



Anas S.p.A. – Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
 Società con socio unico soggetta all'attività di direzione e
 coordinamento di Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. e
 concessionaria ai sensi del D.L. 138/2002 (convertito con
 L. 178/2002)

Struttura Territoriale Emilia Romagna
 Viale A. Masini, 8 – 40126 Bologna T [+30] 051 6301111 – F [+39] 051 244970
 Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it – www.stradeanas.it

**S.S. 67 "Tosco–Romagnola"
 Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna**

STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

PROGETTISTI: <i>Zollet Ingegneria Srl</i>		GRUPPO DI PROGETTAZIONE			
IL GEOLOGO					
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE					
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO					
PROTOCOLLO	DATA				

**PARTE GENERALE
 Relazioni
 Relazione tecnico illustrativa**

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA																				
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00EG00GENRE01A.doc																							
B	O	U	P	5	6	F	1	9	-	-	T	0	0	E	G	0	0	G	E	N	R	E	0	1	A	-
CODICE ELAB.																										
A	EMISSIONE	Maggio 2020	A. De Lullo	M. Zanchettin	L. Zollet																					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO																					



Comune di RAVENNA (RA)

Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna
Prestazione di servizi tecnici per la redazione dello studio di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo ed esecutivo.

STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Lavori di adeguamento da Classe al Porto di Ravenna

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

INDICE

1	PREMESSA	3
2	EVOLUZIONE DEL PROGETTO	4
2.1	LOTTO I	4
2.1.1	Caratteristiche plano-altimetriche	4
2.1.2	Formazione del corpo stradale	4
2.1.3	Opere d'arte:	5
2.1.4	Sovrastruttura stradale	5
2.2	LOTTO II	6
2.2.1	Caratteristiche plano-altimetriche:	6
2.2.2	Formazione del corpo stradale:	6
2.2.3	Opere d'arte maggiori:	7
2.2.4	Pavimentazioni – lavori vari – opere d'arte minori	7
2.3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	7
3	QUADRO DEI VINCOLI PAESAGGISTICI ED AMBIENTALI	9
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	11
4.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED AMMINISTRATIVO	11
4.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO	11
4.3	INQUADRAMENTO IDROLOGICO IDROGRAFICO	18
4.4	INQUADRAMENTO STORICO-ARCHEOLOGICO	18

1 PREMESSA

L'ANAS S.p.A., ai sensi del D. Lgs. n. 50/2016 ha affidato l'esecuzione dei servizi tecnici per lo studio di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo ed esecutivo – S.S. 67 "Tosco-Romagnola" – Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna.

La S.S. 67 "Tosco-Romagnola" collega la città di Pisa con la città di Ravenna, attraversando lungo il suo itinerario l'Appennino tosco-romagnolo in corrispondenza del "Passo del Muraglione", per poi entrare in Romagna presso l'area urbana di Forlì.

L'ambito di competenza dell'Area Compartimentale Emilia Romagna si sviluppa per un'estesa di circa 86 km, compresi tra il km 142+460 (confine con la Regione Toscana) e il km 213+511 (innesto lungo la S.S. 16 presso Ravenna), e tra il km 217+277 ed il km 232+377 (via Classicana – dalla S.S. 16 al Porto di Ravenna).

Su Ravenna confluiscono numerose autostrade e strade di rango nazionale che collegano il porto con gli altri nodi interni ed esterni alla Regione; l'autostrada A14, la S.S. 16 "Adriatica", la S.S. 67 "Tosco-Romagnola", la S.S. 3 bis "Tiberina" Ravenna–Orte in direzione sud, l'A14 dir e la ex S.S. 253 "San Vitale"; la S.S. 309 dir e la S.S. 309 dir e la S.S. 309 "Romea", tutte raccordate tramite il sistema tangenziale di Ravenna costituito dal tratto di S.S. 16 denominato "Classicana".

Per migliorare la funzionalità di tale nodo di interconnessione sono previsti alcuni interventi, tra cui quello in progetto, che costituiranno un vero e proprio raccordo anulare riqualificato attorno a Ravenna, consentendo il miglioramento del collegamento del porto verso tutte le direttrici sopracitate.

L'intervento in oggetto prevede l'adeguamento della S.S.67 dallo svincolo presso la località Classe, sulla tangenziale di Ravenna, fino al porto, prevedendone l'ampliamento della sezione per conformarla alla tipologia B del D. M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Il tratto in oggetto ha inizio al km 218+550, immediatamente a valle dello svincolo di innesto con la S.S. 16 e termina in corrispondenza dello svincolo di Marina di Ravenna al km 223+700, per uno sviluppo complessivo di circa 5,15 km.

2 EVOLUZIONE DEL PROGETTO

Per il diretto collegamento dei traffici fra il Porto Industriale di Ravenna e la circonvallazione alla città lungo la S.S.146 "Adriatica", è stato predisposto il progetto di massima della variante in oggetto, approvato dal Consiglio di Amministrazione dell'Anas nell'adunanza del 28 giugno 1966.

In conformità di tale progetto, fu poi elaborato il progetto esecutivo del primo lotto della variante compreso tra la strada comunale di Porto Fuori ed il Porto Industriale.

Successivamente, per il completamento della variante, è stato redatto il progetto del Lotto II che comprende il tratto tra l'innesto con la S.S.16 presso Classe e l'innesto con il Lotto I in corrispondenza dell'intersezione con la Strada Comunale di Porto Fuori.

Il tracciato ha uno sviluppo complessivo pari a 7343,50 m di cui 3985,30 m per il lotto I e 3358,16 m per il lotto II; di seguito si riportano le caratteristiche principali del tracciato esistente.

2.1 LOTTO I

Il Lotto I di tale variante è compreso tra il km 222+564 della S.S.67 (Porto Industriale di Ravenna) e la provinciale di Porto Fuori con la quale è stato realizzato un innesto a raso.

2.1.1 Caratteristiche plano-altimetriche

Il tracciato ha uno sviluppo di ml 3985,30 ed è costituito da due rettili, della lunghezza rispettivamente di ml 2309,20 e di 1464,20, raccordati con una curva di ml 1080 di raggio; l'andamento altimetrico del tracciato è pressoché orizzontale, sempre in rilevato e caratterizzato da livellette di pendenze variabili da un minimo dello 0,08% al 2%, valore che si raggiunge sulle rampe di accesso al cavalcavia con la quale viene superata la provinciale del "Molinetto".

L'innesto con la S.S.67 nella zona del porto, la quale corre in rilevato alto mediamente ml 7,00 sulla campagna, è stato particolarmente studiato in relazione all'entità e caratteristiche del traffico mediante raccordi a livelli sfalsati onde eliminare ogni punto di conflitto delle correnti di traffico.

Lo sviluppo planimetrico complessivo delle rampe di raccordo costituenti il predetto svincolo è di ml 2575 di cui ml 2345 a corrente unidirezionale, con larghezza di piano viabile di ml 6,00 fiancheggiate da due banchine di ml 1,00 ciascuna, e ml 230 a doppio senso di marcia con larghezza del piano viabile ml 7,50, oltre le banchine laterali.

Al fine di consentire a qualsiasi tipo di veicolo, anche in ridotte condizioni di aderenza, di procedere con sicurezza, la pendenza delle rampe di raccordo è stata limitata a valori non superiori al 3% ed i raggi minimi di curvatura non inferiori a 45-50 m.

Per raccordare i tratti rettilinei delle piste di accelerazione o decelerazione con le rampe dello svincolo si sono inserite curve di transito a raggio doppio; le piste di accelerazione e decelerazione sono del tipo rettangolare a raccordo rettilineo, di larghezza utile di ml 3,50 e lunghezza variabile da 60 a 120 ml. I rimanenti innesti, sia con strade comunali che vicinali sono stati previsti tutti a livello, con opportuni raccordi canalizzati.

2.1.2 Formazione del corpo stradale

La costruzione di tale tratto di variante ha comportato movimenti di terra costituiti da circa 245.000 m³ di rilevato e circa 8.000 m³ di scavi per apertura fossi e risanamenti dei piani di posa.

Il progetto ha previsto la formazione del corpo stradale secondo le norme della meccanica delle terre con particolare riguardo alla preparazione del piano di posa dei rilevati che è stata eseguita mediante scoticamento e, ove necessario, correzione del terreno in sito, con un adeguato spessore di materiale arido e successiva compattazione.

I rilevati con materie provenienti da cave di prestito sono costruiti con terre appartenenti alle prime tre categorie della classificazione A.A.S.H.O.; quelli con materie provenienti dagli scavi sono realizzati con terre appartenenti alle prime quattro categorie della predetta classifica.

Per tutti i rilevati è stata prevista la compattazione meccanica, spinta fino all'indice 0,90 "Proctor" modificato per gli strati inferiori, mentre l'ultimo strato del rilevato dello spessore di 40 cm, sottostanti alla sovrastruttura, è costruito da terre appartenenti ai gruppi A1 e A2 e compattata fino al valore 0,95 "Proctor" modificato.

La piattaforma stradale ha larghezza di 16,00 m dei quali 14,00 m riservati alla carreggiata e 1,00 m a ciascuna delle banchine laterali.

2.1.3 Opere d'arte:

Nel tratto in esame sono state realizzate le opere d'arte seguenti:

1. Cavalcavia in c.a.p. in corrispondenza dello svincolo per il Porto di Ravenna, a una campata di luce 20,50 m.
La sezione trasversale dell'impalcato è costituita da soletta in c.a. e nervature longitudinali in c.a.p., appoggiate su spalle in calcestruzzo cementizio, fondate su pali e corredate da muri d'ala.
La carreggiata è larga 6,00 m oltre i due marciapiedi a sbalzo di 1,00 m.
2. Ponte in c.a.p. tra le sez. 16 e 21, in corrispondenza di un canale consorziale con luce di 20,60 m.
La sezione trasversale dell'impalcato è costituita, come il precedente, da soletta in c.a. e nervature longitudinali in c.a.p., appoggiate anch'esse su spalle in calcestruzzo, fondate su pali e corredate da muri andatori.
3. Cavalcavia tra le sez. 29 e 37 per il superamento della strada provinciale del Molinetto con una luce di 21,60 m con spalle e muri d'ala in conglomerato cementizio.
La sezione trasversale dei manufatti è di 16,00 m dei quali 14,00 m di carreggiata e 1,00 m per i marciapiedi laterali.
4. N°4 tombini a struttura scatolare in c.a. ubicati rispettivamente alle sezioni 11 e 39 (luce di 4,00 m), alla sezione 58 (luce 3,00 m) ed alla sezione 49 (luce 2,00 m).
Sono inoltre previsti n°41 tombini tubolari in calcestruzzo di diametro variabile da 0,40 a 0,80 m.
5. Le opere di presidio e di civilizzazione comprendono muro di sottoscarpa, passi carrai e cunette piane.

2.1.4 Sovrastruttura stradale

La sovrastruttura stradale di progetto è costituita da uno strato di Tout-Venant di frantoio dello spessore, compattato, di 30 cm; da uno strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso di 10 cm, eseguito in due tempi negli spessori di 6 cm e di 4 cm e dal tappeto di usura dello spessore di 3 cm.

Le banchine sono costituite per una larghezza di 0,50 m, adiacenti alla carreggiata, con uno strato di misto granulare compattato, dello spessore di 30 cm e sovrastante materiale di cava dello spessore compattato di 13 cm.

Per le piazzole di stazionamento è stata prevista la stessa sovrastruttura del piano viabile.

Le caratteristiche del pacchetto stradale esistente sono state confermate dalle prove in sito previste sulla piattaforma nel corso delle indagini preliminari; si è previsto il prelievo di campioni di pavimentazione in conglomerato bituminoso ogni circa 2 km mediante carotatrice a corona diamantata con velocità variabile in funzione del diametro della carota da 50 a 200 mm. Sul materiale prelevato saranno realizzate delle prove per valutarne le proprietà meccaniche:

- Prova Marshall → valutazione delle proprietà meccaniche della miscela bituminosa con determinazione dei parametri di stabilità e scorrimento Marshall relativi allo strato di collegamento (binder) e allo strato di base.

2.2 LOTTO II

Il Lotto II di tale variante è compreso tra l'innesto con la S.S.16 presso Classe e l'innesto con la strada comunale di Porto Fuori.

2.2.1 Caratteristiche plano-altimetriche:

Il tracciato ha sviluppo complessivo di 3358,16 ml dei quali 375 ml di viadotto, ed è costituito da due rettili, lunghi rispettivamente 300,90 ml e 2789,50 ml raccordati da una curva di 350 ml di raggio; l'andamento altimetrico, completamente in rilevato, è pressoché orizzontale ad eccezione delle rampe di accesso ai due viadotti, necessaria per raggiungere le quote di scavalco della ferrovia Rimini-Ravenna e dei Fiumi Uniti.

La pendenza di tali rampe, specie in considerazione della forte percentuale di traffico pesante che percorrerà la strada, è stata limitata al 2,50 %.

In corrispondenza della strada comunale di Porto Fuori è presente un incrocio a livelli sfalsati che è stato realizzato con variazione altimetrica della comunale stessa e costruzione dei raccordi per il collegamento delle due strade.

Le rimanenti intersezioni con strade pubbliche di minore o scarsa importanza, sono convenientemente attrezzate mediante opportune canalizzazioni.

La strada comunale (Marabina), lungo l'argine destro dei Fiumi Uniti, è invece scavalcata da una delle campate del viadotto sui Fiumi Uniti.

2.2.2 Formazione del corpo stradale:

La costruzione del lotto II della variante ha generato movimenti di terra costituiti da circa 266.476 m³ di rilevato, 17.258 m³ di scavo per correzione e risanamenti dei piani di posa dei rilevati stessi e per la formazione di fossi per lo smaltimento delle acque.

La piattaforma stradale ha la larghezza di 16,00 m dei quali 14,00 m riservati alla carreggiata e 1,00 m a ciascuna delle banchine laterali.

Sono state previste anche opportune piazzole di deposito materiali.

2.2.3 Opere d'arte maggiori:

1. *Viadotto di Classe*

L'opera è stata studiata con riguardo alle caratteristiche ambientali e paesaggistiche in quanto vicina al complesso artistico-monumentale della Basilica di S. Apollinare in Classe.

Sulla ubicazione e caratteristiche dell'opera ha espresso il parere favorevole la Soprintendenza ai Monumenti di Ravenna con lettera 11/04/67 N°946 relativamente al progetto di massima e 02/01/70 N°19 per il progetto esecutivo.

Viadotto in c.a.p. per lo scavalco della ex SS16 "Adriatica" e della ferrovia Rimini-Ravenna, a n°8 campate dell'interasse di 25,00 m con impalcato in travi precomprese, prefabbricate e varate; pile intermedie a cavalletto costituito da due montanti ed un trasverso; spalle e pile su palificate del tipo Franchi da 500 m/m.

Impalcato formato da soletta gettata sulle travi prefabbricate in c.a.p. e varate.

2. *Viadotto Fiumi Uniti*

Lo studio dell'opera nei riguardi delle caratteristiche idrauliche è stato condotto secondo le prescrizioni del competente Ufficio del Genio Civile di Ravenna di cui è presente l'autorizzazione in data 25/03/1969 ai sensi degli Articoli 1, 2 e 93 del T.U. approvato con R. D. 25/07/1907 e dell'Art. 1 del R. D. 19/11/1921 n°1688.

Viadotto sui Fiumi Uniti, per l'attraversamento del corso d'acqua e della strada arginale Marabina, ad 7 campate su pile cellulari fondate su plinti.

Pile e spalle sono sopportate da palificate con pali del tipo Franchi da 500 m/m. L'impalcato avrà le stesse caratteristiche di quello del Viadotto di Classe.

3. *Cavalcavia* allo svincolo con la comunale di Porto Fuori ad una campata. L'impalcato è realizzato con soletta gettata in opera su travi longitudinali in c.a.p. prefabbricate e varate.

Fondazione delle spalle su palificate con pali tipo Franchi da 500 m/m.

2.2.4 Pavimentazioni – lavori vari – opere d'arte minori

La pavimentazione è costituita da uno strato di base in Tout-Venant di frantoio, dello spessore compattato di 35 cm, da una massciata in conglomerato bituminoso di 10 cm, oltre allo strato di collegamento (binder) di 4 cm ed al tappeto di usura da 3 cm.

Le banchine sono costituite per una larghezza di 0,50 ml, adiacente alla carreggiata, da uno strato di misto granulare compattato dello spessore di 35 cm con sovrastante materiale di cava compattato.

In corrispondenza degli accessi alle proprietà poste lungo la strada è presente la costruzione di idonei passi carrai muniti di cavalcafosso.

Sono presenti inoltre tombini con struttura a telaio e tubolare per assicurare la continuità dei canali e dei fossi interessati dal corpo stradale.

2.3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento in oggetto si sviluppa dalla progressiva 218+550 (a valle dello svincolo di Classe) fino alla progressiva 223+700 per uno sviluppo complessivo di 5,15 km.

Lungo tutto il tratto in esame è previsto l'ampliamento della sede stradale, attualmente classificata come strada extraurbana principale di tipo "B", per conformarla alla medesima tipologia prevista dal D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

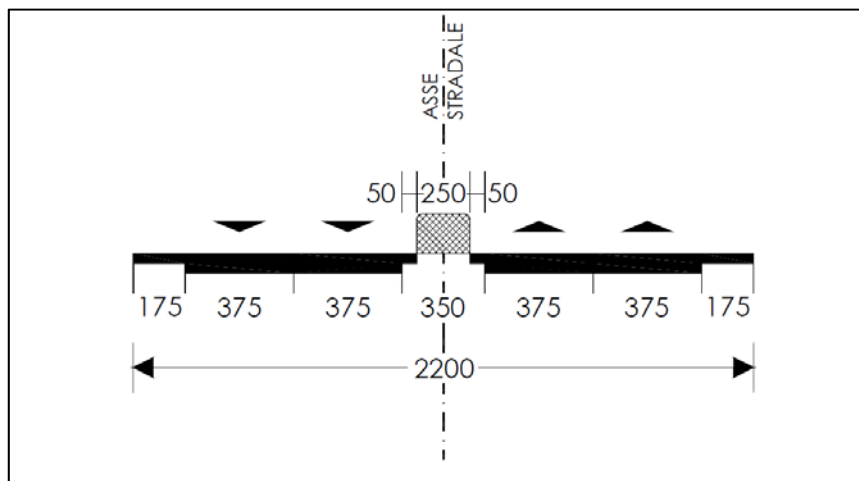
Il criterio ispiratore del progetto è quello di perseguire il più possibile l'adeguamento in sede al fine di minimizzare l'impatto dovuto alla trasformazione di tale strada sul tessuto "storicizzato" del territorio.

I criteri progettuali alla base dello studio prevedono un allargamento bilaterale simmetrico dell'attuale sedime di complessivi 4,00 m per carreggiata, al fine di realizzare l'adeguamento dimensionale alla norma di riferimento, dimensionando inoltre gli elementi marginali per un corretto funzionamento dei dispositivi di sicurezza conformemente alle disposizioni di legge.

La tratta di strada extraurbana interessata dall'intervento si sviluppa su un territorio pianeggiante con andamento planimetrico prevalentemente rettilineo; gli interventi previsti da questo progetto sono mirati al miglioramento delle performances dell'attuale tracciato ottimizzando, ove possibile, le principali caratteristiche dell'arteria.

L'ammodernamento della strada prevede l'adeguamento della sezione stradale alla configurazione base prevista per una strada di categoria B della norma di riferimento DM 05/11/2001. La sezione tipo stradale prevede una piattaforma di 22 m di larghezza, organizzata in due carreggiate separate da uno spartitraffico del tipo NDBA.

Ciascuna carreggiata sarà organizzata in 2 corsie di marcia larghe 3,75 m fiancheggiate in sinistra da una banchina di 1,75 m.



Nei tratti in rettilineo si mantiene la pendenza trasversale esistente, adeguando alla pendenza del 2,00 % le due fasce laterali di nuova realizzazione (ampliamento); nei tratti in curva, la pendenza trasversale esistente viene adeguata a quanto prescritto dalla normativa di riferimento, su tutta la larghezza della piattaforma stradale.

3 QUADRO DEI VINCOLI PAESAGGISTICI ED AMBIENTALI

Sin dalla fase di Studio di Fattibilità Tecnica ed Economica, la valutazione dell'intervento è stata supportata da un'attenta valutazione dei vincoli e dei condizionamenti di tipo paesaggistico ed ambientale presenti nel territorio, al fine di indirizzare le scelte progettuali verso soluzioni il più possibile rispettose del contesto.

Al fine di analizzare le potenziali interferenze dell'intervento in studio sia con i vincoli paesaggistici-ambientali che con quelli di valore storico-testimoniale, sono stati realizzati degli studio di tipo ambientale e di tipo archeologico; le principali fonti di dati sono:

- Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (Portale cartografico nazionale);
- Ministero per i beni e le attività culturali (Sistema informativo territoriale paesistico);
- Linee Guida del Piano Territoriale Paesistico della Regione Emilia Romagna (PTPR);

Sono state inoltre analizzate le informazioni riportate all'interno dei Piani Territoriali Provinciali e quanto presente nel PRG del comune di Ravenna. L'analisi ha evidenziato le tipologie di interferenze dell'intervento con aree sottoposte a vincolo; in particolare con:

1. Vincoli di cui al D.Lgs. 42/04 art.136 – ex L.1497/39: *Immobili ed aree di notevole interesse pubblico*:
 - Zona paesistica sud fra Savio e i Fiumi Uniti (pineta di Classe, Ortazzo e ambienti limitrofi);
 - Area litoranea compresa fra la foce dei Fiumi Uniti e il molo foraneo Sud, comune di Ravenna.
2. Vincoli di cui al D.Lgs. 42/04 art.142: *Aree tutelate per legge*:
 - c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n.1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 m ciascuna: **Fiumi Uniti, Fosso Arcabologna, Collettore Cavedona**;
 - f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
 - g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorchè percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del D.Lgs. 18 maggio 2001, n. 227 (ora artt. 3-4 del D.Lgs. n.34 del 2018);
 - m) le zone di interesse archeologico.

Il progetto, inoltre, interferisce direttamente con:

- Costa – Art. 3.12;
- Parchi Regionali – Art. 7.4;
- Elementi dell'impianto storico della centuriazione – Art. 3.21.Bd;
- Strade storiche – Art. 3.24A;
- Paleodossi fluviali particolarmente pronunciati – Art. 3.20a;
- Paleodossi di modesta rilevanza – Art. 3.20c;
- Sistemi dunosi costieri di rilevanza storico documentale paesistica – Art. 3.20d;
- Bonifiche – Art. 3.23;
- Zone di particolare interesse paesaggistico ambientale – Art. 3.19;
- Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua – Art. 3.17;

- Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua – Art. 3.18.

L'opera in progetto non interferisce con siti della rete Natura 200 ma il tratto sud del tracciato ricade all'interno della Stazione Pineta di Classe e Salina di Cervia del Parco Regionale del Delta del Po istituito con L.R. 27/1988.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione specialistica "*Studio preliminare ambientale*".

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

4.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED AMMINISTRATIVO

La Strada Statale 67 Tosco-Romagnola è uno dei collegamenti più importanti tra la Toscana e l'Emilia-Romagna; inizia a Pisa, dalla periferia sud della città, e termina a Ravenna.

L'itinerario ha un'estensione totale di circa 230 km, di cui poco più di 90 km ricadono nella regione Emilia-Romagna (dal km 142+269 al km 232+377); proseguendo dopo il Passo del Muraglione (al confine tra le due regioni di attraversamento), la S.S. 67 entra in Emilia dove attraversa i comuni di Portico e San Benedetto, Rocca San Casciano, Dovadola, Forlì, Ravenna e raggiunge Marina di Ravenna.

L'intervento si inserisce nel tratto terminale della statale, interessando il territorio provinciale e comunale di Ravenna.

4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

Il territorio del Comune di Ravenna appartiene al settore romagnolo del bacino sedimentario padano, formato da una successione ciclica di depositi marini, deltizi, lagunari, palustri ed alluvionali di età pliocenico-quadernaria, che poggia su un substrato con una complessa configurazione a pieghe.

Gli elementi tettonici profondi, ricostruiti tramite prospezioni geofisiche effettuate per la ricerca di idrocarburi, fanno parte delle pieghe adriatiche con asse parallelo alle principali linee strutturali appenniniche (NW-SE). Tale geometria condiziona la successiva sedimentazione di copertura, che presenta spessori variabili, con massimi in corrispondenza delle depressioni (sino a 3000 m) e minimi sulle strutture positive (circa 1500 m).

Il quadro stratigrafico dei depositi quadernari desunto dallo studio Regione, mostra come il Supersistema Emiliano-Romagnolo (Qc) possa in questo settore essere suddiviso in due: Alloformazione Emiliano-Romagnolo Inferiore (Qc1) e Emiliano-Romagnolo Superiore (Qc2), ciascuna dello spessore di circa 300 m.

Il territorio del Comune di Ravenna è assimilabile a un piano debolmente inclinato con immersione verso N-NE, movimentato da lievi ondulazioni caratterizzate da depressioni a fondo subpianeggiante alternate a zone in rilievo di forma allungata. Trattandosi di aree pianeggianti lievemente ondulate, le strutture geomorfologiche presenti determinano dislivelli di pochi metri.

In epoca recente, inoltre, il territorio è stato interessato, oltre che da un elevato tasso di subsidenza, da un'intensa opera di rimodellamento antropico attraverso interventi di spostamento e diversione dei fiumi Lamone, Ronco e Montone e ampie opere di bonifica che hanno notevolmente mascherato o modificato i lineamenti originali.

Nel territorio comunale è possibile distinguere due ambienti:

1. L'ambiente costiero e di transizione (la cui presenza si estende dalla costa attuale fino ad ovest di Ravenna) rappresenta l'area di influenza dei fenomeni connessi alla dinamica costiera e il loro interagire con i deflussi e gli apporti fluviali e l'azione eolica. Gli elementi morfologici caratteristici sono i sistemi dunosi disposti in direzione N-NO / S-SE con leggera convessità verso est (vedi Figura 1). Le altimetrie seguono tale ordinamento, con quote elevate o relativamente elevate in corrispondenza dei dossi dunali e zone depresse con difficolt-

tà di scolo nelle aree interne.

2. All'interno della pianura a crescita verticale si possono riconoscere due sotto-ambienti principali: gli argini naturali ed i bacini interfluviali. I depositi di argine naturale costituiscono le aree più elevate, presentano forma allungata secondo l'asse del canale fluviale. I bacini interfluviali, o piane inondabili, costituiscono le aree più depresse, un tempo sede di valli e paludi; essi presentano una morfologia piatta a profilo concavo e sono caratterizzati da sedimentazione, fine e da livelli torbosi. Le aree poste ad ovest della linea di massima trasgressione marina (Flandriana) hanno continuato ad evolversi in questo modo dai tempi della regressione Wurmiana sino a quando l'uomo ha cominciato ad arginare i fiumi ed a regolare il deflusso, bonificando le aree poste più a valle, quindi più depresse, tramite la realizzazione di casse di colmata nelle aree a nord ovest di Ravenna (Fiume Lamone) e nelle aree a sud di Ravenna, ad est della strada provinciale 71 via Dismano sino in prossimità della Località Fosso Ghiaia (valle Standiana), tramite la decantazione annuale delle torbide del Fiume Ronco nella pratica di coltivazione delle risaie (dal finire del XVIII secolo).

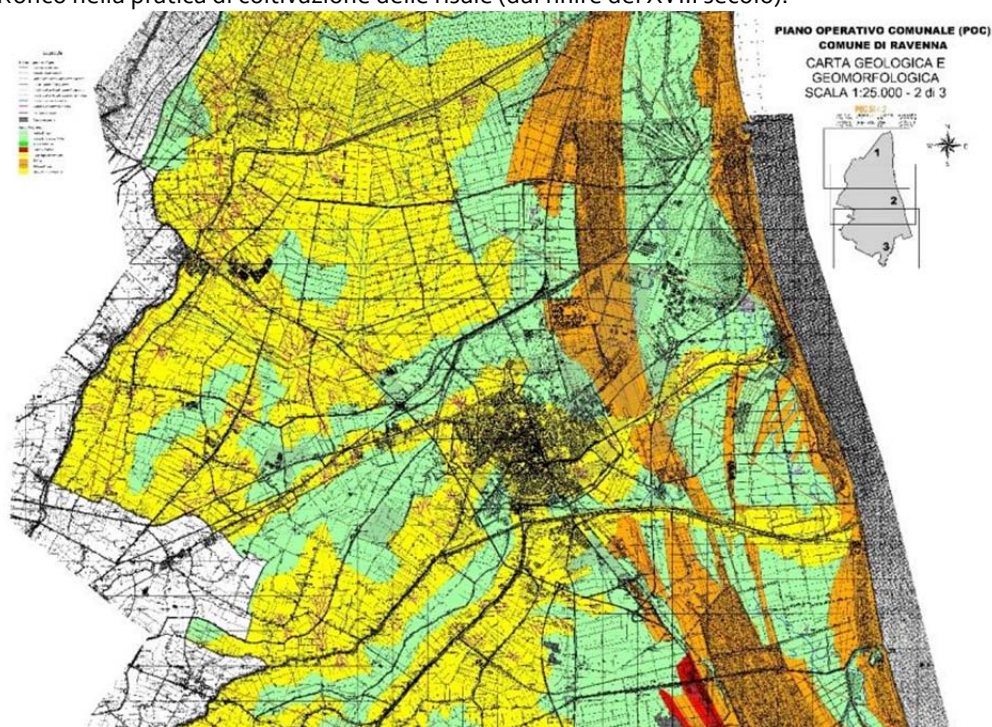


Figura 1 – Carta geologica e geomorfologica del Comune di Ravenna. In arancione la duna sabbiosa su cui si concentrano le evidenze archeologiche

Caratterizzazione sismica

Secondo l'Ordinanza n.3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", il comune interessato dall'infrastruttura in esame è localizzato in zona sismica 3, cui corrispondono, come indicato in tabella sottostante, valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresi tra 0,05g e 0,15g.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]
1	>0,25
2	0,15-0,25
3	0,05-0,15
4	<0,05

Alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è allegato un documento sulla pericolosità sismica, che prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica di base.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C., dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_o → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_c → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

I parametri sismici sono ricavati impiegando il foglio di calcolo "SPETTRI-NTC" Ver. 1.03, messo a disposizione sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e con l'impiego del software Geostru PS che consente di individuare la pericolosità sismica secondo le NTC di tutte le località italiane.

La previsione degli spostamenti in condizioni sismiche è stata condotta attraverso verifiche di stabilità sismica con analisi dinamiche semplificate ed avanzate.

Le azioni sismiche di progetto sono state definite, in relazione agli stati limite, a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di progetto. Data la valenza strategica del tratto di adeguamento (Rete di tipo B secondo il D.M. 5/11/2001), è stata assunta una vita nominale differenziata lungo l'opera, pari a 100 anni per le opere d'arte e a 50 anni per il semplice rilevato stradale, una classe d'uso IV (CU pari a 2).

Per quanto attiene la determinazione delle azioni sismiche si individua, quale elemento di conoscenza primario, la "pericolosità sismica di base" riferita al sito di costruzione con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} .

L'azione sismica è definita in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascuna costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

Non trattandosi di una costruzione fondata su suolo rigido, nello studio della risposta sismica è necessario tenere conto oltre alle condizioni topografiche, anche delle condizioni stratigrafiche. L'identificazione della categoria di sottosuolo permette di definire i coefficienti S_S (coefficiente di amplificazione stratigrafica) e C_C (coefficiente che individua il periodo dello spettro corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante).

Le forme spettrali corrispondenti ai diversi Stati Limite di riferimento vengono definite in funzione delle relative


probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , e dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale a_g, F_o, T^*_C , riferiti al sito su cui sorge l'opera di progetto.

Essendo necessario utilizzare, quale parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il relativo periodo di ritorno T_R , si ricorda che quest'ultimo, fissata la vita di riferimento V_R e la probabilità di superamento P_{VR} (associata a ciascuno degli stati limite), è determinabile mediante la seguente relazione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

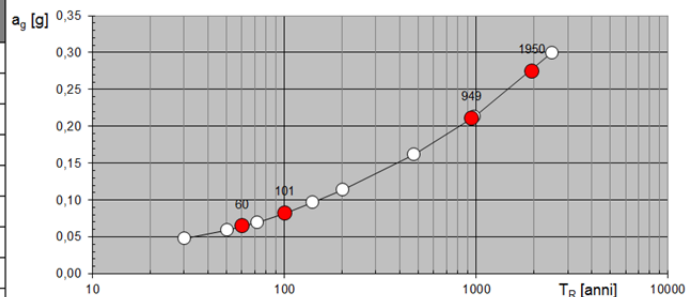
I valori di a_g, F_o, T^*_C si definiscono partendo dalle coordinate geografiche del sito.

Vita nominale: 50 anni – Rilevato stradale

		<p><u>Classe d'uso: IV</u></p> <p><i>Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B (come definite nel D.M. 5 novembre 2001 n. 6792) importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.</i></p>	
<u>Vita nominale:</u>	50 anni	<u>Categoria di sottosuolo:</u>	C
<u>Tipo di interpolazione:</u>	Superficie rigata	<u>Categoria topografica:</u>	T1

Si riportano di seguito i parametri dell'azione sismica e l'andamento dell'accelerazione al crescere del tempo di ritorno.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T^*_C [s]
30	0,048	2,451	0,262
50	0,059	2,485	0,278
72	0,070	2,468	0,284
101	0,082	2,475	0,285
140	0,097	2,482	0,282
201	0,113	2,541	0,280
475	0,162	2,552	0,280
975	0,213	2,502	0,285
2475	0,300	2,435	0,299



Con riferimento all'ubicazione della struttura in oggetto, sono state valutate le condizioni topografiche e stratigrafiche e sono stati determinati i parametri legati alla pericolosità sismica. Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati necessari ai fini delle successive analisi, in funzione dei diversi stati limite; le verifiche sono state svolte in condizioni di Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	60	0,064	2,476	0,281
Danno (SLD)	101	0,082	2,475	0,285
Salvaguardia vita (SLV)	949	0,211	2,504	0,285
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0,275	2,452	0,295


Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	-	0,057	0,111	-
k_v	-	0,029	0,055	-
a_{max} [m ² /s]	0,931	1,196	2,853	3,481
β	-	0,470	0,380	-

Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento			
vita nominale	V_N	50	anni
classe d'uso		IV	
coefficiente d'uso	C_U	2,0	s
periodo di riferimento	V_R	100	anni

SLD (Stato Limite di Danno)			
zona sismica		3	
probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento	P_{VR}	63%	
periodo di ritorno azione sismica	T_R	101	anni
accelerazione sismica al suolo	a_g	0,082	g
valore massimo del fattore di amplificazione	F_o	2,475	
periodo di inizio del tratto a velocità costante	T^*_C	0,285	s
categoria sottosuolo		C	
coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_S	1,500	
categoria topografica		T1	
coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1,000	
coefficiente categoria di sottosuolo	C_c	1,590	

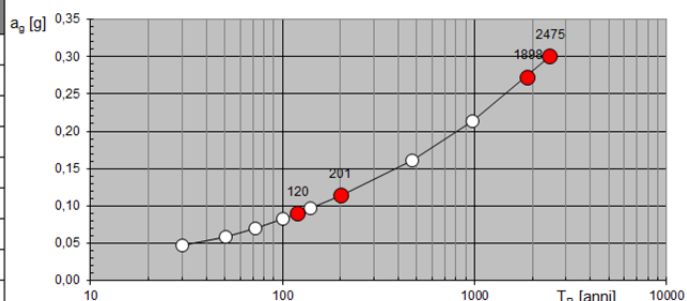
SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita)			
zona sismica		3	
probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento	P_{VR}	10%	
periodo di ritorno azione sismica	T_R	949	anni
accelerazione sismica al suolo	a_g	0,211	g
valore massimo del fattore di amplificazione	F_o	2,504	
periodo di inizio del tratto a velocità costante	T^*_C	0,285	s
categoria sottosuolo		C	
coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_S	1,383	
categoria topografica		T1	
coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1,000	
coefficiente categoria di sottosuolo	C_c	1,589	

Vita nominale: 100 anni – Opere d'arte

		<p><u>Classe d'uso: IV</u></p> <p><i>Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B (come definite nel D.M. 5 novembre 2001 n. 6792) importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.</i></p>	
Vita nominale:	100 anni	Categoria di sottosuolo:	C
Tipo di interpolazione:	Superficie rigata	Categoria topografica:	T1

Si riportano di seguito i parametri dell'azione sismica e l'andamento dell'accelerazione al crescere del tempo di ritorno.

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,048	2,451	0,262
50	0,059	2,485	0,278
72	0,070	2,468	0,284
101	0,082	2,475	0,285
140	0,097	2,482	0,282
201	0,113	2,541	0,280
475	0,162	2,552	0,280
975	0,213	2,502	0,285
2475	0,300	2,435	0,299



Con riferimento all'ubicazione della struttura in oggetto, sono state valutate le condizioni topografiche e stratigrafiche e sono stati determinati i parametri legati alla pericolosità sismica. Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati necessari ai fini delle successive analisi, in funzione dei diversi stati limite; le verifiche sono state svolte in condizioni di Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).

Stato Limite	T_R [anni]	a_g [g]	F_o	T_C^* [s]
Operatività (SLO)	120	0,090	2,479	0,283
Danno (SLD)	201	0,114	2,541	0,280
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0,272	2,454	0,295
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,300	2,435	0,299

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0,024	0,040	0,109	0,117
k_v	0,012	0,020	0,054	0,059
a_{max} [m ² /s]	1,302	1,642	3,447	3,714
θ	0,180	0,240	0,310	0,310

Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento			
vita nominale	V_N	100	anni
classe d'uso		IV	
coefficiente d'uso	C_U	2,0	s
periodo di riferimento	V_R	200	anni

SLD (Stato Limite di Danno)			
zona sismica		3	
probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento	P_{VR}	63%	
periodo di ritorno azione sismica	T_R	201	anni

accelerazione sismica al suolo	a_g	0,114	g
valore massimo del fattore di amplificazione	F_o	2,541	
periodo di inizio del tratto a velocità costante	T^*_C	0,280	s
categoria sottosuolo		C	
coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_S	1,500	
categoria topografica		T1	
coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1,000	
coefficiente categoria di sottosuolo	C_c	1,597	

SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita)			
zona sismica		3	
probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento	P_{VR}	10%	
periodo di ritorno azione sismica	T_R	1898	anni
accelerazione sismica al suolo	a_g	0,272	g
valore massimo del fattore di amplificazione	F_o	2,454	
periodo di inizio del tratto a velocità costante	T^*_C	0,295	s
categoria sottosuolo		C	
coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_S	1,299	
categoria topografica		T1	
coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1,000	
coefficiente categoria di sottosuolo	C_c	1,571	

4.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO IDROGRAFICO

Per i dettagli relativi all'inquadramento idrologico ed idrografico dell'area in oggetto, si rimanda alla relazione specialistica "Relazione idrologica e idraulica".

4.4 INQUADRAMENTO STORICO-ARCHEOLOGICO

Come visibile dagli elaborati specialistici, emerge una concentrazione di evidenze archeologiche nell'area sud-est della città tra le località di Madonna dell'Albero, Classe e Ca' Bianca – Fosso Ghiaia. Più precisamente la maggior parte degli elementi archeologici insiste su un cordone sabbioso pertinente ad un sistema dunoso che si sviluppa in direzione N-NO/S-SE a est della città in prossimità dell'antica linea di costa. Il sistema dunoso si estende lungo la direttrice della ferrovia e della strada romea vecchia per poi allargarsi notevolmente all'altezza della località Fosso Ghiaia nell'area che comprende anche il Parco Regionale del Delta del Po e terminare nel territorio del Lido di Classe e del Lido di Savio; esso rappresentò un ambiente molto favorevole all'insediamento umano a fronte di un territorio molto instabile.

Le prime testimonianze archeologiche relative a questa porzione di territorio si individuano già dalla fase augustea: la città vive un momento di forte espansione e un incremento demografico determinato principalmente dallo stanziamento della flotta militare per il controllo del Mediterraneo orientale. È in questo periodo che si realizza la progressiva occupazione capillare del suburbio ravennate, soprattutto nelle immediate vicinanze del bacino portuale settentrionale.

Il cordone sabbioso litoraneo parallelo alla Fossa Augusta⁷, che rappresenta il limite orientale dell'insediamento romano, verrà destinato a partire dal I sec. d.C. per tutto il periodo romano e bizantino principalmente alle necropoli della città. È inoltre importante sottolineare, ai fini di questa ricerca, che con l'età traianea si assiste a un importante impulso edilizio, oltre che in tutta la città, soprattutto nel suburbio meridionale inducendo a una sostanziale riorganizzazione dello spazio urbano ed extra urbano. La massiccia presenza militare dovuta alla flotta marina in funzione delle campagne daciche fu la principale causa dell'occupazione capillare di una vasta porzione di territorio nelle immediate vicinanze dei bacini lagunari utilizzati come scalo portuale. È a questo periodo che risalgono le opere di regolarizzazione dei bacini portuali, parallelamente allo spostamento delle attività verso sud, che culmineranno nel III sec. con la fioritura e l'espansione del centro di Classe e del suo porto.

Al fine di rilevare l'eventuale presenza di resti archeologici in corrispondenza del tracciato in progetto risulta opportuna, in ottemperanza a quanto previsto all'art.25 del D.Lgs. n.50/2016 ("Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture"), la predisposizione della "Verifica preventiva dell'interesse archeologico".

In questa fase preliminare di progettazione, però, si è ritenuto sufficiente avanzare una *richiesta di parere archeologico* alla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le Province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini per valutare la necessità o meno di indagare l'area in esame sotto il profilo archeologico; nello specifico, oltre alla richiesta di parere, sono stati predisposti e forniti all'ente competente per le opportune valutazioni:

- Breve relazione tecnica dell'intervento;
- Planimetria e sezione degli scavi;
- Posizionamento cartografico del cantiere;
- Stralcio della carta delle potenzialità archeologiche.