



**CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI**  
Via della Repubblica n. 24 - 63100 Ascoli Piceno

Servizio Idrico Integrato

# COMUNE DI FERMO

Realizzazione condotta premente dall'impianto di depurazione Lido di Fermo all'impianto di depurazione Basso Tenna, relativi impianti di sollevamento e dismissione del depuratore Lido

## PROGETTO DEFINITIVO

elaborato:

**SIA 1.11**

data:

Marzo 2016

### RELAZIONE GEOLOGICA CON INDICAZIONI GEOTECNICHE

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Diego Pacetti

VISTO:

IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO TECNICO  
Dott. Ing. Alessandro Tesei

COLLABORATORI

N. REV.	DATA	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO

AGGIORNAMENTI

CODICE PROGETTO: **FODD**

CODICE COMMESSA: **FXDD**

IDENTIFICATIVO AATO:  
192051

La presente relazione si compone dei seguenti allegati:

n.	Allegato	scala
1	<i>SPETTRI DI RISPOSTA SISMICA</i>	
2	<i>COROGRAFIA</i>	1:25.000 1:10.000
3	<i>COORDINATE GEOGRAFICHE</i>	
4	<i>CARTA DEL PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO PAI</i>	1:10.000
5	<i>SEZIONI GEOLOGICHE</i>	1:100
6	<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</i>	

## **1**    **PREMESSA**

La presente indagine geologica rientra nella serie degli elaborati tecnici da presentare insieme alla pratica edilizia per l'ampliamento fino alla potenzialità di 70.000 abitanti equivalenti del Depuratore Basso Tenna in Località ex molino Mancini, in Comune di Fermo.

Pertanto è stato effettuato uno studio particolareggiato per definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area e di un suo intorno significativo, nonché i parametri geotecnici relativi al terreno e quindi stabilire gli eventuali interventi da attuare per la realizzazione dell'area in oggetto.

Con questo studio si vogliono pertanto individuare le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche di un intorno dell'area in oggetto, spingendo l'osservazione ad un zona sufficientemente ampia ed a profondità tale da interessare un volume significativo di terreno, in ottemperanza alle norme tecniche contenute nel:

-D.M. 14 Gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"

-Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

D.P.G.R. n°23 del 14/09/89: Regolamento edilizio tipo

In tal modo si potranno fornire al progettista tutti i parametri necessari per permettergli di verificare l'interazione tra terreno e struttura in progetto, sia in condizione statica sia in situazione di accelerazione sismica, al fine di favorire una scelta progettuale idonea, che garantisca sicurezza e che sia in accordo con il contesto ambientale locale.

E' stata pertanto studiata la geologia, litologia e la stratigrafia dei terreni presenti, si sono rilevati i caratteri morfologici dell'area, si è osservato il regime delle acque superficiali e di falda, sono stati ricavati tutti i parametri fisici e meccanici necessari ad una completa caratterizzazione geotecnica del sito in parola.

Le varie fasi del lavoro possono essere così riassunte:

- reperimento delle basi topografiche esistenti nonché di studi o relazioni fatte in aree limitrofe;
- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area mediante un dettagliato rilevamento di campagna eseguito per il progetto della realizzazione dell'Impianto di depurazione (Agosto 2009);
- ricostruzione della successione stratigrafica attraverso l'osservazione diretta dei terreni in affioramento, diffusamente presenti nell'area, mediante il reperimento dell'intera campagna geognostica eseguita dallo scrivente per la realizzazione del progetto dell'impianto di depurazione (Agosto 2009) nonché mediante esecuzione di n° 3 differenti sondaggi geognostici per l'area di sedime dell'ampliamento;
- Caratterizzazione geotecnica dei terreni di posa delle fondazioni esistenti mediante interpretazione di prove geotecniche in sito fatte eseguire dallo scrivente per la realizzazione dell'impianto di depurazione (Agosto 2009) nonché dall'esecuzione di altre tre prove SPT in sito realizzate *ad hoc* per il presente progetto di ampliamento;

## **2**    **LOCALIZZAZIONE**

L'area da lottizzare è situata in località ex molino Mancini, nel Comune di Fermo in provincia di Fermo, compreso nel foglio 125 della Carta d'Italia in Scala 1:100.000, I° quadrante tavoletta NO "Porto Sant' Elpidio", ad una quota di circa 8 m.s.l.m., ed è parte integrante delle particelle n° 4, 55 e 58 distinte al foglio catastale n°2:

CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA			
Foglio Scala 1:100.000	Quadrante Scala 1:50.000	Tavoletta scala 1:25.000	Sezione Scala 1:10.000
125	125 I°	125 I° NO Porto Sant'Elpidio	302130 Porto Sant'Elpidio

COORDINATE GEOGRAFICHE	
Gradi decimali	
longitudine	13.761398°
latitudine	43.227642°
quota	8,2 m s.l.m.

Località Ex Molino Mancini

RIFERIMENTI CATASTALI	
Foglio	2
Particella	4pp, 55pp, 58pp

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nell'area in studio affiorano estesamente i terreni di età Plio-Pleistocenica costituita da alternanze di strati arenacei e pelitici (argille ed argille siltose) organizzati in rapporti di continuità, sia laterale che verticale, abbastanza variabili e cartograficamente raggruppati in associazioni distinte secondo la prevalenza del litotipo (ad es.: Ass. arenacea, arenaceo-pelitica ecc..)

I sedimenti anzi descritti risultano fortemente sovraconsolidati ed a luoghi ricoperti da depositi continentali quaternari che sono costituiti da depositi Alluvionali terrazzati del Fiume Tenna.

I depositi alluvionali, che si sono accumulati a seguito dell'alternarsi di fasi erosive e di deposito succedutesi durante il Quaternario, sono costituiti da commistioni di ghiaie (prevalenti) e sabbie e limi argillosi, per quel che concerne i Depositi Alluvionali del Fiume Tenna, organizzati in livelli e lenti la cui disposizione spaziale, determinata dai tipi litologici attraversati e dalla dinamica fluviale al tempo della loro deposizione, che risulta estremamente variabile sia in senso laterale che verticale

#### 3.1 Stratigrafia

La litostratigrafia dell'area, ricostruita soprattutto mediante la visione diretta degli affioramenti, questa può essere così schematizzata:

DESCIZIONE LITOSTRATIGRAFICA			
LITOLOGIA	PRO F.TA'	SPES SOR E	ETA'
A Depositi di copertura	0.0	1.00	<b><u>Depositi di copertura:</u></b> LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE MARRONE BRUNASTRO CON ALTA PERCENTUALE ORGANICA ED APPARATI RADICALI
	1.0		Altrove..... <b><u>Depositi di spiaggia:</u></b> LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE MARRONE BRUNASTRO CON ALTA PERCENTUALE ORGANICA ED APPARATI RADICALI

<b>B</b> Depositi Alluvionali	1.0	15.00	<b><u>Depositi Alluvionali terrazzati</u></b> SONO CARATTERIZZATI DA COMMISSIONI DI SABBIE E GHIAIE CALCAREE ETEROMETRICHE CON LIVELLETTI DI SABBIA E LIMO.
<b>C</b> Substrato (Ass.pelitica)	16		<b><u>Substrato: Depositi Pelitici</u></b> UNA PORZIONE SUPERIORE E' RAPPRESENTATA DA ARGILLE NOCCIOLA AVANA VERDASTRE AL DI SOTTO SI RINVIENE LA FORMAZIONE INTEGRA COSTITUITA DA ARGILLE ASCIUTTE DI COLORE GRIGIO CELESTI ALTERNATA A LIVELLI SOTTILI DI ARGILLE.

#### **4 GEOMORFOLOGIA**

L'evoluzione geomorfologica dell'area in studio, cui si deve l'aspetto attuale, è avvenuta in varie fasi durante il Quaternario ed è legata principalmente all'azione delle acque correnti superficiali, le quali hanno generato sia erosione del substrato e successivo trasporto dei materiali erosi, che deposizione ed accumuli dei materiali trasportati.

In generale l'area in parola è inserita in un contesto caratterizzato da alternanze di morfologie dolci e da morfologie piuttosto aspre; le prime, costituite da litologie più erodibili, risultano avere versanti meno acclivi che si raccordano in maniera più graduale con i fondovalle, le seconde genericamente costituiscono la porzione più alta dei rilievi e sono rappresentate da litologie più resistenti all'erosione.

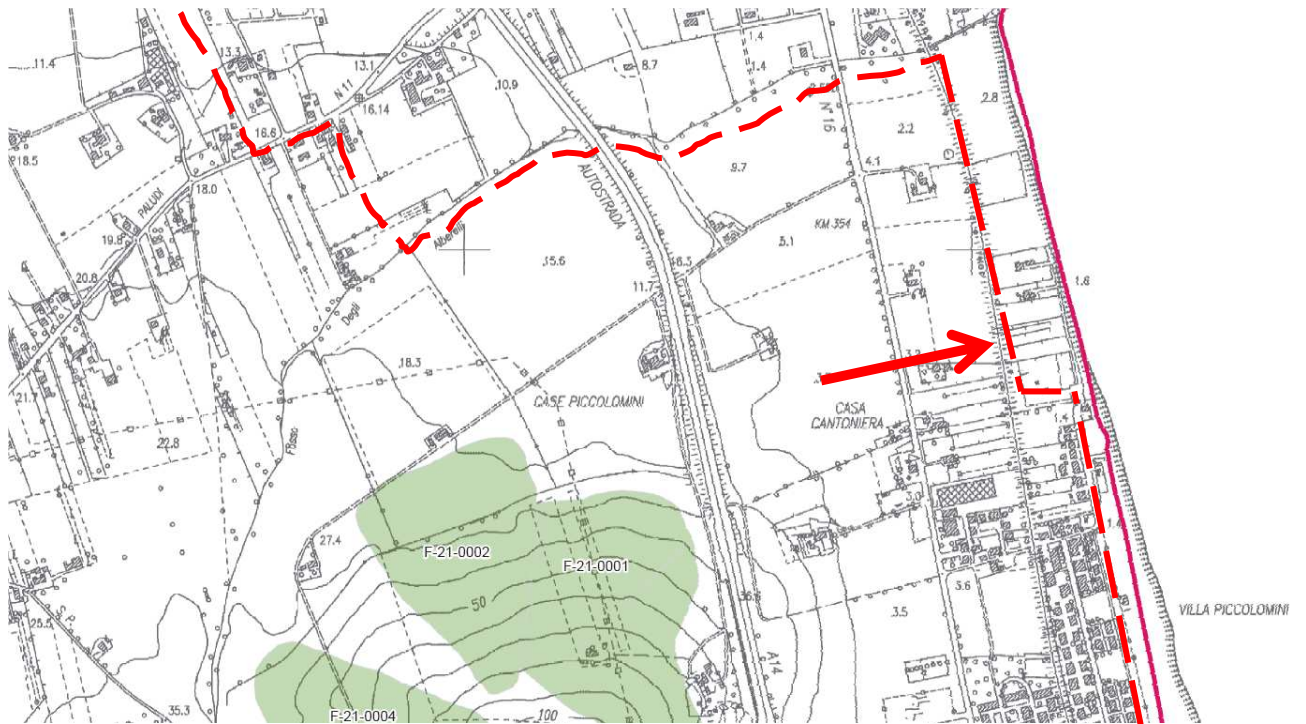
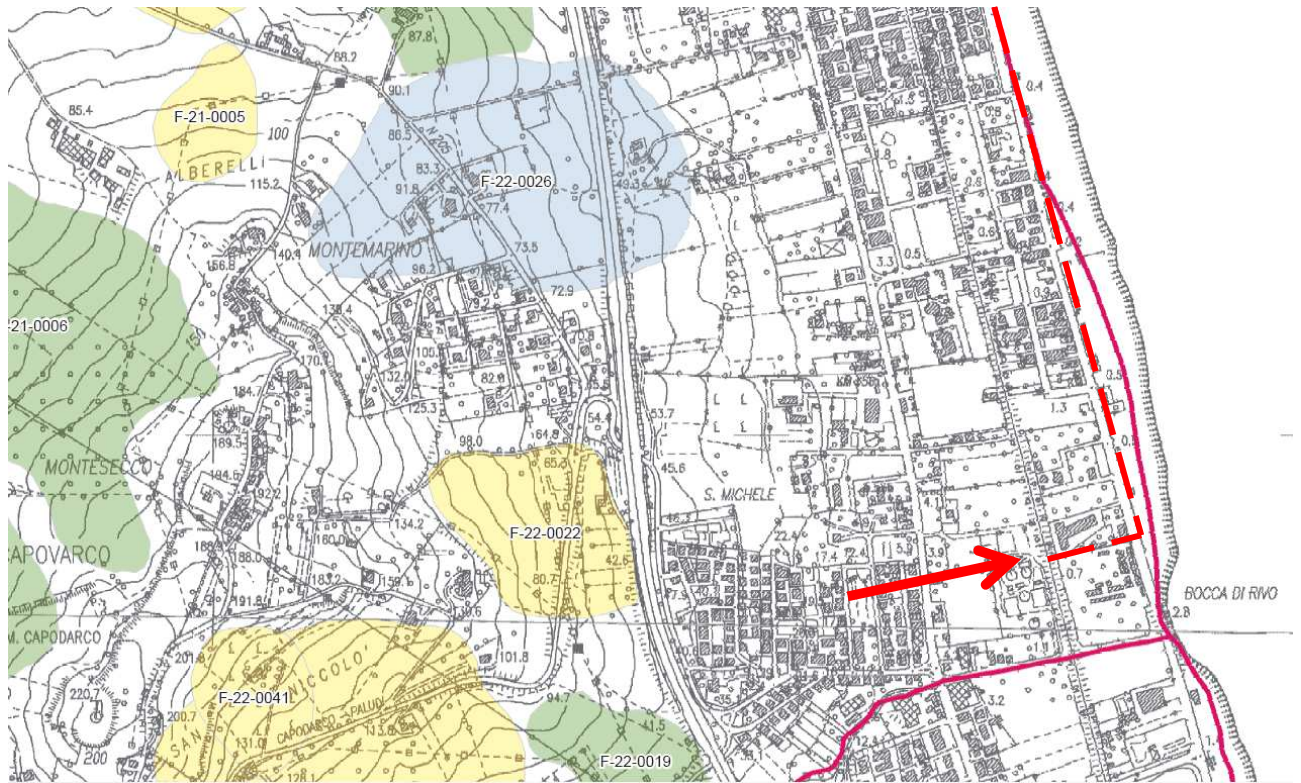
In particolare l'area in studio è ubicata ad una quota di circa 8 m s.l.m., subito a Ovest di Lido San Tommaso, sui depositi Alluvionali del Fiume Tenna, che scorre subito a Nord dell'area in studio.

Nell'area in studio, il substrato, localmente non affiorante, risulta coperto da uno spessore variabile di depositi Alluvionali terrazzati del Fiume Tenna e di depositi Colluviali. L'origine degli stessi è da attribuirsi in parte all'attività dell'uomo ed in parte agli agenti esogeni che hanno causato l'alterazione e la disgregazione del substrato con la produzione di materiale che si accumula sul posto "eluvium" o che, trasportato dall'acqua superficiale e da fenomeni gravitativi (reptazioni, soliflussi, piccole frane...) si deposita lungo i versanti fino al fondo delle valli "colluvium" con il conseguente trasporto e deposito lungo il versante dei materiali. Questi sedimenti sono costituiti da sabbie, limi ed argille di vario colore (bruno, oca, grigio, ecc..), che inglobano una percentuale variabile di clasti arenacei grossolani.

Le acque meteoriche e di scolo in parte sono assorbite dai terreni agricoli circostanti ed in parte si raccolgono nel Fosso Valloscura, nel Fosso degli Alberelli, che scorrono nell'area in esame.

Le altre forme osservabili nella zona sono il frutto di modificazioni avvenute nei secoli dall'opera dell'uomo attraverso l'edificazione, la pratica agricola e la realizzazione di strade.

**Dalla visione della carta del Piano Assetto Idrogeologico redatta dall'Autorità di Bacino l'area in studio non ricade in un'area censita come a rischio di esondazione né a rischio idrogeologico di frana**



Dalla lettura della cartografia elaborata dai tecnici della Regione Marche, per la stesura del "Piano Assetto Idrogeologico (PAI)", le aree in oggetto **non sono state inserite** all'interno di aree perimetrate come a rischio idrogeologico o di esondazione.

## 5 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA

### 5.1. Idrografia superficiale

Nelle immediate vicinanze della struttura in oggetto si rinvengono diverse vie di scorrimento preferenziale delle acque superficiali, rappresentate dal Fiume Tenna, dal Fosso degli Alberelli e, più in generale, dai fossi grandi e piccoli che terminano nel litorale adriatico; durante periodi caratterizzati da intense precipitazioni, le acque meteoriche, che cadono nell'area circostante ed in quella in esame, vengono a) in parte vengono assorbite dai terreni circostanti e b) in parte defluiscono nel Fosso Valloscura, nel Fosso degli Alberelli e, più in generale, nei fossi grandi e piccoli che terminano nel litorale adriatico.

### 5.2. Acque sotterranee

Da un punto di vista idrologico i depositi alluvionali presenti nell'area possono essere classificati come "mediamente permeabili" con un coefficiente di permeabilità relativa (k) compreso tra  $10^{-3}$  e  $10^{-5}$  cm/sec; le intercalazioni lenticolari limoso-sabbiose ed argillose possono essere classificati come "scarsamente permeabili" ( $10^{-3} > k > 10^{-7}$  cm/sec) oppure "praticamente impermeabili"  $k < 10^{-7}$  cm/sec

spessore	Grado di permeabilità						K cm/s	Descrizione
	$10^{-9}$	$10^{-7}$	$10^{-5}$	$10^{-3}$		litologia		
	imper. abile	Molto basso	basso	Medio	alto			
								<p><b>Substrato</b></p> <p>In questi sedimenti la circolazione idrica è legata al grado di alterazione che genera fratture ed interstizi, sono perciò impermeabili laddove integri.</p> <p>Vista le caratteristiche che presentano in sito posso essere considerati permeabili nei primi cm, in quanto fortemente alterati, mentre man mano che si va in profondità, diminuisce l'alterazione, e divengono impermeabili. Pertanto nel complesso possono essere considerati</p> <p><b>"terreni a drenaggio povero"</b></p>

## 6 PEDOLOGIA

Le aree in zona agricola presentano il suolo agrario risultante completamente in situ, mentre quelle in zona litorale è quasi del tutto assente, soprattutto sui depositi di spiaggia del tratto di litorale adriatico.

## 7 STATO DELLE OPERE E CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

La progettazione è finalizzata a raggiungere un assetto definitivo e più razionale risolvendo le problematiche legate alla presenza del depuratore Lido, ubicato all'interno del centro abitato del Lido di Fermo in adiacenza di importanti ed affollatissime strutture ricettive che presenta delle criticità soprattutto nella stagione estiva in coincidenza con il massimo afflusso turistico.

Il depuratore Lido si trova a ridosso della spiaggia in un tratto intensamente sfruttato ai fini balneari. Lo scarico di detto impianto confluisce a pelo libero nel fosso Valloscura, a poche decine di metri dalla battigia, che segna il confine tra le spiagge di Lido di Fermo a nord e Porto San Giorgio a sud.

Questa progettazione prevede "lo spostamento del depuratore Lido" convogliando i liquami in questo momento in esso trattati al depuratore Basso Tenna. Quest'ultimo depuratore, di moderna concezione, è ubicato in una zona più idonea al trattamento dei liquami con scarico più lontano dalla battigia e confluyente nel fiume Tenna, la cui portata è notevolmente superiore a quella del torrente Valloscura ove confluiscono i liquami del depuratore Lido.

L'intervento prevede l'intercettazione delle condotte fognarie che attualmente confluiscono al depuratore Lido: due a gravità provenienti dal Comune di Fermo ed una premente proveniente dal Comune di Porto San Giorgio. I liquami, previa grigliatura grossolana, vengono avviati a gravità alla stazione di sollevamento IS1 di nuova realizzazione sul lungomare, affiancata a quella esistente S18.

La stazione di sollevamento esistente S18 è l'ultima di una serie di stazioni di sollevamento esistenti ubicate sul lungomare Tre Archi- Casabianca- Lido che sono funzionali al collettore di gronda litoraneo, che partendo dal confine nord del Comune di Fermo, per mezzo di n° 4 Sollevamenti collegati da condotte a gravità in PVC leggero posato all'interno di una canaletta in cls, convoglia i liquami da Lido Tre Archi al depuratore Lido di Fermo.

Tale collettore viene sostituito, nella sua funzione principale, con la posa in affiancamento di una linea premente che inverte il senso di percorrenza principale dei liquami. I liquami vengono infatti captati al depuratore Lido e pompato sino al depuratore Basso Tenna. Per evitare di pompare i liquami provenienti da Capodarco e Lido Tre Archi, prima sino al depuratore Lido e poi riprenderli e rilanciarli sino al depuratore Basso Tenna, si crea una stazione di pompaggio intermedia (IS2) ove si realizza un pelo libero per raccogliere, in prossimità della foce del fosso Alberelli, i contributi provenienti dalle zone site a nord dello stesso.

Il liquame captato nel depuratore Lido viene pompato con un primo tratto premente composto da due condutture affiancate del diametro DN 500 di Ghisa Sferoidale sino alla stazione IS2, realizzata in prossimità della stazione esistente S25 dove si raccoglie il contributo di Lido tre Archi S. Tommaso e delle case a valle del depuratore Basso Tenna.

Dal sollevamento IS2 parte una nuova linea, che costituisce il secondo tratto premente, composto sempre da due condutture affiancate del diametro DN 500 di Ghisa Sferoidale, sino al pozzetto di derivazione che intercetta il collettore posato lungo la strada provinciale n° 224 delle Paludi da cui parte il collettore a gravità Dn 630 già previsto ed in corso di realizzazione con un intervento da parte della Ciip S.p.A denominato FY36

La nuova linea premente, che parte dal sollevamento IS2, fiancheggia il fosso Alberelli, attraversa la linea Ferroviaria Ancona Pescara, la strada Nazionale SS16 e l'autostrada Bologna Canosa A14 e dopo l'attraversamento del fosso Alberelli attraversa anche la strada provinciale N° 224 Paludi e quindi raggiunge il depuratore Basso Tenna.

La condotta è prevista con livellette sempre crescenti evitando il ricorso a scarichi e sfiati sempre difficili da gestire in presenza di collettamento di acque nere.

In corrispondenza del pozzetto derivatore, sito in un punto di massima della livelletta della condotta, è prevista una saracinesca per ogni linea premente per realizzare l'unico punto di sfiato del tracciato.

All'interno del depuratore Basso Tenna i liquami vengono sottoposti ad una grigliatura fine e quindi avviati al trattamento di depurazione come indicato nel progetto, oggetto dello stesso incarico, "Potenziamento sino alla potenzialità di 70.000 abitanti equivalenti del depuratore basso Tenna nel Comune di Fermo 1° e 2° stralcio", redatto contestualmente alla presente progettazione.

Il progetto oltre agli interventi di riconversione e demolizione all'interno del depuratore Lido e la realizzazione di due nuove stazioni di pompaggio prevede la costruzione di ml 5.778,0 di condotte così suddivisi

Spina A ml 564,00

Spina B ml.93,00

Condotta premente primo tratto da IS1 a IS2 ml 2.607,00

Condotta premente secondo tratto da IS2 a al pozzetto di derivazione ml 1.708,00

Condotta premente terzo tratto da l pozzetto derivazione al depuratore Basso Tenna ml 806,00



## 8 GEOTECNICA E MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

### 7.1 Caratteristiche Litologiche e Geotecniche medie

La situazione stratigrafica locale è stata ottenuta mediante la visione diretta degli affioramenti esistenti nell'area in esame, dall'interpretazione di prove penetrometriche effettuate dallo scrivente nelle aree vicine. Tali dati sono stati confrontati con dati ricavati da prove eseguite in aree limitrofe su terreni simili a quelli in sito. I coefficienti geotecnici medi ( $m$ ) di seguito riportati sono stati desunti dall'interpretazione di prove penetrometriche eseguite per l'espletamento di elaborati eseguiti per la realizzazione di alcuni edifici limitrofi alla zona in esame e correlati con valori presi dalla letteratura tecnica esistente.

Le caratteristiche geomeccaniche, espresse per quel che riguarda i parametri meccanici attraverso valori caratteristici dei terreni presenti nell'area, utili per la completa definizione del modello geotecnico del sottosuolo, sono state desunte dalle prove geomeccaniche eseguite mediante il martello di Schmidt sul substrato affiorante nell'area, dalle analisi e prove di laboratorio effettuate, nelle immediate vicinanze, su materiali analoghi per caratteristiche litologiche e dalla letteratura tecnica esistente.

Queste possono essere così attribuite:

		Depositi di Spiaggia							
		Parametri di campagna		Parametri medi ( $m$ )					
		SPT 1	SPT 2	media	U.M.			U.M.	
Peso di Volume	$\gamma$	21,60	22,00	$\gamma_M$	21,80	kN/m <sup>3</sup>	x	2,18	g/cm <sup>3</sup>
Densità Relativa	$D_r$	100,00	100,00	$D_{rM}$	100,00	%	x	100	%
Modulo Edometrico	$E$	94,22	107,57	$E_M$	100,90	MPa	x	100,9	kg/cm <sup>2</sup>
Modulo di deformazione	$G$	1714,29	2034,76	$G_M$	1874,53	kPa		1874,53	kg/cm <sup>2</sup>
Angolo di attrito	$\varphi$	37,1	38,9	$\varphi$	38,0	gradi	x	38	gradi
Modulo di reazione	$K_0$	5,95	6,77	$K_{0M}$	6,36		x	6,36	
Resistenza alla punta	$Q_c$	65,00	78,00	$K_s$	71,50		x	71,5	kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,29	0,28	$\nu$	0,29		x	0,29	

		Depositi Alluvionali Terrazzati							
		Parametri di campagna		Parametri medi ( $m$ )					
		P.1	P.2	media	U.M.			U.M.	
Peso di Volume	$\gamma$	17,00	17,00	$\gamma_M$	17,00	kN/m <sup>3</sup>	x	1,733	g/cm <sup>3</sup>
Densità Relativa	$D_r$	80,00	80,00	$D_{rM}$	80,00	%	x	80	%
Modulo di elasticità	$E$	450,00	450,00	$E$	450,00	MPa	x	4588	kg/cm <sup>2</sup>
Coesione efficace	$c'$	0,00	0,00	$c'_m$	0,00	kPa		0	kg/cm <sup>2</sup>
Angolo di attrito	$\varphi$	31,0	31,0	$\varphi$	31,0	gradi	x	31	gradi
Modulo di reazione	$K_0$	2,10	2,10	$K_{0M}$	2,10		x	2,10	
Modulo di def. al taglio	$G$	566,00	566,00	$K_s$	566,00		x	566	kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,33	0,33	$\nu$	0,33		x	0,33	

## 7.2 Parametri geotecnici caratteristici

Nel presente paragrafo sono quantificati i parametri caratteristici ( $F_k$ ) dei litotipi rilevati nel sito di progetto, sui quali si applicano i coefficienti di sicurezza parziali (CP) in funzione dello stato limite considerato nelle verifiche allo S.L.U.

Il D.M. 14.01.2008 fissa, per i parametri geotecnici del terreno, in particolare di resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo Gaussiano, un valore  $X=-1,645$ .

Da cui:

$$\varphi'k = \varphi'm \cdot (1 + X \cdot V\varphi) = \varphi'm \cdot (1 - 1,645 \cdot V\varphi)$$

$$c'k = c'm \cdot (1 + X \cdot Vc) = c'm \cdot (1 - 1,645 \cdot Vc)$$

(°) = coefficiente di variazione = rapporto tra lo scarto quadratico medio e la differenza dei valori

La deviazione standard si esplicita nella forma a tre variabili:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N f_i^2}{N} - \left(\bar{f}\right)^2}$$

I parametri geotecnici caratteristici ( $F_k$ ) possono essere ricavati applicando la deviazione standard partendo dai dati di campagna riportati nel precedente paragrafo.

## 7.3 Vita Nominale $V_N$

Il D.M. 14.01.2008 prevede che la vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  sia intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC08.

Tab. 2.4.I delle NTC-08 – Vita nominale

TIPI DI COSTRUZIONE		VITA NOMINALE $V_N$ (IN ANNI)
1	OPERE PROVVISORIE – OPERE PROVVISORIALI – STRUTTURE IN FASE COSTRUTTIVA	$\leq 10$
2	OPERE ORDINARIE. PONTI, OPERE INFRASTRUTTURALI E DIGHE DI DIMENSIONI CONTENUTE O DI IMPORTANZA NORMALE	$\geq 50$
3	GRANDI OPERE, PONTI, OPERE INFRASTRUTTURALI E DIGHE DI GRANDI DIMENSIONI O DI IMPORTANZA STRATEGICA	$\geq 100$

Nel nostro caso abbiamo una **tipologia di costruzione 2 con Vita nominale  $V_N \geq 50$  anni**

## 7.4 Classi d'Uso (CU)

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono divise in classi d'uso così

definite:

<b>CLASSE I</b>	COSTRUZIONI CON PRESENZA SOLO OCCASIONALE DI PERSONE. EDIFICI AGRICOLI
<b>CLASSE II</b>	COSTRUZIONI IL CUI USO PREVEDA NORMALI AFFOLLAMENTI, SENZA CONTENUTI PERICOLOSI PER L'AMBIENTE E SENZA FUNZIONI PUBBLICHE E SOCIALI ESSENZIALI. INDUSTRIE CON ATTIVITÀ NON PERICOLOSE PER L'AMBIENTE. PONTI, OPERE INFRASTRUTTURALI, RETI VIARIE NON RICADENTI IN <i>CLASSE D'USO III E IV</i> , RETI FERROVIARIE LA CUI INTERRUZIONE NON PROVOCI SITUAZIONI DI EMERGENZA. DIGHE IL CUI COLLASSO NON PROVOCI CONSEGUENZE RILEVANTI
<b>CLASSE III</b>	COSTRUZIONI IL CUI USO PREVEDA AFFOLLAMENTI SIGNIFICATIVI. INDUSTRIE CON ATTIVITÀ PERICOLOSE PER L'AMBIENTE. RETI VIARIE EXTRAURBANE NON RICADENTI IN <i>CLASSE D'USO IV</i> , RETI FERROVIARIE LA CUI INTERRUZIONE PROVOCI SITUAZIONI DI EMERGENZA. DIGHE RILEVANTI PER LE CONSEGUENZE DI UN LORO EVENTUALE COLLASSO
<b>CLASSE IV</b>	COSTRUZIONI CON FUNZIONI PUBBLICHE O STRATEGICHE IMPORTANTI, ANCHE CON RIFERIMENTO ALLA GESTIONE DELLA PROTEZIONE CIVILE IN CASO DI CALAMITÀ. INDUSTRIE CON ATTIVITÀ PARTICOLARMENTE PERICOLOSE PER L'AMBIENTE. RETI VIARIE DI TIPO A E B, DI CUI AL D.M. 5 NOVEMBRE 2001 N. 6792 "NORME FUNZIONALI E GEOMETRICHE PER LA COSTRUZIONE DELLE STRADE", E DI TIPO C QUANDO APPARTENENTI AD ITENERARI DI COLLEGAMENTO TRA CAPOLUOGHI DI PROVINCIA NON ALTRESÌ SERVITI DA STRADE DI TIPO A O B. PONTI E RETI FERROVIARIE DI IMPORTANZA CRITICA PER IL MANTENIMENTO DELLE VIE DI COMUNICAZIONE, PARTICOLARMENTE DOPO UN EVENTO SISMICO. DIGHE CONNESSE AL FUNZIONAMENTO DI ACQUEDOTTI E A IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Nel caso in esame si ricade nella **Classe II**

### 7.5 Vita di riferimento

La vita di riferimento di ciascuna costruzione viene valutata in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella Tab. 2.4 II delle NCT08.

Tab. 2.4.II delle NTC-08

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0.7	1	1.5	2

La vita di riferimento per il caso in esame è uguale a:  $V_R = 50 * 1 = 50$  anni

### 8 AZIONE SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (T.U. Norme Tecniche per costruzioni in zone sismiche), si è provveduto alla caratterizzazione delle diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione a partire dal piano di posa, tramite il discriminare delle differenti  $V_s$ .

## 8.1 Aspetti geodinamici e sismicità

Il Comune di Fermo (AP) è classificato in **Zona Sismica 2** in base alla classificazione sismica del territorio nazionale riportata nell'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 25 Marzo 2003.

Il comune in oggetto viene compreso in zona:

Comune	zona
Fermo	2

Per tale Zona sismica si associa un valore di  $A_{(g)}$ , accelerazione orizzontale al suolo espressa come frazione dell'accelerazione di gravità ( $g$ ) pari a:

ZONA	$A_{(g)}$ d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)	$A_{(g)}$ con probabilità di superamento della soglia pari al 10% in 50 anni
2	0.25	0.15 ÷ 0.25

## 8.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO

Per classificare un sito da un punto di vista sismico è necessario conoscere le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti:

> Il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock-like) con velocità delle onde S nettamente maggiori ai livelli sovrastanti (in genere  $V_s > 500$  m/s).

> La velocità delle onde S negli strati di copertura.

L'ordinanza della P.C.M. n°3274 del 25 Marzo 2003 e ss.mm.ii. aggiornava la normativa sismica vigente con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale di un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo e propone una classificazione di un sito basata sulle tipologie di suolo del profilo stratigrafico che vengono individuate in relazione ai parametri di velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ) mediate sui primi trenta metri di terreno, o sulla base dei valori NSPT ed infine sulla base dei valori della CU. Tale Ordinanza prevede inoltre l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S1 e S2)

Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni, sono:

<b>A.</b>	AMMASSI ROCCIOSI AFFIORANTI O TERRENI MOLTO RIGIDI CARATTERIZZATI DA VALORI DI $V_{s,30}$ SUPERIORI A 800 M/S, EVENTUALMENTE COMPREDENTI IN SUPERFICIE UNO STRATO DI ALTERAZIONE, CON SPESSORE MASSIMO PARI A 3 M.
<b>B.</b>	ROCCIE TENERE E DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA MOLTO ADDENSATI O TERRENI A GRANA FINA MOLTO CONSISTENTI CON SPESSORI SUPERIORI A 30 M, CARATTERIZZATI DA UN GRADUALE MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI $V_{s,30}$ COMPRESI TRA 360 M/S E 800 M/S (OVVERO $NSPT_{30} > 50$ NEI TERRENI A GRANA GROSSA E $CU_{30} > 250$ KPa NEI TERRENI A GRANA FINA).
<b>C.</b>	DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA MEDIAMENTE ADDENSATI O TERRENI A GRANA FINA MEDIAMENTE CONSISTENTI CON SPESSORI SUPERIORI A 30 M, CARATTERIZZATI DA UN GRADUALE MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI $V_{s,30}$ COMPRESI TRA 180 M/S E 360 M/S (OVVERO $15 < NSPT_{30} < 50$ NEI TERRENI A GRANA GROSSA E $70 < CU_{30} < 250$ KPa NEI TERRENI A GRANA FINA).
<b>D.</b>	DEPOSITI DI TERRENI A GRANA GROSSA SCARSAMENTE ADDENSATI O DI TERRENI A GRANA FINA SCARSAMENTE CONSISTENTI, CON SPESSORI SUPERIORI A 30 M, CARATTERIZZATI DA UN GRADUALE MIGLIORAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE CON LA PROFONDITÀ E DA VALORI DI $V_{s,30}$ INFERIORI A 180 M/S (OVVERO $NSPT_{30} < 15$ NEI TERRENI A GRANA GROSSA E $CU_{30} < 70$ KPa NEI TERRENI A GRANA FINA).
<b>E.</b>	TERRENI DEI SOTTOSUOLI DI TIPO C O D PER SPESSORE NON SUPERIORE A 20 M, POSTI SUL SUBSTRATO DI RIFERIMENTO (CON $V_s > 800$ M/S).
<b>SI.</b>	DEPOSITI DI TERRENI CARATTERIZZATI DA VALORI DI $V_{s,30}$ INFERIORI A 100 M/S (OVVERO $10 < CU_{30} < 20$ KPa), CHE INCLUDONO UNO STRATO DI ALMENO 8 M DI TERRENI A GRANA FINA DI BASSA CONSISTENZA, OPPURE CHE INCLUDONO ALMENO 3 M DI TORBAO DI ARGILLE ALTAMENTE ORGANICHE.
<b>S2.</b>	DEPOSITI DI TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE, DI ARGILLE SENSITIVE O QUALSIASI ALTRA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO NON CLASSIFICABILE NEI TIPI PRECEDENTI.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (T.U. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche), si è provveduto alla caratterizzazione delle diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, a partire dal piano di posa, tramite il discriminare delle differenti " $V_s$ ".

La classificazione del suolo è stata effettuata mediante la visione degli affioramenti esistenti, comparata con indagini sismiche effettuate dallo scrivente su suoli analoghi.

Secondo la parametrizzazione effettuata, essendo presenti terreni a grana fine mediamente addensati con spessore non superiore a 20,0m poggianti su un suolo rigido con  $V_s > 800$  m/s (arenarie), riferendosi alla classificazione fatta nel D.M. in oggetto, i trenta metri di terreno, a partire dal piano di fondazione, possono essere considerati:

VELOCITA' ONDE $V_{s30}$	SUOLO
Depositi di sabbie e ghiaia molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT > 50$ , o coesione non drenata $cu > 250$ kPa.	<b>B</b>

### 8.3 Amplificazione topografica

Il D.M. 14/01/08 prevede che nei siti suscettibili di amplificazione topografica venga introdotto un coefficiente moltiplicativo ( $S_T \geq 1$ ) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale caratteristica morfologica.

Categoria topografica	$\alpha$	Ubicazione dell'opera	$S_T$
<b>T1</b>	$\alpha$	-	1.0
<b>T2</b> Pendii o rilievi isolati	$\alpha > 15$	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
<b>T3</b> Rilievi con larghezze alle sommità molto inferiori a quelle alla base	$15 < \alpha < 30$	In corrispondenza della cresta del pendio	1.2
<b>T4</b>	$\alpha > 30$	In corrispondenza della cresta del pendio	1.4

$\alpha$  = inclinazione media del versante.

Per l'area di progetto con "α" = 15°, si ha: **categoria sismica T1**, con **S<sub>T</sub> = 1,0**

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
<b>T1</b>	*Pendii e rilievi con pendenza i < 30°

Il coefficiente di amplificazione topografica, funzione dell'inclinazione del versante può essere ricavato mediante una verifica più rigorosa con la seguente equazione empirica ottenuta interpolando i valori di S<sub>T</sub> indicati nel D.M. 14/01/08 (con "α" inclinazione MEDIA del pendio):

$$S_T = e^{(0.7 \cdot \tan \alpha)}$$

Per l'area di progetto, con "α" = 6° si ha: **Categoria T1 con S<sub>T</sub> = 1.0**

#### 8.4 Amplificazione stratigrafica

Il D.M. 14/01/08 prevede che nei siti suscettibili di amplificazione stratigrafica venga introdotto un coefficiente (S<sub>S</sub>) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale caratteristica morfologica.

Il fattore di amplificazione stratigrafica S<sub>S</sub> può essere calcolato in funzione dei valori F<sub>0</sub> e A<sub>g</sub>/g mediante le espressioni fornite nella tabella sottostante nelle quali:

F<sub>0</sub> = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, sul sito di riferimento rigido orizzontale

A<sub>g</sub> = accelerazione orizzontale massima al suolo del terreno riscontrabile su sito di riferimento rigido orizzontale

g = accelerazione di gravità

Categoria suolo	S <sub>S</sub>
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 \times a_g/g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 \times a_g/g \leq 1,50$
D	$1,00 \leq 2,40 - 1,50 F_0 \times a_g/g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 \times a_g/g \leq 1,60$

Per l'area di progetto, con una categoria di Suolo **B** abbiamo: **S<sub>S</sub> =**

Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia (SLV)	Collasso (SLC)
<b>1,20</b>	<b>1,20</b>	<b>1,20</b>	<b>1,16</b>

#### 8.5 Valori di Pericolosità sismica

L'ordinanza della P.C.M. n°3519 del 28/04/2006 s.m.i., nell'allegato "b", definisce i valori standard di A<sub>(g)</sub> (SLV) e relative variabili: operatività (SLO), danno (SLD) e collasso (SLC) calcolati su griglia con passo 0.02°, in relazione alle coordinate geografiche dell'area di riferimento (latitudine e longitudine) su base in scala 1:10.000

Nel seguito sono restituiti i relativi valori specifici per il "sito di progetto"

Area	Latitudine (Nord)	Longitudine (Est)	Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia (SLV)	Collasso (SLC)
Stazione sollevamento IS2	<b>43.223970°</b>	<b>13.780728°</b>	<b>0.047</b>	<b>0.060</b>	<b>0.180</b>	<b>0.235</b>

### 8.5 Valori di Pericolosità sismica

La massima accelerazione,  $a_{max}$ , usata nell'analisi quantitativa delle verifiche, è l'accelerazione orizzontale massima su un suolo rigido di categoria "A" corretta alle amplificazioni locali. L'accelerazione di picco al suolo, in assenza di analisi specifica della risposta sismica locale (microzonazione), può essere secondo la relazione proposta dal D.M. 14 Gennaio 2008:

$$a_{max} = a_g \times S = a_g \times (S_S - S_T)$$

con "S" coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), mentre  $A_g$  è l'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido.

L'accelerazione massima ( $A_{max}$ ) risulta pari a:

Salara

<b>Operatività (SLO)</b>	<b>Danno (SLD)</b>	<b>Salvaguardia (SLV)</b>	<b>Collasso (SLC)</b>
<b>0.552</b>	<b>0.704</b>	<b>2.121</b>	<b>2.674</b>

Via  n°

Comune  Cap

Provincia

---

**WGS84 (°)**

Latitudine

Longitudine

Isole



Visualizza vertici della maglia di appartenenza



(1)\* Il software converte i dati del sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

(1)\* Coordinate WGS84 (°)  
 Latitudine  Longitudine

(1)\* Coordinate ED50 (°)  
 Latitudine  Longitudine

Classe dell'edificio

Vita nominale   
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)  
 Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>0</sub> [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>0</sub> [s]
Operatività (SLO)	30	0,047	2,407	0,280
Danno (SLD)	50	0,060	2,530	0,283
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,180	2,463	0,300
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,235	2,514	0,316
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

**CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI**

Muri di sostegno  Parete  
 Stabilità dei pendii e fondazioni  
 Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)   
 us (m)

Categoria sottosuolo   
 Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Sa * Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,16
Cc * Coeff. funz categoria	1,42	1,42	1,40	1,39
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,014	0,052	0,076
kv	0,006	0,007	0,026	0,038
Amax [m/s²]	0,552	0,704	2,121	2,674
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280



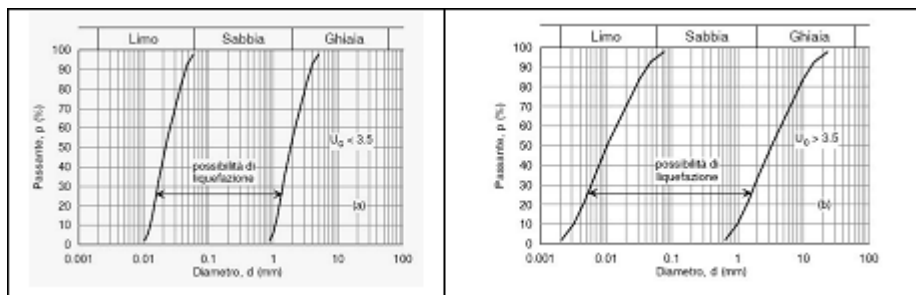
## 8.6 Verifica alla liquefazione dinamica

Il D.M. 14 Gennaio 2008 decreta al punto 7.11.3.4.2 che il sito di progetto nel quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno dovesse risultare suscettibile di liquefazione e gli effetti delle conseguenze appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Una efficace valutazione di simile parametro deve tener conto delle seguenti variabili di progetto:

1. *magnitudo del sisma di progetto (per  $M < 5$ , la verifica può essere omessa)*
2. *accelerazioni massime attese  $A_{max}$  al piano campagna in assenza di manufatti (per  $A_{max} < 0.10g$  le verifiche possono essere omesse)*
3. *profondità media stagionale della falda (per falda assente e/o profondità della falda superiore a 15 m dal piano campagna le verifiche possono essere omesse)*
4. *tipologia di deposito (per depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $N_{spt} > 30$  oppure  $q_c > 100MPa$ )*
5. *distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura a sinistra nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  e nella figura a destra nel caso di terreni con coefficiente di Uniformità  $U_c > 3.5$*
- 6.



La sussistenza di uno solo dei 5 punti precedenti rende necessaria la verifica alla liquefazione.

## 09 CONCLUSIONI

Dai dati emersi mediante le indagini effettuate vengono fatte alcune considerazioni utili al progettista al fine di favorirlo nelle sue scelte progettuali:

- ✓ Le opere da realizzare sono poggiate sui depositi alluvionali terrazzati del Fiume Tenna, e sui depositi di spiaggia abbondantemente diffusi nell'area in questione.
- ✓ L'area in esame non presenta dissesti in atto o potenziali pertanto si può definire attualmente stabile.
- ✓ Le opere da realizzare non modificano in nessun modo il regime idrogeologico esistente non avendosi interferenza tra le fondazioni e l'alveo attuale del Fiume.
- ✓ Il piano di posa delle fondazioni delle sole stazioni di sollevamento fognario IS1 ed IS2 sono individuati nei depositi di spiaggia, aventi buone caratteristiche meccaniche come si evince dall'elaborazione delle prove SPT allegate al presente studio
- ✓ Si dovrà porre particolare attenzione al livello di falda durante l'esecuzione degli sbancamenti, evitando periodi particolarmente piovosi, in quanto il livello di falda

misurato nei fori di sondaggio (Marzo 2016) si attesta intorno ai -1,8 -2,0 m dal piano campagna attuale

- ✓ Nel rimodellamento morfologico finale dell'area, si dovrà porre particolare attenzione nell'evitare che si formino zone di ristagno dell'acqua con deleteri fenomeni di saturazione del terreno e scadimento delle proprietà meccaniche del calcestruzzo di fondazione.

Ascoli Piceno, MARZO 2016

---

## **IL GEOLOGO**

DR. DIEGO PACETTI



## COORDINATE GEOGRAFICHE



LATITUDINE: 43.223970°

LONGITUDINE: 13.780728°

# SPETTRI DI RISPOSTA SISMICA

Via:  n°

Comune:  Cap:

Provincia:

---

WGS84 (°)

Latitudine:

Longitudine:

Isole:

(1)\* Coordinate WGS84 (°)  
 Latitudine:  Longitudine:

---

(1)\* Coordinate ED50 (°)  
 Latitudine:  Longitudine:

---

Classe dell'edificio

**Cv = 1**

Vita nominale   
 (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)  
 Interpolazione:

Mappa Satellite

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)\* Il software converte i dati del sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati e comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.  
 (2)\* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>0</sub> [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>0</sub> * [s]
Operatività (SLO)	30	0,047	2,407	0,280
Danno (SLD)	50	0,060	2,530	0,283
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,180	2,463	0,300
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,235	2,514	0,318
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

**CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI**

Muri di sostegno  Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
S <sub>s</sub> * Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,18
C <sub>c</sub> * Coeff. funz. categoria	1,42	1,42	1,40	1,39
S <sub>t</sub> * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,014	0,052	0,078
kv	0,008	0,007	0,028	0,038
Am <sub>ax</sub> [m/s²]	0,552	0,704	2,121	2,674
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: CIIP VETTORE SPA  
 Cantiere: CONDOTTA PREMENTE DEPURATORE LIDO DI FERMO - DEPURATORE BASSO TENNA (C.C. FXDD)  
 Località: COMUNE DI FERMO

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.76 m
Peso sistema di battuta	4.2 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1
Rivestimento/fanghi	No

**OPERATORE**  
**OPERE SPECIALI SRL**  
 OPERE SPECIALI SRL  
 Gaetano Matricardi



**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... spt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica

( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente  $M = 20 \text{ kg}$ , altezza di caduta  $H=0.20 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta = 10 \text{ cm}$ , punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
 massa battente  $M = 73 \text{ kg}$ , altezza di caduta  $H=0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta=30 \text{ cm}$ , punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8 \text{ mm}$ , area base cono  $A=20.27 \text{ cm}^2$  rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
 massa battente  $M=63.5 \text{ kg}$ , altezza caduta  $H=0.75 \text{ m}$ , avanzamento  $\delta=20-30 \text{ cm}$ , punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5 \text{ mm}$ , area base cono  $A = 20 \text{ cm}^2$ , rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con N<sub>spt</sub>

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo ( $\delta/N$ );

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

### Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

## **Valutazioni statistiche e correlazioni**

### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media + s**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media - s**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione  $d = 1$  mt..



## Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

### Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N<sub>spt</sub> il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N<sub>spt</sub> dello strato considerato risulta inferiore a N<sub>spt</sub> critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### Correzione N<sub>spt</sub> in presenza di falda

$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

N<sub>spt</sub> è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).

Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.

De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .

Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).

Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.

Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.

Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .

Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

### Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Meyerhof (1957).

Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

### Modulo Di Young ( $E_y$ )

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

**Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

**Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

**Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

**Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

**Velocità onde di taglio  $V_s$  (m/sec)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

**Modulo di deformazione di taglio (G)**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.  
Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

**Modulo di reazione (K<sub>0</sub>)**

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

**Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q<sub>c</sub>)**

- Robertson 1983 Q<sub>c</sub>

**Correlazioni geotecniche terreni coesivi****Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.  
Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).

Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .

Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .

Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .

Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.

- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

#### **Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )**

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (  $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

#### **Modulo Di Young ( $E_\gamma$ )**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

#### **Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

**PROVA SPT SU SONDAGGIO SG2**

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO  
 Prova eseguita in data 22/02/2016  
 Falda rilevata -1,8m

Profondità (m)	Nr. Colpi
6.15	3
6.30	5
6.45	5

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SG2****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	10	6.45	12.5	Gibbs & Holtz 1957	88.74

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	10	6.45	12.5	Sowers (1961)	31.5

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Bowles (1982) Sabbia Media	137.50

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53.14

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	10	6.45	12.5	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Meyerhof ed altri	1.81

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	10	6.45	12.5	(A.G.I.)	0.33

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Ohsaki (Sabbie pulite)	698.25

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	10	6.45	12.5		194.45

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	10	6.45	12.5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	10	6.45	12.5	Navfac 1971-1982	2.63

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Robertson 1983	25.00

**PROVA SPT SU SONDAGGIO SG8**

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO  
 Prova eseguita in data 23/02/2016  
 Falda rilevata -1,8m

Profondità (m)	Nr. Colpi
6.15	3
6.30	4
6.45	6

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SG8****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	10	6.45	12.5	Gibbs & Holtz 1957	88.74

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	10	6.45	12.5	Sowers (1961)	31.5

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Bowles (1982) Sabbia Media	137.50

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53.14

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	10	6.45	12.5	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Meyerhof ed altri	1.81

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	10	6.45	12.5	(A.G.I.)	0.33

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Ohsaki (Sabbie pulite)	698.25

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	10	6.45	12.5		194.45

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	10	6.45	12.5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	10	6.45	12.5	Navfac 1971-1982	2.63

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	10	6.45	12.5	Robertson 1983	25.00

**PROVA SPT SU SONDAGGIO SG 12**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO  
 24/02/2016

Profondità (m)	Nr. Colpi
3.15	2
3.30	4
3.45	8

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SG 12****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	12	3.45	13.5	Gibbs & Holtz 1957	92.22

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	12	3.45	13.5	Sowers (1961)	31.78

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Bowles (1982) Sabbia Media	142.50

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	55.19

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	12	3.45	13.5	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Meyerhof ed altri	1.84

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94



**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	12	3.45	13.5	(A.G.I.)	0.33

**Modulo di deformazione a taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Ohsaki (Sabbie pulite)	750.63

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	12	3.45	13.5		202.08

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	12	3.45	13.5	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

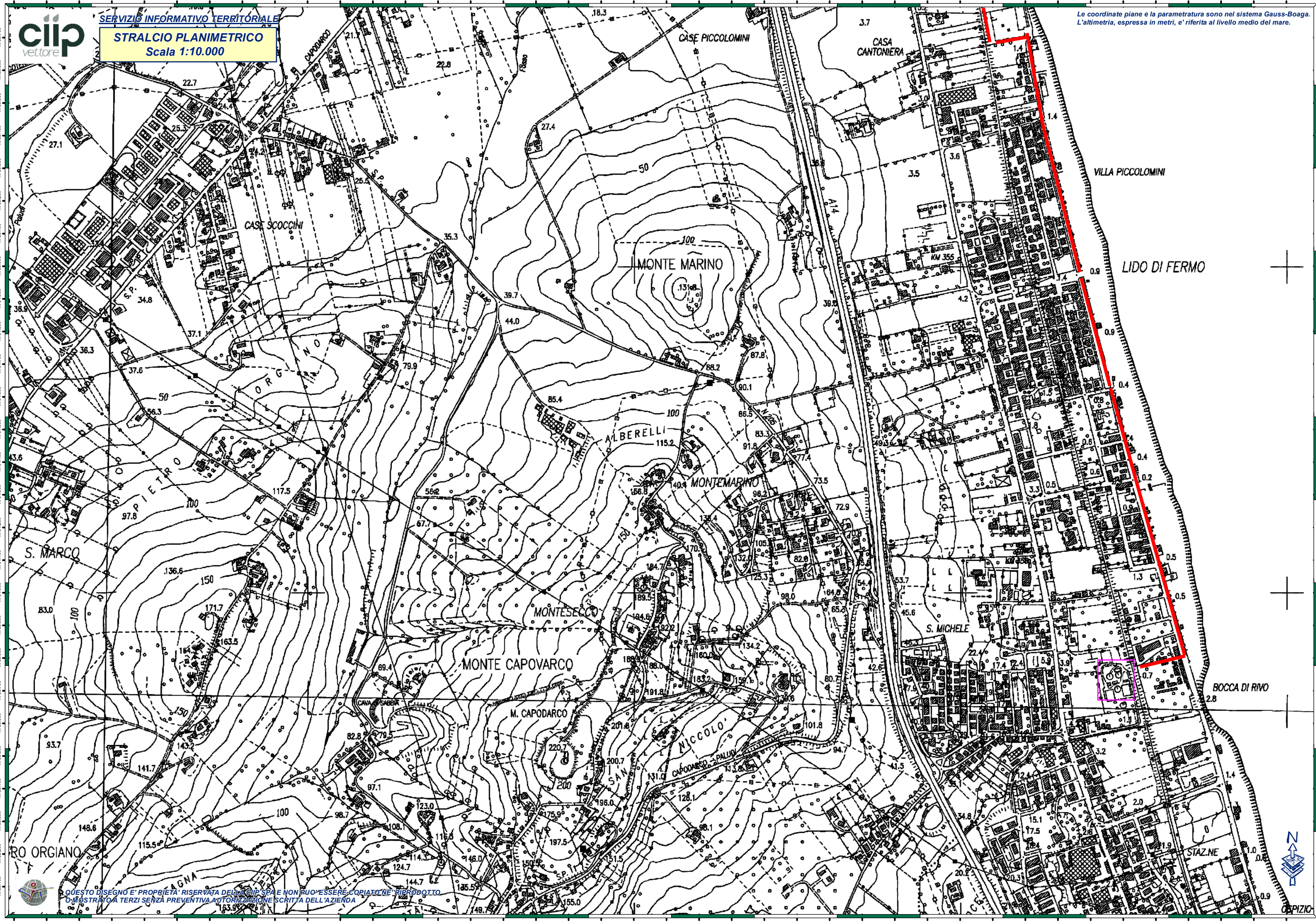
**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	12	3.45	13.5	Navfac 1971-1982	2.83

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	12	3.45	13.5	Robertson 1983	27.00

2418.100 2418.200 2418.300 2418.400 2418.500 2418.600 2418.700 2418.800 2418.900 2419.000 2419.100 2419.200 2419.300 2419.400 2419.500 2419.600 2419.700 2419.800 2419.900 2420.000 2420.100 2420.200 2420.300 2420.400 2420.500 2420.600 2420.700 2420.800 2420.900 2421.000 2421.100 2421.200 2421.300 2421.400 2421.500 2421.600 2421.700 2421.800 2421.900 2422.000



Le coordinate piane e la parametratura sono nel sistema Gauss-Boaga. L'altimetria, espressa in metri, e' riferita al livello medio del mare.



SERVIZIO INFORMATIVO TERRITORIALE  
STRALCIO PLANIMETRICO  
Scala 1:10.000

QUESTO DISEGNO E' PROPRIETA' RISERVATA DELLA CIP SPA E NON PUO' ESSERE COPIATO, NE' RIPRODOTTO, O MOSTRATO A TERZI SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELL'AZIENDA

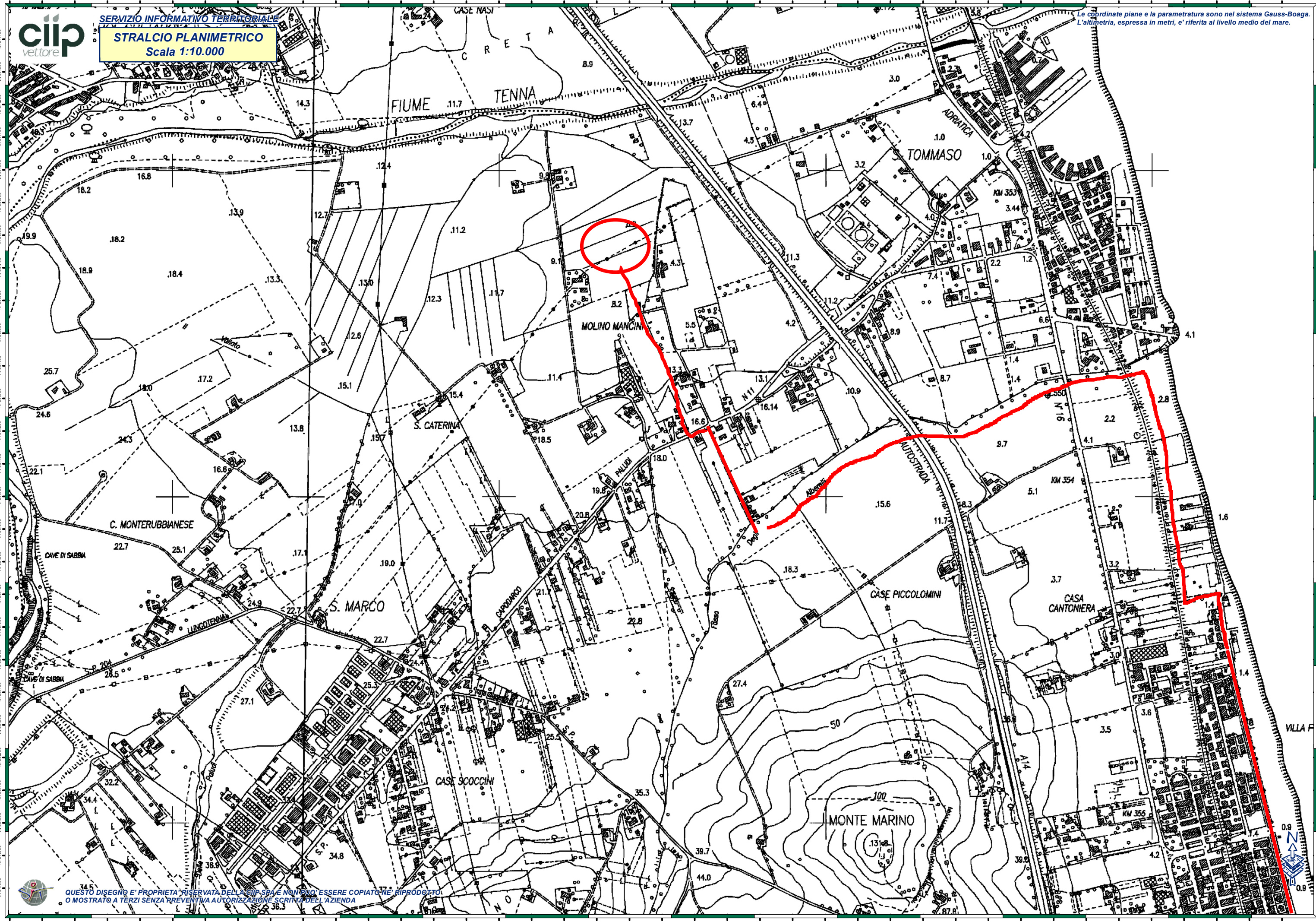


2417.500 2417.600 2417.700 2417.800 2417.900 2418.000 2418.100 2418.200 2418.300 2418.400 2418.500 2418.600 2418.700 2418.800 2418.900 2419.000 2419.100 2419.200 2419.300 2419.400 2419.500 2419.600 2419.700 2419.800 2419.900 2420.000 2420.100 2420.200 2420.300 2420.400 2420.500 2420.600 2420.700 2420.800 2420.900 2421.000 2421.100 2421.200 2421.300 2421.400

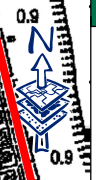


SERVIZIO INFORMATIVO TERRITORIALE  
**STRALCIO PLANIMETRICO**  
Scala 1:10.000

Le coordinate piane e la parametratura sono nel sistema Gauss-Boaga.  
L'altimetria, espressa in metri, e' riferita al livello medio del mare.



QUESTO DISEGNO E' PROPRIETA' RISERVATA DELLA CIP SPA E NON PUO' ESSERE COPIATO, NE RIPRODOTTO, O MOSTRATO A TERZI SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELL'AZIENDA



2417.500 2417.600 2417.700 2417.800 2417.900 2418.000 2418.100 2418.200 2418.300 2418.400 2418.500 2418.600 2418.700 2418.800 2418.900 2419.000 2419.100 2419.200 2419.300 2419.400 2419.500 2419.600 2419.700 2419.800 2419.900 2420.000 2420.100 2420.200 2420.300 2420.400 2420.500 2420.600 2420.700 2420.800 2420.900 2421.000 2421.100 2421.200 2421.300 2421.400



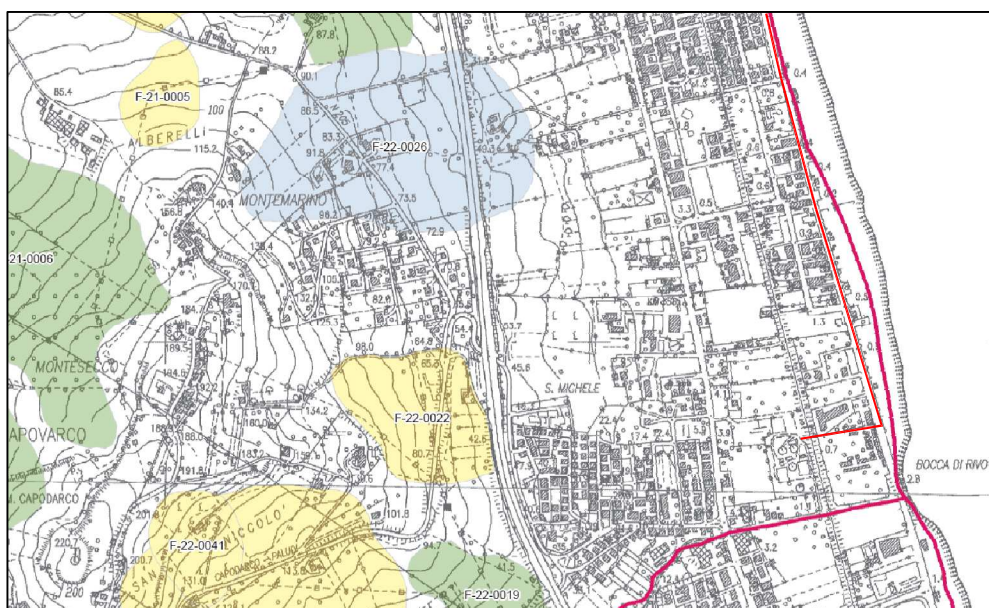
# REGIONE MARCHE

Autorita' di Bacino Regionale

## Piano Assetto Idrogeologico (PAI) CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

### Tavola RI 54

Scala 1:10.000



### LEGENDA

Aree a rischio frana  
(codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

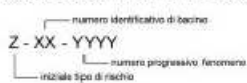
Aree a rischio esondazione  
(codice E-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio valanga  
(codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)

DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI FENOMENI



Limite di bacino idrografico

+ Limite Regionale

Limite Provinciale

Limite Comunale

### DEFINIZIONE (DPR 23/9/98 ex L.267/99) GRADI DI RISCHIO

Le diverse situazioni sono aggregate in quattro classi di rischio a gravosità crescente [...] alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

**moderato R1:** per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;

**medio R2:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

**elevato R3:** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;

**molto elevato R4:** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

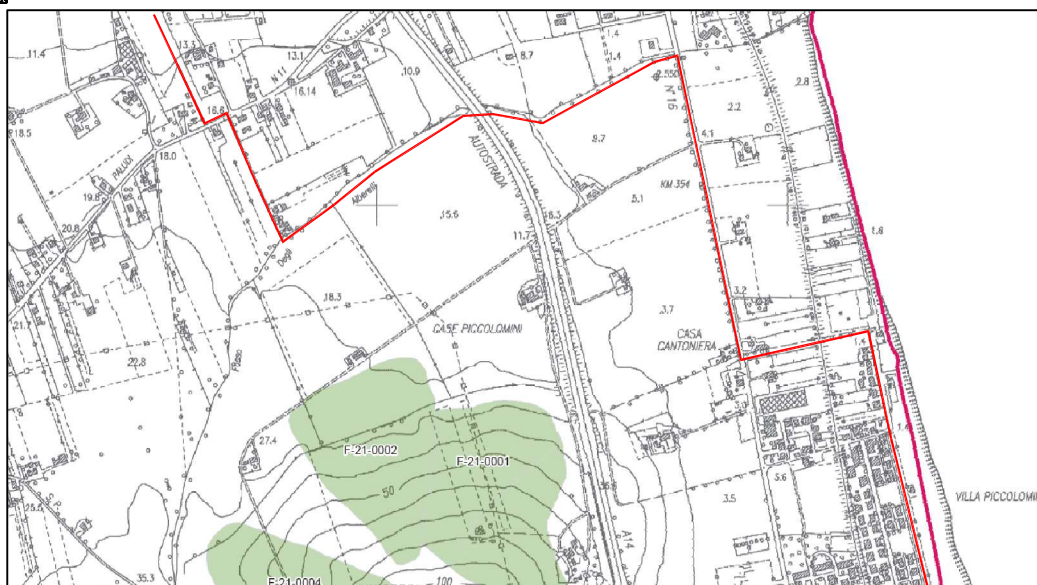
Condotta in esame



REGIONE MARCHE  
 Autorita' di Bacino Regionale  
 Piano Assetto Idrogeologico (PAI)  
 CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Tavola RI 54

Scala 1:10.000



LEGENDA

Aree a rischio frana  
(codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

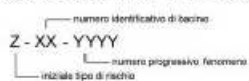
Aree a rischio esondazione  
(codice E-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio valanga  
(codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)

DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI FENOMENI



Limite di bacino idrografico

- + Limite Regionale
- Limite Provinciale
- Limite Comunale

DEFINIZIONE (DPR 23/9/98 ex L.267/99) GRADI DI RISCHIO

Le diverse situazioni sono aggregate in quattro classi di rischio a gravosità crescente [...] alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

- moderato R1:** per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- medio R2:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- elevato R3:** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- molto elevato R4:** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

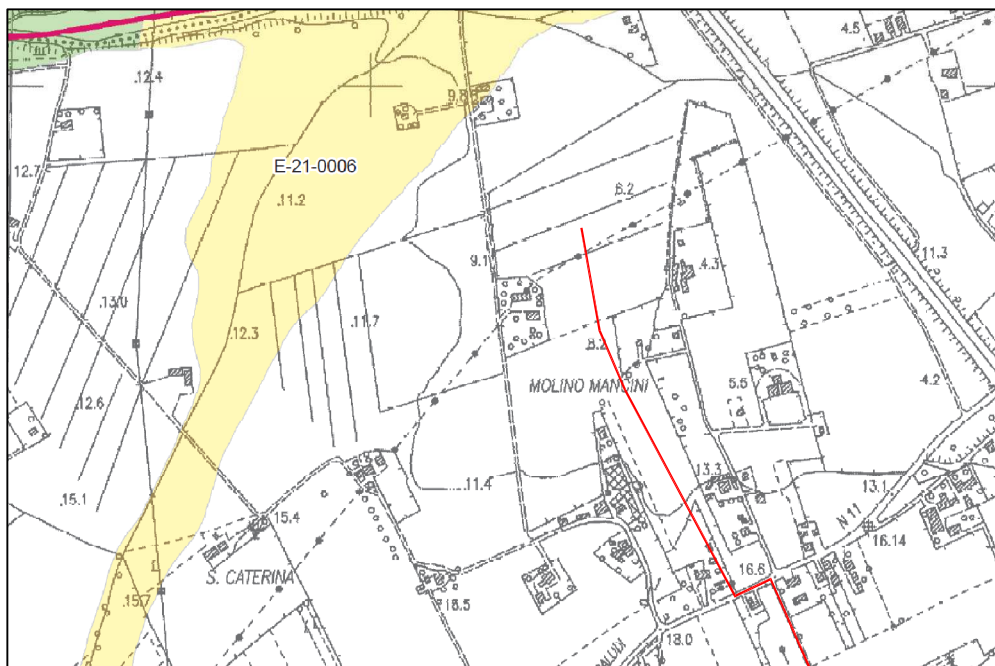
Condotta in esame



REGIONE MARCHE  
 Autorita' di Bacino Regionale  
 Piano Assetto Idrogeologico (PAI)  
 CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Tavola RI 54

Scala 1:10.000



LEGENDA

Aree a rischio frana  
 (codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

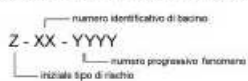
Aree a rischio esondazione  
 (codice E-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio valanga  
 (codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)

DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI FENOMENI



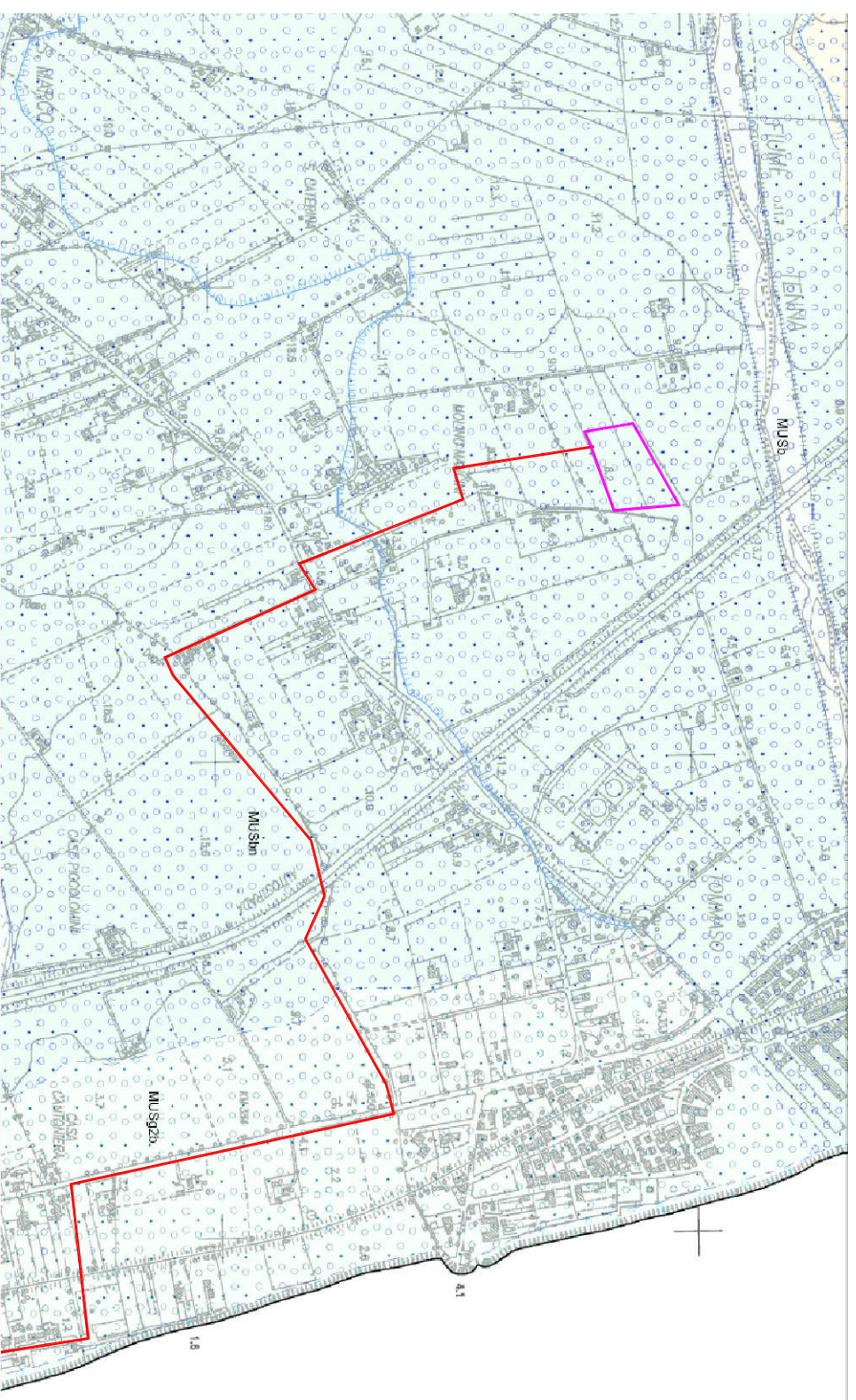
- Limite di bacino idrografico
- + Limite Regionale
- Limite Provinciale
- Limite Comunale

DEFINIZIONE (DPR 23/9/98 ex L.267/98) GRADI DI RISCHIO

«Le diverse situazioni sono aggregate in quattro classi di rischio a gravosità crescente [...] alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

- moderato R1:** per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- medio R2:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- elevato R3:** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- molto elevato R4:** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

Condotta in esame



**CARTA GEOLOGICA  
REGIONALE  
EDIZIONE CTR**

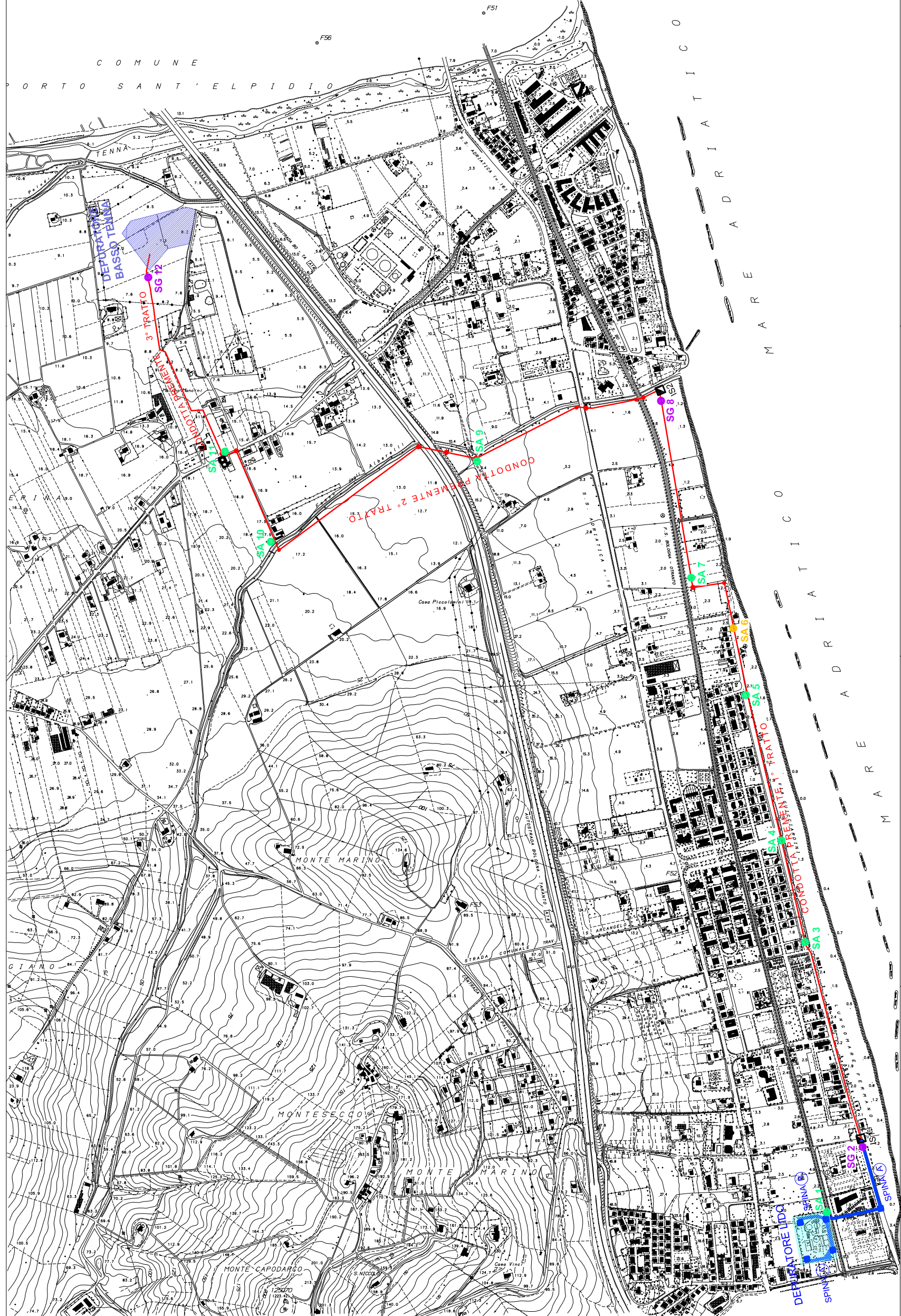
SCALA 1:10.000



1 MILLIMETRO GRAFICO CORRISPONDE A 10 METRI. L'ESCLUSIVAMENTE TRALIE CON LE DIMENSIONI DI 10x10 METRI

**SEZIONE 304140  
FOCE FIUME TENNA**

LEGENDA GEOLOGICA	
<b>DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI</b>	<b>SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA</b>
<b>SISTEMA DEL MUSONE (OLOCENE)</b>	<b>FORMAZIONE DI FERMO</b>
MUSa1 Frane in evoluzione	FEMa Litofacies arenacea Pleistocene inferiore P.P.
MUSb Depositi alluvionali attuali ghiaie, ghiaie sabbiose	<b>SUCCESSIONE PIUCENICA</b>
MUSd2 Depositi eluvio-colluviali	FAA5 ARGILLE AZZURRE Membro di Orinda Pleistocene inferiore P.P.
MUSon Depositi alluvionali terrazzati ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie	FAA5e ARGILLE AZZURRE Membro di Orinda Litofacies pellico-arenacea
MUSgza Depositi di spiaggia attuale ghiaie, ghiaie sabbiose	FAA5g ARGILLE AZZURRE Membro di Orinda Livello calcareo conchigliare
MUSgzb Depositi di spiaggia antica sabbie, sabbie ghiaiose e ghiaie	FAAe ARGILLE AZZURRE Litofacies pellico-arenacea Pliocene inferiore P.P.
<b>SISTEMA DI MATELICA (PLEISTOCENE SUPERIORE)</b>	FAAM ARGILLE AZZURRE Litofacies a petli laminare Pliocene inferiore P.P.
MTbn Depositi alluvionali terrazzati ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie	--- Contatto stratigrafico o litologico incerto
<b>SUPER-SISTEMA COLLE ULI (O) (AC)</b>	--- Contatto stratigrafico incerto
Acbn Depositi alluvionali terrazzati ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie	--- Contatto stratigrafico inconfine incerto
	--- Faglia incerta o sepolta
	--- Olio di scarpata di frana
	--- Olio di terrazzo fluviale
	--- Stratificazione dritta
	--- Stratificazione orizzontale dritta
	--- Traccia di superficie assiale di anticlinale
	--- Condotta preminente da realizzare
	--- Avei impianto



**CIP**  
**veatore**  
 CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI  
 Via della Repubblica n. 24 - 63100 Ascoli Piceno  
 Servizio Idrico Integrato

# COMUNE DI FERMO

REALIZZAZIONE CONDOTTA PREMENTE DALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE LIDO DI FERMO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE BASSO TENNA E RELATIVI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO NEL COMUNE DI FERMO

## PROGETTO DEFINITIVO

scale:  
**TAV.** 1:5.000  
 Marzo 2016

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO TECNICO  
 Dott. Ing. Alessandro Tassi

COLLABORATORE	CAVALLOTTI, G. B. BILIBISI
PROGETTISTA	CAVALLOTTI, G. B. BILIBISI
VERIFICATORE	CAVALLOTTI, G. B. BILIBISI
CONFERMATO	CAVALLOTTI, G. B. BILIBISI
CONFERMATO	CAVALLOTTI, G. B. BILIBISI

### LEGENDA:

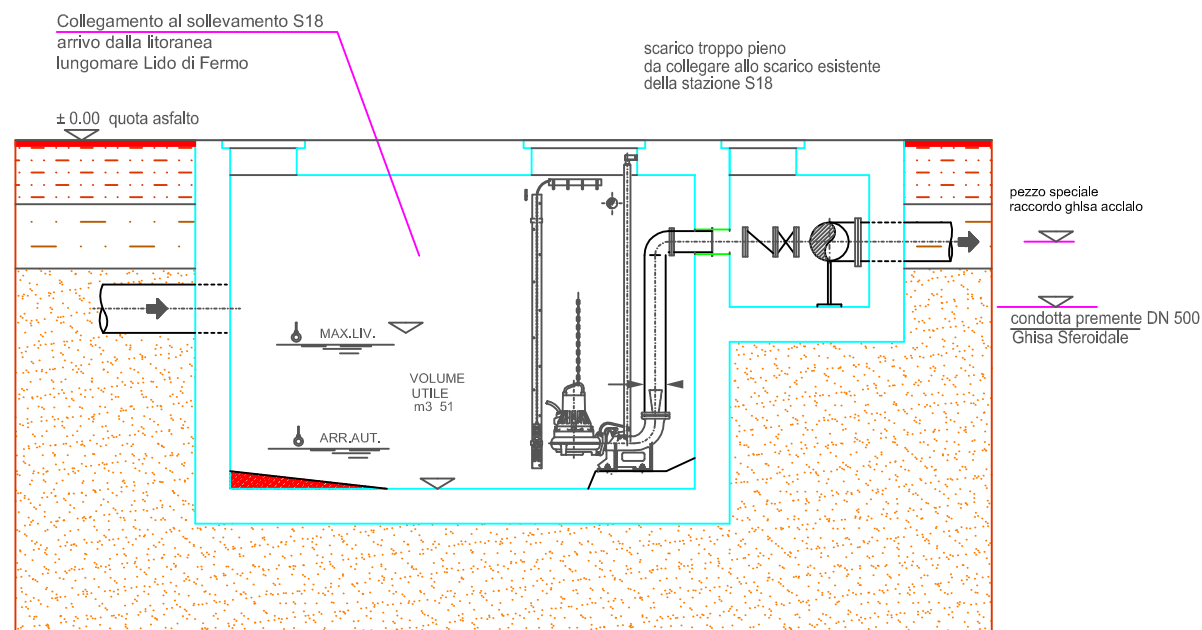
- CONDOTTE A GRAVITA': SPINA "A", Ø 630 PEAD SN8 - GS 700
- CONDOTTE PREMENTI 2 X GS 500
- IS1 Stazione di sollevamento n°1
- IS2 Stazione di sollevamento n°2
- DEPURATORE BASSO TENNA
- DEPURATORE LIDO
- Pozzetti ancoraggio - Ispezione condotta premente
- Pozzetti Ispezione condotta a gravità
- Pozzetto derivatore dalla condotta pallidi - capoduro
- SA SONDAGGIO AMBIENTALE SU TERRENO
- SA SONDAGGIO AMBIENTALE SU PAVIMENTAZIONE BITUMINOSA
- SG SONDAGGIO GEOSTRUTTURALE TRIVELLAZIONE



# SEZIONI GEOLOGICHE

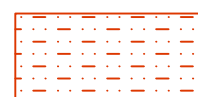
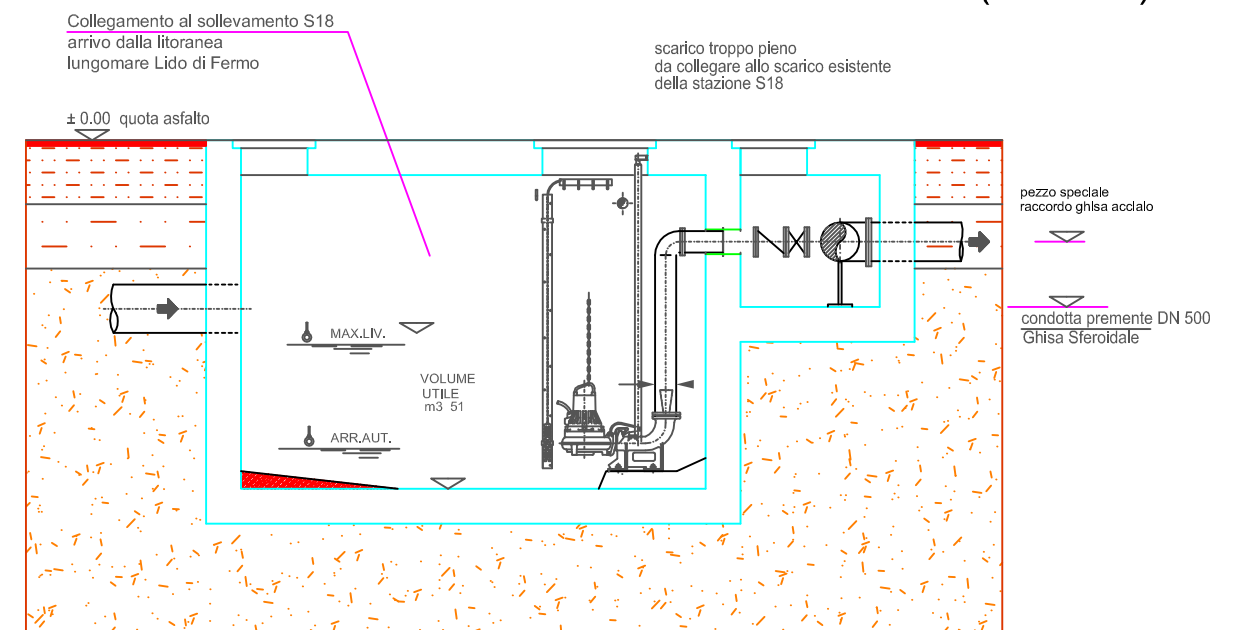
STAZIONE DI SOLLEVAMENTO  
SEZIONE A-A

IS1 (Lungomare)



STAZIONE DI SOLLEVAMENTO  
SEZIONE A-A

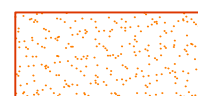
IS2 (Alberelli)



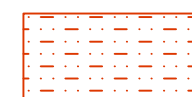
Massicciata stradale



Sottofondo stradale



Depositi di spiaggia fini (Sabbie)



Suolo vegetale



Depositi di Spiaggia fini (Sabbie)



Depositi di spiaggia medi (Ghiaie Sabbiose)



CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

## SONDAGGIO n. sa1

COMMITTENTE: CIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Depuratore Lido di Fermo Angolo NE

COMUNE : FERMO

DATA: 19/02/16

Metodo di perforazione : Scavo mecc.

Ø di perforazione : mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
							valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6				Breccia calcarea rossastra asciutta e costipata. (MASSICCIATA PIAZZALE)						
0,8	1,4				Limi argillosi grigio celesti con screziature ocracee						
0,10	1,5				Sabbia silicoclastica nocciola avana  (Depositi di spiaggia)						



**SONDAGGIO n. sg2**

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.  
LOCALITA' : Condotta premente Lido - Basso Tenna  
COMUNE : FERMO DATA: 23/02/16

Metodo di perforazione : Carot. cont.  
Ø di perforazione : 101 mm.  
Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O	
							valore max	valore residuo	m.	colpi		
0,2	0,2	▽▽▽▽▽			Conglomerato Bituminoso							
0,3	0,5	●●●●●			Ghiaie calcaree eterometriche in matrice sabbiosa (Sottofondo stradale)							
1,00	1,5	— — — — —			Sabbia silicoclastica nocciola avana con ghiaia calcarea sparsa sub arrotondata  (Depositi di spiaggia)							
3,00	4,5	●●●●●			Sabbia silicoclastica nocciola avana  (Depositi di spiaggia)							-1,8
1,50	6,0	●●●●●			Sabbia silicoclastica nocciola avana  (Depositi di spiaggia)  Fondo foro -6,00m			6,00	3			
								6,15	5			
								6,30	5			




CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

# SONDAGGIO n. sa3

COMMITTENTE: CIP-VETTORE S.p.A.  
LOCALITA' : Lido di Fermo - Pratone lato Sud  
COMUNE : FERMO DATA: 19/02/16

Metodo di perforazione : Scavo mecc.  
Ø di perforazione : mm.  
Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
1,50	1,5					Sabbia silicoclastica nocciola avana  (Depositi di spiaggia)						





CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

# SONDAGGIO n. sa5

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Casabianca - Pratone Nord

COMUNE : FERMO

DATA: 19/02/16

Metodo di perforazione : Scavo mecc.

Ø di perforazione : mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
1,50	1,5					Sabbia silicoclastica nocciola avana  (Depositi di spiaggia)						



CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

# SONDAGGIO n. sa6

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Casabianca - Pratone Nord


COMUNE : FERMO

DATA: 19/02/16

Metodo di perforazione : Scavo mecc.

Ø di perforazione : mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,2	0,2	▽▽▽▽▽				Conglomerato Bituminoso						
1,50	1,5					Sabbia silicoclastica nocciola avana  (Depositi di spiaggia)						



CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

# SONDAGGIO n. sa7

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.  
LOCALITA' : Casabianca - Sotto pista ciclabile  
COMUNE : FERMO DATA: 19/02/16

Metodo di perforazione : Scavo mecc.  
Ø di perforazione : mm.  
Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con alta percentuale organica ed apparati radicali. (SUOLO VEGETALE)						
0,90	1,5					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con ghiaia calcarea sparsa sub arrotondata.  (Depositi di spiaggia)						





CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

# SONDAGGIO n. sg8

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Condotta premente Lido - Basso Tenna

COMUNE : FERMO DATA: 23/02/16

Metodo di perforazione : Carot. cont.

Ø di perforazione : 101 mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	N° CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con alta percentuale organica ed apparati radicali. (SUOLO VEGETALE)						
0,90	1,5					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con ghiaia calcarea sparsa sub arrotondata.  (Depositi di spiaggia)						
4,50	6,0					Ghiaia sabbiose calcaree con clasti calcarei mm e cm in matrice sabbiosa calcarea  (Depositi di spiaggia)						-1,8
										6,00	3	
										6,15	5	
										6,30	5	



CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

# SONDAGGIO n. sa9

COMMITTENTE: CIP-VETTORE S.p.A.  
LOCALITA' : Sponda dx Fosso Alberelli sotto A14  
COMUNE : FERMO DATA: 19/02/16

Metodo di perforazione : Scavo mecc.  
Ø di perforazione : mm.  
Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con alta percentuale organica ed apparati radicali. (SUOLO VEGETALE)						
0,90	1,5					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con ghiaia calcarea sparsa sub arrotondata.  (Depositi di spiaggia)						



CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

# SONDAGGIO n. sa10

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Sponda sx Fosso Alberelli

COMUNE : FERMO

DATA: 19/02/16

Metodo di perforazione : Scavo mecc.

Ø di perforazione : mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con alta percentuale organica ed apparati radicali. (SUOLO VEGETALE)						
0,90	1,5					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con ghiaia calcarea sparsa sub arrotondata.  (Depositi di spiaggia)						



CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

**SONDAGGIO n. sa11**

COMMITTENTE: CIIP-VETTORE S.p.A.  
LOCALITA' : Sotto SP Piane di Tenna (LT Legnami)  
COMUNE : FERMO DATA: 19/02/16

Metodo di perforazione : Scavo mecc.  
Ø di perforazione : mm.  
Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
							valore max	valore residuo	m.	colpi	
0,6	0,6				Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con alta percentuale organica ed apparati radicali. (SUOLO VEGETALE)						
0,90	1,5				Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con ghiaia calcarea sparsa sub arrotondata.  (Depositi di spiaggia)						



CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.p.A.  
Area Progettazione Impianti

# SONDAGGIO n. sg12

COMMITTENTE: CIP-VETTORE S.p.A.

LOCALITA' : Condotta premente Lido - Basso Tenna

COMUNE : FERMO DATA: 23/02/16

Metodo di perforazione : Carot. cont.

Ø di perforazione : 101 mm.

Quota di inizio : P.C. m.s.l.m.

Spess. STRATI	PROFONDITA' IN METRI	STRATIGRAFIA	% CAROTTAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' CAMPIONI	DESCRIZIONE	POCKET PENETROMETER	VANE TEST		STANDARD PENETRATION TEST		H <sub>2</sub> O
								valore max	valore residuo	m.	colpi	
1,0	1,0					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone brunastro con alta percentuale organica ed apparati radicali.  (SUOLO VEGETALE)						
0,80	1,8					Sabbie limose e limi sabbiosi marrone scuro umidi a consistenza leggermente plastica con ghiaia calcarea fine sparsa. In profondità sabbie e limi più asciutti e compatti (DEPOSITI ALLUVIONALI FINI)						
2,00	3,8					Ghiaia sabbiosa calcarea eterometrica con clasti anche cm in matrice sabbiosa fine.  (DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI)				3,00 2 3,15 4 3,30 8		
0,20	4,0					Livello di sabbia limosa grigio celeste						-3,8
4,00	8,5					Ghiaia sabbiosa calcarea eterometrica con clasti anche cm in matrice sabbiosa fine.  (DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI)						
1,50	10,0					Sabbie fini grigio celesti compatte  Fondo foro -10,00 m						



**Foto n°1** - Postazione Sondaggio n°sg2 (Area Stazione di Sollevamento IS1 - Marzo 2016)



**Foto n°2** - Sondaggio n°sg2: Cassetta n°1 da 0.00 a -5.00 m



**Foto n°3** – Sondaggio n°sg2: Cassetta n°2 da -5.00 a -6.00 m



**Foto n°4** – Postazione Sondaggio n°sg8 (Area Stazione di Sollevamento IS2 - Marzo 2016)



Foto n°5 – Sondaggio n°sg8: Cassetta n°1 da 0.00 a -5.00 m



Foto n°6 – Sondaggio n°sg8: Cassetta n°2 da -5.00 a -6,00 m





**Foto n°7** – Postazione Sondaggio n°sg12 (Area Ampliamento Marzo 2016)



**Foto n°8** – Sondaggio n°sg12: Cassetta n°1 da 0.00 a -5.00 m



**Foto n°9** – Sondaggio n°sg12: Cassetta n°2 da -5.00 a -6.00 m



**Foto n°10** – Panoramica postazione scavo n°sal – Area Depuratore di Lido di Fermo



**Foto n°11** – Panoramica postazione scavo n°sa3 – Area Pratone Sud



**Foto n°12** – Particolare dei materiali estratti dallo scavo: sabbie di litorale



**Foto n°13** – Panoramica postazione scavo n°sa4 (Pratone centro – Hotel Royal) – Particolare dei materiali estratti dallo scavo: sabbie di litorale



**Foto n°14** – Panoramica postazione scavo n°sa10 (Fosso degli Alberelli – Sponda sinistra)