

autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A13) : BOLOGNA-PADOVA

TRATTO: BOLOGNA - FERRARA

AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA
TRATTO: BOLOGNA ARCOVEGGIO - FERRARA SUD

PROGETTO DEFINITIVO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE-INTEGRAZIONI IV.I.A

RISPOSTE ALLE RICHIESTE DI INTEGRAZIONI

INTEGRAZIONI MATTM

Relazione tecnico-illustrativa tipologie di ampliamento
e "invarianti territoriali"

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Federica Ferrari
Ord. Ingg. Milano N. 21082

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Federica Ferrari
Ord. Ingg. Milano N. 21082

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO				RIFERIMENTO DIRETTORIO						RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore:	
Codice	Commissa	Lotto, Sub- Cod. Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA			Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	---
1	1	1306	0001	P	D	0000	0000	0000	0000	0000	0	GEN	1003	--	SCALA: -

 gruppo Atlantia	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE				
	Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. 21082				n.	data			
					0	LUGLIO 2017			
					1	-			
					2	-			
REDATTO:		-		VERIFICATO:		-		3	-
								4	-

VISTO DEL COMMITTENTE

autostrade // per l'italia

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Antonio Tosi

VISTO DEL CONCEDEnte



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI E IL PERSONALE
STRUTTURE DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE	3
3	IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO	5
4	SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI AMPLIAMENTO	7
5	PROBLEMATICHE GEOTECNICHE	10
6	FALDE SOTTERRANEE	12

1 PREMESSA

Nell'ambito delle attività da svolgere legate al V° Atto aggiuntivo alla concessione per l'esercizio di tratte autostradali tra Autostrade per l'Italia S.p.A. ed ANAS, si prevede l'ammmodernamento e l'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A13 Bologna – Padova nei tratti Bologna - Ferrara sud e Padova - Monselice.

In base all'art. 15 della Convenzione Unica, stipulata in data 12/10/2007 ed approvata con legge n. 101 del 06/06/2008, Autostrade per l'Italia ha in corso un importante programma di investimenti che ha l'obiettivo di migliorare la fluidità del traffico e l'accessibilità della rete.

L'intervento in oggetto riguarda l'ampliamento alla 3^a corsia della tratta Bologna – Ferrara, dalla progr. km 1+070 alla progr. km 33+547 (progressiva riferita all'asse dello spartitraffico), coincidente con la progr. esistente km 33+548.76, per una lunghezza complessiva di 32,477 km circa. In particolare l'intervento ha inizio in corrispondenza dei due rami di diversione ed immissione da e per la tangenziale di Bologna (km1+070) e termina in corrispondenza dello svincolo esistente di Ferrara sud (km 33+547), dove le terze corsie hanno termine/fine sulle rampe di diversione/immissione dello svincolo esistente. All'interno di tale tratto ricadono il nuovo svincolo di Castel Maggiore (km 3+000), lo svincolo di Bologna Interporto (km 7+955), lo svincolo di Altedo (km 20+476) e l'Area di Servizio Castel Bentivoglio (km 11+700) oltre al lungo ponte sul fiume Reno, che completa le singolarità del tracciato segnando al contempo il passaggio fra il confine amministrativo delle due provincie emiliane coinvolte.

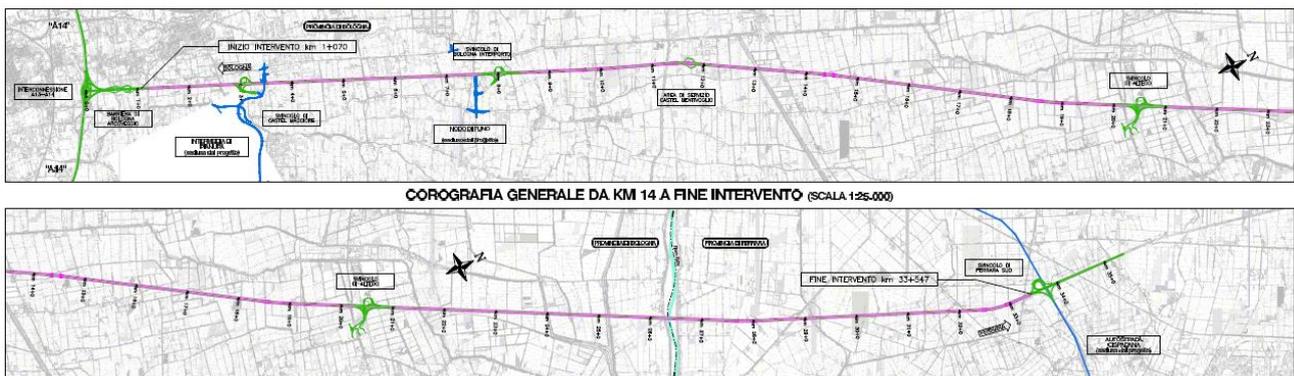


Figura 1- Corografia generale

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Il tracciato dell'attuale A13 insiste nel territorio della Regione Emilia Romagna e della Regione Veneto il tratto oggetto di intervento di ampliamento alla 3° corsia si colloca completamente all'interno della Regione Emilia Romagna attraversando le Province di Bologna e Ferrara.

L'intera tratta autostradale è ripartita rispettivamente per le due province in:

- 25,467 km in provincia di Bologna (pari al 78.4% dello sviluppo totale)
- 7,010 km in provincia di Ferrara (pari al 21.6%)

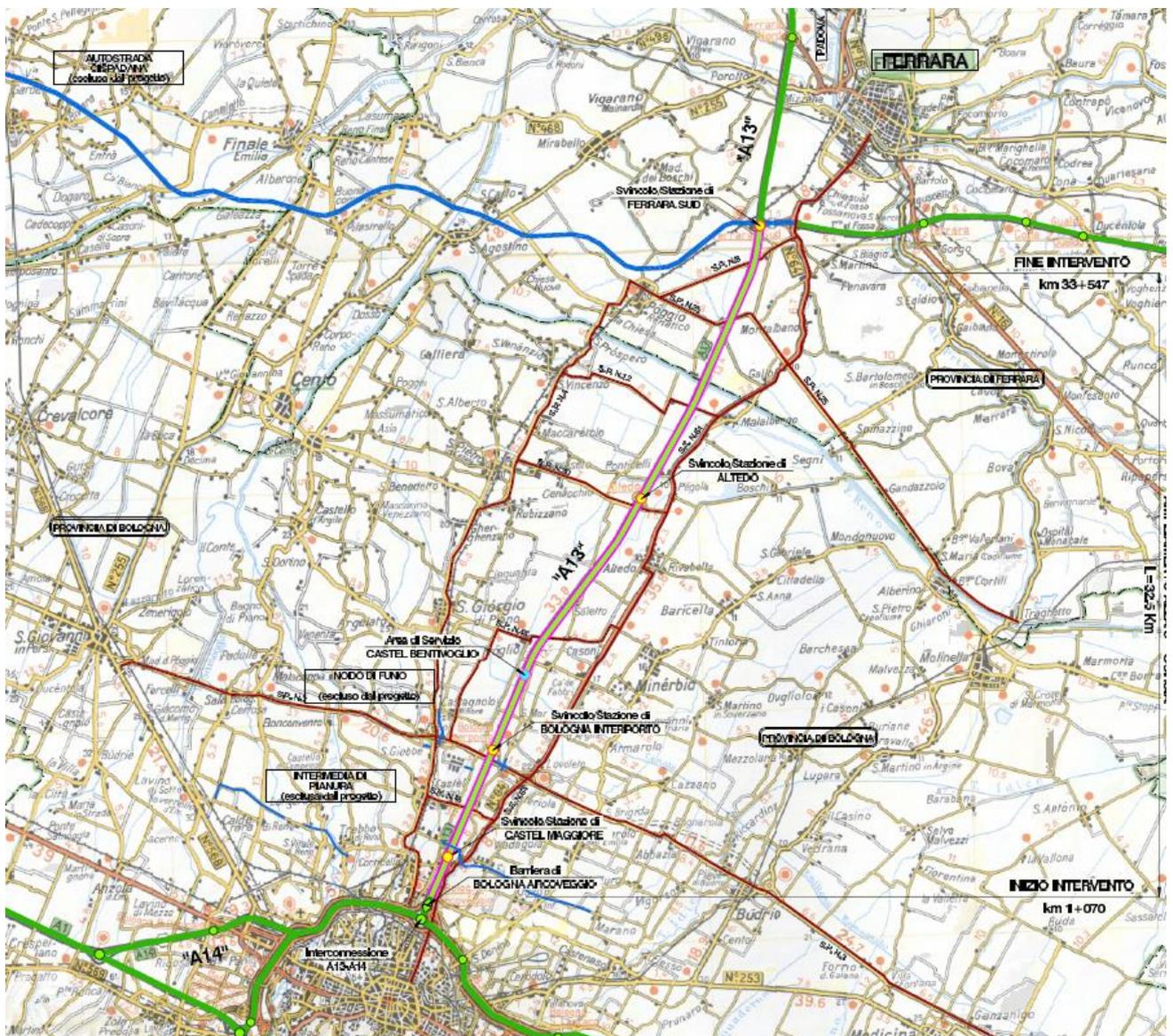


Figura 2- Tracciato autostradale A13 da Bologna a Ferrara

Il tratto oggetto del presente studio Bologna Arcoveggio – Ferrara sud, lungo il suo sviluppo Sud-Nord, attraversa il comprensorio di sette comuni:

- BOLOGNA
- CASTEL MAGGIORE (provincia di Bologna)
- BENTIVOGLIO (provincia di Bologna)
- MALABERGO (provincia di Bologna)
- GALLIERA (provincia di Bologna)
- POGGIO RENATICO (provincia di Ferrara)
- FERRARA (provincia di Ferrara)

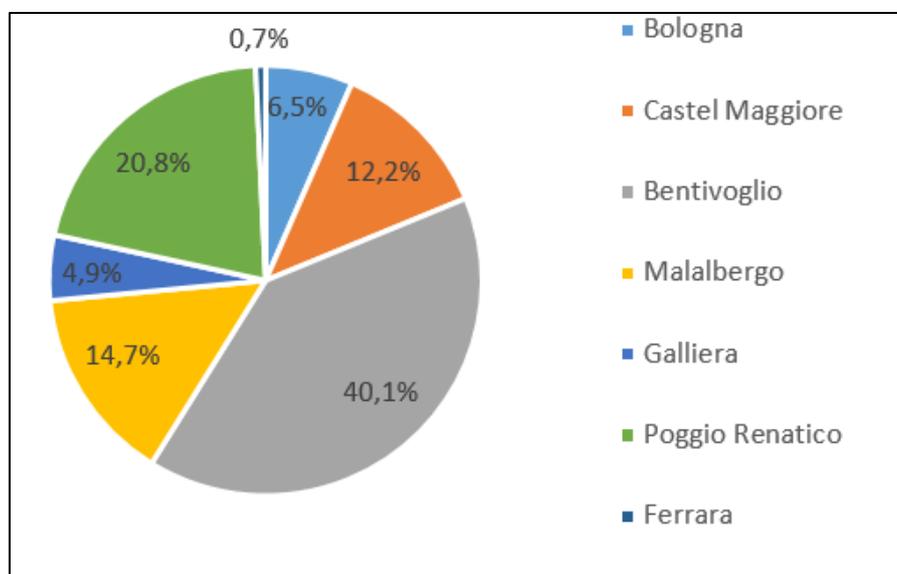


Figura 3 – Comuni interessati dall'intervento

3 IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO

Nella tratta oggetto di intervento l'autostrada ha uno sviluppo in direzione SO-NE. L'andamento planimetrico è caratterizzato da tratti prevalentemente in rilevato di altezze contenute con lunghi rettili e curve di ampio raggio.

Il profilo longitudinale dell'infrastruttura risulta vincolato all'orografia esistente che risulta particolarmente ricca infatti 8 delle 9 opere d'arte maggiori sono ponti su attraversamenti idraulici.

Con riferimento all'andamento altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente nei tratti di rettilo. La pendenza trasversale della piattaforma, nei tratti in curva, è stata adeguata secondo quanto indicato dalla normativa con pendenza massima pari al 7%, nei tratti in rettilo l'adeguamento al 2.5% avviene solo sul tratto di piattaforma ampliata, mantenendo l'attuale 1.60÷2.00% sulla porzione di piattaforma esistente; per una migliore comprensione di quanto sopra riportato si rimanda agli elaborati di sezioni tipologiche allegate al presente progetto.

L'intervento prevede generalmente un ampliamento della piattaforma in sede e simmetrico; solo in due tratti è stato fatto ricorso ad un ampliamento di tipo asimmetrico per ridurre l'impatto della nuova infrastruttura sul territorio.

Il primo tratto di asimmetrico (lato della carr.ta nord) è localizzato a partire dal sottovia Aposazza fino allo svincolo di Bologna Interporto (dal km 1+720 al km 6+829) evitando ampliamenti in corrispondenza della zona industriale di Castel Maggiore prospiciente l'attuale confine autostradale lato carr.ta sud.

Il secondo tratto si sviluppa in carreggiata nord (da km 14+545 al km 18+354) in corrispondenza di un ambito naturale appartenente alla rete Natura 2000 (Sito di Interesse Comunitario (SIC) e anche zona di protezione speciale (ZPS), "Biotopi e Ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" (IT4050024)) che confina con la attuale sede autostradale lato carreggiata sud.

La tabella che segue discretizza il tracciato in funzione della tipologia di ampliamento, da cui si evince che la parte in simmetrico vale circa 65%.

Progr. inizio intervento	Prog. fine intervento	Tipologia intervento	Lunghezza intervento	Percentuale di incidenza
1+070.00	1+249.84	Ampliamento simmetrico	179.84	0.55%
1+249.84	1+720.43	Tratto di transizione	470.59	1.45%
1+720.43	6+829.48	Ampliamento asimmetrico lato carr. Nord, ovvero verso Est	5109.05	15.73%
6+829.48	7+300.06	Tratto di transizione	470.58	1.45%
7+300.06	14+108.21	Ampliamento simmetrico	6808.15	20.96%
14+108.21	14+545.51	Tratto di transizione	437.30	1.35%
14+545.51	18+354.18	Ampliamento asimmetrico lato carr. Nord, ovvero verso Est	3808.67	11.73%
18+354.18	18+989.28	Tratto di transizione	635.10	1.96%
18+989.28	33+547.00	Ampliamento simmetrico	14557.72	44.82%

Le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, presenza di vincoli monumentali, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

Le valutazioni e le scelte operate, con le ripercussioni che ne conseguono, hanno considerato le diverse criticità di una infrastruttura lineare preesistente che la caratterizzano nel suo sviluppo longitudinale al fine di ottimizzarne il risultato finale, sia in termini funzionali, ambientali, che costruttivi, economici e temporali. Sotto questo aspetto assume particolare rilevanza la possibilità di individuare soluzioni omogenee con maggiore continuità possibile, così da limitare al minimo i tratti di transizione dove operare con fasizzazioni particolarmente complesse con conseguenti effetti sull'utenza. A tal fine gli ambiti di ampliamento simmetrico e asimmetrico individuate nel progetto costituiscono una sintesi in grado di minimizzare gli svantaggi e massimizzare i vantaggi connessi alla risoluzione di ciascuna criticità.

I criteri base di partenza per definire le modalità di allargamento della sede esistente, e sui quali svolgere la sintesi anzidetta, sono in ogni caso riconducibili a:

1. minimizzare l'impatto dell'ampliamento alla 3° corsia con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità, le interferenze tecnologiche ed idriche, nonché con gli insediamenti abitativi ed industriali preesistenti;
2. minimizzare il conflitto con i vincoli fisici o legislativo/normativo che connotano l'utilizzo del territorio specifico;
3. utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di minimizzare l'uso di nuove risorse e in generale;
4. minimizzazione degli impatti in fase di cantiere, esecuzione di lavori in soggezione di traffico con minore penalizzazione possibile sia per l'utenza autostradale che, indirettamente per utenza extra-autostradale (mancato riversamento del traffico autostradale sulle rete esterna).

4 SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI AMPLIAMENTO

La scelta della tipologia di ampliamento è stata valutata sulla base dei vincoli al contorno dell'infrastruttura cercando di minimizzare le interferenze con le "invarianti territoriali", come esempio la presenza di un vincolo monumentale (villa Paleotti) e le "invarianti progettuali" (ad esempio opere esistenti già compatibili con l'ampliamento autostradale).

In particolare nel seguito verranno descritte tratta per tratta le motivazioni delle scelte adottate.

- Ampliamento simmetrico dalla progressiva 1+070.00 alla progressiva 1+249.84
La scelta di questa tipologia di ampliamento è dovuta alla necessità di compatibilizzare il tratto in potenziamento con la presenza di vincoli infrastrutturale come l'interconnessione tra l'autostrada A13 e l'autostrada A14, lo svincolo e barriera di Bologna Arcoveggio ed il sottovia di via Aposazza.
- Ampliamento asimmetrico dalla progressiva 1+720.43 alla progressiva 6+829.48
Nel tratto in esame, la tipologia di ampliamento è dettata da numerose preesistenze sul lato della carreggiata in direzione Bologna. In particolare la presenza della zona industriale di Castel Maggiore, una serie abitazioni civili ed una discarica di rifiuti pericolosi, ha fatto propendere per l'ampliamento in carreggiata in direzione Padova dove, ad eccezione di due fabbricati, attualmente abbandonati e pericolanti, non vi sono particolari criticità.
- Ampliamento simmetrico dalla progressiva 7+300.06 alla progressiva 14+108.21
La tipologia di ampliamento scelta per questo tratto è dettata dalla presenza numerose opere d'arte maggiori da ampliare come il ponte sul canale Emiliano-Romagnolo ed il ponte sul canale diversivo Navile che presenterebbero ben maggiori difficoltà realizzative e strutturali ad essere ampliate in modo asimmetrico. Nel tratto in esame sono inoltre presenti ben due cavalcavia, più precisamente quello con la SP3 e con lo svincolo di Bologna Interporto, che risultano già predisposti ad un ampliamento simmetrico vista anche la presenza della pila nello spartitraffico dell'autostrada. Tali circostanze, sommate alle considerazioni che seguono hanno reso possibile individuare un tratto di ampliamento omogenee continuo di ben 7 km circa di sviluppo: in tale senso la scelta operata risulta rafforzata dalla presenza, in posizione baricentrica delle due aree di servizio di Castel Bentivoglio.
La presenza dell'area vincolata di villa Paleotti, in carreggiata nord, alla progr. 10+700, ossia in posizione intermedia rispetto alla subtratta omogenea considerata è stata analizzata approfonditamente in termini di misure specifiche e mirati sopralluoghi delle sue pertinenze, analisi che hanno restituito la convinzione della sostenibilità della soluzione di ampliamento adottata, che non è risultata tale da creare effetti modificativi sostanziali della situazione attuale, salvo una modestissima occupazione temporanea di circa 2.00 m, del tutto influenti ai fini della sua percezione e conservazione. Tale risultato è stato reso possibile anche dalla scelta tipologica di margine della sezione trasversale in corrispondenza del vincolo che, anziché prevedere uno spazio intermedio fra barriera di sicurezza e barriera antirumore ha individuato una soluzione integrata con la quale è stato possibile l'ampliamento laterale stesso.

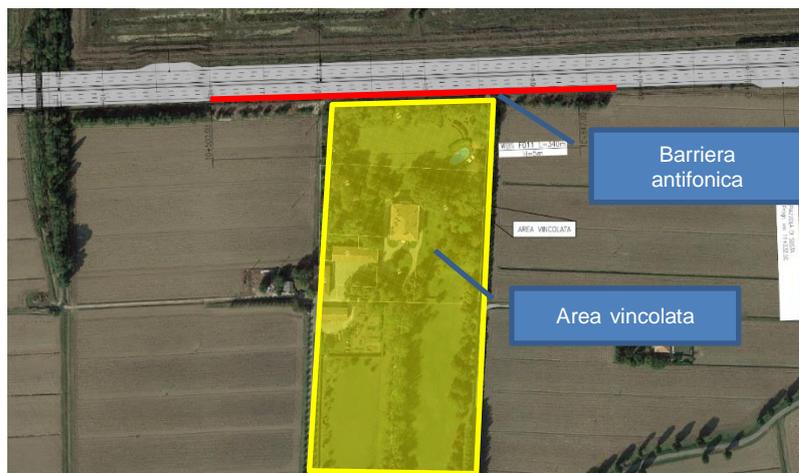


Figura 4 – Planimetria villa Paleotti

- Ampliamento asimmetrico dalla progressiva 14+545.51 alla progressiva 18+354.18**
 Nel tratto in oggetto, dal km 15+300 al km 17+000 in fregio all'autostrada A13 (carreggiata direzione Bologna) per uno sviluppo di circa 1.7 km è presente un sito di interesse comunitario (SIC/ZPS IT4050024 "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella). La mancanza di opere d'arte maggiori e/o opere predisposte nonché l'assenza di vincoli al contorno ha consentito l'ampliamento asimmetrico in carreggiata direzione Padova dell'autostrada. Tale scelta ha permesso di non interessare l'area SIC prospiciente.
- Ampliamento simmetrico dalla progressiva 18+989.28 alla progressiva 33.547.00**
 L'ampliamento simmetrico per questo tratto è dovuto alla presenza di numerose opere d'arte maggiori esistenti, come il ponte sul canale Navile, il ponte scolo Calcarata, il ponte scolo Tombe e il ponte sul fiume Reno, che presentano ben maggiori difficoltà realizzative e strutturali laddove fossero state ampliate in modo asimmetrico. Tale scelta è rafforzata del resto dalla presenza dello svincolo di Altedo e dello svincolo di Ferrara Sud, impianti a naturale vocazione simmetrica per l'ampliamento.
 Dallo svincolo di Altedo (Km 20+468) fino in prossimità dello scolo Riolo (Km 25+178) la carreggiata autostradale risulta interferente con il perimetro del sito di interesse comunitario (SIC/ZPS IT4050024 "Biotopi e Ripristini Ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella"). In particolare, in corrispondenza del ponte sul canale Navile (21+500) il sito interferisce con l'autostrada (attraversandola ortogonalmente) così come accade al Km 24+000, dove, in prossimità dello scolo Calcarata, il perimetro del sito intercetta ortogonalmente l'autostrada per circa 500 m. Rispetto alle due tipologie di interferenza segnalate la scelta dell'ampliamento costituisce un invariante (ambientale).
 L'ampliamento autostradale ha del resto, un'incidenza non significativa; pur sussistendo evidentemente una relazione tra l'intervento in progetto e la perimetrazione dell'area SIC, non si producono infatti alterazioni apprezzabili in termine di perdita di habitat, o di specie. Con l'ampliamento autostradale si interessano circa 23.210 mq (di cui 3.690 mq saranno occupati da superficie pavimentata) di terreno del sito avente un attuale uso sostanzialmente agricolo (non risultano interessati habitat di interesse comunitario).
 Maggiori dettagli sull'incidenza di tali interferenze e valutazioni sulle loro possibili compensazioni, sono rappresentati e descritti nell'elaborato SAU2000 - "Analisi

dell'interferenza dell'ampliamento autostradale sul Sito Natura 2000 e opportunità di compensazione”.

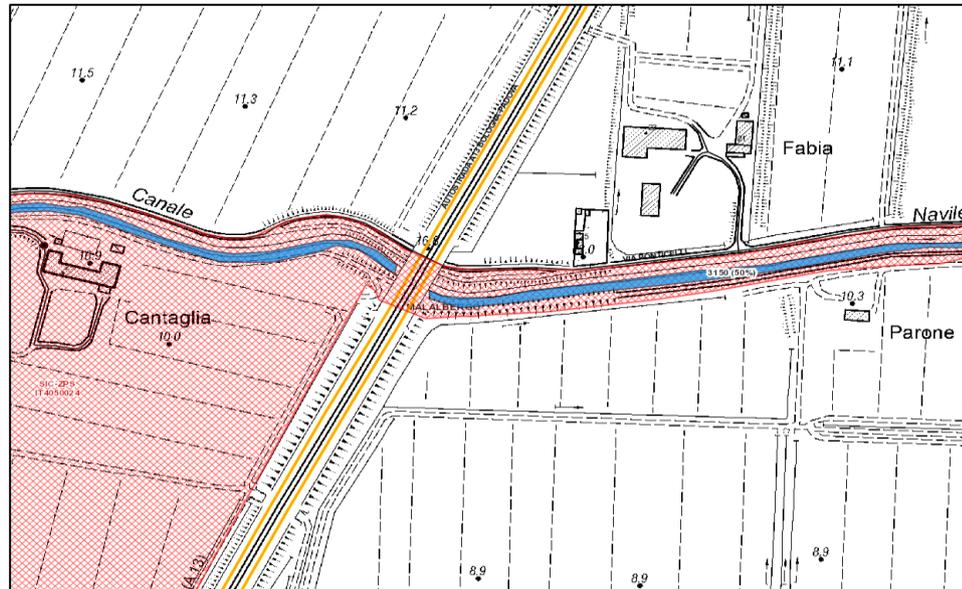


Figura 5 – Attraversamento SIC in prossimità del canale Navile (km 21+500)

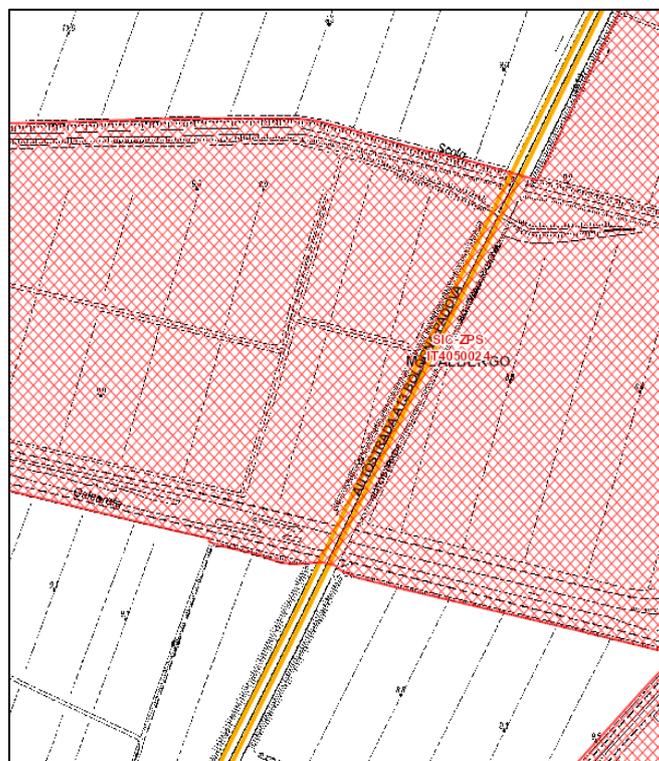


Figura 6 – Attraversamento SIC km 24+000

5 PROBLEMATICHE GEOTECNICHE

Alla base delle considerazioni tecniche che hanno portato alla scelta dei tratti di ampliamento simmetrico e asimmetrico sono state svolte anche considerazioni di ordine geotecnico che nel caso del tratto autostradale in esame sono riassunte nei seguenti punti:

- le indicazioni delle misure dei livelli di falda e alla documentazione di contabilità definitiva del progetto esecutivo, indicano livelli di falda prossimi al piano campagna, pertanto gli scavi di fondazione dovranno prevedere tutti gli accorgimenti necessari per la possibile esecuzione in presenza di acqua; in fase di progettazione successiva, in presenza di strati superficiali sabbiosi sciolti, si dovranno condurre le opportune verifiche relative alla stabilità del fondo scavo per evitare problematiche di sifonamento/instabilità del piano di scavo. La realizzazione dei rilevati, prevederà l'esecuzione di uno strato materiale granulare con funzione di anticapillare.
- dall'esame dei pozzetti a disposizione e risulta che la quasi totalità dei terreni di fondazione dei rilevati autostradali sono rappresentati da terreni fini soffici pertanto il progetto dovrà prevederne la stabilizzazione a calce (o a cemento). Gli scavi di bonifica variano tra 20÷80cm. Localmente sono presenti livelli torbosi decimetrici tra 1.5÷3m da p.c.
- Il progetto prevede l'ampliamento dei rilevati esistenti in modo da adeguare la piattaforma autostradale a 3 corsie più emergenza, per ogni direzione di marcia. I rilevati previsti sono, generalmente inferiori ai 5÷6m. Localmente nei pressi delle opere principali e in fase di realizzazione dei cavalcavia le altezze possono anche superare i 10m. Le pendenze di progetto delle scarpate dei rilevati in ampliamento e di quelli di nuova realizzazione (svincoli e nuovi cavalcavia) sono 7(orizz):4(vert). Le problematiche relative all'evoluzione del cedimento di consolidazione nel tempo non destano particolare preoccupazione data la presenza diffusa di livelli sabbiosi (almeno nella parte iniziale del tracciato) che costituiscono una via preferenziale per la dissipazione delle eventuali sovrappressioni idrauliche, accelerando il processo di consolidazione. Tuttavia, per minimizzare le problematiche di cedimenti differenziali, che possono indurre un aggravio nei carichi delle fondazioni profonde (attrito negativo) si prevede di realizzare rilevati in materiale alleggerito. Il dimensionamento e la verifica delle lunghezze dei pali sono condotte in modo da minimizzare l'effetto del cedimento residuo atteso (attrito negativo). In sede di affinamento della progettazione potrà essere definito l'esatto impatto che la presenza dei livelli sabbiosi ha sul decorso dei cedimenti nel tempo valutando l'esatta entità delle problematiche correlate ai cedimenti differenziali sulle opere.
- Sollecitazioni cicliche e dinamiche (accumulo di deformazioni plastiche e sviluppo di sovrappressioni interstiziali), durante un evento sismico, in terreni in cui la presenza di frequenti livelli sabbiosi saturi è significativa, potrebbero innescare fenomeni di liquefazione tuttavia i risultati delle verifiche condotte non destano particolari preoccupazioni in virtù del fatto che il potenziale di liquefazione è tale da associare alle verticali verificate, un rischio di liquefazione basso/(in un solo caso) modesto. In corrispondenza degli interventi di ampliamento delle opere maggiori (cavalcavia, ponti, ecc.) sono previste fondazioni profonde, che tutelano l'opera nei confronti dei fenomeni post-sismici. Si tenga presente, inoltre, che la Soc. Autostrade ha un monitoraggio continuo della rete autostradale di sua competenza e per il tratto autostradale di interesse in esercizio da decenni, non è mai stato rilevato alcun fenomeno di cedimento localizzato dei rilevati post eventi sismici riconducibili a fenomeni di liquefazione, anche a seguito dei più recenti eventi sismici del 2012 in cui si sono verificati fenomeni di liquefazione nella pianura padana.

Alla luce di quanto sopra esposto il progetto ha ritenuto preferibile prediligere una tipologia di ampliamento simmetrica, così da minimizzare i cedimenti indotti distribuendoli sui due lati dell'infrastruttura anziché concentrarli su un lato solo.

6 FALDE SOTTERRANEE

Analoghe valutazioni sono state condotte preliminarmente per investigare l'eventuale influenza sulla scelta di ampliamento da adottare tratta per tratta in rapporto alla presenza delle falde superficiali e sotterranee nell'ambito dei terreni interessati.

L'analisi delle variazioni annuali del livello piezometrico del primo acquifero è stata svolta sulla base dei dati derivanti dal monitoraggio delle acque sotterranee da parte degli Enti. Sono state interrogate le seguenti banche dati attraverso il sistema di consultazione del progetto europeo "eWater", predisposto dal Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua della Regione Emilia-Romagna (<http://geo.regione.emilia-romagna.it/ewater>):

- dati della rete di monitoraggio delle acque sotterranee dell'ARPA Emilia-Romagna: il Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua è la struttura regionale responsabile per questa rete, la gestione è in carico ad ARPA Emilia-Romagna;
- dati della rete piezometrica ad alta frequenza dell'ARPA Emilia-Romagna: si tratta di 40 punti di monitoraggio distribuiti sul territorio regionale. La rete è in funzione con letture orarie. Il Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua è la struttura regionale responsabile per questa rete, la gestione è in carico ad ARPA Emilia-Romagna;
- dati piezometrici del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli: si tratta di 10 punti rilevati attualmente con cadenza oraria. La gestione è in capo al Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

Nella figura seguente è indicata l'ubicazione delle misure di soggiacenza relative alle stazioni prese in considerazione nel presente studio.

I punti di misura considerati sono quelli ritenuti utili per il presente lavoro, sono stati esclusi perciò quelli di monitoraggio di falde molto profonde e quelli con un numero di misure poco significativo.

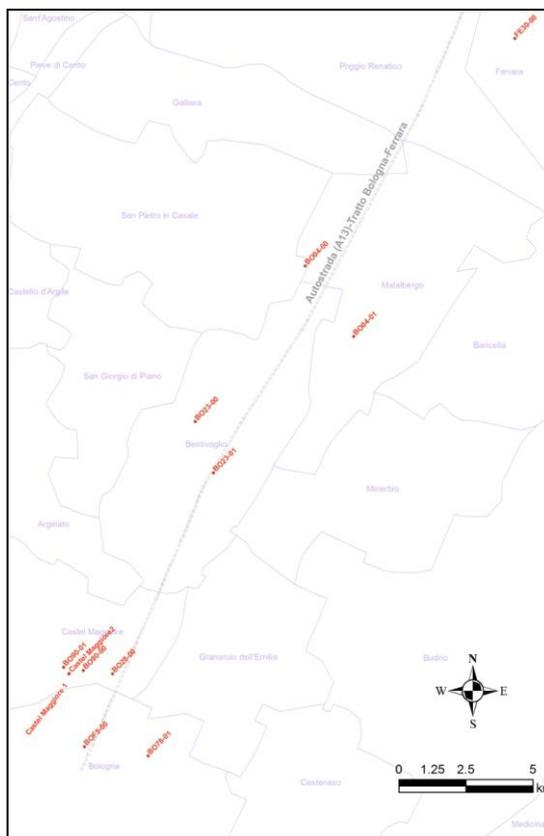


Figura 7 – Ubicazione dei punti di controllo delle acque sotterranee della Regione Emilia-Romagna presi in considerazione per le valutazioni che seguono (fonte Regione Emilia-Romagna)

I dati a disposizione coprono discontinuamente l'arco temporale che va dal febbraio 1976 all'agosto 2008. Si tratta di serie incomplete e non omogenee. Di seguito si riporta il grafico tempo-soggiacenza che evidenzia la variazione del livello delle falde monitorate.



Figura 8 – Grafico tempo-soggiacenza relativo alle misure effettuate nei punti di controllo delle acque sotterranee da parte della Regione Emilia-Romagna (fonte Regione Emilia-Romagna).

Come già accennato le serie di dati non sono omogenee in quanto non coprono tutto lo stesso periodo e sono riferite ad acquiferi differenti; si nota, tuttavia, la concordanza a grande scala degli andamenti.

I livelli piezometrici registrano un netto abbassamento negli anni '80 ed una progressiva risalita fino al 2008. Le variazioni stagionali sono dell'ordine di 2-3 m.

Per quanto riguarda il Gruppo acquifero A, potenzialmente intercettato dall'opera in progetto, i punti di monitoraggio riferiti esclusivamente ad esso e con una serie storica di dati sufficiente sono quelli denominati: BO23-01, BO28-00 e FE30-00. Di questi, il pozzo BO28-00 capta esclusivamente il sistema acquifero A1 posto in posizione più elevata, quello FE30-00 esclusivamente il sistema A2 e il punto di monitoraggio BO23-01 è un pozzo misto (A1, A2). Il grafico di figura 8 evidenzia che i livelli del sistema A1 (compresi mediamente tra 10 e 16 m s.l.m.) sono sempre maggiori di quelli del sistema A2 (compresi mediamente tra -5 e 2 m s.l.m.) e che i pozzi multifalda registrano livelli intermedi tra i due. Ciò dimostra che i sistemi acquiferi sono idraulicamente separati e che la pressione delle falde contenute negli acquiferi A2 è inferiore a quella delle falde ospitate nel sistema acquifero A1.

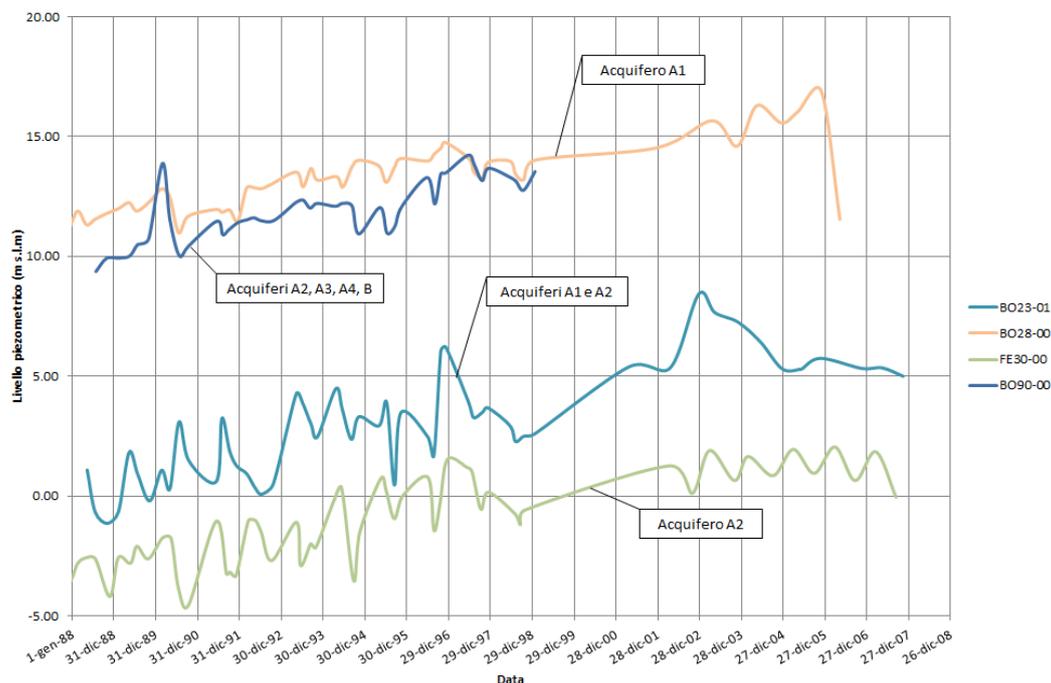


Figura 9 – Grafico tempo-soggiacenza relativo alle misure effettuate nei pozzi di monitoraggio delle acque sotterranee BO23-01, BO28-00 e FE30-00 della Regione Emilia-Romagna (fonte Regione Emilia-Romagna).

Per un'analisi dell'andamento dei livelli piezometrici in funzione delle precipitazioni sono stati presi in considerazione singolarmente i piezometri di monitoraggio Castel Maggiore 1 e Castel Maggiore 2 ed i dati della stazione pluviometrica Bologna Idrografico ad essi più vicina. L'osservazione è dettagliata con misure giornaliere ma è riferita ad un periodo di osservazione breve in quanto al momento della redazione del presente studio non sono disponibili le letture piezometriche nei punti di monitoraggio Castel Maggiore 1 e Castel Maggiore 2. Nei grafici delle figure che seguono si osserva che le precipitazioni influenzano direttamente l'acquifero A0, in cui misura il piezometro Castel Maggiore 1, con ritardo di circa 2 giorni. L'acquifero A1, in cui misura il piezometro Castel Maggiore 2, non è direttamente ricaricato dalle precipitazioni locali essendo legato a circuiti profondi. Le variazioni stagionali del livello piezometrico sono comprese in 15 cm nel piezometro Castel Maggiore 1 ed in 2.5 m nel piezometro Castel Maggiore 2.

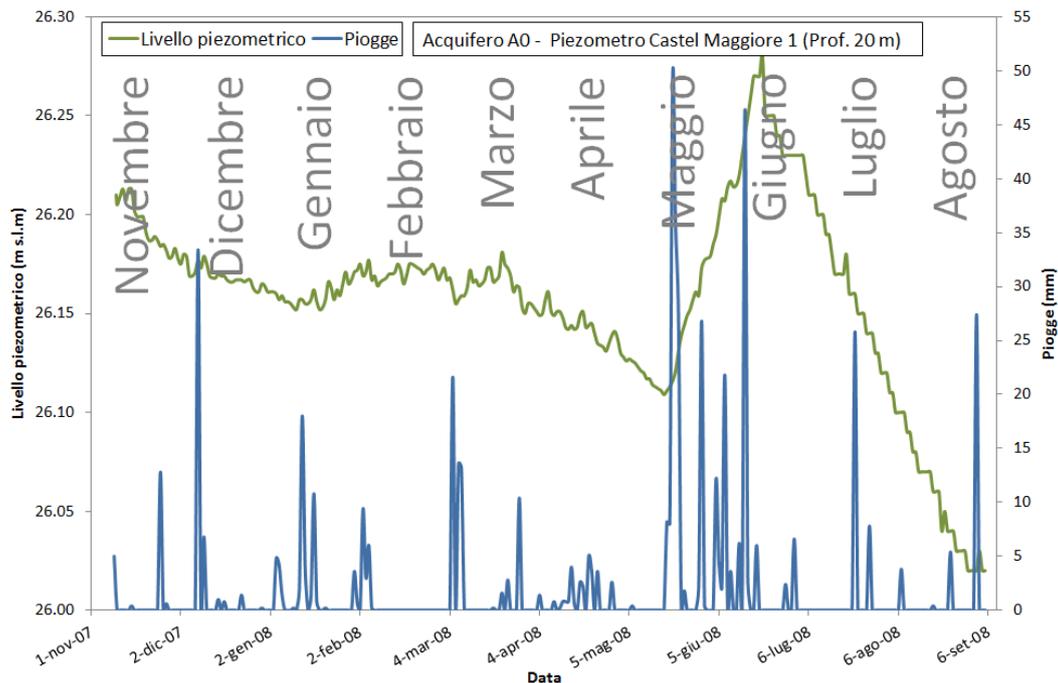


Figura 10 – Grafico tempo-soggiacenza/piogge relativo alle misure effettuate dal 9 novembre 2007 al 5 settembre 2008 al piezometro Castel Maggiore 1 e alla stazione pluviometrica Bologna Idrografico (fonte Regione Emilia-Romagna).

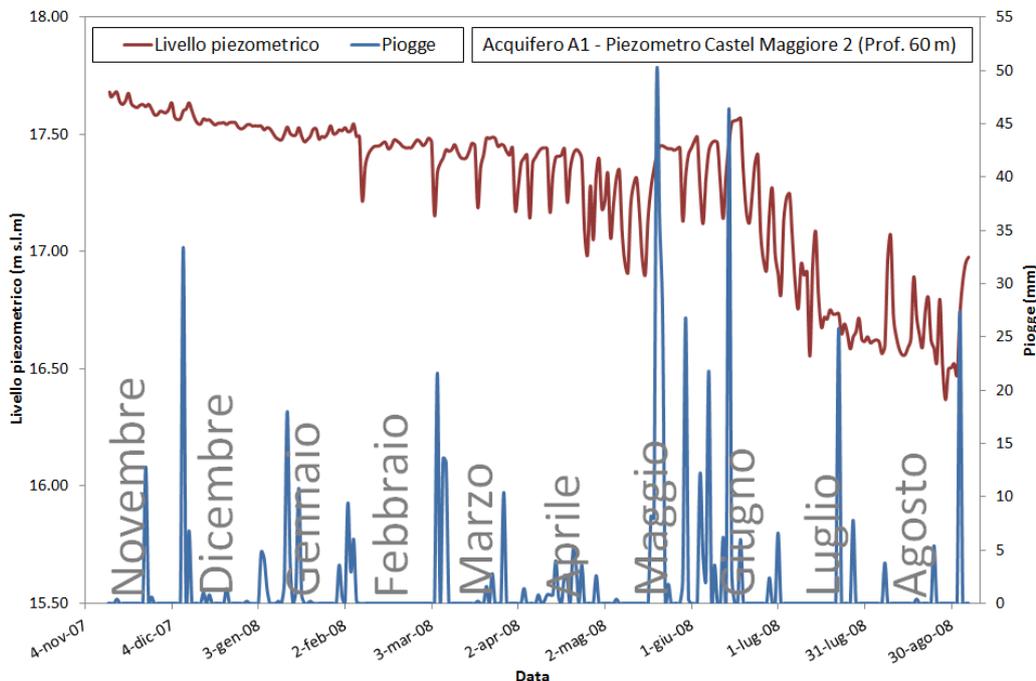


Figura 11 – Grafico tempo-soggiacenza/piogge relativo alle misure effettuate dal 12 novembre 2007 al 5 settembre 2008 al piezometro Castel Maggiore 2 e alla stazione pluviometrica Bologna Idrografico (fonte Regione Emilia-Romagna).

Al termine della campagna geognostica è stato effettuato un monitoraggio della falda freatica con misure a cadenza mensile del livello piezometrico nei piezometri installati nei fori di sondaggio. I grafici che seguono mostrano l'andamento dei livelli piezometrici nel tempo.

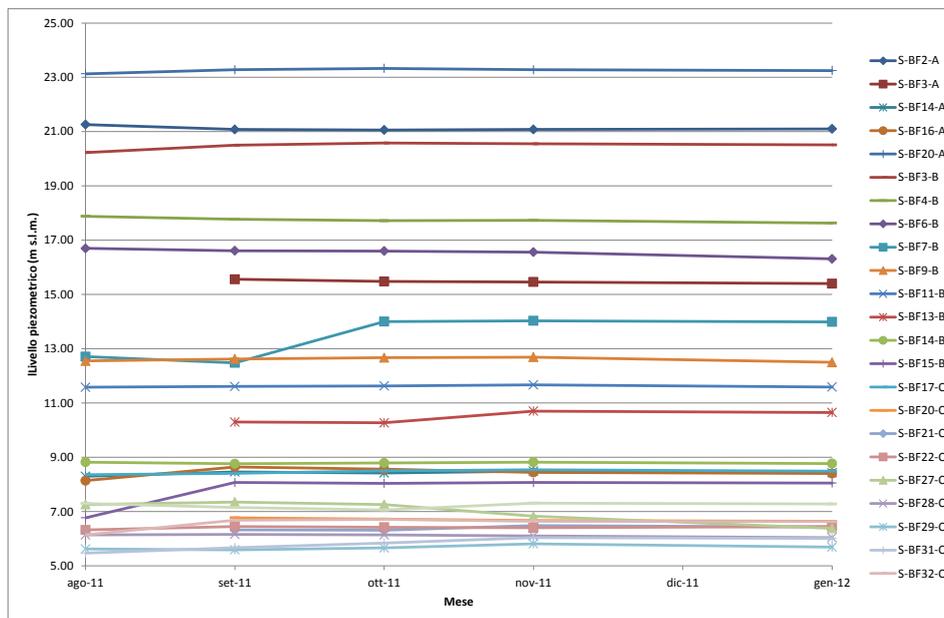


Figura 12 – Grafico tempo-livello piezometrico relativo alle misure mensili effettuate da agosto 2011 a gennaio 2012 nei piezometri installati nell'ambito della progettazione definitiva

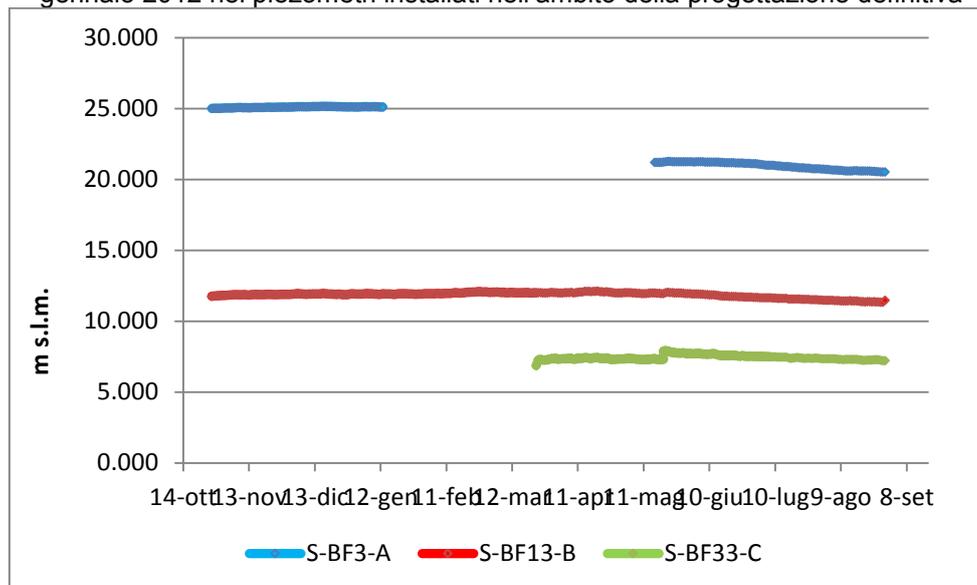


Figura 13 – Grafico tempo-livello piezometrico relativo alle misure effettuate da ottobre 2011 ad agosto 2012 nei piezometri ove sono stati installati dei datalogger

In generale è possibile osservare come la direzione di deflusso prevalente sia quella da sud verso nord. Si osserva infatti una buona stabilità delle misure effettuate nell'arco del monitoraggio (ottobre 2011- agosto 2012) con piccole variazioni registrate imputabili alle oscillazioni stagionali delle falde idriche.

Il quadro su esposto conferma la criticità potenziale per l'ampliamento dell'infrastruttura esistente rappresentata dalla presenza di acqua di falda superficiale. Tuttavia tale problematica costituisce un invariante ambientale nel caso in specie, ossia nella scelta della tipologia di ampliamento simmetrico e asimmetrico da doversi operare, dal momento che le variazioni della falda si riscontrano prevalentemente da nord a sud e non da ovest a est rispetto alla giacitura dell'autostrada attuale.

