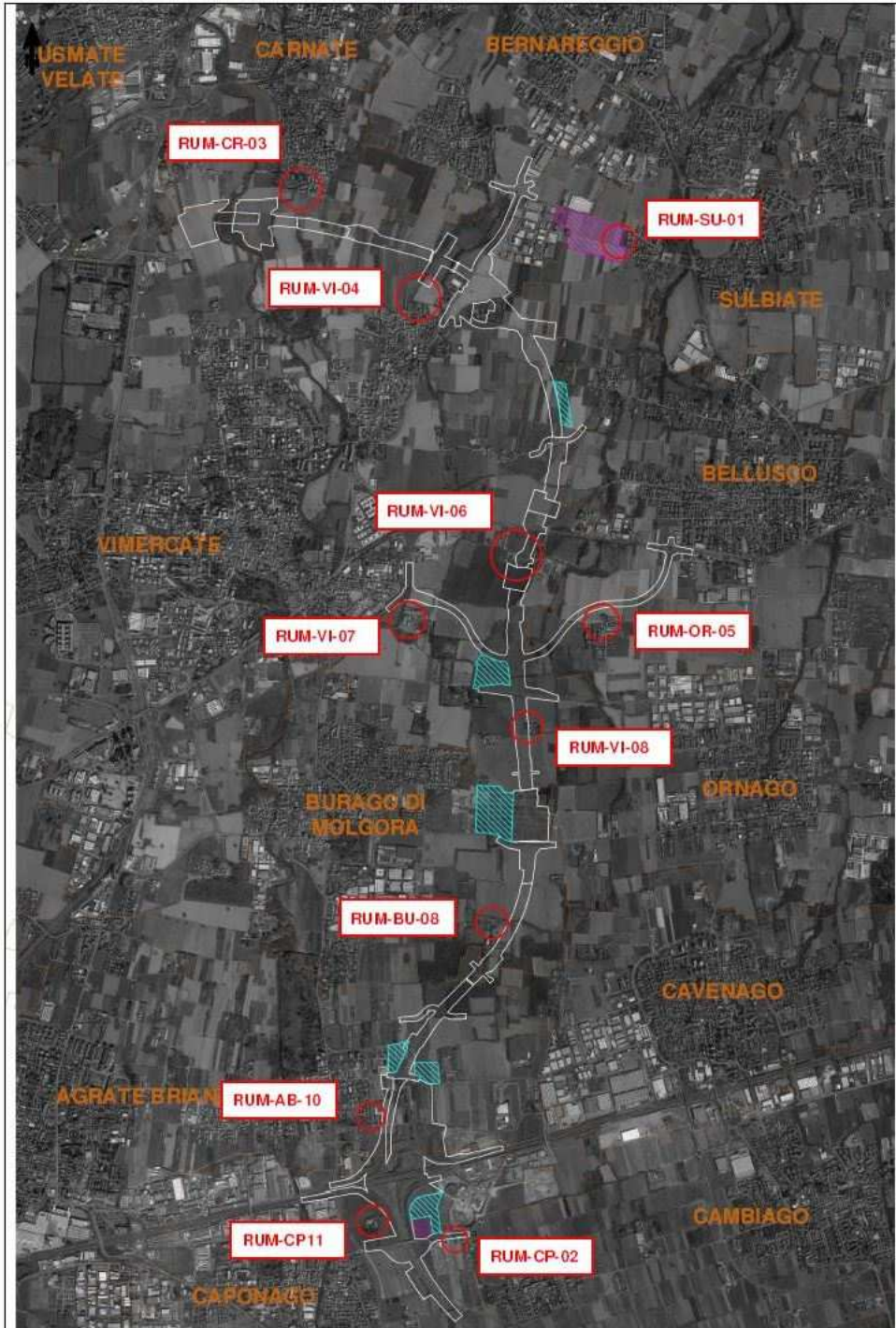
RUM-VI-07 in adiacenza RSA vicino svincolo Vimercate

RUM-VI-08 in adiacenza di cascina Baraggiola e cascina Secca in Vimercate

RUM-BU-09 cascina Magana in Comune di Burago di Molgora

RUM-AB-10 adiacenza residenze di via Marnoni in Agrate Brianza

RUM-CP-11 cascina Turro in Caponago



8. INTERFERENZE CON RETI TECNOLOGICHE

Nella previsione del piano finanziario sono stati esaminati anche i costi necessari per adeguare gli impianti tecnologici che interferiscono con la realizzazione dell'opera e che dovranno essere adeguati.

Una volta individuati di impianti esistenti, si è provveduto a verificarne le caratteristiche principali delle reti presso gli Enti gestori. Partendo dal censimento, sono stati compilati opportuni elaborati progettuali che evidenziano planimetricamente le modalità tecniche di risoluzione delle singole interferenze oltre ad elencare i tempi e la stima economica di massima per la risoluzione delle interferenze prese in esame.

Censimento delle interferenze:

L'attività è consistita nel censimento degli impianti tecnologici all'interno delle aree interessate dalle opere in progetto verificando le interferenze già rilevate e approfondendo ulteriormente lo studio del territorio attraversato.

La situazione esistente è stata verificata tramite:

- Sopralluoghi in sito
- Ricerca di specifici dati presso enti locali
- Ricerca di specifici dati presso gli Enti gestori
- Verifica di banche dati

Si sono ricercate ed individuate le seguenti tipologie di infrastruttura:

- Reti di approvvigionamento idrico (acquedotto)
- Reti raccolta e smaltimento acque reflue (fognature comunali e collettori consortili)
- Reti di trasporto e distribuzione energia elettrica (alta e altissima tensione, media e bassa tensione per utenze private e Pubblica Illuminazione)
- Reti di trasporto e distribuzione gas (gasdotti alta pressione, gasdotti media e bassa pressione per utenze private)
- Reti di telecomunicazione e relativi cablaggi (telefonia su cavo, telefonia mobile, fibre ottiche).

Dopo la sopra citata analisi e la disamina dei dati progettuali con gli Enti Gestori, è stato schematizzato l'intervento di risoluzione delle interferenze.

Risoluzione delle interferenze:

Le principali tipologie di risoluzione d'interferenza, previste sono così classificate:

- Deviazioni provvisorie
- Spostamenti definitivi e allacciamenti alle linee esistenti
- Dismissioni linee esistenti
- Protezioni varie.

Per tutte le reti interferenti sono state redatte delle apposite schede che schematizzano la variante alla rete e sono stati preventivati gli oneri per l'adeguamento degli impianti, determinati sia sulla base delle stime consegnate dagli Enti Gestori e sia sulla esperienza del progettista.

Si segnala che lo studio è mirato alla rilevazione di tutte le interferenze, di qualsiasi natura e consistenza, senza una verifica della possibile regolamentazione con specifiche convenzioni che, nelle fattispecie, potrebbero far carico agli Enti gestori l'onere di eventuali spostamenti o adeguamenti richiesti.

Si è ritenuto opportuno, quindi, considerare gli spostamenti e le modifiche da attuare tutte da includere nel quadro economico del progetto esecutivo, in modo da considerare l'ipotesi più gravosa per l'ente appaltante, al fine di evitare carenze nelle previsioni progettuali rispetto alle esigenze esecutive reali.

9. RISCHIO INCIDENTE RILEVANTE

Il Decreto legislativo 105/15 (di seguito Decreto) che ha abrogato il D.Lgs 334/99 costituisce il recepimento della Direttiva Seveso III (Dir. 2012/18/UE), recepimento dovuto principalmente alla necessità di adeguare la normativa al regolamento CE n. 1272/2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura ed all'imballaggio delle sostanze e delle miscele.

Con l'adozione del Decreto si è provveduto ad un'integrazione della frammentata normativa preesistente redigendo un Testo Unico in materia di incidenti rilevanti. Infatti, nei vari allegati al Decreto, sono stati riportati fedelmente i contenuti delle varie norme "satellite", nonché i dettagli delle linee guida ministeriale per la conduzione delle verifiche ispettive nelle aziende a rischio di incidente rilevante.

È stata condotta un'analisi dei comuni interessati dal passaggio del nuovo tracciato del progetto definitivo della variante della Tratta D attraverso la consultazione dell'Inventario Nazionale degli stabilimenti a Rischio di incidente Rilevante. I comuni interessati risultano essere:

- Vimercate – ACS-DOBFAR SPA – Via Marzabotto 7, 20871
- Busnago – SOLENIS ITALIA SRL – Via San Rocco 67, 20874
- Caponago – SAPIO PRODUZIONE IDROGENO OSSIGENO – Via Senatore Luigi Simonetta 27, 20867
- Agrate Brianza – STMICROELECTRONICS SRL – Via Camillo Olivetti 2, 20864

Nessuno di questi stabilimenti si trova a ridosso della nuova infrastruttura, pertanto non ci sono potenziali conflitti diretti.

Lo stabilimento più vicino è quello di Caponago, Sapio Produzione Idrogeno Ossigeno, che si trova ad una distanza di circa 2,5 Km, mentre il più lontano è quello situato nel comune di Vimercate, Acs Dobfar SpA, ad una distanza pari a circa 7,2 Km dalla nuova infrastruttura.

10. ESPROPRI

Al fine di poter dar corso agli atti inerenti al sorgere del vincolo preordinato all'esproprio, alla dichiarazione di pubblica utilità e alla successiva acquisizione delle aree, necessarie ed accessorie all'esecuzione di lavori, oltre che per valutare gli oneri derivanti dalle espropriazioni è stato predisposto un piano particellare di esproprio composto dai seguenti documenti:

- piano particellare in scala 1:2000, dove vengono riportati tutti i mappali interessati dal percorso dell'opera, dalle aree di cantiere o di lavoro necessarie per la costruzione della stessa;
- fascicolo dell'elenco ditte con indicati i nominativi catastali, le superfici oggetto di procedimento espropriativo.

Piu precisamente a seguito dello studio del tracciato sono state suddivise le aree oggetto secondo le diverse tipologie di occupazione in esproprio, asservimento e occupazione temporanea non preordinata all'espropriazione. Tali tipologie di occupazione sono state rappresentate nel loro preventivabile massimo ingombro nel piano particellare e distinte o evidenziate sia per la superficie di occupazione che con numerazione progressiva nell'elenco ditte.

Sono stati computati anche analiticamente gli importi degli indennizzi assoggettati alle tipologie di occupazione immobiliare sopra citate e qui richiamate:

- aree soggette ad esproprio;
- aree soggette a servitù relative alle interferenze e al diritto di passaggio;
- aree soggette ad occupazione temporanea per formazione e mantenimento di aree di cantiere ed eventuali opere provvisorie.

Si fa presente che parte di beni interessati sono di proprietà di Enti Pubblici o demaniali risultanti inalienabili, per i quali sarà regolamentata l'occupazione con apposito atto di convenzionamento o concessorio. Per quanto attiene il criterio generale di stima degli indennizzi, si premette la legislazione in materia a cui si fa riferimento:

- D.P.R. 327/2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni;
- Sentenza della Corte costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (abrogazione art. 37 dpr 327/2001);
- Sentenza della Corte costituzionale n. 181 del 10 giugno 2011 (Dichiarazione di Incostituzionalità dei Valori Agricoli Medi - G.U. I[^] s.s. n. 26 del 15.06.2011);

-
- Sentenza della Corte costituzionale n. 388 del 22.12.2012 (Dichiarazione di Incostituzionalità dell'art 37 comma 7 del D.P.R. 327/2001 e s.m.i.).

Sulla base di quanto previsto dalla suddetta normativa si espone quanto segue:

Aree da espropriare edificabili o edificate (art. 37 e 38 D.P.R. del 8/06/2001 n. 327 e s.m.i.)

Per le presenti aree la stima delle indennità è valutata in riferimento alle potenzialità legali ed effettive di edificazione, sulla base delle risultanze urbanistiche di previsione del piano regolatore comunale, le quali assegnano alle varie aree interessate le classificazioni individuate negli strumenti urbanistici.

Con la sentenza n. 348 del 24 ottobre 2007 della Corte costituzionale ha sancito che il valore delle aree edificabili ai fini espropriativi deve essere equiparato al valore venale.

Per quanto sopra indicato secondo la prassi estimativa il valore delle aree edificabili o edificate si determina mediante l'applicazione di un'aliquota percentuale al valore di mercato del possibile fabbricato su di essa da doversi realizzare.

Detta aliquota non rappresenta altro che l'incidenza che il costo del suolo ha sul valore della costruzione. In considerazione della ubicazione delle aree, dell'indice di cubatura, delle risultanze delle tabelle mercuriali, è stato possibile affermare che l'incidenza del valore delle aree su quello del fabbricato da doversi realizzare è pari al 18% per le aree residenziali e il 10% per quelle industriali o artigianali.

Per la ricerca dei valori unitari di mercato degli immobili gli stessi vengono confrontati con i dati statistici indicati dai tradizionali istituti di ricerca. Il principale riferimento è senz'altro l'Osservatorio Immobiliare. Si tratta di una banca dati continuamente aggiornata dall'Agenzia delle Entrate Ufficio del Territorio attraverso indagini di mercato ed estimazioni puntuali.

Aree da espropriare non edificabili (40 comma 1 D.P.R. del 8/06/2001 n. 327 e s.m.i.)

Quasi tutti i terreni interessati ricadono in ambiti di aree agricole. Con la sentenza n. 181 del giugno 2011 la Corte costituzionale ha dichiarato costituzionalmente illegittimo il criterio indennitario basato sul valore agricolo medio in quanto esso prescinde dall'area oggetto del procedimento espropriativo, ignorando ogni dato valutativo inerente ai requisiti specifici del bene.

Il dispositivo in particolare ha dichiarato incostituzionale i commi 2 e 3 dell'art 40 del D.P.R. 327/2001 e s.m.i. È stato invece fatto salvo il comma 1 del sempre art. 40 il quale con riguardo alle aree effettivamente coltivate, prevede che l'indennizzo debba essere determinato tenendo conto delle colture praticate effettivamente sul fondo e del valore dei manufatti legittimamente realizzati, anche in relazione all'esercizio dell'azienda agricola. Pertanto, vengono determinate le indennità secondo l'insegnamento della Corte costituzionale in attesa che venga riempito il vuoto normativo dopo la sopra citata abrogazione.

Aree da occupare temporaneamente non preordinate all'espropriazione

Le aree soggette ad occupazione temporanea sono previste per gli impianti di cantiere, ed inoltre, ove necessarie, sia al fine di una migliore e più sicura condotta dei lavori. Infatti, esecuzione dei lavori chiede l'utilizzo di superfici di proprietà privata da occupare temporaneamente strettamente funzionali e preventivabili con certezza al fine di consentire il cantieraggio dell'opera, senza però sostituirsi all'Appaltatore nel reperimento di aree strumentali all'organizzazione del lavoro.

I proprietari di dette aree subiscono con la dichiarazione di pubblica utilità, seppur anche se non un esproprio, comunque una compressione temporanea della loro facoltà di godimento sul bene.

Il Testo Unico sulle Espropriazioni ha disciplinato espressamente l'occupazione temporanea di aree da non espropriare, ma necessarie alla corretta esecuzione dei lavori.

La valutazione dell'indennità per occupazione temporanea di tali aree e anche per quelle preordinate all'espropriazione, è determinata secondo gli art. 49-50 applicando il criterio di un dodicesimo annuo (ovvero di un dodicesimo dell'indennità annua per ciascun mese o frazione di mese) dell'indennità dovuta per l'espropriazione ai sensi degli artt. 40 comma 1, 37 e 38 del sempre citato Testo Unico sulle espropriazioni. Le indennità di occupazione unitarie sono state computate per una durata media di tre annualità.

Indennità aggiuntive per proprietari coltivatori diretti e per affittuari

Il Testo unico sulle espropriazioni all'art 40 comma 1 prevede per il coltivatore diretto il riconoscimento di una indennità aggiuntiva definita assumendo come base per il calcolo della stessa indennità i valori stabiliti dalle "Tabelle" che fissano annualmente i "Valori

Agricoli Medi”, formati dalle Commissioni istituite dalle Regioni, per ogni Provincia, presso i rispettivi Uffici Tecnici Erariali.

Così come a tutti coloro che risultano conduttori di fatto di un fondo agricolo, che tra essi e il proprietario sia esistente un rapporto giuridico di affitto agrario, spetta ai sensi dell’art 42 del D.P.R. 327/2001 sempre una indennità aggiuntiva determinata assumendo come base di calcolo il Valore Agricolo Medio. Tenendo conto della diffusione delle figure professionali aventi diritto alle indennità aggiuntive, tutte le aree sono state considerate coltivate da soggetti aventi diritto all’indennità aggiuntiva.

Indennità aggiuntive ai sensi dell’art 33 del D.P.R. 327/2001 e s.m.i.

L’espropriazione può riguardare un bene intero o una porzione di un bene. Nel primo caso si parla di espropriazione totale, nel secondo caso di espropriazione parziale.

Nel caso della espropriazione parziale il pregiudizio arrecato alla proprietà dalla realizzazione dell’opera pubblica non può essere circoscritto ad un valore economico strettamente commisurato alla porzione espropriata, ma può anche derivare dal deprezzamento della porzione non espropriata o dal deprezzamento di un bene limitrofo al bene espropriato. Come previsto dall’art. 33 del T.U. nel caso di espropriazione parziale, l’indennità di espropriazione deve tenere conto non solo del valore della parte ablata in quanto lo stesso valore non corrisponde ad un adeguato ristoro per il proprietario. Pertanto, nel quadro economico degli espropri è stato tenuto conto dei danni arrecati ai fondi residui dovuti alla frammentazione dell’unità, la sua sconfigurazione e la possibile alterazione del piano campagna.

Fabbricati rurali

Si è ritenuto corretto applicare la metodologia per il calcolo delle indennità per i fabbricati rurali commisurata al costo di ricostruzione al netto delle detrazioni per la vetustà.

Manufatti in genere

Come sopra citato per i fabbricati rurali si è ritenuto corretto applicare la metodologia di calcolo delle indennità per i manufatti in genere come recinzioni, alberi, pozzi serre ed ecc., compromessi dalla realizzazione dell’opera pubblica, considerando il danno cagionato equivalente al costo di ricostruzione meno la vetustà.

Imposte

Sono stati conteggiati i costi relativi all'applicazione delle imposte indirette conseguenti all'acquisizione dei terreni oggetto di occupazione sia mediante decreto di esproprio sia attraverso contratti di cessione volontaria.

In quanto richiamata la risoluzione dell'Agenzia delle Entrate n. 243/E che ha indicato che ai decreti di espropriazione per pubblica utilità o di trasferimento coattivo della proprietà o di cessioni volontarie di immobili a favore di S.p.A., soggetto distinto dallo Stato, con una propria autonomia patrimoniale, gestionale e contabile, non è possibile applicare il regime esentativo previsto a favore dello Stato dall'articolo 57, comma 8, del TUR e dagli articoli 1 e 10 del TUIC.

11. IL SISTEMA DI ESAZIONE

Il sistema di esazione previsto per l'Autostrada Pedemontana Lombarda risulta altamente automatizzato, e sostituisce i sistemi tradizionali che prevedono l'esazione tramite porte automatiche e/o con personale, con l'introduzione di apparecchiature installate su portali che rilevano i veicoli in transito e prevedono l'addebito del pedaggio mediante lettura della targa o dispositivi di bordo (es. Telepass o similari).

Vengono elencati i vantaggi per l'utilizzo di tale sistema:

- Altamente affidabile
- Eliminazione del rischio di code grazie alla mancanza di barriere fisiche
- Eliminazione di piste e isole spartitraffico che determinano piazzali di stazione larghi con conseguente occupazione di territorio
- Maggior sicurezza stradale
- Minore congestione sulla viabilità locale limitrofa
- Riduzione dell'inquinamento
- Minori costi e oneri gestionali.

Le tratte dell'Autostrada Pedemontana Lombarda sono caratterizzate dalla presenza di almeno due corsie per senso di marcia e pertanto il sistema di pedaggio è da intendersi di tipo multi-lane free-flow. Ogni tratta è scomposta in segmenti elementari che vanno da svincolo a svincolo ed in ognuno di essi è ubicato n. 1 portale su cui sono installati gli apparati rilevatori.

Alla base di ogni portale è inoltre prevista l'ubicazione di un vano tecnico tipo shelter contenente i vari dispositivi quali apparecchiature di alimentazione, switch di connessione alla rete in fibra ottica, scatola di derivazione e giunzione fibra ottica, interruttori di comando alimentazione elettrica, schede gestione transceiver, PC industriale, pannello gestione allarmi, morsettiera, contatto apertura, quadri elettrici di alimentazione, switch per infrastruttura di rete, UPS, ecc.

Lungo l'intero asse autostradale è prevista la realizzazione di una rete in fibra ottica a due anelli ridondati, composta da 24 fibre ottiche cadauno, ubicata all'interno di cavidotti disponibili già predisposti da Autostrada Pedemontana Lombarda. La rete in fibra ottica collegherà i vani tecnici utilizzati per il sistema di esazione.

11.1 STRUTTURE DI SOSTEGNO PER IL SISTEMA MULTILANE

La struttura dei portali per le Tratte B2 e C è prevista a cavalletto, assemblando travi reticolari, costituite da tubi tondi saldati in officina; l'unione dei vari elementi e del portale al plinto di fondazione in c.a. è realizzato mediante flange nervate e bullonate.

La struttura prevista è accessibile mediante scala e apposito camminamento per l'attraversamento della careggiata in sicurezza.

Gli elementi verticali sono ubicati alla distanza di lavoro rispetto alla barriera di sicurezza installata, in modo da garantire sempre il funzionamento ottimale dei dispositivi di ritenuta.

Le strutture sono tutte in acciaio zincato a caldo ottenute mediante saldatura e bullonatura di elementi tubolari standard, realizzate in officina ed assemblate in opera. Le opere di fondazione sono invece di tipo indiretto mediante plinti in cemento armato di dimensioni variabili in base alla tipologia di struttura in acciaio, realizzati in opera con sottostanti micropali o pali di medie dimensioni. La connessione tra la struttura in acciaio ed il plinto di fondazione è realizzata mediante idonei tirafondi inseriti nel getto di fondazione del plinto in cemento armato.

Per la protezione delle strutture in acciaio è previsto un trattamento di zincatura a caldo.

Tutte le strutture inoltre sono collegate ad impianto di dispersione di terra.

Le opere di fondazione sono invece di tipo indiretto mediante plinti in cemento armato di dimensioni variabili in base alla tipologia di struttura in acciaio, realizzati in opera con sottostanti micropali o pali di medie dimensioni. La connessione tra la struttura in acciaio ed il plinto di fondazione è realizzato mediante idonei tirafondi inseriti nel getto di fondazione del plinto in cemento armato.

Per maggior dettaglio fare riferimento alle relazioni specifiche.

11.2 CASELLO DI ESAZIONE

A completamento del sistema di esazione, lungo il tracciato di Tratta D è previsto un casello che ha lo scopo di raccogliere gli utenti provvisti di biglietto cartaceo provenienti dall'autostrada A4.

L'area del casello disporrà di: tredici piste e relativi sistemi di controllo e riscossione dei pedaggi, due delle quali riservate ai carichi eccezionali, isole di riscossione, cunicolo impianti e pedonale ed i fabbricati stazione ed impianti con le relative aree di pertinenza.

Di seguito vengono riportati i componenti costituenti la struttura.

- Le piste di esazione dispongono di una corsia per carichi eccezionali in entrambi i sensi di marcia, sei corsie in direzione nord e cinque in direzione sud. Le piste sono separate tra loro da isole in cemento armato di lunghezza costante pari a 38 m, per una larghezza di 2,65 m, tranne per quella centrale di lunghezza 46,20 m. Tutte saranno provviste di new jersey per proteggere gli operatori e le attrezzature presenti. Le opere di protezione presenteranno dei varchi affinché sia consentito il passaggio dei manutentori da una corsia all'altra.
- Ogni isola sarà dotata di: cassa automatica, due sbarre (una in ingresso e una in uscita) e tutta l'impiantistica (collegata al cunicolo impianti sottostante) necessaria al funzionamento del casello.
- Le isole saranno disallineate tra di loro nei differenti sensi di marcia, questo per permettere un corretto defluire del traffico, il giusto spazio di arresto e che gli impianti siano sempre riparati dalla pensilina soprastante.

12. STUDIO DI TRAFFICO

Lo studio di traffico è stato svolto sulla base dei seguenti orizzonti temporali: 2023, 2026, 2030 e 2035 e dei seguenti scenari:

- Tratta D approvata;
- Variante Tratta D.

ed ha prodotto i seguenti risultati.

Ad oggi, l'Autostrada Pedemontana Lombarda è in esercizio con circa 30 chilometri di tracciato che include le Tratte A e B1 e i Lotti 1 delle Tangenziali di Como e Varese e che complessivamente rappresentano circa il 31% dell'estesa complessiva del progetto.

Le nuove stime sul traffico potenziale di APL tengono conto dei dati consolidati fino a marzo 2023, del traffico sulla viabilità locale rilevato sempre a marzo 2023, dei più recenti dati disponibili sulle altre infrastrutture autostradali dell'area e delle nuove tempistiche di completamento della rete APL.

Il traffico rilevato sulle tratte in esercizio continua ad essere in costante e forte crescita, con l'avvenuto recupero dei livelli pre-pandemici.

L'apertura delle tratte B2 e C, prevista a luglio 2026, formerà un corridoio autostradale con tre corsie per senso di marcia tra Meda e Cesano Maderno, offrendo con un risparmio nel tempo di viaggio grazie alle velocità di percorrenza più elevate.

Il completamento della tratta D è previsto a luglio 2030. Nell'ipotesi originale (Tratta D approvata), i VTGM stimati sulla nuova tratta all'apertura si attesterebbero attorno a 17.600 veicoli/giorno, mentre i VTGM complessivi di APL raggiungerebbero i 28.800 veicoli/giorno (valori comprensivi di ramp up). In termini di veicoli-km complessivi sull'infrastruttura, il completamento dell'opera comporterebbe un incremento del 34% circa rispetto allo scenario di non completamento.

Nell'ipotesi di variante della Tratta D, invece, i VTGM sulla nuova tratta sarebbero superiori allo scenario con Tratta D approvata di circa il 17% (20.600 VTGM al 2030), raggiungendo i 30.100 VTGM sull'intera autostrada (valori comprensivi di ramp up). Vista la lunghezza inferiore di questa soluzione (di circa 10 km) i veicoli-km sull'infrastruttura completa sarebbero circa il 6% inferiori rispetto all'opzione con tracciato lungo.

Occorre osservare che il completamento con la variante consentirebbe di creare un percorso continuo con TEEM realizzando un anello circolare esterno all'hinterland milanese.

Va inoltre evidenziato che il traffico di lunga percorrenza rappresenta comunque una quota minoritaria del traffico che potrebbe utilizzare la nuova tratta D, attorno al 7-8% del traffico totale e questo supporta, a maggior ragione, la realizzazione di una tratta breve capace di servire il traffico locale e sgravare le attuali viabilità ordinarie.

Gli indicatori trasportistici elaborati per le analisi ambientali della Tratta D, in termini di veicoli-km e veicoli-ora, sono stati calcolati relativamente ad un'area di studio all'interno della quale si stimano conclusi gli effetti derivanti dalla nuova infrastruttura.