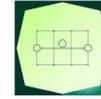


CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO
BREBEMI SPA

CUP E3 1 B05000390007

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI
BRESCIA E MILANO

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. LGS 163/2006
DELIBERA C.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 42/2009

INTERCONNESSIONE A35-A4
PROGETTO DEFINITIVO

INTERCONNESSIONE A35-A4

PARTE GENERALE

00001 - ELABORATI GENERALI

RELAZIONE GENERALE

PROGETTAZIONE:



CONSORZIO B.B.M.

VERIFICA:

PER IL CONSORZIO
IL PROGETTISTA RESPONSABILE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S. P.A.
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

PER IL CONSORZIO
IL DIRETTORE TECNICO
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S. P.A.
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

APPROVATO SDR

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO											PROGR.		DATA:
	EMIT.	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PARTI	PROGR.	PART. DOC.	STATO	REV.	MARZO 2015
60388	04	RG	D	I	I1	00	001	00	00	002	00	A	02	SCALA:

ELABORAZIONE PROGETTUALE

IL PROGETTISTA
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S. P.A.
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

REVISIONE				DATA	REDAITO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO
N.	REV.	DESCRIZIONE							
A	00	EMISSIONE		04/03/15	PIACENTINI	04/03/15	MAZZOLI	04/03/15	MAZZOLI
A	01	RECEPIMENTO ISTRUTTORIA BREBEMI		25/03/15	PIACENTINI	25/03/15	MAZZOLI	25/03/15	MAZZOLI
A	02	RECEPIMENTO ISTRUTTORIA BREBEMI		13/04/15	PIACENTINI	13/04/15	MAZZOLI	13/04/15	MAZZOLI

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO



SOCIETÀ DI PROGETTO
BREBEMI SPA

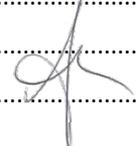
Società di Progetto
Brebemi SpA

INDICE

1	INTRODUZIONE	6
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	9
2.1	NORMATIVA GENERALE SUI LAVORI PUBBLICI.....	9
2.2	PROGETTO STRADALE	9
2.2.1	<i>Analisi di sicurezza dei progetti – sicurezza stradale.....</i>	<i>9</i>
2.2.2	<i>Geometria stradale.....</i>	<i>10</i>
2.2.3	<i>Geometria stradale.....</i>	<i>10</i>
2.2.4	<i>Intersezioni</i>	<i>10</i>
2.2.5	<i>Pertinenze.....</i>	<i>11</i>
2.2.6	<i>Barriere di sicurezza.....</i>	<i>11</i>
2.3	OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE.....	12
2.4	AMBIENTE.....	13
2.4.1	<i>Atmosfera.....</i>	<i>13</i>
2.4.2	<i>Rumore</i>	<i>13</i>
2.4.3	<i>Acque superficiali.....</i>	<i>14</i>
2.4.4	<i>Acque sotterranee</i>	<i>15</i>
2.4.5	<i>Vegetazione.....</i>	<i>15</i>
2.4.6	<i>Fauna.....</i>	<i>16</i>
2.4.7	<i>Suolo.....</i>	<i>16</i>
2.4.8	<i>Paesaggio</i>	<i>17</i>
3	INQUADRAMENTO DEL PROGETTO	18
3.1	STUDIO DEL TRAFFICO.....	18
3.1.1	<i>Dati di traffico dell'infrastruttura</i>	<i>18</i>
3.1.2	<i>Definizione dei livelli di traffico.....</i>	<i>19</i>
3.2	GEOLOGIA.....	20
3.3	GEOMORFOLOGIA	21
3.4	IDROGEOLOGIA	21
3.5	GEOTECNICA	23
3.5.1	<i>Inquadramento geotecnico</i>	<i>23</i>
3.5.2	<i>Parametri geotecnici</i>	<i>23</i>
3.6	CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	24
4	TRACCIATO AUTOSTRADALE	26
4.1	INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO.....	26
4.2	DESCRIZIONE TRACCIATO.....	27
4.3	ANDAMENTO PLANIMETRICO	27
4.4	ANDAMENTO ALTIMETRICO	28
4.5	COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO.....	28
4.6	PAVIMENTAZIONE.....	29

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



4.6.1	<i>Dati di progetto</i>	29
4.6.1.1	Periodo di riferimento.....	29
4.6.1.2	Individuazione della corsia più caricata	29
4.6.1.3	Portanza del terreno di sottofondo	30
4.6.1.4	Condizioni climatiche	30
4.6.1.5	Affidabilità di riferimento per le verifiche.....	31
4.6.2	<i>Criteri di verifica delle prestazioni offerte dalle pavimentazioni</i>	31
4.6.2.1	Indicatori prestazionali	31
4.6.2.2	Limiti di ammissibilità assunti nelle verifiche.....	31
4.7	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DELLA PAVIMENTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICA	32
4.7.1	<i>Riqualifica del Lotto OA</i>	32
4.7.2	<i>Nuove pavimentazioni della carreggiata Nord</i>	33
4.7.3	<i>Pavimentazioni delle rampe di svincolo</i>	34
4.7.4	<i>Pavimentazioni delle rampe di collegamento con l'autostrada A4</i>	34
4.8	RIQUALIFICA DELLA PAVIMENTAZIONE DEL LOTTO OA ESISTENTE	35
4.8.1	<i>Descrizione dell'intervento</i>	35
4.8.2	<i>Verifica delle prestazioni dell'intervento tipo A</i>	37
4.8.3	<i>Verifica delle prestazioni dell'intervento tipo B1</i>	37
4.8.4	<i>Verifica delle prestazioni dell'intervento tipo B2</i>	38
4.8.5	<i>Verifica delle prestazioni dell'intervento tipo C</i>	39
4.9	PAVIMENTAZIONE NUOVA SU CARREGGIATA NORD	41
4.10	PAVIMENTAZIONE SULLE RAMPE DI SVINCOLO	41
4.11	PAVIMENTAZIONE SULLE RAMPE DI COLLEGAMENTO ALL'AUTOSTRADA A4	42
4.12	CONCLUSIONI	43
4.13	SEZIONI TIPO	44
4.14	VELOCITÀ DI PROGETTO	44
4.15	VISIBILITÀ E RELATIVI ALLARGAMENTI.....	44
4.16	DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ	46
5	SVINCOLO DI INTERCONNESSIONE A35 – A4	47
5.1	CONFIGURAZIONE DELLO SVINCOLO.....	47
5.2	VELOCITÀ DI PROGETTO	49
5.3	PAVIMENTAZIONE	50
5.3.1	<i>Pavimentazione delle rampe di collegamento all'autostrada A4</i>	50
5.3.1.1	<i>Caratteristiche dei materiali della pavimentazione sulle rampe di collegamento con l'autostrada A4</i>	50
5.3.1.2	<i>Verifica delle prestazioni delle pavimentazioni sulle rampe di collegamento con l'autostrada A4</i>	50
5.3.2	<i>Pavimentazione per il ramo bbm ad eccezione del piazzale di esazione (ramo bbm)</i>	51
5.3.3	<i>Pavimentazione per le corsie di accelerazione e decelerazione dell'autostrada a4 (bb-a4, a4-bb)</i>	51
5.4	SEZIONE TIPO.....	52
5.5	CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE	52
5.6	VISIBILITÀ E RELATIVI AMPLIAMENTI	53
5.7	DIAGRAMMA VELOCITÀ	53

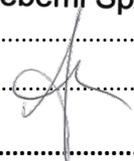
APPROVATO GDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



5.8	VERIFICHE CORSIE IMMISSIONE E DIVERSIONE	54
6	OPERE D'ARTE PRINCIPALI.....	55
6.1	CAVALCAVIA CAVALLERA.....	55
6.2	SOTTOPASSO RAMO COLLEGAMENTO TANGENZIALE DIREZIONE BS	56
7	OPERE IDRAULICHE	58
7.1	RETICOLO MINORE.....	58
7.2	CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELL'ASSETTO DI PROGETTO.....	59
7.3	PASSAGGI UOMO.....	60
7.4	DEFINIZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO.....	60
7.5	RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE	61
7.6	RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	61
7.6.1	<i>Riferimenti progettuali e normativi.....</i>	<i>61</i>
7.6.2	<i>Viabilità in trincea</i>	<i>62</i>
7.6.2.1	Primo tratto tra la progressiva 0+600 km e la progressiva 1+260 km.....	62
7.6.2.2	Tratto tra la progressiva 1+157 km e la progressiva 1+460 km.....	62
7.6.2.3	Tratto tra la progressiva 1+460 km e la progressiva 2+362 km.....	62
7.6.2.4	Tratto tra la progressiva 2+362 km e la progressiva 2+922 km.....	63
7.6.3	<i>Viabilità in rilevato</i>	<i>63</i>
7.6.4	<i>Interconnessione con barriera di esazione</i>	<i>63</i>
8	SEGNALETICA STRADALE	65
9	DISPOSITIVI DI SICUREZZA.....	66
9.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	66
9.2	CLASSI DEI DISPOSITIVI.....	68
9.3	BARRIERE IN CORRISPONDENZA DI OSTACOLI	70
9.3.1	<i>Ostacoli sul bordo laterale della piattaforma stradale.....</i>	<i>70</i>
9.3.2	<i>Protezioni in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie.....</i>	<i>70</i>
9.3.3	<i>Protezione della pila del ponte canale esistente alla progressiva 2+450</i>	<i>71</i>
9.3.4	<i>Protezione del margine tra le due rampe della tangenziale di Brescia all'interno ed in appoggio al sottopasso della A4</i>	<i>72</i>
9.3.5	<i>Protezione della cuspidi di avvio dello spartitraffico in corrispondenza della barriera di esazione.....</i>	<i>72</i>
9.4	ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI.....	72
9.4.1	<i>Terminali.....</i>	<i>72</i>
9.4.2	<i>Transizioni.....</i>	<i>73</i>
10	ESPROPRI	76
11	IMPIANTI TECNOLOGICI.....	77
11.1	IMPIANTI IN LINEA.....	77
11.2	IMPIANTI DELLA BARRIERA DI ESAZIONE	78
12	INTERFERENZA IMPIANTI ESISTENTI	79

Società di Progetto
Brebemi SpA



13	STABILIMENTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE	79
14	QUADRO AMBIENTALE.....	80
14.1	ATMOSFERA	80
14.2	SUOLO E SOTTOSUOLO	81
14.3	AMBIENTE IDRICO	81
14.4	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA E ECOSISTEMI	81
14.5	RUMORE E VIBRAZIONI.....	82
14.6	PAESAGGIO.....	82
15	CRONOPROGRAMMA.....	84
16	QUADRO ECONOMICO	85

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

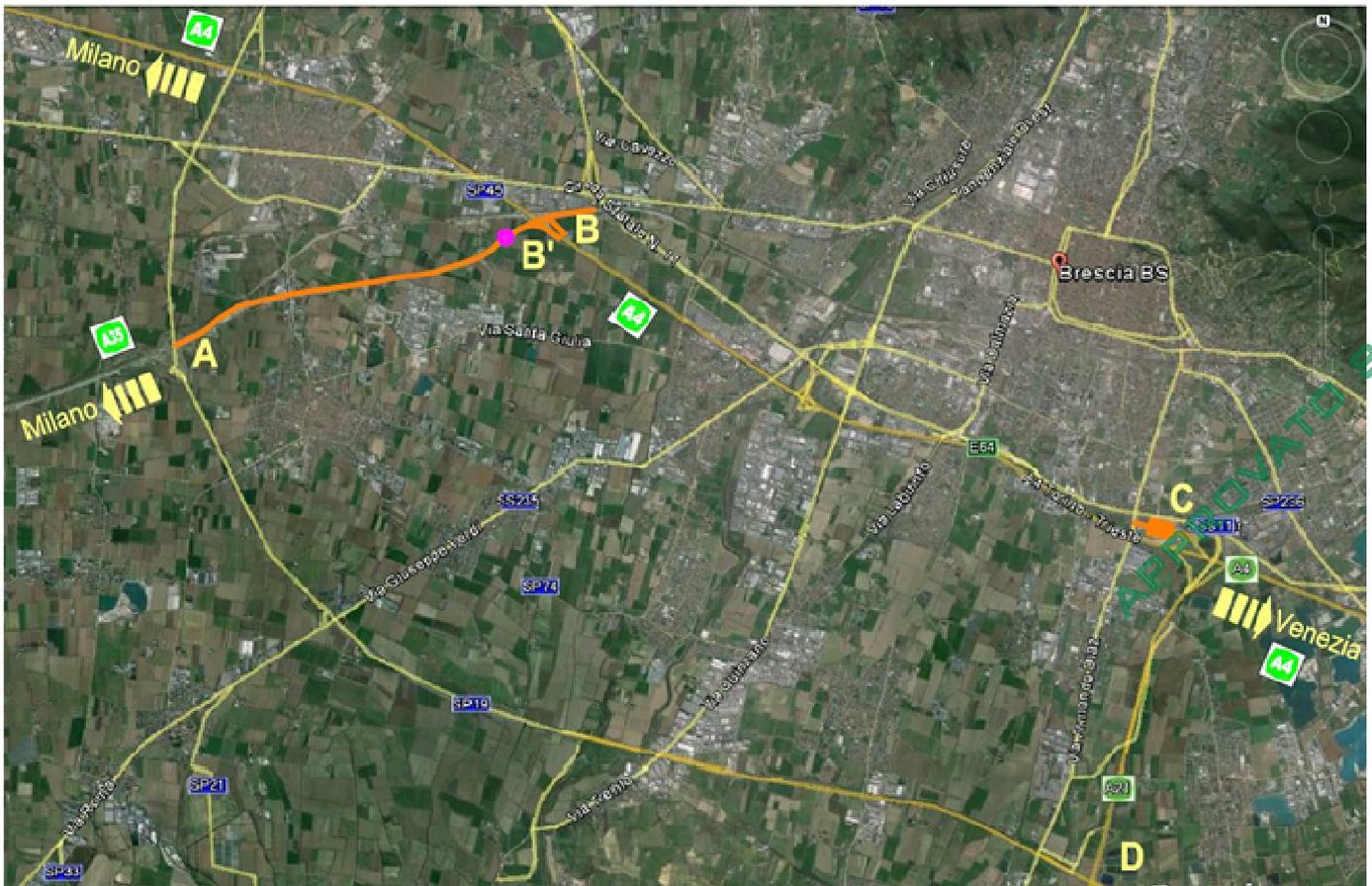


1 INTRODUZIONE

L'infrastruttura stradale in progetto è uno dei rami fondamentali della rete di viabilità bresciana poiché costituisce il collegamento fra due importanti arterie della rete stradale regionale. Il caposaldo iniziale della nuova arteria coincide con lo svincolo di interconnessione fra la BREBEMI e la S.P. 19 mentre il caposaldo finale permette l'interconnessione con la Tangenziale Sud di Brescia.

Il progetto parte dall'estremo orientale dell'area interessata dal tracciato autostradale BREBEMI, interessa anche tutte le opere di connessione con la Tangenziale Sud di Brescia e la rete stradale locale.

Allo stato attuale detta bretella di collegamento appena prima di raggiungere la Tangenziale Sud di Brescia sottopassa l'autostrada A4 Milano-Venezia ma non si connette con questa mediante alcuno svincolo. Pertanto il collegamento all'estremo est della A35 BREBEMI al reticolo autostradale nazionale avviene esclusivamente tramite il transito in strade locali che, come mostra la figura seguente, possono essere la Tangenziale Sud di Brescia nel tratto C-B o la SP19 nel tratto C-D.



Il reticolo stradale

Al fine di connettere in modo più efficace la A35 alla rete autostradale e quindi per meglio sfruttarla come collegamento verso Milano si prevede con il presente progetto di potenziare il tratto A-B', che consiste nell'attuale bretella di collegamento, dando ad esso caratteristiche autostradali cioè trasformandolo da strada di categoria C a strada di categoria A e di connetterlo a B' direttamente all'autostrada A4 attraverso uno svincolo con barriera di esazione.

L'intervento consiste nella trasformazione della bretella in autostrada a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia di categoria A.

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 7 di 85
--	--------------------------------	---	------------	-------------------

Nello specifico l'intervento prevede l'ampliamento delle trincee e dei rilevati esistenti in tratti limitati per la realizzazione della pavimentazione e delle finiture della carreggiata nord in direzione A4>>A35. Mentre per quanto riguarda la carreggiata sud in direzione A35>>A4 essa è invece già esistente in quanto si sovrappone esattamente alla strada di categoria C, che costituisce l'attuale bretella di collegamento. Tale bretella, realizzata contestualmente all'autostrada A35, è quindi già predisposta all'ampliamento della propria sede stradale, secondo i contenuti della prescrizione contenuta nella delibera CIPE 93/2005 del 29 luglio 2005 (*"Per quanto riguarda l'opera connessa Raccordo tangenziale sud di Brescia che va dall'intersezione Brescia-Milano/Collegamento autostradale Ospitaletto-Montichiari, SP 19 alla tangenziale sud di Brescia si prescrive che la piattaforma stradale deve essere prevista di categoria C1 come definita dal decreto ministeriale 5 novembre 2001 con predisposizione delle opere d'arte per eventuale futuro raddoppio della carreggiata a categoria A (2+2 corsie per senso di marcia)"*). Così come la sede stradale anche tutte le opere d'arte principali presenti sul tracciato sono già predisposte per permettere l'allargamento della carreggiata attuale.

Il tracciato di progetto ha una lunghezza di circa 5,640 km. La progressiva iniziale del presente intervento è relativa al punto di intersezione tra l'estremo est dell'autostrada A35 e la S.P.19 in località Travagliato mentre il limite è invece individuato dallo svincolo di interconnessione tra l'autostrada A35 e l'autostrada A4 in corrispondenza della Tangenziale Sud di Brescia. Dalla progressiva di inizio intervento per circa 2 km e 800 m il tracciato è posto in trincea e sottopassa la S.P. 19, la nuova linea ferroviaria AC/AV Milano-Verona e la strada comunale fra Ospitaletto e Travagliato; dalla progressiva km 2+800 circa il tracciato si porta in rilevato fino a fino allo svincolo di interconnessione con l'autostrada A4. Lungo il tracciato sono presenti due principali svincoli, quello di Travagliato Ovest e quello di Travagliato Est. Il primo è posto ad ovest della strada comunale che collega Travagliato ad Ospitaletto, all'incirca alla pk 1+890 della bretella, ed è costituito dai quattro rami di svincolo monodirezionali che convergono su una rotatoria che, a sua volta, si interconnette alla viabilità locale mediante un ramo di viabilità che si sviluppa in direzione nord. Il secondo è ubicato ad est della strada comunale che collega Travagliato ad Ospitaletto, all'incirca alla pk 4+900 del Raccordo, ed è anch'esso costituito da quattro rami convergenti verso una rotatoria, a sua volta interconnessa alla viabilità locale mediante un ramo lungo un chilometro che si sviluppa in direzione sud-est. Oltre lo svincolo di Travagliato Est è presente l'area di svincolo con barriera di esazione, per il collegamento con l'autostrada A4 e la Tangenziale Sud di Brescia.

Tale collegamento presenta due sole funzioni, cioè i rami da Verona sulla A4 verso Milano sulla A35 e da Milano sulla A35 verso Verona sulla A4, perché sono queste le uniche funzioni utili in relazione ai flussi di traffico che si possono generare sulla connessione. Al termine di questi due rami, lato A35, è prevista la realizzazione di una barriera di esazione.

Viene mantenuta la connessione tra l'autostrada A35 con la Tangenziale Sud di Brescia mediante la realizzazione di rampe monodirezionali apposite per questa funzione. Tali rampe di svincolo si staccano dal nuovo asse autostradale appena prima del piazzale in cui è presente la barriera di esazione.

La rampa che dall'autostrada A35 porta verso la tangenziale di Brescia corre a sud del piazzale di stazione e a seguire sottopassa, mediante un sottovia a struttura scatolare in conglomerato cementizio armato, il piazzale stesso per poi spostarsi a nord fino ad affiancare il ramo che corre in senso opposto cioè che dalla tangenziale di Brescia si connette all'autostrada A35.

Una volta affiancati, i due rami sottopassano l'autostrada A4 sfruttando una delle cappe della galleria artificiale già predisposta a tal fine nell'ambito delle costruzioni di A35. Tale configurazione permette chiaramente di collegare direttamente Brescia con l'Autostrada. La concessionaria a fronte di questo cambiamento di infrastruttura (da C1 a A) potrebbe in un futuro diminuire il pedaggio sulla barriera di Chiari Est introducendo un pedaggio equivalente in penetrazione su Brescia città.

Società di Progetto
Bresbim SPA



Dai due rami appena descritti si staccano due rampe che permettono il raccordo con la viabilità esistente innestandosi sulla rotatoria dello svincolo Travagliato Est.

Quanto descritto è schematizzato nella figura alla pagina seguente.



Interconnessione A35-A4

-  A35
-  Rampe di Interconnessione A35-A4
-  A4
-  Connessione A35-TG Sud di Brescia con rampe di raccordo alla viabilità locale

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 9 di 85
--	--------------------------------	---	------------	-------------------

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Normativa generale sui lavori pubblici

- Codice Appalti D.Lgs 163/06 recante Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE G.U. n. 288 del 10 dicembre 2010.
- D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207 regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs 163/06.

2.2 Progetto stradale

Per quanto riguarda la progettazione delle intersezioni, in data 19/04/2006 è entrato in vigore il DM 1699 ("Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"), all'interno del quale sono contenute le indicazioni per il dimensionamento delle corsie di accelerazione e decelerazione da impiegare nell'interconnessione. A tale norma si è ritenuto opportuno integrare le indicazioni del Regolamento della Regione Lombardia n.7/2006 e alla D.g.r. 8/3219 del 27.8.2006 in modo da individuare criteri progettuali che garantissero caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni coerenti rispetto alla natura dell'infrastruttura. Considerato che l'intervento in oggetto consiste nella riqualificazione di una strada esistente, le soluzioni analizzate hanno tenuto conto dei vincoli imposti dalle geometrie esistenti.

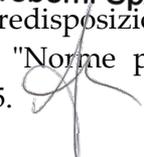
La progettazione della viabilità secondaria concerne deviazioni piano – altimetriche di tratti di strade esistenti, interessate dalle opere in progetto. Si tratta in questo caso di una tipologia di intervento non vincolata al rispetto delle indicazioni contenute nel DM 5.11.2001, come peraltro previsto dall'art. 4 della suddetta norma; la progettazione è stata quindi improntata alla risoluzione dell'interferenza evitando di introdurre pericolose ed inopportune discontinuità di tracciato, e prevedendo una sezione tipo avente gli stessi elementi modulari (corsie, banchine, marciapiedi, ecc...) della strada esistente.

Si completa la descrizione con un elenco delle principali normative di riferimento che sono state considerate durante l'esecuzione del lavoro.

2.2.1 Analisi di sicurezza dei progetti – sicurezza stradale

- CIRCOLARE Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 8 giugno 2001, n° 3699. Circolare sulle linee guida per le analisi di sicurezza delle strade.
- CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade. D.P. CNR N. 13465 del 11/09/1995. Criteri per la classificazione delle strade esistenti ai sensi dell'art. 13, comma 4 e 5 del Nuovo Codice della Strada. Rapporto Finale. Approvato in data 13/03/1998.
- D.L. 30/04/1992, n.285 - "Nuovo Codice della Strada"
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, "Piano Nazionale della Sicurezza Stradale: Azioni Prioritarie", Marzo 2002.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, "Piano Nazionale della Sicurezza Stradale: Allegati tecnici", Marzo 2002.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2005) Commissione per la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti - "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti", 11a bozza del 20 aprile 2005.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA


	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 10 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- Commission of the European Communities 2006/0182 (COD) – 5.10.2006 – Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on road infrastructure safety management.

2.2.2 Geometria stradale

- Codice della Strada. D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e successive modifiche ed aggiornamenti. - Regolamento di attuazione. D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2001) Decreto 5 novembre 2001. Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, Pubblicato sulla G.U. N.5 del 4 gennaio 2002.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2004) Decreto 22 aprile 2004, n° 67/S Modifica del decreto 5 novembre 2001, n° 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", pubblicato sulla G.U. del 25 giugno 2004.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2005) Commissione per la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti - "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti ", 11a bozza del 20 aprile 2005.
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Decreto del 19 aprile 2006, Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali. Pubblicato sulla GU N. 170 del 24/07/2006.
- C.N.R.Bollettino n.78 Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane del 28/07/1980

2.2.3 Geometria stradale

- American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO) (2001) A policy on geometric design of highways and streets - Fourth Edition, Washington, D.C.
- Transportation Association of Canada - TAC (1999) Geometric Design Guide for Canadian Roads

2.2.4 Intersezioni

- Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) (1983) Norme sulle intersezioni stradali B.U. n. 90, Roma, 15 aprile 1983.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale. Studio a carattere pre-normativo - Rapporto di Sintesi: "NORME SULLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI E GEOMETRICHE DELLE INTERSEZIONI STRADALI". Documento approvato dalla Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del CNR.
- Regione Lombardia – Infrastrutture e Mobilità. (2004) Linee Guida per la progettazione delle zone di intersezione.
- IOWA Department of Transportation – IOWA State University: Center for Transportation Research and Education CTRE. Rural Expressways Intersection Synthesis of Practice and Crash Analysis. Final Report CTRE Project 03-157. October 2004.

Società di Progetto
Brebem SpA

APPROVATO SDP

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 11 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Decreto del 19 aprile 2006, Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali. Pubblicato sulla GU N. 170 del 24/07/2006.

2.2.5 Pertinenze

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale. Studio a carattere pre-normativo - Rapporto di Sintesi: "CARATTERISTICHE FUNZIONALI E GEOMETRICHE DELLE AREE DI SOSTA, DI PARCHEGGIO E DI SERVIZIO DI AUTOSTRAD E STRADE EXTRAURBANE PRINCIPALI". Documento approvato dalla Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del CNR.

2.2.6 Barriere di sicurezza

- RN_1 D.M. 18.02.1992 n. 223 – Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale;
- RN_2 D.M. 21.06.2004 n. 2367 Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- RN_3 D.M. 28.06.2011: Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale;
- RN_4 EN 1317-1: 1998 Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-1:2000]
- RN_5 EN 1317-2:1998 Road restraint systems - Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers + EN 1317-2/A1:2006 [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-2:2007]
- RN_6 EN 1317-3:2000 Road restraint systems - Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-3:2002];
- RN_7 ENV 1317-4:2001 Road restraint systems - Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals and transitions of safety barriers [pubblicata in Italia come UNI ENV 1317-4:2003];
- RN_8 EN 1317-5:2007+A2:2012 Road restraint systems - Part 5: Product requirements and evaluation of conformity for vehicle restraint systems [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-5:2012];
- RN_9 EN 1317-1: 2010 Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-1:2010]
- RN_10 EN 1317-2:2010 Road restraint systems - Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers + EN 1317-2/A1:2006 [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-2:2010]
- RN_11 EN 1317-3:2010 Road restraint systems - Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-3:2010];
- RN_12 EN 12767:2007 Passive safety of support structures for road equipment - Requirements, classification and test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 12767:2008]
- RN_13 D.M. 5.11.2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e s.m.i. (cogente per le strade nuove e di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti);

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 12 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- RN_14 D.M. 19.4.2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali (cogente per le intersezioni nuove e di riferimento per l'adeguamento delle intersezioni esistenti).

Sono state applicate inoltre le indicazioni contenute nelle seguenti circolari, manuali e specifiche di progettazione, per quanto attinente ai dispositivi di ritenuta:

- C_1 Circolare 25.08.2004 n. 3065 - Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali (per quanto ancora applicabile);
- C_2 Circolare 21.7.2010 n. 62032 - Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- C_3 Circolare 05.10.2010 n. 0080173 - Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale.

Per quanto indicato nella Circolare 05.10.2010 n. 0080173 "Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali (C_3). Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale" le norme comunitarie EN1317, parti 1, 2 e 3 aggiornate, pubblicate dall'UNI il 5 agosto 2010, non sono state applicate al presente progetto in quanto, affinché le stesse entrino in vigore è necessario un atto di recepimento da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. All'atto della redazione del presente progetto tale provvedimento non è stato ancora emanato e pertanto restano vigenti le precedenti versioni delle norme EN1317 di cui ai punti RN_4, RN_5 e RN_6.

Con l'emanazione della norma EN 1317-5:2012 il riferimento per il rilascio delle marcature CE emesse successivamente al 1.1.2013 è costituito dalle norme emanate nel 2010 (RN_9, RN_10, RN_11) e pertanto nella progettazione si è tenuto conto anche delle indicazioni fornite in queste norme, per quanto non in contrasto con quelle recepite del DM 21.6.2004.

2.3 Opere in c.a. e strutture metalliche

Si riporta di seguito l'elenco delle normative utilizzate nella progettazione delle opere d'arte.

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 "Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: "Criteri generali di progettazione strutturale";
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: "Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici";
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: "Carico da traffico sui ponti";
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: "Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: "Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi";
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993: "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: "Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali";
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici";

Società di Progetto

Brebemi SpA



APPROVATO SDR

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 13 di 85
--	--------------------------------	--	------------	--------------------

- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2009: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”;
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- UNI EN 197-1 giugno 2007 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.

2.4 Ambiente

2.4.1 Atmosfera

- D. Lgs. 13.08.2010 n. 155: “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”.
- Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa
- D. Lgs. 09.04.2008 n. 81: “Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro - Attuazione articolo 1 della legge 123/2007 - Abrogazione D. Lgs 626/1994”;
- Decreto Legislativo 3 Agosto 2007, n. 152 “Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l’arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell’aria ambiente”;
- Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”;
- Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente”;
- Decreto Ministeriale 20 maggio 1991 “Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell’aria”;
- D.P.C.M. 28 marzo 1983, n. 30 “Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativa agli inquinanti dell’aria nell’ambiente esterno”.

2.4.2 Rumore

- Decreto Legislativo n.194, in data 19 agosto 2005, recante la “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla gestione ed alla manutenzione del rumore ambientale”;
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri, in data 30 giugno 2005, recante il “Parere ai sensi dell’art.9 comma 3 del decreto legislativo 28 agosto 1997 n.281 sullo schema di decreto legislativo recante recepimento della Direttiva 2002/49CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale”;

Società di Progetto
Brebemi SpA

APPROVATO SDR

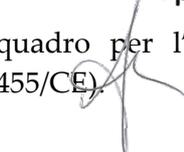
	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 14 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- Circolare del Ministero dell’Ambiente, in data 6 settembre 2004, relativa alla *“Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale ed applicabilità dei valori limite differenziali”*;
- D.P.R. 30 marzo 2004, n.142 *“Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’articolo 11 della legge 26 ottobre 1995”*;
- D.g.r. 8 marzo 2002, n. 7/8313 *“L. n. 447/1995 «L. quadro sull’inquinamento acustico» e l.r. 10 agosto 2001, n. 13 «Norme in materia di inquinamento acustico». Approvazione del documento «Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico»*”;
- L.R. 10 agosto 2001, n. 13 *“Norme in materia di inquinamento acustico”*;
- [D.P.C.M. 31 marzo 1998, “Criteri generali per l’esercizio dell’attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell’art. 3, comma 1, lettera b\) e dell’art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”](#);
- D.M. 16 marzo 1998, *“Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico”*;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997, *“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”*;
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 *“L. quadro sull’inquinamento acustico”* modificata dalla Legge n. 448 del 23 dicembre 1998.

2.4.3 Acque superficiali

- D. M. Ambiente 8 novembre 2010, n. 260, *“Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo”*;
- D. M. Ambiente 17 luglio 2009, *“Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l’utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque”*;
- D. M. Ambiente n. 56, in data 14 aprile 2009, che riporta il regolamento recante *“Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l’identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo”*;
- D. Lgs. n. 4, in data 16 gennaio 2008, relativo alle *“Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. n.152 del 2006”*;
- [D. Lgs. 152/2006](#) *“Norme in materia ambientale”*;
- D. Lgs. n. 27 del 02/02/02 *“Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”*;
- [D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31](#) *“Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”*;
- D. Lgs. n. 258 del 18/08/00 *“Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall’inquinamento, a norma dell’articolo 1, comma 1, del decreto legislativo 24 aprile 1998, n. 128”*;
- Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 – Regolamento che istituisce un quadro per l’azione comunitaria in materia di acque. (Direttiva modificata dalla decisione 2001/2455/CE).

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 15 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

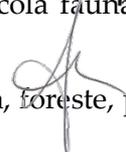
2.4.4 Acque sotterranee

- [D. Lgs. 152/2006](#) "Norme in materia ambientale";
- D. Lgs. n. 27 del 02/02/02 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano";
- [D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31](#) "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano".

2.4.5 Vegetazione

- D. Lgs. n° 152 del 3/4/2006: "Norme in materia ambientale" , modificato dal D. Lgs n° 4 del 16/1/2008 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto D. Lgs 3/4/2006 n°152, recante norme in materia ambientale;
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 357 8/9/1997. Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche. G.U. n°284, serie ordinaria n°219/L, 23/10/1997. Testo coordinato al D.P.R. n°120 del 2003 (G.U. n°124 del 30/5/2003);
- Decreto del Presidente della Repubblica n°448 del 13/3/1976. Applicazione della Convenzione di Ramsar (Convenzione internazionale relativa alle zone umide di importanza internazionale) del 2/2/1971. G.U. s.d.;
- Legge n° 124 14/2/1994. Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5/6/1992. G.U. n°44 23/2/94;
- Legge n° 59 del 13/3/1993. Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge n°2 del 12/1/1993, recante modifiche ed integrazioni alla Legge n°150 del 7/2/1992, in materia di commercio e detenzione di esemplari di fauna e flora minacciati di estinzione. G.U., s.d. 327;
- Legge n° 150 del 7/2/1992. Disciplina dei reati relativi all'applicazione in Italia della convenzione sul commercio internazionale delle specie animali e vegetali in via di estinzione, firmata a Washington il 3/3/1973, di cui alla legge n°874 del 19/12/1975, e del Regolamento (CEE) n°3626/82, e successive modificazioni. G.U. n°44 del 22/2/92;
- Legge n° 503 del 5/8/1981. Ratifica ed esecuzione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19/9/1979. G.U. n°250 del 11/9/1981;
- Legge n° 874 del 19/12/1975. Ratifica ed esecuzione della Convenzione sul commercio internazionale delle specie animali e vegetali in via di estinzione, firmata a Washington il 3/3/1973. G.U. n°49 del 24/2/1975;
- Decreto del presidente della giunta provinciale n° 12346/1874/77 del 22/5/1979. Specie di flora protetta di cui è vietata la raccolta in provincia di Milano;
- Deliberazione della giunta regionale del 26 settembre 1978, n. 18438, modificata e integrata dalla d.g.r. 27 giugno 1996, n. 15217 e dalla d.g.r. 29 aprile 1997, n. 27984. Elenco delle specie di flora spontanea protetta;
- L.R. n° 31 del 5/12/2008 Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea;
- L.R. n° 10 del 31/3/2008 Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale;

Società di Progetto
Brebemi SpA



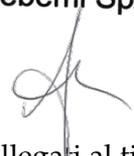
	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 16 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- L.R. n° 71 6/6/1980 Integrazioni e modifiche alla L.R. n°33 27/7/1977.;
- L.R. n° 33 27/7/1977 Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica. Elenco delle specie protette;
- L.R. n° 58 17/12/1973 Istituzione delle riserve naturali e protezione della flora spontanea;
- L.R. n° 58 del 17/12/1973 Artt. 9 e 13 §Piante spontanee da sottoporre a protezione. Elenco di base.

2.4.6 Fauna

- Direttiva n.97/62/CE del Consiglio, in data 27 ottobre 1997, recante l'“Adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”;
- Convenzione di Berna del Consiglio, in data 19 settembre 1997, concernente la “Conservazione della fauna e della flora europea e degli habitat naturali”;
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21.05.1992. Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee n. L206, 22 luglio 1992 e s.m.i.;
- Convenzione di Berna, in data 19 settembre 1979, recante la “Convenzione del Consiglio Europeo sulla convenzione della fauna e della flora europea e habitat naturali”;
- Convenzione di Bonn, in data 23 giugno 1979, che riguarda la “Convenzione delle specie migratrici”;
- Decreto Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio n.224, in data 3 settembre 2002, che fissa le “Linee Guida per la gestione dei siti Natura 2000”;
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 357, in data 8 settembre 1997, che riporta il “Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”. Testo coordinato al D.P.R. n.120 del 2003 (G.U. n.124 del 30.05.2003);
- Legge n. 124, in data 14 febbraio 1994, concernente la “Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992”;
- Legge n. 157, in data 11 febbraio 1992, che determina le “Norme per la protezione della fauna selvatica e per il prelievo venatorio”;
- Legge n. 394 del 6 dicembre 1991, recante la “Legge quadro sulle aree protette” Legge n.431, in data 18 agosto 1985, relativa alla “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale”;
- Decreto Legge n. 312, in data 27 giugno 1985, riguardante le “Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale”;
- Legge n. 503, in data 5 agosto 1981, che riporta la “Ratifica ed esecuzione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell’ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979”.

Società di Progetto
Brebemi SpA



2.4.7 Suolo

- D. Lgs. 152/06 e s.m.i. “Norme in materia ambientale”, parte quarta titolo quinto, e allegati al titolo.

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 17 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

2.4.8 Paesaggio

- D.lgs 42/2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio ai sensi dell’articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n 137”
- L.R. 12/2005 - Legge per il governo del territorio.
- Convenzione europea del Paesaggio (Firenze 20 Ottobre 2000)

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



3 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

3.1 Studio del traffico

3.1.1 Dati di traffico dell'infrastruttura

I dati di traffico dell'infrastruttura, sono stati desunti dall'analisi trasportistica elaborata dalla società Steer Davies Gleave per conto di Bre.Be.Mi che consente di determinare i valori di TGM bidirezionali e la percentuale di veicoli pesanti di massa superiore a 3.5 ton (in breve %VP), attesi sui diversi archi a partire dall'anno 2018 (anno in cui è previsto il regime ordinario del sistema viario di connessione) fino all'anno 2033 (anno di massima domanda).

Lo schema sintetico dei vari Tratti di strada (A, B, C, D) e Svincoli (1, 2, 3) oggetto di studio è rappresentato in Figura.



Schema dei Tronchi stradali dello studio di traffico

Nelle tabelle riportate nel seguito sono sintetizzate le indicazioni relative ai volumi di traffico di veicoli pesanti di progetto per le pavimentazioni.

Tabella - TGM VP dei Tratti dell'Asse principale

Tratta		Veicoli pesanti giornalieri 2018 (monodirezionali)	Veicoli pesanti giornalieri 2033 (monodirezionali)
A	SP19 (Corda Molle) - Travagliato Ovest	3940	5460
B	Travagliato Ovest - Travagliato Est	4020	5650
C	Travagliato Est - Tangenziale Brescia	1590	2760

Società di Progetto
Brebemi SpA

Tratta		Veicoli pesanti giornalieri 2018 (monodirezionali)	Veicoli pesanti giornalieri 2033 (monodirezionali)
D	Travagliato Est - A4	3480	3980

Tabella – TGM VP delle rampe dello svincolo di Travagliato Ovest

	Rampa	Veicoli pesanti giornalieri 2018	Veicoli pesanti giornalieri 2033
1	Diversione: dir. BS -Travagliato O	185	135
2	Immissione: Travagliato O - dir. BS	270	345
3	Diversione: dir. MI - Travagliato O	270	345
4	Immissione: Travagliato O - dir. MI	185	135

Tabella – TGM VP delle rampe dello svincolo di Travagliato Est

	Rampa	Veicoli pesanti giornalieri 2018	Veicoli pesanti giornalieri 2033
1	Diversione: dir. BS -Travagliato O	290	470
2	Immissione: Travagliato O - dir. BS	30	50
3	Diversione: dir. MI - Travagliato O	30	50
4	Immissione: Travagliato O - dir. MI	290	470

Tabella – TGM VP collegamento con Tangenziale di Brescia

	Rampa	Veicoli pesanti giornalieri 2018	Veicoli pesanti giornalieri 2033
1	Diversione: dir. BS - Tangenziale BS	1570	2700
2	Immissione: Tangenziale BS - dir. MI	1570	2700

APPROVATO SDR

3.1.2 Definizione dei livelli di traffico

In Tabella 1 sono sintetizzati i risultati dell'analisi effettuata per ogni Tronco/Rampa in progettazione.

Tabella 1: Definizione dei livelli di traffico per i diversi archi stradali in progetto

ASSE STRADALE	CLASSE FUNZIONALE	TGM Medio_Annuo 2033 [veic/gg]	%VP	Classe di traffico da D.M. 21.06.2004
Asse Principale	A extraurbana	> 1000	Var 19% ÷ 41%	III
Svincolo Travagliato Ovest Rampa 1	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	2%	I
Svincolo Travagliato Ovest Rampa 2	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	22%	III
Svincolo Travagliato Ovest Rampa 3	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	22%	III
Svincolo Travagliato Ovest Rampa 4	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	2%	I

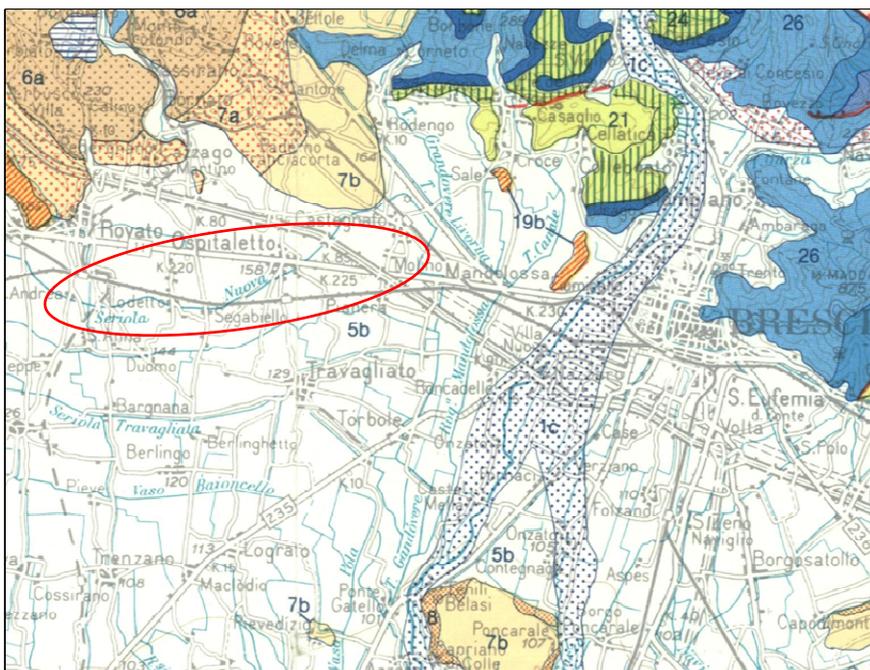
Società di Progetto
Brebemi SpA

Svincolo Travagliato Est Rampa 1	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	10%	II
Svincolo Travagliato Est Rampa 2	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	4%	I
Svincolo Travagliato Est Rampa 3	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	4%	I
Svincolo Travagliato Est Rampa 4	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	10%	II
Connessione tangenziale BS Rampa 1	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	22%	III
Connessione tangenziale BS Rampa 2	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	22%	III

3.2 Geologia

L'area in oggetto si trova in un settore di Pianura Padana, in cui ricorrono prevalentemente i terreni relativamente più antichi del "Livello Fondamentale della Pianura" (in seguito indicato come LFP), ed in particolare quelli attribuiti all'Unità di Chiari (Pleistocene superiore).

Il settore in oggetto mostra una chiara prevalenza di sedimenti ghiaiosi, conseguenza della relativa vicinanza agli sbocchi vallivi. Presso questi ultimi, in particolare durante le fasi di avanzata glaciale, si sono accumulati dei grandi conoidi, costituiti da predominante materiale grossolano tipico della facies prossimale. In particolare, all'uscita dai rilievi pedemontani si trova l'apice dell'ampio conoide depositato dal fiume Oglio. La variazione di facies con passaggio alle frazioni granulometriche più fini della parte distale del conoide, verso il depocentro padano, si manifesta nel settore più meridionale dell'area d'interesse. Ne deriva la puntuale emergenza della falda, con alcuni fontanili e, soprattutto, numerose tracce di idromorfia.



APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

Estratto Carta Geologica Lombardia 1:250.000 (in rosso l'area di interesse)

Come accennato, il LFP in questo settore è dominato da sedimenti clastici grossolani (ghiaiosi o ciottolosi). Verso sud iniziano comunque a comparire localmente sequenze fluviali sommitali, sabbioso-limose, concentrate nelle aree relativamente depresse (appena accennate nell'ambito del

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 21 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

microrilievo), separate da aree allungate in senso meridiano e più rilevate, con maggior pietrosità superficiale. Queste alternanze, litologiche e morfologiche, riflettono l'ambiente dell'idrografia fossile di tipo braided river, con barre longitudinali separate da canali (aree depresse).

3.3 Geomorfologia

L'area in oggetto insiste principalmente sull'unità di paesaggio del LFP. Questo specifico settore di pianura si presenta relativamente più uniforme, meno interrotto nella sua continuità dagli elementi geomorfologici maggiori, che invece ricorrono con frequenza ben maggiore in alcune tra le aree investigate in dettaglio per il progetto dell'asse principale.

In particolare, mancano le scarpate maggiori che contraddistinguono le superfici organizzate in più ordini di terrazzi. Il rilievo morfologico è minimo, spesso obliterato dalla diffusa antropizzazione (rimaneggiamento delle superfici per lavorazioni agricole) e si riconosce solo per l'andamento coerente del suo sviluppo, ricostruibile attraverso lo studio fotogeologico.

Le tracce di idrografia fossile risultano in quest'area relativamente meno espresse rispetto ai settori occidentali, per quanto riguarda il sistema di paleoalvei.

3.4 Idrogeologia

Sotto il profilo geologico, la porzione di pianura in esame è caratterizzata dalla presenza di terreni di origine fluvioglaciale ed alluvionale, di età pleistocenica, depositi su un substrato pre-pleistocenico. Questi depositi accolgono i tre acquiferi principali individuati a scala regionale, identificati come acquifero superficiale, acquifero tradizionale, acquifero profondo.

Le unità idrogeologiche che tradizionalmente costituiscono gli acquiferi sopra menzionati sono le seguenti:

- *Unità ghiaioso-sabbiosa* (Pleistocene superiore), costituita da depositi alluvionali recenti e antichi e da depositi fluvioglaciali würmiani. I depositi sono sciolti, con ghiaie e sabbie dominanti. La falda contenuta in questi depositi non è confinata.
- *Unità sabbioso-ghiaiosa-limoso* (Pleistocene medio), è costituita da un'alternanza di depositi ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi e limoso-argillosi con lenti conglomeratiche o arenitiche. La falda contenuta in questa unità è libera o semiconfinata e generalmente in collegamento con quella soprastante.
- *Unità a conglomerati e arenarie* (Pleistocene inferiore), è formata da litologie prevalentemente conglomeratiche con arenarie in subordine passanti localmente a ghiaie e sabbie.
- *Unità sabbioso-argillosa* (Pleistocene inferiore), è formata prevalentemente da argille e limi di colore grigio e giallo con lenti più o meno estese di sabbie, ghiaie e conglomerati.
- *Unità argillosa* (Calabriano), è costituita da argille e limi di colore grigio cinereo-azzurro con micro e macro fossili marini, alle quali sono subordinati livelli sabbiosi generalmente di modesto spessore.

Con riferimento alla più recente pubblicazione "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia", che introduce nuove unità idrostratigrafiche, si evidenzia che:

- alla unità ghiaioso-sabbiosa corrisponde il Gruppo acquifero denominato "A";

Società di Progetto
Brebemi SpA



- l'unità ghiaioso-sabbioso-limosa e l'unità a conglomerati e arenarie basali costituiscono il Gruppo acquifero "B";
- l'unità sabbioso-argillosa corrisponde ai Gruppi acquiferi "C" e "D";
- l'unità argillosa in facies marina costituisce il substrato della serie.

Di seguito viene mostrato uno schema dei rapporti stratigrafici con confronto tra le differenti classificazioni delle unità idrogeologiche proposte da differenti Autori.

OLOCENE (VERSILIANO)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni d'anni)	SCALA MAGNETO-STRATIGRAFICA	BIOSTRATIGRAFIA A NANNOFOSSILI CALCAREI	UNITA' STRATIGRAFICHE	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE TRADIZIONALI	NUOVE UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE			
				Martinis & Mazzarella, 1971	Francani & Pozzi, 1981	Martinis & Mazzarella, 1971	Francani & Pozzi, 1981	Avanzini et alii, 1995	GRUPPO ACQUIFERO
PLEISTOCENE SUPERIORE	0.11 -0.12		MNN21b -0.05						
PLEISTOCENE MEDIO		BRUNHES	MNN21a -0.26	LITOZONA GHIAIOSO-SABBIOSA	FLUVIOGLACIALE WURM Auct. (Diluvium recente)		I ACQUIFERO	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSA	A
			MNN20 -0.47	LITOZONA GHIAIOSO-SABBIOSA	FLUVIOGLACIALE RISS-MINDEL Auct. (Dil. Medio-Antico)	ACQUIFERO TRADIZIONALE	II ACQUIFERO	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSA-LIMOSA	B
PLEISTOCENE INFERIORE (MECALIBRIANO, CALABRIANO, ALCANTARA, EMILIANO, SANTERNIANO)		A	MNN19f -0.78						C
			JARAMILLO						
			MNN19e -1.07	LITOZONA SABBIOSO-ARGILLOSA	VILAFRANCHIANO*	ACQUIFERI PROFONDI	III ACQUIFERO	UNITA' SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)	D
PLIOCENE SUPERIORE		M	MNN19d -1.24						
			MNN19c -1.49						
			MNN19b -1.60	LITOZONA ARGILLOSA				UNITA' ARGILLOSA (facies marina)	
			MNN19a -1.73						

Schema dei rapporti stratigrafici da "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia".

APPROVATO SDP

L'acquifero superficiale, nel tratto in progetto, risulta separato da quello tradizionale da livelli semipermeabili; in questo tratto la base dell'acquifero superficiale è ubicabile ad una profondità variabile da 60 a 80 m s.l.m..

Solo l'acquifero superficiale è direttamente interessato dalle opere in progetto.

Dalla cartografia in allegato si nota una direzione principale di scorrimento della falda superficiale da nord-est a sud-ovest.

Dal profilo idrogeologico redatto è possibile osservare che i livelli piezometrici misurati indicano una profondità della falda sempre superiore a 9 metri dal piano campagna.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 23 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

3.5 Geotecnica

I risultati delle indagini effettuate tra gli anni 2002 e 2009 per la progettazione definitiva ed esecutiva della BreBeMi hanno identificato:

- una stratigrafia caratterizzata dalla presenza di terreni granulari costituiti da alternanze tra sabbia e ghiaia a varia granulometria senza scissione dei due litotipi in livelli sufficientemente estesi per essere identificati, all'interno dei quali si insediano livelli a sviluppo lenticolare, più o meno importanti, di materiali coesivi;
- caratteristiche sismiche del sottosuolo;
- le caratteristiche degli strati superficiali.

Ulteriori informazioni sono state dedotte da indagini effettuate durante lavori di scavo archeologico effettuati nella seconda metà del 2012. I risultati di questi studi vengono riportati nello specifico elaborato 60419-00002-A00 Relazione Archeologica.

3.5.1 Inquadramento geotecnico

Sulla base delle indagini eseguite sono state definite otto unità geotecniche principali, utilizzate per classificare i materiali incontrati lungo le verticali d'indagine e proseguire quindi alla definizione dei profili geotecnici di dettaglio. Sei di queste otto unità compongono la "matrice ghiaioso-sabbiosa" che contraddistingue la maggior parte dei materiali di sottofondo dell'area in oggetto. Tale matrice viene caratterizzata attraverso parametri geotecnici in condizioni drenate, definiti a partire dai risultati di prove penetrometriche standard (SPT). Le rimanenti due unità definiscono materiali coesivi, caratterizzati da parametri geotecnici (descritti, ove possibile, da prove in sito o di laboratorio) sia in condizioni drenate che in condizioni non drenate.

I depositi di natura sabbioso-ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa hanno evidenziato, in genere, caratteristiche meccaniche medio/buone, un grado di addensamento da medio ad alto e una compressibilità medio/bassa. Dalle prove di permeabilità in sito e dalle analisi granulometriche in laboratorio si sono inoltre determinati valori di permeabilità medio-alti (caratteristici, peraltro, dei terreni indagati, spesso caratterizzati dalla presenza di una non trascurabile percentuale di materiali fini, compresa tra il 5 ed il 20%).

I depositi di natura limosa e argillosa presentano in generale caratteristiche di resistenza al taglio inferiore, maggiore compressibilità e minore permeabilità rispetto a quelli di tipo granulare. Gli strati coesivi sono quindi considerati, ove presenti, critici nei confronti dei cedimenti, della stabilità globale e della capacità portante delle opere previste.

Globalmente, i terreni incontrati presentano caratteristiche idonee alla realizzazione delle opere in progetto, in particolare per quel che riguarda la costruzione dei tratti in trincea, il sostegno dei rilevati di progetto e le fondazioni delle opere d'arte.

3.5.2 Parametri geotecnici

Le informazioni acquisite tramite le indagini geognostiche hanno permesso di definire lo stato dello stratigrafico del terreno di fondazione, caratterizzato dalla presenza di differenti livelli principali suddivisi in funzione della granulometria e del diverso stato di addensamento/compattezza. Successivamente, tramite le prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati, si è proceduto alla caratterizzazione geotecnica dei terreni siti in corrispondenza dell'opera in oggetto.

Società di Progetto

BreBeMi SpA

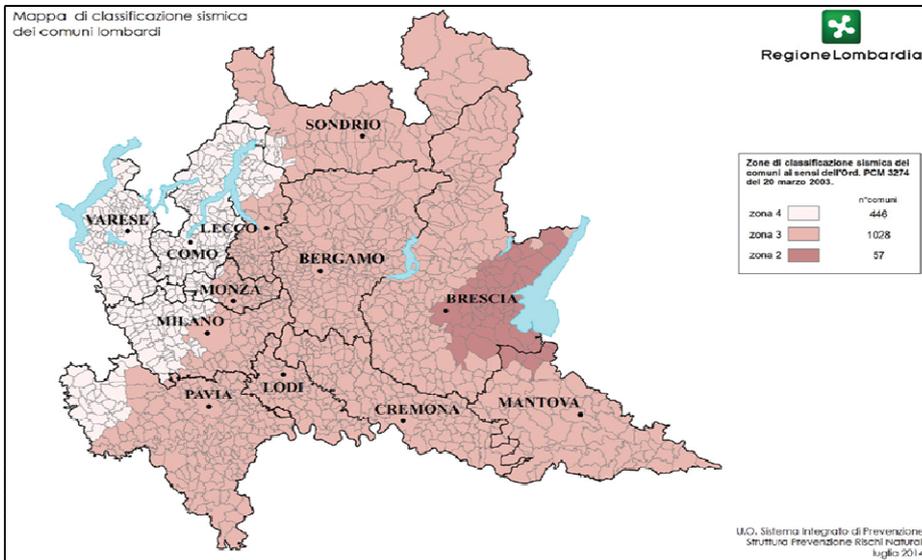
[Handwritten signature]

La relazione geotecnica del lotto 0A e i relativi profili geotecnici propongono una stratigrafia di progetto da considerare rappresentativa della situazione reale ed utilizzabile per i calcoli finalizzati alla progettazione.

In ogni caso, ai fini della sicurezza, i parametri geotecnici, associati a ciascun livello, sono da considerarsi cautelativi in quanto determinati in funzione delle condizioni maggiormente sfavorevoli riscontrate in sito.

3.6 Classificazione sismica

Con Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/08 sono state approvate le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n°29 del 04/02/08) nelle quali è presente un allegato relativo alla pericolosità sismica del territorio nazionale; in particolare è fornita la pericolosità sismica su reticolo e nell'intervallo di riferimento (dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>).



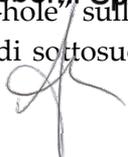
Mappa di classificazione sismica comuni lombardi

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, che sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale), T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Nell'Allegato B delle NTC sono riportati i valori di a_g , F_0 , T_c^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nel relativo intervallo.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sono state definite le categorie di sottosuolo di riferimento per poter valutare l'effetto della risposta sismica locale, adottando l'approccio semplificato riportato al §3.2.2 delle NTC.

Le NTC raccomandano che la definizione delle categoria sismica di sottosuolo sia eseguita sulla base di misurazioni dirette della velocità di propagazione delle onde di taglio nel terreno, per questo motivo, in prossimità delle opere maggiori, sono state realizzate indagini tipo "cross-hole" sulla base delle quali è stato calcolato l'indicatore $V_{s,30}$ e quindi definita la categoria sismica di sottosuolo da adottare per l'opera.

Società di Progetto
Brebemi SpA


APPROVATO SDP

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 25 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

Sono state inoltre realizzate ulteriori prove tipo cross-hole ubicate in punti significativi del tracciato stradale.

Per quanto riguarda le restanti opere di linea, sono stati calcolati gli indicatori NSPT,30 (poiché si tratta di terreni di fondazione in prevalenza di natura incoerente) e $V_s,30$ sulla base dei quali è stato possibile definire la categoria sismica di sottosuolo in corrispondenza di determinate verticali lungo l'asse stradale (in corrispondenza cioè dei sondaggi in cui sono state eseguite le indagini in sito necessarie alla determinazione dei due indicatori).

Basandosi su tali valori puntuali della categoria sismica di sottosuolo e sui profili geotecnici di progetto, si è proceduto ad un'estensione dei risultati di modo da definire la categoria sismica di sottosuolo per tratte omogenee.

In tale processo si sono in generale pesati maggiormente i risultati ottenuti dall'indicatore $V_s,30$, più affidabile rispetto all'indicatore NSPT,30 in quanto calcolato a partire dai risultati delle prove in sito tipo "cross-hole" e quindi da una misura diretta della velocità di propagazione delle onde elastiche di taglio nel suolo.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

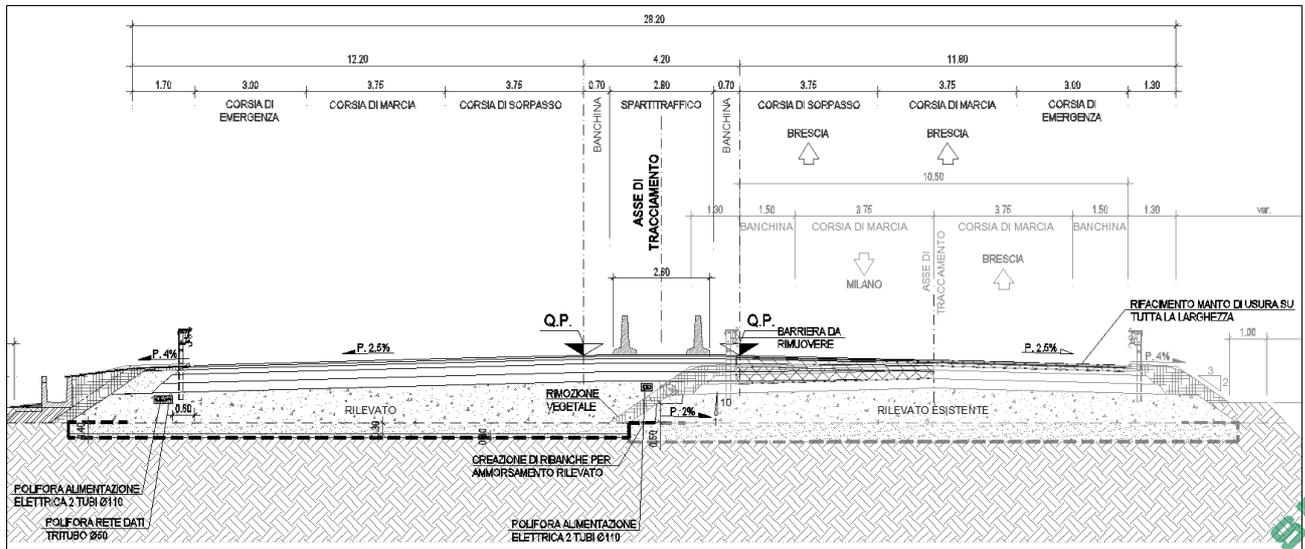


4 TRACCIATO AUTOSTRADALE

4.1 Inquadramento dell'intervento

L'Asse autostradale è compreso tra la SP19 (lato Ovest) e l'Autostrada A4, ed è caratterizzato da una sezione stradale di tipo A secondo il D.M. 6792 del 5.11.2001, costituita da:

- uno spartitraffico di larghezza 2.80 m;
- una banchina in sinistra di larghezza 0.70 m;
- due corsie di larghezza 3.75 m;
- una corsia di emergenza di larghezza 3.00 m nella carreggiata in direzione Brescia e larghezza 3.00 m nella carreggiata in direzione Milano.



Sezione tipo asse principale in rilevato

Il tracciato dell'asse principale, nella sua carreggiata in direzione Brescia coincide con il tracciato dell'opera connessa, denominata Lotto 0A, della BBM, attualmente aperta al traffico (v. sezione tipo in figura – carreggiata a destra nella sezione). Questa carreggiata è stata realizzata a due corsie, una per senso di marcia, come strada tipo C. Per questa carreggiata il progetto definitivo di cui trattasi non prevede modifiche al tracciato ma solo la risagomatura della pavimentazione per adeguare le pendenze trasversali del piano stradale esistente alle pendenze che competono allo stesso in conseguenza del fatto che il Lotto 0A viene inglobato all'interno di un nuovo asse autostradale. Lungo il margine laterale destro della carreggiata in direzione Brescia sono presenti le barriere di sicurezza installate al momento della realizzazione del Lotto 0A (2012-2013). In questo tratto si è provveduto a verificare la rispondenza alla normativa vigente per assi autostradali della sede stradale esistente (geometria della stessa, elementi di finitura, barriere attualmente in opera,...), tenuto conto delle condizioni di traffico, diverse, a cui il Lotto 0A sarà soggetto in futuro e, ove necessario, ad adeguare ai criteri progettuali adottati per tutto il nuovo collegamento A4-A35. Lungo il Lotto 0A sono presenti due tratti di lunghezza ridotta, in cui, per esigenze di allargamento della piattaforma, il progetto definitivo prevede di rimodellare il margine esterno. Questi tratti sono stati considerati come tratti di nuova realizzazione e tutti gli elementi della sede stradale sono stati adeguati ai nuovi criteri progettuali. La carreggiata in direzione Milano dell'asse principale è una carreggiata di nuova costruzione.

Il progetto del collegamento autostradale A4 - A35, si completa con:

- due svincoli esistenti, Travagliato Est e Travagliato Ovest, per i quali vale quanto detto per il Lotto 0A. Il presente PD, per questi svincoli, prevede solo piccoli tratti di ricucitura tra le bretelle di svincolo esistenti e l'asse principale;

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 27 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- una interconnessione con l'attuale autostrada A4 costituita da 2 rampe di connessione con la direzione Venezia; per le rampe di nuova realizzazione si sono adottati i criteri di progettazione fissati per il resto dell'intervento;
- un collegamento con la Tangenziale di Brescia costituito da 2 rampe di nuova realizzazione ad unica corsia per senso di marcia che consentono il collegamento della tangenziale sia all'autostrada A35 che alla viabilità locale tramite la rotatoria costituente lo svincolo di Travagliato Est.

4.2 Descrizione tracciato

Il tracciato di progetto ha una lunghezza di circa 5,640 km.

La progressiva di inizio pk 0+600 è relativa al punto di intersezione tra l'estremo est attuale dell'autostrada A35 e la S.P.19 in località Travagliato e il limite finale dell'intervento è individuato dall'interconnessione in progetto, con l'autostrada A4 in corrispondenza della Tangenziale Sud di Brescia.

Il tracciato è caratterizzato da un primo tratto di circa 2 km in trincea lungo il quale l'autostrada sottopassa la nuova linea ferroviaria Alta Capacità Milano-Verona e la rete viaria locale in due punti. Segue un tratto in leggero rilevato sul piano campagna di sviluppo pari a 1,5 km circa. Infine è presente il tratto di interconnessione con la nuova barriera di esazione facente parte del progetto.

La progettazione plano-altimetrica del tracciato si è sviluppata secondo quanto previsto dal D.M. 6792 del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" con la definizione dei seguenti elementi:

- definizione della sezione tipo;
- definizione delle velocità di progetto;
- costruzione planimetrica del tracciato: lunghezze minime e massime dei rettili, raggi minimi e sviluppi minimi delle curve circolari, inserimento e verifica dei raccordi planimetrici;
- costruzione altimetrica del tracciato: pendenze massime, lunghezza delle livellette massime, raggi dei raccordi verticali minimi per dossi e sacche;
- calcolo e verifica delle distanze di visibilità per l'arresto su tutte le corsie e per il cambiamento di corsia nella corsia di sorpasso in corrispondenza degli svincoli, con inserimento di un eventuale franco laterale a margine della sezione per il rispetto delle distanze di visibilità;
- verifiche del coordinamento plano-altimetrico del tracciato;
- verifica del diagramma delle velocità.

Con la fase progettuale in oggetto è stato verificato la rispondenza del tracciato autostradale alla normativa di riferimento D.M. 6792 del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

4.3 Andamento planimetrico

Il tracciato autostradale ha origine in corrispondenza dello svincolo con la SP19 e si sviluppa in direzione est-ovest caratterizzato dalla successione di alcune curva ad ampio raggio; i valori caratteristici adottati sono:

- Velocità di Progetto (VP): 140 km/h

Società di Progetto

Brehami SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 28 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- Raggio planimetrico minimo: 2249,25 m.
- Raggio planimetrico massimo: 3000,00 m.

Le grandezze geometriche utilizzate sono congruenti con il D.M. 6792 del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Le verifiche sono riportate in appendice alla presente relazione.

4.4 Andamento altimetrico

Altimetricamente il tracciato autostradale prevede un lungo tratto in trincea fino alla progressiva 2+800 circa per poi proseguire poco sopra il piano campagna fino allo scavalco della rotatoria dello svincolo di Travagliato Est per poi ridiscendere e terminare nel piazzale della barriera di esazione.

I valori caratteristici adottati sono i seguenti:

- Raggio altimetrico concavo minimo: 7000,00 m.
- Raggio altimetrico convesso minimo: 10000,00 m.

Le grandezze geometriche utilizzate sono congruenti con il D.M. 6792 del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Le verifiche sono riportate in appendice alla presente relazione.

4.5 Coordinamento plano-altimetrico

Per coordinamento plano-altimetrico si intendono quegli accorgimenti tesi a garantire una percezione chiara delle caratteristiche del tracciato stradale ed evitare variazioni brusche delle linee che lo definiscono nel quadro prospettico, coordinando sotto certe regole l'andamento planimetrico e quello altimetrico.

Tutti i raccordi altimetrici rispettano le regole e pertanto si ottiene un buon coordinamento plano - altimetrico, considerando anche gli alti valori dei raccordi altimetrici adottati.

Società di Progetto
Brebemi SpA



4.6 Pavimentazione

Per quanto attiene alla sovrastruttura stradale per la carreggiata di nuova realizzazione in direzione Milano si è adottato un pacchetto strutturale di 55cm così definito:

- manto di usura drenante 4cm;
- strato di collegamento in conglomerato bituminoso (binder) 6cm;
- strato di base in conglomerato bituminoso 20cm;
- fondazione in misto cementato 25cm.

Si prevede inoltre l'adeguamento del pacchetto di pavimentazione attualmente esistente relativamente alla carreggiata in direzione Brescia.

Per maggiori dettagli, comprendenti anche i dispositivi di sicurezza passiva e le segnaletica stradale, si rimanda alle relazioni specialistiche e agli elaborati di riferimento.

Si riportano di seguito le principali assunzioni fatte per le verifiche eseguite per la definizione della composizione e del dimensionamento delle pavimentazioni e più precisamente relative a:

- verifica della pavimentazione attualmente presente corrispondente a quella del Lotto 0A in funzione del volume di traffico autostradale che si prevede impegnerà il nuovo collegamento;
- il dimensionamento della nuova pavimentazione della carreggiata in direzione Milano.

4.6.1 Dati di progetto

4.6.1.1 PERIODO DI RIFERIMENTO

Il periodo di riferimento per l'analisi delle pavimentazioni è assunto pari a 20 anni, indicativamente tra gli anni 2018 e 2037.

4.6.1.2 INDIVIDUAZIONE DELLA CORSIA PIÙ CARICATA

In base ai dati di traffico forniti, risulta che i punti che manifestano il maggior numero di passaggi di veicoli pesanti per l'Asse Principale e per gli svincoli sono:

- la tratta compresa tra gli svincoli di Travagliato Est e Travagliato Ovest per l'Asse Principale;
- le rampe di svincolo di collegamento con la Tangenziale Sud di Brescia.

Attraverso i dati forniti è stato desunto il tasso di crescita cumulato (α) per i 20 anni dell'orizzonte temporale considerato:

$$VP_t = VP_0 (1 + \alpha)^t$$

$$\alpha = \sqrt[t]{\frac{VP_t}{VP_0}} - 1$$

Nella tabella sono riassunti i traffici agli anni 2018 e 2033, il relativo tasso di crescita e i conseguenti passaggi totali di veicoli pesanti in 20 anni di periodo di riferimento per l'analisi.

Società di Progetto
Brebemi SpA



Tabella – tassi di crescita e veicoli cumulati su 20 anni.

Tratta	TGM VP 2018	TGM VP 2033	A	Veicoli cumulati nella direzione di marcia in 20 anni
Travagliato Est/Travagliato Ovest	4020	5660	2.31%	36.7 milioni
Rampa collegamento con Tangenziale Sud	1570	2760	3.83%	16.8 milioni

Per l'Asse Principale, che prevede una sezione a due carreggiate con due corsie per senso di marcia, si assume che nella corsia più caricata (corsia di marcia) passi il 90% dei veicoli pesanti e per questo motivo il traffico di progetto risulta 36.7 milioni x 0.9 = 33.0 milioni. Per le rampe di svincolo, essendo il traffico convogliato su un'unica corsia, i passaggi di veicoli pesanti di progetto corrispondono a quelli calcolati per rampa senza correzioni. In tabella sono specificati i passaggi di veicoli pesanti di progetto considerati ai fini del calcolo con il programma ME-PDG.

Tabella – Passaggi di VP di progetto

Ambito	Passaggi di VP di progetto sulla corsia più caricata in 20 anni
Asse Principale	33.0 milioni
Rampe di svincolo	16.8 milioni

4.6.1.3 PORTANZA DEL TERRENO DI SOTTOFONDO

La portanza del terreno di sottofondo è caratterizzata da un Modulo Resiliente (Mr) pari a 90 MPa. Questo valore è un tipico valore da rilevato e corrisponde al modulo resiliente equivalente dei primi 2.0 m di terreno di rilevato in base alle caratteristiche meccaniche stabilite nelle Specifiche Tecniche del Capitolato (cod. 60502-00003). Per lo strato superficiale deve esser garantito comunque un Modulo di Deformazione (Md) minimo pari a 50 MPa che corrispondono ad un modulo resiliente di 100 MPa.

4.6.1.4 CONDIZIONI CLIMATICHE

Per le verifiche delle pavimentazioni sono state considerate condizioni climatiche specifiche della zona in esame caratterizzate da valori tipici di un ambiente pedemontano della Lombardia.

Nelle verifiche svolte con il software M-E PDG le condizioni meteo sono caratterizzate mediante i valori orari delle seguenti entità:

- Temperatura;
- Velocità del vento;
- Umidità relativa dell'aria;
- Altezza di pioggia;
- Percentuale di insolazione.

I valori richiamati sono riferiti ad un arco temporale minimo di due anni.

Società di Progetto
Brebemi SpA



I dati relativi alle entità sopracitate sono stati estratti dal sito internet www.wunderground.com.

4.6.1.5 AFFIDABILITÀ DI RIFERIMENTO PER LE VERIFICHE

Il metodo empirico-razionale utilizzato per il dimensionamento della pavimentazione consente di tener conto dell'affidabilità delle soluzioni, definita come la probabilità che le prestazioni offerte dalle pavimentazioni siano superiori a quelle calcolate.

Come richiesto dal Committente si farà riferimento ad un valore dell'affidabilità medio rimandando ad un aggiuntivo approfondimento nella successiva fase di progetto esecutivo

4.6.2 Criteri di verifica delle prestazioni offerte dalle pavimentazioni

4.6.2.1 INDICATORI PRESTAZIONALI

Le prestazioni delle pavimentazioni sono state valutate per mezzo dei seguenti indicatori:

- L'estensione della fessurazione in superficie dovuta a lesioni che si propagano dal basso verso l'alto (fessure di tipo "bottom-up") al termine del periodo di analisi della pavimentazione;
- La fessurazione superficiale dovuta a lesioni che si propagano dall'alto verso il basso (fessure di tipo "top-down") al termine del periodo di analisi della pavimentazione;
- Danno cumulato a fatica al termine del periodo di analisi;
- La profondità delle ormaie al termine del periodo di analisi, valutata con riferimento ai soli strati legati a bitume secondo le richieste del Committente;

La regolarità longitudinale, rappresentata mediante l'indice IRI, misurato su una base di almeno 100 metri di sviluppo longitudinale, al termine del periodo di analisi con riferimento al valore di affidabilità assunto come riferimento per il progetto delle diverse sezioni stradali considerate

4.6.2.2 LIMITI DI AMMISSIBILITÀ ASSUNTI NELLE VERIFICHE

In tabella sono riportati i valori limite assunti per ciascun indice prestazionale considerato nella verifica delle sovrastrutture del progetto definitivo al di sopra del quale si ritiene necessario un intervento di riqualifica delle pavimentazioni.

Tabella – Limiti di ammissibilità per gli indicatori prestazionali

INDICATORE PRESTAZIONALE	UNITÀ DI MISURA	LIMITE MASSIMO	NOTE
Fessurazione "bottom up"	%	25	A
Fessurazione "top down"	m/km	200	B
Danno a fatica ¹	%	50%	C
Profondità di ormaie	mm	15.0	D
IRI	mm/m	2.1 (Autostrade)	E

Società di Progetto
Brebemi SpA

¹ Solitamente il danno a fatica secondo la legge di Miner è indicato con un numero compreso tra 0 e 1. Dal momento che il programma M-E PDG riporta in risultato in percentuale, si è uniformata l'unità di misura alla forma percentuale anche per l'indicazione dei limiti.

Note:

- A. Il valore è riferito alla % di superficie di pavimentazione interessata da fessurazione. Il limite del 25% rappresenta il raggiungimento di un ammaloramento tale da provocare, in relazione al livello di affidabilità assunto nel progetto, la perdita di funzionalità per la sovrastruttura, rilevata in base al comfort di marcia.
- B. Il valore rappresenta lo sviluppo complessivo di fessure longitudinali presenti in 1 km di strada. Il valore limite di 200 m/km rappresenta il raggiungimento del livello di fessurazione superficiale che provoca, in relazione al livello di affidabilità considerato, un grave decadimento delle caratteristiche di portanza della pavimentazione nel suo complesso a causa di eccessive infiltrazioni di acqua all'interno della struttura e ad una maggiore frequenza di condizioni di carico al bordo.
- C. Il valore rappresenta il valore complessivo del danno cumulato per fenomeni di fessurazione di tipo "bottom up" calcolato secondo la legge di Miner. Il limite di Miner teorico di rottura per fatica di tipo "bottom up" è rappresentato dal valore 100%. Nell'applicazione del criterio al dimensionamento delle pavimentazioni stradali l'esperienza evidenzia che al di sopra di valori del rapporto di Miner di $100 \div 50\%$ la progressione nel tempo delle rotture per fatica della pavimentazione aumenta in modo esponenziale.
- D. Il valore limite fissato in base alle richieste del Committente.
- E. Il valore 2.1 rappresenta la soglia di irregolarità superficiale corrispondente al valore di PSI=3 previsto dal Catalogo delle Pavimentazioni del CNR al termine della vita utile di strade di tipo A.

Gli indicatori che regolano il comportamento a fatica della pavimentazione sono la fessurazione "bottom up", la fessurazione "top down" ed il danno a fatica di tipo "bottom up" mentre gli indicatori relativi alla formazione delle ormaie e delle irregolarità longitudinali caratterizzano il comportamento delle pavimentazioni in termini deformativi.

4.7 Caratteristiche dei materiali della pavimentazione degli interventi di riqualifica

4.7.1 Riqualifica del Lotto 0A

Nella tabelle sono rappresentate le principali caratteristiche fisico meccaniche dei materiali costituenti gli interventi previsti per la riqualifica della pavimentazione del Lotto 0A esistente.

Tabella – Parametri utilizzati per gli strati in CB per l'analisi con il metodo M-E PDG per le riqualifiche della pavimentazione del Lotto 0A esistente

PARAMETRO	$\rho_{3/4}$ [%]	$\rho_{3/8}$ [%]	ρ_4 [%]	ρ_{200} [%]	Va [%]	Vb [%]	A	VTS
USURA in CB Drenante	0.40	50.5	84.3	6.0	20.0	10.6	9.5140	-3.1280
BINDER in CB con bitume modificato	5.3	32.4	51.1	6.0	5.5	11.4	9.5140	-3.1280
BASE in MCAD_EM	16.6	41.4	56.9	6.0	6.0	10.7	8.1290	-2.6480

Società di Progetto
Brebemi SpA



Tabella – Moduli elastici per l'analisi con il metodo M-E PDG degli strati di sottobase e fondazione per le riqualifiche della pavimentazione del Lotto 0A esistente

Strato	E (MPa)
Misto cementato (nuovo o esistente)	1000
Misto Granulare Non Legato (esistente)	216 (*)
(*) Modulo ottenuto applicando la formula Shell Oil Company noto Mr del sottofondo e lo spessore dello strato di MGNL.	

Sulla base di queste caratteristiche sono stati definiti i valori delle grandezze che qualificano i materiali nel software del metodo di calcolo ME-PDG.

Tutte le quantità utilizzate nel calcolo sono coerenti con quanto riportato nelle Norme Tecniche del CSA (cod. 60502-00003).

4.7.2 Nuove pavimentazioni della carreggiata Nord

Nelle Tabelle sono rappresentate le principali caratteristiche fisico meccaniche dei materiali costituenti la nuova pavimentazione della Carreggiata Nord.

Tabella – Parametri utilizzati per gli strati in CB per l'analisi con il metodo M-E PDG per la pavimentazione nuova della carreggiata nord

PARAMETRO	$\rho_{3/4}$ [%]	$\rho_{3/8}$ [%]	ρ_4 [%]	ρ_{200} [%]	Va [%]	Vb [%]	A	VTS
USURA in Conglomerato Bituminoso (CB) Drenante	0.40	50.5	84.3	6.0	20.0	10.6	9.5140	-3.1280
BINDER in CB con bitume modificato tipo hard	5.3	32.4	51.1	6.0	5.5	11.4	9.5140	-3.1280
BASE in CB con bitume modificato tipo hard	16.6	41.4	56.9	6.0	6.0	10.7	9.209	-3.019

Tabella – Modulo elastico per l'analisi con il metodo M-E PDG dello strato di sottobase della pavimentazione nuova della carreggiata nord

Strato	E (MPa)
Misto cementato	1000

Sulla base di queste caratteristiche sono stati definiti i valori delle grandezze che qualificano i materiali nel software del metodo di calcolo ME-PDG.

Tutte le quantità utilizzate nel calcolo sono coerenti con quanto riportato nelle Norme Tecniche del CSA (cod. 60502-00003).

Stipendiato dal CSA
Brebemi SpA



4.7.3 Pavimentazioni delle rampe di svincolo

Nelle Tabelle sono rappresentate le principali caratteristiche fisico meccaniche dei materiali costituenti la pavimentazione delle rampe di svincolo, con esclusione di quelle di interconnessione con l'autostrada A4.

Tabella - Parametri utilizzati per gli strati in CB per l'analisi con il metodo M-E PDG delle pavimentazioni degli svincoli

PARAMETRO	$\rho_{3/4}$ [%]	$\rho_{3/8}$ [%]	ρ_4 [%]	ρ_{200} [%]	Va [%]	Vb [%]	A	VTS
USURA in Splittmastix Asphalt (SMA)	0.1	20.6	60	10.5	4.5	15.2	10.5254	-3.5047
BINDER in CB con bitume modificato tipo hard	4.3	27.2	43.9	7.0	4.5	11.4	9.5140	-3.1280
BASE in CB con bitume modificato tipo hard	26.0	43.9	56.8	5.0	5.0	10.2	9.209	-3.019

Tabella – Moduli elastici per l'analisi con il metodo M-E PDG degli strati di sottobase e fondazione delle pavimentazioni degli svincoli

Strato	E (MPa)
Misto cementato	1000
Misto Granulare Non Legato	216 (*)
(*) Modulo ottenuto applicando la formula Shell Oil Company noto Mr del sottofondo e lo spessore dello strato di MGNL.	

Sulla base di queste caratteristiche sono stati definiti i valori delle grandezze che qualificano i materiali nel software del metodo di calcolo ME-PDG.

Tutte le quantità utilizzate nel calcolo sono coerenti con quanto riportato nelle Norme Tecniche del CSA (cod. 60502-00003).

4.7.4 Pavimentazioni delle rampe di collegamento con l'autostrada A4

Nelle Tabelle sono rappresentate le principali caratteristiche fisico meccaniche dei materiali costituenti la pavimentazione delle rampe di interconnessione con l'autostrada A4.

Tabella - Parametri utilizzati per gli strati in CB per l'analisi con il metodo M-E PDG della pavimentazione del collegamento con l'autostrada A4

PARAMETRO	$\rho_{3/4}$ [%]	$\rho_{3/8}$ [%]	ρ_4 [%]	ρ_{200} [%]	Va [%]	Vb [%]	A	VTS
USURA in SMA	0.40	50.5	84.3	6.0	20.0	10.6	9.5140	-3.1280
BINDER con bitume modificato tipo hard	4.3	27.2	43.9	7.0	4.5	11.4	9.5140	-3.1280
BASE in CB con bitume modificato tipo hard	26.0	43.9	56.8	5.0	5.0	10.2	9.209	-3.019

APPROVATO BDP

Società di Progetto
Brebem SpA

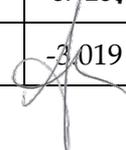


Tabella – Modulo elastico per l'analisi con il metodo M-E PDG dello strato di sottobase della pavimentazione del collegamento con l'autostrada A4

Strato	E (MPa)
Misto cementato	1000

Sulla base di queste caratteristiche sono stati definiti i valori delle grandezze che qualificano i materiali nel software del metodo di calcolo ME-PDG.

Tutte le quantità utilizzate nel calcolo sono coerenti con quanto riportato nelle Norme Tecniche del CSA (cod. 60502-00003).

4.8 Riqualfica della pavimentazione del lotto 0A esistente

4.8.1 Descrizione dell'intervento

L'attuale tratto esistente del Lotto 0A, caratterizzato da una sezione di strada tipo C1 ai sensi del DM 5.11.2001 ad unica carreggiata ed una corsia per senso di marcia, attualmente aperto al traffico, verrà interessato da un intervento di riqualfica che prevede la sua conversione nella carreggiata sud in direzione Brescia come rappresentato graficamente in Figura.

L'intervento di riqualfica, tra la progressiva di progetto 0+840 e la progressiva 4+840, per complessivi 4 km, comporta la trasformazione della sagoma stradale esistente a doppia falda in una sagoma a falda unica con pendenze trasversali, tra l'altro diverse rispetto a quelle esistenti quale conseguenza della variazione di velocità di progetto che comporta il passaggio da strada di categoria C1 a strada di categoria A.

Con riferimento all'asse di tracciamento della strada attuale tipo C1 sono stati individuati i valori delle differenze di quota tra la strada esistente (QE) e la quota di progetto futura (QP) per la carreggiata nord e sud (rispettivamente Tabella 35 e 36 dell'Allegato al documento 60061).

In funzione dell'entità dei lavori di risagomatura, la pavimentazione esistente potrà essere oggetto di una semplice scarifica superficiale o di interventi di demolizione parziale e successiva ricostruzione oppure di ricopertura con nuovi materiali.

Nei tratti in cui è prevista la ricostruzione della pavimentazione è previsto l'impiego di tecniche di riciclaggio in sito o in centrale in modo da ridurre al massimo le necessità di trasporto a discarica dei materiali risultanti dalle fresature e demolizioni.

Gli interventi sono stati suddivisi in base ad un indice letterale da A a C e la descrizione è riportata in Tabella 2 mentre in Figura 1 sono rappresentati schematicamente i vari interventi in funzione delle differenze di quota tra la pavimentazione esistente e quella riqualficata.

Società di Progetto
Brebemi SpA



Tabella 2 – Tipologie di intervento di riqualifica

Tipo intervento	Dislivello tra piano viabile esistente e nuovo		Lavori su pavimentazione esistente	Nuova pavimentazione
	da	a		
A	-14	-5	Demolizione parziale della pavimentazione esistente (usura + binder+base+sottobase tra 13 a 22 cm)	Usura drenante (4 cm) + binder con bitume modificato tipo hard (6 cm) + base MCAD (21 cm)
B	B1	-5	Demolizione parziale della pavimentazione esistente (usura + binder+base+sottobase tra 0 e 7 cm)	Usura drenante (4 cm) + binder con bitume modificato tipo hard (6 cm) + base MCAD (15 cm)
	B2	2	Demolizione parziale della pavimentazione esistente (usura + binder+base tra 0 e 12 cm)	
C	14	40	Fresatura della pavimentazione esistente (usura + binder)	Usura drenante (4 cm) + binder con bitume modificato tipo hard (6 cm) + base MCAD (spessore var. da 15 a 41 cm) (nota ²)

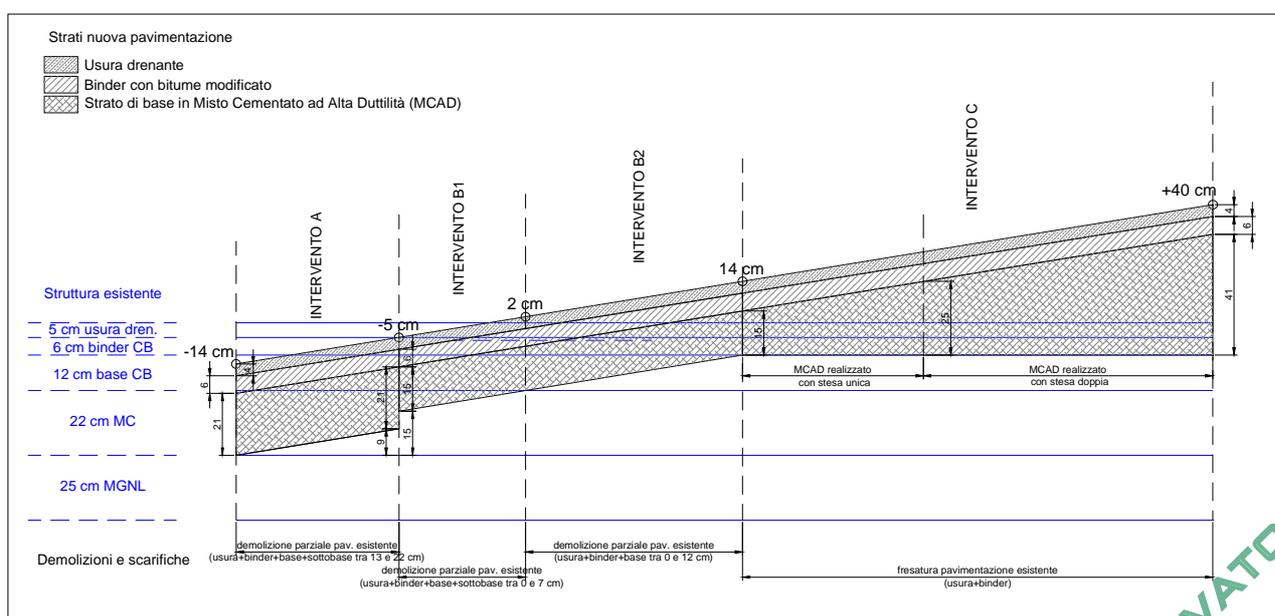


Figura 1 - Schema degli interventi di riqualifica

Per la definizione dello sviluppo di ciascun intervento di riqualifica lungo lo sviluppo dell'infrastruttura si dovrà tener conto che ognuno di essi è ragionevolmente attuabile se raggiunge uno sviluppo minimo indicativo di 100 – 150 m. Se un intervento risulta minore di questo sviluppo è possibile estendere uno degli interventi adiacenti.

La planimetria schematica degli interventi di riqualifica è rappresentata nell'elaborato cod. 60197-00000-A00.

Nella verifica degli interventi di riqualifica previsti, sintetizzati in Tabella 2 e descritti nei paragrafi che seguono, si è tenuto conto degli effetti sulle prestazioni della pavimentazione esistente del fatto che essa è aperta al traffico da circa un anno. Qualora gli interventi di riqualifica vengano attuati non immediatamente, ma siano rinviati nel tempo, prima della realizzazione degli interventi di riqualifica secondo quanto previsto in progetto dovrà esser verificata la vita residua della pavimentazione esistente, sottoposta al traffico effettivamente transitato durante il periodo di esercizio, per valutare se il suo grado di ammaloramento possa inficiare qualcuna delle soluzioni di riqualifica previste in questa fase. Queste soluzioni, si ricorda, presuppongono un'anzianità della pavimentazione esistente pari a circa un anno.

Società in Progetto
Brebemi SpA

Nota ² : per spessori di MCAD superiori a 25 cm si deve realizzare lo strato con doppia stesa di materiale.

4.8.2 Verifica delle prestazioni dell'intervento tipo A

La verifica è effettuata con riferimento alla struttura più debole che è quella in corrispondenza dei punti in cui la differenza di quota vecchio/nuovo è di -14 cm (v.Figura 1).

La stratigrafia dell'intervento di riqualifica tipo A è riassunta in Tabella 3.

Tabella 3 – Pavimentazioni previste dell'intervento di riqualifica tipo A

Strato	Spessore	
	Usura in Conglomerato Bituminoso Drenante	cm
Strato di collegamento in CB con bitume modificato	cm	6
Strato di base in MCAD_EM con bitume modificato	cm	21
Strato di fondazione in Misto Granulare Non Legato (esistente)	cm	25
TOTALE	cm	56

Questa pavimentazione, verificata mediante il metodo M-E PDG con i dati di progetto esplicitati nel capitolo 4, ha fornito i risultati riportati in Tabella 4.

Tabella 4 – Risultati delle verifiche effettuate con il metodo M-E PDG sulla pavimentazione dell'intervento di riqualifica tipo A

Traffico	33.0 milioni di VP
Affidabilità	R = 90%
INDICATORE DI PRESTAZIONE	
Fessurazione di tipo "bottom-up" (%)	1.45% (limite 25%)
Fessurazione di tipo "top-down" (m/km)	43.43 (limite 200 m/km)
Danno per fatica (Bottom-up)	2.69x10 ⁻⁶ % (limite 5x10 ⁻¹ %)
Profondità ormaie (mm)	12.12 (limite 12 mm)
IRI (mm/m)	1.83 (limite 2.1 mm/m)

Alla luce dei risultati delle verifiche effettuate si deduce che la struttura della pavimentazione dell'intervento di riqualifica tipo A è idonea a sopportare i nuovi livelli di traffico. Dovranno comunque essere previsti durante l'esercizio interventi di manutenzione con ripristino del manto di usura drenante per rinnovare le sue caratteristiche di drenaggio e di aderenza.

4.8.3 Verifica delle prestazioni dell'intervento tipo B1

La verifica è effettuata con riferimento alla struttura più debole che è quella in corrispondenza dei punti in cui la differenza di quota vecchio/nuovo è di -5 cm (v.Figura 1).

La stratigrafia dell'intervento di riqualifica tipo B1 è riassunta in Tabella 5.

Società di Progetto
Brebemi SpA



Tabella 5 – Pavimentazioni previste dell'intervento di riqualifica tipo B1

Strato	Spessore	
	cm	
Usura in Conglomerato Bituminoso Drenante	cm	4
Strato di collegamento in CB con bitume modificato	cm	6
Strato di base in MCAD_EM con bitume modificato	cm	15
Strato di sottobase in Misto Cementato (esistente)	cm	15
Strato di fondazione in Misto Granulare Non Legato (esistente)	cm	25
TOTALE	cm	65

Questa pavimentazione, verificata mediante il metodo M-E PDG con i dati di progetto esplicitati nel capitolo 4, ha fornito i risultati riportati in Tabella 6.

Tabella 6 – Risultati delle verifiche effettuate con il metodo M-E PDG sulla pavimentazione dell'intervento di riqualifica tipo B1

Traffico	33.0 milioni di VP
INDICATORE DI PRESTAZIONE	
Fessurazione di tipo "bottom-up" (%)	1.45% (limite 25%)
Fessurazione di tipo "top-down" (m/km)	1.1×10^{-2} (limite 200 m/km)
Danno per fatica (Bottom-up)	1.76×10^{-6} % (limite 5×10^{-1} %)
Profondità ormaie (mm)	6.95 (limite 15 mm)
IRI (mm/m)	1.37 (limite 2.1 mm/m)

Alla luce dei risultati delle verifiche effettuate si deduce che la struttura della pavimentazione dell'intervento di riqualifica tipo B1 è idonea a sopportare i nuovi livelli di traffico.

Dovranno comunque esser previsti durante l'esercizio interventi di manutenzione con ripristino del manto di usura drenante per rinnovare le sue caratteristiche di drenaggio e aderenza.

APPROVATO SDR

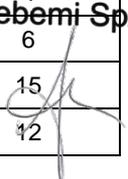
4.8.4 Verifica delle prestazioni dell'intervento tipo B2

La verifica è effettuata con riferimento alla struttura più debole che è quella in corrispondenza dei punti in cui la differenza di quota vecchio/nuovo è di 2 cm (v.Figura 1).

La stratigrafia dell'intervento di riqualifica tipo B2 è riassunta in Tabella 7.

Tabella 7 – Pavimentazioni previste dell'intervento di riqualifica tipo B2

Strato	Spessore	
	cm	
Usura in Conglomerato Bituminoso Drenante	cm	4
Strato di collegamento in CB con bitume modificato	cm	6
Strato di base in MCAD_EM con bitume modificato	cm	15
Strato di base in CB (esistente)	cm	12

Società di Progetto
Brebemi SpA


	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 39 di 85

Strato di sottobase in Misto Cementato (esistente)	cm	22
Strato di fondazione in Misto Granulare Non Legato (esistente)	cm	25
TOTALE	cm	72

Questa pavimentazione, verificata mediante il metodo M-E PDG con i dati di progetto esplicitati nel capitolo 4, ha fornito i risultati riportati in Tabella 8.

Tabella 8 – Risultati delle verifiche effettuate con il metodo M-E PDG sulla pavimentazione dell'intervento di riqualifica tipo B2

Traffico	33.0 milioni di VP
INDICATORE DI PRESTAZIONE	
Fessurazione di tipo "bottom-up" (%)	1.66% (limite 25%)
Fessurazione di tipo "top-down" (m/km)	1.64×10^{-2} (limite 200 m/km)
Danno per fatica (Bottom-up)	9.1×10^{-2} % (limite 5×10^1 %)
Profondità ormaie (mm)	7.04 (limite 15 mm)
IRI (mm/m)	1.28 (limite 2.1 mm/m)

Alla luce dei risultati delle verifiche effettuate si deduce che la struttura della pavimentazione dell'intervento di riqualifica tipo B2 è idonea a sopportare i nuovi livelli di traffico. Dovranno comunque esser previsti durante l'esercizio interventi di manutenzione con ripristino del manto di usura drenante per rinnovare le sue caratteristiche di drenaggio e aderenza.

4.8.5 Verifica delle prestazioni dell'intervento tipo C

La verifica è effettuata con riferimento alla struttura più debole che è quella in corrispondenza dei punti in cui la differenza di quota vecchio/nuovo è di 14 cm (v. Figura 1).

La stratigrafia dell'intervento di riqualifica tipo C è riassunta in Tabella 9.

Tabella 9 – Pavimentazioni previste dell'intervento di riqualifica tipo C

Strato	Spessore	
Usura in Conglomerato Bituminoso Drenante	cm	4
Strato di collegamento in CB con bitume modificato	cm	6
Strato di base in MCAD_EM con bitume modificato	cm	15
Strato di base in CB (esistente)	cm	12
Strato di sottobase in Misto Cementato (esistente)	cm	22
Strato di fondazione in Misto Granulare Non Legato (esistente)	cm	25
TOTALE	cm	84

Società di Progetto
Brehemi SpA

Questa pavimentazione, verificata mediante il metodo M-E PDG con i dati di progetto esplicitati nel capitolo 4, ha fornito i risultati riportati in Tabella 10.

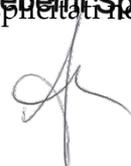


Tabella 10 – Risultati delle verifiche effettuate con il metodo M-E PDG sulla pavimentazione dell'intervento di riqualifica tipo C

Traffico	33.0 milioni di VP
INDICATORE DI PRESTAZIONE	
Fessurazione di tipo "bottom-up" (%)	1.66% (limite 25%)
Fessurazione di tipo "top-down" (m/km)	1.64×10^{-2} (limite 200 m/km)
Danno per fatica (Bottom-up)	4.0×10^{-2} % (limite 5×10^1 %)
Profondità ormaie (mm)	4.61 (limite 15 mm)
IRI (mm/m)	1.28 (limite 2.1 mm/m)

Per quanto riguarda l'intervento C si è voluto sottoporre a verifica anche la condizione in cui lo spessore di ricarica della pavimentazione esistente, previa scarifica dello strato di usura e binder, assume il valore massimo di 51 cm (v.Figura 1).

La stratigrafia dell'intervento di riqualifica tipo C nel punto di spessore massimo è riassunta in Tabella 11.

Tabella 11 – Pavimentazioni previste dell'intervento tipo D

Strato	Spessore	
	Usura in Conglomerato Bituminoso Drenante	cm
Strato di collegamento in CB con bitume modificato	cm	6
Strato di base MCAD_EM con bitume modificato	cm	41
Strato di base in CB (esistente)	cm	12
Strato di sottobase in Misto Cementato (esistente)	cm	22
Strato di fondazione in Misto Granulare Non Legato (esistente)	cm	25
TOTALE	cm	110

Questa pavimentazione, verificata mediante il metodo M-E PDG con i dati di progetto esplicitati nel capitolo 4, ha fornito i risultati riportati in Tabella 12.

Tabella 12 – Risultati delle verifiche effettuate con il metodo M-E PDG sulla pavimentazione dell'intervento tipo D

Traffico	33.0 milioni di VP
INDICATORE DI PRESTAZIONE	
Fessurazione di tipo "bottom-up" (%)	1.66% (limite 25%)
Fessurazione di tipo "top-down" (m/km)	2.1×10^{-4} (limite 200 m/km)
Danno per fatica (Bottom-up)	3.0×10^{-3} % (limite 5×10^1 %)
Profondità ormaie (mm)	3.07 (limite 15 mm)
IRI (mm/m)	1.22 (limite 2.1 mm/m)

Società di Progetto
Brebemi SpA

Alla luce dei risultati delle verifiche effettuate si deduce che la struttura della pavimentazione dell'intervento di riqualifica tipo C nella configurazione con spessore massimo è idonea a sopportare i nuovi livelli di

traffico. Dovranno comunque esser previsti durante l'esercizio interventi di manutenzione con ripristino del manto di usura drenante per rinnovare le sue caratteristiche di drenaggio e aderenza.

4.9 Pavimentazione nuova su carreggiata nord

Per quanto concerne la realizzazione della nuova carreggiata nord si prevede una pavimentazione semirigida confezionata con materiali ad alte prestazioni. Il manto di usura previsto è di tipo drenante. La stratigrafia della pavimentazione nuova della carreggiata nord è riassunta in Tabella 13.

Tabella 13 – Struttura pavimentazione nuova della carreggiata nord

Strato	Spessore	
	Usura in Conglomerato Bituminoso (CB) Drenante	cm
Strato di collegamento in CB con bitume modificato tipo hard	cm	6
Strato di base in CB con bitume modificato tipo hard	cm	20
Strato di sottobase in Misto Cementato	cm	25
TOTALE	cm	55

Questa pavimentazione, verificata mediante il metodo M-E PDG con i dati di progetto esplicitati nel capitolo 4, ha fornito i risultati riportati in Tabella 14.

Tabella 14 - Risultati delle verifiche effettuate con il metodo M-E PDG sulla pavimentazione nuova della carreggiata nord

Traffico	33.0 milioni di VP
INDICATORI DI PRESTAZIONE	
Fessurazione di tipo "bottom-up" (%)	1.45% (limite 25%)
Fessurazione di tipo "top-down" (m/km)	3.9×10^{-2} (limite 200 m/km)
Danno per fatica (Bottom-up)	2.33×10^{-6} (limite 5×10^{-1} %)
Profondità ormaie (mm)	5.58 (limite 15 mm)
IRI (mm/m)	1.37 (limite 2.1 mm/m)

Alla luce dei risultati delle verifiche effettuate si deduce che la struttura della pavimentazione della nuova carreggiata Nord è idonea a sopportare i nuovi livelli di traffico. Dovranno comunque essere previsti durante l'esercizio interventi di manutenzione con ripristino del manto di usura drenante per rinnovare le sue caratteristiche di drenaggio e aderenza

4.10 Pavimentazione sulle rampe di svincolo

Per quanto concerne la realizzazione delle rampe di svincolo si prevede una pavimentazione semirigida confezionata con materiali ad alte prestazioni. Il manto di usura previsto è di tipo drenante. La stratigrafia della pavimentazione prevista per gli svincoli è riassunta in Tabella 15.

Tabella 15 - Struttura pavimentazione prevista per gli svincoli

Strato	Spessore	
	cm	
Usura in Conglomerato Bituminoso tipo SMA	cm	3
Strato di collegamento in CB con bitume modificato tipo "hard"	cm	6
Strato di base in CB con bitume modificato tipo "hard"	cm	14
Strato di sottobase in Misto Cementato	cm	22
Strato di fondazione in Misto Granulare Non Legato	cm	25
TOTALE	cm	70

Questa pavimentazione, verificata mediante il metodo M-E PDG con i dati di progetto esplicitati nei capitoli precedente, ha fornito i risultati riportati in Tabella 16.

Tabella 16 - Risultati delle verifiche effettuate con il metodo M-E PDG sulla pavimentazione prevista per gli svincoli

Traffico	16.8 milioni di VP
INDICATORE DI PRESTAZIONE	
Fessurazione di tipo "bottom-up" (%)	1.74% (limite 25%)
Fessurazione di tipo "top-down" (m/km)	1.0×10^{-2} (limite 200 m/km)
Danno per fatica (Bottom-up)	0.041 % (limite 5×10^{-1} %)
Profondità ormaie (mm)	3.95 (limite 15 mm)
IRI (mm/m)	1.37 (limite 2.1 mm/m)

4.11 Pavimentazione sulle rampe di collegamento all'autostrada A4

Per quanto concerne la realizzazione della pavimentazioni delle rampe di collegamento con l'A4, corrispondenti alla tratta D si prevede una pavimentazione semirigida confezionata con materiali ad alte prestazioni. Il volume di traffico che interessa queste rampe è quantificabile in circa 27 milioni di veicoli in 20 anni. Trattandosi di rampe di svincoli, questi 27 milioni di passaggi costituiscono anche un valore di progetto. Dal momento che il numero di passaggi è paragonabile a quello dell'Asse Principale (33.0 milioni) piuttosto che a quello degli svincoli (16.8 milioni), per questo tipo di pavimentazione si prevede una struttura molto simile a quella dell'Asse Principale ad eccezione dello strato di usura che non è in conglomerato bituminoso drenante bensì in splittmastix asphalt (SMA). La stratigrafia della pavimentazione prevista per queste rampe è riassunta in Tabella .

Tabella 17 - Pavimentazioni previste per le rampe di collegamento con l'autostrada A4.

Strato	Spessore	
	cm	
Usura in Conglomerato SMA	cm	3
Strato di collegamento in CB con bitume modificato tipo hard	cm	6
Strato di base in CB con bitume modificato tipo hard	cm	20
Strato di sottobase in Misto Cementato	cm	25
TOTALE	cm	54

Questa pavimentazione, verificata mediante il metodo M-E PDG con i dati di progetto esplicitati nel capitolo 4, ha fornito i risultati riportati in **Tabella**.

Tabella 18 - Risultati delle verifiche effettuate con il metodo M-E PDG sulla pavimentazione delle rampe di collegamento con l'autostrada A4.

Traffico	33.0 milioni di VP
INDICATORI DI PRESTAZIONE	
Fessurazione di tipo "bottom-up" (%)	1.45% (limite 25%)
Fessurazione di tipo "top-down" (m/km)	4.3x10 ⁻⁸ (limite 200 m/km)
Danno per fatica (Bottom-up)	2.28x10 ⁻⁷ (limite 5x10 ¹ %)
Profondità ormaie (mm)	0.53 (limite 15 mm)
IRI (mm/m)	1.24 (limite 2.1 mm/m)

4.12 CONCLUSIONI

Le pavimentazioni analizzate portano alle seguenti conclusioni:

- la pavimentazioni previste come intervento di riqualifica in occasione degli interventi di risagomatura comunque necessari per fornire alla pavimentazione esistente la sagoma del nuova infrastruttura, sono idonee a sopportare i carichi del traffico veicolare previsto nei 20 anni di periodo di riferimento.
- la pavimentazione proposta per la nuova carreggiata nord in direzione Milano non manifesta nessun problema di eccessivo ormaimento, di carattere fessurativo o di regolarità superficiale.
- la pavimentazione prevista per gli svincoli presenta un basso livello fessurativo ed una regolarità superficiale entro i limiti per tutto il periodo di riferimento. Con la soluzione prevista di adottare bitumi modificati le deformazioni permanenti non superano il limite nei 20 anni di periodo di riferimento ed in questo modo non è necessario prevedere interventi manutenzione per il superamento del limite di uno degli indicatori di prestazione considerati.
- la pavimentazione prevista per le rampe del collegamento con l'A4 presenta una struttura simile a quello dell'asse principale ad eccezione dello strato di usura che viene realizzato in conglomerato bituminoso chiuso tipo splittmastix asphalt (SMA). Tutti gli indicatori di prestazione si mantengono al di sotto dei limiti di ammissibilità.

Si rimanda alla fase di progettazione esecutiva ogni approfondimento riguardo alla tematica delle pavimentazioni.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 44 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

4.13 Sezioni tipo

La sezione autostradale è di tipo A in ambito extraurbano a 2+2 corsie di marcia, della larghezza minima di 25,60 m e composta da due carreggiate, ciascuna organizzata con due corsie di marcia di 3,75 m oltre ad una corsia di emergenza di larghezza minima 3,00 m; le due carreggiate sono separate da un margine interno di larghezza minima pari a 4,20 m. Lo spazio riservato allo spartitraffico, destinato al funzionamento delle barriere di sicurezza, è pari ad almeno 2,80 m, affiancato da due banchine in sinistra di larghezza pari a 0,70 m.

Per ogni carreggiata, ad intervalli di 1000 m circa, sono previste piazzole di sosta che comportano un allargamento della piattaforma di ulteriori 3.00 m oltre la corsia di emergenza e presentano uno sviluppo pari a 65 m, di cui 25 m a larghezza costante e 2x20 m a larghezza variabile di raccordo alla piattaforma tipo.

L'arginello ha una larghezza pari a 1.70 m, sulle rampe di interconnessione e di svincolo gli arginelli sono previsti di larghezza 1.30m. La pendenza delle scarpate sia dei tratti in trincea che dei tratti in rilevato è prevista 2v/3o ad esclusione delle rampe di interconnessione con l'Autostrada A4 che prevedono pendenza pari a 4v/7o.

Nei tratti in rilevato le scarpate saranno inerbite superficialmente stendendo una coltre di terreno vegetale spessa 30cm; nei tratti in trincea è invece prevista la stesa di una geostuoia.

La protezione del piede del rilevato viene garantita costruendo fossi di guardia in terra o rivestiti; nel caso della trincea verrà realizzato un arginello in terreno naturale in sommità alla scarpata.

Viene infine prevista la raccolta separata delle acque di piattaforma attraverso la realizzazione di apposite canalette prefabbricate che convogliano le acque di prima pioggia agli impianti di trattamento.

La formazione del rilevato avverrà previa preparazione del piano di posa con scotico e bonifica secondo le indicazioni progettuali e di capitolato.

APPROVATO SDR

4.14 Velocità di progetto

L'intervallo di velocità di progetto previsto dalla normativa per le strade di categoria A è 90 – 140 km/h.

Le verifiche relative all'andamento sia planimetrico che altimetrico sono state condotte in base all'intervallo di velocità suddetto mentre le velocità di percorrenza imposte dalla segnaletica sono via via decrescenti in avvicinamento alla barriera di esazione.

4.15 Visibilità e relativi allargamenti

“L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione.” – D.M. 6792 del 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” – Capitolo 5.

Società di Progetto
Brehermi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 45 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

Con gli andamenti planimetrici ed altimetrici prima descritti, sulla base delle sezioni tipo e degli elementi marginali previsti lungo lo sviluppo del tracciato, sono stati costruiti graficamente e verificati gli allargamenti necessari per garantire all'utente in transito le necessarie distanze di visibilità.

Nel caso in cui si rilevino insufficienti distanze di visuale libera bisognerà adottare i provvedimenti necessari per allontanare dalla carreggiata gli ostacoli alla visibilità.

Per quanto riguarda il progetto in esame si rimanda agli specifici elaborati

In tali elaborati è possibile individuare le zone allargate della piattaforma stradale. Sono state calcolate e rappresentate in un diagramma le distanze di visuale libera e di visibilità previste dalla normativa, effettuando un'analisi della visibilità tridimensionale.

Le impostazioni dei più importanti parametri di verifica (altezza del punto di vista, altezza dell'oggetto da vedere, percorso del punto di vista, percorso dell'oggetto da vedere, coefficienti di aderenza longitudinale, ecc.) sono gli standard proposti dalla normativa di riferimento.

Per la determinazione delle verifiche di visibilità si sono utilizzati i seguenti dati:

Velocità di progetto (V_p) = velocità attribuita ad ogni punto di un tracciato stradale in base all'andamento plano-altimetrico. La velocità di progetto in un determinato punto del tracciato si deduce dal diagramma di velocità.

Distanza di visuale libera per l'arresto ($D_{v,a}$) = lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé ai fini dell'arresto di fronte ad un ostacolo fisso.

Distanza di visibilità per l'arresto (D_a) = spazio minimo necessario affinché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto; la distanza si ottiene sommando lo spazio di reazione e lo spazio di frenata. La distanza di visibilità per l'arresto è funzione della velocità di progetto, da desumere puntualmente dal diagramma di velocità, del tipo di strada, da cui dipendono i valori dei coefficienti di aderenza longitudinale $f_l(V)$ e della pendenza longitudinale dell'asse (i).

Le modalità predefinite di esecuzione delle verifiche di visibilità (numero e tipo di verifiche, altezza del punto di vista, altezza dell'ostacolo, coefficienti di aderenza longitudinale) corrispondono a quanto previsto dal D.M. 6792 del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Le verifiche da effettuare nelle strade con almeno due corsie per senso di marcia riguardano le seguenti distanze di visibilità:

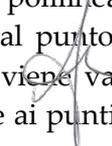
- distanza di visibilità per l'arresto (D_a);
- distanza di visibilità per il cambiamento di corsia (D_c).

Le distanze di visuale libera e di visibilità vengono determinate nelle corsie più interna e più esterna di ciascuna carreggiata.

La distanza di visuale libera per l'arresto ($D_{v,a}$) viene valutata facendo scorrere il punto di vista lungo ciascuna delle polilinee 3d (asse corsia esterna sinistra), (asse corsia interna sinistra), (asse corsia interna destra), (asse corsia esterna destra). Le distanze di visuale libera per l'arresto si valutano con un determinato passo lungo il tracciato; per ciascuna progressiva individuata sul tracciato il punto di vista (P_v) viene posizionato ad un'altezza h_1 pari a 1.10 m al di sopra delle polilinee sopra menzionate, l'oggetto da vedere (P_t) ad un'altezza h_2 pari a 0.10 m sulla stessa polilinea dove è collocato il punto di vista; l'oggetto viene spostato in punti via via più lontani dal punto di vista finché il raggio visuale che collega P_v e P_t incontra un ostacolo. In quell'istante viene valutata la distanza di visuale libera per l'arresto ($D_{v,a}$) come differenza di progressive relative ai punti P_t e P_v .

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 46 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

La distanza di visuale libera per l'arresto sarà in seguito confrontata con la distanza di visibilità per l'arresto (Da), calcolata secondo normativa.

Per quanto riguarda la visibilità per l'arresto questa è stata garantita sull'intero sviluppo del tracciato, intervenendo con allargamenti oltre la banchina in sinistra (larghezza 0,70 m) e la corsia d'emergenza (larghezza 3,00 m) ove questo risulti necessario.

Per quanto riguarda la verifica della visibilità per il cambio corsia il criterio di calcolo è simile a quello descritto per il calcolo degli allargamenti necessari per garantire la distanza di arresto ma i dati per definire la posizione tridimensionale del punto di vista e dell'oggetto da vedere sono differenti. L'oggetto da vedere infatti si muove sulla corsia a lato di quella oggetto di verifica ad un'altezza di 1,10 m, ritenendo che si debba trapiantare il veicolo in uscita che può influenzare la manovra stessa di cambio corsia del veicolo che sta sopraggiungendo.

La verifica viene svolta sull'intero tracciato.

Il valore minimo da garantire è pari a

$$D_c = 9.5 \times v$$

Dove 9.5 sono i secondi necessari per percepire e riconoscere la situazione e per la decisione ed effettuazione della manovra di cambiamento di una sola corsia e v la velocità in m/s dedotta dal diagramma delle velocità. Considerando una velocità di 140 km/h la distanza per il cambio corsia è pari a 369m ed è sempre garantita nei punti critici.

4.16 DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ

La verifica della correttezza della progettazione comporta la redazione del diagramma di velocità per ogni senso di marcia; nell'elaborato specifico allegato al progetto è stato redatto un unico diagramma, corredato della tabella riepilogativa delle caratteristiche geometriche del tracciato di entrambe le direzioni, evidenziando gli allargamenti del margine esterno previsti per garantire la distanza di visibilità per l'arresto.

L'esame del diagramma non ha evidenziato criticità.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 47 di 85
--	--------------------------------	--	------------	--------------------

5 SVINCOLO DI INTERCONNESSIONE A35 – A4

5.1 Configurazione dello svincolo

L'interconnessione descritta nel presente capitolo permette di connettere la bretella di collegamento tra l'estremo est della A35 con l'autostrada A4; tale bretella si prevede, come già descritto, potenziata a caratteristiche autostradali ossia trasformata da strada di categoria C a strada di categoria A.

Lo svincolo di interconnessione tra la A35 e la A4 rappresenta, all'interno della rete autostradale, un punto singolare, per i vincoli infrastrutturali e ambientali presenti, ma di particolare rilevanza, per la funzione che assume il raccordo tra le due autostrade.

L'ambito territoriale in cui è prevista l'attuazione dell'importante nodo autostradale di interconnessione risulta a Sud-Ovest del comune di Brescia; in particolare L'interconnessione risulta completamente inserita all'interno del territorio comunale di Castegnate ad eccezione della parte terminale del ramo da Milano sulla A35 verso Verona sulla A4 e della parte iniziale del ramo da Verona sulla A4 verso Milano sulla A35, ricadenti nel comune di Antezzate.

La scelta della tipologia di svincolo si è orientata verso la soluzione che presuppone migliori condizioni di deflusso del traffico veicolare e di sicurezza nella circolazione stradale.

Le analisi e le verifiche, effettuate sulla base dei dati di traffico simulati e disponibili, hanno riguardato gli aspetti prettamente trasportistici, tra i quali, in primo luogo, gli aspetti funzionali e di sicurezza della circolazione. Le valutazioni riguardo alla tipologia delle rampe di interlacciamento, alla consistenza dei flussi veicolari previsti, ai punti di convergenza/divergenza, alle modalità di deflusso, alla possibilità di accumulo, alle condizioni generali di sicurezza, ed alla possibilità di mitigare efficacemente anche in sede di approfondimento progettuale gli elementi di criticità individuati, hanno portato alla scelta dello svincolo di progetto come soluzione complessivamente migliore per consentire la corretta interconnessione autostradale tra la A35 e la A4.

Il collegamento delle due autostrade presenta due sole funzioni, cioè i rami da Verona sulla A4 verso Milano sulla A35 e da Milano sulla A35 verso Verona sulla A4, perché sono queste le uniche funzioni utili in relazione ai flussi di traffico che si possono generare sulla connessione. Al termine di questi due rami, lato A35, è prevista la realizzazione di una barriera di esazione.

Viene mantenuta la connessione tra l'autostrada A35 con la tangenziale sud di Brescia mediante la realizzazione di rampe monodirezionali apposite per questa funzione. Tali le rampe di svincolo si staccano dal nuovo asse autostradale appena prima del piazzale della barriera di esazione.

La rampa che dall'autostrada A35 porta verso la tangenziale di Brescia corre a sud del piazzale di stazione e a seguire sottopassa, mediante un sottovia a struttura scatolare in conglomerato cementizio armato, il piazzale stesso per poi spostarsi a nord fino ad affiancare il ramo che corre in senso opposto cioè che dalla tangenziale di Brescia si connette all'autostrada A35. Una volta affiancati i due rami sottopassano l'autostrada A4 sfruttando una delle canne della galleria artificiale già predisposta a tal fine nell'ambito delle costruzioni di A35.

Dai due rami appena descritti si staccano due rampe che permettono il raccordo con la viabilità esistente innestandosi sulla rotatoria dello svincolo Travagliato Est.

Quanto descritto è schematizzato nella figura della pagina seguente.

I rami che compongono l'interconnessione sono in seguito elencati:

- Ramo BBM: piazzale di esazione

Società di Progetto
Brebemi SpA



- Ramo A4-BB: ramo da Verona sulla A4 verso Milano sulla A35
- Ramo BB-A4: ramo da Milano sulla A35 verso Verona sulla A4
- Ramo BB-BS: ramo da Milano sulla A35 alla Tangenziale Sud di Brescia
- Ramo BS-BB: ramo dalla Tangenziale Sud di Brescia alla A35 direzione Milano
- Ramo BS-RO: ramo dalla Tangenziale Sud di Brescia alla rotatoria dello svincolo Travagliato Est
- Ramo RO-BS: ramo dalla rotatoria dello svincolo Travagliato Est alla Tangenziale Sud di Brescia.

Lo svincolo si inserisce correttamente nel contesto territoriale, non alterando la percezione dei luoghi, in relazione alla contenuta altezza dei rilevati ed in relazione al fatto che le interferenze con il tracciato autostradale della A4 avviene per mezzo di un'opera di sottopasso.



Interconnessione A35-A4

-  A35
-  Rampe di Interconnessione A35-A4
-  A4
-  Connessione A35-TG Sud di Brescia con rampe di raccordo alla viabilità locale

Società di Progetto
Brebemi SpA



5.2 Velocità di progetto

Per definire le caratteristiche plano-altimetriche delle rampe sono stati preliminarmente individuati gli intervalli di velocità di progetto. Alcune indicazioni per le loro individuazioni vengono fornite nella tabella riportata sotto dove si correlano le tipologie fondamentali di rampe con la classificazione delle strade afferenti al nodo, attribuendo gli intervalli cinematici di progetto.

<i>Tipi di rampe</i>	<i>Incroci A/A, A/B, B/A</i>	<i>Incroci A/C, B/B, C/A, C/B, altro</i>
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

Velocità di progetto in funzione della tipologia di rampa e del tipo di incrocio (fonte D.M. 1699)

Le migliori prestazioni cinematiche sono espresse dalle rampe curvilinee dirette, mentre per le rampe indirette vengono ammessi riferimenti cinematici ridotti, con ulteriori specificazioni per differenziare le traiettorie di uscita dalle correnti principali rispetto a quelle di immissione, da ritenersi suscettibili di valori prestazionali più ridotti in termini di velocità di riferimento.

Nel caso in oggetto si è scelto per la rampa semidiretta A4-BB di utilizzare un intervallo di velocità di progetto maggiore di quello prescritto, considerando le buone caratteristiche plano – altimetriche, così da ottenere un livello prestazionale migliore per la funzione espletata dal suddetto ramo.

Tra le tipologie di rampa sono state introdotte anche quelle rettilinee dirette dove cioè le limitazioni alla velocità di progetto non derivano da vincoli di traiettorie curvilinee ma richiedono provvedimenti segnaletici ed altre indicazioni di carattere prescrittivo. In questo caso si è preferito limitare la velocità massima per dare maggiore omogeneità alla rampa, consentendo una variazione massima della velocità di progetto pari a 20 km/h.

<i>Ramo</i>	<i>Tipologia</i>	<i>Velocità di progetto adottata (km/h)</i>
A4-BB	semidiretta	70-90
BB-A4	diretta	60-80
BB-BS	rettilinea diretta	60
BS-BB	rettilinea diretta	60
BS-RO	rettilinea diretta	60
RO-BS	rettilinea diretta	60

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



5.3 PAVIMENTAZIONE

5.3.1 Pavimentazione delle rampe di collegamento all'autostrada A4

5.3.1.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DELLA PAVIMENTAZIONE SULLE RAMPE DI COLLEGAMENTO CON L'AUTOSTRADA A4

Nelle tabelle sono rappresentate le principali caratteristiche fisico meccaniche necessarie alla schematizzazione, nel software di calcolo utilizzato, dei materiali costituenti la stratigrafia delle pavimentazione nuova da realizzare per la carreggiata nord.

Tabella - Parametri utilizzati per gli strati in CB per l'analisi con il metodo M-E PDG della pavimentazione del collegamento con l'autostrada A4

PARAMETRO	$\rho_{3/4}$ [%]	$\rho_{3/8}$ [%]	ρ_4 [%]	ρ_{200} [%]	Va [%]	Vb [%]	A	VTS
USURA in SMA	0.40	50.5	84.3	6.0	20.0	10.6	9.5140	-3.1280
BINDER con bitume modificato tipo hard	4.3	27.2	43.9	7.0	4.5	11.4	10.6508	-3.5537
BASE in CB con bitume modificato tipo hard	26.0	43.9	56.8	5.0	5.0	10.2	10.6508	-3.5537

Tabella- Modulo elastico per l'analisi con il metodo M-E PDG dello strato di sottobase della pavimentazione del collegamento con l'autostrada A4

Strato	E (MPa)
Misto cementato	1000

5.3.1.2 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI DELLE PAVIMENTAZIONI SULLE RAMPE DI COLLEGAMENTO CON L'AUTOSTRADA A4

Per quanto concerne la realizzazione della pavimentazioni delle rampe di collegamento con l'A4, corrispondenti alla tratta D di **Tabella** del par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, si prevede una pavimentazione semirigida confezionata con materiali ad alte prestazioni. Il volume di traffico che interessa queste rampe è quantificabile in circa 27 milioni di veicoli in 20 anni. Trattandosi di rampe di svincoli, questi 27 milioni di passaggi costituiscono anche un valore di progetto. Dal momento che il numero di passaggi è paragonabile a quello dell'Asse Principale (33 milioni) piuttosto che a quello degli svincoli (16.5 milioni), per questo tipo di pavimentazione si prevede una struttura molto simile a quella dell'Asse Principale ad eccezione dello strato di usura che non è in conglomerato bituminoso drenante bensì in splittmastix asphalt (SMA). La stratigrafia della pavimentazione prevista per queste rampe è riassunta in tabella.

Tabella - Pavimentazioni per le rampe di collegamento con l'autostrada A4 e per il piazzale di barriera.

Strato	Spessore	
Usura in Conglomerato SMA	cm	3
Strato di collegamento in CB con bitume modificato tipo hard	cm	6

Società di Progetto
Brebemi SpA

Strato di base in CB con bitume modificato tipo hard	cm	20
Strato di sottobase in Misto Cementato	cm	25
TOTALE	cm	54

Questa pavimentazione, verificata mediante il metodo M-E PDG con i dati di progetto esplicitati nel paragrafo 4.6.1.2 hanno fornito i risultati riportati in **Tabella**.

Tabella - Risultati delle verifiche effettuate con il metodo M-E PDG sulla pavimentazione delle rampe di collegamento con l'autostrada A4.

Traffico	33.0 milioni di VP
Affidabilità	R = 90%
INDICATORI DI PRESTAZIONE	
Fessurazione di tipo "bottom-up" (%)	1.45% (limite 25%)
Fessurazione di tipo "top-down" (m/km)	48.58 (limite 200 m/km)
Danno per fatica (Bottom-up)	2.28×10^{-7} (limite 50%)
Profondità ormaie (mm)	8.29 (limite 12 mm)
IRI (mm/m)	1.69 (limite 2.1 mm/m)

Tutti gli indici di valutazione della prestazione della pavimentazione sono al di sotto dei limiti.

La stratigrafia della pavimentazione prevista per gli svincoli è indicata in seguito. Per le verifiche si rimanda all'elaborato specifico.

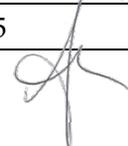
5.3.2 Pavimentazione per il ramo bbm ad eccezione del piazzale di esazione (ramo bbm).

Strato	Spessore	
Usura in Conglomerato Bituminoso drenante	cm	4
Strato di collegamento in CB con bitume modificato tipo hard	cm	6
Strato di base in CB con bitume modificato tipo hard	cm	20
Strato di sottobase in Misto Cementato	cm	25
TOTALE	cm	55

5.3.3 Pavimentazione per le corsie di accelerazione e decelerazione dell'autostrada a4 (bb-a4, a4-bb).

Strato	Spessore	
Usura in Conglomerato Bituminoso drenante	cm	4
Strato di collegamento in CB con bitume modificato tipo hard	cm	6
Strato di base in CB con bitume modificato tipo hard	cm	25
Fondazione legata in Misto Cementato	cm	30
Fondazione in Misto Stabilizzato	cm	20
TOTALE	cm	85

Società di Progetto
Brebemi SpA



Le pavimentazioni analizzate portano alle seguenti conclusioni:

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 52 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- la pavimentazione dell'attuale Lotto 0A, nonostante un basso livello fessurativo, non è in grado di sopportare il passaggio dei veicoli pesanti previsti nei 20 anni di periodo di riferimento in quanto manifesta deformazioni permanenti eccessive specialmente nei primi 2 anni di esercizio. Un eventuale intervento di manutenzione di ripristino dello strato di usura dopo il 2° anno non è in grado di escludere ulteriori interventi di manutenzione entro la fine del periodo di riferimento.
- la pavimentazione prevista per la nuova carreggiata nord in direzione Milano non manifesta nessun problema di carattere fessurativo o di regolarità superficiale. Le deformazioni permanenti superano il limite al 9° anno del periodo di analisi ma, tenendo conto che generalmente un manto di usura drenante viene sostituito dopo 10 anni, non costituiscono un particolare elemento di criticità.
- la pavimentazione prevista per gli svincoli presenta un basso livello fessurativo ed una regolarità superficiale entro i limiti per tutto il periodo di riferimento. Le deformazioni permanenti vengono superate al 16° anno di vita e data la difficoltà ad intervenire sulle rampe per la necessità di chiuderle al traffico si può ovviare a tal problema utilizzando bitumi modificati per gli strati di binder e base. Con i bitumi modificati le deformazioni permanenti non superano il limite nei 20 anni di periodo di riferimento ed in questo modo non è necessario prevedere interventi di rifacimento dello strato di usura a causa del superamento del limite di uno degli indicatori di prestazione.
- la pavimentazione prevista per le rampe del collegamento con l'A4 presenta una struttura simile a quello dell'asse principale ad eccezione dello strato di usura che viene realizzato in conglomerato bituminoso chiuso tipo splittmastix asphalt (SMA). In questo caso tutti gli indicatori di prestazione si sono dimostrati al di sotto dei limiti. Trattandosi di rampe di svincolo, per le quali è necessario limitare al minimo gli interventi di manutenzione, si è verificato che le deformazioni permanenti si mantengono al limite di 12 mm nei 20 anni di analisi.

5.4 Sezione tipo

Si rimanda al paragrafo § 4.7.

5.5 Caratteristiche plano-altimetriche

I parametri fondamentali per il disegno geometrico delle rampe sono indicati nella tabella riportata sotto; i raggi planimetrici adottati variano tra un minimo di 140 ad un massimo di 1787.15 m.

Per quanto riguarda inoltre la pendenza massima delle livellette, oltre alla differenziazione tra percorsi in salita anziché in discesa, sono stati utilizzati valori sempre inferiori al 6% in discesa e al 5% in salita.

La pendenza trasversale assume il valore minimo del 2,5% (per il deflusso dell'acqua meteorica), con un massimo, in curva, del 7%.

Società di Progetto
Brebemi SpA



APPROVATO SDR

Velocità di progetto (km/h)	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

Caratteristiche piano – altimetriche da D.M.1699

Ramo di svincolo	Vprogetto km/h	Larghezza m)	Lunghezza (m)	Raggio planimetrico o minimo (m)	Pendenza massima livellette (%)	Raggio min. concavo (m)	Raggio min. convesso (m)
RAMO BBM	-	-	5641.367	1787.150	-1.814/+1.220	5000	15000
RAMO A4-BB	70 - 90	11.50	1199.817	186.057	-0.610/+1.158	2000	3000
RAMO BB-A4	60 – 80	11.50	972.544	350	-2.669/+1.746	1000	3500
RAMO BB-BS	60	6.50-7.00	1042.277	140	-3.397/+4.295	1600	1500
RAMO BS-BB	60	6.50	1454.185	400	-0.243/+2.102	3500	10000
RAMO BS-RO	60	6.50	403.954	404	-4.429/+2.879	1600	1600
RAMO RO-BS	60	6.50	416.634	234	-3.667/+4.537	1600	1600

Caratteristiche piano – altimetriche di progetto

Per le verifiche piano – altimetriche dei rami in funzione delle velocità di progetto si rimanda alla relazione specifica.

Si segnala che gli elementi piano-altimetrici rispettano i valori minimi in funzione della velocità di progetto congruenti al D.M. 6792 del 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.

5.6 Visibilità e relativi ampliamenti

Si rimanda al paragrafo § 4.10.

5.7 Diagramma velocità

Si rimanda al paragrafo § 4.11.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 54 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

5.8 Verifiche corsie immissione e diversione

Per le verifiche di cui al D.M. 1699 del 19/4/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" riguardanti i vari elementi costituenti le singole corsie specializzate di immissione e diversione si rimanda alla relazione specifica.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 55 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

6 OPERE D'ARTE PRINCIPALI

La realizzazione del nuovo Raccordo e della interconnessione con barriera di esazione richiede la realizzazione di opere d'arte utili alla risoluzione delle interferenze stradali ed idrauliche.

Le opere d'arte principali sono il cavalcavia di via Cavallera su A4 ed il sottovia tramite il quale la bretella di collegamento alla tangenziale di Brescia, direzione da A35 verso Brescia, sottopassa il piazzale della nuova stazione di esazione.

Come già riportato le opere d'arte del tratto di arteria sulla quale è previsto l'allargamento, da due a quattro corsie, risultano già tutte predisposte per ospitare questo allargamento. Questo vale per le varie gallerie, per i sottovia e per i ponti canale.

Relativamente ai cavalcavia tramite i quali l'autostrada sovrappassa la rotatoria dello svincolo di Travagliato Est anche questi sono già predisposti per le quattro corsie ma i due cavalcavia che insistono sulla carreggiata lato nord devono essere leggermente allargati per fare posto ad una corsia di accelerazione, originariamente non prevista.

Oltre quanto sopra, il progetto comprende un insieme di opere d'arte minori, quali muri e tombini idraulici, fondazioni di barriere antirumore, un sottovia poderale, per i quali si rimanda ai relativi elaborati progettuali.

Nei paragrafi successivi si descrivono le principali caratteristiche delle opere d'arte maggiori, rimandando alle Relazioni Tecniche per gli approfondimenti del caso.

6.1 Cavalcavia Cavallera

Nel tratto dell'autostrada A4 a cui vengono affiancate le corsie di accelerazione e decelerazione della nuova interconnessione è presente un cavalcavia tramite il quale la strada comunale via Cavallera scavalca la A4.

La realizzazione delle suddette corsie peraltro già predisposte per la realizzazione della quarta corsia, comporta un notevole allargamento della sede autostradale e di conseguenza la demolizione e la ricostruzione del cavalcavia.

Scelta fondamentale per la ricostruzione dell'opera è stata quella di adottare un impalcato a via di corsa inferiore con spessore molto ridotto per la parte sottostante la sede stradale. L'adozione del suddetto spessore consente di non innalzare la quota della strada di scavalco e quindi di recuperare le rampe di accesso esistenti con modeste modifiche.

Il cavalcavia è costituito da un'unica campata in semplice appoggio di lunghezza complessiva dell'impalcato è 61.00m, la luce di calcolo è 60.00 m

L'andamento planimetrico del ponte è in rettilineo, la sezione trasversale dell'opera accoglie una strada tipo F2, presenta quindi una larghezza utile del pavimentato pari a 8.50m e due marciapiedi laterali da 2.3m, per una larghezza complessiva di 13.10m. Sono previste barriere di sicurezza tipo H4 bordo ponte. E' garantita la deflessione della barriera e del mezzo per tutta la lunghezza dell'opera.

La struttura dell'impalcato è un sistema combinato a trave con arco sottile superiore di rinforzo di cui è reggisplinta (sistema chiuso), meglio nota come travata Langer. L'impalcato è quindi costituito da:

- Due archi circolari a sezione esagonale inclinati di 6° rispetto alla verticale, collegati tra loro mediante tre elementi tubolari sommitali. Gli archi presentano una freccia di 8.5m e una luce di 60m
- Due travi correnti di altezza 1.50m poste ad interasse pari a 14.28 m formate da sezioni a doppio T, che fungono da sistema irrigidente e da catena per gli archi
- Traversi con funzione di collegamento tra le travi e sostegno della soletta, anch'essi con sezioni a doppio T posti a interasse di 3.75m.
- Elementi di sospensione formati da tiranti radiali.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 56 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- Soletta in calcestruzzo, spessore 30 cm, collaborante con i traversi.

Tutti gli elementi metallici sono studiati per esser prefabbricati in officina con conci di lunghezza massima 13.00m. In relazione alla loro lunghezza i conci risultano trasportabili senza oneri specifici. Tutte le giunzioni previste per l'impalcato sono di tipo saldato.

La soletta in conglomerato cementizio armato è larga complessivamente 14 m ed ha spessore medio pari a 30cm, di cui 8cm di lastra prefabbricata e 22cm di getto di completamento in opera.

La realizzazione della soletta d'impalcato è prevista con il sistema costruttivo "a prédalles", armate con tralicci tipo Bausta (o similari), autoportanti nei confronti del getto in opera della soletta, disposte lungo l'asse longitudinale dell'impalcato ed appoggiate sui traversi. La presenza di pioli connettori tipo Nelson sui traversi garantisce una piena collaborazione tra la soletta e la carpenteria metallica dei traversi.

Per garantire la non-labilità dell'impalcato nelle fasi di montaggio della carpenteria metallica e di getto della soletta vengono disposti dei controventi di piano diagonali realizzati da profili ad L.

Le spalle dell'opera sono di tipo tradizionale in conglomerato cementizio armato, con fondazioni a plinto su 10 pali per entrambe le spalle. I pali sono tutti trivellati e hanno diametro $\varnothing=1200\text{mm}$. Lo spessore dei plinti è pari a 2.00 m.

L'altezza dei fusti è determinata dall'andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell'impalcato e risulta pari a 3.50m

Il sistema di vincolamento previsto per il cavalcavia è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato, posti in ugual numero e con uguali caratteristiche sulla spalla A e sulla spalla B. Tali dispositivi, essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidezza orizzontale, garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura; inoltre i dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa che è determinata dalla miscela elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a minimizzare gli spostamenti della struttura isolata.

La nuova opera è stata predisposta per ospitare una strada di categoria F2.

Le rampe di accesso all'opera non vengono invece modificate e mantengono pertanto la loro attuale larghezza utile pari a 6.00 m. Questa scelta consente in un futuro, se e quando ciò si rendesse necessario, di adeguare tutta la viabilità a categoria F2.

6.2 Sottopasso ramo collegamento tangenziale direzione BS

Il ramo di raccordo alla tangenziale di Brescia in direzione della A35 verso Brescia sottopassa il piazzale della nuova barriera di esazione. L'opera prevista è un sottopasso scatolare che presenta sezione tipica a singola canna con dimensioni in retto pari a 7,60x6,60m e si sviluppa complessivamente per 146.20m con andamento planimetrico caratterizzato da curva e controcurva di raggio 230 e 140m con i relativi tratti di clotoide e con un brevissimo rettilineo di raccordo di circa 5.00m.

Per quanto riguarda larghezza della canna del sottovia si è prevista una misura complessiva di 7.60m. Tale dimensione comprende la larghezza della sede stradale pari a 7.00m e lo spazio necessario ad accogliere i due elementi ridirettivi laterali (ingombro 0,30m ciascuno con sagoma tipo New Jersey ed $h=100\text{cm}$).

L'altezza interna netta dello scatolare è stata valutata in modo da permettere il rispetto dei seguenti tre aspetti:

- avere in ogni punto dello scatolare almeno un'altezza utile pari al franco minimo di 5.20m nel punto più alto della carreggiata (tenuto conto delle pendenze trasversali della strada);
- avere in ogni punto della carreggiata nel tratto interno allo scatolare un'altezza utile non minore di 85cm per ospitare il pacchetto stradale e le tubazioni di scolo acqua;
- permettere il posizionamento delle tubazioni di raccolta acque che consentano il deflusso delle acque meteoriche dal punto di minimo del profilo stradale sino alla vasca di raccolta posizionata in adiacenza all'imbocco.

APPROVATE SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 57 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

Relativamente ai muri delle rampe, essi si presentano con varie configurazioni.

Lato imbocco è previsto un muro ad L ed un muro ad U, caratterizzati da paramento lato carreggiata (paramento interno) verticale, mentre quello verso il terreno (p. esterno) permette un allargamento della sezione resistente del muro con un'inclinazione di 1/10.

Lato sbocco sono previsti 108m di muri ad U e circa 45m di muri ad L. questi muri sono caratterizzati da paramenti verticali a sezione costante con ringrossi variabili in funzione dell'altezza.

Uno dei paramenti verticali corre in adiacenza ad una altra rampa dello svincolo (ramo direzione A35-BS) che corre a quota costante poco sopra il piano campagna. Al fine di prevedere adeguata protezione al ramo in parola e garantire l'invalicabilità della protezione stessa, la testa di tale paramento è stata portata fino a +2.00m dalla quota del ciglio stradale adiacente. Si rimanda agli elaborati grafici per dettagli.

Relativamente agli impianti, viene previsto un impianto di illuminazione nei tratti interni allo scatolare e sono previsti inoltre tutti gli impianti ed i dispositivi di segnalazione e sicurezza previsti dalla Normativa vigente.

É poi prevista adeguata segnaletica orizzontale e verticale secondo quanto previsto dal vigente Codice della strada.

Infine, sono previsti parapetti metallici sui bordi della soletta superiore dello scatolare, nonché sulla sommità dei i muri di sostegno.

Non si riscontra interferenza con la falda.

L'opera si sviluppa per la quasi totalità sotto al piano campagna e presenta pertanto il problema dello smaltimento delle acque meteoriche. A tal fine si è individuato un sistema oltremodo sicuro in quanto tutte le acque di raccolte all'interno delle opere vengono convogliate tramite collettori verso una estremità prossima al punto più depresso dove è stato previsto un bacino in terra di accumulo e dispersione delle acque. Ciò è reso possibile dal fatto che il bacino viene scavato in materiali con elevata permeabilità che consentono una veloce evacuazione delle acque. Ovviamente prima dell'immissione nel bacino disperdente si è previsto un impianto di trattamento delle acque di prima pioggia.

Infine a maggiore garanzia di sicurezza il bacino di accumulo è stato dotato di un impianto di sollevamento che potrà entrare in funzione nel caso in cui in condizioni eccezionali (e non previste e imprevedibili) non risultasse sufficiente la capacità disperdente del bacino stesso.

APPROVATO SDR

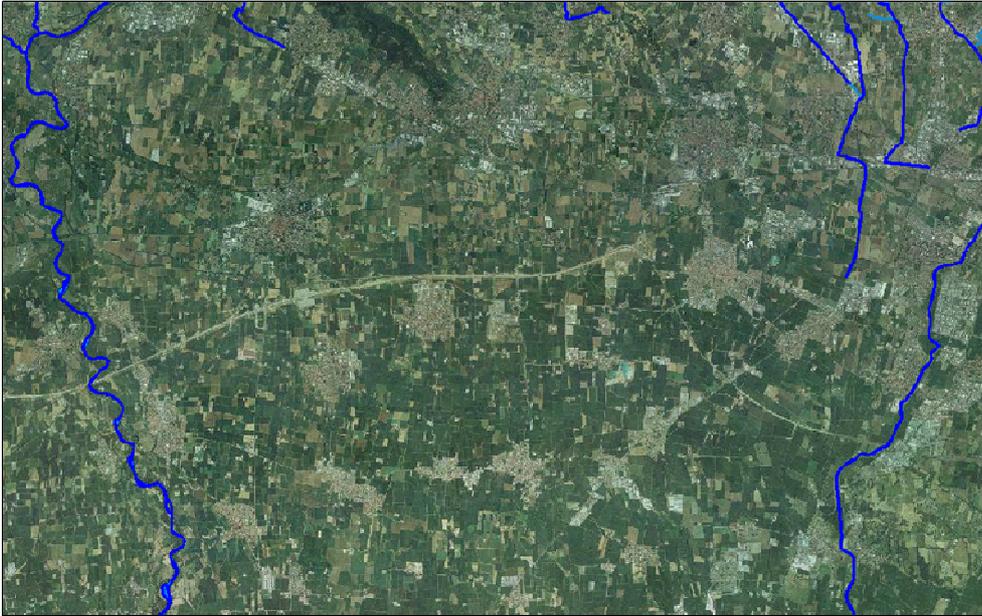
Società di Progetto
Brebemi SpA



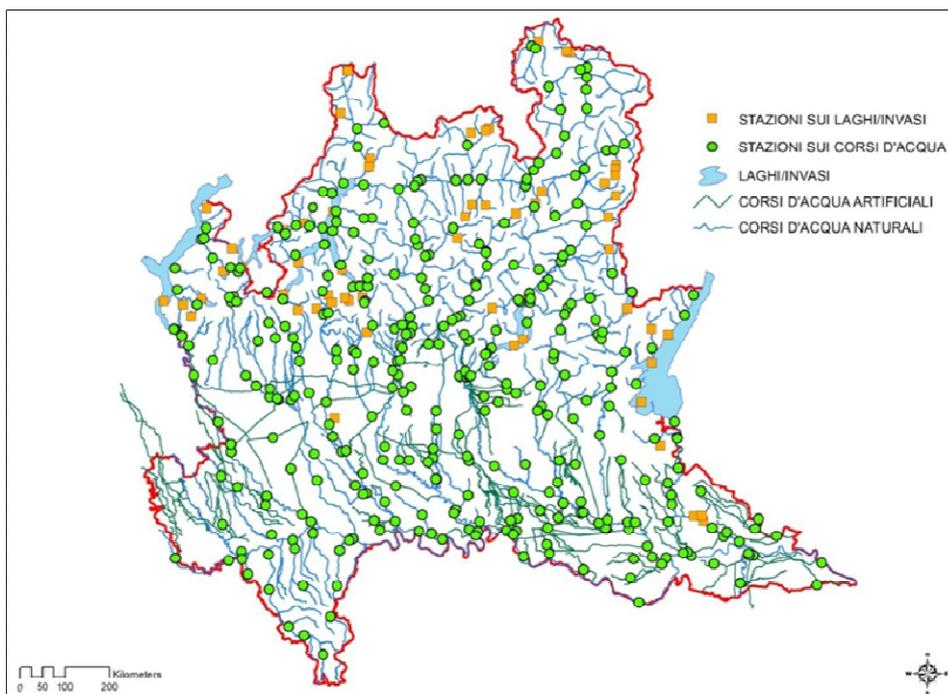
7 OPERE IDRAULICHE

7.1 Reticolo minore

Gli studi condotti sono stati volti all'analisi dell'interazione tra i nuovi tracciati stradali ed il reticolo idrografico superficiale principale e minore ed alla valutazione dei parametri idrologici ed idraulici per il corretto dimensionamento delle opere idrauliche.



Reticolo idrografico (da Geoportale Lombardia). In rosso l'area di interesse



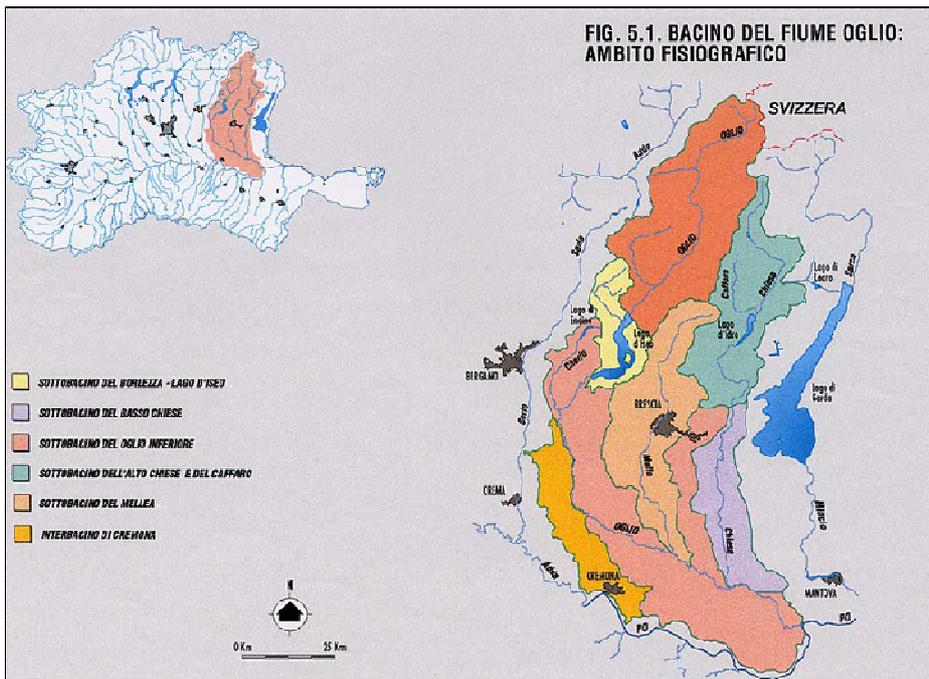
APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

Rete regionale di monitoraggio delle acque superficiali



Nel tratto in oggetto sono risultati soggetti competenti in materia d'acqua (ai sensi dell'Allegato A della D.G.R. 7/7868 e succ. mod.) lo STER di Brescia ed il "Consorzio Sinistra Oglio".



Bacino del Fiume Olio - Ambito Fisiografico

In generale, la competenza dei Consorzi citati viene esercitata, come da informazioni specifiche raccolte, su precise aste idrauliche, lasciando porzioni del territorio, e relativi elementi idrografici scolanti, alla competenza dei comuni (funzioni di polizia idraulica). In relazione alla funzione irrigua il "diritto d'acqua" viene esercitato da un'elevatissima serie di soggetti privati, più o meno consorziati, i quali esercitano, a titolo a volte regolamentato, a volte no, anche le funzioni di polizia idraulica. L'effettiva attribuzione delle funzioni di polizia idraulica risulta in certi casi complessa causa la sospensione in attesa dell'espressione del Tribunale Superiore delle Acque.

7.2 Criteri per la definizione dell'assetto di progetto

Il reticolo idrografico minore interferito dal tracciato e dalle rampe degli svincoli e dell'interconnessione si configura come caratterizzato da un elevato grado di artificializzazione, a funzione promiscua (contemporaneamente irrigua e di bonifica), con ampi comparti per i quali la funzione irrigua è predominante rispetto alla funzione di bonifica e si estrinseca in schemi funzionali ad elevato grado di complessità.

I vincoli da rispettare per la valutazione dell'assetto di progetto risiedono sostanzialmente:

- nella garanzia del diritto irriguo dei proprietari degli appezzamenti limitrofi alle opere;

nel rispetto della massima funzionalità possibile per quanto riguarda i canali promiscui per i quali la funzione di bonifica risulta fondamentale per lo scolo delle acque dei comprensori attraversati.

In generale, i criteri progettuali adottati per il dimensionamento delle opere idrauliche, con il tracciato autostradale in progetto si possono riassumere nei seguenti punti:

- Il tracciamento del manufatto di attraversamento viene preferibilmente posto in ortogonalità all'asse stradale;

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Bresbeni SpA

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 60 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- I manufatti di attraversamento sono stati dimensionati in modo tale da non restringere la sezione mediante spalle o rilevati di accesso ed in modo tale che l'intradosso sia a quota superiore al piano campagna;
- Le canalizzazioni sono state progettate in maniera tale da limitare la riduzione della pendenza naturale del corso d'acqua esistente;
- I sifoni sono stati realizzati solo in mancanza di soluzioni alternative;
- I manufatti di attraversamento di canali di risorgiva vengono proposti con fondo libero (ponticelli o portali) onde evitare ogni tipo di impermeabilizzazione;
- Il canale afferente l'attraversamento, laddove necessario, nella sua porzione di imbocco e nella sua porzione di sbocco, sarà rivestito in pietrame intasato almeno per un tratto lungo circa 5.00 m.

I canali posti in affiancamento al sedime stradale ovvero ad ostacoli fisici vengono tracciati ad una distanza dalla recinzione pari a:

- 1.5 m per i canali privati o consortili di minore importanza;
- 4.0 m per i canali consortili di maggiore importanza oppure per i corsi d'acqua di competenza regionale.

7.3 Passaggi uomo

In base alle caratteristiche dei canali interferiti è stata proposta l'associazione al manufatto idraulico di un passaggio uomo. Resta inteso che nel tratto di affiancamento delle infrastrutture autostradale / ferroviaria l'assunzione in merito è fortemente vincolata all'assunzione effettuata dai progettisti della linea AV/AC che, allo stato corrente, prevedono solo sporadici casi con possibilità di passaggio uomo.

I passaggi uomo, posizionati laddove possibile in adiacenza all'opera idraulica, hanno dimensioni interne 1.20x2.00 m o 2.00x2.00m.l

7.4 Definizione del quadro conoscitivo

La descrizione geometrica dei corsi d'acqua interferiti, funzionale alle valutazioni idrauliche è stata effettuata tramite un supporto planimetrico aggiornato a scala di dettaglio adeguata (1:1.000). Sono poi stati eseguiti rilievi celerimetrici ad hoc aventi la precisa finalità di:

- rappresentare puntualmente la geometria attuale dell'alveo;
- rappresentare le singolarità dell'alveo e le variazioni delle dimensioni dello stesso lungo il tratto di indagine.

I canali principali sono stati rilevati secondo vere e proprie sezioni batimetriche trasversali, in opportuno tratto significativo "a cavallo" dell'interferenza idraulica, onde poter procedere con la verifica idraulica in moto permanente.

A prescindere dalle informazioni di base reperite, è stata svolta un'accurata indagine di campagna al fine di reperire in maniera estensiva tutte le informazioni conoscitive necessarie per poter procedere all'analisi idraulica; lo scopo è stato quello di fornire un quadro completo in relazione:

- alla geometria dei corsi d'acqua interferiti;
- alla loro caratterizzazione funzionale.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brenni SPA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 61 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

Le informazioni raccolte sono state organizzate in apposito database georeferenziato.

7.5 Risoluzione delle interferenze idrauliche

Lo studio condotto per la risoluzione delle interferenze idrauliche del raccordo SP19, Tangenziale sud di Brescia (Lotto 0A), ha portato alla definizione delle seguenti tipologie di opere idrauliche che ovviamente vengono confermate nel presente progetto nel quale si prevedono unicamente prolungamenti delle canne e modifiche delle inalveazioni di raccordo al corso d'acqua.

- Tombino idraulico scatolare con passo uomo 4.00x2.00 m;
- Tombino idraulico scatolare 1.20x2.00 m;
- Tombino idraulico scatolare 1.25x2.00 m;
- Tombino idraulico scatolare 2.00x2.00;
- Tombino idraulico scatolare 2.00x1.50;
- Tombino idraulico scatolare 1.50x1.50;
- Tombino idraulico scatolare 3.00x1.50;
- Tombino idraulico scatolare 2.50x1.50;

Si rimanda ai disegni di progetto per gli approfondimenti del caso.

Il corrispondenza delle rampe dell'interconnessione che si affiancano alla sede dell'autostrada A4 si deve procedere all'allungamento di alcuni tombini esistenti per i quali si sono previste opere scatalari con dimensioni uguali a quelle delle opere esistenti.

7.6 Raccolta e smaltimento acque meteoriche

Gli schemi principali di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento sono da ricondurre alla categoria di piattaforma stradale ed alle seguenti tipologie principali di viabilità:

- viabilità in trincea dalla progressiva 0+ 600 km alla progressiva 2+922 km;
- viabilità in rilevato dalla progressiva 2+922 km alla progressive 5+430 km;
- interconnessione con barriera di esazione dalla progressiva 5+430 km a fine intervento.

7.6.1 Riferimenti progettuali e normativi

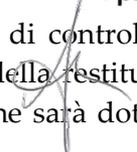
Un'attenzione particolare è stata rivolta alle misure per tutela dei corpi idrici dall'inquinamento, disciplinate dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", che demanda alle regioni, allo scopo di prevenire i rischi idraulici ed ambientali, la disciplina e l'attuazione delle forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento.

I riferimenti normativi regionali sono la *L.R. della Lombardia n. 62/85*, la *L.R. della Lombardia n. 26/03* e il successivo *Regolamento Regionale del 24/03/2006 – n.4*.

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, prima della restituzione delle acque di pioggia all'ambiente naturale. Tutta la viabilità di nuova realizzazione sarà dotata di

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 62 di 85
--	--------------------------------	--	------------	--------------------

sistema di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia e lo smaltimento avverrà tramite trincee o bacini disperdenti in modo da non gravare la rete idrica suoperficile dalla nuova infrastruttura.

Relativamente alla sede stradale già esistente, il sistema di raccolta e smaltimento non viene modificato.

7.6.2 Viabilità in trincea

Il tratto in trincea, dalla progressiva 0+000 km alla progressiva 2+922 km per quanto concerne il sistema di raccolta delle acque meteoriche può essere considerato suddiviso in quattro tratti aventi caratteristiche differenti.

7.6.2.1 PRIMO TRATTO TRA LA PROGRESSIVA 0+600 KM E LA PROGRESSIVA 1+260 KM

Viene effettuata la raccolta delle acque meteoriche di piattaforma e scarpata tramite tubazioni o canale rivestito in conglomerato cementizio, depurata e smaltita tramite fosso drenante previsto a lato della carreggiata nord.

Nel dettaglio sulla carreggiata sud direzione A35>>A4 la raccolta delle acque di piattaforma avviene tramite caditoie e collettori esistenti mentre sulla carreggiata nord in direzione A4>>A35 il drenaggio delle acque avviene tramite embrici, posti a passo costante lungo il ciglio esterno della carreggiata, che scaricano le acque in un fosso rivestito in conglomerato cementizio.

Il tratto considerato presenta un tratto in rettilo dalla progressiva 0+000 km alla progressiva 0+900 km e un tratto in curva dalla progressiva 0+900 km alla progressiva 1+260 km. Data la variazione di pendenza della piattaforma stradale per il primo tratto le acque di piattaforma della carreggiata sud vengono raccolte mediante un collettore posto al ciglio esterno della carreggiata, mentre per il secondo vengono raccolte tramite il posizionamento del collettore lungo lo spartitraffico centrale alla piattaforma stradale. Entrambi i collettori presentano degli attraversamenti della piattaforma che permettono lo scarico di tali acque nel canale rivestito a lato della carreggiata nord.

Sia le acque della carreggiata sud che della carreggiata nord vengono convogliate ad un impianto di trattamento del volume di prima pioggia opportunamente dimensionato. Tale impianto scarica le acque depurate in una trincea disperdente ubicata oltre il ciglio nord dell'autostrada. Tale trincea oltre a raccogliere l'acqua depurata dall'impianto permette di raccogliere le acque provenienti dalla scarpata della trincea.

7.6.2.2 TRATTO TRA LA PROGRESSIVA 1+157 KM E LA PROGRESSIVA 1+460 KM

Nel secondo tratto, tra la progressiva 1+157 km e la progressiva 1+400 km per la carreggiata sud e tra la progressiva 1+260 km e la progressiva 1+460 km per la carreggiata nord, è presente una galleria artificiale per la quale non è presente la rete idraulica per lo smaltimento delle acque meteoriche.

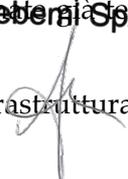
7.6.2.3 TRATTO TRA LA PROGRESSIVA 1+460 KM E LA PROGRESSIVA 2+362 KM

In questo tratto il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è costituito dalla presenza di caditoie e collettori, di opportune dimensioni, in parte esistenti e in parte di nuova realizzazione che convogliano le acque alla vasca di laminazione, anch'essa già esistente, posta alla progressiva 1+895 km. La vasca esistente e le pompe di sollevamento sono state a suo tempo dimensionate già tenendo conto dell'ampliamento della carreggiata stradale oggetto del presente progetto.

L'adeguatezza della vasca e delle pompe è stata verificata con riferimento all'infrastruttura nella configurazione di progetto, considerando i casi più gravosi.

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Bredermi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 63 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

La vasca esistente risulta priva di sistemi di trattamento di prima pioggia ma ne è stato previsto l'inserimento in modo da adeguare anche da questo punto di vista tutto il sistema di smaltimento dell'intero tratto in trincea.

Da tale vasca le acque vengono evacuate tramite opportune pompe di sollevamento. Tali pompe, secondo disposizioni di norma, non possono recapitare ai ricettori superficiali una quantità d'acqua eccedente i 20 l/s/ha, limite imposto dalla normativa. Il volume della vasca di laminazione viene dimensionato non solo considerando la portata affluente corrispondente al tratto di piattaforma stradale di riferimento ma anche la possibilità di raccogliere acqua a fronte di un prolungato stop delle pompe.

7.6.2.4 TRATTO TRA LA PROGRESSIVA 2+362 KM E LA PROGRESSIVA 2+922 KM

Nel quarto tratto il sistema di smaltimento acque è differente a seconda della carreggiata considerata.

Per quanto riguarda la carreggiata sud, quella esistente, il sistema è costituito da caditoie e collettori che convogliano l'acqua all'impianto di trattamento e alla vasca di laminazione, alla progressiva 1+895 km, sopra citata.

Il sistema di smaltimento delle acque che interessano la carreggiata nord è invece costituito da embrici a passo costante posti sul ciglio esterno della strada che convogliano l'acqua in un canale rivestito in conglomerato cementizio, opportunamente dimensionato per la raccolta dei volumi di prima pioggia. Questo permette di convogliare i volumi di prima pioggia all'impianto di sedimentazione e disoleazione che scaricherà l'acqua all'interno del bacino di laminazione disperdente posto alla progressiva 2+362 km.

A fianco di tale canale sarà presente una trincea disperdente che permette la raccolta e lo smaltimento delle acque eccedenti ai volumi di prima pioggia e quelle provenienti dalla superficie della scarpata della trincea.

7.6.3 Viabilità in rilevato

Per il tratto in leggero rilevato, dalla progressiva 2+922 km alla progressiva 5+430 km, il sistema dell'idraulica di piattaforma è risolto tramite la raccolta delle acque della sede stradale con embrici posti a passo costante lungo i cigli esterni di entrambe le carreggiate e con caditoie e collettori posti sullo spartitraffico centrale per i tratti in curva.

Per quanto riguarda la sede stradale di nuova realizzazione, carreggiata nord in direzione A4>>A35, l'acqua evacuata dagli embrici viene raccolta da una canaletta a sezione rettangolare in conglomerato cementizio che convoglia il volume di prima pioggia agli impianti di trattamento e, tramite apposite soglie di stramazzo scarica la portata di seconda pioggia nelle trincee disperdenti che corrono parallelamente alla canaletta stessa. Anche la portata di acqua trattata dagli impianti viene scaricata all'interno delle trincee disperdenti.

7.6.4 Interconnessione con barriera di esazione

Oltre la progressiva 5+430 km si realizza l'interconnessione della A35 con l'autostrada A4 con barriera di esazione.

In quest'area il sistema di smaltimento è quello dinanzi descritto per il tratto in rilevato con canaletta in conglomerato cementizio che raccoglie tramite embrici posti sul ciglio della carreggiata le acque di prima pioggia e tramite opportune soglie di stramazzo scarica l'acqua eccedente nelle trincee e/o

Società di Ingegneria
Brebemi SpA

APPROVATO SDR

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 64 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

bacini disperdenti. In limitati tratti della piattaforma stradale sono presenti caditoie con collettori che scaricano le acque nelle stesse trincee e/o bacini disperdenti.

Tutte le canalette e/o tubazioni convogliano l'acqua raccolta, corrispondente ai volumi di prima pioggia, agli impianti di trattamento posizionati in opportune piazzole idrauliche. Tali impianti scaricano i volumi di acqua trattata nelle trincee e/o bacini disperdenti sopra citati.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 65 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

8 SEGNALETICA STRADALE

Verrà adottata idonea segnaletica come prescritta dal vigente “Codice della Strada. D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e successive modifiche ed aggiornamenti. - Regolamento di attuazione. D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495”.

Verrà inoltre adeguata la segnaletica esistente alla nuova configurazione viaria.

Si rimanda agli elaborati specifici.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



9 DISPOSITIVI DI SICUREZZA

Ai sensi della normativa vigente, sono stati protetti con appositi dispositivi di ritenuta le seguenti situazioni:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna;
- il margine stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m le cui scarpate abbiano pendenza maggiore o uguale a 2/3.
- gli ostacoli fissi che possono costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto.

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni,

In particolare, per quanto riguarda la classe funzionale della strada, si è fatto riferimento a quanto indicato per strade di categoria C.

Viene definita il tipo e la classe delle barriere nei seguenti casi:

- bordo laterale;
- su opera d'arte;
- in corrispondenza di ostacoli laterali;

In estrema sintesi, lungo il tratto si riscontra quanto segue:

- bordo laterale: si utilizzano barriere metalliche di classe H2 ed H3;
- su opera d'arte: sono sempre barriere metalliche di classe H4.

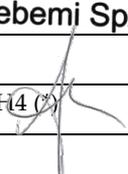
Ogni tratto di barriera è stato caratterizzato, oltre che dalla classe di contenimento (H2, H3 etc.) anche dal requisito del dispositivo riguardante la larghezza operativa della barriera.

APPROVATO SDR

9.1 Inquadramento normativo

Il D.M. 2367 del 21.6.2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza per le diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico e del tipo di strada, come riportato nella tabella seguente.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriera		
		Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (*)	H2-H3 (*)	H3-H4 (*)
Strade	I	H1	N2	H2

Società di Progetto
Brebemi SpA


		Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 67 di 85
extraurbane secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	II	H2	H1	H2	
	III	H2	H2	H3	
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2	
	II	H1	N2	H2	
	III	H1	H1	H2	
(*) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista.					

Classi minime di barriere ai sensi del DM 21.6.2004

La destinazione “Barriere bordo ponte” si riferisce solo ad “opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale”, indipendentemente dalla loro altezza sul piano campagna. Come chiarito dalla Circolare 62032/2010 i muri di sostegno, che sono evidentemente opere di luce nulla, sono pertanto da equiparare anch’essi al bordo laterale, indipendentemente dall’altezza sul piano campagna e dalla loro estensione. In ogni caso i muri e le opere d’arte, indipendentemente dalla loro luce e dalla loro altezza sul piano campagna, devono essere sempre protetti con barriere di classe non inferiore ad H2.

Si evidenzia che il criterio definito dalla norma si riferisce alla luce dell’opera e non alla lunghezza dell’eventuale cordolo soprastante, che può interessare anche eventuali muri andatori. Nel caso in cui la barriera sia da installare su cordolo in cemento armato, la tipologia di barriera dovrà essere del tipo “da bordo opera d’arte” sebbene della classe corrispondente al bordo laterale, quindi già provata su cordolo in cemento armato (non una barriera provata su terra, installata successivamente su cordolo in cemento armato, circostanza che ne modificherebbe in modo sostanziale il funzionamento).

Il D.M. 21.6.2004 non prevede invece l’obbligo di protezione nel caso di sezione in trincea o di muri di controripa. In queste situazioni occorre valutare, caso per caso, le situazioni in cui risulti preferibile l’aggiunta di una protezione anche in considerazione della eventuale presenza di ostacoli (pali della luce, strutture di segnaletica non cedevoli, pile da ponte etc).

Analogamente non sono prescritte specifiche protezioni per le sezioni in galleria/sottopasso dove il profilo redirettivo richiesto dal D.M. 6792 del 5.11.2001 e s.m.i., per le gallerie/sottopassi realizzate su strade nuove, rappresenta, nella configurazione riportata, una mera configurazione geometrica dell’elemento marginale e non una barriera omologata o provata conformemente alle norme della serie UNI EN 1317. Viceversa la sezione iniziale di una galleria/sottopasso o di un muro di controripa, se non opportunamente sagomata (per evitare il possibile urto frontale), dovrà essere protetta ai sensi dell’art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004.

Tali condizioni rappresentano le minime ammesse dalla norma e, come richiamato dall’art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004, “ove reputato necessario, il progettista potrà utilizzare dispositivi della classe superiore a quella minima indicata”. È bene però rammentare che l’adozione in progetto di protezioni con classi superiori alle minime richieste dalla norma deve essere opportunamente giustificata dal progettista in funzione dell’effettivo stato dei luoghi, in quanto all’aumentare della classe aumenta, in generale, il livello di severità d’urto sugli occupanti dei veicoli leggeri. Contenere un maggior numero di veicoli pesanti non equivale infatti a garantire una maggiore sicurezza se non si tiene conto al contempo del possibile incremento degli occupanti dei veicoli leggeri.

Per quanto attiene agli attenuatori d’urto testati ai sensi della norma EN1317-3 il D.M. 21.6.2004 prevede l’obbligo di impiego di questo tipo di dispositivi nel caso in cui sia presente l’inizio delle

Società di Progetto
Brebemi SpA

barriere in corrispondenza di cuspidi con la sola eccezione di cuspidi tra rampe percorse a velocità ≤ 40 km/h.

La classe minima per la protezione delle cuspidi è definita dal D.M. 21.6.2004 solo in funzione della velocità imposta nella strada da cui diverge la rampa, come mostrato nella tabella seguente.

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori
Con velocità $V \geq 130$ km/h	100
Con velocità $90 \leq V < 130$ km/h	80
Con velocità $V < 90$ km/h	50

Classi minime di attenuatori ai sensi del DM 21.6.2004

Per quanto attiene ai terminali speciali testati ai sensi della norma ENV1317-4, che il D.M. 21.6.2004 ammette di utilizzare, laddove ritenuto necessario, in sostituzione dei terminali semplici, non testati ma progettati in modo da minimizzare il rischio di urto frontale contro l'elemento terminale, questi, se impiegati, dovranno essere di classe non inferiore alla minima della tabella seguente.

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
Con velocità $V > 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq V < 130$ km/h	P2
Con velocità $V < 90$ km/h	P1

Classi minime di terminali speciali testati ai sensi del DM 21.6.2004

9.2 Classi dei dispositivi

Vengono sintetizzate le classi minime dei diversi dispositivi di ritenuta utilizzati nel PD nei tratti di nuova realizzazione:

- la carreggiata in direzione Milano dell'asse principale;
- piccoli tratti della carreggiata in direzione Brescia dell'asse principale;
- ricuciture delle rampe degli svincoli di Travagliato Este e Travagliato Ovest;
- le rampe dello svincolo dell'interconnessione con l'Autostrada A4 e della tangenziale di Brescia.

Per questione di omogeneizzazione e per evitare discontinuità nel sistema di ritenuta non si prevede il cambio di classe su tratti di lunghezza inferiore a 100 m che ammettono una classe di barriera inferiore a quella corrente.

L'eventuale adozione locale di dispositivi di classe superiore, non dovuta ai motivi di omogeneizzazione sopra richiamati, è opportunamente motivata nella presente relazione.

Società di Progetto
Bresemi SpA



Classe minima delle barriere nei tratti di nuova costruzione

TIPO DI STRADA	DESTINAZIONE	Progetto Definitivo
Asse principale e rampe di svincolo	Bordo laterale con rilevato H _{ril} < 1 m (in assenza di ostacoli non cedevoli) con fosso al piede profondo 0.50 m non rivestito	nessuna protezione
	Bordo laterale con rilevato H _{ril} < 1 m (in assenza di ostacoli non cedevoli) con fosso al piede profondo 1 m	H2 ⁽¹⁾
	Bordo laterale con rilevato 3 m ≤ H _{ril} ≤ 1 m	H2 ⁽¹⁾
	Bordo laterale con rilevato H _{ril} > 3 m	H3
	Bordo laterale in adiacenza all'opera d'arte ("ala")	Stessa classe dell'opera d'arte adiacente
	Opera d'arte di luce L ≤ 10 m non sovrappassanti strade	H2
	Muri ed opere d'arte di luce L ≤ 10 m sovrappassanti strade con larghezza della carreggiata > di 5 m	H3
	Opera d'arte di luce 10 < L ≤ 100 m non sovrappassanti strade con larghezza della carreggiata > di 5 m	H3
	Opera d'arte di luce 10 < L ≤ 100 m sovrappassanti strade con larghezza della carreggiata > di 5 m	H4
	Opera d'arte di luce L > 100 m	H4
	Spartitraffico	H4
	Protezione ostacoli	Classe corrente da rilevato
	Barriere per chiusura varchi	H2
	Attenuatori d'urto nelle cuspidi delle diversioni dall'asse	Classe 100
Attenuatori d'urto nelle cuspidi delle diversioni interne agli svincoli	Classe 50	
Trincea	Nessuna barriera ⁽²⁾	
<p>NOTE</p> <p>⁽¹⁾ In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal piede del rilevato stradale minore di 12 m è prevista una barriera di classe H3;</p> <p>⁽²⁾ classe corrente da rilevato, in presenza di ostacoli o "ali" di barriere precedenti o successive la trincea;</p>		

APPROVATO SDR

Come è possibile osservare dalla Tabella 1, alcune rampe degli svincoli di Travagliato Est e Travagliato Ovest hanno traffico inferiore traffico III dell'asse principale. Essendo tali svincoli esistenti per essi il PD ha previsto solo ricuciture di tratti tra barriere esistenti e nuove operando con la classe minima H2 prevista per i margini laterali in rilevato.

Per la stazione autostradale, come indicato dall'Art. 6 del DM 21.06.2004, è stata adottata la protezione di classe minima N2.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 70 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

9.3 Barriere in corrispondenza di ostacoli

9.3.1 Ostacoli sul bordo laterale della piattaforma stradale

Lungo lo sviluppo dei bordi laterali del tratto stradale in esame sono presenti numerosi ostacoli. Questi sono rappresentati da cartelli di segnaletica, pali di illuminazione, montanti di portali di segnaletica, spalle e pile di cavalcavia e barriere acustiche.

Gli ostacoli citati sono caratterizzati dalla loro struttura e dalla collocazione rispetto alla piattaforma stradale (distanza dal margine) sulla base dei seguenti criteri:

- secondo la tipologia di struttura si possono considerare ostacoli che non necessitano di protezione con dispositivi di sicurezza le strutture di supporto aventi un momento di plasticizzazione alla base non superiore a 5.7 kN*m (previa verifica che, in caso di caduta verso l'esterno della sede stradale non producano danni a terzi) e le strutture di sostegno testate ai sensi della EN 12767, e caratterizzate da:
 - ✓ una classe 100HE3, nelle sezioni autostradali e della viabilità interferita in trincea o in presenza di situazioni in cui la caduta della struttura all'esterno della sede stradale può causare danni a terzi;
 - ✓ una classe 100NE3, nelle sezioni autostradali e della viabilità interferita in rilevato in assenza di situazioni in cui la caduta della struttura all'esterno della sede stradale non può causare danni a terzi;
 - ✓ una classe almeno pari a 70LE3, nelle rotatorie e nei rami di approccio alle stesse in assenza di situazioni in cui la caduta della struttura all'esterno della sede stradale può causare danni a terzi.
 - ✓ una classe almeno pari a 70NE3, nelle rotatorie e nei rami di approccio alle stesse in assenza di situazioni in cui la caduta della struttura all'esterno della sede stradale non può causare danni a terzi.
- secondo la collocazione, si considerano ostacoli da proteggere solo quegli ostacoli che non rientrando in una delle categorie di cui al punto precedente.

Per la protezione degli ostacoli si è adottata una barriera della classe corrente prevista in progetto.

Tutti gli ostacoli quali cartelli di segnaletica, pali di illuminazione, montanti di portali di segnaletica, spalle e pile di cavalcavia e barriere acustiche sono stati posti nel progetto ad una distanza minima dal ciglio stradale di 2.10 m, compatibile con la deformazione delle barriere.

9.3.2 Protezioni in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie

Per le gallerie artificiali previste in progetto, è stata prevista la seguente protezione dell'imbocco:

margine laterale: in progetto, all'interno della galleria, lungo il ciglio destro, è prevista la collocazione di un profilo redirettivo addossato al paramento verticale della galleria. A monte del portale di ingresso è presente uno sviluppo di 100 m di barriera di classe corrente per la protezione del bordo laterale a monte dell'ingresso. Prima dell'imbocco della galleria è prevista la realizzazione di un muro d'ala in c.a. sagomato, dello sviluppo di 10m, di altezza degradante con pendenza 3:1 da 3,00 m a 10 cm ed inclinato verso l'esterno della sede stradale con un angolo di 2° rispetto al bordo stradale. La riduzione di altezza del muro inizia ad 1 m di distanza rispetto al portale di ingresso.

Il profilo redirettivo interno alla galleria prosegue lungo il muro d'ala avvicinandosi progressivamente alla parete verticale del muro (annullando cioè la distanza che è presente in galleria

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 71 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

tra il retro del profilo redirettivo e la parete verticale). L'altezza del profilo redirettivo diminuirà progressivamente da 100 cm a 10 cm seguendo la riduzione di altezza del muro retrostante.

La barriera presente lungo il bordo dell'autostrada a monte della galleria artificiale continua fino ad ancorarsi al profilo redirettivo nei pressi dell'imbocco della galleria.

Il dettaglio della realizzazione della protezione è indicato con "Particolare 3" nella tavole dei tipologici di installazione delle barriere.

marginale spartitraffico: in progetto nelle gallerie in entrambe le carreggiate è prevista la collocazione sul margine interno di un profilo redirettivo in base a quanto previsto dal DM2001. La sagoma del profilo redirettivo coincide con quella della barriera NJ che viene collocata al di fuori della galleria. Per evitare che i veicoli in svio in prossimità dell'imbocco deformino la barriera e urtino la parete verticale del piedritto verrà realizzato un muro d'imbocco rastremato. Questo muro degrada a terra con pendenza massima di 1/3 a partire dal punto più alto del piedritto fino all'altezza di 1 m. In pianta le pareti verticali si allontanano progressivamente rispetto alla direzione di marcia dei veicoli con angolo a 2° fino a che la larghezza complessiva del muro non raggiunge il valore minimo di 20 cm. In fase esecutiva dovrà esser eventualmente studiato un sistema di irrigidimento dei moduli di barriera NJ prossimi all'imbocco per diminuire progressivamente la deformabilità della barriera. Il dettaglio della realizzazione della protezione è indicato con "Dettaglio 10" nella tavole dei tipologici di installazione delle barriere.

9.3.3 Protezione della pila del ponte canale esistente alla progressiva 2+450

In corrispondenza della progressiva 2+450 è stata riscontrata la necessità di preservare un'opera esistente non interessata da modifiche nell'ambito del presente PD. La pila dell'opera risulta posta lungo la trincea del margine in direzione Brescia, ad una distanza dal ciglio stradale di 1.30 m alla quota di 1.6 m dal piano pavimentato (quota dove viene valutata la posizione laterale massima della barriera) e ad una distanza di 0.97 m alla quota di 4.0 m (quota dove viene valutata la posizione laterale massima del veicolo o il VI, l'intrusione del veicolo). Nel tratto la classe di progetto delle barriere è H2, trattandosi di un tratto in trincea. Per la protezione della pila si è adottata una barriera da bordo laterale di classe incrementata, classe H3, che risulta avere, se urtata secondo la classe di progetto H2, una deformazione compatibile con l'ostacolo posto a tergo.

La barriera presa a riferimento³ ha fatto registrare nella prova con veicolo pesante i seguenti valori di deformazione:

- ✓ $W(H3) = 1.70 \text{ m}$
- ✓ $VI(H3) = 1.70 \text{ m}$;

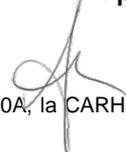
In questo caso la W di classe incrementata (H3) deve essere ricalcolata in modo tale da stimare la W rispetto all'urto corrispondente al livello di contenimento della classe di progetto (H2). La W corrispondente in classe H2 può essere calcolata come segue: $W(H2) = [W(H3) - L_{\text{barriera}}] * 0.5 + L_{\text{barriera}}$ dove per L_{barriera} si intende la larghezza del dispositivo di ritenuta.

Mentre l'intrusione del veicolo VI in classe H2 può essere calcolata come segue: $VI(H2) = VI * 0.5$

Da cui:

- ✓ $W(H2) = 0.99 \text{ m} < 1.30 \text{ m}$, compatibile con la distanza dalla pila;

Società di Progetto
Brebemi SpA



³ Sono state adottate come riferimento le deformazioni della barriera H3BL attualmente installata sul margine del Lotto 0A, la CARH3BL3. Nel tratto potranno comunque essere installate barriere da bordo laterale che hanno caratteristiche equivalenti.

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 72 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

✓ $VI(H2) = 0.85 \text{ m} < 0.97 \text{ m}$, compatibile con la distanza dalla pila;

9.3.4 Protezione del margine tra le due rampe della tangenziale di Brescia all'interno ed in appoggio al sottopasso della A4

Un altro punto in cui il progetto si interfaccia con un'opera esistente è all'interno dello scatolare che passa sotto il rilevato dell'Autostrada A4. Nello scatolare passano le due rampe da e per la tangenziale di Brescia, la sezione interna è stata divisa in modo da rendere le due carreggiate indipendenti, mediante un muro di larghezza 70 cm (massimo spazio disponibile tra le due carreggiate). Il muro è stato sagomato al piede con forma New Jersey, in modo da essere facilmente raccordato con i profili redirettivi posti nella trincea adiacente.

Per evitare il ribaltamento che in caso d'urto, il veicolo impattante può avere urtando un ostacolo indeformabile, si è provveduto ad adottare un'altezza minima del muro pari a 2 m.

9.3.5 Protezione della cuspidi di avvio dello spartitraffico in corrispondenza della barriera di esazione

Alla pk 5+240 circa è presente la cuspidi di inizio dello spartitraffico, per i veicoli che provengono dalla barriera di esazione. Trattandosi di una cuspidi percorsa dai veicoli in senso bidirezionale, si è prevista una protezione mediante un Terminale Speciale Testato di tipo "bifacciale", utilizzabile nello spartitraffico perchè potenzialmente urtabile su entrambi i lati.

Per raccordare le barriere di sicurezza di tipo New Jersey previste nello spartitraffico, è stata operata una transizione che prevede, un tratto di rastremazione dei due filari di barriere con un angolo di 2° rispetto al verso di percorrenza, ed un manufatto speciale di raccordo tra i due filari e il terminale spciale testato (quest'ultimo dovrà essere studiato in dettaglio con il fornitore delle barriere nelle fasi successive della progettazione).

9.4 Elementi di protezione complementari

9.4.1 Terminali

Qualsiasi interruzione della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovrà essere dotata di un sistema terminale che prevenga, per quanto possibile, l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

In linea prioritaria, dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal produttore, a condizione che questi risultino inclinati verso l'esterno dell'arginello con un angolo di 5° . Non dovranno essere utilizzati terminali degradanti a terra che possono andare a configurare una "rampa di lancio" per un eventuale veicolo in svio.

I terminali semplici di cui sopra non sono parte del sistema testato ai sensi della norma EN1317-2 e non devono essere confusi con gli eventuali sistemi di ancoraggio che possono essere presenti durante il crash che, non essendo testati rispetto ad eventuali urti frontali, non garantiscono alcun livello di sicurezza come elementi terminali installati su strada.

In relazione al fatto che il blocco terminale, per quanto deviato verso l'esterno della strada, è costituito dagli stessi elementi longitudinali e dagli stessi montanti della barriera corrente, lo stesso è considerato come parte dello sviluppo di barriera indicato in planimetria fino all'elemento curvo,

APPROVATO SDR

Società di Progetto
Brebemi SpA

come mostrato in Figura 2 dove il punto finale considerato in progetto come “barriera corrente” è evidenziato con una freccia rossa.

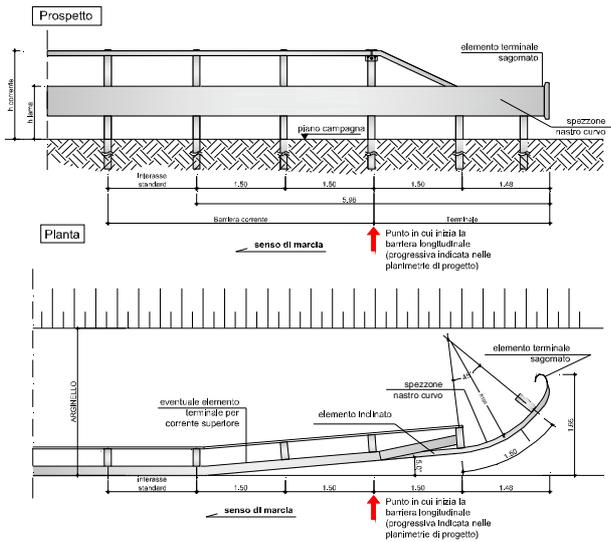


Figura 2: elemento terminale di avvio in rilevato

Gli elementi terminali di fine (Figura 3) possono essere usati solo come elementi di chiusura delle barriere nella direzione opposta al traffico (nelle carreggiate monodirezionali) o nel caso di fine delle barriere in un accesso privato sulla viabilità interferita (dopo aver deviato le barriere dalla carreggiata della strada ad uso pubblico). In nessun caso dovrà essere previsto un terminale di fine impianto esposto al traffico di uno qualunque dei sensi di marcia ammessi nelle strade ad uso pubblico. Per minimizzare gli effetti del possibile impatto contro questo elemento (nel caso di circolazione “anomala” in presenza di un cantiere o anche per urti a bassissime velocità) si è ritenuto comunque opportuno sostituire il tradizionale elemento terminale “a manina” con uno scatolare chiuso montato su una lama avente la parte terminale asolata.

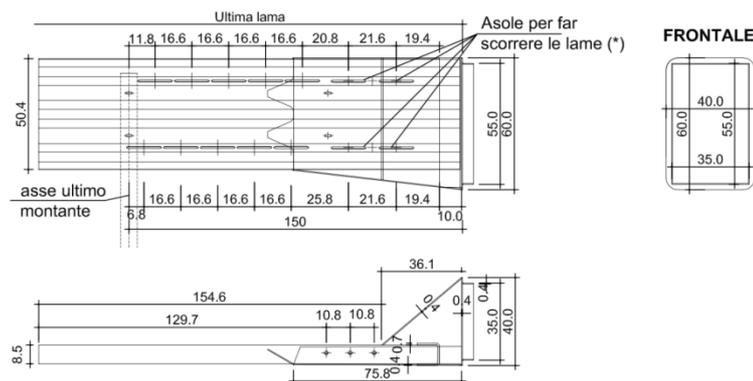


Figura 3: elemento terminale di fine impianto (tradizionale “a manina” non ammesso in progetto) a sx e soluzione prevista in PD a dx)

9.4.2 Transizioni

Le transizioni tra barriere di tipo diverso non sono attualmente prodotti soggetti a prova o a marcatura CE ma sono elementi di raccordo tra dispositivi diversi che devono rispondere a specifici requisiti di carattere geometrico e funzionale:

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 74 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

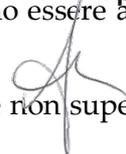
- La lunghezza della transizione dovrà essere almeno pari a 12.5 volte la differenza tra le deformazioni dinamiche delle due barriere accoppiate. Nel caso di barriere di classe diversa la lunghezza è definita come 12.5 volte la differenza tra la deflessione dinamica della barriera di classe inferiore e la deflessione dinamica della barriera di classe superiore normalizzata alla classe inferiore per mezzo dei seguenti coefficienti (C_D):
 - ✓ H4 con H3: $C_D = 0.9$
 - ✓ H4 con H2: $C_D = 0.45$
 - ✓ H3 con H2: $C_D = 0.5$
- La rigidezza all'interno di qualunque tipo di transizione dovrà variare gradualmente da quella del sistema meno rigido a quella del più rigido;
- Il collegamento tra gli elementi longitudinali "resistenti" delle 2 barriere deve essere fatto per mezzo di elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più del 8% (circa 4.6°) e non più di 5° sul piano orizzontale. Si considerano elementi longitudinali "resistenti" la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali "resistenti" i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento (arretrato in modo sostanziale rispetto alla lama sottostante) ed i correnti inferiori pararuota;
- Il produttore dovrà garantire che la transizione proposta sia caratterizzata dalla continuità e dalla graduale variazione di resistenza e di rigidezza degli elementi longitudinali "resistenti";
- tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere;
- l'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal produttore, avendo cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione;
- nel caso particolare di transizioni tra barriere che prevedono il corrente superiore e barriere che non lo prevedono (ove necessario) quest'ultimo dovrà essere raccordato con un pezzo speciale terminale sagomato e vincolato al paletto della barriera senza corrente superiore ubicato al termine della transizione, a tergo della medesima.

Per quanto attiene alle "ali" delle opere d'arte possono essere adottati i "dispositivi misti" secondo il D.M. 21.6.2004 (barriera bordo ponte accoppiata a barriera bordo laterale o spartitraffico di pari classe) adottando come lunghezza di funzionamento (L_f) la maggiore tra quelle dei dispositivi da installare ed avendo cura di verificare che la transizione tra barriera bordo ponte e barriera da bordo laterale garantisca continuità strutturale.

In attesa della definizione normativa di una specifica modalità di prova per verificare l'effettiva sussistenza della continuità strutturale richiesta, una transizione potrà essere considerata "strutturalmente continua" laddove il sistema realizzato dall'affiancamento dei due dispositivi (bordo opera e bordo laterale o spartitraffico) preveda:

- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali "resistenti" che dovrebbero avere, in generale, lo stesso profilo. Tale requisito è inderogabile per la lama principale. Per gli altri potranno essere adottati pezzi speciali di raccordo;
- una differenza di quota tra gli elementi longitudinali "resistenti" delle 2 barriere non superiore a 20 cm.

Società di Progetto
Brebem SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 75 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

In fase di Progettazione Esecutiva le transizioni dovranno essere evidenziate planimetricamente e il loro sviluppo dovrà essere calcolato sulla base della deformazione dinamica dei dispositivi da installare.

Nelle palmierie di progetto le transizioni sono state indicate con una lunghezza di 4.5 m, lunghezza media di una lama.

Salvo condizioni specifiche da approvare preventivamente a cura della Direzione Lavori, è ammessa una transizione diretta tra due barriere di classe diversa solo se queste differiscono di non più di due classi (es: è ammessa H4 con H2 ma non con H1).

Per quanto attiene alle modalità di computo delle transizioni, che non costituiscono un prodotto a sé stante, è prassi computarle con la classe di barriera superiore (o con la barriera da bordo opera, nel caso di transizione tra bordo opera e bordo laterale) in quanto si tratta di pezzi speciali con caratteristiche strutturali intermedie tra le due. Dal punto di vista funzionale la transizione è però da equiparare alla barriera di classe inferiore e deve pertanto essere realizzata al di fuori delle "ali" o oltre l'ultimo punto che richiede la classe di protezione superiore.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 76 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

10 ESPROPRI

Per quanto attiene agli esproprio ed alle occupazion i temporanee si rimanda agli elaborati specifici.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



11 IMPIANTI TECNOLOGICI

Le dotazioni impiantistiche, previste nell'infrastruttura stradale in progetto, possono essere divise in due categorie principali:

- Impianti in linea
- Impianti della barriera di esazione

11.1 Impianti in linea

L'infrastruttura stradale, è dotata di infrastrutture impiantistiche, atte a garantire un pieno controllo degli eventi che si possano presentare, quali:

- Impianto di videosorveglianza autostradale (TVCC) mediante telecamere di tipo dome.
- Impianto di rilevamento dati meteorologici.
- Dorsale di trasmissione su fibra ottica.
- Sistemi di telecomunicazione:
 - o Sistema digitale di trasmissione dati
 - o Impianto di accesso radio
 - o Impianto radio iso-frequenziale
- Sistema per il conteggio, classificazione dei veicoli in itinere
- Supervisione e telecontrollo impianti

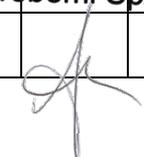
e delle necessarie infrastrutture atte a garantire la sicurezza degli utenti, quali:

- Impianto per un servizio informativo all'utenza mediante pannelli a messaggio variabile.
- Colonnine S.O.S. di richiesta soccorso.
- Impianti di illuminazione di svincolo
- Impianti Antinebbia di svincolo
- Impianto Linea guida nebbia

Tali dotazioni impiantistiche trovano la loro ubicazione, lungo tutta la linea ed in particolare nelle piazzole tecniche, di cui alla tabella sotto:

PROGRESSIVA	TIPOLOGIA	CARREGGIATA	SHELTER	SOS	PMV	WI-FI	TVCC	RADIO	METEO	IDRAULICA
1+200	tecnica/idraulica	nord	x			x	x			x
1+540	tecnica	nord	x			x	x	x (*)		
2+392	idraulica	nord								x
2+554.5	sosta	sud		x						
2+644.5	tecnica	nord	x	x	x	x	x	x (**)		
3+172	idraulica	nord							x	x
3+828	sosta/tecnica	nord	x	x		x	x			
3+862	sosta/tecnica	sud		x	x					
4+552	tecnica/idraulica	nord	x			x	x			x

Società di Progetto
Brebemi SpA



(*) ricevitore per diffusione in cavo microfessurato in galleria

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 78 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

(**) ripetitore radio isofrequenziale

11.2 Impianti della barriera di esazione

Nello svincolo di interconnessione con la A4, ha luogo una barriera di esazione e pedaggio, dotata di un edificio tecnologico e di un totale di 11 piste di cui 4 in entrata e 7 in uscita.

La tecnologia prevista è quella attualmente disponibile ed installata in tutti i sistemi della rete nazionale autostradale già predisposta per le recenti direttive europee per la lettura di Unità di bordo (OBU) omologate.

Le BOE previste nelle piste infatti saranno conformi alla lettura sia dei Telepass tradizionali che di tutte le unità di bordo OBU omologate dalle direttive europee: in particolare, i sistemi saranno conformi a quanto già installato nelle barriere e caselli dell'autostrada A35.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 79 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

12 INTERFERENZA IMPIANTI ESISTENTI

Per quanto attiene alle interferenze con gli impianti esistenti si rimanda agli elaborati specifici.

13 STABILIMENTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE

Con riferimento ai dati pubblicati dall'Agenzia ARPA della Regione Lombardia non figurano stabilimenti a rischio di incidente rilevante in tutta l'area individuabile come di pertinenza del progetto.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 80 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

14 QUADRO AMBIENTALE

Il territorio presenta una morfologia pianeggiante, degradante verso sud-est.

L'alta pianura bresciana occidentale è un vasto settore caratterizzato da un assetto morfologico sostanzialmente regolare che si sviluppa dai rilievi collinari (Prealpi bresciane e sistema morenico sebino) alla fascia dei fontanili.

Gli elementi che strutturano il paesaggio sono rappresentati dai corsi d'acqua principali (Torrente Gandovere) e dalla rete irrigua i cui percorsi sono frequentemente evidenziati da vegetazione arborea e arbustiva.

Il reticolo idrografico risulta caratterizzato principalmente dalla presenza del T. Gandovere e di una fitta rete canali e di rami secondari ad uso irriguo.

Il territorio è caratterizzato da un'ampia superficie territoriale (superiore al 60%) ad uso prevalentemente agricolo (seminativo irriguo), con colture intensive di vario genere durante tutto il corso dell'anno. E' possibile distinguere all'intero del territorio comunale quattro macrozone disposte attorno al nucleo urbanizzato, all'interno delle quali si dipana una fitta rete di canali irrigui, concentrati esclusivamente nella zona meridionale.

A nord, ma fuori dall'area di studio, vi è la zona di maggior pregio a livello paesaggistico-ambientale, collocata ai margini della Franciacorta e caratterizzata da numerosi scorci sui rilievi collinari.

Ad est vi è un ambito a valenza naturalistica, caratterizzato dalla presenza del torrente Gandovere che taglia, con andamento nord-sud, gran parte del territorio orientale di Castegnato; ad est della S.S. 510 vi è un'ulteriore zona produttiva agricola.

Ad ovest del nucleo abitato si colloca sicuramente la zona agricola dalle dimensioni più rilevanti che non si caratterizza per la presenza di elementi paesaggistici di particolare rilevanza, anche in considerazione della concomitante presenza di aree degradate adibite ad attività estrattiva, attive e dismesse. L'ultima zona è quella posta a sud del sistema infrastrutturale principale, ovvero quella in cui si localizza l'intervento oggetto della presente analisi.

Nei pressi dei confini con i comuni di Gussago, Rodengo Saiano e Ospitaletto sono localizzate altre zone industriali di dimensioni considerevoli che formano, con le aree produttive dei paesi limitrofi, dei grandi poli industriali a carattere sovracomunale.

La presenza delle infrastrutture (Autostrada A4, Ferrovia Milano - Venezia, ex S.S. 11, S.S. 510, Ferrovia Brescia - Iseo - Edolo) accentua il carattere urbano del paese, ormai inglobato nella conurbazione dell'hinterland della città di Brescia, e nel triangolo Brescia, Milano, Bergamo.

Il trend che si è instaurato con il passare degli anni è sempre più volto verso la saturazione dello spazio compreso tra la formazione storica dell'abitato e la ex S.S. 11, con una commistione, non sempre pianificata ed ordinata, di aree residenziali, aree destinate al servizio pubblico ed aree destinate ad altri usi.

Il tessuto urbanizzato non ha limiti e bordi ben definiti, ma presenta lembi di zone residenziali che si inseriscono all'interno del territorio extraurbano agricolo; lo sviluppo ha riguardato maggiormente la parte occidentale dell'abitato a dispetto di quella orientale, in cui risulta più definito un limite quasi rettilineo, costituito da una sorta di fascia di rispetto del torrente Gandovere.

14.1 ATMOSFERA

L'analisi delle condizioni meteorologiche è rilevante per lo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera ed è pertanto indispensabile per fornire valutazioni attendibili sulla situazione dell'inquinamento atmosferico.

Lo stato di qualità dell'aria, a livello regionale come a livello locale, e le valutazioni che ne derivano, vengono riportate nello specifico elaborato 60417-00002-A00 Quadro Ambientale dello Studio di Impatto Ambientale.

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 81 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

14.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

Viene ricostruito lo stato della componente suolo e sottosuolo nei territori interessati dall'opera.

In particolare nello specifico elaborato 60417-00002-A00 Quadro Ambientale dello Studio di Impatto Ambientale vengono approfondite le tematiche riguardanti:

- la geologia e la geomorfologia;
- le caratteristiche geotecniche e lo stato della qualità dei terreni;
- le caratteristiche sismiche e lo stato del dissesto idrogeologico;
- le caratteristiche pedologiche e l'uso dei suoli.

I terreni dell'area in oggetto sono pressoché pianeggianti e con scarsa varietà degli elementi geologici. Le formazioni di interesse si riducono, infatti, ai depositi ghiaioso sabbiosi del Livello Fondamentale della Pianura e ai depositi fluviali attuali e recenti.

14.3 AMBIENTE IDRICO

Tramite uno studio e un'analisi delle caratteristiche idrologiche-idrauliche dell'area interessata dal progetto vengono definite con sufficiente dettaglio le eventuali interferenze che l'opera può causare sulla rete di deflusso superficiale, sia in fase realizzativa che di esercizio.

Analogamente a quanto fatto per l'ambiente idrico superficiale, sono state sintetizzate le caratteristiche idrogeologiche dell'area di progetto, allo scopo di definire con sufficiente dettaglio le eventuali interferenze che l'opera in progetto, sia in fase realizzativa che di esercizio, può causare sulla rete di deflusso sotterranea.

Il presente studio intende mettere in luce gli aspetti progettuali e realizzativi dell'opera che possono avere un impatto negativo sul contesto naturale in cui l'opera stessa va ad inserirsi, con riferimento particolare all'ambiente idrico ma senza tralasciare alcuni aspetti legati alla matrice suolo che sono ad esso strettamente collegati.

Nello specifico elaborato 60417-00002-A00 Quadro Ambientale dello Studio di Impatto Ambientale vengono individuate le attività che comportano una possibilità di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee durante la fase di cantiere e in quella di normale esercizio dell'opera.

Sono stati presi in considerazione gli effetti che la realizzazione del progetto potrà determinare sui sistemi a monte e a valle dell'opera in esame quali: utilizzo e/o intercettazione degli acquiferi superficiali e profondi, inquinamento delle acque superficiali.

Particolare attenzione verrà dedicata alle misure di mitigazione adottate per limitare gli effetti ambientali indesiderati sull'ambiente idrico, specialmente applicabili nelle situazioni sensibili connesse con le fasi di cantiere e di esercizio.

A seconda della natura del terreno, gli inquinanti veicolati da tali acque potranno costituire un impatto sul suolo, sul sottosuolo (nel caso di terreni più permeabili) e nei corpi idrici ricettori superficiali (rete idrografica naturale e sistema di fossi e canali) e sotterranei.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato sopra citato.

14.4 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA E ECOSISTEMI

Viene definito lo stato attuale, sotto il profilo naturalistico, delle aree interessate dalla variante al progetto BreBeMi di cui al presente SIA, mediante:

- inquadramento Fisiografico e Climatico dell'Area di Studio;
- analisi floristica e vegetazionale;
- caratterizzazione delle componenti faunistiche ed ecosistemiche.

Società di Progetto
Brebemi SpA



La realizzazione dell'opera determinerà sulla componente vegetazione, flora e fauna due tipologie di impatti:

	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 82 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- Impatti diretti o a breve periodo, prodotti dall'occupazione diretta del suolo dell'opera, con la conseguente eliminazione degli elementi vegetazionali e faunistici presenti;
- Impatti indiretti o a lungo periodo, che comprendono tutte le modifiche successive nel tempo alla dinamica della componente, conseguenti alla presenza del manufatto.

Questi argomenti verranno trattati più approfonditamente nello specifico elaborato 60417-00002-A00 Quadro Ambientale dello Studio di Impatto Ambientale.

14.5 RUMORE E VIBRAZIONI

Si è indagato, con riferimento alla componente rumore, le condizioni di sensibilità del territorio in termini di destinazioni d'uso e di tipologie edilizie; si discutono inoltre i risultati di misure fonometriche eseguite per la valutazione dei livelli di fondo attualmente presenti sul territorio.

Nello specifico elaborato 60417-00002-A00 Quadro Ambientale dello Studio di Impatto Ambientale sarà riportato:

- breve descrizione della normativa vigente e delle principali norme tecniche di riferimento;
- classificazione del territorio e dei ricettori sensibili in base alla presunta criticità rispetto al problema in esame;
- presentazione dei risultati delle misure fonometriche.

Il passaggio continuo di veicoli sopra un'arteria stradale è fonte d'emissione di vibrazioni nel terreno circostante. Esse possono propagarsi agli edifici situati entro distanze limitate in relazione alla natura del terreno o suolo e dai livelli di vibrazione indotti sul pavimento stradale.

Sulla base delle valutazioni analitiche e delle considerazioni effettuate emerge quanto segue:

- la determinazione della sorgente vibrazionale è stata basata estesamente su rilievi strumentali reperibili dalla bibliografia specializzata;
- il livello di accettabilità scelto prende in considerazione il valore di 74 dB che rappresenta il limite notturno per gli edifici residenziali, desunto dalla norma UNI9614, e il valore di 5 dB relativo ad eventuali amplificazioni per effetto dei solai;
- è stato trascurato l'effetto del traffico leggero il quale già alla distanza di 3 metri dal ciglio dell'arteria stradale è inferiore al limite di accettabilità introdotto nel precedente punto;
- è invece preso in considerazione il traffico pesante considerando come rappresentativo un mezzo di trasporto con livello di vibrazione non ponderato;
- le proprietà dei terreni, in termini di velocità delle onde di superficie e dei fattori di smorzamento, sono state desunte dalla bibliografia specializzata sulla base delle litologie affioranti, descritte nella relazione geotecnica.

Da elaborazioni effettuate considerando gli schermi antirumore esistenti è emerso che in alcuni tratti le propagazioni del livello sonoro superano il limite di accettabilità imposti dalla normativa.

Questo sottolinea l'esigenza di inserire nuove barriere antirumore nei tratti in cui l'elaborazione non soddisfa i limiti del livello sonoro. Le caratteristiche geometriche e la localizzazione di questi elementi verranno definite nell'elaborato sopra citato.

14.6 PAESAGGIO

Lo studio della componente Paesaggio è stato svolto nello specifico elaborato 60417-00002-A00 Quadro Ambientale dello Studio di Impatto Ambientale definendo due principali livelli di analisi, specificatamente riconducibili ai seguenti aspetti principali:

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 83 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

- inquadramento del contesto paesaggistico di ambito vasto in cui il progetto si inserisce;
- caratterizzazione paesaggistica e percettiva dell'area di riferimento del progetto.

Al termine dell'analisi ante operam sono state analizzate le potenziali interferenze indotte dall'opera, funzionali all'individuazione dei possibili interventi di mitigazione.

L'obiettivo principale dell'analisi è quello di comprendere i meccanismi di formazione e trasformazione della struttura territoriale e dei suoi caratteri tipo - morfologici e, nel contempo, di leggere le diverse preesistenze e persistenze, nel contesto di un quadro di interdipendenze morfologiche e funzionali. Si è proceduto, pertanto, ad individuare l'insieme di segni ed elementi naturali e delle stratificazioni antropiche, armonicamente combinati tra loro, che consente di individuare i legami con lo spazio circostante; legami che garantiscono l'insorgere del senso d'appartenenza che assicura la permanenza e la conservazione di tali segni.

La fase di caratterizzazione "paesaggistica" dell'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'opera - verificata attraverso l'analisi di fotografie aeree e sopralluoghi, integrata con l'analisi del Piano Paesistico Regionale (PPR) del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia (PTCP) di Brescia, ha rappresentato il fondamentale strumento di conoscenza e di descrizione "aggregata" dei caratteri fisici, socio - culturali e paesistici dell'ambito esaminato.

Lo sviluppo di questo studio viene riportato nel suddetto elaborato.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDI1100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 84 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

15 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma di esecuzione dell'opera è riportato nell'elaborato 60517-00004 Parte Generale
Computi e Stime Cronoprogramma.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 60388-00001-A02.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGDII100001000000200A01	REV. 02	FOGLIO 85 di 85
--	--------------------------------	---	------------	--------------------

16 QUADRO ECONOMICO

Il Quadro Economico dell'opera viene trattato nell'elaborato cod. 60501-00004 - "Parte Generale Elaborati Generali Quadro Economico".

Si precisa che la voce Altre Spese, così come indicato dal Concessionario, comprende tra l'altro le somme a disposizione del Concessionario stesso per eseguire direttamente e/o tramite la società Argentea gli interventi per:

- l'adeguamento impianti Centrale operativa di Fara Olivana;
- l'adeguamento ettometriche da SP19 a TEEM ;
- l'adeguamento numerazione cavalcavia da SP19 a TEEM.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

