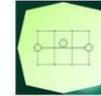


CONCEDENTE



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° 19/2016

INTERCONNESSIONE A35-A4  
PROGETTO ESECUTIVO

O-PARTE GENERALE

00-GENERALE

00009 - GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA  
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

PROGETTAZIONE:



VERIFICA:

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

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

APPROVATO SDP

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO												PROGR.		DATA:
	EMITE	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PARTI	PROGR.	PART. DOC.	STATO	REV.	LUG	2016
66003	04	RO	E	I	11	00	009	00	00	001	00	A	00	SCALA:	

ELABORAZIONE PROGETTUALE	REVISIONE									
	N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO	
IL PROGETTISTA PIACENTINI INGEGNERI S.R.L. DOTT. ING. LUCA PIACENTINI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI BOLOGNA N. 4152	A	00	EMISSIONE	29/07/2016	PIACENTINI	29/07/2016	MAZZOLI	29/07/2016	MAZZOLI	

	<b>IL CONCEDENTE</b> 	<b>IL CONCESSIONARIO</b>  Società di Progetto <b>Brebemi SpA</b>
--	--------------------------	---

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SdP BREBEMI S.P.A. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE  
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF SdP BREBEMI S.P.A. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW

	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 1 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
1.1	QUADRO DI RIFERIMENTO GENERALE .....	2
1.2	UBICAZIONE DEL SITO.....	2
<b>2.</b>	<b>SINTESI GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA .....</b>	<b>2</b>
2.1	LITOLOGIA.....	2
2.2	GEOMORFOLOGIA .....	3
<b>3.</b>	<b>INTEGRAZIONE DEI DATI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....</b>	<b>5</b>
3.1	METODOLOGIA DI LAVORO .....	5
3.2	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI: UNITÀ LITOLOGICHE .....	5
3.3	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI: VARIAZIONI DI FACIES .....	8
3.3.1	VARIAZIONI DI FACIES - AREE CON DEPOSIZIONE PREVALENTEMENTE SABBIOSO-LIMOSA ENTRO UNITÀ A GRANULOMETRIA GENERALE PIÙ GROSSOLANA .....	8
3.3.2	VARIAZIONI DI FACIES - DEPOSITI PREVALENTEMENTE LIMOSO-ARGILLOSI.....	8
3.4	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI: ELEMENTI GEOMORFOLOGICI.....	10
3.4.1	FORME E DEPOSITI FLUVIALI - CORPI IDRICI PRINCIPALI (FIUMI, TORRENTI, POZZE, CANALI, NAVIGLI, ROGGE, IN FORME NATURALI E ARTIFICIALI) .....	10
3.4.2	FORME E DEPOSITI FLUVIALI - CANALE DI FLUSSO PERIODICO IN UN TRATTO DI CORSO D'ACQUA DI TIPO "BRAIDED".....	10
3.4.3	FORME E DEPOSITI FLUVIALI - ORLO DI TERRAZZO DEL SISTEMA PRINCIPALE DI SCARPATE (ALTEZZA FINO A 10 M, LOCALMENTE MAGGIORE) CHE INCIDE IL "LIVELLO FONDAMENTALE DELLA PIANURA" .....	10
<b>4.</b>	<b>PROFILI GEOLOGICI .....</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>16</b>
5.1	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO .....	16
5.2	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	17

APPROVATO SDP



	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 2 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

## 1. PREMESSA

### 1.1 Quadro di riferimento generale

Si riporta di seguito lo studio dei dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici necessari alla redazione del progetto esecutivo del raddoppio di carreggiata del lotto 0A della autostrada BreBeMi e dell'interconnessione A35 - A4.

La presente relazione tecnica accompagna, in forma di note descrittive, la cartografia geologica e geomorfologica elaborata come documento d'inquadramento generale dell'intero tracciato (scala 1:10.000) ed i profili geologici rappresentati nelle tavole:

- "Carta Geomorfologica d'assieme con nuovo asse stradale – Raccordo Tangenziale sud di Brescia - Scala 1:10.000" (Rif. 5.1.1);
- "Carta Geologica con nuovo asse stradale – Raccordo Tangenziale Sud di Brescia. Scala 1:10.000" (Rif. 5.1.2);
- "Profilo geologico con nuovo profilo stradale – Raccordo Tangenziale Sud di Brescia – Tav. 1/2 e 2/2" (Rif. 5.1.3, 5.1.4);

### 1.2 Ubicazione del sito

Il settore investigato parte dall'estremo orientale dell'area interessata dal tracciato autostradale Brebemi ed interessa le opere di connessione con la tangenziale sud di Brescia e la rete stradale locale. Vi sono compresi parte dei territori comunali di Cazzago San Martino, Rovato, Travagliato, Lograto, Ospitaletto, Castegnato, Torbole-Casaglia, Gussago, Roncadelle, Castel Mella (tutti compresi nella Provincia di Brescia).

L'area in oggetto, per quanto sia la più orientale, si trova ancora nella parte centrale della Pianura Padana, mantenendo caratteristiche topografiche, morfologiche e litologiche simili a quelle dei settori più occidentali. I primi rilievi meso-cenozoici del margine bresciano delle Alpi Meridionali, cui si saldano i depositi glaciali dell'anfiteatro della Franciacorta, emergono bruscamente dalla Pianura Padana lungo una dorsale orientata WNW-ESE. Rispetto ad essi, la distanza decresce da 16-17 km a poco più di 10. Una più vicina emergenza del substrato pre-quaternario è il rilievo miocenico (conglomerati di ambiente marino) del Monte Orfano, circa 8 km a nord della parte di tracciato prossima all'innesto sulla tangenziale.

## 2. SINTESI GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA

Sulla base di quanto esposto nel precedente studio per il Progetto Definitivo, delle informazioni d'interesse pratico desunte dalla documentazione geologica e geomorfologica pubblicata ad oggi, e di quanto ricavato direttamente attraverso indagini mirate, vengono presentati in forma sintetica i principali aspetti geologici e geomorfologici della fascia che comprende il tracciato. La descrizione geologica di seguito proposta attiene alla sola litologia, dato che i terreni presenti sono di esclusiva età quaternaria, ampiamente successivi, quindi, ad ogni episodio di deformazione di possibile interesse geologico-strutturale.

### 2.1 Litologia

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

Società di Progetto

Brebemi SPA



seguito indicato come LFP), ed in particolare quelli attribuiti all'Unità di Chiari (Pleistocene superiore). All'estremo sud-orientale, si trovano la modesta incisione olocenica del fiume Mella ed i relativi terreni alluvionali. Anche se privo di un rilievo morfologico importante, è riconoscibile tra Castel Mella e Roncadelle un terrazzo intermedio, che raccorda la valle olocenica del Mella al LFP, attribuita in Rif. 5.1.10 ad un Olocene antico. Il corso d'acqua menzionato si trova al di fuori del settore direttamente interessato dalla costruzione del raccordo alla tangenziale di Brescia.

Poco a sud-est dell'area rappresentata nella cartografia 1:10.000, tra i fiumi Mella ed il vicino Chiese, appare una superficie rilevata, corrispondente ad uno dei lembi isolati di terrazzi antichi, che caratterizzano la pianura bresciana. Si tratta di depositi di varia genesi ed età, fortemente alterati in superficie, costituiti da sedimenti di prevalente origine glaciale e fluvio-glaciale, con una copertura eolica (loess). Per la loro alterazione superficiale, sono sicuramente precedenti all'ultimo massimo glaciale. Questi rilievi sono interpretati come tracce di un'anticlinale che mantiene attiva la sua tendenza al sollevamento, trascinando con sé i depositi presenti al di sopra della sommità delle pieghe. La superficie sommitale è suborizzontale, con una debole pendenza verso sud. La superficie "mantellata" da loess giallastro è profondamente incisa da numerose vallecicole; le scarpate fluviali che delimitano esternamente questi rilievi testimoniano l'erosione subita durante fasi interglaciali.

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 (costituiti in questo settore lombardo da sedimenti calcareo-terrigeni, sfruttati da numerose cave tra Rezzato e l'anfiteatro Gardesano per l'estrazione di Corna e Botticino), 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.

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 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).

## 2.2 Geomorfologia

L'area in oggetto insiste principalmente sull'unità di paesaggio del LFP. L'ambiente deposizionale dei sedimenti che hanno costruito per aggradazione tale superficie è già stato accennato nel precedente paragrafo. 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.

In particolare, mancano le scarpate maggiori che contraddistinguono le superfici organizzate in più ordini di terrazzi. Quella che segna l'orlo della sponda sinistra della valle olocenica del fiume Mella, passante per la periferia occidentale di Castel Mella, la località Madonna del Boschetto e la periferia sud-orientale di Roncadelle, separa superfici con minimo dislivello e con un terrazzo antico intermedio, che riduce ulteriormente i dislivelli con l'adiacente LFP (più ad ovest). 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. I più evidenti ricorrono nella parte in sponda destra del Mella, disegnando un reticolo di drenaggio a canali anastomizzati diretto verso sud e SSW (evidenziato in Rif. 5.1.10 e ben riconoscibile attraverso il telerilevamento). Nell'area in oggetto si notano, con una distribuzione abbastanza irregolare, le tracce lineari senza rilievo morfologico (commentate più avanti), che nell'insieme disegnano invece un flusso generale orientato prevalentemente verso SSE.

APPROVATO SDP

	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 5 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

### 3. INTEGRAZIONE DEI DATI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

#### 3.1 Metodologia di lavoro

Oltre ai consueti sopralluoghi sul terreno, lungo lo sviluppo del tracciato, sono state studiate fotografie aeree a colori del volo TEM1 Regione Lombardia (anni di ripresa 1982-1983), in una scala prossima ad 1:30.000, di ottima qualità e copertura totale (salvo limitatissime aree ritenute d'interesse militare, lungo la linea ferroviaria). Nell'area d'interesse, la natura dei terreni, corrispondenti esclusivamente a depositi quaternari sciolti di considerevole spessore, ha necessariamente indirizzato lo studio verso i soli aspetti geomorfologici di maggior significato. Non sono infatti stati osservati riscontri morfologici indicativi dell'assetto strutturale del substrato, che si trova profondamente sepolto. Lo studio si è rivelato di grande utilità, in considerazione del territorio ovunque fortemente antropizzato.

Gli elementi individuati si riferiscono all'idrografia superficiale, attiva e fossile, ed attengono a differenti ordini di grandezza.

La tecnica di telerilevamento accennata, di ricostruzione indiretta del grado di umidità nei terreni in base ai toni di colore o di grigio, è stata ampiamente utilizzata (e validata dai risultati) con vari supporti, da fotogrammi aerei ad immagini da satellite, in numerosi progetti internazionali.

Lo studio fotogeologico originale, qui commentato, è stato dedicato con il maggior dettaglio possibile alle aree interessate dalle opere d'arte maggiori, quali i viadotti e la galleria artificiale, oggetto della cartografia alla scala 1:2.000. I settori intermedi sono invece stati sottoposti ad un'indagine più speditiva, comunque in grado di fornire un valido controllo

I principali elementi identificati e mappati si riferiscono all'idrografia superficiale ed attengono a differenti ordini di grandezza. I maggiori sono le principali depressioni nastriformi, a fondo piatto o concavo in funzione dello stadio evolutivo, attribuibili a paleoalvei di varia età. Queste forme presentano un discreto, e sufficientemente continuo, rilievo morfologico, perfettamente congruente con il disegno d'insieme del reticolo idrografico attuale (governato dalla pendenza della pianura e dalla posizione del depocentro, costituito dal corso del fiume Po). Si tratta di un insieme abbastanza fitto di tracce di paleodrenaggio incise essenzialmente sul LFP, in coincidenza quasi perfetta con le corrispondenti unità pedologiche mappate nei diversi lavori dell'ERSAL (Rif. 5.1.4; Rif. 5.1.6; Rif. 5.1.10). Oltre a questi elementi maggiori, è stato possibile individuare con soddisfacente precisione un insieme geometricamente coerente (anche se incompleto) di linee di drenaggio secondarie. Queste sono sostanzialmente prive di rilievo morfologico, ma vengono evidenziate da tonalità più scure e più saturate (nelle foto in bianco e nero, si sarebbe trattato di una maggior densità dei toni di grigio). Tale cromatismo è determinato dal maggior grado di umidità, localmente concentrato lungo tali linee. Si tratta essenzialmente di un flusso fossile, ma le caratteristiche locali di permeabilità sono in grado di drenare in parte le acque piovane dei possibili massimi stagionali.

I sopralluoghi di terreno hanno permesso una soddisfacente taratura ed il controllo finale dello studio fotogeologico.

#### 3.2 Presentazione dei risultati: Unità Litologiche

I dati litologici e geomorfologici originali, prodotti in quest'ultima fase di lavoro, forniscono un quadro che ben si armonizza con i contenuti delle indagini pregresse e dal quale possono derivare indicazioni aggiuntive, utili ai fini della costruzione del tracciato.



	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 6 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

### 3.1.1 Depositi di versante – Depositi essenzialmente gravitativi, attuali e recenti

Materiali detritici incoerenti presenti alla base del versante del M.te Orfano.  
Nell'area d'interesse non sono presenti.

### 3.1.2 Unità alluvionali attuali e recenti - Depositi alluvionali delle valli, essenzialmente oloceniche, che incidono il "Livello Fondamentale della Pianura". Depositi costituiti prevalentemente da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi

Corrispondono all'insieme dei terreni olocenici depositati come alluvioni fluviali, all'interno dell'incisione del fiume Mella che intaccano debolmente la superficie del LFP. Nelle parti più esterne in sponda destra, comprendono anche terreni probabilmente più antichi, organizzati in un sistema di terrazzi, che fanno da transizione al LFP, con superfici da subpianeggianti a lievemente ondulate contraddistinte da drenaggio discreto o buono. Prevalgono le ghiaie da grossolane a relativamente fini con matrice sabbiosa e sporadici livelli sabbioso-limosi, sottili e discontinui. Nelle parti più rilevate possono presentare, localmente, cenni di pedogenizzazione incipiente.

### 3.1.3 Unità essenzialmente fluvio-glaciali - Depositi essenzialmente del Pleistocene superiore, costituiti in prevalenza da sedimenti ghiaiosi, delle varie unità allostratigrafiche riferite ai principali bacini idrografici e distinte, da ovest verso est, in:

#### UNITÀ INDIFFERENZIATA (PLEISTOCENE SUPERIORE)

Si tratterebbe, secondo lo studio effettuato per il Progetto Definitivo ed in accordo con i criteri adottati in Rif. 5.1.9, di un'unità ubiquitaria, suddivisibile in corpi riferibili a vari ambienti deposizionali, i quali risultano delimitabili anche in base ai suoli dai quali sono ricoperti.

La cartografia, e relative note illustrative, prodotte da ERSAL nell'area sostanzialmente corrispondente (Rif. 5.1.4, Rif. 5.1.8, Rif. 5.1.10), supporta l'attribuzione di tali terreni, nell'area ad ovest del Canale Muzza, al LFP.

L'ambiente deposizionale per i terreni ad ovest della Muzza viene quindi ritenuto francamente fluvio-glaciale nei lavori dell'ERSAL, sulla base dell'evoluzione del suolo che riposa su questo orizzonte.

#### UNITÀ DI CANTÙ (PLEISTOCENE SUPERIORE)

È composta da depositi fluvio-glaciali in regime di tipo "braided river" ed è caratterizzata da un profilo di alterazione poco evoluto con la presenza di un suolo di spessore massimo pari a 2 m e dall'assenza di copertura loessica.

È costituita da ghiaie con ciottoli arrotondati a supporto di clasti o di matrice generalmente sabbiosa. È presente una grossolana stratificazione suborizzontale. Sono frequenti strati e lenti sabbiose a struttura interna laminata. Localmente la sommità mostra sequenze di tipo "fining upward" con passaggio da ghiaie a limi con ciottoli sparsi.

La superficie limite superiore è rappresentata dalla superficie topografica oppure viene suturata (senza troncatura erosionale) dai depositi alluvionali olocenici.

La superficie limite inferiore terrazza e poi ricopre il Complesso del Brembo

	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 7 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

#### COMPLESSO DEL BREMBO (PLEISTOCENE SUPERIORE)

È composta da depositi fluvioglaciali e alluvionali in regime di tipo “braided river” ed è caratterizzata da un profilo di alterazione poco sviluppato con la presenza di un suolo di spessore inferiore a 1.6 m e dall’assenza di copertura loessica.

È costituita da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbioso limosa. I clasti sono arrotondati e prevalentemente discoidali, con dimensioni medie variabili tra 2 e 10 cm e massime di 45 cm. È presente una grossolana stratificazione suborizzontale. Verso sud compaiono delle ghiaie sabbiose a supporto di matrice stratificate e strati e lenti sabbiose. Su alcune sequenze ghiaiose sono presenti spessori decimetrici di limi. Localmente compare una debole cementazione che può interessare spessori anche metrici di ghiaie.

La superficie limite superiore è rappresentata dalla superficie topografica oppure viene debolmente incisa dall’Unità di Cantù o suturata (senza troncatura erosionale) dai depositi alluvionali olocenici.

#### COMPLESSO DEL SERIO (PLEISTOCENE SUPERIORE)

È composta da depositi fluvioglaciali in regime di tipo “braided river” ed è caratterizzata da un profilo di alterazione poco sviluppato con la presenza di un suolo di spessore massimo di 1.1 m e dall’assenza di copertura loessica.

È costituita da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa, prevalentemente da medio grossolane a grossolane e in subordine molto grossolane, con locale presenza di massi. I clasti sono ben selezionati, da arrotondati a subarrotondati e discoidali. È presente una grossolana stratificazione suborizzontale assieme a gradazione diretta ed embricatura a basso angolo. Sono frequenti strati sabbiosi e lenti a laminazione orizzontale e, più sporadicamente, anche lenti di limi. Localmente la sommità mostra una copertura di limi argillosi. Compare una scarsa cementazione diffusa.

La superficie limite superiore è rappresentata dalla superficie topografica oppure viene suturata (senza troncatura erosionale) dai depositi alluvionali del fiume Serio.

#### COMPLESSO DELL’OGLIO (PLEISTOCENE MEDIO E SUPERIORE)

È composta da depositi fluvioglaciali in regime di tipo braided river ed è caratterizzata da un profilo di alterazione poco sviluppato con la presenza di un suolo di spessore massimo di 1.1 m e dall’assenza di copertura loessica.

È costituita da ghiaie, a supporto clastico con matrice sabbiosa, da medio grossolane a molto grossolane, con comune presenza di ciottoli e massi (con dimensioni anche di 1 m). I clasti sono ben selezionati, da subarrotondati ad arrotondati e discoidali. È presente una grossolana stratificazione suborizzontale. Sono frequenti strati di sabbia e lenti sabbiose a laminazione orizzontale. Localmente alla sommità è presente una copertura di limi argillosi (interpretabili come depositi di esondazione).

Si ha una scarsa cementazione, spesso localizzata secondo sottili livelli costituiti da concrezioni calcaree.

La superficie limite superiore è rappresentata dalla superficie topografica oppure viene suturata (senza troncatura erosionale) dai depositi alluvionali del fiume Serio.

#### UNITÀ DI CHIARI (PLEISTOCENE SUPERIORE)

È composta da depositi fluvioglaciali in regime di tipo braided river ed è caratterizzata da un profilo di alterazione poco sviluppato con la presenza di un suolo di spessore inferiore a 1 m e dall'assenza di copertura loessica.

È costituita da ghiaie da fini a grossolane sia a supporto clastico con abbondante matrice sia a supporto di matrice. La matrice è generalmente costituita da sabbia medio fine. Sono presenti numerosi livelli e lenti di sabbia medio grossolana, talora debolmente limosa, con sparsa ghiaia e ciottoli; più rare sono le lenti costituite da limo sabbioso.

Nel settore più orientale prevale la sabbia ghiaiosa con limo, priva di ciottoli con ghiaia con diametro massimo di 5 centimetri.

I clasti sono ben selezionati, da arrotondati a subarrotondati e discoidali, di dimensioni massime di 8 ÷ 10 cm. È presente una grossolana stratificazione suborizzontale assieme a gradazione diretta ed embricatura a basso angolo. Si ha una debole cementazione diffusa secondo sottili livelli costituiti da concrezioni calcaree; verso nord compaiono strati di spessore metrico fortemente cementati (livelli conglomeratici).

Corrisponde al LFP e presenta caratteri sedimentologici molto simili ai depositi del Complesso dell'Oglio. Come in quest'ultima si nota localmente una debole cementazione calcarea, riflessa anche nelle caratteristiche dei suoli. Risultano relativamente scarse le tracce di idrografia fossile con rilievo morfologico, ad eccezione della fascia, a sviluppo submeridiano, prossima al corso del fiume Mella.

### **3.1.4 Unità glaciali - Depositi ghiaiosi, talora debolmente cementati, con strato di alterazione argilloso di colore rossastro, con qualche ciottolo calcareo, appartenenti alle cerchie moreniche esterne dell'anfiteatro sebino**

Sono presenti ad una distanza di più di 4 km dal tracciato stradale in progetto, costituiscono i depositi delle cerchie moreniche esterne dell'anfiteatro sebino.

Nell'area d'interesse non sono presenti.

### **3.1.5 Unità del substrato pre-quaternario**

Nell'area d'interesse non è presente.

## **3.3 Presentazione dei risultati: Variazioni di facies**

### **3.3.1 Variazioni di facies - Aree con deposizione prevalentemente sabbioso-limosa entro unità a granulometria generale più grossolana**

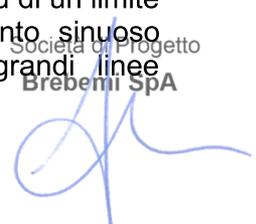
Corrispondono ai terreni relativamente più fini (anche se con marcata variabilità laterale e verticale), accumulati come depositi di barra, nel tratto più meridionale ad ampie anse raccordate, all'interno delle maggiori di queste ultime presso la sponda opposta a quella in erosione.

Nell'area d'interesse non sono presenti.

### **3.3.2 Variazioni di facies - Depositi prevalentemente limoso-argillosi**

Non sono presenti nell'area indagata. Corrispondono ai terreni posti a sud di un limite schematicamente individuato in tutte le cartografie di riferimento, con andamento sinuoso (condizionato in parte dallo sviluppo del reticolo idrografico fossile) ma a grandi linee

APPROVATO SDP



	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 9 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

concordante con la transizione tra "media" e "bassa" pianura. Tale limite risale verso i rilievi pedemontani in corrispondenza dei principali avvallamenti dell'idrografia attuale o fossile.

Il cambio litologico è quasi impercettibile sul terreno e costituisce una transizione lenta e graduale.

Nell'area d'interesse non sono presenti.

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 10 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

### 3.4 Presentazione dei risultati: Elementi geomorfologici

Lo studio fotogeologico, tarato e controllato attraverso i sopralluoghi, ha permesso di evidenziare in particolare la continuità del disegno d'insieme del reticolo di drenaggio precedente l'attuale, completandone gli elementi in parte già individuati nelle carte geomorfologiche disponibili in letteratura. Gli elementi individuati e di seguito commentati concludono la legenda, precedentemente illustrata per le unità litologiche.

#### 3.4.1 Forme e depositi fluviali - Corpi idrici principali (fiumi, torrenti, pozze, canali, navigli, rogge, in forme naturali e artificiali)

Sono stati cartografati solo i corpi idrici principali quale utile riferimento. Non sono stati riportati gli elementi minori del complesso sistema idrico rimodellato dall'intervento antropico.

#### 3.4.2 Forme e depositi fluviali - Canale di flusso periodico in un tratto di corso d'acqua di tipo "braided".

Elemento facente parte di un sistema anastomosato di rami fluviali, a valle del punto di transizione tra regime di erosione e regime di deposizione delle alluvioni e della conseguente variazione di dinamica idraulica. Questi canali presentano una larghezza molto variabile e sono delimitati da scarpate nette, subverticali, tagliate in sedimenti prevalentemente ghiaiosi, non cementati. I sedimenti presentano un certo apporto di materia organica derivante dalla vegetazione riparia.

Nell'area d'interesse non sono presenti.

#### 3.4.3 Forme e depositi fluviali - Orlo di terrazzo del sistema principale di scarpate (altezza fino a 10 m, localmente maggiore) che incide il "Livello Fondamentale della Pianura"

Si trovano variamente espressi su entrambe le sponde, in posizione abbastanza simmetrica rispetto all'alveo attuale. Generalmente tra le due scarpate si osserva un ordine minore di terrazzi, con un passaggio transizionale al LFP e numerose tracce di idrografia fossile.

Non sono presenti terrazzi principali, con rilievo morfologico paragonabile a quello delle incisioni vallive di Adda ed Oglio.

#### 3.1.6 3.4.4 Forme e depositi fluviali - Orlo di terrazzo secondario (scarpate con altezza di pochi metri)

Si riconosce un sistema di terrazzi in due ordini, digradante verso lo stretto fondovalle del Mella. Rilievo morfologico e dislivello sono minori rispetto ai terrazzi analoghi, presenti nei settori occidentali. Come accennato, nell'area investigata la superficie del LFP si presenta relativamente uniforme.

#### 3.4.5 Forme e depositi fluviali - Traccia evidente di paleoalveo

Si tratta delle principali depressioni nastriformi, a fondo piatto o concavo in funzione dello stadio evolutivo, attribuibili a paleoalvei di varia età. Queste forme presentano un discreto, e sufficientemente continuo, rilievo morfologico, perfettamente congruente con il disegno d'insieme del reticolo idrografico attuale (governato dalla pendenza della pianura e dalla posizione del depocentro, costituito dal corso del fiume Po). Costituiscono un insieme abbastanza fitto di tracce di paleodrenaggio incise essenzialmente sul LFP, in coincidenza quasi perfetta con le corrispondenti unità pedologiche mappate in Rif. 5.1.4.

	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 11 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

### 3.4.6 Forme e depositi fluviali - Traccia presunta o ricostruita di paleoalveo

Si tratta dei paleoalvei poco conservati, rimaneggiati da processi naturali o dall'intervento antropico, soprattutto per le lavorazioni agricole. Sono riconoscibili, in modo discontinuo, in sponda destra del Mella e a ridosso della scarpata più esterna di quest'ultimo, in una fascia quasi nord-sud tra Torbole-Casaglia e Castegnato. Si trovano anche entro la modesta depressione ad andamento submeridiano passante per la parte orientale di Travagliato, nell'angolo sud-occidentale dell'area indagata. Si tratta delle principali depressioni nastriformi, a fondo piatto o concavo in funzione dello stadio evolutivo, attribuibili a paleoalvei di varia età. Queste forme presentano un rilievo morfologico ancora riconoscibile, congruente con il disegno d'insieme del reticolo idrografico attuale (governato dalla pendenza della pianura e dalla posizione del depocentro, costituito dal corso del fiume Po). Costituiscono un insieme di tracce di paleodrenaggio, in buona coincidenza con le corrispondenti unità pedologiche mappate in Rif. 5.1.10.

### 3.4.7 Forme e depositi fluviali - Avvallamento poco definito, probabilmente riferibile ad una traccia rimaneggiata di paleoalveo.

Depressione nastriforme di scarso rilievo morfologico (dislivello dell'ordine dei 2 -3 m rispetto alle aree adiacenti più rilevate), con fondo piatto e orli mal definiti. Corrisponde ad una traccia di idrografia fossile (paleoalveo) poco evidente sul terreno a causa soprattutto del rimaneggiamento da attività agricole. L'individuazione è resa possibile dallo studio fotogeologico che ne riconosce la continuità.

### 3.4.8 Forme e depositi fluviali - Traccia certa di idrografia superficiale abbandonata, senza evidenze morfologiche

Oltre agli elementi maggiori, costituiti dai paleoalvei, è stato possibile individuare con soddisfacente precisione un insieme geometricamente coerente (anche se incompleto) di linee di drenaggio secondarie. Queste sono decisamente più strette (a differenza dei paleoalvei maggiori, che possono raggiungere larghezze sino a 150 - 200 m) e sostanzialmente prive di rilievo morfologico. Vengono tuttavia evidenziate da tonalità più scure e più sature (nelle foto in bianco e nero, si sarebbe trattato di una maggior densità dei toni di grigio). Tale cromatismo è determinato dal maggior grado di umidità, localmente concentrato lungo tali linee. Si tratta essenzialmente di un flusso fossile, ma le caratteristiche locali di permeabilità sono in grado di drenare in parte le acque piovane dei possibili massimi stagionali.

### 3.4.9 Forme e depositi fluviali - Traccia presunta di idrografia superficiale abbandonata, senza evidenze morfologiche

Come sopra, con minori evidenze fotogeologiche soprattutto nelle aree di maggior antropizzazione.

### 3.4.10 Forme e depositi fluviali - Sistema più o meno continuo di piccole scarpate che delimitano l'incisione fluviale in condizioni "medie" di portata (interne rispetto alle piene eccezionali)

Forme attuali, soggette a continua e attiva dinamica morfologica, che racchiudono l'alveo. Sono spesso interrotte da scarpate rimodellate artificialmente, cui si raccordano.

### 3.4.11 Forme e depositi di origine antropica - Scarpata artificiale o rimodellata

Entrambe le scarpate che chiudono il fiume Mella sono state rimodellate e, in parte, protette da argini.

	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 12 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

#### **3.4.12 Forme e depositi di origine antropica - Incisione di risorgiva**

Vengono indicate con un simbolo la posizione della testa delle incisioni di risorgiva.

Sono presenti nel tratto più meridionale, lungo una linea est-ovest passante per Torbole-Casaglia.

#### **3.4.13 Forme e depositi di origine antropica - Argine artificiale in scogliera di massi**

Sono presenti a protezione della parte orientale di Castel Mella.

#### **3.4.14 Forme e depositi di origine antropica - Area di cava**

Sono presenti e numerose nell'area indagata, con estrazione di materiale prevalentemente ghiaioso.

#### **3.4.15 Forme e depositi di origine antropica - Area di cava con affioramento della falda**

Come le precedenti, sufficientemente profonde per intercettare la falda e pertanto utili per osservarne le variazioni di livello. Dopo la cessazione dell'attività estrattiva, sono spesso rinaturalizzate come laghetti ed aree di svago.

#### **3.4.16 Forme e depositi di origine antropica - Area di discarica**

Nell'area d'interesse non è presente.

APPROVATO SDP

	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 13 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

## 4. PROFILI GEOLOGICI

La realizzazione dei profili geologici lungo il tracciato autostradale è stata effettuata mediante l'interpretazione di un congruo numero di sondaggi eseguiti in corrispondenza del tratto stradale in progetto.

Sulla base dei litotipi rilevati durante i sondaggi sono stati realizzati i profili geologici, con scala verticale 1:500 e scala orizzontale 1:5.000, suddividendo le litologie riscontrate su base granulometrica.

Al fine di una più chiara lettura delle litologie e dei depositi rilevati nel sottosuolo, nelle campiture della legenda delle sezioni geologiche è stata riportata la classe granulometrica maggiormente rappresentata e la composizione prevalente della matrice, ponendo attenzione alla presenza dei depositi più fini (limi e argille). Non si è infatti ritenuto di dovere definire un maggiore dettaglio litostratigrafico delle frazioni granulometriche meno rappresentate in ciascuna unità, in quanto ritenuto poco significativo a fini geotecnici.

Sulle sezioni geologiche realizzate sono altresì indicati i sondaggi effettuati in prossimità del tratto stradale in progetto, distinguendo quei sondaggi attrezzati a piezometro e per i quali, ove disponibile il dato, è stato indicato il livello medio di falda registrato nel periodo di monitoraggio 2007 ÷ 2009.

La voluta difformità della scala verticale nei confronti di quella orizzontale consente, da un lato una visione sintetica delle litologie presenti, e dall'altro permette una maggiore definizione dei litotipi del sottosuolo consentendo di cartografare eteropie e/o lenti appartenenti a depositi granulometricamente molto fini (limi ed argille) che, sebbene di limitato spessore, possono in taluni casi influire sulle caratteristiche tecniche del terreno. Va da sé che le forme risultanti (strati, lenti, eteropie) appaiono fortemente ispessite rispetto alla realtà.

Le unità allostratigrafiche presenti nelle aree interessate dal tracciato autostradale sono di seguito elencate:

Unità di Chiari (Pleistocene superiore): è presente dalla progressiva 0+000 km alla 7+912.84 km.

Sulla base delle descrizioni stratigrafiche riportate nei certificati dei sondaggi e sulla base delle prove granulometriche eseguite sui campioni di materiale raccolti, sono state definite le seguenti unità litologiche principali:

**R – Ricoprimento di origine antropica:** Unità caratterizzata prevalentemente da materiali di riporto in cui sono stati individuati: sfridi di demolizioni edili, materiali inerti e terreni; costituiscono il riempimento di cave abbandonate, di aree depresse o di rilevati artificiali. Può essere composta da matrici sia prettamente granulari sia fini e presenta normalmente scadenti proprietà meccaniche.

**GC – Ghiaia e ciottoli:** Unità caratterizzata da una percentuale dominante di ghiaia ed una significativa percentuale di ciottoli eterometrici; varia in maniera significativa la percentuale della frazione granulometrica fine in grado di riempire i vuoti lasciati dalle frazioni più grossolane.

**G – Ghiaia:** Unità caratterizzata da una percentuale dominante di ghiaia normalmente accompagnata da significative percentuali di sabbia.

**SG – Sabbia con ghiaia/ghiaiosa:** Unità caratterizzata da una percentuale dominante di sabbia accompagnata da significative percentuali di ghiaia. Il grado di addensamento risulta spesso

Società di Progetto  
Brehemì SpA



	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 14 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

elevato a causa della presenza di abbondanti percentuali di materiali fini, in grado di riempire i vuoti lasciati dalle frazioni granulometriche più grossolane.

**SL – Sabbia con limo/limosa:** Unità caratterizzata da una percentuale dominante di sabbia accompagnata da significative percentuali di limo.

**L – Limo:** Unità caratterizzata da una percentuale dominante di limo, in genere accompagnata da sabbia e ghiaia.

**A – Argilla:** Unità caratterizzata da una percentuale dominante di argilla, in genere accompagnata da sabbia e ghiaia.

**CGL – Conglomerato:** Unità caratterizzata dalla presenza di ghiaia e ciottoli con un significativo grado di cementazione.

Le otto unità sopra definite sono state utilizzate per classificare i materiali incontrati lungo le verticali d'indagine e proseguire quindi alla definizione dei profili geologici.

#### Tratta da Pk 0+000 a Pk 2+150

La tratta è caratterizzata dalla presenza di una matrice ghiaioso-sabbiosa costituita principalmente da materiali ricadenti nelle unità G e SG. Localmente è presente uno livello limoso a profondità superiore a 30 m.

**Sondaggi di riferimento:** SE18Apz, S.015, SE1Apz, S.014, S.016, SE2A, SE3Apz, SE4Apz, SE5A, S.334pz, SE6Apz, SE7Apz, S.013, SE8A, S.337pz

#### Tratta da Pk 2+150 a Pk 4+000

La tratta è caratterizzata dalla presenza di una matrice ghiaioso-sabbiosa e sabbioso-limosa costituita principalmente da materiali ricadenti nelle unità SG, G e SL. Si registrano rari livelli discontinui di limo, di spessore al più metrico, incontrati a profondità superiori a 15 m da p.c.

**Sondaggi di riferimento:** S.012, SE9Apz, SE10A, S.336, S.011

#### Tratta da Pk 4+000 a Pk 5+840

La tratta è caratterizzata dalla presenza di una matrice ghiaioso-sabbiosa costituita principalmente da materiali ricadenti nelle unità G e SG. La tratta è caratterizzata dalla presenza di alcuni sottili e discontinui strati di limo o argilla fino alla profondità di 22 m da p.c.; localmente è presente un potente strato di limo a profondità superiore a 25 m da p.c.

**Sondaggi di riferimento:** SE11, S.010, SE11Apz, S.009, SE7, S.008pz, SE6pz, SE5pz.

#### Tratta da Pk 5+840 a Pk 7+912

La tratta è caratterizzata dalla presenza di una matrice ghiaioso-sabbiosa ricadenti nelle unità G ed SG alternata a potenti livelli limoso-argillosi costituiti principalmente da materiali ricadenti nell'unità L ed A. Gli strati di limo e argilla compaiono nei primi 10 m da p.c. ed oltre i 15 m da p.c.

APPROVATO SDP



**Sondaggi di riferimento:** SE12Apz, S.335, S.007, SE13Apz, S.006, SE15A, SE14Apz, S.333, SE16Apz, S.005, SE17Apz, S.001, S.332.

APPROVATO SDP

	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 16 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

## 5. BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 5.1 Documentazione di progetto

5.1.1 5.1.1 Consorzio B.B.M. – Progetto Esecutivo “Carta Geomorfologica d’assieme”

5.1.2 5.1.2 Consorzio B.B.M. – Progetto Esecutivo “Carta Geologica “

5.1.3 5.1.3 Consorzio B.B.M. – Progetto Esecutivo “Profilo Geologico “– Tav. 1/2

5.1.4 5.1.4 Consorzio B.B.M. – Progetto Esecutivo “Profilo Geologico “– Tav. 2/2

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 66003-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000100	REV. A00	FOGLIO 17 di 18
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

## 5.2 Riferimenti bibliografici

5.1.1 North American Commission on Stratigraphic Nomenclature (1983): North American Stratigraphic Code (NASC). AAPG Bull., 67, (5), 841-875, Tulsa.

5.1.2 Servizio Geologico Nazionale (1990): Carta Geologica della Lombardia. Scala 1:250.000. A cura di Montrasio A. Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.

5.1.3 AA.VV. (1992): Carta Geologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento. Servizio Geologico Nazionale, Quaderni Serie III, Vol. I, 203 pp., Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

5.1.4 AA.VV. (1993): Progetto "Carta Pedologica". I suoli del Parco sud Milano. ERSAL - Provincia di Milano - Parco Agricolo sud Milano, "Rapporti dei Rilevamenti Pedologici", 195 pp., Chiribella Bozzolo (MN).

5.1.5 Cremaschi M. e Marchetti M. (1995): Changes in fluvial dynamics in the central Po Plain (Italy) from late Pleistocene to early Holocene. In Frenzel B. (ed.) "European river activity and climatic change during the Lateglacial and early Holocene". Special Issue ESF European Paleoclimate and Man, 9, pp.173-190.

5.1.6 AA.VV. (1996): Progetto "Carta Pedologica". I suoli del Trevigliese. ERSAL - Provincia di Bergamo, "Rapporti dei Rilevamenti Pedologici", 119 pp., Vimercate (MI).

5.1.7 Bini A., Felber M., Pomicino N. e Zuccoli L. (1996): La massima estensione dei ghiacciai (MEG) nel territorio compreso tra il Lago di Como, il Lago Maggiore e le rispettive zone di anfiteatro. Geologia Insubrica, 1, 1-2, 65-77, Milano-Morbio inferiore.

5.1.8 AA.VV. (1998): Progetto "Carta Pedologica". I suoli della Pianura Bergamasca. Sinistra Serio. ERSAL - Provincia di Bergamo, "Rapporti dei Rilevamenti Pedologici", 159 pp., Vimercate (MI).

5.1.9 AA.VV. (2000): Carta Geologica della Provincia di Bergamo. Note illustrative. Provincia di Bergamo. A cura di: Servizio Territorio della Provincia di Bergamo; Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano; Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del Consiglio Nazionale delle Ricerche. 313 pp., 3 carte allegate. Grafiche Monti, Bergamo.

5.1.10 AA.VV. (2002): Progetto "Carta Pedologica". I suoli della Pianura Cremasca. ERSAL - Provincia di Cremona, "Rapporti dei Rilevamenti Pedologici", 101 pp., Chiribella Bozzolo (MN).

5.1.11 Istituto Geografico Militare - IGM (2004): Italia. Atlante dei tipi geografici. 866 pp., Fotolito Officine I.G.M., Firenze.