6 SUOLO – SOTTOSUOLO - ACQUE

In questa fase di studio, oltre ad un primo inquadramento di tipo generale, sono stati approfonditi gli elementi specifici dell'area di intervento finalizzati ad escludere specifici elementi di criticità.

La caratterizzazione dello stato attuale della componente suolo e sottosuolo è stata svolta analizzando i seguenti elementi:

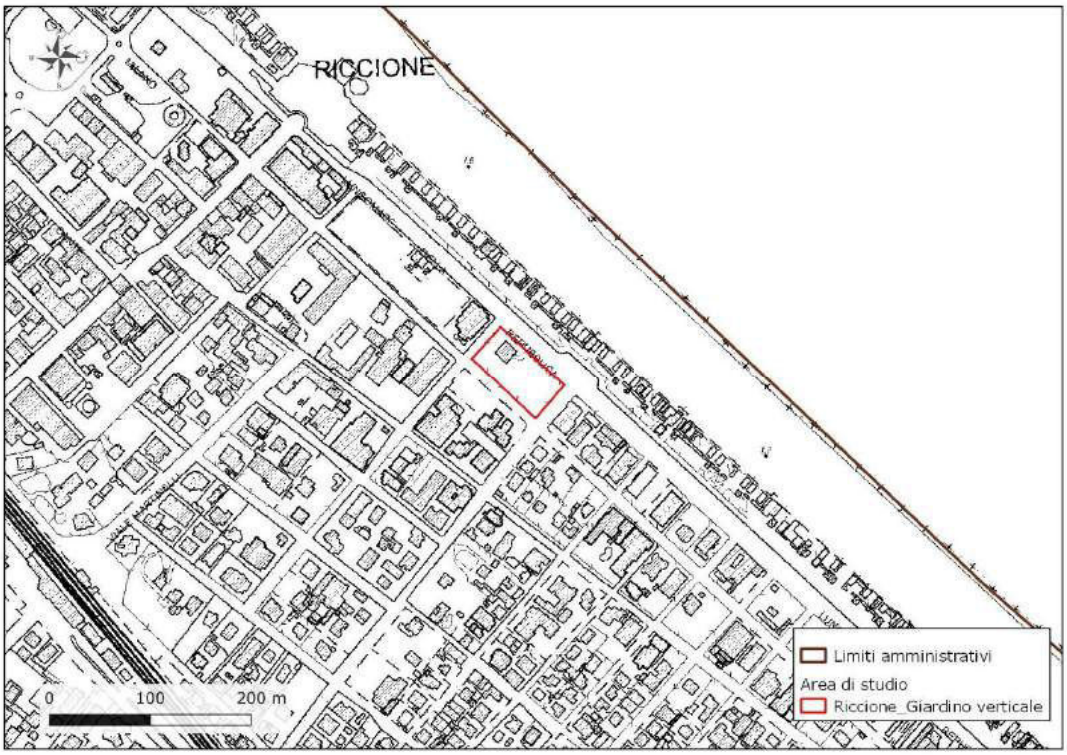
- Caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche
- Sismicità del Territorio
- Rischio idraulico
- Conservazione/tutela delle acque sotterranee ed elementi di potenziale inquinamento

Lo studio si è basato sui dati reperiti in bibliografia, in particolare negli elaborati del QC del PSC e del POC del Comune Riccione oltre che nella specifica Relazione Geologica, relazione di compatibilità Idraulica e Relazione idraulica a cura del Dott. Geol. Franchi Valeriano eseguite sull'area in oggetto a supporto del presente progetto.

6.1 Suolo, sottosuolo e rischi ambientali

L'area d'indagine, corrispondente con quella dell'ex Delfinarium di Riccione, si trova in comune di Riccione (RN) sul Lungomare della Repubblica, prospicente la zona 68 dell'arenile, circoscritta dal perimetro formato dal Lungomare stesso, a NE, viale Cesare Battisti, a SE, viale Milano, a SO, e viale Oberdan, a NO, a distanza di un isolato.

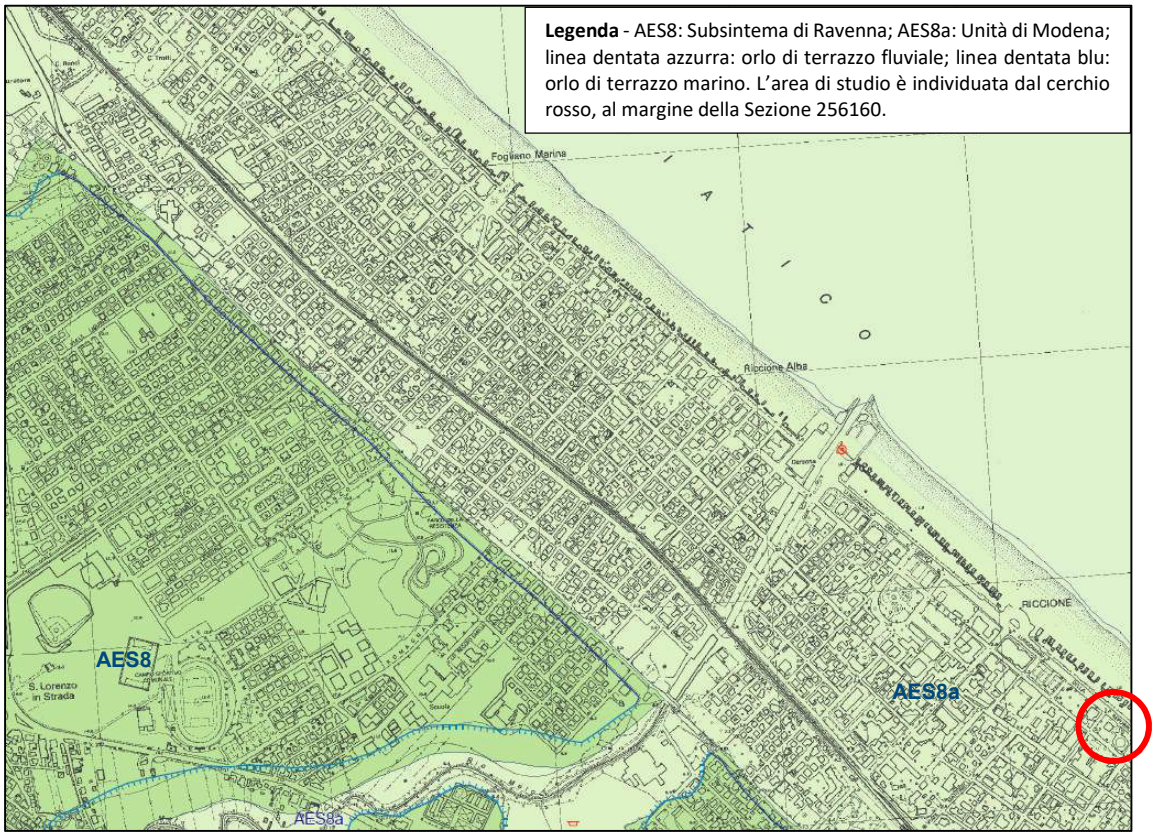
Img. 6.1 - Ubicazione dell'area d'indagine su C.T.R. con dettaglio topografico a scala 1:5.000 – Elemento nr. 256162 denominato "Riccione marina".



Il lotto in esame si presenta già da tempo densamente antropizzata in funzione delle attività ricettive a servizio del turismo locale, caratterizzata da estese superfici impermeabili separate da sottili strisce verdi destinate a giardini e cortili. Dal punto di vista topografico si trova in corrispondenza di una zona pianeggiante, costiera, con una debole pendenza verso NE, e con quote che, in corrispondenza dell'area, sono prossime a 2,3 m s.l.m.

Da un punto di vista geologico, il territorio del Comune di Riccione si colloca in corrispondenza del margine padano-adriatico della catena orogenica appenninica. Risulta caratterizzato, verso SO, da dolci rilievi collinari a prevalente composizione argillosa, effetto di spinte tettoniche NE-vergenti, su cui, procedendo verso la costa, un'ampia pianura alluvionale poggia in discordanza e, in modo netto, passa a depositi litorali recenti ed attuali di origine marina in corrispondenza del lineamento morfologico rappresentato dall'orlo di terrazzo marino di Img. 6.2.

Img. 6.2 - Stralcio della Carta geologica dell'appennino emiliano-romagnolo, a scala 1:10.000, Sezione 256160 "Riccione Marina" del Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna (edizione 2009) - Rilevamento geologico originale eseguito alla scala 1:10.000, negli anni 1982\1996. Revisione della banca dati regionale, relativo aggiornamento delle unità geologiche e coperture eseguiti alla data 25\03\2009.

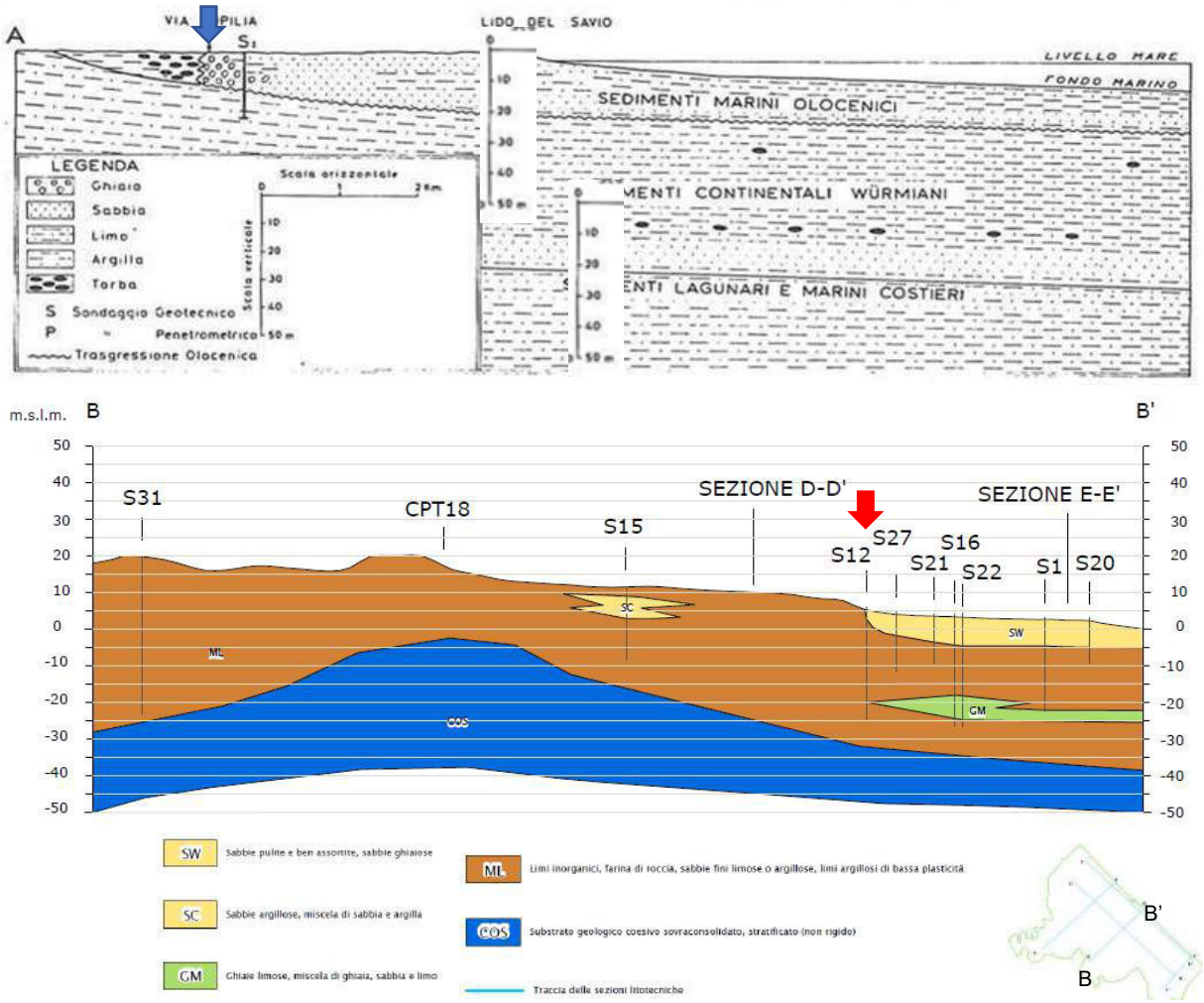


La distanza tra la linea di costa attuale e l'orlo di terrazzo marino suddetto è di circa 800 m e corrisponde anche all'ampiezza della fascia costiera a cui la carta geologica regionale in Img. 6.2 assegna, come litologia di superficie, i terreni olocenici dell'Unità di Modena (AES8a), costituiti da depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi.

L'orlo di terrazzo marino segna il limite sud-occidentale raggiunto dai depositi di spiaggia legati alla trasgressione flandriana (Olocene, circa 15.000 anni BP), legata alla fase di miglioramento climatico conseguente la fine del Tardoglaciale, che portò ad un generalizzato innalzamento del livello del mare dopo la lunga fase di low-stand dell'Ultimo Massimo Glaciale.

Il limite coincide, nel territorio cervese, con un cordone litoraneo ghiaioso (indicato dalla freccia blu in Img. 6.3), mentre tale litologia non sembra essere presente in corrispondenza dello stesso limite nel territorio di Riccione (freccia rossa in Img. 6.3). La profondità della linea di costa creatasi a seguito della trasgressione post-glaciale varia sensibilmente procedendo da Gabicce verso Porto Corsini, con profondità minime di 4/5 m a Riccione e massime di 20 m nell'entroterra ravennate (Img. 6.4). La linea di costa stessa mostra anche una deviazione progressiva dalla linea di costa attuale verso l'entroterra.

Img. 6.3 - In alto: sezione geologica attraverso i sedimenti recenti tra il territorio cervese e l'area marina antistante (da Veggiani, 1971); sotto: sezione geologica B-B' dell'elaborato "Sezioni Litotecniche" dello studio di microzonazione sismica di II livello del Comune di Riccione (2014)



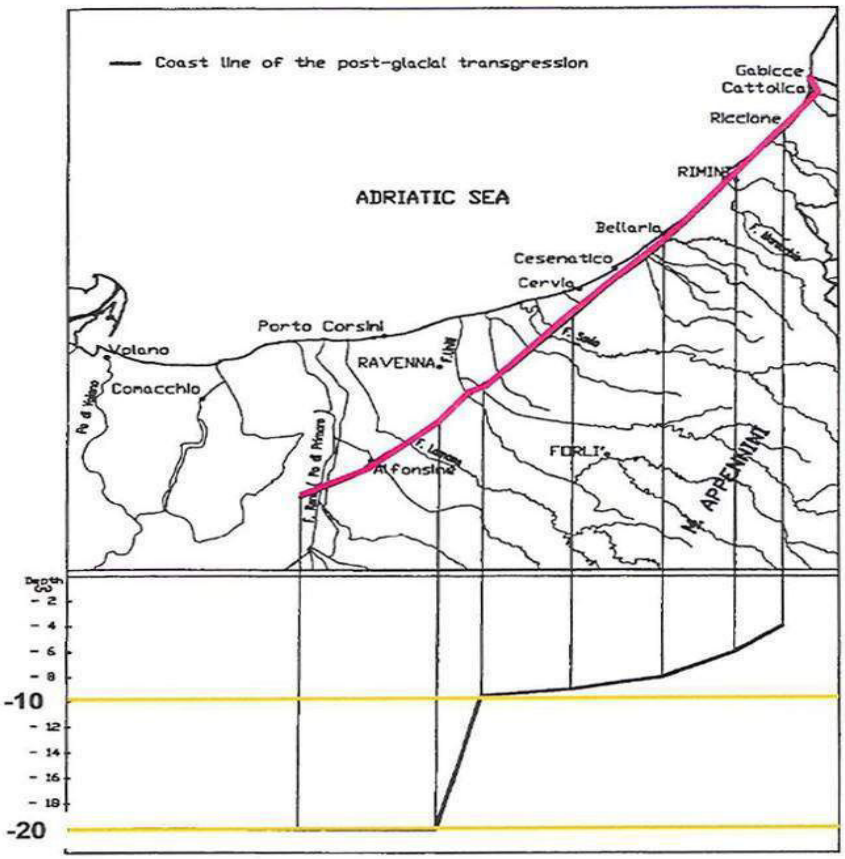
Le due sezioni di Img. 6.3, benché relative a due aree lontane tra loro, evidenziano una stratigrafia simile:

- i sedimenti olocenici (sabbiosi e limo-argillosi) cervesi chiudono a monte con la linea di massima trasgressione flandriana, che si presenta netta come per i coevi terreni di Riccione (SW); lo spessore dei sedimenti olocenici è circa 20 m per l'area cervese e circa 7-8 m per quella di Riccione;
- i sedimenti limo-argillosi (con livelli sabbiosi e ghiaiosi) continentali, dell'ultimo periodo glaciale, e marini costieri, della precedente trasgressione interglaciale, cervesi hanno uno spessore superiore a 80 m, mentre gli stessi sedimenti (ML, GM e SC), a Riccione, raggiungono circa 30 m di spessore.

La differenza più evidente è il minore spessore di sedimenti continentali e marini costieri a Riccione rispetto al cervese, differenza evidenziata anche dalla Carta sismotettonica della

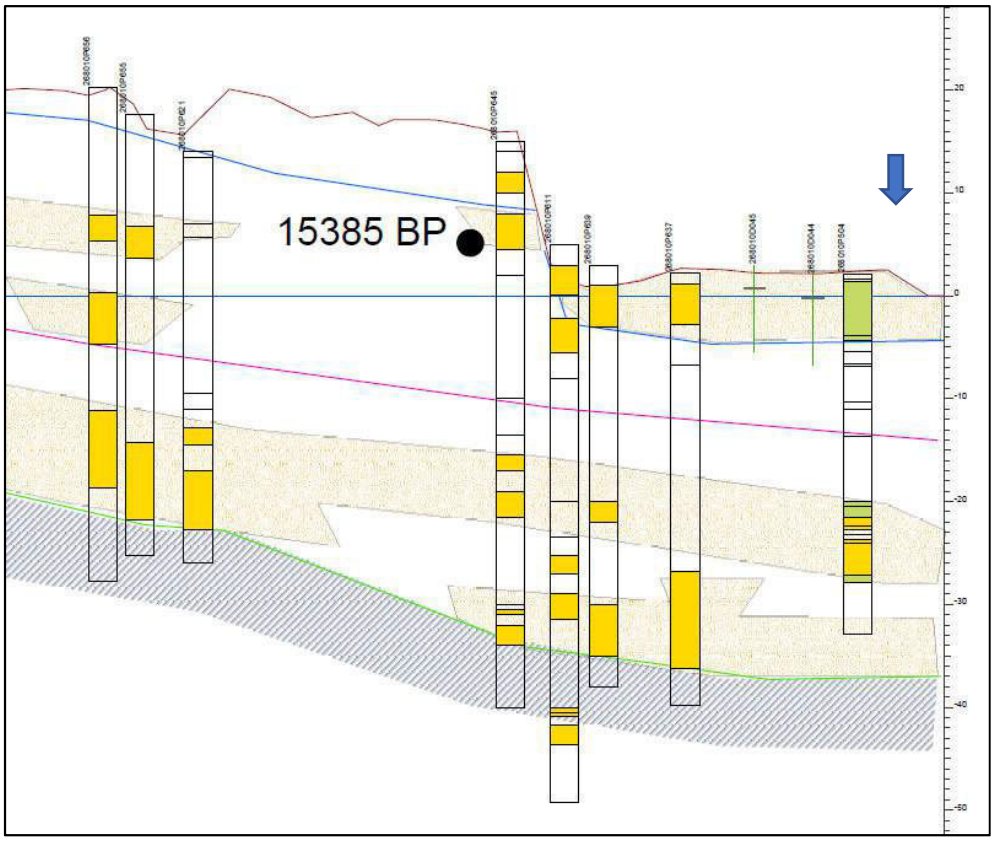
Regione Emilia-Romagna (edizione 2016), dove la base del SERS (Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore) a Cervia è tra -250 e -300 m dal livello del mare, mentre a Riccione è tra 0 e -50 m.

Img. 6.4 - Profondità attualmente rilevabile della spiaggia originatasi durante il periodo di massima trasgressione olocenica (tratto da: Preti, 1999).



La sezione geologica di Img. 6.5, passante per Misano Adriatico (la sezione più prossima all'area di studio - circa 4 km a SE - presente nel database delle sezioni geologiche della Regione Emilia-Romagna), mostra la presenza di circa 7 m (a partire dal piano campagna) di sabbie in prossimità della linea di costa, in posizione assimilabile a quella che ospiterà il nuovo edificio in progetto. Seguono 16 m di limi, limi sabbiosi e argille: a circa -17 m dal p.d.c. è collocata la base dell'acquifero A1, corrispondente al subsintema di Villa Verrucchio (AES7). Le sabbie si ripresentano tra -23 m e -25 m, seguite da 5 m di ghiaie intervallate da uno strato argilloso. Tra -32 m e -35 m è presente uno spessore di terreni fini, seguito probabilmente da ghiaie fino alla base dell'acquifero A2, a circa -41 m, corrispondente al subsintema di Bazzano (AES6).

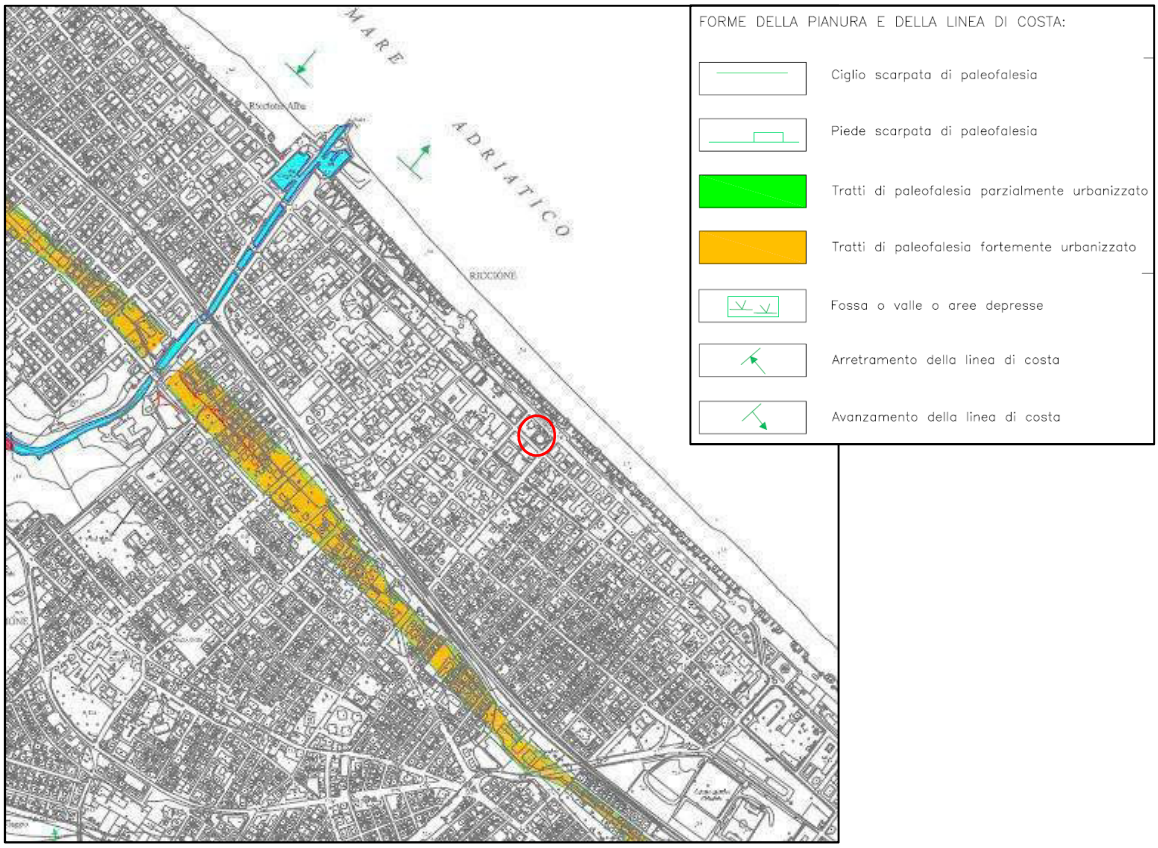
Img. 6.5 - Sezione geologica nr. 126 (Allegato 5), passante per Misano, del database delle indagini geognostiche e sezioni geologiche della Regione Emilia-Romagna. L'area oggetto del presente studio si colloca ad una distanza dalla linea di costa (estremo destro della figura) comparabile al punto indicato dalla freccia blu.



Interessante notare la datazione di 15.385 yBP all'altezza della linea di massima trasgressione flandriana, che conferma anche qui la presenza della linea di costa post-Tardoglaciale.

La carta geomorfologica del QC-PSC di Riccione (Img. 6.6) mostra chiaramente il gradino morfologico rappresentato dalla paleo-falesia prodottasi a seguito dell'abbassamento glacio-eustatico dell'Ultimo Massimo Glaciale, in seguito raggiunta dalla linea di costa della massima trasgressione flandriana. Il gradino morfologico risulta fortemente urbanizzato. Come per tutta la costa romagnola, la prevalente direzione SE-NO delle correnti lungo-costa determina una maggiore sedimentazione a SE delle foci fluviali, che si manifesta in una spiaggia in avanzamento.

Img. 6.6 - Stralcio della TAV. B.6 "Carta geomorfologica" del QC-PSC di Riccione (2007)



Riguardo alla subsidenza dell'area, il più recente rilevamento dei tassi di abbassamento/innalzamento del terreno eseguito da ArpaE (Img. 6.7) mostra, per l'area in esame, un tasso di subsidenza variabile tra -2,5 e 0 mm/anno nel periodo 2011-2016, decisamente diminuito rispetto al precedente periodo di monitoraggio, 2006-2011, in cui il tasso era variabile tra -5 e -2,5 mm/anno.

Img. 6.7 - Subsidenza del terreno nel periodo 2011-2016. Fonte: ArpaE

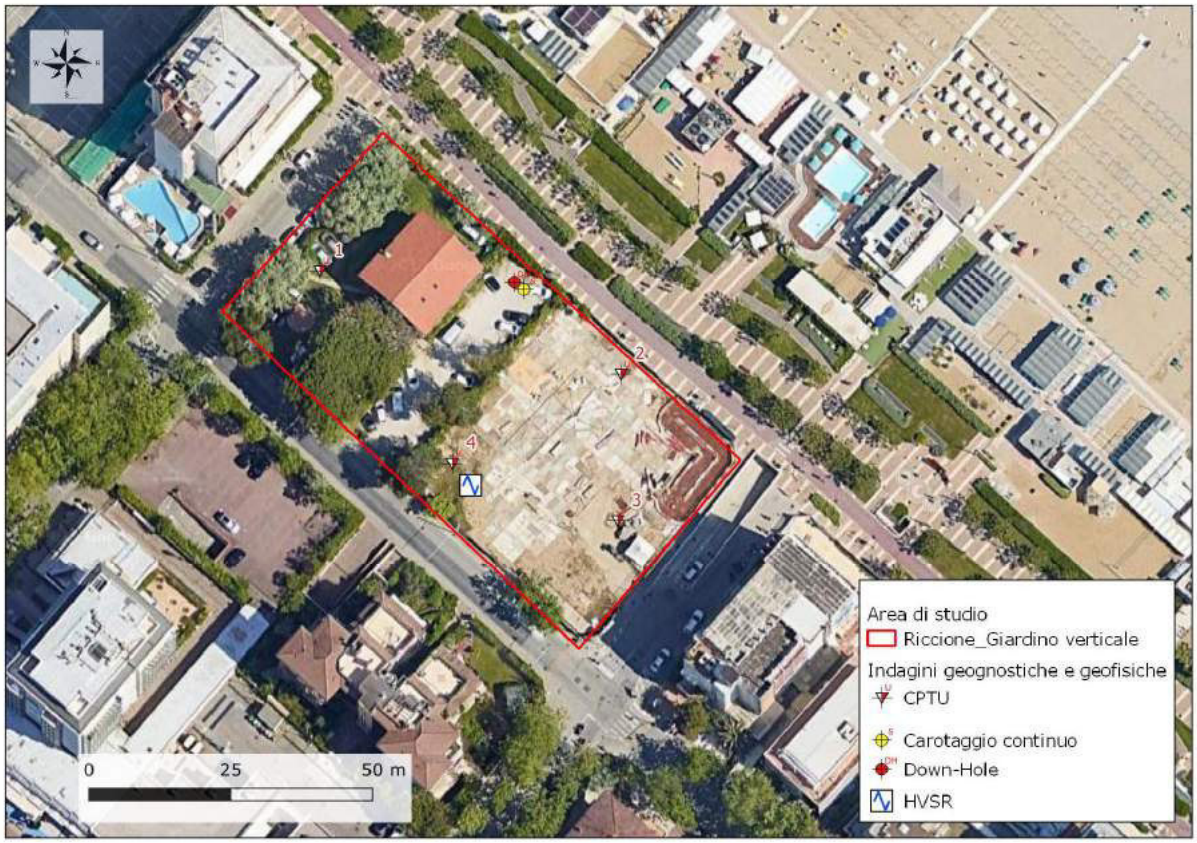
6.1.1 Caratterizzazione litostratigrafica

Per la stesura del presente paragrafo si è fatto riferimento ai dati contenuti nella Relazione Geologica e Simica a corredo del "P*rogetto per una struttura ricettiva e residenziale Lungomare della Repubblica, Riccione - Accordo Operativo" a cura del Dott. Geol. Franchi Valeriano di seguito denominata "Relazione Geologica e Sismica", alla quale si rimanda per la consultazione dei tabulati delle indagini e prove eseguite e per quanto non specificatamente riportato nel seguente paragrafo.*

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica specifica dell'area in esame sono stati eseguiti 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 35 m, con esecuzione di prove SPT ogni 2 m e prelievo di nr. 1 campione di terreno disturbato e di nr. 3 campioni di terreno indisturbato per analisi di laboratorio geotecnico, e 4 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTu) spinte fino alla profondità massima di 20 m.

L'ubicazione dei sondaggi e delle prove geofisiche è riportata nella seguente Img. 6.8.

Img. 6.8 - Ubicazione dei sondaggi geognostici e geofisici eseguiti per questo studio.



Dal confronto dei modelli stratigrafico-geotecnici relativi alle 4 prove penetrometriche statiche con piezocono eseguite sull'area (per i cui tabulati si rimanda alla Relazione Geologica e Sismica), è risultata evidente un'omogeneità stratigrafica sull'intera area in esame, caratterizzata da circa 6,5 m di sabbie, seguite da alternanze di argille e argille limose fino a 20 m. Stratigrafia che ben può essere correlata a quella delle sezioni geologiche già presentate in Img. 6.3 (in basso) e in Img. 6.5, almeno fino alla profondità comune di 20 m. Lo spessore sabbioso più superficiale corrisponderebbe, pertanto, ai sedimenti marini olocenici, accumulatisi a partire dal post-Tardoglaciale ad oggi. Ad essi seguono, in profondità, argille e argille limose di ambiente deposizionale continentale, legate all'ultimo periodo glaciale.

Dal sondaggio eseguito nell'area si può ricavare la profondità dello spessore argilloso, pari a circa 27 m. Tra 27 e 28 m è presente uno strato di ghiaia fine e media a sua volta seguito da argilla limosa fino a 34 m. Il livello ghiaioso sembra coincidere con quello identificato dalla sezione di Img. 6.3 (in basso) con il simbolo GM.

Anche dal punto di vista geotecnico emerge, chiaramente, una uniformità su tutta l'area di studio (cfr. tabulati CPTU nella Relazione Geologica e Sismica); le sabbie mostrano alti valori di addensamento nei primi 3 m (al di là del primo metro più superficiale), sempre sopra il 50%, che poi decadono verso valori mediocri da circa -3 m al letto dello spessore sabbioso. L'andamento del parametro di stato per le sabbie è chiaramente speculare al primo, con valori indicativi di forte addensamento tra -1 e -3 m che si avvicinano allo 0 (a luoghi superandolo) tra 4,5 e 7,5 m.

Tra -5,5 e -7,5 m, il grafico della coesione non drenata fa intuire la compresenza di livelli fini che si intervallano ai livelli sabbioso-limosi, con valori di resistenza meccanica da subito mediocri, ma che aumentano speditamente già a partire da 8-9 m, mantenendosi mediamente sopra i 100 kPa e raggiungendo a luoghi massimi di 200 e 300 kPa.

Il profilo continuo di permeabilità mostra chiaramente una buona permeabilità nello spessore sabbioso, con ordine di grandezza di $1*10^{-3}$ da -1 a -3 m, con un andamento molto irregolare tra -3 e -7,5 m (nello spessore ove frequenti sono le intercalazioni coi livelli argilloso-limosi), variabile da $1*10^{-3}$ a $1*10^{-9}$, che si stabilizza su $1*10^{-8}$ nello spessore argilloso-limoso.

In corrispondenza della CPTu-3 sono state eseguiti 4 test di dissipazione per calcolare la permeabilità orizzontale dei terreni. I test, per la cui consultazione completa si rimanda all'Allegato 2 della Relazione Geologica e Sismica, hanno dato i seguenti risultati:

Profondità (m)	**k_h**
7,1	$1,07*10^{-9}$
8,41	$1,33*10^{-9}$
11,89	$1,47*10^{-9}$
15,64	$5,84*10^{-9}$

Nel caso del test a -7,1 m di profondità, la forma della curva è quella tipica di terreni da moderatamente a molto sovraconsolidati (codificata da Sully et al., 1999 come "TypeV") (l'OCR a tale profondità è risultato pari a 10), per cui la pressione neutra registrata dietro la punta del piezocono può essere inferiore a quella idrostatica. In tale condizione, dal momento in cui l'avanzamento della punta viene fermato, la pressione neutra aumenta in modo monotono fino a raggiungere il valore di quella idrostatica.

Nei test alle profondità di 8,41 e 11,89 m, le curve sono simili e codificabili come "Type III", dove la pressione neutra registrata dietro la punta del piezocono è maggiore di quella idrostatica ed aumenta raggiungendo un picco prima dell'inizio della fase di dissipazione.

Il test eseguito alla profondità di -15,65 m ha restituito una curva codificabile come "Type IV", tipica di terreni da moderatamente a molto sovraconsolidati (anche in questo caso l'OCR a tale profondità è risultato > 10): la pressione neutra registrata dietro la punta del piezocono è inferiore a quella idrostatica ed aumenta raggiungendo un picco prima dell'inizio della fase di dissipazione.

Il sondaggio S1, eseguito in prossimità dell'angolo nord dell'area in esame e dell'angolo orientale di Villa Ernesta (Img. 6.8), mostra un profilo stratigrafico pressoché identico a quello individuato attraverso l'esecuzione delle CPTu-1 e CPTu-2: 7,5 m di sabbia, seguiti da limo argilloso e argilla fino a -26,95 m (le due CPTu terminano una a circa 12 m e l'altra a circa 20 m). Seguono nel sondaggio 1,5 m di ghiaia e poi argilla fino a fondo foro (-34,3 m).

Le prove SPT eseguite in foro offrono una stima dei principali parametri geomeccanici dei terreni alle varie profondità d'esecuzione, ovvero in modo discontinuo. I risultati dell'interpretazione delle prove SPT vengono riportati in Tabella 6.1.

Tab. 6.1- Penetrometrie SPT eseguite nel foro di sondaggio e parametri geotecnici derivati. Legenda – Dr: densità relativa; φ': angolo d'attrito interno di picco; Ey: modulo elastico di Young; Cu: coesione non drenata; Sf: sabbia fine; Sm/g: sabbia media/grossolana; AL: argilla limosa; LAS: limo argilloso-sabbioso; LA: limo argilloso; G: ghiaia.

Nr.	Prof.	Colpi	N_{SPT}	Dr	φ'	E_y	Cu	Lito.
	m			*%*	°	*MPa*	*kPa*	
1	2	15	15	65	28-37	17.1-19.5		Sf
2	4	12	12	52	26-36	15.2-17.1		Sf
3	6	11	11	33-37	25-35	14.5-16.3		Sm/g
4	8	10	10				59-73	AL
5	10	13	13				76-95	LAS
6	12	13	13				76-95	LA
7	14	13	13				76-95	LA
8	15	18	16.5				97-121	LA
9	18	22	18.5				108-136	LA
10	20	29	22				129-161	LA
11	22.30	23	19				112-140	LA
12	24.4	28	21.5				126-158	LA
13	26.5	38	26.5				156-195	AL
14	28	33	24	44	30-40	17-32		G
15	30	39	27				159-198	AL
16	32	38	26.5				156-195	AL
17	34.55	63	/	/	/	/	/	/

Come di può notare, nei primi 6 m indagati dalle SPT, costituiti da sabbie, si nota un progressivo decremento della densità relativa, così come già individuato dalle CPTu. Per quanto riguarda lo spessore limo-argilloso e argilloso, le SPT identificano un progressivo aumento dei valori di coesione non drenata a partire da -14 m, così come da CPTu-2 e CPTu-3; diverso è l'andamento del profilo di coesione non drenata per le CPTu-1 e CPTu-4, che mostrano valori buoni anche da -7 a -14 m.

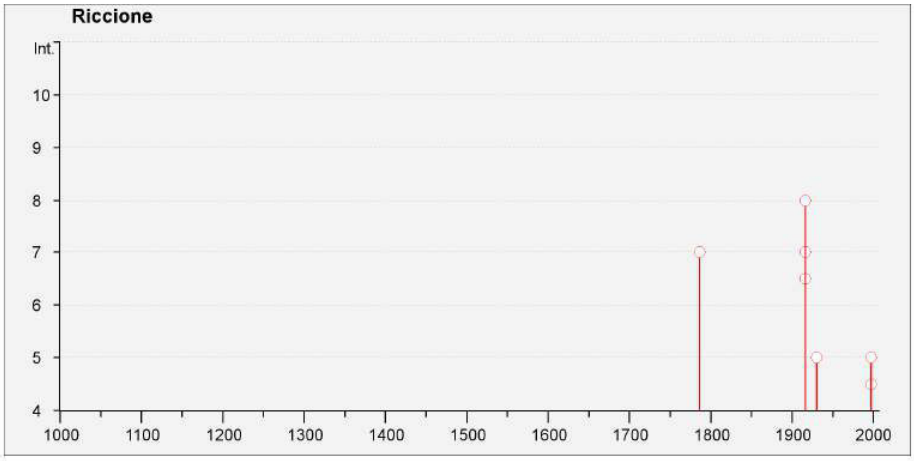
6.2 Aspetti sismici

Il Comune di Riccione ha svolto nel 2014 uno Studio di microzonazione sismica di I e II livello di approfondimento con analisi della Condizione Limite d'Emergenza (CLE) relativamente al proprio territorio comunale[1] a cui si farà riferimento per la compilazione del presente paragrafo.

L'analisi storica della sismicità del territorio comunale indica che il massimo risentimento nell'area di Riccione (VI ≤ IS ≤ VIII MCS) è stato raggiunto in occasione dei terremoti dell'Alto Adriatico del 1916 (MW = 6.14), e del terremoto del Riminese del 1786 (MW = 5.62).

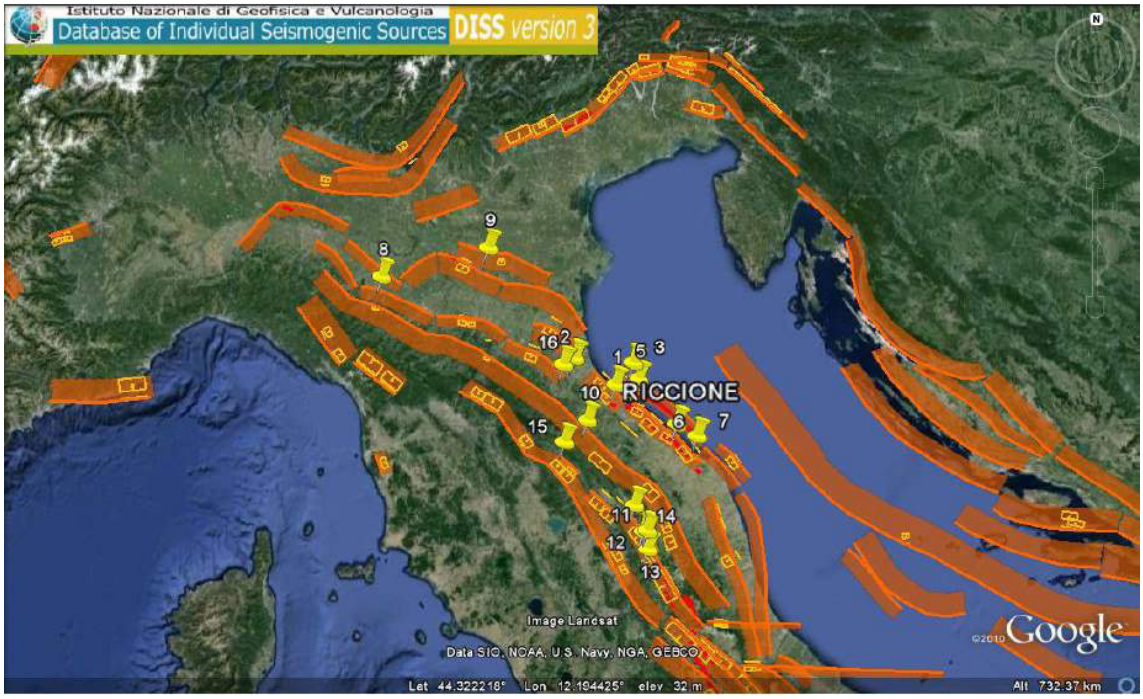
[1] Studi di Micro-zonazione Sismica relativi al territorio comunale di Riccione (RN) I & II livello di analisi (Responsabile: Dott. Geol. Carlo Copioli)

Img. 6.9 – Storia sismica di Riccione (estratta dal DBMI11)



Nell'Immagine seguente è possibile osservare gli epicentri degli eventi selezionati (solo eventi parametrizzati) in rapporto alle sorgenti sismo-genetiche individuate dal catalogo DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Img. 6.10 – Epicentri degli eventi sismici selezionati da DBMI11 in rapporto alle sorgenti sismo-genetiche individuate dal catalogo DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

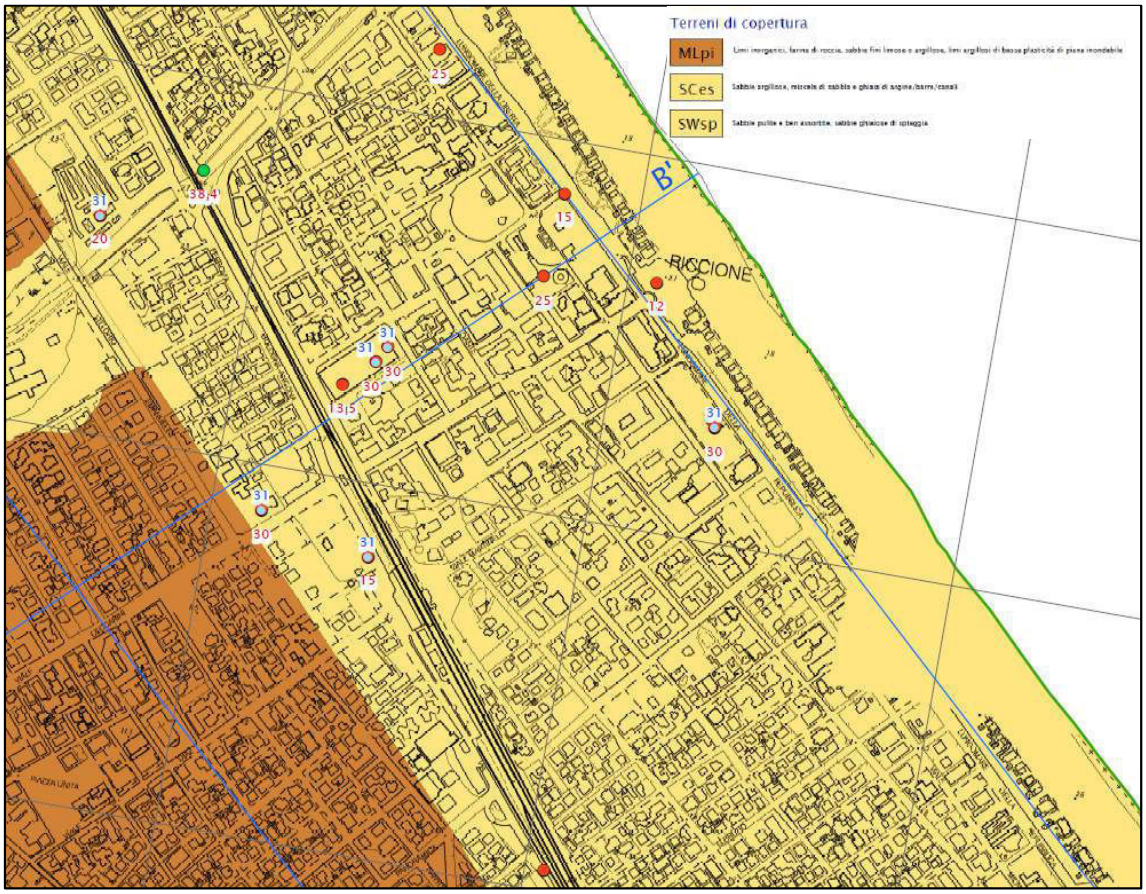


In base alla disposizione degli epicentri è possibile risalire alle aree sismo-genetiche che hanno contribuito maggiormente alla sismicità storica della zona di Riccione. In dettaglio si tratta di 3

differenti sistemi di faglia di cui 2 appenninici e 1 costiero.

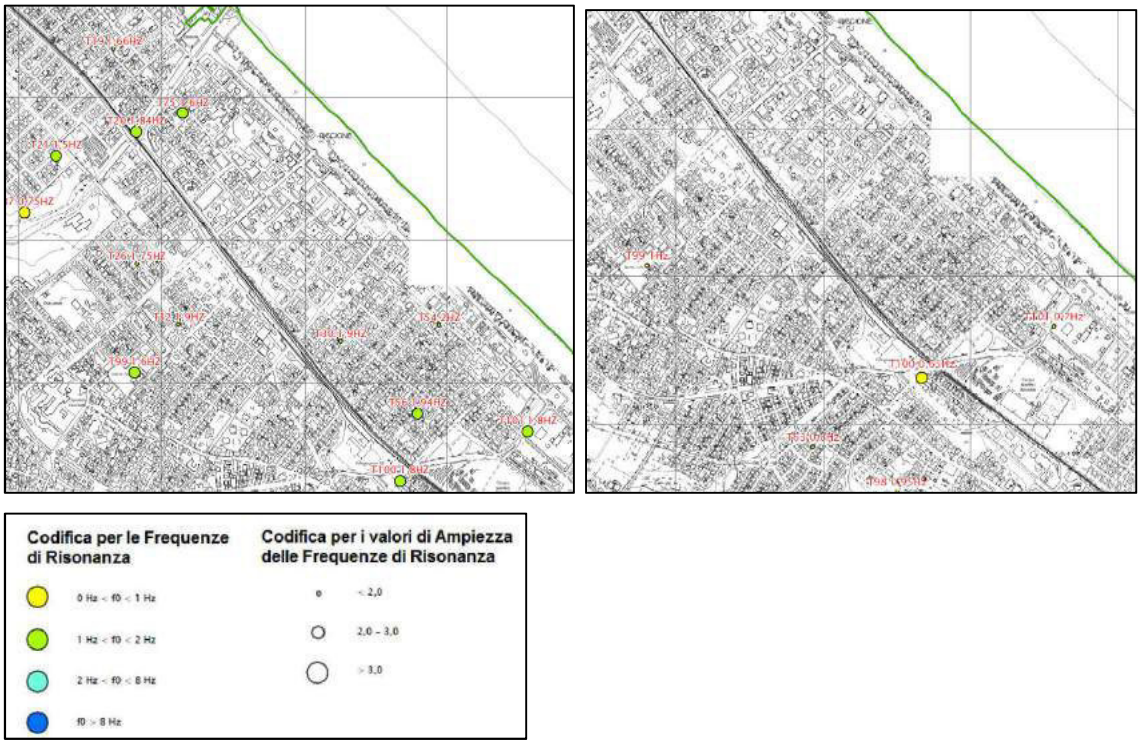
La Microzonazione sismica di I livello ha prodotto, per l'intero territorio comunale, la "carta geologico-tecnica" (Img. 6.11), nella quale sono state rappresentate le Unità litologiche presenti sul territorio comunale di Riccione; l'area d'indagine è caratterizzata da terreni di copertura SWsp - Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di spiaggia.

Img. 6.11 – Estratto Carta Geologico-tecnica – Microzonazione Sismica – Comune di Riccione



E' stata redatta la "Carta delle Frequenze Naturali del Terreno" (Img. 6.12) con la ricostruzione di 2 differenti mappe delle Frequenze Naturali dei terreni di Riccione (F0 e F1), allo scopo di non perdere importati informazioni legate a massimi risonanti secondari; per l'area sono state riconosciuti valori di ampiezza mediamente compresi ampiezza tra 1.6 e 2.0.

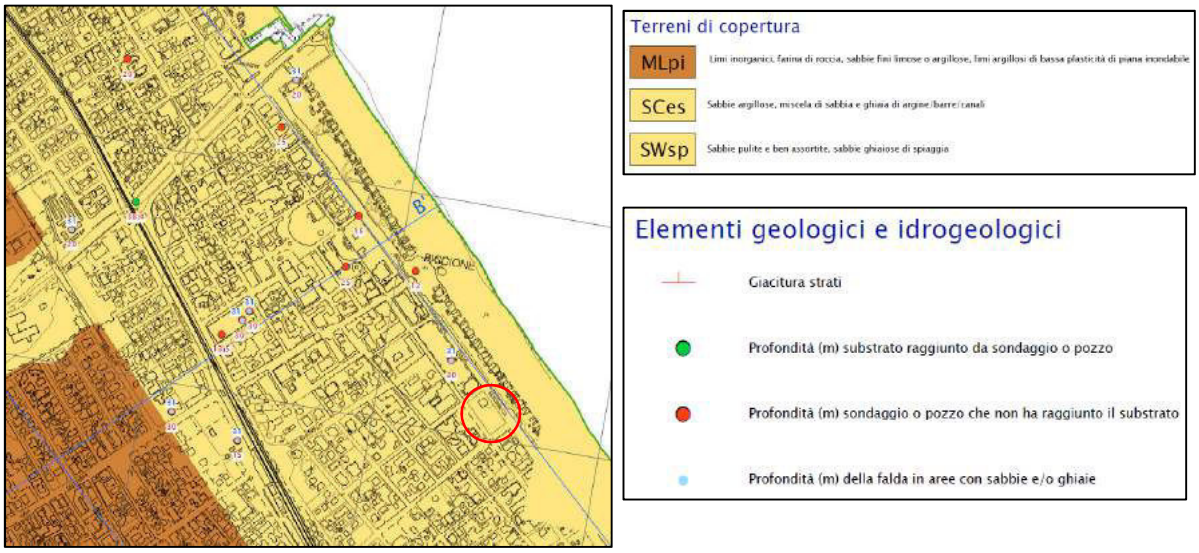
Img. 6.12 – Estratto Carta delle frequenze naturali del terreno (f0, A0 sinistra) (f1, A1 destra) – Microzonazione Sismica – Comune di Riccione



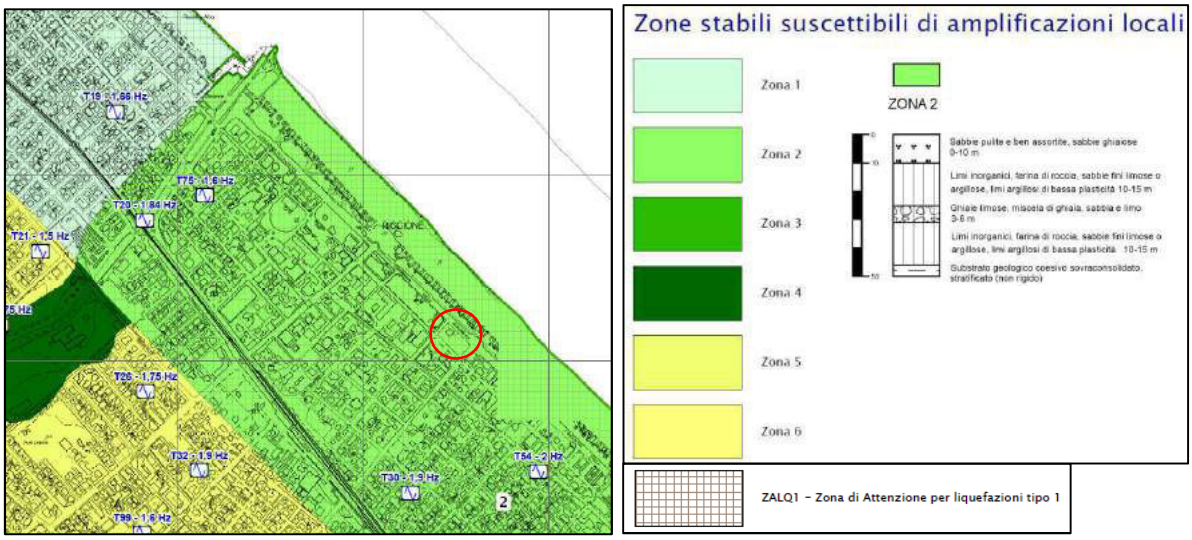
La Microzonazione sismica di II livello del Comune di Riccione, a cura del Dott. Geol. Carlo Copioli, identifica nell'area di studio la presenza di sabbie pulite e sabbie ghiaiose, per quanto attiene le litologie di superficie (Img. 6.13), almeno per i primi 5 m dal p.d.c. Questa fascia è quindi interpretata come "Zona di attenzione per liquefazioni tipo 1" dalla carta delle MOPS (Img. 6.14), ovvero in cui gli studi di livello 1 hanno verificato che esistono 4 condizioni predisponenti il fenomeno:

1. terreni sabbiosi;
2. falda a profondità inferiore a 15 m;
3. Mw attesa al sito >5;
4. Accelerazioni massime in superficie (PGA) >0.1g.

Img. 6.13 - Estratto della Tavola "Carta Geologico-Tecnica / B" della Microzonazione di II livello del Comune di Riccione (aggiornamento 2015)



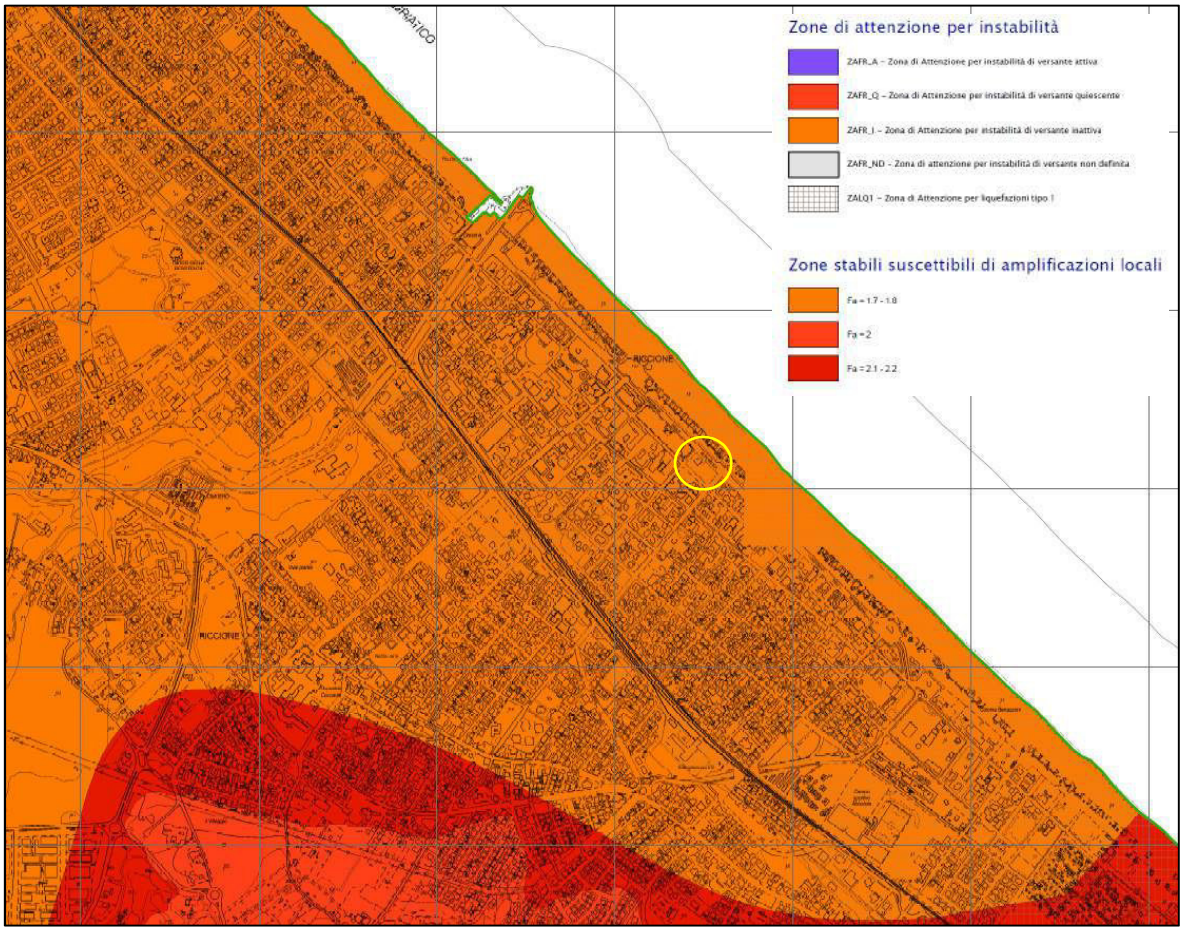
Img. 6.14 - Estratto della Tavola "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" della Microzonazione di II livello del Comune di Riccione..



La "Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)" della MS2 (2014) indica velocità in uno stretto intorno dell'area comprese tra 213 e 252 m/s, mentre la "Carta delle frequenze naturali dei terreni" della stessa MS2 indica valori compresi tra 1,6 e 2 Hz. Entrambe le carte risultano pertanto sufficientemente comparabili con i risultati delle indagini geofisiche eseguite per questo studio.

La carta di microzonazione sismica Livello 2 (FPGA) (Img. 6.15) indica per l'area fattori di amplificazione della PGA tra 1,7 e 1,8, ed una di attenzione per liquefazione di tipo 1. I fattori di amplificazione per l'intensità di Housner nei periodi 0,1-0,5s sono 2,1-2,2 mentre quelli nei periodi 0,5-1s sono 2,3-2,4.

Img. 6.15 -Stralcio della "Carta di microzonazione sismica Livello 2 (FPGA)" della Microzonazione di II livello del Comune di Riccione



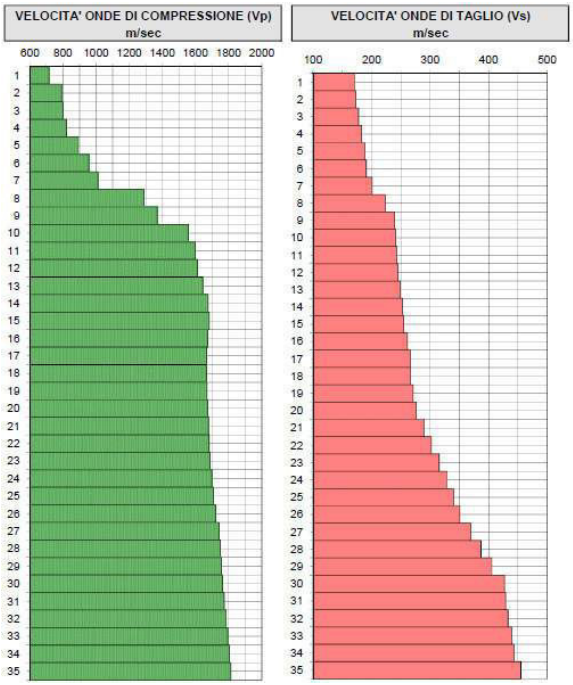
6.2.1 Caratterizzazione sismica

Per la caratterizzazione sismica del sito sono state eseguite 1 indagine a sismica passiva HVSR ed un Down-hole all'interno del foro di sondaggio appositamente attrezzato. L'ubicazione di tutti i sondaggi e prove geofisiche è riportata nella Img. 6.8 precedente.

L'indagine ha consentito di determinare, per ogni metro, la velocità delle onde di taglio "S" e delle onde di compressione "P", permettendo di derivare i principali parametri elastici dinamici del terreno e di calcolare il parametro di Normativa Vs30, risultato pari a 285 m/s, che inserisce il terreno di fondazione all'interno della classe C (NTC18)- Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Come si può notare dai profili di Vp e Vs con la profondità (Img. 6.16), appare chiaramente il passaggio, a circa 8 m di profondità, tra le sabbie poco addensate superficiali e le argille, quest'ultime caratterizzate da profili di velocità pressoché lineari con la profondità.

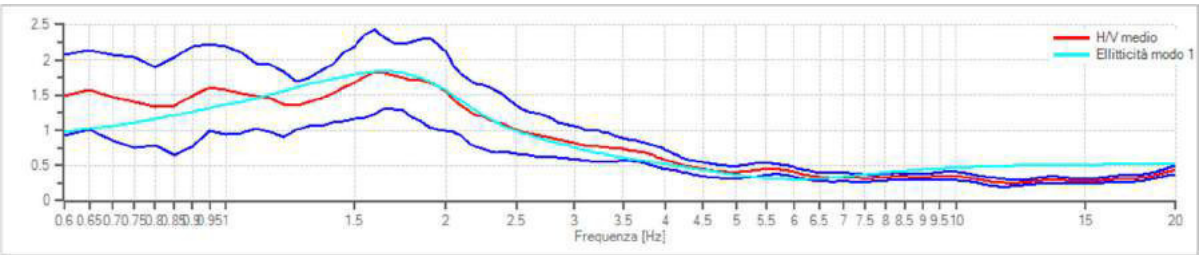
Img. 6.16 - Profili di velocità delle onde "P" ed "S" ricavati dall'indagine Down-hole eseguita nel foro di sondaggio per questo studio



E' stata inoltre eseguita una verticale a sismica passiva con tecnica HVSR, in prossimità della CPTu-4, con l'obiettivo di determinare la frequenza fondamentale di vibrazione del terreno, per la cui consultazione completa si rimanda all'Allegato 4 della Relazione Geologica e Sismica.

A seguire, si riporta il risultato finale dell'elaborazione dei rapporti H/V (Img. 6.17). L'analisi dei rapporti spettrali ha consentito di valutare la risposta sismica in funzione della frequenza ed il relativo periodo (T) del sito oggetto di studio.

Img. 6.17 - Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia



Nell'analisi spettrale è stato evidenziato un picco principale, con ampiezza del rapporto H/V non particolarmente accentuata (poco meno di 2), alla frequenza di 1,6±0,32 Hz. Un picco secondario è visibile a circa 0,95 Hz.

Utilizzando l'equazione di inversione del picco di frequenza dell'HVSR proposta nella recente pubblicazione di Mascandola et al. (2019), tale picco di frequenza sarebbe indicativo di una superficie di risonanza variabile tra 46 e 73 m di profondità (considerata la grande deviazione standard associata al valore del picco principale) che, in base alla stratigrafia mostrata nell'Img.

6.3, potrebbe collocarsi al passaggio tra il substrato geologico coesivo, sovraconsolidato (COS), non rigido, e i sedimenti continentali e marini superiori.

6.2.2 Microzonazione sismica dell'area

In base agli aggiornamenti in materia di microzonazione sismica introdotti dalla DGR2193/2015, e a valle dei risultati delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite per questo studio, l'area d'indagine può essere collocata all'interno dell'Ambito "PIANURA 1" delle DGR stessa (Allegato A2.1.2), per cui i fattori di amplificazione risulterebbero:

FA PGA: 1,6
FA SI1: 1,8
FA SI2: 2,5
FA SI3: 2,5

Considerata l'omogeneità litologica, geotecnica e sismica dell'area, è possibile assegnare all'intera superficie dell'area in esame la quaterna di fattori di amplificazione sopra indicati, aggiungendo per tutta l'area una predisposizione al verificarsi di fenomeni di liquefazione in caso di sisma, considerati i bassi valori di densità relativa e parametro di stato per le sabbie che caratterizzano soprattutto i livelli compresi tra -3 e -7 m dal p.d.c.

Img. 6.18 - Microzonazione sismica dell'area d'indagine. Con il retino intrecciato a sfondo giallo viene indicata la presenza di condizioni geotecniche che favoriscono lo

sviluppo di cedimenti sia in campo statico che sismico e fattori di amplificazione sismici come indicati all'interno del poligono e nel testo.

6.2.3 Verifica alla liquefazione

Data la presenza di alcuni livelli con sabbie sciolte nei primi 20 m dal piano campagna, come evidenziato dalle indagini penetrometriche eseguite per questo studio, e vista anche la presenza di una falda superficiale, si ritiene necessario, in fase esecutiva, eseguire un'analisi numerica dell'Indice di Potenziale Liquefazione, a valle di un'analisi di risposta sismica locale che fornisca l'accelerazione massima attesa al suolo e alla profondità di imposta delle fondazioni, nonché i rispettivi profili di CSR.

6.3 Interferenze con la componente suolo – sintesi e conclusioni

Dalle prove geognostiche eseguite per lo studio geologico e sismico, emerge come la zona in esame sia caratterizzata da un sottosuolo composto, nei primi 6/7 m dal piano campagna, da terreni sabbiosi da mediamente addensati, nei primi 3 m, a poco addensati, da -3 a -7 m. Alle sabbie più superficiali seguono alternanze di limi argillosi e argille fino al contatto con un livello ghiaioso compreso tra 27 e 28 m, a cui seguono nuovamente argille limose fino -34 m.

I parametri di resistenza meccanica dei terreni sabbiosi risultano discreti nei primi 3 m dal p.d.c., per poi abbassarsi su valori mediocri nello spessore compreso tra -3 e -6/7 m, dove il grado di addensamento diviene basso. I terreni limo-argillosi ed argillosi, per contro, mostrano i valori

relativamente più bassi nei primi 7 m della sequenza fine (tra -7 e -14 m); oltre i -14 m la coesione non drenata aumenta in modo costante con la profondità raggiungendo valori buoni.

Per la caratterizzazione sismica del terreno sono state utilizzate le indagini Down-hole e HVSR eseguite all'interno dell'area in studio, che hanno restituito un valore di Vs30 pari a 285 m/s ed una frequenza fondamentale di vibrazione del terreno pari circa 1,6 Hz.

Secondo normativa, la categoria di appartenenza della stratigrafia locale è la C (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.).

Relativamente alla microzonazione sismica, le indagini eseguite hanno permesso di confermare quanto già individuato per l'area dagli studi di microzonazione sismica di II livello eseguiti nel 2014/2015 per il Comune di Riccione, ovvero la presenza delle 4 condizioni che possono favorire l'insorgenza di fenomeni di liquefazione in caso di eventi sismici; tra queste, le indagini penetrometriche hanno permesso di circoscrivere lo spessore sabbioso meno addensato, in grado di fornire il contributo maggiore allo sviluppo di fenomeni di liquefazione, ovvero lo spessore compreso tra -3 e -6/7 m.

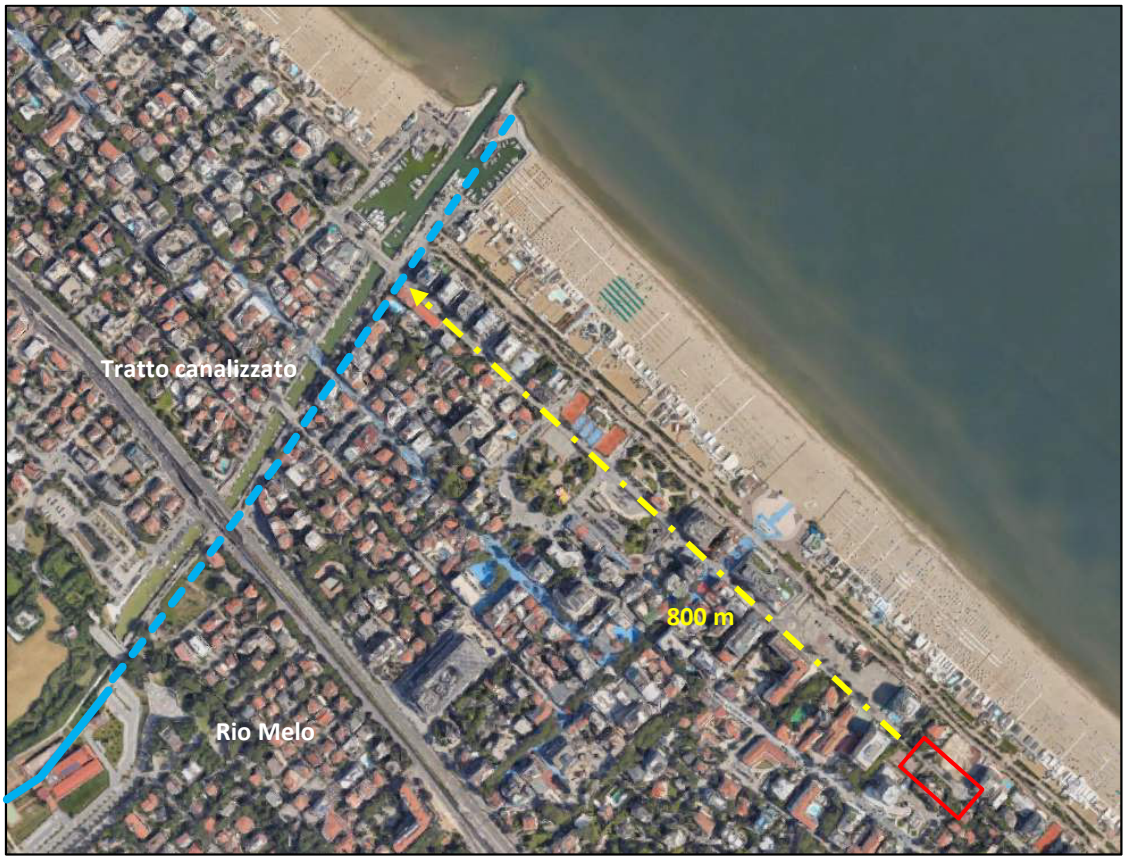
Considerando che il piano di posa delle fondazioni raggiungerà circa 4 m dall'attuale p.d.c., lo spessore potenzialmente liquefacibili verrebbe a ridursi di circa 2/3 m, diminuendo, in tal modo, il valore dell'Indice di Potenziale Liquefazione, il cui calcolo viene rimandato alla successiva fase esecutiva, insieme all'analisi di risposta sismica locale da cui ricavare la PGA al piano di fondazione ed il profilo di CSR, anch'esso fino al piano di fondazione.

Durante le operazioni di scavo per il piano interrato è consigliato l'utilizzo di sistemi di sostegno rispetto alla stabilità dei fronti di scavo, quali palancolate o palificate, attrezzate con well point per eliminare l'acqua sotterranea dall'area di lavoro.

6.4 Idrografia superficiale

I corso d'acqua più prossimo all'area è il rio Melo, che scorre circa 800 m ad ovest; dall'altezza di Via Vittorio Emanuele nel tratto finale fino alla foce, il corso d'acqua è regimato e completamente canalizzato con banchine in calcestruzzo armato, costituendo il Porto Canale di Riccione.

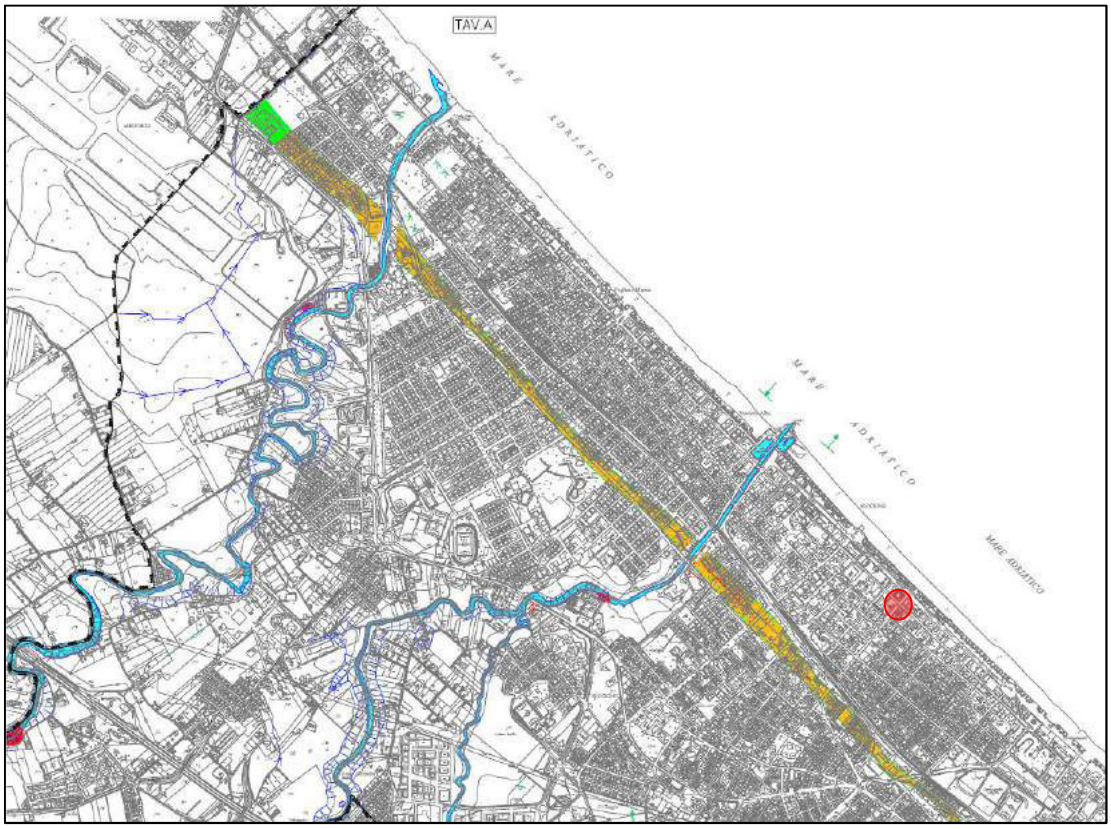
Img. 6.19 – ubicazione area d'indagine - Individuazione reticolo idrografico Rio Melo



Il Rio Melo trae origine dai colli di Montescudo (576 m s.l.m.) e inizialmente assume il nome di Fosso delle Fornaci; il sui bacino, delimitato dai bacini del Conca e del Marano, ha una superficie complessiva di circa 68 km^2. Prima della chiusura dell'areale montano (57% del bacino), nei pressi della Autostrada A14, si immette in destra idrografica il Rio Besanigo. Poco più avanti si immette il fosso Raibano. Dopo un percorso di circa 17.5 km sfocia nel Mare Adriatico, dando origine al porto canale di Riccione.

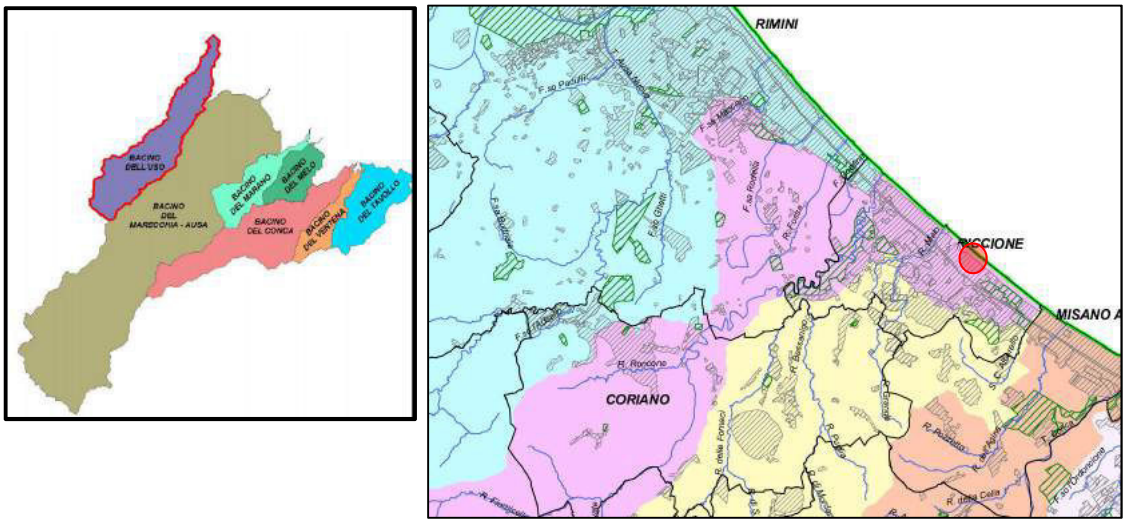
Il corso d'acqua presenta un regime idraulico con le tipiche caratteristiche di un torrente, con portate idriche pressoché nulle durante la stagione estiva.

Img. 6.20 - Idrografia superficiale – estratto Tav. B.6 Carta Geomorfologica - QC del PSC del Comune di Riccione



Il bacino idrografico del rio Melo si chiude a monte della Via Vittorio Emanuele, mentre le acque di scolo afferenti questa porzione del territorio comunale, vengono attribuite al bacino del Torrente Marano, che scorre a circa 3.00 km di distanza, verso ovest.

Img. 6.21 - Rete idrografica, limiti amministrativi e aree naturali – Estratto Tav. 0 PSAI – ADB Marecchia - Conca

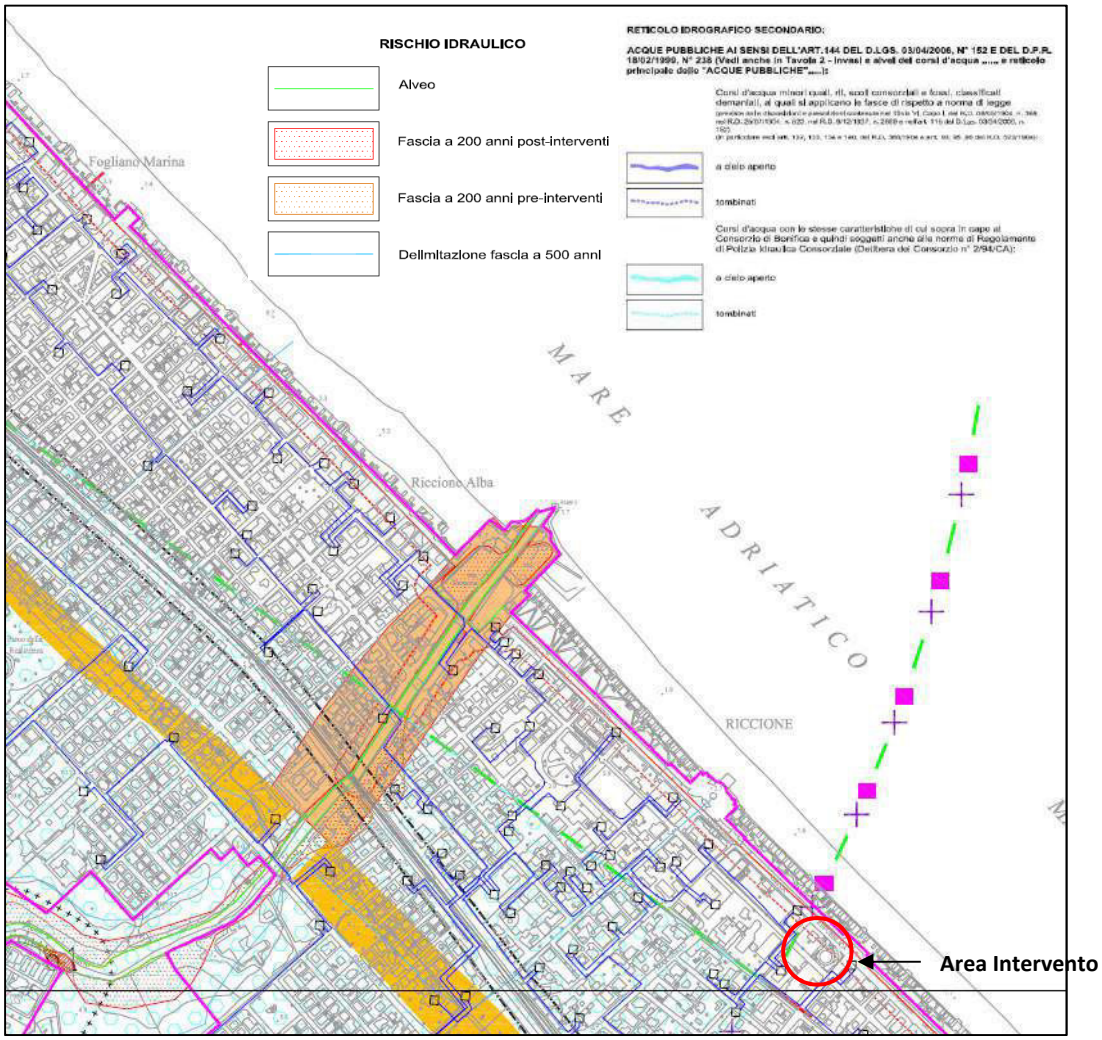


6.4.1 Il reticolo idrografico e la Pianificazione sovraordinata

L'ambito in esame non risulta interessato da fasce di tutela relative al Rio Melo, come individuate dagli strumenti di pianificazione sovraordinati, né sono segnalate criticità o situazioni di rischio idraulico connesse con il corso d'acqua, che possano interessare l'area in esame. Per quanto riguarda le fasce di tutela, il PTCP della Provincia di Rimini nella Tav. B "Tutela del patrimonio paesaggistico", in corrispondenza dell'area d'indagine, non individua aree di tutela dei corsi d'acqua nè dell'arenile; l'ambito in esame rientra nella perimetrazione delle "Zone urbanizzate in ambito costiero e ambiti di qualificazione dell'immagine turistica" di cui all' Art. 5.7. Con riferimento alla Tav. D "Rischi ambientali", l'area non risulta interessata da "Aree a pericolosità idraulica".

Con riferimento alla Tav. 1 "Tutele geologiche e idrogeologiche e aree di rispetto delle infrastrutture ed attrezzature" del Piano Strutturale Comunale (PSC) vigente, l'ambito in oggetto non è interessato da vincoli relativi al reticolo idrografico secondario né da perimetrazioni di aree interessate da rischio idraulico (cfr. Fig. 6.22); nessuna tutela risulta inoltre dall'elaborato Tav.017 Tavola dei Vincoli del RUE Variante 2016 relativamente al Rischio idraulico.

Img. 6.22 - Estratto del PSC del Comune di Riccione: Tav. 1 "Tutele geologiche e idrogeologiche e aree di rispetto delle infrastrutture ed attrezzature"



6.4.2 Studio idraulico del Rio Melo (ex AdB Marecchia – Conca)

Il tratto terminale del Rio Melo compreso tra la S.S. n. 16 "Adriatica" e la foce, per una lunghezza complessiva di circa 1.670 m, è stato oggetto di uno specifico studio da parte dell'ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia – Conca nel 2006, confluito nella Variante PAI – Assetto Idraulico Rio Melo (tratto tra l'attraversamento delle S.S. 16 e la foce in Comune di Riccione RN).

L'area attraversata in tale tratto dal corso d'acqua è densamente urbanizzata, con zone che conservano ancora caratteri di naturalità, nel tratto a monte della Via Vittorio Emanuele, mentre il tratto a valle è completamente antropizzato.

La pendenza longitudinale ha andamento omogeneo ed è mediamente pari al 2.2%.

Si riportano di seguito i risultati dello studio condotto dall'ADB.

Nell'ambito delle verifiche è stati adottate, come colmi degli eventi di piena per i vari tempi di ritorno, le seguenti portate.

Codice sottobacino	Toponimo identificativo della sezione di chiusura	Area imbrifera (km^2)	Portate al colmo (m^3/s) per tempi di ritorno di anni:			Portate specifiche ($m^3/s/km^2$) per tempi di ritorno di anni		
			50	200	500	50	200	500
B29.03	Foce del T. Rio Melo	47	154	202	234	3.28	4.31	4.98

Lo studio si è avvalso di un apposito rilievo topografico della geometria dell'alveo e delle aree limitrofe, con la restituzione di 5 sezioni trasversali, poste ad una distanza media di circa 35 m, un rilievo di dettaglio con apposite schede monografiche di tutti gli attraversamenti presenti (6 nel tratto in esame) e la restituzione del profilo longitudinale del fondo alveo e delle sponde.

Nelle verifiche, per l'asta analizzata, sono stati assunti tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni rispettivamente per alta, media e bassa probabilità di inondazione.

La verifica idraulica è stata condotta in moto permanente, ritenendo trascurabile l'effetto di laminazione; per la verifica idraulica sono stati utilizzati valori di portata pari a Q_{50} = 145 m^3/s, Q_{200} = 1905 m^3/s, Q_{500} = 234 m^3/s.

In base alle modellazioni effettuate sono state evidenziate alcune situazioni di criticità per la presenza di manufatti e/o infrastrutture all'interno delle aree inondabili; in particolare sono risultate critiche alcune aree del centro urbano di Riccione, ovvero:
- a monte della linea ferroviaria, fino al ponte di Via Vittorio Emanuele, sia in sinistra che in destra idraulica, per piena cinquantennale, per effetto di un significativo sormonto (che raggiungerebbe 1.30 m per piena duecentennale) del ciglio di sponda;
- a valle del ponte di Via Dante, in sinistra idraulica, per sormonto, già per piena cinquantennale, della sommità della banchina.

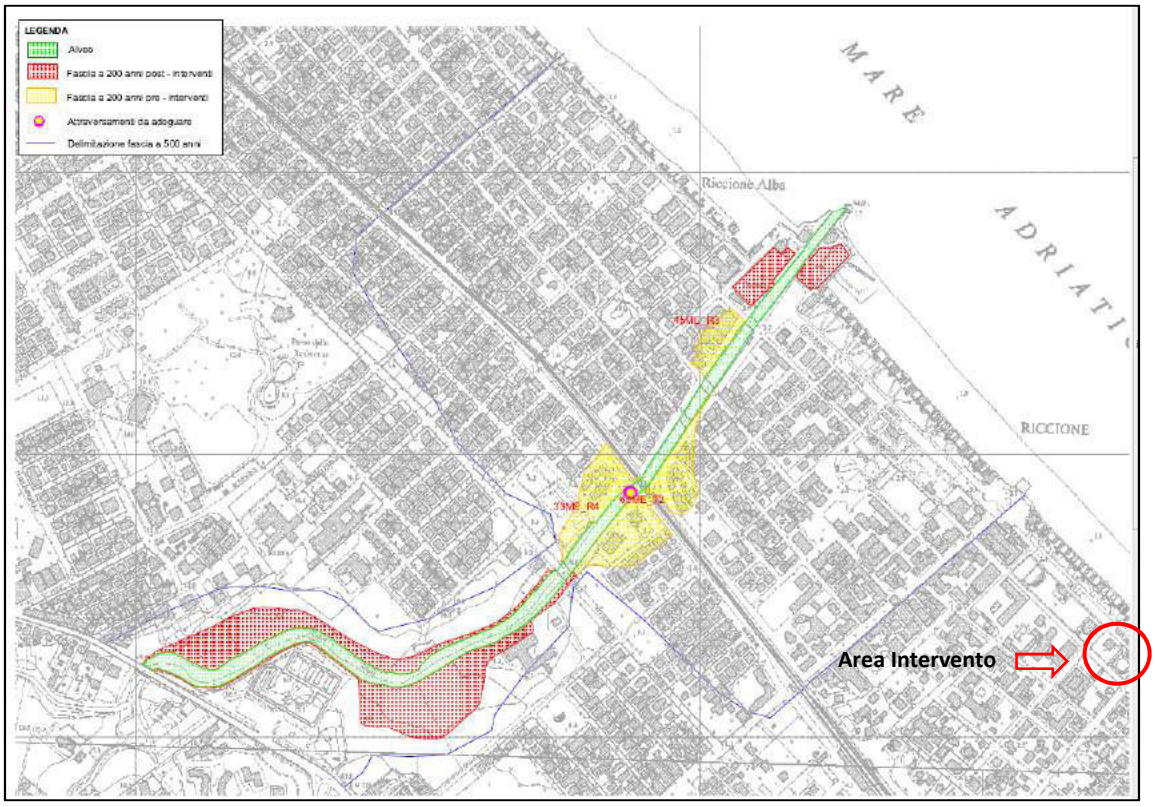
Sono state inoltre segnalate criticità per il ponte di Via dei Mille, dove il franco è risultato nullo per portata cinquantennale e che ovviamente entra in pressione per portate maggiori (franco negativo pari a -0.65 per portata duecentennale).
Lo studio condotto ha quindi definito aree a Rischio idraulico per diverse classi di rischio ed in particolare sono state identificate due zone a rischio elevato o molto elevato (cfr. Img. 6.6):
- Zona 33ME_R4, , zona urbana edificata compresa tra la Via Vittorio Emanuele e la Linea ferroviaria;
- Zona 45ME_R3, zona urbana edificata compresa tra V.le Dante e V.le Milano.

Come si può osservare dalla figura seguente, l'area oggetto d'indagine risulta esterna ai perimetri delle aree inondabili con diversi tempi di ritorno; in particolare rimane esterna anche al limite delle aree inondabili per piene con tempi di ritorno di 500 anni, il cui perimetro è il più esteso arealmente, ed il cui limite meridionale è in corrispondenza della Via Ceccarini (cfr. Img. 6.23).

<u>Dallo studio eseguito non è risultato esserci pericolo per l'ambito in esame poiché si trova circa 800 m a sud-est rispetto all'alveo del Rio Melo e comunque in posizione esterna al limite delle aree inondabili per piene con tempi di ritorno di 500 anni.</u>

Nell'ambito dello studio condotto dall'Autorità di Bacino sono inoltre stati previsti interventi di carattere strutturale e non strutturale al fine dell'attenuazione del rischio idraulico, a seguito dei quali è prevista una diversa configurazione della fascia dei 200 m, che non interesserà più aree urbanizzate, ma zone golenali e l'area del porto canale.

Img. 6.23 - Estratto Tav. 2" Fasce fluviali e interventi previsti" (PSAI – Bacino Torrente Sillaro)



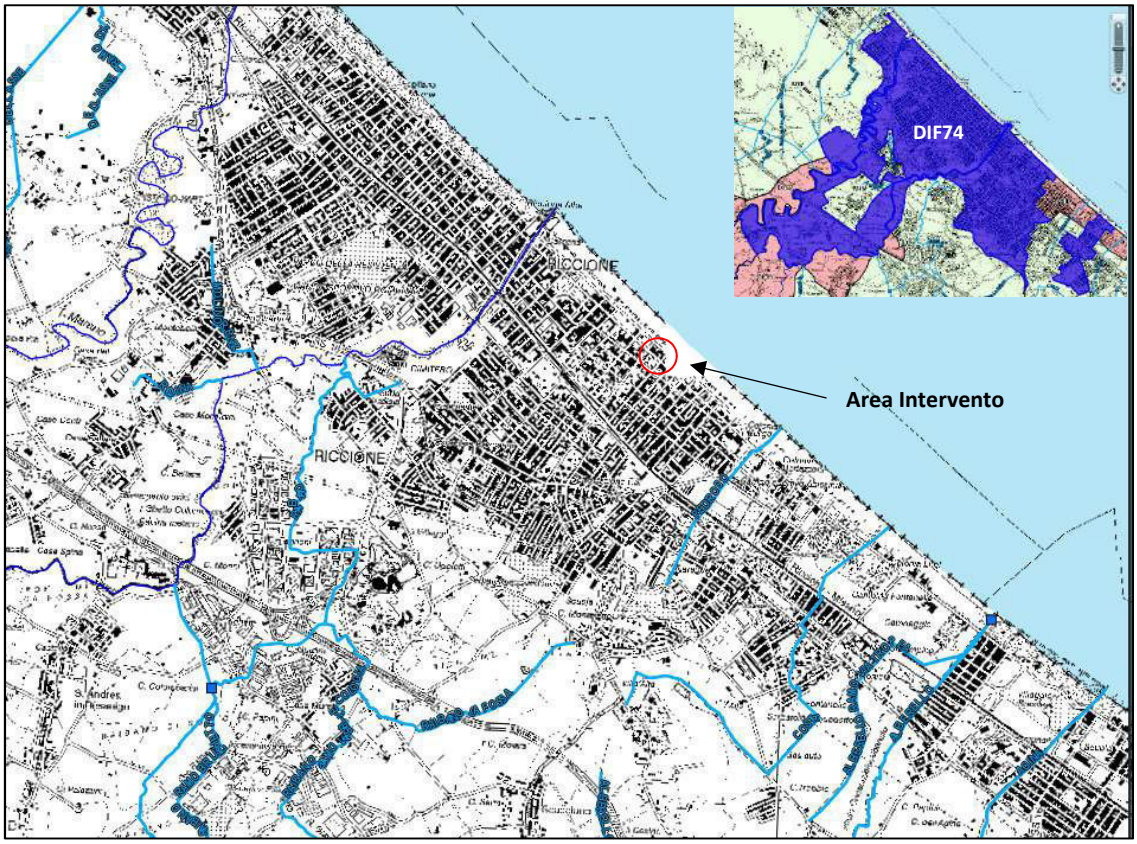
6.4.3 Il reticolo consortile

Con riferimento infine all'Allegato 2 del Piano di Classifica del Consorzio di Bonifica della Romagna, l'area in esame è ricompresa nella sezione DIF74 dei "Bacini dei torrenti Marano e Melo in Comune di Riccione"; si tratta di una vasta area pianeggiante di circa 869 ha di estensione, attraversata a nord-ovest dal corso del Torrente Marano ed a nord-est da quello del Rio Melo, su cui sorge buona parte dell'abitato di Riccione. Tutta l'area, che risulta pressoché completamente urbanizzata, è difesa dalla "cintura" formata dagli scoli consorziali Raibano, Rodina, e Molino Renzi con recapito nel Rio Melo, dal Rio dell'Asse in sponda sinistra del Torrente Marano e dal Rio Pedroso posto in sponda destra del Rio Melo. Detti scoli svolgono la funzione fondamentale di intercettare e dirottare le acque defluenti provenienti dalle aree esterne verso i ricettori finali. All'interno di tale area si rileva la presenza di importanti infrastrutture viarie a carattere nazionale (SS16) e locale e di insediamenti abitativi residenziali. L'opera di drenaggio dei bacini di scolo limitrofi esercitata dalle opere consortili assicura la salvaguardia degli insediamenti civili e produttivi presenti nell'area e la sicurezza idraulica delle infrastrutture essenziali.

Le opere di bonifica che esercitano l'azione di difesa sono nello specifico:

Zona omogenea	Denominazione	Lunghezza totale canali (km)	Portata complessiva impianti idrovori (m^3/sec)
A27N	Colonnella, Secondo Maccano, Marebello, Dell'Asse, Rodella, Tratto apicale Rodella e Roncasso	37,90	0,00
A29N	Agina, Alberello, Costa, Pedroso, Porto Verde	25,67	0,00
A31N	Raibano, Besanigo, Scolmatore Raibano	17,79	0,00
A34N	Molino Renzi, Rodina	1,50	0,00

Img. 6.24 - Estratto Tav. Piano di Classifica del Consorzio di Bonifica della Romagna



6.5 Idrogeologia

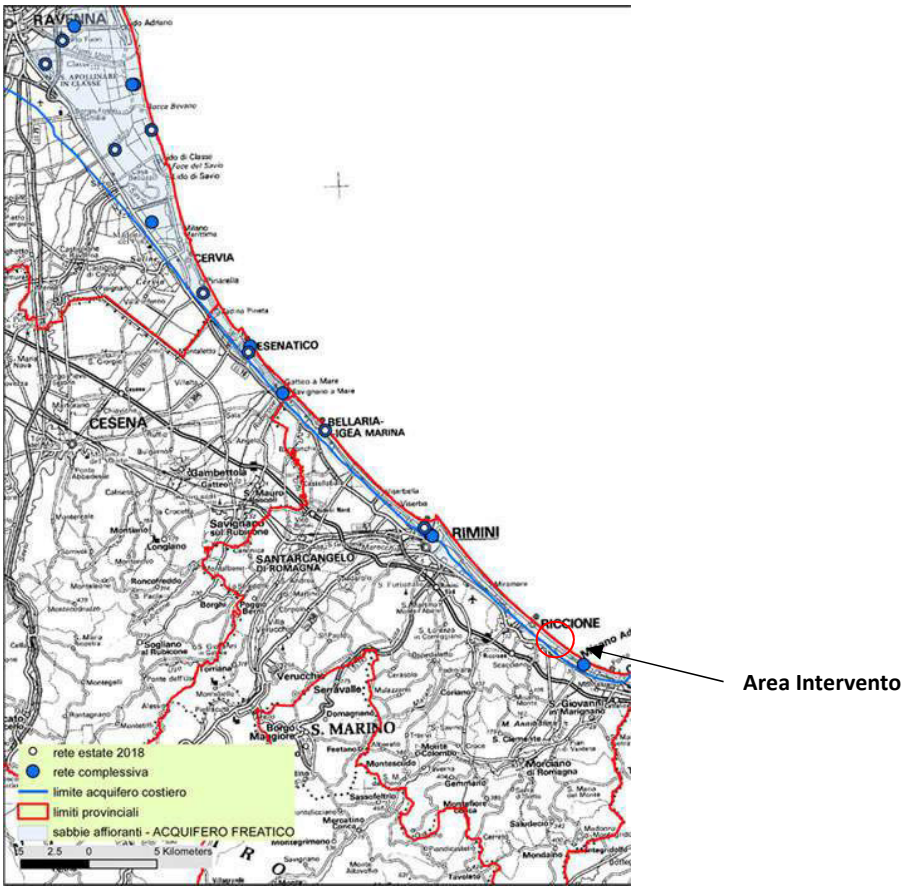
Per la compilazione del presente capitolo si è fatto riferimento ai dati bibliografici[2] oltre che ai dati idrogeologici contenuti nel progetto relativo alla "Riqualificazione lungomare e realizzazione parcheggi interrati" del Comune di Riccione a cura di Studio di Geologia Applicata ed Ingegneria S.r.l. di Edmondo Forlani; nell'ambito di tale studio è stato eseguito un monitoraggio idrogeologico, i cui punti di misura sono ubicato come da Img. 6.26.

Da un punto di vista idrogeologico l'area in esame appartiene all'acquifero freatico costiero costituito da sabbie litorali s.l. che si sono sedimentate durante la fase trasgressiva e soprattutto durante quella regressiva, quando nel settore centrale e settentrionale della costa progradavano le foci padane ed appenniniche, mentre nel settore meridionale si impostava una sottile piana di sabbia ("strand plain").

[2] *L'acquifero freatico costiero della regione Emilia-Romagna: modello geologico e stato di salinizzazione (Luciana Bonzi, Lorenzo Calabrese, Paolo Severi, Valentina Vincenzi)*

Da un punto di vista sedimentologico le sabbie litorali s.l. risultano, ad una osservazione più attenta, assai variabili ed eterogenee, includendo depositi di spiaggia e duna e di fronte deltizio, con intercalazioni locali di depositi più fini di baia, laguna e palude costiera.

Img. 6.25 – Individuazione acquifero costiero – zona meridionale



In questo settore l'acquifero costiero è propriamente freatico, arealmente molto sottile e con tetto affiorante, mentre nel settore centrale e settentrionale è libero, nella fascia più prossima alla costa e diviene, procedendo verso ovest, semi-confinato e quindi confinato.

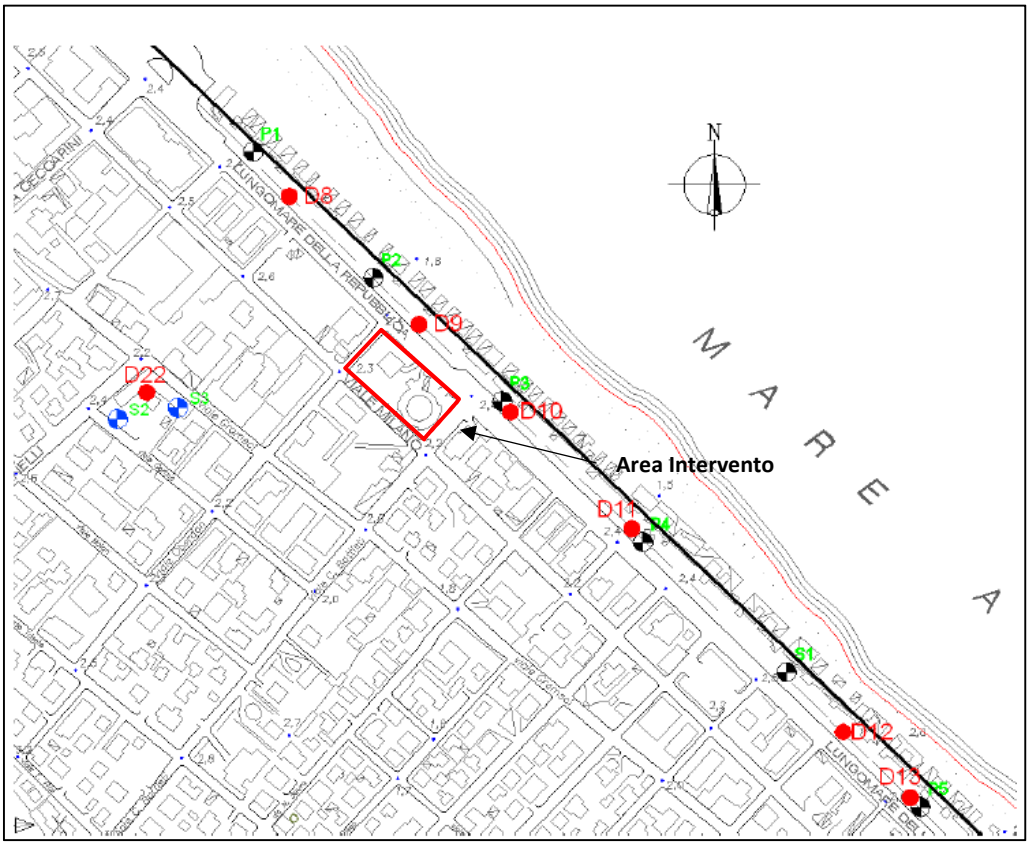
L'unità idrogeologica costituita dai sedimenti alluvionali terrazzati (Pleistocene medio-superiore) e dalle sabbie del litorale (Pleistocene medio-recente) presenta permeabilità ridotta.

La soggiacenza della falda più superficiale, misurata all'interno di un vicino pozzo per acqua, è risultata intorno a 2 m dal piano campagna.

Il report ArpaE sulla qualità delle acque sotterranee in Provincia di Rimini (2014-2016) identifica una soggiacenza media annua dell'acquifero freatico costiero da 1 a 2 m e una soggiacenza media annua dei corpi idrici liberi e confinati superiori compresa tra 5 e 10 m.

Nell'ambito del progetto per la realizzazione del parcheggio interrato lungo il litorale antistante l'area in esame, è stato eseguito uno specifico studio idrogeologico e relativo monitoraggio durante la realizzazione del parcheggio, i cui punti di misura sono riportati nell'immagine seguente; i piezometri D9 e D10 risultano attigui all'area in studio.

Img. 6.26 – Ubicazione punti di monitoraggio idrogeologico ante-operam nell'ambito del progetto di "Riqualificazione lungomare e realizzazione parcheggi interrati"

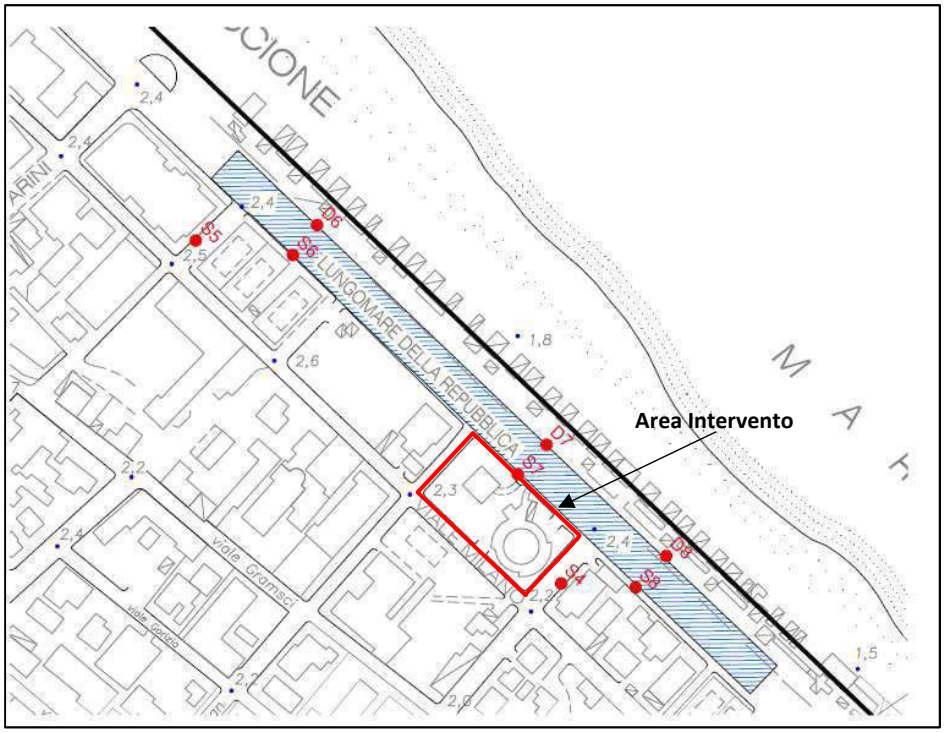


L'area d'intervento è contraddistinta da depositi sabbiosi recenti; questi sono presenti nell'entroterra fino alla scarpata che limita la paleospiaggia; la profondità dei depositi sabbiosi, limoso sabbiosi a volte con presenza di materiale organico di spiaggia o laguna è di 5÷7 m.
Lo strato sabbioso, tendente a sabbioso limoso in profondità, è profondo mediamente 7.5 m, (-4.0 s.l.m.), valore confermato anche lateralmente da stratigrafie reperite in bibliografia.
Al di sotto di questo strato superficiale vi sono argille, limi argillosi, talvolta limi fino a profondità di almeno -20 m s.l.m. Quindi al di sotto dello strato drenante superficiale si ha un livello molto meno permeabile la cui continuità è assicurata dallo spessore medio riscontrato.
Oltre tale profondità si passa ad un altro livello caratterizzato da sabbie e ghiaie, prima di passare alle formazioni argillose plioceniche, secondo i dati ottenuti da sondaggi.
L'interpretazione idrogeologica dei dati stratigrafici evidenzia il fatto che il livello argilloso-limoso, più che un aquiclude potrebbe essere un aquitard, in quanto a lungo termine il livello freatico tra i due livelli tende ad equipararsi.
Infatti, in periodi di "magra" i livelli di falda nei pozzi che "pescano" a meno di 7 metri e di quelli che superano i 20 metri tendono ad essere uguali, attorno ai 3.7 - 4.0 m. dal p.c., mentre in periodi di forte ricarica superficiale (ad esempio in giorni di pioggia) il livello freatico dei pozzi superficiali è nettamente superiore.
Prove di permeabilità eseguite mettono in dubbio l'esistenza di un acquifero di connotazione freatica che va dalla superficie ad una profondità variabile dai 7.0 a 8.0 m e di un altro confinato tra 20.0 e i 30.0 m. Le misure effettuate mostrano infatti una permeabilità del "livello

intermedio" dell'ordine di 10^{-6} m/secondo.
Durante la realizzazione del parcheggio interrato, i piezometri sono stati via via sostituiti prima con linee di misura well point e nuovi punti di misura, quindi, in fase di post-operam, ossia una volta rimossa la palancolata a monte e i well-point a valle, sono stati previsti ulteriori punti per il monitoraggio della falda, in modo tale che terminate le lavorazioni, si potessero rilevare le misure piezometriche e di conducibilità verificando lo spiazzamento dell'eventuale cuneo salino e la continuità idrogeologica a monte ed a valle dell'opera.

I nuovi punti di misura posizionati nella fase post-operam, posti con un passo di circa 100 m, erano composti da tubi drainflex che percorrono e collegano l'opera da monte a valle all'interno dei dreni predisposti in sede di progetto per dare continuità alla falda stessa. Pertanto per il primo lotto funzionale se ne trovano 3 a valle dell'opera (D6, D7, D8) ed i rispettivi reciproci a monte (S6, S7, S8); i punti di monitoraggio S4, S7 e D7 sono collocati nell'immediate vicinanze del lotto d'indagine

Img. 6.27 – Ubicazione punti di monitoraggio idrogeologico post-opera, nell'ambito del progetto di "Riqualificazione lungomare e realizzazione parcheggi interrati"



Il monitoraggio eseguito ha permesso il controllo dei dati con i valori di soglia e di allarme e la verifica con il modello previsionale controllando periodicamente la evoluzione del regime di falda e valutando di volta in volta le interferenze che si venivano a creare. In particolare si è valutata la tendenza al naturale ripristino delle condizioni di falda naturale ossia ad una graduale diminuzione dei valori di conducibilità e ad un buon funzionamento del sistema drenante il cui scopo è annullare l'interferenza idrogeologica dei parcheggi nel medio-lungo periodo.

L'area di studio non è interessata da ambiti a vulnerabilità idrogeologica di cui alla Tav. D "Rischi ambientali" del PTCP né da aree di tutela idrogeologica definite dalla Tav. 1.1 del PSC di Riccione.

6.6 Il progetto della rete di acque reflue e meteoriche a servizio del comparto

In linea con la normativa vigente, il sistema di smaltimento delle acque di scarico provenienti dal lotto in esame, sarà di tipo separato, ossia sarà prevista la realizzazione di due reti distinte, l'una per il convogliamento delle acque nere di origine civile e l'altra per il recapito delle acque meteoriche, le quali saranno in parte reimpiegate per usi compatibili e comunque non potabili e, per la parte eccedente, saranno inviate in scarico nel reticolo fognario.

Le acque nere di origine civile saranno inviate in scarico nella rete fognaria esistente di tipo separato e quindi al depuratore comunale.

Le acque meteoriche del lotto comprendono le acque delle coperture, che saranno captate e reimpiegate per usi compatibili e comunque non potabili e quelle provenienti dai parcheggi, dalla viabilità, che saranno inviate in scarico.

Il progetto prevede che le acque delle coperture di entrambi gli edifici (torre e SPA) vengano captate per essere reimpiegate per l'irrigazione delle aree verdi del Bosco Verticale e delle aree verdi pertinenziali a terra; a tal fine sono stati stimati i fabbisogni necessari (cfr. par. 6.6.1), risultati complessivamente pari a 1.362 m^3/anno, che saranno soddisfatti oltre che dall'impiego delle acque captate dalle coperture, anche da una parte delle acque grigie depurate e da una piccola aliquota di acqua prelevata dall'acquedotto in occasione dei periodi estivi particolarmente siccitosi.

Per lo stoccaggio delle acque meteoriche captate dalle coperture da reimpiegare per l'irrigazione è stato previsto un volume d'invaso pari a circa 30 m^3.

Anche le acque grigie saponose, una volta adeguatamente trattate, verranno riutilizzate, sia per l'alimentazione delle cassette dei WC sia per l'irrigazione delle aree verdi. Il sistema di recupero delle acque grigie saponose prevede di soddisfare completamente il fabbisogno richiesto per l'alimentazione delle cassette WC; solo la quota eccedente sarà impiegata per integrare il sistema di irrigazione delle aree verdi, mentre la quota non trattata sarà inviata a scarico nella pubblica fognatura.

Le acque meteoriche captate dalle coperture eccedenti il fabbisogno e quelle provenienti dalle superfici pavimentate del lotto (parcheggi e viabilità interna), saranno invece inviate in scarico nella rete delle acque bianche previa laminazione; il progetto del sistema di gestione delle acque meteoriche, prevede, ai sensi dell'art. 2.5 delle NTA del PTCP e Art. 2.2 del RUE di Riccione, quale opera di presidio idraulico, un invaso di laminazione tale da garantire un rilascio al corpo idrico ricettore non superiore a 10 l/s per ettaro di superficie drenata interessata dall'intervento ed in ogni caso con capacità pari almeno a 350 m^3 per ogni ettaro di superficie effettivamente impermeabilizzata.

Per il dimensionamento del volume di laminazione è stata considerata una superficie territoriale pari a 3.672 m^2, una superficie scoperta esistente di 3.402 m^2 ed una superficie permeabile di progetto di 1.112 m^2, che comporta una superficie impermeabile pari a 2.290 m^2; per conseguire l'invarianza idraulica del lotto, sarà necessario un volume di laminazione di circa 80-85 m^3 che sarà ottenuto attraverso la realizzazione di vasche dedicate. Le acque meteoriche una volta laminate saranno inviate in scarico alla rete di scolo ed inviate al recettore finale.

6.6.1 Risparmio e riuso delle acque

L'intervento prevede il riuso delle acque captate dalle coperture e delle acque grigie saponose per usi compatibili e comunque non potabili (innaffiatura giardini e alimentazione cassette WC), al fine di conseguire forme di risparmio idrico da fonti pregiate; a seguire si riportano le valutazioni relative al risparmio idrico conseguibile con il riutilizzo delle acque di raccolta dalla copertura dell'edificio Torre e dell'edificio Spa, da utilizzare per l'irrigazione delle aree verdi del bosco verticale e di quelle previste a terra e dal recupero delle acque saponose da utilizzare per l'alimentazione dei servizi igienici e, in parte, dell'impianto di irrigazione.

Recupero acque meteoriche

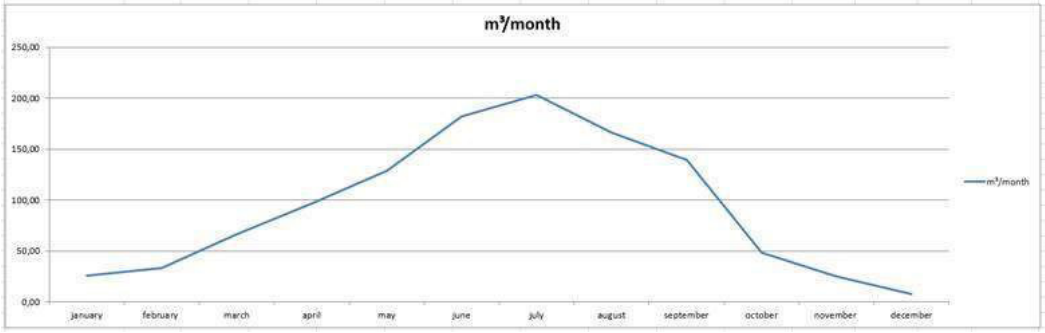
Il dimensionamento della vasca per lo stoccaggio delle acque raccolte dalla copertura del nuovo edificio Torre e dell'edificio Spa, viene qui valutato in rapporto ai quantitativi mensili stimati necessari all'irrigazione delle aree verdi previste a terra e quelle verticali.

L'idroesigenza dell'area verde a terra, di estensione di circa 1.100 mq, è stimata in circa 1.120 m^3/anno, dal quale si ricava un fabbisogno mensile riportato in Tab. 6.2, variabile a seconda dei fabbisogni stagionali.

Tab. 6.2 - Stima dei quantitativi mensili di acqua necessari all'irrigazione dell'area verde a terra.

Giardino Riccione consumo idrico max

	january	february	march	april	may	june	july	august	september	october	november	december			
fabbisogno idrico totale	25801,66	33.292,47	66.347,14	96.310,36	129.008,32	181.919,57	202.727,36	165.867,84	139.114,97	47.917,38	24.969,35	7,371,90	l/month		totale
	25,80	33,29	66,35	96,31	129,01	181,92	202,73	165,87	139,11	47,92	24,97	7,37	m^3/month		**1120,65** m^3/anno
	1	1	2	3	4	6	7	5	5	2	1	0	m^3/d		
	0,000726	0,001037138	0,001866849	0,002800273	0,003629984	0,005289405	0,00570426	0,004667122	0,004044839	0,00134828	0,000725997	0,000207428	$m^3/d/m^2$		
	0,73	1,04	1,87	2,80	3,63	5,29	5,70	4,67	4,04	1,35	0,73	0,21	$l/m^2/d$	= mm/d	

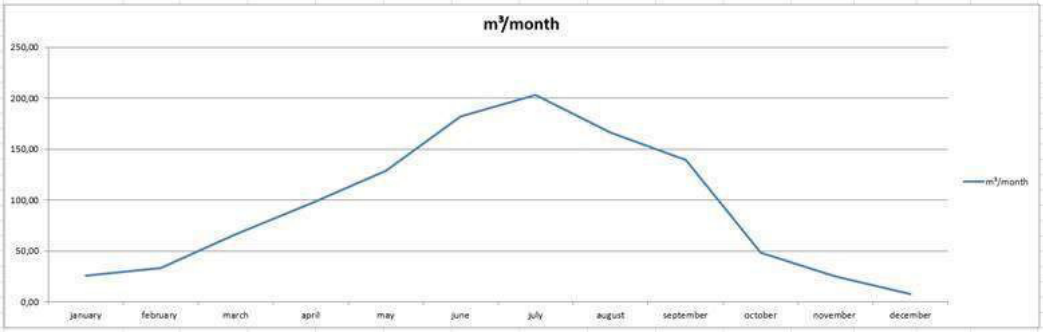


L'idroesigenza dell'area verde verticale che si realizzerà sui piani della Torre, di estensione complessiva di circa 190 m^2, è stimata in 241 m^3/anno circa, dal quale si ricava un fabbisogno mensile riportato in Tab. 6.3, variabile a seconda dei fabbisogni stagionali.

Tab. 6.3 - Stima dei quantitativi mensili di acqua necessari all'irrigazione del verde verticale.

Giardino Riccione consumo idrico max

	january	february	march	april	may	june	july	august	september	october	november	december			
fabbisogno idrico totale	25801,66	33.292,47	66.347,14	96.310,36	129.008,32	181.919,57	202.727,36	165.867,84	139.114,97	47.917,38	24.969,35	7,371,90	l/month		totale
	25,80	33,29	66,35	96,31	129,01	181,92	202,73	165,87	139,11	47,92	24,97	7,37	m³/month		**1120,65** m³/anno
	1	1	2	3	4	6	7	5	5	2	1	0	m³/d		
	0,000726	0,001037138	0,001866849	0,002800273	0,003629984	0,005289405	0,00570426	0,004667122	0,004044839	0,00134828	0,000725997	0,000207428	m³/d/m²		
	0,73	1,04	1,87	2,80	3,63	5,29	5,70	4,67	4,04	1,35	0,73	0,21	l/m²/d	= mm/d	



Come stazione pluviometrica di riferimento è stata presa in considerazione quella di Rimini Urbana, essendo la più vicina all'area in oggetto con i dati più recenti ed esaustivi. Il periodo di osservazione va dal 2008 al 2017.

Il valore delle precipitazioni cumulate medie mensili su Rimini è stato calcolato sulla base degli Annali Idrologici di ARPAE Emilia-Romagna.

Tab. 6.4 – Precipitazione in mm – Stazione di Rimini Urbana. Fonte: ARPAE Emilia Romagna, Annali Idrologici 2008-2017.

Pioggia (mm)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	*MEDIA '08-'17*
Gennaio	19,2	73,8	116,2	42,8	7,2	81,2	89,6	21,2	58,4	22,6	*53,2*
Febbraio	16,6	52,4	103,6	21,0	75,2	87,2	78,6	105,4	89,8	74,8	*70,5*
Marzo	122,4	41,4	102,0	118,6	18,0	109,2	61,0	114,6	102,4	17,2	*80,7*
Aprile	42,4	61,0	89,2	23,8	83,4	76,2	49,2	82,6	25,0	51,4	*58,4*
Maggio	60,0	38,4	109,0	57,8	38,4	66,2	50,0	100,2	50,6	48,0	*61,9*
Giugno	48,2	44,4	68,6	50,2	8,0	112,0	111,6	69,6	87,0	41,2	*64,1*
Luglio	6,6	51,2	22,6	64,6	52,2	3,6	111,4	0,6	82,6	8,2	*40,4*
Agosto	17,6	36,2	68,4	0,0	0,4	60,8	60,6	89,2	20,4	9,4	*36,3*
Settembre	76,8	23,0	81,2	52,0	125,8	27,2	134,0	90,0	65,4	111,6	*78,7*
Ottobre	8,0	124,6	34,0	53,0	73,4	104,4	21,0	94,8	149,6	43,2	*70,6*
Novembre	64,2	48,6	131,6	5,8	163,4	138,0	91,0	39,6	126,8	88,0	*89,7*
Dicembre	117,4	69,2	78,2	58,6	51,4	6,2	130,8	1,6	4,2	97,8	*61,5*
Totale annuale	**599,4**	**664,2**	**1004,6**	**548,2**	**696,8**	**872,2**	**988,8**	**809,4**	**862,2**	**613,4**	***765,9***

In Tab. 6.4 vengono riportati i risultati dei calcoli eseguiti per le stime mensili di:

- quantitativi d'acqua intercettabili dalla superficie coperta (480 m^2 della Torre più 230 m^2 della Spa per complessivi 710 m^2) lordi ed al netto dell'evaporazione: le perdite dei volumi di precipitazione intercettati dalla superficie coperta sono stimati in circa il 10% nei mesi

invernali, 20% nei mesi primaverili ed autunnali, 30% nei mesi estivi;
- volume invasato (supponendo un volume massimo della vasca di 30 m^3 e già colmo al tempo t0 assunto al 1 gennaio),
- volume in scarico, ovvero il volume eccedente quello invasato che dovrà essere collettato la sistema di scarico;
- volume di approvvigionamento extra, ovvero il volume d'acqua che eventualmente sarà necessario aggiungere da altre fonti di approvvigionamento nei periodi di massima richiesta (quelli estivi) che coincideranno anche con quelli di minor piovosità.

Tab. 6.5 – Stime dei volumi in gioco, durante l'anno, nel processo di approvvigionamento idrico a servizio delle aree verdi.

	Fabbisogno Bosco Verticale e verde a terra (m^3)	Precip. media mensile 2008-2017 (mm)	Vol. precip. coperture lordo (m^3)	Vol. precip. coperture netto (m^3)	Scarto (m^3)	Vol. invasato (m^3)	Vol. in scarico (m^3)	Approvv. Extra (m^3)
Gennaio	31,35	53,22	37,79	34,01	2,66	30,00	2,66	0,00
Febbraio	40,45	70,46	50,03	45,02	4,57	30,00	4,57	0,00
Marzo	80,62	80,68	57,28	45,83	-34,79	0,00	0,00	4,79
Aprile	117,03	58,42	41,48	33,18	-83,85	0,00	0,00	83,85
Maggio	156,76	61,86	43,92	35,14	-121,62	0,00	0,00	121,62
Giugno	221,06	64,08	45,50	31,85	-189,21	0,00	0,00	189,21
Luglio	246,34	40,36	28,66	20,06	-226,28	0,00	0,00	226,28
Agosto	201,55	36,30	25,77	18,04	-183,51	0,00	0,00	183,51
Settembre	169,04	78,70	55,88	44,70	-124,34	0,00	0,00	124,34
Ottobre	58,23	70,60	50,13	40,10	-18,13	0,00	0,00	18,13
Novembre	30,34	89,70	63,69	50,95	20,61	20,61	0,00	0,00
Dicembre	8,96	61,54	43,69	39,32	30,36	30,00	20,97	0,00
	1.361,73	**765,92**	**543,80**	**438,20**			**28,21**	**951,73**

Il recupero delle acque meteoriche ad uso irrigazione, oltre che a consentire benefici ambientali connessi al contenimento dell'uso della risorsa idrica sotterranea e potabile, conseguendo un risparmio di circa 410 m^3/anno, consente di ottenere benefici anche rispetto allo smaltimento delle acque, riducendo dello stesso quantitativo le acque collettate al sistema di scolo fognario pubblico.

Come si vede da Tab. 6.5, da Marzo ad Ottobre si prevede che i quantitativi d'acqua intercettati dalle coperture dei due edifici non siano sufficienti a soddisfare il fabbisogno idrico stimato per l'irrigazione del Bosco Verticale e delle aree verdi a terra, in quanto una cospicua richiesta di acqua per l'irrigazione delle aree verdi coincide con il periodo più siccitoso dell'anno. Pertanto, si prevede che già dal mese di Febbraio la vasca venga progressivamente svuotata, rimanendo vuota nei mesi da Marzo ad ottobre, durante i quali sarà necessario integrare il fabbisogno con approvvigionamenti extra per complessivi 952 m^3 circa. Negli altri mesi dell'anno i volumi in scarico saranno >0, con un picco nel mese di Dicembre, pari a circa 21 m^3.

L'aumento del volume della vasca di accumulo delle acque meteoriche non comporterebbe migliorie in termini di disponibilità di risorsa idrica durante i mesi estivi, in quanto la possibilità

di accumulo dipende dal volume intercettato dalle coperture, che a sua volta dipende direttamente dall'estensione delle superfici coperte, le quali sono del tutto limitate rispetto all'estensione delle aree verdi da irrigare.

Si prevede di soddisfare il fabbisogno extra necessario attingendo dal recupero delle acque saponose, poiché dopo la loro depurazione risultano del tutto adatte ad essere utilizzate anche a scopi irrigui.

Come meglio descritto nel seguente paragrafo, i volumi di acqua saponosa depurata e recuperata, oltre a soddisfare il fabbisogno per l'alimentazione delle cassette dei servizi igienici, soddisfano quasi completamente anche il fabbisogno extra richiesto per l'irrigazione delle aree verdi, il quale dovrà essere integrato solamente nei mesi estivi di Giugno, Luglio e Agosto attingendo da altre fonti di approvvigionamento. Pertanto, si prevede di dotare il sistema di recupero delle acque meteoriche di un sistema duale che consenta di assicurare l'irrigazione delle aree verdi sia durante i periodi siccitosi particolarmente prolungati, sia durante eventuali fermi dell'impianto per manutenzione straordinaria.

Recupero acque grigie

L'alimentazione delle cassette dei servizi igienici è prevista mediante un sistema che recupera le acque grigie saponose utilizzate per l'igiene personale, prodotte dalle docce e dai lavandini.

Il sistema di trattamento delle acque saponose è costituito da una prima filtrazione grossolana, quindi le acque sono convogliate in un bioreattore dove subiscono una ultrafiltrazione con membrane che, attraverso lo sviluppo di microrganismi specifici, rimuove le sostanze biodegradabili presenti nel refluo, quali saponi e shampoo ricchi di tensioattivi.

L'acqua trattata, oltre ad essere utilizzata per il risciacquo dei WC, ha un bassissimo valore residuo di nutrienti che ne permette l'utilizzo anche per l'irrigazione delle aree verdi.

Si stima di realizzare un impianto di recupero delle acque saponose capace di trattare 9 m^3 di acque grigie al giorno; tale quantitativo non corrisponde alla totalità del consumo giornaliero di acqua per l'uso igienico personale, ma è stato valutato per consentire il funzionamento dell'impianto sempre ad alti regimi per ottenere una migliore efficienza.

Pertanto, il recupero delle acque saponose comporta la produzione di circa 270 m^3 al giorno di acqua trattata, che verrà impiegata per il rifornimento delle cassette dei WC e per integrare il fabbisogno extra dell'impianto di irrigazione delle aree verdi; in Tab. 6.6 si riassumono i dati di tale ipotesi di consumo e recupero.

Per il progetto in esame si è considerata la presenza di 200 utilizzatori giornalieri dei servizi igienici (complessivi per la Torre e Spa).

Ogni volta che si utilizza il WC, dotato di dispositivo di doppia cacciata per il risparmio dell'acqua, vengono consumati mediamente 6 litri di acqua (cassetta con doppio tasto 3 litri e 8 litri) e si assume che mediamente, ogni persona, compia questo gesto 3 volte al giorno, consumando quindi 18 litri d'acqua al giorno.

Complessivamente, pertanto, il fabbisogno idrico per l'alimentazione delle cassette WC può essere stimato in 3.6 m^3 al giorno, da cui si ricava un consumo mensile medio pari a:

$$3.6\ m^3/gg \times 30\ gg/mese \approx 108\ m^3/mese$$

Da cui si ricava un consumo annuo pari a:

108 m^3/mese x 12 mesi/anno ≈ 1.296 m^3/anno

Inserendo il dato del consumo medio mensile in una tabella con il dato del volume di acque saponose trattate e riutilizzabili per l'alimentazione dei WC, si osserva che mensilmente rimangono disponibili circa 162 m^3 di acque saponose trattate.

Questo volume potrà essere impiegato per integrare il sistema di irrigazione delle aree verdi nei periodi in cui il volume di accumulo delle acque meteoriche non sarà in grado di soddisfare i fabbisogni e necessiterà di un approvvigionamento extra.

Tab. 6.6 – Stima dei volumi in gioco nel processo di recupero delle acque saponose per rifornimento dei servizi igienici e delle aree verdi.

	Fabbisogno WC (m^3)	Recupero saponose (m^3)	Vol. inutilizzato saponose (m^3)	Approv. extra verde richiesto (m^3)	Vol. saponose per verde (m^3)	Vol. in scarico saponose (m^3)	Approv. acquedotto verde (m^3)
Gennaio	108	270	162	0,00	0,00	162,00	0
Febbraio	108	270	162	0,00	0,00	162,00	0
Marzo	108	270	162	4,79	4,79	157,21	0
Aprile	108	270	162	83,85	83,85	78,15	0
Maggio	108	270	162	121,62	121,62	40,38	0
Giugno	108	270	162	189,21	162	0	27,21
Luglio	108	270	162	226,28	162	0	64,28
Agosto	108	270	162	183,51	162	0	21,51
Settembre	108	270	162	124,34	124,34	37,66	0
Ottobre	108	270	162	18,13	18,13	143,87	0
Novembre	108	270	162	0,00	0,00	162,00	0
Dicembre	108	270	162	0,00	0,00	162,00	0
	1.296	**3.240**	**1.944**	**951,73**	**838,73**	**1.105,27**	**113**

Attraverso il recupero delle acque saponose sarà possibile evitare l'utilizzo di circa 1.296 m^3 di acqua potabile per l'alimentazione dei servizi igienici e al contempo, si potrà risparmiare l'utilizzo di circa 839 m^3 di acqua potabile per l'irrigazione delle aree verdi pertinenziali, evitando allo stesso tempo di collettare le stesse volumetrie al sistema di scolo fognario. Come è possibile notare dall'ultima colonna della tabella sopra riportata, durante i mesi di Giugno, Luglio e Agosto il fabbisogno per l'irrigazione delle aree verdi non potrà essere soddisfatto completamente neppure mediante l'utilizzo delle acque saponose trattate, pertanto, dovrà essere previsto un sistema duale che consenta l'approvvigionamento, in tali periodi, di modesti quantitativi di acqua potabile, stimati in circa 113 m^3 complessivi, con un picco in Luglio di circa 64 m^3.

Per il recupero delle acque grigie è previsto un sistema costituito da due serbatoi di accumulo uno pre e uno post trattamento; per ogni serbatoio è previsto uno scarico di troppo pieno: il serbatoio delle acque depurate scaricherà nella vasca di accumulo e recupero delle acque meteoriche quando il quantitativo di acqua contenuto in quest'ultima non è sufficiente a soddisfare il fabbisogno idrico delle aree verdi; il serbatoio delle acque saponose pre-trattamento scaricherà in fogna quando entrambi i sistemi di recupero delle acque sono a regime e le relative vasche di accumulo sono piene. Anche per il sistema di alimentazione della cassette WC si prevede di realizzare un sistema duale che consenta di utilizzare l'acquedotto per

eventuale mancanza della disponibilità di acque grigie da trattare e depurare o per fermi impianto per manutenzione straordinaria.

Considerando la capacità del sistema di depurazione delle acque saponose pari a 9 m^3 al giorno, risulta un volume di acque grigie potenzialmente depurabile di 3.240 m^3 /anno, delle quali si stima di utilizzarne 2.135 m^3 /anno. I restanti 1.105 m^3 /anno di acque grigie potenzialmente depurabili, non verrebbero trattati dal sistema ma sarebbero scaricati direttamente in fogna; questo volume può essere considerato come una possibile riserva che potrebbe essere trattata e riutilizzata quando necessario, per esempio a causa di picchi del numero di utenti dei servizi igienici, per il prolungarsi di periodi particolarmente siccitosi o per effettuare lavaggi per la manutenzione straordinaria degli impianti.

6.7 La coerenza della proposta con gli obiettivi di sostenibilità del PSC

La Valsat del PSC ha fissato i seguenti Obiettivi di sostenibilità per la verifica di sostenibilità delle previsioni di trasformazione del territorio, per la presente componente:

b) Miglioramento della qualità ambientale

> Per cause legate all'antropizzazione del territorio avvenuta nei decenni passati senza una attenta considerazione delle conseguenze degli interventi di trasformazione che si sono progressivamente realizzati, la qualità dell'ambiente ha subito nel tempo un certo peggioramento. Esso è si manifesta essenzialmente nel deterioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee e della qualità dell'aria e nel superamento del livello di rumore in alcune zone del territorio.

Per quanto attiene le acque l'intervento in esame ha adottato una serie di accorgimenti volti sia al contenimento dei consumi sia al miglioramento del sistema di depurazione, in particolare:

- separazione delle reti acque nere e bianche da collegarsi al sistema separato pubblico, contribuendo così all'aumento dell'efficienza del sistema depurativo ed evitare il peggioramento diretto delle acque superficiali per l'assenza di scolmatori di nera;
- recupero e depurazione delle acque grigie (saponose – scarichi di lavandini e docce) attraverso un sistema di depurazione e riutilizzo per l'alimentazione delle cassette dei WC e l'irrigazione delle aree verdi;
- recupero delle acque meteoriche attraverso un sistema di accumulo e riutilizzo nell'irrigazione delle aree verdi e nell'alimentazione delle cassette dei WC.

A fronte di un fabbisogno d'acqua per l'alimentazione delle cassette dei WC e l'irrigazione del verde di circa 2.650 mc/anno, il sistema di recupero delle acque meteoriche e delle acque grigie consente un risparmio complessivo di oltre il 95%, dovendosi approvvigionare dall'acquedotto per soli circa 110 mc/anno.

6.8 Interferenze con la componente acque – sintesi e conclusioni

Gli studi idraulici condotti dall'ex Autorità di Bacino Marecchia - Conca sul Rio Melo, che scorre circa 800 m a nord dell'area, hanno evidenziato come l'area in esame non sia interessata da problemi idraulici legati al corso d'acqua e come si collochi in posizione esterna anche al limite

della fascia per piene con tempo di ritorno di 500 anni.

Gli interventi previsti dall'Autorità di Bacino hanno inoltre consentito di ridisegnare il perimetro delle aree con tempi di ritorno di 200 anni, confinandole ad aree attigue all'alveo non interessate da urbanizzazioni; l'intervento in esame risulta comunque esterno ai perimetri suddetti nelle situazioni pre e post interventi.

La zona in cui si ubica l'intervento, pianeggiante e pressoché completamente urbanizzata, è difesa da una "cintura" formata da scoli consorziali che svolgono una funzione fondamentale di intercettare e dirottare le acque di scolo esterne verso i ricettori finali. L'opera di drenaggio dei bacini di scolo limitrofi esercitata dalle opere consortili assicura pertanto la salvaguardia degli insediamenti civili e produttivi presenti nell'area urbanizzata in cui sorge il lotto d'indagine e la sicurezza idraulica delle infrastrutture essenziali.

Il progetto prevede la realizzazione di un'autorimessa interrata e, benché si possa ritenere che il rischio di alluvionamento sia modesto, si consiglia di dotare l'autorimessa di dispositivi di protezione passiva quali, ad esempio, una soglia rilevata (dosso) sull'accesso, sensori di livello collegati con una segnaletica luminosa posta all'ingresso del parcheggio che ne impedisca l'accesso in caso di allagamento, segnalatori acustici di pericolo per gli occupanti l'interrato, ecc..

Le consistenze dell'intervento e le tipologie di attività svolte nell'area non fanno presupporre carichi di smaltimento che possano mettere in crisi il sistema di gestione attuale; le forme di risparmio e riutilizzo previste per il progetto, che prevedono la captazione ed il riutilizzo delle acque meteoriche delle coperture e il trattamento e riutilizzo delle acque grigie saponose per usi compatibili, contribuirà ad uno sgravio sul sistema di scolo, consentendo una migliore gestione delle acque meteoriche attraverso un rilascio più graduale nelle reti di smaltimento, al fine di ridurre le pressioni sul sistema in corrispondenza di eventi meteorici di grande intensità e breve durata.

L'intervento poi prevedendo il riuso di acque delle coperture e acque grigie per usi compatibili e comunque non potabili (innaffiatura giardini e alimentazione cassette WC) conseguirà forme di risparmio idrico da fonti pregiate. A tal proposito, si prevede di realizzare un sistema di accumulo delle acque meteoriche intercettate dalle coperture dei due edifici Torre e Spa, mediante la realizzazione di un volume d'invaso della capacità di 30 m^3, che sarà utilizzata per l'irrigazione delle aree verdi del Bosco Verticale e di quelle poste a terra; si prevede anche la realizzazione di un sistema di accumulo e depurazione delle acque saponose utilizzate per l'igiene personale degli utilizzatori dell'area, le quali saranno reimpiegate per il rifornimento delle cassette dei WC e, in parte, per l'irrigazione delle aree verdi. Attraverso questi sistemi di recupero delle acque meteoriche grigie, si prevede un risparmio dei consumi idrici potabili stimato complessivamente in circa 2.500 m^3 /anno, che consentirà anche di ridurre dello stesso quantitativo il volume delle acque collettate al sistema di scolo fognario pubblico. Sarà previsto un sistema duale di approvvigionamento di acqua potabile che rifornirà gli impianti dei servizi igienici e di irrigazione delle aree verdi in occasione di interruzione degli impianti principali, nel caso di interventi di manutenzione straordinaria o per il prolungarsi di periodi particolarmente siccitosi.

In linea con la normativa vigente, il sistema di smaltimento delle acque di scarico provenienti dal lotto in esame, sarà di tipo separato, ossia sarà prevista la realizzazione di due reti distinte, l'una per il convogliamento delle acque nere di origine civile che saranno inviate in scarico nel reticolo fognario pubblico e l'altra per il recapito delle acque meteoriche eccedenti il fabbisogno e quelle

provenienti dalle superfici pavimentate del lotto (parcheggi e viabilità interna), che saranno inviate in scarico nella rete delle acque bianche previa laminazione.

Per conseguire l'invarianza idraulica del lotto, sarà necessario un volume di laminazione di circa 80-85 m^3 che sarà ottenuto attraverso la realizzazione di vasche dedicate;

Per quanto riguarda le interferenze con la falda, il progetto prevede la realizzazione di un'autorimessa interrata che si svilupperà circa 3.5 m al di sotto del p.d.c.; nella progettazione esecutiva dell'intervento dovranno essere previsti accorgimenti per garantire la continuità dei flussi idrici sotterranei sia nella fase di realizzazione dell'intervento che successivamente ad opera realizzata.

7 CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il presente paragrafo è finalizzato alla determinazione dei potenziali effetti dovuti ai campi elettromagnetici immessi in corrispondenza del comparto oggetto di verifica.

Per valutare la presenza di campi elettromagnetici è necessario analizzare, in un intorno di dimensioni opportune, se siano presenti potenziali sorgenti di emissione. Tale analisi è stata effettuata sulla base di sopralluoghi, della cartografia disponibile e relativa al Piano Strutturale Comunale di Riccione, ai piani settoriali della Provincia, nonché dai dati disponibili sul SIT del comune e dell'ARPAE.

7.1 Stato attuale

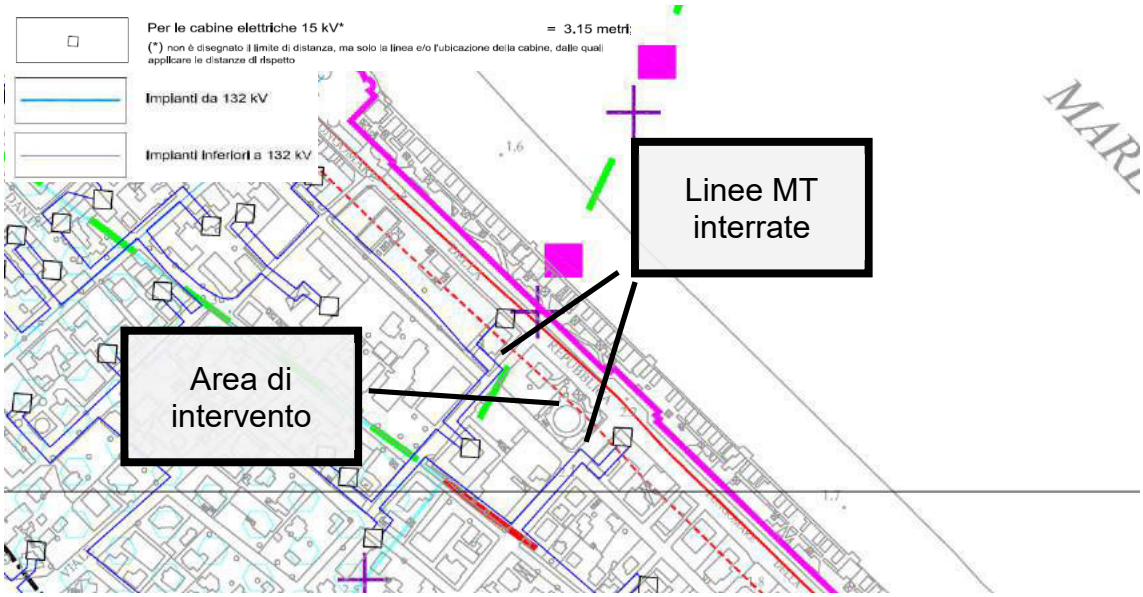
7.1.1 Sorgenti Cem a bassa frequenza

In merito alle sorgenti a bassa frequenza è stata individuata la presenza delle seguenti sorgenti potenzialmente interferente con l'ambito specifico:

- alcune linee elettriche interrare a Media Tensione (15 kV) immediatamente al di fuori dell'area di intervento
- alcune cabine di trasformazione MT/BT immediatamente al di fuori dell'area di intervento

Nella successiva immagine è indicata la collocazione delle sorgenti cem a bassa frequenza individuate nell'intorno territoriale dell'area oggetto di verifica.

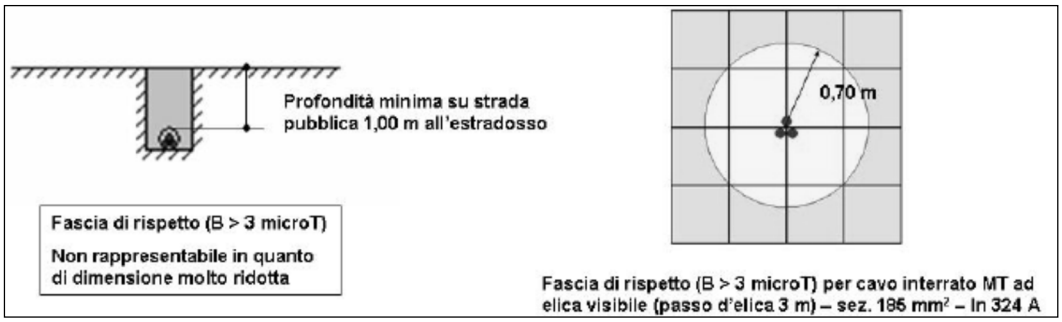
Img. 7.1 - Estratto "Tav. 1.1: *Tutele geologiche e idrogeologiche e aree di rispetto delle infrastrutture ed attrezzature"* dal PSC del comune di Riccione



Le procedure di calcolo per le fasce di rispetto si riferiscono al Decreto Ministeriale del 29/05/2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008) "*Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*". Secondo il DM 29/05/2008 le fasce e le aree calcolate sono proporzionali alle potenzialità emissive dei dispositivi stessi; il rispetto di tali distanze dalle sorgenti assicura il conseguimento degli obiettivi di qualità in merito alle immissioni di campi magnetici a bassa frequenza.

Per le **linee a media tensione (MT) interrate** in cavo cordato ad elica si precisa che secondo quanto previsto dal DM 29/05/2008 la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 08/07/2003 non si applica in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.. Risulta comunque cautelativo considerare una distanza minima da tali linee pari a 3,15 metri come previsto dal D. 449/88 e da D.M. 16/01/1991.

Img. 7.2 - Estratto Linee guida Enel Distribuzione S.p.A. relativo a linea MT interrata in cavo cordato a elica



Per le **cabine di trasformazione da MT a BT**, il documento richiama le DPA riportate come esempi per le varie tipologie di cabine nel DM 29 maggio 2008, che sono tipicamente entro i 3 metri da ciascuna parete esterna della struttura.

Tali valori risultano essere più cautelativi rispetto a quanto riportato nelle Linea Guida Enel Distribuzione S.p.A. (si veda l'estratto di cui all'immagine seguente).

Img. 7.3 - Estratto linee guida Enel Distribuzione S.p.A. DPA relative a cabine MT/BT

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente (A)	DPA (m)	Rif.to
Cabina secondaria di tipo box o similari, alimentata in cavo sotterraneo Scheda B10	Dimensioni mediamente di (4,0 x 2,4) m – altezze di 2,4 e 2,7 m ed unico trasformatore		Trasformatore 250 KVA	1,5	B10a
			Trasformatore 400 KVA	1,5	B10b
			Trasformatore 630 KVA	2	B10c

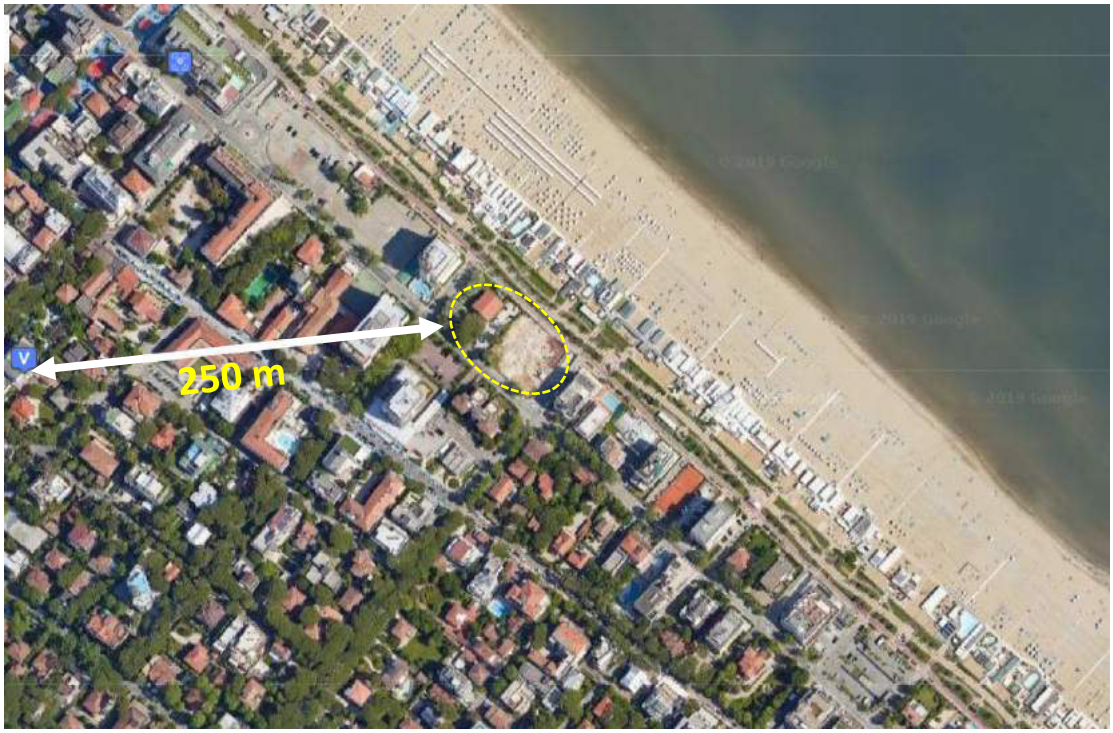
Sulla base delle distanze di sicurezza citate risulta evidente che le sorgenti cem a bassa frequenza presenti nell'intorno territoriale dell'area di intervento risultano essere tali da escludere qualsiasi forma di interferenza in termini di campi elettromagnetici con gli edifici di progetto.

7.1.2 Sorgenti Cem ad alta frequenza

Le informazioni relative alla collocazione delle Sorgenti Cem ad alta frequenza sono state desunte sulla base di cartografia reperibile sui SIT dell'ARPAE (stazioni SRB).

Per ciò che concerne l'esistenza di sorgenti ad alta frequenza, i sopralluoghi effettuati unitamente ai ragguagli cartografici hanno portato ad escludere la presenza di stazioni SRB ed antenne radio televisive in un intorno territoriale tale da poter interferire con lambito in esame (Immagine seguente).

Img. 7.4 – Individuazione SRB in prossimità dell'area



La stazione radio base (SRB) più vicina si colloca si riferisce a un impianto del gestore VODAFONE sito in Piazza Ceccarini-Piazzale Roma c/o Hotel Meditteraneo. Tale SRB si colloca a una distanza minima di 250 metri dall'ambito in oggetto. Per le SRB la fascia di 200 metri è quella richiesta all'art. 12 della DGR n. 197 del 20/02/2001 per la quale il gestore deve indicare gli edifici presenti, le loro altezze, le destinazioni d'uso e le aree di pertinenza, individuando le direzioni di puntamento delle antenne trasmittenti (rispetto al nord geografico). Si può ritenere pertanto che per distanze superiori ai 200 metri dalle antenne SRB sia convenzionalmente verificato il limite di 6V/m previsto per il campo elettrico dalla normativa nazionale vigente (DPCM

08/07/2003).

L'antenna radio più vicina si colloca a una distanza molto superiore a 300 metri dall'ambito in oggetto. Per le antenne radio televisive la fascia di rispetto o ambientazione di 300 metri è quella riportata nell'art. 4 della Direttiva 197/2001 recante Divieto di localizzazione degli impianti per l'emittenza radio e televisiva. Si può ritenere che per distanze superiori ai 300 metri sia convenzionalmente verificato il limite di 6V/m previsto per il campo elettrico dalla normativa nazionale vigente (DPCM 08/07/2003).

7.2 Stato futuro

7.2.1 Sorgenti Cem a bassa frequenza

Il progetto prevede la realizzazione di una cabina elettrica MT/BT, realizzata con standard ENEL, a servizio del comparto oggetto di verifica. La cabina verrà collocata sul fronte ovest dell'area (lato di via Oberdan) e avrà una superficie in asservimento di circa 16,00 mq. La suddetta cabina sarà alimentata tramite linea MT interrata. Per tali sorgenti si può far riferimento alle distanze di sicurezza citate nel precedente paragrafo.

Si rimanda ai progettisti la verifica esatta delle distanze di sicurezza tra le sorgenti cem esistenti e di progetto (linee MT interrate e cabine MT/BT) e gli edifici di progetto.

Si ricorda infine che entro tutte le fasce di rispetto dalle sorgenti ELF la sosta prolungata[1] di persone dovrà essere disincentivata e quindi gli spazi prossimi alle sorgenti individuate non dovranno essere attrezzati mediante panchine, giochi per bambini o altro.

7.2.2 Sorgenti Cem ad alta frequenza

Non essendoci variazioni rispetto allo stato attuale, alla luce delle verifiche svolte, per le sorgenti ad alta frequenza, non si riscontrano interferenze con l'ambito in oggetto e di conseguenza risulta verificato il limite di 6V/m fissato nel DPCM del 8/09/2003.

7.3 Sintesi e conclusioni

Con riferimento alle basse frequenze (linee elettriche e cabine di trasformazione), nell'intorno territoriale è stata riscontrata la presenza di linee MT interrate e cabine di trasformazione MT/BT. Sulla base delle distanze di sicurezza, non sussistono situazioni di potenziale criticità.

Per quanto concerne le sorgenti cem a bassa frequenza di progetto, queste saranno collocate a distanza tale, dagli edifici, da garantire il rispetto degli obbiettivi di qualità. Sarà cura dei progettisti, pertanto, ubicare edifici sensibili e/o aree con permanenza di persone a non meno di:

- 3 metri da ciascuna parete esterna della cabina di trasformazione MT/BT di progetto

[1] Superiore a 4 ore giornaliere

- 3,15[2] metri da eventuali linee MT interrate di progetto

Con riferimento alle alte frequenze (antenne di telefonia e radiotelevisive), non si riscontrano interferenze con l'ambito in oggetto e di conseguenza risulta verificato il limite di 6V/m fissato nel DPCM del 8/09/2003.

[2] Distanza cautelativa da D. 449/88 e da D.M. 16/01/1991