

REGIONE LOMBARDIA



CITTÀ DI CURTATONE



PROVINCIA DI MANTOVA



PROVINCIA DI MANTOVA

Area Lavori Pubblici e Trasporti

Servizio Progettazione Stradale, Ponti e Strutture Complesse

**RIQUALIFICAZIONE DELL' INTERSEZIONE TRA LA
ex S.S. n° 10 "Padana inferiore" - S.P. n° 1 "Asolana"
TRAMITE LA COSTRUZIONE DI UNA ROTATORIA,
in località Grazie del Comune di Curtatone**

PROGETTO DEFINITIVO

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRÀ ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA PROVINCIA DI MANTOVA. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARÀ PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT SHALL NOT BE COPIED, REPRINTED OR OTHERWISE PUBLISHED, EITHER IN PART OR ON THE WHOLE, WITHOUT THE PRIOR WRITTEN CONSENT OF PROVINCIA DI MANTOVA. ANY UNAUTHORISED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

OGGETTO:

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

ELABORATO:

2.1

SCALA:

-

DATA:

Aprile 2019

IL PROGETTISTA:



Ing. FRANCESCO SENECCI

NETMOBILITY S.r.l.

Via G. Morgagni, 24 - 37135 Verona - VR

Tel. 045/8250176 - Fax 045/8250176

e-mail: netmobility@netmobility.it

Codice Fiscale e Partita IVA: 03184140238

Capitale sociale i.v.: 10.000,00 euro

CIAA di Verona n. 03184140238 - R.E.A. n° 315588

DIRIGENTE AREA LAVORI PUBBLICI E TRASPORTI:

Dott. GIOVANNI URBANI

IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO:

Ing. ANTONIO COVINO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Arch. PAOLO AGOSTI

REV. N°	DATA

APPROVAZIONI

PROGETTO N°:	
CIG:	
CUP:	G61B17000460006



INQUADRAMENTO GEOLOGICO

In relazione alle opere da realizzare e viste le norme geologiche allegata al Piano di Governo del Territorio, non prevedendo il progetto opere d'arte e rilevati di altezza significativi, sono stati recuperati documenti precedentemente prodotti da Stradivaria S.p.a. per la progettazione definitiva dell'Autostrada Regionale.

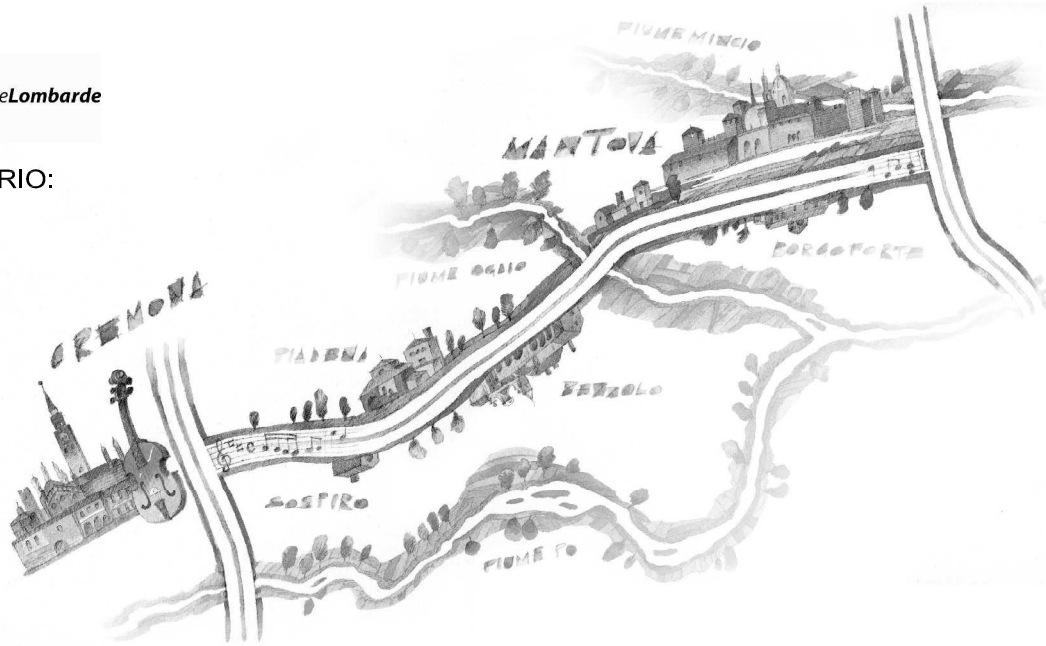
Nella relazione e negli stralci delle tavole tematiche allegata, sono presenti indicazioni e risultanze di sondaggi eseguiti nelle aree prospicienti gli svincoli di connessione con la variante alla ex S.S. 10 e lo svincolo della stazione a pedaggio di Castellucchio.

Si allegano la "Relazione geologica generale" da cui estrapolare dati ed indicazioni relativi all'intorno territoriale dell'opera in progetto, la "Planimetria delle indagini geognostiche" della tratta in questione ed un estratto della "Planimetria geologica" con relativa legenda.

CONCEDENTE:



CONCESSIONARIO:



PROGETTO DEFINITIVO

**AUTOSTRADA REGIONALE
INTEGRAZIONE DEL SISTEMA TRANSPADANO
DIRETTRICE CREMONA MANTOVA
TRATTO CREMONA-MANTOVA SUD**

**Inquadramento generale
Geologia**

Relazione Geologica generale

CODIFICA DOCUMENTO:

D 0 0 0 G X 0 0 T G T 0 0 R G 0 1 1

REV:

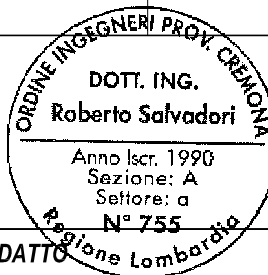
**Responsabile Unico del Procedimento
Infrastrutture Lombarde S.p.A.:**

Dott. Ing. A. Rognoni

Il Presidente - Stradivaria S.p.A.:

Rag. A. Galli

PROGETTISTI:



SCALA:

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO
1	EMISSIONE PER C.d.S.	CentroPadane	Aprile 2010
0	EMISSIONE	CentroPadane	Aprile 2008

CODIFICA DOCUMENTO:

D000GX00TGT00RG011.dwg

Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di Stradivaria S.p.A.



1 RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

1.1 PREMESSA

L'infrastruttura in progetto, è costituita da una autostrada in rilevato che interessa una porzione della media pianura padana caratterizzata da morfologia subpianeggiante con quote che variano da circa 45 m s.l.m. in prossimità del raccordo con l'autostrada A21 a Cremona a circa 18 m s.l.m. in prossimità del raccordo con l'autostrada A22 a sud di Mantova.

L'opera non prevede tratti in sotterraneo; non sono quindi necessari grossi interventi di abbassamento della falda che potrebbero creare interferenze con il deflusso della stessa e eventuali fenomeni di subsidenza.

Il problema sulla matrice sottosuolo, si riduce quindi al solo problema geotecnico legato alla compressibilità dei terreni sui quali appoggia il rilevato stradale.

Attraverso una documentazione bibliografica integrata da apposite prove in sito, sono state ricostruite le caratteristiche fisiche generali del territorio allo scopo di valutare la compatibilità dello stesso con le scelte progettuali.

1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO

L'area in esame è costituita esclusivamente da depositi alluvionali di provenienza alpina.

Lo spessore delle alluvioni, pur sempre sull'ordine delle centinaia di metri, non è costante causa la presenza di alti strutturali (es. anticlinale di Piadena) che hanno portato alla risalita del substrato marino sul quale le alluvioni appoggiano.

Trattandosi di corsi d'acqua di provenienza alpina, l'energia deposizionale diminuisce andando da nord verso sud; in corrispondenza della media pianura, predominano quindi granulometrie sabbiose limose.

Nella allegata Carta geologica-geomorfologica scala 1:25000, sono state differenziate varie fasi deposizionali, secondo il principio che le fasi alluvionali più recenti, risultano topograficamente ribassate rispetto a quelle più antiche.

Le informazioni sono state ricavate dalla Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio 61 Cremona e Foglio 62 Mantova, in quanto sono le uniche carte ufficiali al momento pubblicate. Sono state differenziati le seguenti unità:

- **Alluvioni medio-recenti (a²)** : sono localizzate in prossimità degli attuali corsi d'acqua e formano ripiani ribassati rispetto al piano generale della pianura. Sono costituite essenzialmente da sabbia e in modo subordinato da argilla o ghiaia con livelli torbosi localizzati.
Attribuiti all'Olocene.
- **Fluviale Wurm (F^W)**: rappresenta la quasi totalità della pianura e morfologicamente da luogo al ripiano definito dalla bibliografia geologica come "livello fondamentale della



pianura". E' costituito essenzialmente da sabbie localmente ghiaiose, intercalate a limi e argille.

Presentano uno strato di alterazione superficiale di spessore inferiore al metro e sono attribuite al Pleistocene sup.

- **Interglaciale Wurm-Riss (F.I^{W-R})** : rappresenta i terreni più antichi ed è costituito da depositi fluvio-lacustri prevalentemente argillosi, ricoperti da uno strato di alterazione superficiale ben sviluppato.
Sono attribuiti al Pleistocene medio.

Esaminando la distribuzione planimetrica delle unità differenziate, è possibile notare che la maggior parte del tracciato interessa i depositi attribuiti al Fluviale Wurm, ad eccezione del tratto cremonese dove sono rappresentati anche depositi dell'interglaciale Wurm-Riss.

Anche nella zona mantovana, la cartografia ufficiale riporta indicazione di depositi pre-Wurmiani attribuiti al Mindell-Riss.

Si tratta di terreni cretosi, tenaci di colore giallastro non ferrettizzati, con frequenti concrezioni calcaree (dette castracan) e sabbie fini spesso ferrettizzate, sovrapposte ai precedenti.

Questi depositi non sono stati differenziati dai depositi Wurmiani, perché mancando evidenze morfologiche nette rispetto al livello fondamentale della pianura (le scarpate originarie sono state in parte attenuate dalle lavorazioni agricole), non risulta facile stabilire dei limiti oggettivi.

Occorre comunque considerare che a parte la porzione superficiale più o meno alterata, non esistono sostanziali differenze litologiche tra i materiali delle due fasi deposizionali, essendo entrambe rappresentate da terreni con granulometria compresa tra la sabbia e l'argilla.

Le alluvioni medio-recenti sono state cartografate in prossimità delle valli fluviali sia attive che attualmente estinte e sono separate dal ripiano costituito da terreni più antichi, da scarpate che localmente raggiungono un'altezza di oltre cinque metri.

Esse sono associate al F. Oglio, al F. Mincio (sia il corso attuale che quello occupato dalla Fossa Viva) e all'antico Lago Paiolo situato immediatamente a sud di Mantova e bonificato alla fine del secolo XVIII.

Nella Carta geologica-geomorfologica è indicata con simboli grafici anche la litologia di superficie. Essa è stata redatta facendo riferimento alla già citata Carta Geologica d'Italia scala 1:100 000, alle relazioni geologiche dei PRG comunali e a specifici studi finalizzati allo studio della tutela delle acque commissionate dalle Amministrazioni provinciali di Cremona e Mantova e verifiche dirette lungo il tracciato.

La litologia di superficie è granulometricamente compresa tra la sabbia e l'argilla con predominanza dei termini intermedi.

Essa fornisce una indicazione di carattere generale; nel dettaglio sono state riscontrate differenze tra la litologia riportata dalle fonti bibliografiche e quelle emerse dai risultati di prove di laboratorio eseguite sui campioni di terreno appositamente prelevati lungo il tracciato.

Occorre inoltre segnalare la presenza di torba in corrispondenza di aree localizzate nella valle dell'Oglio in prossimità di Marcaria e dell'ex Lago Paiolo.

E' risultata invece trascurabile la componente torbosa in corrispondenza della Fossa Viva.

In generale l'area costituisce un esteso ripiano debolmente inclinato verso S-SE, in parte rimodellato dall'azione erosiva dei corsi d'acqua più recenti.

Alcuni di questi corsi d'acqua hanno successivamente ridotto la loro portata e alcuni si sono addirittura estinti; le evidenze morfologiche dei loro paleoalvei sono rappresentate da deboli scarpate spesso rimaneggiate dall'attività antropica.



Un tipico esempio di corso d'acqua che ha drasticamente ridotto la sua portata nel tempo, è rappresentato dalla Fossa Viva che scorre con direzione NO-SE tra gli abitati di Castellucchio e Buscoldo.

Essa scorre all'interno di un alveo sovradimensionato rispetto alle portate attuali, ribassato di alcuni metri rispetto al livello fondamentale della pianura.

L'attuale alveo della Fossa Viva è stato interpretato come un antico tracciato del Mincio, prima che questo deviasse il suo corso verso est (probabilmente per cause tettoniche), in corrispondenza dell'abitato di Grazie.

Molti vecchi corsi d'acqua sono stati rimodellati dall'attività antropica e attualmente fanno quindi parte della fitta rete di canali di irrigazione o di colo che caratterizzano questa porzione della pianura.

L'elemento idrografico che trova il maggior riscontro morfologico, è ovviamente rappresentato dal F. Oglio che però non interferisce con il tracciato.

Nel complesso il tracciato interessa quindi un'area sub pianeggiante.

Le strutture più significative che interrompono la continuità morfologica dell'area, sono rappresentate dalla valle del F. Oglio e subordinatamente dalla valle attualmente occupata dalla Fossa Viva.

1.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Trattandosi di un'opera che interferisce in modo molto limitato con la sola porzione superficiale della falda, l'inquadramento idrogeologico riguarda essenzialmente la falda più superficiale.

La struttura idrogeologica è stata ricostruita in base ai dati contenuti nei seguenti studi specifici:

- “Piano Regionale di Risanamento delle Acque : Settore Funzionale dei Pubblici Servizi di Fognatura eseguito a cura del Settore Ambiente e Ecologia della provincia di Cremona.
- “ Studio idrogeologico della provincia di Cremona” eseguito dalla sezione Geologia Applicata del Politecnico di Milano con il contributo di Associazione Cremona Ambiente
- “Piano Regionale di Risanamento delle Acque : studi e indagini finalizzati al risanamento delle falde idriche inquinate utilizzate a fini potabili” eseguito a cura dell'Assessorato Ambiente Ecologia della provincia di Mantova.
- “Programma provinciale di previsione e protezione civile – settore rischio idrogeologico (acque sotterranee)” redatto a cura del Settore Ambiente-Ecologia Servizio acque e protezione civile della Provincia di Mantova.

Sono inoltre stati presi in considerazione le informazioni ricavate dalle indagini geognostiche realizzate lungo il tracciato, durante la fase della progettazione definitiva.

Di seguito viene fornita una sintesi delle principali caratteristiche idrogeologiche dell'area.



1.3.1 STRUTTURA IDROGEOLOGICA

La porzione di territorio interessata dall'intervento, dal punto di vista idrogeologico è solitamente definita nella letteratura specifica relativa alla pianura padana, come "media pianura".

Essa è formata da alternanze di livelli sabbiosi e limosi - argillosi a struttura tipicamente lenticolare e quindi difficilmente correlabili sia in senso orizzontale che verticale.

Facendo riferimento all'allegato Profilo Geologico, si può osservare che a grande scala nella porzione occidentale dell'area cremonese, fino a circa 30m dal p.c, predominano materiali sabbiosi; a maggiore profondità aumenta lo spessore e la continuità areale dei livelli a granulometria fine intercalati ai livelli sabbiosi.

Nel tratto mantovano, i terreni, fino alla profondità interessata dal progetto (30-40m), sono costituiti prevalentemente da sabbia con un copertura di materiale a granulometria limosa argillosa.

La struttura idrogeologica dell'area esaminata, fino alla profondità interessata dal progetto, è quindi riconducibile ad una falda freatica monostrato variamente compartimentata per la presenza di orizzonti a granulometria fine, discontinui a grande scala.

In base all'andamento delle curve isopiezometriche (riportate nei citati studi bibliografici), relative ai pozzi con profondità inferiori a 50m, sono possibili le seguenti considerazioni:

- nel tratto cremonese, il senso di deflusso della falda è verso SE e risulta quindi parallelo all'andamento dei due corsi d'acqua principali (il Po e l'Oglio)
- nel tratto mantovano, in generale la falda defluisce ancora verso SE ma subisce maggiori distorsioni causa la presenza dell'Oglio, del Po e del Mincio
- tutti i fiumi citati, in condizioni normali, drenano la falda superficiale
- Il gradiente idraulico è compreso tra lo 0.05 % e lo 0,1%.

In base a dati bibliografici ricavati da prove di pompaggio effettuati in pozzi con filtri posizionati a profondità inferiori a 50m, risulta che la trasmissività è dell'ordine di 10^{-2} m²/s.

I livelli piezometrici dei pozzi profondi (con filtri posizionati ad oltre 100m di profondità), indicano ancora un generale deflusso verso SE; essi sono logicamente meno influenzati dagli elementi idrografici superficiali e almeno in generale, sono alimentati anche dall'alta pianura.

L'intervento in progetto, interferisce in modo molto limitato con la falda freatica, in quanto non sono previsti scavi che necessitano di abbassamenti della falda stessa e inoltre con verranno realizzate opere in sotterraneo che ne potrebbero ostacolare il deflusso.

Anche nell'eventualità di dover mantenere asciutti gli scavi durante la realizzazione di fondazione dirette, verranno utilizzati metodi che agiscono solo con la porzione più superficiale delle falda, che a causa della presenza di materiali a granulometria fine, presenta una conducibilità idraulica bassa. Il parametro che condiziona maggiormente il progetto, potrebbe essere la limitata soggiacenza dello strato saturo.

Come risulta dalle tabelle o grafici di seguito riportati, la soggiacenza misurata in piezometri profondi pochi metri (max 6m) opportunamente realizzati lungo il tracciato, varia da un minimo di 0.7m ad un massimo di 5.5m.



Soggiacenza tratto Cremona - Tornata

PIEZOMETRI	SOGGIACENZA (m)				
	11/10/2007	18/10/2007	23/10/2007	16/11/2007	
CPTU1		2,63	2,65	2,65	
S1		3,05	3,12	3,15	
CPTU2	2,35	2,49	2,54		
S2	3,02	3,09	3,1	3,25	
CPTU3	2,93	3,03	3,05	3,2	
CPTU4	3,3	3,34	3,35	3,3	
S3		3,65	3,9	3,65	
CPTU5		3,1	3,12	3,2	
S4		2,9	3	2,8	
CPTU6		3	3,05	3,05	
CPTU7		2,65	2,7	2,64	
CPTU8		2,5	2,52	2,6	
S5			2,65	2,5	
CPTU9		2,5	2,5	2,5	
CPTU10		2,6	2,6	2,65	
S6				2,2	
CPTU11			2,23	2,2	
S7				2,28	
S8				1,8	
CPTU12			2,25	2,01	

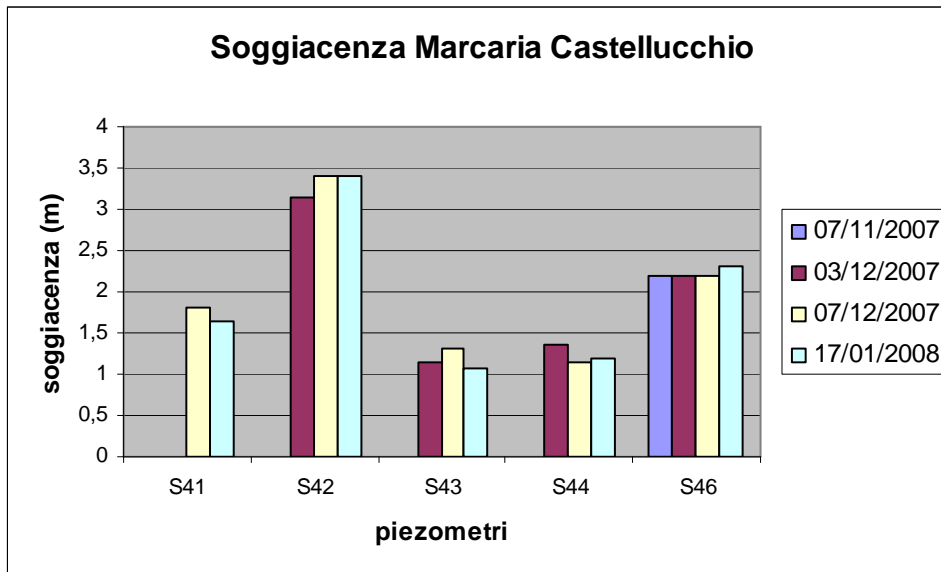


Relazione Geologica Generale

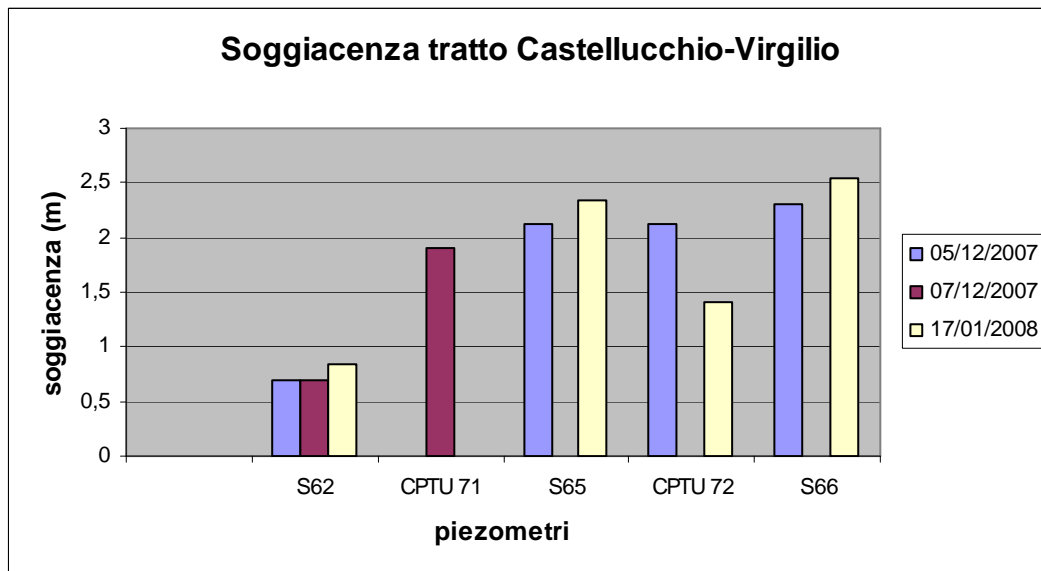
S9				2,45	
CPTU13			1,7		
S10				1,85	
S11				1,55	
S12				2,4	
S13				2,65	
S14				2,2	
S15				3,65	
S16				3,61	
CPTU14			1,7		
CPTU15			3,45		
CPTU16			3,68		
CPTU17			3,6		
CPTU18			4		
CPTU19			3		
S17			4,35	4,52	
CPTU20			3,75		
S18				5,75	
S19				3,98	
S20				3,68	



Soggiacenza tratto Marcaria - Castellucchio

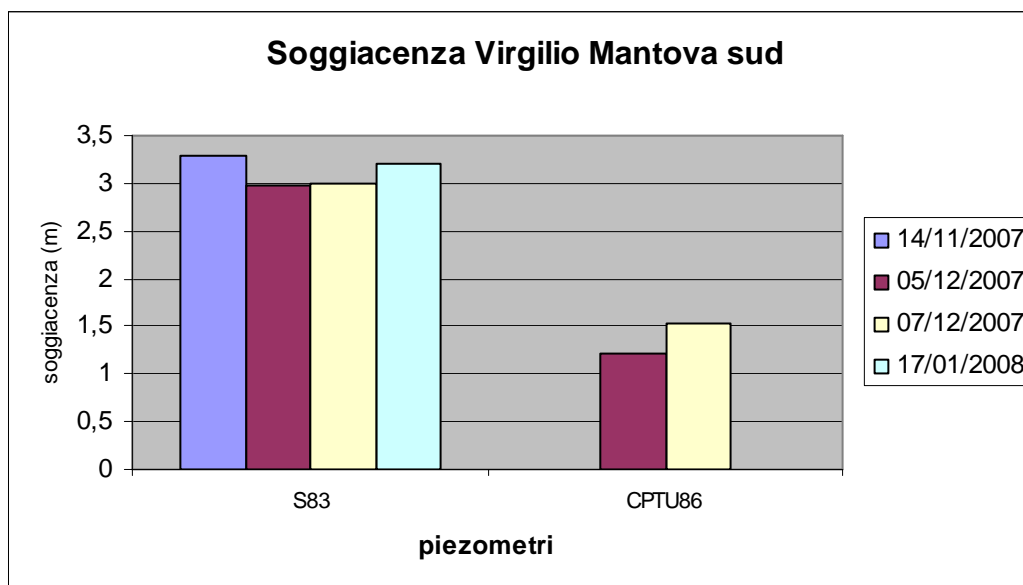


Soggiacenza tratto Castellucchio - Virgilio





Soggiacenza tratto Virgilio – Mantova sud



Per l'ubicazione fare riferimento alla planimetria indagini geognostiche.

Le soggiacenze, sono state misurate sia in piezometri appositamente realizzati che in tubi microfessurati inseriti nei fori penetrometrici.

I tubi inseriti nei fori penetrometrici, hanno una profondità massima di 3m e interessano quindi solo la porzione superficiale dei depositi, dove predominano materiali a granulometria fine.

Il livello misurato in questi tubi, in certe condizioni può risultare inattendibile in quanto potrebbe corrispondere ad un livello che non è quello della falda ma quello causato da infiltrazioni provenienti da piccole falde superficiali sospese che il piezometro non riesce a drenare a causa della limitata capacità disperdente (questo potrebbe essere il caso del piezometro S83 che presenta una soggiacenza di circa 3m, mentre il piezometro CPTU 86, situato ad un centinaio di metri di distanza misura circa 1.5m).

I piezometri sono stati realizzati nell'autunno 2007 e le letture si riferiscono solo a tale periodo e non è stato possibile misurare il ciclo di oscillazione stagionale.

La soggiacenza di progetto della falda, è stata quindi necessariamente stimata attribuendo un franco di oscillazione alle misure effettuate; i valori stimati sono di seguito riportati.

SOGGIACENZA PROGETTO FALDA TRATTO CREMONA – TORNATA

Progressiva (Km)	Sondaggio di riferimento	Litologia	Soggiacenza di progetto (m dal p.c.)	Note
0+00	S1	Limo sabbioso	2.5	
1+500	S2	Sabbia medio fine	2.5	



Relazione Geologica Generale

3+00	S3	Limo sabbioso	2.5	
7+500	S4	Limo sabbioso	2.5	
8+500	CPTU 8		2	
9+100	S5	Sabbia deb. limosa	2	
9+600	S6	Limo sabbioso	2	
10+500	S7	Sabbia deb. limosa	2	
11+850	S8	Limo sabbioso	1.5	
12+500	S9	Limo sabbioso	1.5	
15+200	S10	Limo sabbioso	1.5	
16+750	S11	Limo sabbioso	1.5	
19+800	S12	Sabbia deb. limosa	2	
20+500	S13	Sabbia deb. limosa	2	
20+900	S14	Sabbia limosa	2	
23+100	S15	Limo sabbioso	3	
24+400	S16	Limo sabbioso	3	
25+400	S17	Limo sabbioso	4	
26+750	S18	Sabbia limosa	5	
27+400	S19	Limo argilloso	3	
28+750	S20	Limo argilloso	3	

SOGGIACENZA PROGETTO FALDA TRATTO MARCARIA – MANTOVA

Progressiva (Km)	Sondaggio di riferimento	Litologia	Soggiacenza (m dal p.c.)	
0+350	S41	Limo sabbioso	1.5	
5+300	S42	Sabbia deb. limosa	2.5	
8+00	CRMN6	Limo sabbioso	1	
8+800	S43	Limo argilloso	1	
9+500	S44	Sabbia limosa	1	
14+400	S46	Sabbia deb. limosa	1.5	
14+600	CPTU60		3	



Relazione Geologica Generale

15+700	CPTU62		3	
16+100	S62	Argilla limosa	0.5	Topografia ribassata
21+600	CPTU71		1.5	
21+800	S65	Sabbia fine	2	
22+00	CPTU72		2	
22+900	S66	Argilla limosa	2	
25+00	S 83	Limo sabbioso	2	
26+500	CRMN2	Sabbia limosa	1.5	
29+500	CRMN1	Argilla limosa	1	

Dalla tabella si evidenzia che in generale la soggiacenza della falda è limitata e che nella porzione superficiale la conducibilità idraulica è bassa a causa della presenza di materiale a granulometria fine.

Appare inoltre evidente, che l'area in cui la falda può maggiormente interferire con la realizzazione dell'opera, è quella rappresentata dal sondaggio S62: tale area corrisponde al paleovevo del F. Mincio e rappresenta il punto di maggior sensibilità del tracciato nei confronti della tutela della falda.

1.3.2 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

Per la quanto riguarda la vulnerabilità dell'acquifero, in questa parte della relazione, verranno presi in considerazione solo le indicazioni di carattere generale e bibliografico già affrontate nel Progetto Preliminare aggiornate con i risultati delle indagini geonostiche effettuate nella fase della progettazione definitiva.

Nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, è stata effettuata una nuova interpretazione dei dati; per l'analisi dei risultati conseguiti, si rimanda pertanto alla specifica relazione contenuta nel S.I.A.

In generale, in una pianura alluvionale, per grado di vulnerabilità dell'acquifero, si intende la capacità del terreno di trattenere eventuali inquinanti che dalla superficie tendono ad infiltrarsi verso la falda idrica (zona saturata).

La vulnerabilità intrinseca di un'area è condizionata in modo determinante da fattori geologici quali:

- litologia di superficie: condiziona la possibilità di percolazione dell'inquinante verso il basso
- natura del terreno insaturo sopra la falda: oltre a rallentare la velocità di percolazione dell'inquinante, potrebbe ridurre la concentrazione causa eventuali reazioni autodepuranti.
- morfologia del territorio: le depressioni potrebbero favorire l'accumulo di eventuali inquinanti dispersi sul terreno
- soggiacenza della falda freatica.



Sono stati proposti diversi metodi per valutare la vulnerabilità intrinseca e tra questi i più utilizzati sono:

a) Metodo Drastic

Si propone di definire la vulnerabilità intrinseca attraverso indici numerici.

Questo metodo ha il vantaggio, che una volta definito in modo rappresentativo i vari pesi che concorrono alla valutazione, la vulnerabilità viene espressa da un numero (variabile da 23 a 230); questo permette di confrontare la vulnerabilità tra aree situate in contesti completamente diversi.

I parametri su cui si basa il metodo Drastic, sono sette:

- Soggiacenza (D)
- Ricarica (R)
- Caratteri tessiturali del saturo (A)
- Caratteri tessiturali del suolo (S)
- Acclività (T)
- Caratteri tessiturali del non saturo (I)
- Conducibilità idraulica dell'acquifero (C)

Prevede quindi l'utilizzo di parametri statici (relativi al terreno) e dinamici (relativi alla falda : soggiacenza e alimentazione).

In pratica risulta di difficile applicabilità per la difficoltà di valutare in modo rappresentativo i vari pesi che concorrono alla determinazione dell'indice finale.

b) Metodo utilizzato dal CNR nell'ambito del progetto VAZAR (Vulnerabilità degli Acquiferi in Zone ad Alto Rischio).

Con questo metodo, la vulnerabilità intrinseca di un acquifero, è basata essenzialmente su tre fattori naturali:

- litologia di superficie
- profondità del tetto delle ghiaie
- caratteristiche dell'acquifero (falda libera o in pressione)

Il grado di vulnerabilità viene espresso attraverso sei classi:

- Vulnerabilità estremamente elevata (EE)
- Vulnerabilità elevata (E)
- Vulnerabilità alta (A)
- Vulnerabilità media (M)
- Vulnerabilità bassa (B)
- Vulnerabilità bassissima (BB)

La vulnerabilità estremamente elevata, è associata ad una falda freatica sub- affiorante all'interno di depositi ghiaiosi - sabbiosi; al contrario la vulnerabilità bassissima può essere associata ad una falda confinata ricoperta da argilla con spessore superiore a 10m.

Il progetto in esame, interferisce in modo molto limitato con la falda freatica e nella consapevolezza che la determinazione della vulnerabilità di un'area molto estesa, pur partendo da un numero elevato di dati, potrebbe portare a risultati non univoci, per la valutazione della vulnerabilità della falda nel Progetto Preliminare è stato scelto di fare riferimento ai dati bibliografici ricavati da appositi studi eseguiti a cura delle Amministrazioni Provinciali di Cremona e Mantova e finalizzati appunto a tale specifico problema.



Nell'ambito di tali studi, la vulnerabilità intrinseca è stata valutata con il metodo proposto dal C.N.R. (metodo b).

La distinzione delle varie classi, è stata estrapolata dagli studi specifici sottoindicati:

- “Studio idrogeologico della provincia di Cremona” eseguito dalla sezione Geologia Applicata del Politecnico di Milano con il contributo di Associazione Cremona Ambiente
- Carta della Vulnerabilità della prima falda in provincia di Cremona eseguita a cura della Amministrazione provinciale
- “Piano Regionale di Risanamento delle Acque : studi e indagini finalizzati al risanamento delle falde idriche inquinate utilizzate a fini potabili” eseguito a cura dell'Assessorato Ambiente Ecologia della provincia di Mantova.

Anche a livello di dati bibliografici, i dati non sono sempre concordanti.

Per una limitata porzione iniziale del tratto cremonese (circa 3 Km), lo studio idrogeologico eseguito dalla sezione Geologia Applicata del Politecnico, indica una “vulnerabilità alta” mentre dalla Carta della vulnerabilità della prima falda in provincia di Cremona, per lo stesso tratto è stata indicata una “vulnerabilità medio-alta”.

Nel Progetto Preliminare della presente infrastruttura, per tale tratto iniziale del tracciato, è stato deciso di attribuire una “vulnerabilità media” in quanto i dati geognostici disponibili indicavano la presenza di una copertura di materiale a granulometria fine, riservandosi di verificare nella successiva fase progettuale la validità di tale ipotesi.

In questa fase della progettazione, la litologia di superficie è stata verificata attraverso indagini geognostiche e apposite trincee eseguite lungo il tracciato, dalle quali sono stati prelevati campioni di terreno

In base alle prove di identificazione appositamente eseguite in laboratorio, risulta che il terreno superficiale è costituito da materiale limoso argilloso, appartenente ai gruppi A4 – A6 della classificazione UNI – CNR (vedi sintesi dei risultati di seguito riportati).

Trincee eseguite nel tratto Cremona - Tornata

Trincea	Progressiva	Classificazione	Nomenclatura	LL	LP	IP	Umidità
TR 01	0+350	A6	Argille poco compressibili	39,5	24	15,5	20
TR 02	1+050	A4	Limi poco compressibili	27,5	22	5,5	14,4
TR 03	1+850	A4	Limi poco compressibili	27,5	19	8,5	17,6
TR 04	2+250	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	44,1	24	20,1	21,4
TR 05	3+400	A4	Limi poco compressibili	26,2	22	4,2	17,3
TR 07	4+450	A6	Argille poco compressibili	32,2	19	13,2	17,8
TR 08	5+350	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	40,8	22	18,8	21,7
TR 09	6+100	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	43,5	25	18,5	19,9



Relazione Geologica Generale

TR 10	6+450	A6	Argille poco compressibili	38,1	21	17,1	19,1
TR 11	6+800	A4	Limi poco compressibili	36,2	27	9,2	31,8
TR 12	7+250	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	47,6	25	22,6	24,4
TR 14	7+750	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	45,3	25	20,3	25,1
TR 15	8+400	A6	Argille poco compressibili	33,7	18	15,7	21,3
TR 17	9+300	A6	Argille poco compressibili	33,2	18	15,2	20
TR 18	9+250	A6	Argille poco compressibili	37,8	20	17,8	23,2
TR 21	9+500	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	41,6	23	18,6	25,4
TR 22	9+950	A6	Argille poco compressibili	35,2	20	15,2	21,1
TR 25	11+400	A6	Argille poco compressibili	36,9	19	17,9	13,9
TR 27	11+800	A6	Argille poco compressibili	38,4	20	18,4	15,9
TR 28	12+750	A6	Argille poco compressibili	39,2	18	21,2	17,9
TR 29	13+150	A6	Argille poco compressibili	37,4	19	18,4	20,3
TR 30	13+650	A6	Argille poco compressibili	38,5	19	19,5	24,7
TR 31	14+150	A6	Argille poco compressibili	35,4	18	17,4	18,3
TR 32	14+900	A6	Argille poco compressibili	36	17	19	17,4
TR 33	15+750	A6	Argille poco compressibili	37,3	18,5	18,8	19,3
TR 34	16+000	A4	Limi poco compressibili	32	26	6	21
TR 35	16+350	A4	Limi poco compressibili	28	19	9	21,46
TR 36	16+750	A4	Limi poco compressibili	28	20	8	20,33
TR 37	16+750	A4	Limi poco compressibili	31	27	4	25,8
TR 38	17+100	A4	Limi poco compressibili	26	21	5	20,29
TR 39	18+000	A4	Limi poco compressibili	31	26	5	20,75
TR 40	18+300	A4	Limi poco compressibili	33	29	4	22,86
TR 41	18+800	A4	Limi poco compressibili	24	21	3	17,68
TR 42	19+230	A4	Limi poco compressibili	23	19	4	20,87
TR 43	21+350	A4	Limi poco compressibili	25	21	4	19,69
TR 44	22+100	A6	Argille poco compressibili	35	23	12	19,2
TR 45	22+450	A4	Limi poco compressibili	28	21	7	20,23
TR 46	23+200	A4	Limi poco compressibili	32	27	5	18,55
TR 47	23+450	A6	Argille poco compressibili	38	26	12	21,58
TR 48	23+550	A6	Argille poco compressibili	36	22	14	18,79
TR 49	23+750	A6	Argille poco	31	18	13	19,57



				compressibili			
TR 50	24+100	A4	Limi poco compressibili	25	20	5	15,57
TR 51	24+550	A4	Limi poco compressibili	24	21	3	12,96
TR 52	26+000	A4	Limi poco compressibili	31	24	7	19,55
TR 53	26+750	A4	Limi poco compressibili	28	26	2	18,88
TR 54	27+400	A4	Limi poco compressibili	35	29	6	17,23
TR 55	27+900	A4	Limi poco compressibili	28	25	3	22,26
TR 56	28+300	A4	Limi poco compressibili	25	19	6	18,55
TR 57	28+750	A4	Limi poco compressibili	30	25	5	20,14
TR 58	29+300	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	44	26	18	25,48

Trincee eseguite nel tratto Marcaria- Mantova sud

Trincea	Progressiva	Classificazione	Nomenclatura	LL	LP	IP	Umidità
TR 301	29+850	A6	Argille poco compressibili	35	18	17	24,9
TR 302	29+350	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	50	25	25	30,9
TR 303	28+400	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	44	24	20	23,7
TR 304	28+100	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	41	25	16	22,8
TR 305	26+900	A6	Argille poco compressibili	35	17	18	21,5
TR 306	25+400	A6	Argille poco compressibili	40	26	14	25,1
TR 307	25+000	A6	Argille poco compressibili	38	22	17	22,6
TR 308	25+300	A4	Limi poco compressibili	27	22	5	20,6
TR 309	24+450	A6	Argille poco compressibili	28	15	13	21,3
TR 310	23+550	A6	Argille poco compressibili	35	20	15	25,7
TR 201	22+600	A6	Argille poco compressibili	39	23	16	19,2
TR 202	22+000	A4	Limi poco compressibili	30	21	9	19,4
TR 203	21+550	A4	Limi poco compressibili	nd	nd	nd	16,3
TR 204	20+900	A4	Limi poco compressibili	29	17	12	29,5
TR 205	20+400	A4	Limi poco compressibili	26	19	7	25,9
TR 206	19+650	A4	Limi poco compressibili	nd	nd	nd	7,1



Relazione Geologica Generale

TR 207	19+300	A6	Argille poco compressibili	38	18	20	22,3
TR 208	18+650	A6	Argille poco compressibili	31	17	14	19,4
TR 209	18+000	A4	Limi poco compressibili	20	17	3	21,4
TR 210	16+050	A6	Argille poco compressibili	36	18	18	25,8
TR 211	15+750	A4	Limi poco compressibili	26	19	7	17,7
TR 212	15+250	A4	Limi poco compressibili	nd	nd	nd	16,5
TR 101	14+500	A6	Argille poco compressibili	36	18	18	22,8
TR 102	13+600	A6	Argille poco compressibili	39	18	21	20,1
TR 103	14+050	A6	Argille poco compressibili	32	18	14	34,1
TR 104	14+000	A6	Argille poco compressibili	34	20	14	21,8
TR 105	14+150	A4	Limi poco compressibili	26	19	7	16,7
TR 106	(14+000)	A6	Argille poco compressibili	31	17	14	19,9
TR 107	13+200	A7-6	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	47	22	25	22,8
TR 108	12+100	A6	Argille poco compressibili	32	16	16	22,4
TR 109	11+650	A4	Limi poco compressibili	33	23	10	24,6
TR 110	10+550	A6	Argille poco compressibili	35	16	19	20,8
TR 111	10+250	A6	Argille poco compressibili	34	19	15	21
TR 112	9+850	A4	Limi poco compressibili	nd	nd	nd	17,3



			Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	46	23	23	27,3
TR 113	9+200	A7-6					
TR 114	8+750	A4	Limi poco compressibili	25	20	5	21
TR 115	8+350	A4	Limi poco compressibili	27	18	9	18,2
TR 116	7+500	A6	Argille poco compressibili	25	nd	nd	21,7
TR 117	6+050	A4	Limi poco compressibili	nd	nd	nd	13,8
TR 118	7+100	A6	Argille poco compressibili	35	18	17	21,6
TR 119	5+550	A4	Limi poco compressibili	nd	nd	nd	17,6
TR 120	5+350	A6	Argille poco compressibili	32	18	14	19,8
TR 121	4+350	A4	Limi poco compressibili	nd	nd	nd	14,7
TR 122	3+600	A6	Argille poco compressibili	40	20	20	20,5
			Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	46	23	22	16,9
TR 123	2+950	A7-6					
TR 124	2+200	A4	Limi poco compressibili	29	19	10	21,5
TR 125	1+800	A6	Argille poco compressibili	33	18	15	20,2
TR 126	1+200	A4	Limi poco compressibili	28	18	10	20,9
TR 127	0+650	A6	Argille poco compressibili	34	21	13	22,8
TR 128	0+450	A4	Limi poco compressibili	21	18	3	20
TR 129	0+150	A4	Limi poco compressibili	32	25	7	20,5

I risultati delle indagini geognostiche, hanno confermato la presenza di materiali a granulometria fine superficiali.



Anche nel tratto mantovano, i risultati delle analisi hanno confermato la presenza di materiale a granulometria fine nella copertura superficiale.

Nell'area interessata dal tracciato, non compaiono le classi estreme (grado di vulnerabilità estremamente elevato e bassissimo) in quanto nel territorio non è presente ghiaia con falda subaffiorante e nelle zone argillose, la soggiacenza della falda è sempre inferiore a 5m.

Le zone più vulnerabili, risultano le depressioni corrispondenti ai vecchi alvei fluviali.

Tali depressioni sono quindi obiettivamente le aree più sensibili per quanto riguarda il rischio di inquinamento che si propaga per infiltrazione dall'alto.

In sintesi, indipendentemente dalle classi di vulnerabilità adottate lungo il tracciato, che inevitabilmente potrebbero fornire interpretazioni non univoche in quanto anche i dati di partenza devono comunque essere interpretati, i tratti di maggior sensibilità riguardo alla tutela delle acque sotterranee presenti lungo il tracciato, sono rappresentati dalle depressioni corrispondenti ai vecchi tracciati di corsi d'acqua attualmente estinti, in quanto la particolare morfologia determina una riduzione dell'effettiva soggiacenza della falda freatica e un drenaggio superficiale di tipo centripeto che favorisce l'accumulo di eventuali sostanze inquinanti trascinate dal dilavamento superficiale.

1.3.3 QUALITÀ DELLE ACQUE E GRADO DI PROTEZIONE DEI POZZI AD USO POTABILE

I dati relativi alla qualità delle acque e al grado di protezione delle falde idriche utilizzate ai fini potabili, sono stati ricavati essenzialmente dai seguenti studi specifici:

- “Piano Regionale di Risanamento delle Acque : Settore Funzionale dei Pubblici Servizi di Acquedotto eseguito a cura dell'Assessorato Ecologia della provincia di Cremona
- “Studio idrogeologico della provincia di Cremona” eseguito dalla sezione Geologia Applicata del Politecnico di Milano con il contributo di Associazione Cremona Ambiente
- “Programma provinciale di previsione e protezione civile – settore rischio idrogeologico (acque sotterranee)” redatto a cura del Settore Ambiente - Ecologia Servizio acque e protezione civile della Provincia di Mantova.

In particolare, il terzo studio sopracitato, ha fornito le linee guida per valutare il grado di protezione degli acquiferi utilizzati ai fini potabili.

In generale nell'area interessata dall'intervento, i pozzi ad uso potabile, filtrano livelli situati a profondità comprese tra 80 e 200m e interessano quindi falde confinate o semiconfinate.

In aree prive di inquinamento superficiale, sarebbe logico prelevare per scopi potabili l'acqua dalle falde più superficiali in quanto oltre al minor costo, la qualità in generale è migliore causa il maggior ricambio e la migliore ossigenazione.

A maggior profondità la scarsa ossigenazione favorisce un generale aumento dei contenuti in ferro, manganese e ammoniaca.

Non sono in genere realizzati pozzi con filtri ubicati oltre i 200m , per il rischio di incontrare acque con elevato contenuto di cloruri (acque salmastre).



I pozzi ad uso acquedotto, filtrano quindi le falde profonde perché maggiormente protette dall'inquinamento superficiale (del quale comunque non si hanno dati sistematici sia per quanto riguarda la diffusione areale sia per la concentrazione in profondità).

Facendo riferimento alla Deliberazione della Giunta Regionale del 27/06/1996 n.6/15137 "Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art.9 del D.P.R. 24/05/1988 n.236", per **acquifero protetto** si intende : " acquifero idraulicamente separato dalla superficie o dalla falda freatica, o comunque da una falda sovrastante, da uno o più corpi geologici a bassissima conducibilità idraulica (indicativamente non superiore a 10^{-8} m/s) aventi uno spessore complessivo dell'ordine di una decina di metri e una adeguata continuità areale (indicativamente dell'ordine di 200 m di raggio intorno al punto di captazione), rilevati mediante indagini del sottosuolo, prove di pompaggio, prove idrochimiche, ecc."

I corpi geologici con conducibilità idraulica non superiore a 10^{-8} m/s, corrispondono ai limi e alle argille e la definizione sopra riportata, ci permette di associare il grado di protezione dell'acquifero allo spessore dei livelli di limo e argilla soprastanti i filtri.

Si possono quindi definire tre classi a diverso grado di protezione idrogeologica:

GRADO DI PROTEZIONE IDROGEOLOGICA	SPESSORE DI ARGILLA A PROTEZIONE DEI FILTRI
Alto	>30 m
Medio	Da 10 a 30 m
Basso	<10 m

Secondo il già citato studio relativo alla provincia di Mantova, nei campi acquiferi esistenti, la situazione risulta la seguente:

Pozzi con grado di protezione idrogeologica alto	56%
Pozzi con grado di protezione idrogeologica medio	36%
Pozzi con grado di protezione idrogeologica basso	8%

I pozzi con grado di protezione basso, sono situati esternamente all'area interessata dal progetto.

Anche per i nuovi campi pozzi previsti dal Piano Regionale Risanamento delle Acque, il 60% dei pozzi avrà un grado di protezione alto e il 40% medio.

Per quanto riguarda la porzione di territorio cremonese, esaminando le stratigrafie dei pozzi utilizzati per scopi potabili, nell'area in esame, si possono stimare percentuali simili a quelle dell'area mantovana.

Con la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale, dal punto di vista idrogeologico, per il territorio si possono ipotizzare due tipi di potenziali fonti di inquinamento:

- Inquinamento dovuto a sversamenti accidentali di sostanze inquinanti idrovesicolate
- Dilavamento del materiale proveniente dalla sede stradale

In una situazione idrogeologica simile a quella dell'area interessata dal progetto, l'inquinamento dovuto a sversamenti accidentali, non determina gravi conseguenze per eventuali pozzi idrici ad uso potabile presenti nelle vicinanze perché essi hanno un grado di protezione alto e quindi esistono i tempi per interventi di bonifica.



Nel caso di inquinamento provocato dal dilavamento di materiale proveniente dalla sede stradale, trattandosi di un evento che si protrae nel tempo, per valutare le conseguenze che potrebbe avere sulla falda, è necessario introdurre il concetto di “livello di rischio”.

Secondo quanto previsto dal 1° Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile, redatto ai sensi della Legge 24 febbraio 1992, n.225, sono stati previsti i seguenti livelli di rischio:

LIVELLO	RISCHIO	DESCRIZIONE
R0	Basso o nullo	Rischio trascurabile
R1	Moderato	Rischio socialmente tollerabile. Non sono necessarie attività di prevenzione
R2	Alto	Rischio socialmente non tollerabile. Sono necessarie attività di prevenzione
R3	Molto alto	Rischio di catastrofe. Sono necessarie attività di prevenzione con assoluta priorità.

Per estrapolare il livello di rischio dei pozzi ad uso acquedotto esistente, è necessario mettere in relazione la vulnerabilità intrinseca dell’area, con il grado di protezione dei pozzi.

Per ogni livello di rischio, nel citato studio eseguito per conto del Servizio Acque e Protezione Civile della Provincia di Mantova, vengono indicati anche gli interventi di prevenzione.

In sintesi, i livelli di rischio vengono di seguito definiti:

VULNERABILITA' INTRINSECA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	SPESSORE DI ARGILLA A PROTEZIONE DEI FILTRI	GRADO DI PROTEZIONE DEI POZZI	LIVELLO DI RISCHIO	PREVENZIONE
Estremamente elevata Elevata	>30m	Alto	R1	1-2
	10-30m	Medio	R2	1-2-3
	<10m	Basso	R3	1-2-3-4
Alta	>30m	Alto	R0	1-2
	10-30m	Medio	R1	1-2
	<10m	Basso	R2	1-2-3
Media Bassa	>30m	Alto	R0	1-2
	10-30m	Medio	R0	1-2
	<10m	Basso	R1	1-2

Attività di prevenzione:

- 1 monitoraggio su rete provinciale dei corpi idrici sotterranei
- 2 definizione zone di rispetto con criterio temporale
- 3 revisione vincoli all’interno della zona di rispetto
- 4 rifacimento o rilocalizzazione del pozzo

Sempre facendo riferimento al citato studio realizzato per conto della Provincia di Mantova, nell’area interessata dal progetto, il livello di rischio degli acquedotti esistenti è definito “basso o nullo” e quindi “Rischio trascurabile”.

Analogamente, per il tratto di territorio situato in provincia di Cremona, in condizioni idrogeologiche sostanzialmente simili a quelle del Mantovano, il livello di rischio per gli acquedotti esistenti si può assumere “Basso o nullo” o al limite e solo per condizioni circoscritte, “Moderato”.



In sintesi quindi, anche se nell'area interessata dal progetto la soggiacenza della falda freatica è bassa, il grado di protezione dei pozzi ad uso potabile è generalmente alto e il nuovo collegamento stradale non aggrava le condizioni di rischio di inquinamento della falda sfruttata ai fini acquedottistici.

1.4 SINTESI CONCLUSIVA

Il tracciato interessa un territorio subpianeggiante, costituito prevalentemente da materiale sabbioso con una copertura limosa argillosa variamente sviluppata.

L'opera in progetto verrà realizzata in rilevato e non sono previsti interventi di abbassamento permanenti della falda.

Essa interferisce solo con la parte superficiale della falda che, nella porzione interessata dal progetto, è di tipo freatico con una soggiacenza limitata : la soggiacenza media di progetto varia da 1 a 2m, con un tratto morfologicamente depresso, dove la soggiacenza è stata assunta pari a 0.5m.

Molto probabilmente per la realizzazione di alcune fondazioni dirette, si renderà necessario un limitato abbassamento temporaneo della falda; si tratterà comunque di impianti di modeste dimensioni in quanto a causa della componente limosa presente nella porzione superficiale della falda, la permeabilità del terreno è bassa.

La limitata soggiacenza della falda condiziona la vulnerabilità della stessa nei confronti di eventuali inquinanti che si propagano dall'alto per infiltrazione; tale vulnerabilità è però in parte attenuata dalla componente limosa argillosa presente nella porzione superficiale della struttura acquifera, che ne riduce la permeabilità.

La zona più sensibile nei confronti della vulnerabilità della falda, è rappresentata dal tratto di attraversamento delle depressioni morfologiche corrispondenti ai vecchi alvei ora abbandonati, dove la falda è praticamente a 0.5m dal piano campagna.

L'opera interessa solo la porzione superficiale della falda freatica; essa non interferisce quindi con il livello acquifero utilizzato per scopi potabili, situato in genere ad oltre 80-100m di profondità e protetto da livelli argillosi, in genere presenti a partire da 30-40 m di profondità.

Dott. Geol. Diego Sartori



**ADDENDUM RELAZIONE GEOLOGICA,
GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA**



1.1 PREMESSA

Il tracciato della variante in oggetto interessa due contesti geologici completamente diversi che richiedono soluzione progettuali specifiche.

Nella porzione di tracciato indicativamente orientato nord- sud, interessa terreni più antichi e addensati mentre nel tratto orientato est-ovest, interessa un'area topograficamente ribassata, costituita da terreni poco addensati e caratterizzata da una limitata soggiacenza della falda. L'opera non prevede tratti in sotterraneo; non sono quindi necessari grossi interventi di abbassamento della falda che potrebbero creare interferenze con il deflusso della stessa e eventuali fenomeni di subsidenza.

Il problema sulla matrice sottosuolo, si riduce quindi al solo problema geotecnico legato alla compressibilità dei terreni sui quali appoggia il rilevato stradale.

Attraverso una documentazione bibliografica integrata da apposite prove in sito, sono state ricostruite le caratteristiche fisiche generali del territorio allo scopo di valutare la compatibilità dello stesso con le scelte progettuali.

1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO

Facendo riferimento alla allegata Carta geologica-geomorfologica scala 1:25000, il tracciato interessa due diversi contesti differenziati in base alle indicazioni fornite dalla Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio 62 Mantova, in quanto è l'unica carta ufficiale al momento pubblicata, adottando però la terminologia utilizzata nei Fogli geologici più recenti.

Sono state differenziate le seguenti unità:

- **Alluvioni medio-recenti (a²)** : sono localizzate in prossimità degli attuali corsi d'acqua e formano ripiani ribassati rispetto al piano generale della pianura. Sono costituite essenzialmente da sabbia e in modo subordinato da argilla o ghiaia con livelli torbosi localizzati.
Attribuiti all'Olocene.
- **Fluviale Wurm (F^W)**: rappresenta la quasi totalità della pianura e morfologicamente da luogo al ripiano definito dalla bibliografia geologica come "livello fondamentale della pianura". E' costituito essenzialmente da sabbie localmente ghiaiose, intercalate a limi e argille.
Presentano uno strato di alterazione superficiale di spessore inferiore al metro e sono attribuite al Pleistocene sup.

Esaminando la distribuzione planimetrica delle unità differenziate, è possibile notare che la porzione di tracciato orientato nord-sud interessa i depositi attribuiti al Fluviale Wurm mentre il tratto orientato est-ovest interessa le alluvioni medio recenti.

Il passaggio tra i due tipi di depositi, avviene attraverso una scarpata alta alcuni metri in parte addolcita o modificata dall'intervento antropico.

La litologia di superficie è granulometricamente compresa tra la sabbia e l'argilla con predominanza dei termini intermedi; nei depositi più recenti (tratto di tracciato orientato est-ovest) nella porzione superficiale è presente anche torba.



1.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La struttura idrogeologica dell'area esaminata, fino alla profondità interessata dal progetto, è riconducibile ad una falda freatica monostrato variamente compartimentata per la presenza di orizzonti a granulometria fine, discontinui a grande scala.

In condizioni normali la falda è drenata dai corsi d'acqua principali.

Il parametro idrogeologico che differenzia le due porzioni di tracciato, è la soggiacenza della falda. Nella porzione di tracciato orientato nord- sud che interessa i terreni più antichi, la soggiacenza di progetto può essere assunta pari a 1.5 m mentre nel tratto orientato est-ovest, impostato su terreni topograficamente ribassati, la soggiacenza di progetto è 0.5m.

1.3.1 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

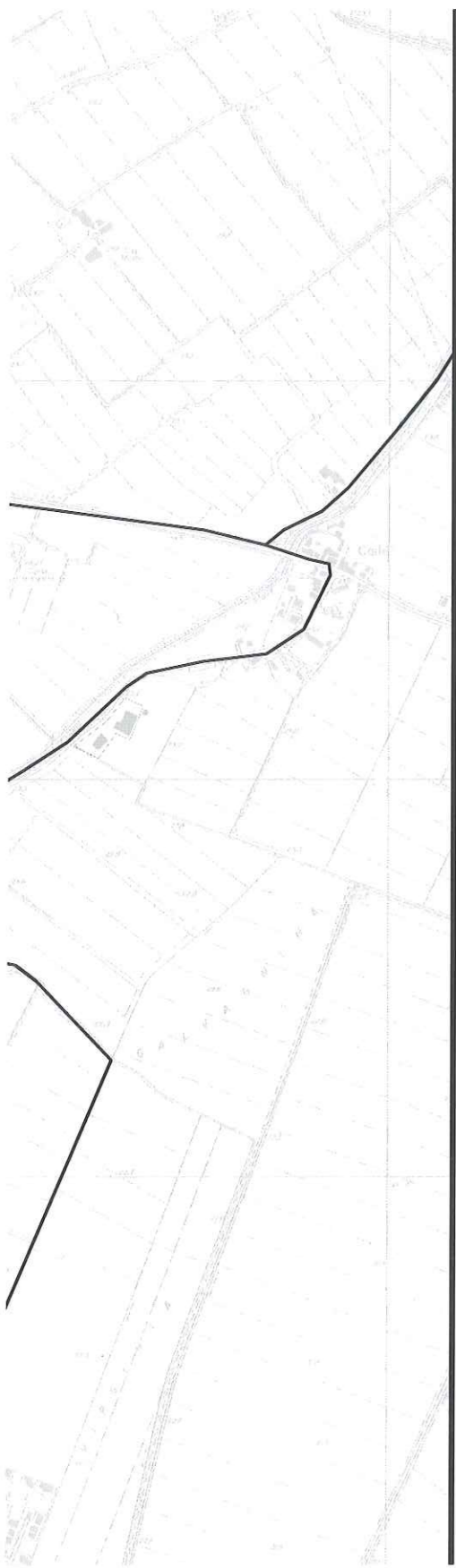
In base ai concetti espressi nella relazione geologica generale del progetto definitivo, tenendo conto dei criteri adottati con il metodo di valutazione del C.N.R., nella porzione di tracciato orientato nord-sud, la vulnerabilità dell'acquifero può essere definita "medio-bassa" mentre nel tratto orientato est-ovest, impostato su terreni più recenti topograficamente ribassati, la vulnerabilità è "elevata".

1.4 SINTESI CONCLUSIVA

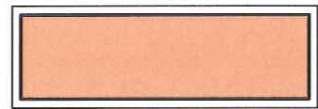
La variante proposta, nel tratto di tracciato orientato nord-sud, interessa terreni con buone caratteristiche geotecniche mentre nel tratto orientato est-ovest, impostato su un'area topograficamente ribassata, costituita da terreni alluvionali recenti, le caratteristiche geotecniche sono scadenti per la presenza di terreni localmente torbosi.

La soggiacenza di progetto varia da 1.5m per la porzione di tracciato impostato su terreni più antiche a 0.5m per il tratto che interessa i terreni più recenti topograficamente ribassati.

Dott. Geol. Diego Sartori

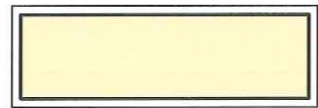


LEGENDA :



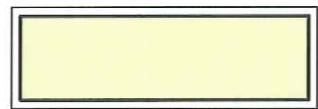
a^2

Depositi sabbiosi-argillosi (Alluvioni MEDIO-RECENTI)



F^W

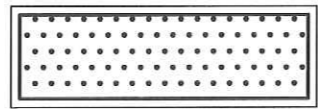
Depositi sabbiosi-argillosi con limi (FLUVIALE Würm)



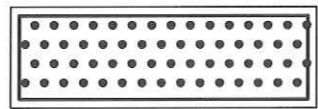
$F.l^{W-R}$

Depositi fluviolacustri argillosi (INTERGLACIALE Würm-Riss)

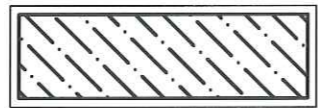
LITOLOGIA DI SUPERFICIE



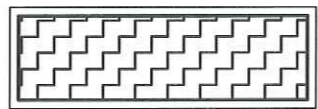
LIMO



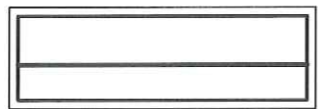
SABBIA



ARGILLA



TORBE

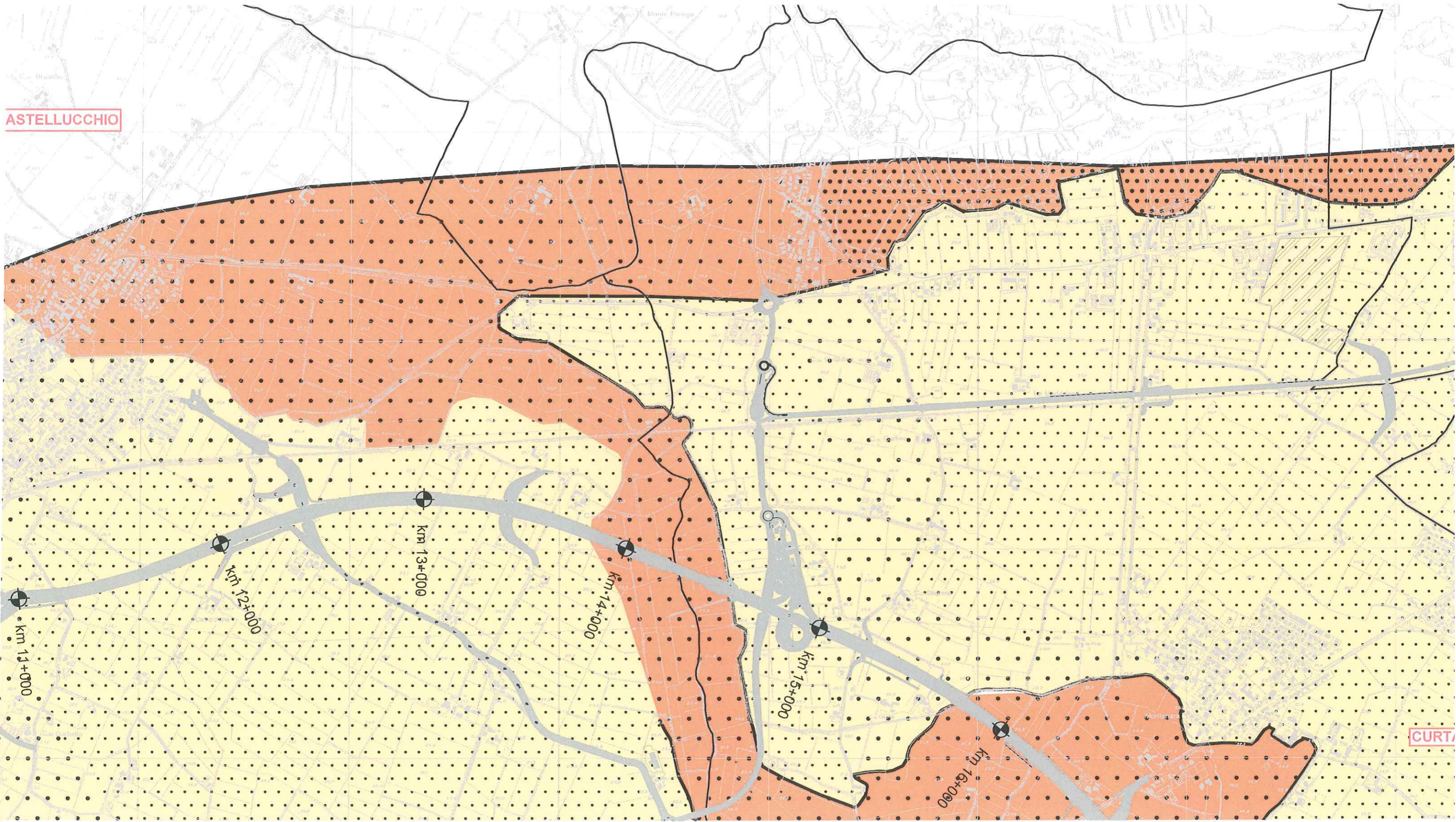


Scarpate MORFOLOGICHE

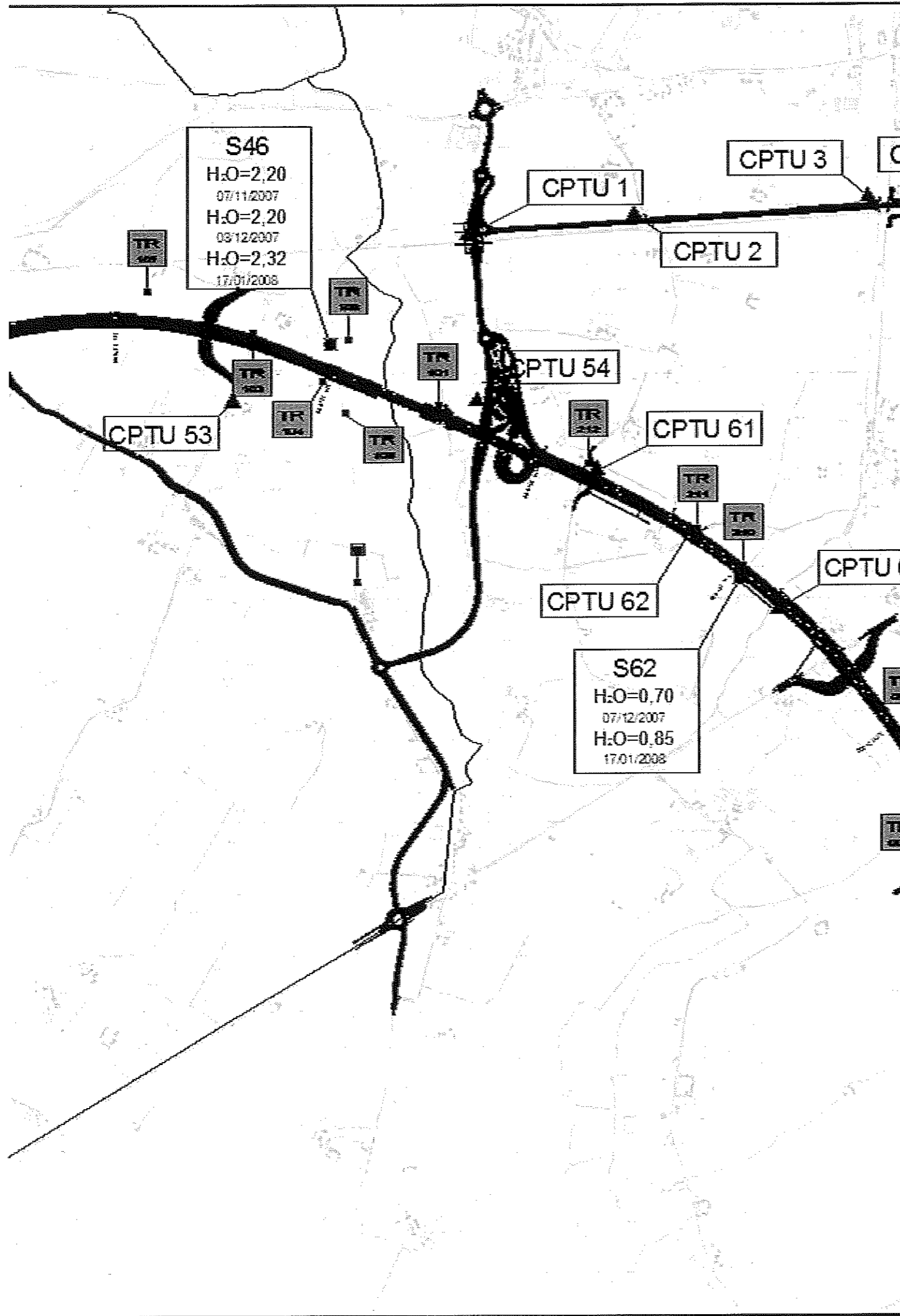


Tracciato autostradale




ASTELLUCCHIO



CURTA

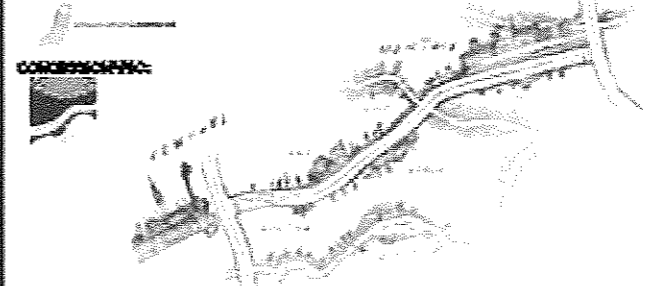


LEGENDA :

-  Titolo con estensione Indagine 2007
-  Prova CPTU e Flussometro Indagine 2007
-  Sondaggio e Flussometro Indagine 2007

CONCORDANTE

COORDINATORE



PROGETTO DEFINITIVO

**AUTOSTRADA REGIONALE
 INTEGRAZIONE DEL SISTEMA TRANSPADANO
 DIRETTRICE CREMONA-MANTOVA
 TRATTO CREMONA-MANTOVA-SUD**

**Tratto Markovane Prog. 0+000 - 10+000
 (Carloga)**

Rilascio in ogni Geografia
 01/08

CODIFICA DOCUMENTO:

0000 SX00T 1000 FF00 1

REV:

Responsabile Unico del Progettino
 Infrastrutture Lombarde S.p.A.
 Doc. Ing. A. Rogorini

Il Firmatario - Scrivania S.p.A.
 Rag. A. Gatti

PROGETTISTI:



SCALA:
 1:50.000

REV.	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA
1	DEFINIZIONE SCALA	17/01/2008	17/01/2008
2	PROVA	17/01/2008	17/01/2008