

FILE:

COMMITTENTI:

**SIG.RI: PADOVAN GIAN FRANCO  
USAI ANGELA MARIA**

PROGETTO

**PROGETTO URBANISTICO DI PIANO ATTUATIVO IN  
ZONA TERRITORIALE OMOGENEA G / SOTTOZONA  
G 1 \_\_ 1 ATTREZZATURE DI SERVIZIO**

**in località sa "AIA DE MATTA"**

ID. CATASTALI: FOGLIO 16 – MAPP. 5151, 5198, 5199

PROGETTISTA

**STUDIO DI INGEGNERIA** ING. SILVIO SERPI/ARCH. VIOLA SERPI

VIA BEATO ANGELICO N. 10 – 09170 ORISTANO

Tel/Fax: 0783.300906 E-MAIL serpisilvio@gmail.com

PROGETTISTA

**GIANCHI'S STUDIO Architettura** ARCH. GIANCARLO LOCHI

VIA VITTORIO EMANUELE III N. 18, 09070 RIOLA SARDO (OR)

Tel/Fax: 0783.411532 E-MAIL gianchis-studio@libero.it

ELABORATO GENERALE

## PIANO ATTUATIVO

TAVOLA

## RELAZIONE

## GEOLOGICA E GEOTECNICA

SCALA

DATA

REVISIONI

agosto 2018

TAVOLA NO.

**15**

CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DEGLI ELABORATI – OGNI RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE E' VIETATA



## SOMMARIO

<b>RELAZIONE GEOLOGICA.....</b>	<b>2</b>
PREMESSA .....	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	2
DATI TECNICI DI PROGETTO .....	3
NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO .....	3
<i>MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</i> .....	12
CARATTERI GEOLOGICI.....	16
<i>Quaternario</i> .....	16
CARATTERI MORFOLOGICI.....	18
CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	21
<i>Circolazione idrica sotterranea</i> .....	21
<i>Alluvioni antiche e recenti, e detriti di falda.</i> .....	22
PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	23
<i>Il Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)</i> .....	23
<i>Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)</i> .....	26
GRADO DI PERICOLOSITÀ .....	27
INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA .....	27
<i>Piano delle indagini</i> .....	28
FATTIBILITÀ GEOLOGICA .....	28
PRESCRIZIONI .....	29
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	30

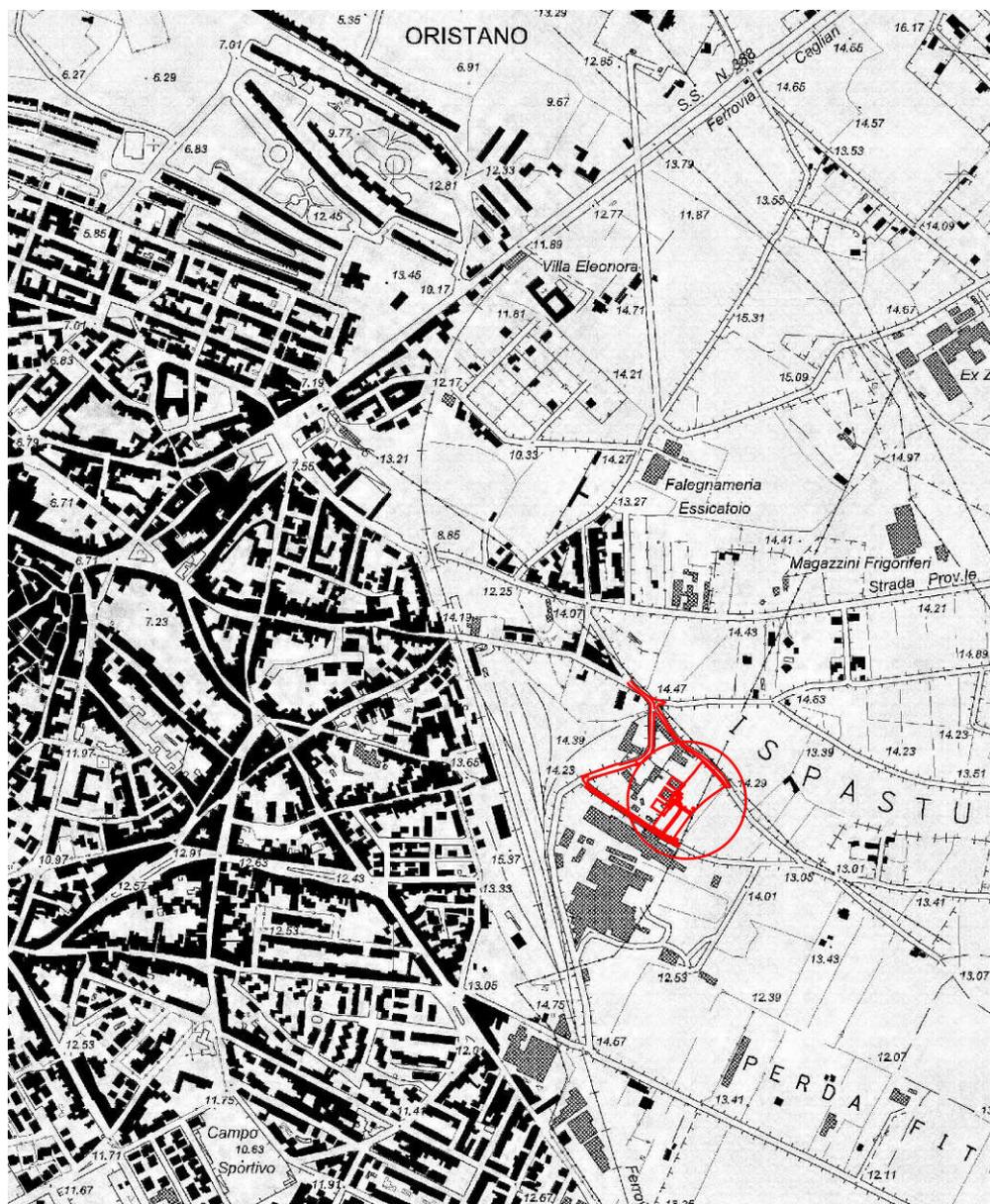
# Relazione geologica

## PREMESSA

I signori **Gian Franco Padovan**, (Cod. Fisc. PDVGFR68E011703M nato a Settimo Torinese il 01/05/1968) e **Angela Maria Usai**, entrambi residenti ad Oristano in vicolo Tirso n° 17/A. hanno conferito allo scrivente l’incarico professionale con il fine di eseguire uno studio geologico a corredo del “**piano attuativo denominato sa “AIA DE MATTA” sito in zona territoriale omogenea G1\_1 “Servizi Generali”**”. Lo studio è stato condotto, dallo scrivente, secondo le vigenti disposizioni di legge (capp. 6, 10 del D.M. 14.01.2008; D.M. 11.3.1988) e s’inquadra nell’ambito della progettazione e realizzazione di opere di ingegneria civile.

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona oggetto dello studio è situata nel settore sud orientale del comune di Oristano (provincia di Or, Sardegna centro-occidentale). Nella cartografia ufficiale regionale ricade nel foglio n. 528-080, “Oristano Sud” della Carta Tecnica della Sardegna in scala 1: 10000 (ed. 1997 – figura 1).



**Figura 1** - Stralcio della CTR sez. 528080 “Oristano Sud”

## DATI TECNICI DI PROGETTO

**COMMITTENTE & PROPRIETA': PADOVAN G.F. & USAI A.M.**

**PROGETTISTI:** ING. SILVIO SERPI (VIA BEATO ANGELICO N°10 - 09170 ORISTANO)  
ARCH.GIANCARLOLOCHI (VIA VITTORIO EMANUELE III N.18 - 09070 RIOLA SARDO)

**PROGETTO:** PIANO ATTUATIVO DENOMINATO SA “AIA DE MATTA” SITO IN ZONA TERRITORIALE OMOGENEA G1\_1 “SERVIZI GENERALI”.

**UBICAZIONE :** COMUNE DI ORISTANO- PROVINCIA DI ORISTANO - , NELLA VIA GHILARZA, TERRENO DISTINTO AL CATASTO AL FOGLIO 16 MAPP. 5151, 5198.

## NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Il progetto e lo studio geologico dovranno aver riguardo della normativa tecnica per ogni fase di sviluppo della progettazione. In particolare per quanto attiene lo sviluppo dello studio geologico si farà costante riferimento :

- D.M. 11.3.1988
- D.M. LL. PP. del 12.12.1985; Circ. Min. LL.PP. 20 marzo 1986 n. 27291;
- Art. 186 D.Lgs 3.4.2006 n. 152; Legge 9 agosto 2013, n. 98
- D.M. 14.01.2008;
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)

Per quanto attiene l'interferenza delle tubazioni con opere di ingegneria civile si rimanda al Decreto Ministeriale n. 2445 del 23 febbraio 1971, modificato secondo il D.M. 10 Agosto 2004, “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”.

Il punto A. “Disposizioni generali” del D.M. 11.3.1988 indica i criteri sui quali incanalare gli studi e le indagini sui terreni.

### *A.1. Oggetto e scopo delle norme.*

*Con le presenti norme si stabiliscono i principali criteri da seguire:*

- *per il progetto e per l'esecuzione di indagini sui terreni, intesi quali terre o rocce nella loro sede;*
- *per il progetto, per la costruzione e per il collaudo di opere di fondazione, opere di sostegno, manufatti di materiali sciolti, manufatti sotterranei;*
- *per lo studio della stabilità dei pendii naturali;*
- *per il progetto di stabilizzazione dei pendii naturali e per il progetto di scavi; per il progetto delle discariche e delle colmate;*
- *per il progetto degli interventi di consolidamento di ammassi di terreni e rocce;*
- *per il progetto degli interventi di ristrutturazione e consolidamento di esistenti strutture di fondazione e di sostegno;*
- *per lo studio di fattibilità di opere e di insiemi di opere e relativi interventi nel sottosuolo che interessano grandi aree o grandi volumi di terreno, nonché per lo studio e la valutazione*

*degli effetti di emungimenti di fluidi dal sottosuolo e di perturbazione del regime delle pressioni interstiziali.*

*I principi ed i criteri hanno lo scopo di garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni e di assicurare in generale la stabilità del territorio sul quale si inducono sollecitazioni e deformazioni.*

*Le presenti norme si applicano a tutte le opere pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, come disposto dall'art. 1 della legge 2 febbraio 1974, n. 64, ivi comprese le zone dichiarate sismiche ai sensi dell'art. 3, titolo II, della citata legge. Le presenti norme valgono anche per le opere speciali di cui al punto D dell'art. 1 della sopra richiamata legge, salvo quanto disposto dalle norme tecniche relative alle singole categorie di opere speciali.*

*Per quanto attiene al calcolo ed al dimensionamento delle strutture e dei manufatti considerati nelle presenti norme, ai relativi materiali, ai procedimenti e metodi costruttivi si rimanda alle vigenti norme specifiche e in particolare alle norme emanate in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086, salvo quanto diversamente prescritto nelle sezioni seguenti.*

#### *A.2. Prescrizioni generali.*

*Le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche devono essere sempre basati sulla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ottenuta per mezzo di rilievi, indagini e prove.*

*I calcoli di progetto devono comprendere le verifiche di stabilità e le valutazioni del margine di sicurezza nei riguardi delle situazioni ultime che possono manifestarsi sia nelle fasi transitorie di costruzione sia nella fase definitiva per l'insieme manufatto-terreno. Le situazioni di esercizio tenendo conto delle possibili variazioni di sollecitazione e deformazione, devono ugualmente essere verificate con la dovuta sicurezza. La scelta dei coefficienti di sicurezza deve essere motivata in rapporto al grado di approfondimento delle indagini sui terreni, all'affidabilità dalla valutazione delle azioni esterne, tenuto conto del previsto processo costruttivo e dei fattori ambientali. L'assunzione di valori inferiori a quelli prescritti nei capitoli successivi deve essere giustificata con una analisi documentata.*

*Il progetto deve comprendere anche una valutazione dei prevedibili spostamenti dell'insieme opera-terreno, nonché un giudizio sull'ammissibilità di tali spostamenti in rapporto alla sicurezza e funzionalità del manufatto e di quelli ad esso adiacenti.*

*L'intensità e la direzione delle azioni statiche e dinamiche da considerare nei calcoli geotecnici deve essere stabilita sulla base di una analisi che tenga conto della probabilità e della frequenza di applicazione, del tempo di permanenza, della natura dei terreni presenti nel sottosuolo e del tipo di opera.*

*In presenza di azioni indotte da sismi si adotteranno i criteri di valutazione del carico limite e del relativo coefficiente di sicurezza prescritti dalle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche (D.R. 19 giugno 1984).*

*Nel progetto devono essere considerate le fasi e le modalità costruttive.*

*In corso d'opera si deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il progetto esecutivo.*

*Nel caso di costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno, che ricadano in zone già note, la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo può essere ottenuta per mezzo della raccolta di notizie e dati sui quali possa responsabilmente essere basata la progettazione.*

*In questo caso i calcoli geotecnici di stabilità e la valutazione degli spostamenti possono essere omessi, ma la idoneità delle soluzioni progettuali adottate deve essere motivata con apposita relazione.*

### *A.3. Elaborati geotecnici e geologici.*

*I risultati delle indagini, degli studi e dei calcoli geotecnici devono essere esposti in una relazione geotecnica, parte integrante degli atti progettuali.*

*Nei casi in cui le presenti norme prescrivano uno studio geologico, deve essere redatta anche una relazione geologica che farà parte integrante degli atti progettuali.*

### *A.4. Collaudo.*

*Il collaudo dovrà accertare la rispondenza delle opere eseguite alle previsioni progettuali e la rispondenza della esecuzione alla presente normativa, tenendo conto di tutti i dati rilevati prima e durante la costruzione.*

*Ulteriori indagini e prove saranno effettuate nel corso del collaudo, se ritenute necessarie al fine di accertare l'idoneità dell'opera all'uso cui è destinata.*

### *B. Indagini geotecniche.*

#### *B.1. Oggetto delle norme.*

*Le presenti norme riguardano il progetto e l'esecuzione delle indagini geotecniche. Queste indagini hanno lo scopo di raccogliere tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per il progetto e per il controllo del comportamento dell'opera nel suo insieme ed in rapporto al terreno.*

#### *B.2. Indagini nelle fasi di progetto e di costruzione.*

*Nelle fasi preliminari della progettazione si potrà far riferimento a informazioni di carattere geologico e a dati geotecnici deducibili dalla letteratura oppure noti attraverso indagini eseguite precedentemente sulla medesima area.*

*Per il progetto di massima dovranno essere effettuate indagini geologiche e geotecniche per valutare la stabilità di insieme della zona, prima ed a seguito della costruzione dell'opera in progetto, e per individuare i problemi che la natura e le caratteristiche geotecniche dei terreni pongono nelle scelte delle soluzioni progettuali e dei corrispondenti procedimenti costruttivi anche per confrontare le soluzioni possibili.*

*Nella fase di progetto esecutivo le indagini devono essere dirette ad approfondire la caratterizzazione geotecnica qualitativa e quantitativa del sottosuolo per consentire la scelta della soluzione progettuale, di eseguire i calcoli di verifica e definire i procedimenti costruttivi.*

*Per i manufatti di materiali sciolti, l'indagine deve comprendere anche la ricerca e lo studio dei materiali da impiegare nella costruzione.*

*Le indagini, gli studi ed i rilievi devono essere portati a termine nei tempi utili alla compilazione del progetto, salvo successivi sviluppi in relazione alle esigenze della fase costruttiva.*

*La validità delle ipotesi di progetto dovrà essere controllata durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate.*

#### *B.3. Ampiezza dell'indagine.*

*Lo studio geotecnico deve essere esteso alla parte del sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il comportamento del manufatto stesso (volume significativo).*

*L'ampiezza dell'indagine deve perciò essere proporzionata alle dimensioni, al tipo, alle caratteristiche strutturali, all'importanza dell'opera, alla complessità del sottosuolo ed allo stato delle conoscenze sulla zona in esame.*

#### *B.4. Mezzi di indagine.*

*Il programma delle indagini deve essere formulato in base alla prevedibile costituzione del sottosuolo, tenuto conto dei problemi in esame.*

*I mezzi di indagine devono essere scelti caso per caso in relazione alla natura ed alla successione dei terreni nel sottosuolo, alle finalità ed alle caratteristiche dell'opera.*

*Le indagini geotecniche comprendono tra l'altro perforazioni di sondaggi o scavi, prelievo di campioni, rilievo delle falde acquifere, prove in situ, prove in laboratorio, prospezioni geofisiche.*

*Il programma deve essere sufficientemente flessibile per consentire eventuali modifiche, conseguenti alle conoscenze che si otterranno nel corso delle indagini.*

#### *B.5. Relazioni sulle indagini.*

*I risultati delle indagini devono essere oggetto di apposite relazioni, parte integrante del progetto. Queste devono comprendere ed illustrare tutti i dati obiettivi e sviluppare le elaborazioni ed i calcoli necessari al fine di giungere alle scelte progettuali ed alle verifiche prescritte al punto A.2 e nelle sezioni seguenti.*

*La relazione geologica è prescritta per le opere a cui fanno riferimento le sezioni E, F, G, H, I, L, M e O, della presente normativa e per le aree dichiarate sismiche o soggette a vincoli particolari.*

*Essa deve comprendere ed illustrare la situazione litostratigrafica locale, con definizione dell'origine e natura dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità, i lineamenti geomorfologici della zona, nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali; deve precisare inoltre i caratteri geostrukturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità e fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.*

*La relazione geotecnica sulle indagini è prescritta per tutte le opere oggetto delle presenti norme. Essa deve comprendere ed illustrare la localizzazione della area interessata, i criteri di programmazione ed i risultati delle indagini in sito e di laboratorio e le tecniche adottate, nonché la scelta dei parametri geotecnici di progetto, riferiti alle caratteristiche della costruenda opera, ed il programma di eventuali ulteriori indagini, che si raccomandano per la successiva fase esecutiva.*

*Le relazioni devono essere corredate degli elaborati grafici e della documentazione delle indagini in sito ed in laboratorio necessari per la chiara comprensione dei risultati.*

*La caratterizzazione geotecnica e la ricostruzione geologica devono essere reciprocamente coerenti. A tale riguardo la relazione geotecnica deve fare esplicito riferimento alla relazione geologica e viceversa.*

*La sezione C. “Opere di fondazione” del D.M. 11.3.1988 al punto C.1. “Oggetto delle norme” evidenzia i criteri di carattere geotecnico nel progetto di fondazioni di manufatti di qualsiasi tipo.*

*Per quanto attiene al calcolo delle strutture costituenti la fondazione, ai materiali impiegati, ai procedimenti e metodi costruttivi, valgono le vigenti norme specifiche.*

*Per le fondazioni di manufatti ricadenti in zone sismiche devono essere rispettate le prescrizioni di cui al titolo II della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Per le fondazioni di opere speciali, le presenti norme devono essere integrate con quanto prescritto nelle norme specifiche.*

#### *C.2. Criteri di progetto.*

*Il progetto delle fondazioni di un'opera deve essere sviluppato congiuntamente al progetto dell'opera in elevazione tenendo conto delle modalità costruttive.*

*L'opera di fondazione deve avere i seguenti requisiti: lo stato di tensione indotto nel terreno deve essere compatibile con le caratteristiche di resistenza del terreno stesso, nella situazione iniziale ed*

*in quelle che potranno presumibilmente verificarsi nel tempo gli spostamenti delle strutture di fondazione devono essere compatibili con i prefissati livelli di sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione.*

*Deve essere tenuta in debito conto l'influenza che l'opera in progetto può avere su fondazioni e su costruzioni esistenti nelle vicinanze.*

*Il progetto deve comprendere i risultati delle indagini, rilievi, studi atti ad individuare e valutare i fattori che possono influire sul comportamento della fondazione; la scelta del tipo di fondazione; la verifica di stabilità del complesso terreno-fondazione; la previsione dei cedimenti e del loro andamento nel tempo; la scelta dei procedimenti costruttivi; le verifiche delle strutture e delle opere di fondazione.*

### *C.3. Prescrizioni per le indagini.*

*I rilievi e le indagini da effettuare in conformità alle direttive riportate alla sezione B hanno lo scopo di accertare la costituzione del sottosuolo e la presenza di acque sotterranee a pelo libero ed in pressione e di misurare e consentire la valutazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni.*

*La profondità da raggiungere con le indagini va computata dalla quota più bassa dell'opera di fondazione. Essa va stabilita e giustificata caso per caso in base alla forma, alle dimensioni, alle caratteristiche strutturali del manufatto, al valore dei carichi da trasmettere in fondazione, alle caratteristiche degli stessi terreni di fondazione ed alla morfologia di un'area di adeguata estensione intorno alla opera, nonché alla profondità ed al regime della falda idrica.*

*Indagini di carattere speciale devono essere eseguite nelle aree dove per motivate ragioni geologiche o relative al precedente uso del territorio possono essere presenti cavità sotterranee, possono manifestarsi fenomeni di subsidenza ed altri fenomeni che condizionino il comportamento statico dei manufatti.*

*Nel caso di modesti manufatti che ricadono in zone già note, le indagini in sito ed in laboratorio sui terreni di fondazione possono essere ridotte od omesse, sempreché sia possibile procedere alla caratterizzazione dei terreni sulla base di dati e di notizie raccolti mediante indagini precedenti, eseguite su terreni simili ed in aree adiacenti. In tal caso, dovranno essere specificate le fonti dalle quali si è pervenuti alla caratterizzazione fisico-meccanica del sottosuolo.*

*Il punto C.4. “Fondazioni dirette” seguito dal successivo C.4.1. “Criteri di progetto” definisce specifiche tecniche in merito all'individuazione del piano di posa:*

*Il piano di posa deve essere situato al di sotto della coltre di terreno vegetale, nonché al di sotto dello strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionali. Una scelta diversa deve essere adeguatamente giustificata.*

*Le fondazioni devono essere direttamente difese o poste a profondità tale da risultare protette dai fenomeni di erosione del terreno superficiale.*

*Nel progetto di una fondazione diretta si deve verificare che il comportamento della fondazione, tanto nei suoi elementi quanto nel suo complesso, sia compatibile con la sicurezza e con la funzionalità dell'opera.*

*A tal fine si devono determinare il carico limite del complesso di fondazione-terreno ed i cedimenti totali e differenziali. Limitatamente alle zone non sismiche, nei casi in cui una lunga e soddisfacente pratica locale indirizzi il progettista nella scelta del tipo di fondazioni, i calcoli di stabilità e la valutazione dei cedimenti possono essere omessi, ma le scelte devono essere documentate e giustificate in base ad un giudizio globale con esplicito riferimento alla situazione geotecnica del sottosuolo.*

Il punto C.4.2. “Carico limite e carico ammissibile del complesso fondazione-terreno” stabilisce che il carico limite del complesso fondazione-terreno, deve essere calcolato sulla base delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo e delle caratteristiche geometriche della fondazione.

Nel calcolo devono essere considerate anche le eventuali modifiche che l'esecuzione dell'opera può apportare alle caratteristiche del terreno ed allo stato dei luoghi.

Nel caso di manufatti situati su pendii od in prossimità di pendii naturali ed artificiali deve essere verificata anche la stabilità globale del pendio stesso, secondo quanto disposto alla sezione G, considerando nelle verifiche le forze trasmesse dalla fondazione.

Il carico ammissibile deve essere fissato come un'aliquota del carico limite.

Il coefficiente di sicurezza non deve essere inferiore a 3. Valori più bassi, da giustificare esplicitamente, potranno essere adottati nei casi in cui siano state eseguite indagini particolarmente accurate ed approfondite per la caratterizzazione geotecnica dei terreni con riguardo anche alla importanza e funzione dell'opera, tenuto conto del grado di affidabilità della valutazione delle azioni esterne, nonché dell'ampiezza del piano dei controlli da sviluppare durante la costruzione. Per le verifiche in presenza di azioni indotte da sismi si adotteranno i criteri delle citate Norme Sismiche.

Particolare attenzione è posta al punto C.4.3. “Cedimenti”.

I cedimenti assoluti e differenziali ed il loro decorso nel tempo devono essere compatibili con lo stato di sollecitazione ammissibile per la struttura e con la funzionalità del manufatto.

La previsione dei cedimenti deve essere basata sul calcolo riferito alle caratteristiche di deformabilità dei terreni e delle strutture, tenendo in conto i valori dei carichi permanenti, il tipo e la durata di applicazione dei sovraccarichi. Tale previsione può essere limitata ad un giudizio qualitativo se una lunga, documentata e soddisfacente esperienza locale consente di valutare il comportamento del complesso terreno-strutture.

La prerogativa della sicurezza degli scavi è definita al punto C.4.5. “Scavi di fondazione”.

Nell'esecuzione degli scavi per raggiungere il piano di posa della fondazione si deve tener conto di quanto specificato al punto A.2, al punto D.2 ed alla sezione G.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato magro o altro materiale idoneo.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi, si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

Lo studio è stato eseguito secondo quanto indicato dal D.M. 11.3.1988 alla sez. “E. Manufatti di materiali sciolti”.

Il punto “E.2. Indagini sui terreni e sui materiali da costruzione” indica che “Il progetto deve prevedere la scelta dei materiali; questa deve essere effettuata tenendo presenti le risorse naturali della zona, nel rispetto dei vincoli imposti dalla vigente legislazione.

A tal fine, dove si prevede l'apertura di cave di prestito devono essere effettuate indagini geologiche e geotecniche per accertare la disponibilità di materiali idonei e la possibilità di eseguire i lavori.

*Sui materiali prescelti devono essere eseguite indagini di laboratorio per definire la classificazione geotecnica e le caratteristiche di costipamento e, quando necessario, le proprietà meccaniche e la permeabilità.”*

Il punto “E.3. Criteri di progetto” impone che *“si deve verificare che i cedimenti, dovuti alle deformazioni dei terreni di fondazione e dei materiali costituenti il manufatto, siano compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto stesso.*

Il punto “E.4. Posa in opera dei materiali.” Indica che *“I materiali costituenti i manufatti devono essere posti in opera a strati e costipati per ottenere caratteristiche fisico-meccaniche in accordo con i requisiti progettuali. Al riguardo devono essere indicati in progetto le prescrizioni relative alla posa in opera precisando i controlli da eseguire durante la costruzione ed i limiti di accettabilità dei materiali.*

*La posa in opera senza costipamento è consentita, oltre che per manufatti di pietrame e nel caso di opere subacquee quale che sia il materiale impiegato, avuto riguardo all'importanza del manufatto.*

*Le modalità della posa in opera e del costipamento devono essere considerate in progetto, sia nella definizione della sezione tipo dell'opera, sia nella valutazione delle proprietà fisico-meccaniche dei materiali.”*

Il punto 1.1 Progetto D.M. LL. PP. del 12.12.1985 Norme tecniche per le tubazioni illustra come il progetto deve comprendere i seguenti elementi essenziali:

.....

*b) la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni interessati dal tracciato delle tubazioni, documentata dai risultati di indagini da condursi nel rispetto della vigente normativa riguardante le indagini sui terreni e sulle rocce ed i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*

Al punto **1.2 Costruzione** si osserva che nel corso della costruzione, dovranno essere disposte e fatte osservare prescrizioni confacenti:

.....

*b) con le **effettive condizioni geologiche e geotecniche**, urbanistiche ed ambientali, di volta in volta accertate nello sviluppo dei lavori, per la loro possibile influenza sul comportamento delle tubazioni nel tempo;*

Di particolare rilevanza tecnica il paragrafo 2.1.2 *Interazioni tubazione-terreni di posa*; lo stesso evidenzia i fattori di interazione.

*Per la definizione e valutazione di dette interazioni, si precisa che:*

- a) nei riguardi delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal tracciato delle tubazioni il progetto dovrà essere corredato dai risultati delle indagini, studi e calcoli geotecnica nonché da una relazione geologica ai sensi della normativa vigente riguardante le indagini sui terreni e sulle rocce;*
- b) nei riguardi della difesa dall'aggressività dei terreni attraversati dalle tubazioni, anche per quanto attiene le correnti vaganti, e dalle acque delle falde eventualmente interferite, il progetto dovrà studiare e proporre documentate soluzioni, tecnicamente idonee, nelle scelte dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali da impiegare, senza trascurare, ovviamente, lo studio delle possibilità di utilizzazione di adeguate protezioni attive o passive;*
- c) nei riguardi della difesa dalle azioni conseguenti alla presenza di falde e/o di acque superficiali, il progetto dovrà riportare uno studio approfondito nei riflessi della stabilità e della conservazione delle sedi di appoggio delle tubazioni e delle opere nel tempo.*

In concetti espressi nel D.M. LL. PP. del 12.12.1985 vengono rafforzati nella Circ. Min. LL.PP. 20 marzo 1986 n. 27291 dove al paragrafo 2.1 si definiscono come “*elaborati normativi unificati, validi per l'attuazione di un determinato progetto generale, potranno riguardare:*

-- .....

-- *le caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno;*

Il D.M. riconosce che particolare rilievo assumono nei progetti alcune operazioni come la posa in opera, il rinterro parziale e definitivo. Il punto 3.6 *La posa in opera* detta le operazioni da compiersi per una corretta gestione operativa della realizzazione della tubazione. .... *Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.*

*La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.*

*Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.*

*In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.*

*Il piano di posa dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: l'impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.*

Le operazioni di colmata degli scavi è definita dal punto 3.9 *Il rinterro parziale*..... *Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al punto 3.5.*

*Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore opportuno, accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Nei tubi di grande diametro, di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro secondo le prove indicate nel capitolato speciale e le ulteriori prescrizioni del direttore dei lavori, tenuto conto che dovranno essere rispettati i limiti di deformazione previsti nel disciplinare di fornitura del capitolato speciale d'appalto.*

*Ove occorra il rinfilanco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro. Saranno in ogni caso osservate le normative UNI esistenti nonché le indicazioni del costruttore del tubo.*

Le operazioni conclusive di colmata dello scavo è codificata al punto 3.11 *Il rinterro definitivo*. *Eseguita la prova idraulica si procederà al primo rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti con le modalità ed i materiali stabiliti al punto 3.9.*

*Si dovrà quindi eseguire il reinterro definitivo impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati e accuratamente compattati dopo aver eliminato le pietre di maggiori dimensioni. A rinterro ultimato, si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si potessero manifestare assestamenti.*

**Art. 186 Terre e rocce da scavo** - Decreto Legislativo 3.4.2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”

Le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ed i residui della lavorazione della pietra destinate all'effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rilevati e macinati **non costituiscono rifiuti** e sono, perciò, esclusi dall'ambito di applicazione della parte quarta del presente decreto solo nel caso in cui, anche quando contaminati, durante il ciclo produttivo, da sostanze inquinanti derivanti dalle attività di

escavazione, perforazione e costruzione siano utilizzati, senza trasformazioni preliminari, secondo le modalità previste nel progetto sottoposto a valutazione di impatto ambientale ovvero, qualora il progetto non sia sottoposto a valutazione di impatto ambientale, secondo le modalità previste nel **progetto approvato dall'autorità amministrativa competente**, ove ciò sia espressamente previsto, previo parere delle Agenzie regionali e delle province autonome per la protezione dell'ambiente, sempre ch  la composizione media dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi previsti dalle norme vigenti e dal decreto di cui al comma 3.

Il rispetto dei limiti di cui al comma 1 pu  essere verificato, in alternativa agli accertamenti sul sito di produzione, anche mediante accertamenti sui siti di deposito, in caso di impossibilit  di immediato utilizzo. I limiti massimi accettabili nonch  le modalit  di analisi dei materiali ai fini della loro caratterizzazione, da eseguire secondo i criteri di cui all'Allegato 2 del titolo V della parte quarta del presente decreto, sono determinati con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio da emanarsi entro novanta giorni dall'entrata in vigore della parte quarta del presente decreto, salvo limiti inferiori previsti da disposizioni speciali. Sino all'emanazione del predetto decreto continuano ad applicarsi i valori di concentrazione limite accettabili di cui all'Allegato 1, tabella 1, colonna B, del decreto del Ministro dell'ambiente 25 ottobre 1999, n. 471.

Il rispetto dei limiti massimi di concentrazione di inquinanti di cui al comma 3 deve essere verificato mediante attivit  di caratterizzazione dei materiali di cui al comma 1, da ripetersi ogni qual volta si verificano variazioni del processo di produzione che origina tali materiali.

**Legge 9 agosto 2013, n. 98** “Conversione, con modificazioni, del Decreto-Legge 21 giugno 2013, n. 69 “Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia Art.41-bis. Ulteriori disposizioni in materia di terre e rocce da scavo”

1. In relazione a quanto disposto dall'articolo 266, comma 7, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, in deroga a quanto previsto dal regolamento di cui al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 10 agosto 2012, n. 161, i materiali da scavo di cui all'articolo 1, comma 1, lettera b), del citato regolamento, prodotti nel corso di attivit  e interventi autorizzati in base alle norme vigenti, sono sottoposti al regime di cui all'articolo 184-bis del decreto legislativo n. 152 del 2006, e successive modificazioni, se il produttore dimostra:

a) che   certa la destinazione all'utilizzo direttamente presso uno o pi  siti o cicli produttivi determinati;

b) che, in caso di destinazione a recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali o altri utilizzi sul suolo, non sono superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione e i materiali non costituiscono fonte di contaminazione diretta o indiretta per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale;

c) che, in caso di destinazione ad un successivo ciclo di produzione, l'utilizzo non determina rischi per la salute n  variazioni qualitative o quantitative delle emissioni rispetto al normale utilizzo delle materie prime;

d) che ai fini di cui alle lettere b) e c) non   necessario sottoporre i materiali da scavo ad alcun preventivo trattamento, fatte salve le normali pratiche industriali e di cantiere.

2. Il proponente o il produttore attesta il rispetto delle condizioni di cui al comma 1 tramite dichiarazione resa all'Agenzia regionale per la protezione ambientale ai sensi e per gli effetti del testo unico di cui al D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445, precisando le quantit  destinate all'utilizzo, il sito di deposito e i tempi previsti per l'utilizzo, che non possono comunque superare un anno dalla data di produzione, salvo il caso in cui l'opera nella quale il materiale   destinato ad essere utilizzato preveda un termine di esecuzione superiore. Le attivit  di scavo e di utilizzo devono essere autorizzate in conformit  alla vigente disciplina urbanistica e igienico-sanitaria. La modifica dei requisiti e delle condizioni indicati nella dichiarazione di cui al primo periodo   comunicata entro trenta giorni al comune del luogo di produzione.

3. Il produttore deve, in ogni caso, confermare alle autorità di cui al comma 2, territorialmente competenti con riferimento al luogo di produzione e di utilizzo, che i materiali da scavo sono stati completamente utilizzati secondo le previsioni comunicate.

4. L'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotto resta assoggettato al regime proprio dei beni e dei prodotti. A tal fine il trasporto di tali materiali è accompagnato, qualora previsto, dal documento di trasporto o da copia del contratto di trasporto redatto in forma scritta o dalla scheda di trasporto di cui agli articoli 6 e 7-bis del decreto legislativo 21 novembre 2005, n. 286, e successive modificazioni.

5. Le disposizioni di cui ai commi da 1 a 4 si applicano anche ai materiali da scavo derivanti da attività e opere non rientranti nel campo di applicazione del comma 2-bis dell'articolo 184-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, introdotto dal comma 2 dell'articolo 41 del presente decreto.

6. L'articolo 8-bis del decreto-legge 26 aprile 2013, n. 43, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2013, n. 71, è abrogato.

7. L'articolo 1 del regolamento di cui al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 10 agosto 2012, n. 161, recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo, nel definire al comma 1, lettera b), i materiali da scavo integra, a tutti gli effetti, le corrispondenti disposizioni del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 15.

## **MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO**

Il D.M. 14.01.2008 e la Circ. n. 617 definiscono al punto 10 “*redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo*” quali siano i documenti di progetto e in particolare quali siano le relazioni specialistiche [5.1]):

- ***relazione geologica;***
- ***relazione geotecnica;***
- ***relazione sulla modellazione sismica;***

Specificatamente il punto 6.1.1 “oggetto delle norme” definisce i contenuti del capitolo che riguarda il progetto e la realizzazione:

- ***delle opere di fondazione;***
- ***delle opere di sostegno;***
- ***delle opere in sotterraneo;***
- ***delle opere e manufatti di materiali sciolti naturali;***
- ***dei fronti di scavo;***
- ***del miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi;***
- ***del consolidamento dei terreni interessanti opere esistenti, nonché la valutazione della sicurezza dei pendii e la fattibilità di opere che hanno riflessi su grandi aree.***

Il punto 6.1.2 “*prescrizioni generali*” definisce le condizioni di studio nel quale il progetto deve svilupparsi:

*Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali.*

*I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, di cui al § 6.2.1. devono essere esposti in una specifica relazione geologica.*

*Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove che il progettista deve definire in base alle scelte tipologiche dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive.*

*Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica, di cui al § 6.2.2, unitamente ai calcoli per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive, devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica.*

Il successivo punto 6.2 “*articolazione del progetto*” sintetizza come il progetto delle opere e dei sistemi geotecnici deve articolarsi e **prescrive** le seguenti fasi:

1. *caratterizzazione e modellazione geologica del sito;*
2. *sceita del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;*
3. *caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo;*
4. *descrizione delle fasi e delle modalità costruttive;*
5. *verifiche della sicurezza e delle prestazioni;*
6. *piani di controllo e monitoraggio.*

La “*caratterizzazione e modellazione geologica del sito*” definita la cap. 6.2.1 *consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.*

*In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico. Esso deve essere sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche. Metodi e risultati delle indagini devono essere esaurientemente esposti e commentati in una relazione geologica.*

Il “*monitoraggio del complesso opera –terreno*” stabilito al sottocapitolo 6.2.5 evidenzia una serie di interventi volti al controllo dell'opera nelle tre fasi. *Il monitoraggio del complesso opera-terreno e degli interventi consiste nella installazione di un'appropriata strumentazione e nella misura di grandezze fisiche significative - quali spostamenti, tensioni, forze e pressioni interstiziali - prima, durante e/o dopo la costruzione del manufatto.*

*Il monitoraggio ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo. Nell'ambito del metodo osservazionale, il monitoraggio ha lo scopo di confermare la validità della soluzione progettuale adottata o, in caso contrario, di individuare la più idonea tra le altre soluzioni previste in progetto. Se previsto, il programma di monitoraggio deve essere definito e illustrato nella relazione geotecnica.*

Il progetto delle “*opere di fondazione*” definito al cap. 6.4 ed in particolare al sottocapitolo 6.4.1 “*criteri generali di progetto*” enuncia i dettami per un corretto approccio progettuale:

*Le scelte progettuali per le opere di fondazione devono essere effettuate contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevazione. Le strutture di fondazione devono rispettare le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio e le verifiche di durabilità.*

*Nel caso di opere situate su pendii o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere verificata anche la stabilità globale del pendio in assenza e in presenza dell'opera e di eventuali scavi, riporti o interventi di altra natura, necessari alla sua realizzazione. Devono essere valutati gli effetti della costruzione dell'opera su manufatti attigui e sull'ambiente circostante.*

*Nel caso di fondazioni su pali, le indagini devono essere dirette anche ad accertare la fattibilità e l'idoneità del tipo di palo in relazione alle caratteristiche dei terreni e delle acque del sottosuolo.*

Il capitolo 6.4.2 specifico delle “fondazioni superficiali” sintetizza gli accorgimenti progettuali del complesso opera-fondazione ponendo accento specifico sull’individuazione del piano di fondazione così come di seguito riportato:

*La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali. Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d’acqua.*

*In situazioni nelle quali sono possibili fenomeni di erosione o di scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale, le fondazioni devono essere poste a profondità tale da non risentire di questi fenomeni o devono essere adeguatamente difese.*

Il D.M. pone in evidenza le procedure per la verifica al sottocapitolo 6.4.2.1 “Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)”. Lo stesso specificatamente indica che nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

*Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.*

*Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni. Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:*

#### **SLU di tipo geotecnico (GEO)**

- collasso per carico limite dell’insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- stabilità globale

#### **SLU di tipo strutturale (STR)**

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, accertando che la condizione (6.2.1) sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

*La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l’Approccio 1: - **Combinazione 2: (A2+M2+R2)***

*tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali.*

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali  $\gamma_M$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente all’angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'k}$	1.0	1.25
Coesione efficace	$C'_k$	$\gamma_{C'k}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$C_{uk}$	$\gamma_{C_{uk}}$	1.0	1.4
Peso dell’unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.0	1.0

*La rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I, seguendo almeno uno dei due approcci:*

#### **Approccio 1:**

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)

#### **Approccio 2:**

- Combinazione (A1+M1+R3).

- *Combinazione 2: (A2+M2+R2)*

*Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.*

*Tabella 6.4.1 - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.*

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

In evidenza nel sottocapitolo 6.4.2.2 le procedure per le “Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)”

*Si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione (§§ 2.2.2 e 2.6.2), nel rispetto della condizione (6.2.7).*

*Analogamente, forma, dimensioni e rigidezza della struttura di fondazione devono essere stabilite nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche agli stati limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi.*

#### 6.1.2 PRESCRIZIONI GENERALI

Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali.

I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, di cui al § 6.2.1. devono essere esposti in una specifica relazione geologica.

Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove che il progettista deve definire in base alle scelte tipologiche dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive.

Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica, di cui al § 6.2.2, unitamente ai calcoli per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive, devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica.

#### 6.2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Esso deve essere sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

Metodi e risultati delle indagini devono essere esaurientemente esposti e commentati in una relazione geologica.

## CARATTERI GEOLOGICI

La strutturazione dei depositi quaternari può essere ricondotta a quanto riportato nelle LINEE GUIDA PER L'ADEGUAMENTO DEI PIANI URBANISTICI COMUNALI AL PPR E AL PAI (Bozza luglio 2008 – assetto ambientale – riordino delle conoscenze- rif. Tabella 6 - Struttura della Legenda Geologica) allegate al PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (L.R. 25 novembre 2004, n. 8).

### DEPOSITI QUATERNARI

#### DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA MARINA

Depositi olocenici dell'area marina

#### DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE

Depositi olocenici dell'area continentale

Sedimenti legati a gravità

Sedimenti alluvionali

Sedimenti lacustri

Sedimenti eolici

Sedimenti litorali

Depositi pleistocenici dell'area continentale

#### AMBIENTE CONTINENTALE - SEDIMENTI ALLUVIONALI

**bb** - Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE

#### DEPOSITI PLEISTOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE

**PVM2a** - Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.

### QUATERNARIO

Il Quaternario è rappresentato in diversi settori della Sardegna (figura 2) ed è costituito da affioramenti in gran parte rappresentati da depositi in facies continentale, mentre i subordinati depositi marini danno luogo ad affioramenti discontinui e di debole spessore e vengono attribuiti al Tirreniano, essendo gli unici che forniscano una sicura datazione in base al contenuto paleontologico. Per quanto riguarda l'età dei depositi continentali, questa è in genere definita solo in base ai rapporti con quelli marini tirreniani.

Conformemente al resto dell'Isola questi depositi sono rappresentati da alluvioni antiche e recenti, da detriti di falda e subordinatamente da crostoni calcarei. Le alluvioni antiche affiorano intorno ai rilievi rocciosi e spesso sono terrazzate. La composizione è ciottoloso-sabbioso-argillosa ed un colore marron – rossastro. I ciottoli derivano dalle formazioni affioranti nel settore e constano in rocce paleozoiche, quarzo, e andesite; la frazione fine è costituita da sabbia, limo ed argilla più o meno ferruginosa.

Lo spessore è pari a 5-6m nella piana del Cixerri ma aumenta notevolmente, >100m, nei dintorni di Uta e Villaspeciosa. I crostoni calcarei bianco giallastri affiorano in prossimità di fonti sorgive ricche in carbonati direttamente sul substrato roccioso scistoso o sulle alluvioni; il loro spessore varia intorno al metro.

Il Quaternario antico (Pleistocene) è quindi rappresentato principalmente dalle “Alluvioni antiche” Auct. (3b), diffuse in tutta l’Isola, ma in particolare nella piana del Campidano e in Nurra. Con minore estensione affiorano anche nelle pianure costiere del Turritano (Sassarese), di Orosei e Siniscola, del Sarrabus, ecc. Si tratta prevalentemente di sedimenti fluviali di conoide e di piana alluvionale, rappresentati da conglomerati, ghiaie e sabbie più o meno costipate, spesso con abbondante matrice siltoso-argillosa arrossata e variamente ferrettizzate.

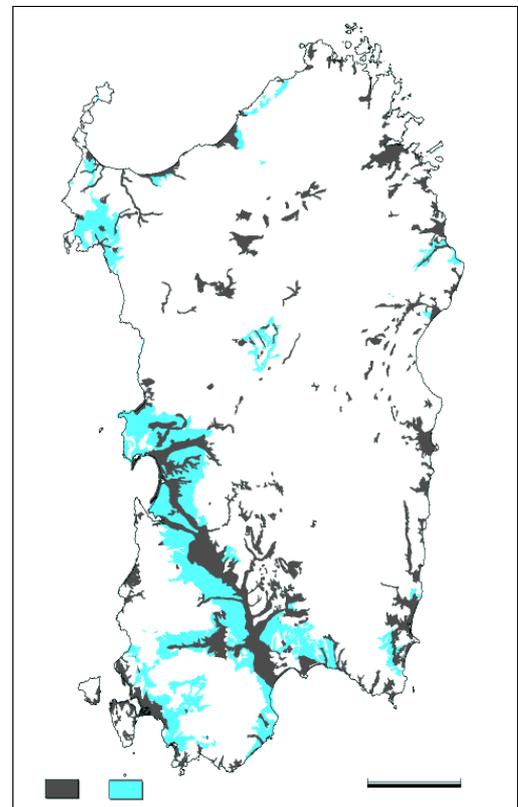
Casi studio particolare sono evidenziati in letteratura dalla conoide del Fiume Tirso, nel Campidano di Oristano, di cui si può ancora riconoscere l’originario cono di deiezione, attualmente terrazzato, il cui apice è stato individuato alla fuoriuscita del corso d’acqua dalle gole basaltiche di Villanova Truschedu, circa 20 km nell’entroterra. In Nurra si riconoscono dei depositi alluvionali antichi costituiti in prevalenza da ciottoli quarzosi, con argille e sabbie fortemente arrossate, che ricoprono i termini delle successioni paleozoica, mesozoica e cenozoica. Nel tratto finale del Fiume Flumendosa sono stati rilevati depositi alluvionali antichi sabbiosi e ghiaiosi, a varie altezze rispetto all’attuale livello marino, che si raccordano lateralmente ai depositi di versante pedemontani.

Caratteristici in tutta l’Isola sono i depositi tipo “*éboulis ordonnées*”, costituiti da materiale clastico spigoloso e più o meno grossolano, spesso con abbondante matrice siltoso-argillosa in genere arrossata, con una stratificazione sottolineata da ripetute variazioni granulometriche dovute alle variazioni d’intensità e/o di frequenza del crioclastismo in ambiente periglaciale. L’inclinazione degli strati non è coerente con quella del versante su cui poggiano, e all’interno del deposito essa aumenta da pochi gradi al piede del versante, fino a circa 30° nella parte sommitale.

L’Olocene (1) è rappresentato soprattutto dai depositi ghiaioso-sabbiosi di fondovalle e delle piane alluvionali, dalle sabbie e ghiaie delle spiagge, dalle sabbie eoliche di retrospiaggia, talora con formazioni dunari che si estendono per qualche chilometro nell’entroterra, e da depositi limoso-argillosi delle lagune e stagni costieri. Sempre all’Olocene sono riferibili gli accumuli detritici spigolosi e più o meno grossolani situati al piede dei versanti più acclivi nei rilievi costituiti dalle magmatiti paleozoiche (porfiroidi, porfidi, granitoidi), dalle quarziti o dalle pareti subverticali dei “Tacchi” carbonatici mesozoici e delle “Giare” basaltiche.

Nelle aree pedemontane di raccordo tra i rilievi e le pianure si estendono i depositi detritici dei glacis di accumulo, talora potenti alcune decine di metri (Sulcis, Campidano occidentale, ecc.), anch’essi reinciati e terrazzati. Si tratta di materiale clastico grossolano, con elementi spigolosi o solo debolmente smussati, di dimensioni mediamente da centimetriche a decimetriche, con abbondante matrice argilloso-ferruginosa arrossata. La loro deposizione si fa risalire all’azione del ruscellamento diffuso in condizioni climatiche fredde e umide corrispondenti ai periodi glaciali del Pleistocene. Sui pediment (o glacis di erosione) modellati per lo più sulle rocce cristalline paleozoiche, i depositi detritici da ruscellamento risultano invece assai discontinui e di esiguo spessore (da pochi decimetri a qualche metro). A questi depositi pedemontani vanno pure associati detriti di versante di probabile origine crioclastica, riconducibili anch’essi ai sistemi morfoclimatici di tipo periglaciale.

**Figura 2** - Ubicazione degli affioramenti quaternari di ghiaie, sabbie ed argille oloceniche (1), di “Alluvioni antiche” Auct. (2a), “Panchina tirreniana” Auct. (2b) e Arenarie eoliche würmiane (2c) (Carmignani et. al '97)



## CARATTERI MORFOLOGICI

Il settore in parola è situato lungo la linea ferrata Cagliari-Oristano e rappresenta un profilo morfologico costante conformemente al resto della piana del Campidano; questo si eleva a +14m s.l.m. e risulta pianeggiante con minima pendenza (0.02%) verso ovest.

La morfologia del settore è difficilmente identificabile in un contesto limitrofo a quello urbano (figura 3) come è quello a cui appartengono i terreni in parola del progetto in itinere. Il sito è ubicato a sud del Fiume Tirso (1500m).



**Figura 3** - veduta del sito su ortofoto RAS 2006

Storicamente

dall'archivio

G.N.D.C.I.

([http://wwwdb.gndci.cnr.it/php2/avi/catalogo\\_f\\_comune.php?lingua=it](http://wwwdb.gndci.cnr.it/php2/avi/catalogo_f_comune.php?lingua=it)) è possibile verificare il territorio del comune di Oristano non è stato interessato da episodi di frane dal 1924 al 2000; nella sua porzione di territorio prospiciente la piana del Tirso risulta interessato da eventi di piena:

Numero	Località	Data	Ambiente fisiografico	Fiume
6600005	Oristano (Comune di)	16/11/1991		F. Tirso
<a href="#">600612</a>	Oristano	14/12/1990	Pianura	
<a href="#">600598</a>	Oristano	10/4/1990	Pianura	
<a href="#">600611</a>	Oristano	9/12/1990	Pianura	
<a href="#">600578</a>	Oristano	1/12/1987	Pianura	
<a href="#">600577</a>	Oristano	25/11/1987	Pianura	
<a href="#">600576</a>	Oristano	14/11/1987	Pianura	
<a href="#">600574</a>	Silì	12/10/1987	Pianura	
<a href="#">600573</a>	Oristano	12/10/1987	Pianura	
<a href="#">600562</a>	Oristano (campagne di)	11/1/1987	Pianura	
<a href="#">600557</a>	Oristano	20/7/1986	Pianura	
<a href="#">600556</a>	Oristano	29/4/1986	Pianura	
<a href="#">600553</a>	Oristano	23/6/1986	Pianura	
<a href="#">600550</a>	Oristano	6/1/1986	Pianura	
<a href="#">600523</a>	Oristano	2/12/1983	Pianura	
<a href="#">600506</a>	Oristano	18/12/1982	Pianura	
<a href="#">600484</a>	Oristano	1/4/1981	Collina	
<a href="#">600472</a>	Oristano	13/10/1980	Pianura	
<a href="#">600468</a>	Oristano	30/5/1980	Pianura	
<a href="#">600467</a>	Oristano	30/4/1980	Pianura	
<a href="#">600473</a>	Oristano	6/11/1980	Pianura	
<a href="#">600454</a>	Oristano	17/8/1979	Pianura	
<a href="#">600452</a>	Oristano	2/7/1979	Pianura	
<a href="#">600449</a>	Oristano	19/6/1979	Pianura	
<a href="#">600445</a>	Oristano - Strada di accesso all'abitato	2/4/1979	Pianura	F. Tirso
<a href="#">600442</a>	Oristano	16/2/1979	Pianura	
<a href="#">600441</a>	Oristano	8/2/1979	Pianura	
<a href="#">600459</a>	Oristano	12/10/1979	Pianura	
<a href="#">600456</a>	Oristano	20/9/1979	Pianura	
<a href="#">600429</a>	Oristano	24/2/1978	Pianura	
<a href="#">600427</a>	Oristano	21/1/1978	Pianura	
<a href="#">600428</a>	Oristano	31/1/1978	Montagna	
<a href="#">600436</a>	Oristano	27/11/1978	Pianura	
<a href="#">600437</a>	Oristano	5/12/1978	Pianura	
<a href="#">600406</a>	Oristano	29/11/1977	Pianura	
<a href="#">600395</a>	Oristano	25/7/1977	Pianura	
<a href="#">600394</a>	Oristano	1/6/1977	Pianura	
<a href="#">600425</a>	Oristano	23/11/1976	Pianura	
<a href="#">600426</a>	Oristano	2/12/1976	Pianura	
<a href="#">600423</a>	Oristano	4/11/1976	Pianura	
<a href="#">600425</a>	Bosa	23/11/1976	Pianura	

<u>600410</u>	Oristano	26/6/1976	Pianura	
<u>600421</u>	Oristano	20/10/1976	Pianura	
<u>600409</u>	Oristano (campagne di)	25/6/1976	Pianura	
<u>600373</u>	Oristano	13/3/1975	Pianura	
<u>600374</u>	Cagliari	5/5/1975	Pianura	
<u>600374</u>	Oristano	5/5/1975	Pianura	
<u>600375</u>	Oristano	10/5/1975	Pianura	
<u>600383</u>	Oristano	20/10/1975	Pianura	
<u>600357</u>	Oristano	17/2/1974	Pianura	
<u>600357</u>	Olbia	17/2/1974	Pianura	
<u>600361</u>	Oristano (Comune di)	13/4/1974	Pianura	F. Tirso
<u>600366</u>	Oristano	20/7/1974	Pianura	
<u>600354</u>	Oristano	3/10/1973	Pianura	
<u>600335</u>	Oristano	18/5/1972	Collina	
<u>600331</u>	Oristano	15/2/1972	Pianura	
<u>600339</u>	Oristano	14/10/1972	Pianura	
<u>600329</u>	Oristano	9/12/1971	Pianura	
<u>600307</u>	Oristano	20/10/1970	Pianura	
<u>600298</u>	Oristano	15/1/1970	Pianura	
<u>600279</u>	Oristano	3/3/1969	Pianura	
<u>600280</u>	Oristano	4/4/1969	Pianura	
<u>600290</u>	Oristano	13/9/1969	Pianura	
<u>600277</u>	Oristano	11/2/1969	Pianura	
<u>600274</u>	Piana di Oristano	17/12/1968	Pianura	F. Tirso
<u>600254</u>	Oristano	10/1/1967	Pianura	
<u>600267</u>	Oristano	12/12/1967	Pianura	
<u>600248</u>	Oristano	27/10/1966	Pianura	
<u>600250</u>	Oristano	6/12/1966	Pianura	
<u>600230</u>	Oristano	24/6/1965	Pianura	
<u>600205</u>	Oristano	7/1/1963	Pianura	
<u>600206</u>	Piana di Oristano	1/2/1963	Pianura	F. Tirso
<u>600214</u>	Oristano (Comune di)	18/9/1963	Pianura	Canali di irrigazione
<u>4600004</u>	Oristano (Comune di)	22/11/1961		F. Tirso
<u>600194</u>	Oristano	13/11/1961	Pianura	
<u>600184</u>	Oristano	30/12/1960	Pianura	
<u>600176</u>	Oristano	18/1/1960	Pianura	
<u>600173</u>	Oristano	28/9/1959	Pianura	
<u>600163</u>	Piana di Oristano	14/12/1958	Montagna	F. Tirso
<u>4600003</u>	Oristano (Comune di)	2/12/1958		Canali
<u>600157</u>	Oristano	18/4/1958	Pianura	
<u>600115</u>	Oristano	22/8/1951	Pianura	
<u>600076</u>	Oristano	15/3/1935	Pianura	
<u>600057</u>	Oristano	23/4/1930	Pianura	
<u>600049</u>	Oristano	18/4/1930	Pianura	
<u>600019</u>	Piana di Oristano	11/2/1924	Collina	F. Tirso
<u>4600001</u>	Piana di Oristano	11/2/1917		F. Tirso

## CARATTERI IDROGEOLOGICI

### CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

I sedimenti continentali sono difficilmente circoscrivibili, poiché è sempre possibile il verificarsi di fenomeni di alternanza tra argille, limi, sabbie e ghiaie.

Gli acquiferi sono maggiormente presenti in settori ghiaiosi. La circolazione idrica si sviluppa con coefficienti d'infiltrazione maggiori del 10% nelle zone prevalentemente ghiaiose e minori del 10% nelle zone prevalentemente sabbio-limose. Gli acquiferi sono drenati sia dalle incisioni dei reticoli idrografici sia da numerose sorgenti che talora hanno portate superiori a 1 l/s.

Pertanto i litotipi in studio possono definirsi dal punto di vista idrogeologico come acquiferi e differenziati dagli aquitardi e dagli acquicludi in base al valore della permeabilità (K). Il moto è regolato dalla legge di Darcy:  $Q = K \times i \times A$

La legge è vettoriale per cui si possono distinguere una componente orizzontale  $K_h$  e una verticale  $K_v$ .

Dal punto di vista operativo il moto orizzontale viene anche definito deflusso di falda e rappresenta il vettore di flusso verso le opere di captazione, ma poiché queste ultime hanno sezioni (A) molto piccole tale componente può risultare trascurabile per bassi valori di K. Per gli stessi valori di K può viceversa essere rilevante il flusso verticale, dal momento che esso interessa l'intera sezione di A del sistema idrogeologico, se questo ammette significative variazioni del carico idraulico.

Il mezzo fisico in cui avviene il deflusso e l'immagazzinamento dell'acqua sotterranea permette di distinguere:

- acquiferi granulari (porosi);
- acquiferi fratturati;

Gli acquiferi possono essere classificati in base alle caratteristiche idrogeologiche della formazione sovrastante nel modo seguente:

**acquiferi freatici** – non necessariamente devono affiorare sino alla quota del p.c., possono essere limitati da coperture meno permeabili. La condizione determinante è che non siano saturi sino a tetto, ovvero la superficie freatica, in contatto con l'esterno, cada all'interno.

**acquiferi semifreatici** – è il caso in cui l'acquifero è limitato a tetto da una copertura a bassa permeabilità relativa, all'interno del quale cade la superficie freatica.

**acquiferi confinati** – al tetto presentano un acquicludo o comunque un aquitard a bassissima permeabilità relativa, tale da rendere gli scambi idrici nulli, con gli acquiferi sovrastanti. Sono saturi e il livello di falda è piezometrico, ovvero rappresenta una pressione al letto dell'acquifero.

**acquiferi semiconfinati** – al letto presentano un aquitard che si può estendere sino al p.c., oppure essere a sua volta sormontati da un acquifero freatico. Attraverso l'aquitard sono resi possibili gli scambi idrici verticali con l'acquifero sottostante. Se l'aquitard è dotato di magazzino proprio può cedere la risorsa all'acquifero semi-confinato.

**sistemi acquiferi multifalda** – sono sistemi molto diffusi in natura, e generalmente sono contrassegnati da un acquifero freatico o semi freatico sovrapposto a più orizzonti successivi semi confinati, ovvero separati da aquitard. Le condizioni di scambio idrico sono regolate dal carico piezometrico e dalle caratteristiche degli aquitard.

I caratteri peculiari degli acquiferi freatici e semi freatici sono definiti ad una casistica ormai soddisfacente. Dai caratteri idrogeologici acquisiti in *situ*, e dai dati bibliografici il settore può essere, dal punto di vista idrogeologico, classificato in due formazioni:

- sedimenti ghiaio – sabbiose;
- sedimenti limo-sabbiosi.

#### ALLUVIONI ANTICHE E REGENTI, E DETRITI DI FALDA.

I depositi di questo complesso mostrano una diversa gamma di permeabilità che dipendono sia dalla coerenza dei sedimenti che dalla presenza di vuoti (porosità efficace) e dalla natura geologica dei sedimenti come la presenza di livelli limo-argillosi.

Generalmente lo spessore è modesto se si escludono le fosse tettoniche del Campidano e del Cixerri; infatti nel Campidano (figura 4) un interessante falda è ospitata nelle ghiaie dove diversi pozzi perforati ca 15, con profondità prossime ai 100m, emungono con portate complessive intorno ai 220 l/s. Alle terre ghiaio- sabbiose incoerenti è attribuita una permeabilità discreta in un range tra  $10^{-7}$  e  $10^{-3}$  con porosità totale intorno 26-34% e un coefficiente di permeabilità K (cm/s) intorno a  $10^{-1}$  -  $10^{-2}$ . Altri settori idrogeologicamente interessanti sono quelli della piana del Flumendosa e del Picocca dove le portate dei pozzi non superano i 20 l/s.

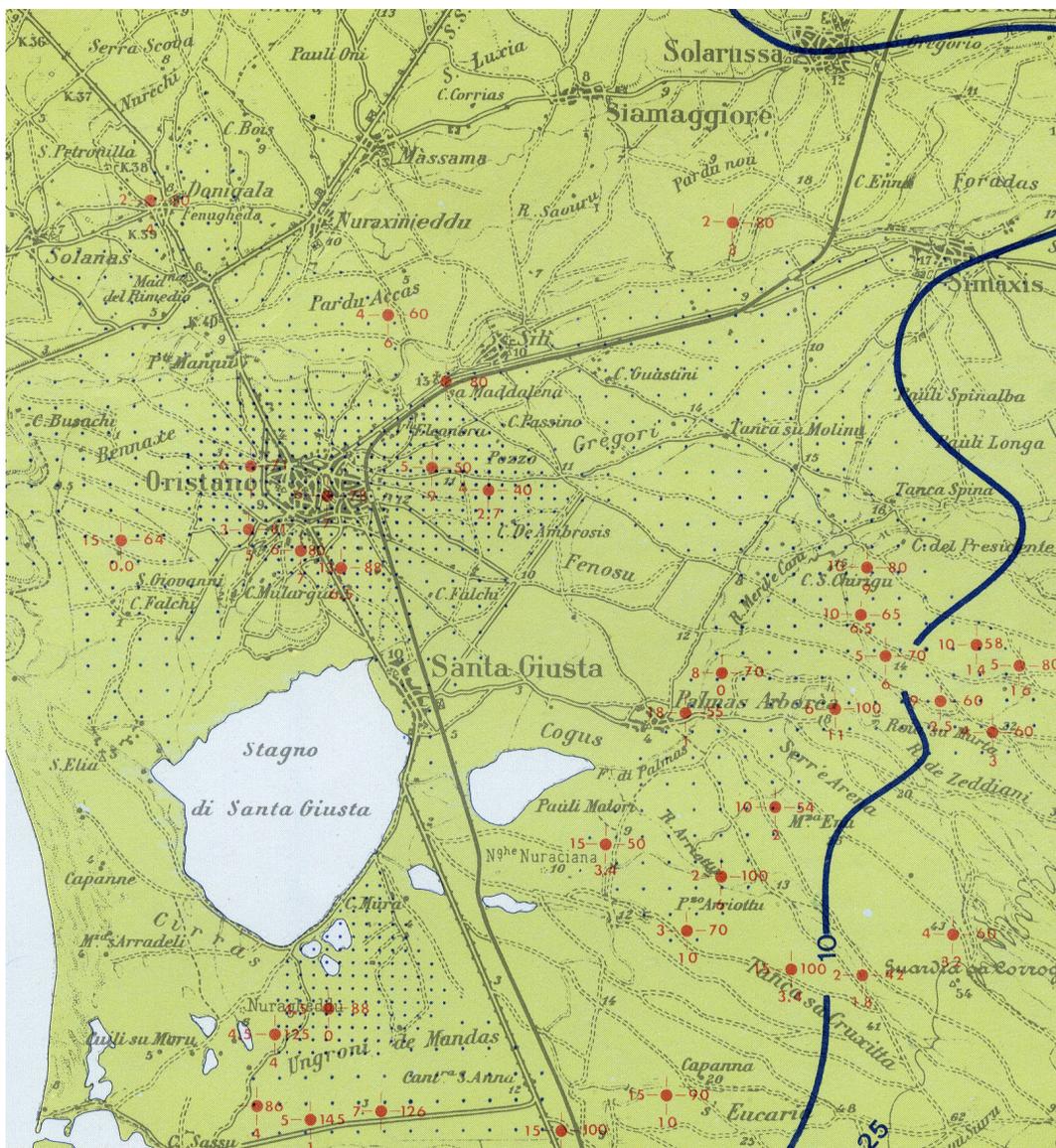


Figura 4 – Stralcio della carta idrogeologica (Da Carboni et al. 1981)

La valutazione sugli apporti idrici è quantificabile in  $2500 \times 10^6$  mc annui derivanti da precipitazioni comprese tra 432 e 792 mm. L'evapotraspirazione è compresa tra 500 e 600mm e pertanto riassorbe

in toto le precipitazioni. Le acque d'infiltrazione costituiscono un decimo degli apporti, con un coefficiente d'infiltrazione pari al 10% e ritornano a giorno con un drenaggio in periodo di magra pari al 3% degli afflussi. La maggior parte della ricarica degli acquiferi (figura 4) appare provenire dall'apporto dei vari torrenti, che drenano i settori circostanti, più che dalle precipitazioni infiltrate.

## PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

### IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

È stato emanato con Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici del 21 febbraio 2005, n. 3 “Esecutività della deliberazione n. 54/33 assunta dalla Giunta regionale in data 30.12.2004, è corredato dalle Norme di Attuazione così come modificate dalla Deliberazione N. 17/14 DEL 26.4.2006 “Norme di attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico. Approvazione delle modifiche e dell'Errate Corrige. Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici 21 febbraio 2005, n. 3 “Esecutività della deliberazione n. 54/33 assunta dalla Giunta regionale in data 30.12.2004”. Adozione del “Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)” definisce la procedura per l'approvazione degli interventi in aree classificate pericolose.

Il P.A.I. risulta approvato con D. Ass. LL.PP. 21 febbraio 2005 n. 3 - Esecutività della Del. di G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 – e approvato Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 29.07.2006.

Il piano definisce gli aspetti di conservazione e miglioramento della sicurezza del territorio. Il progetto in oggetto dovrà quindi riferirsi a quando disposto nelle N.T.A. del P.A.I.. (art. 8 comma 2) in questo contesto si riportano gli articoli afferenti alla tipologia dell'opera in parola.

*Gli studi di compatibilità idraulica, che accompagnano il N.O. per i progetti in aree a rischio sono disciplinati dall'art. 24*

*1. In applicazione dell'articolo 23, comma 6, lettera b., nei casi in cui è espressamente richiesto dalle presenti norme i progetti proposti per l'approvazione nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, elevata e media sono accompagnati da uno studio di compatibilità idraulica predisposto secondo i criteri indicati nei seguenti commi.*

*2. Lo studio di compatibilità idraulica non sostituisce le valutazioni di impatto ambientale, le valutazioni di incidenza, gli studi di fattibilità, le analisi costi-benefici e gli altri atti istruttori di qualunque tipo richiesti dalle leggi dello Stato e della Regione Sardegna.*

*3. Lo studio di compatibilità idraulica:*

- è firmato da un ingegnere esperto nel settore idraulico e da un geologo, ciascuno per quanto di competenza, iscritti ai rispettivi albi professionali;*
- valuta il progetto con riferimento alla finalità, agli effetti ambientali;*
- analizza le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dell'assetto idraulico e del dissesto idraulico attuale e potenziale dell'area interessata, anche studiando e quantificando le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica della stessa area;*
- verifica e dimostra la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI;*
- prevede adeguate misure di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio sostenibile associato agli interventi in progetto.*

*4. Nei casi in cui leggi regionali o norme di piani territoriali e piani di settore della Regione Sardegna subordinino l'approvazione di progetti localizzati in aree di pericolosità da frana alla formazione di studi geomorfologici equivalenti agli studi di compatibilità geologica e geotecnica di cui al presente articolo questi ultimi possono essere sostituiti dai primi a condizione che contengano elementi valutativi di pari livello e che tale equivalenza sia espressamente dichiarata dall'Assessorato Regionale ai Lavori Pubblici..*

*5. Lo studio di compatibilità idraulica è predisposto secondo i criteri indicati nell'Allegato E alle presenti norme.*

6. *I soggetti pubblici o privati titolari dell'attuazione degli interventi di mitigazione delle condizioni di pericolosità idraulica e di rischio idraulico sono tenuti a formare e trasmettere alla Regione, al fine di predisporre elementi per le eventuali varianti del PAI di cui all'articolo 37, nuove mappature delle aree pericolose interessate dagli interventi elaborate alla scala della cartografia del PAI e con formati compatibili con il SIT della Regione.*

7. *Lo studio di compatibilità idraulica è approvato dall'Autorità Idraulica competente per territorio.*

I contenuti dello studio di compatibilità idraulica sono definiti dall'Allegato E “Criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle norme di attuazione del PAI”

Nei casi in cui è espressamente richiesto dalle norme di attuazione del PAI, i progetti preliminari, ai sensi della Legge n. 109 del 11 febbraio 1994, degli interventi da realizzarsi nelle aree di pericolosità idraulica sono corredati da uno studio di compatibilità idraulica in cui si dimostri la coerenza con le finalità indicate nell'articolo 23, comma 6, e nell'articolo 24 delle norme di attuazione del PAI e si dimostri in particolare che l'intervento sottoposto all'approvazione è stato progettato rispettando il vincolo di non aumentare il livello di pericolosità e di rischio esistente - fatto salvo quello eventuale intrinsecamente connesso all'intervento ammissibile - e di non precludere la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio. La compatibilità idraulica dell'intervento proposto:

- a) **è verificata in funzione degli effetti dell'intervento sui i livelli di pericolosità rilevati dal PAI;**
- b) **è valutata in base agli effetti sull'ambiente tenendo conto dell'evoluzione della rete idrografica complessiva e del trasferimento della pericolosità a monte e a valle.**

Lo studio di compatibilità idraulica non sostituisce ma integra tra l'altro i criteri e gli strumenti di valutazione previsti dalla Legge n. 64 del 2 febbraio 1974, dal D.M. 12 dicembre 1985, dal D.M. LL.PP 11 marzo 1988 e dalla Circolare esplicativa n. 30483 del 24 settembre 1988, dalla Legge n. 109 del 11 febbraio 1994 (Norme urgenti in materia di lavori pubblici) e ss.mm.ii., dalle norme nazionali in materia di valutazione di impatto ambientale e di valutazioni di incidenza, dalle disposizioni dell'ordinamento della Regione Sardegna.

Lo studio di compatibilità idraulica deve contenere e illustrare:

- l'analisi idrologica finalizzata alla definizione della piena di riferimento completa di caratterizzazione geopedologica del bacino sotteso dalla sezione di controllo. La stima della piena di riferimento va condotta per i tempi di ritorno relativi al livello di pericolosità dell'area interessata dall'intervento e per i tempi di ritorno superiori tra quelli indicati dalla relazione del PAI;*
- l'analisi idraulica dell'asta fluviale e dell'area di allagamento compresa tra due sezioni caratterizzate da condizioni al contorno definibili;*
- l'analisi dei processi erosivi in alveo e nelle aree di allagamento;*
- l'analisi dei processi erosivi e delle sollecitazioni nei manufatti.*

Per quanto attiene le metodologie di analisi idrologica e idraulica si applicano almeno i criteri indicati nelle Linee Guida allegate alla Relazione del PAI.

Lo studio deve essere corredato da :

- relazione tecnica illustrativa ed esplicativa delle procedure adottate e delle analisi svolte;*
- risultati delle elaborazioni numeriche;*
- elaborati grafici di dettaglio almeno alla scala della cartografia del PAI consegnati anche su supporto informatico; i relativi dati devono essere georeferenziati secondo standard opportuni per consentire l'aggiornamento del SIT della Regione Sardegna;*
- documentazione grafica con apposite sezioni e profili idraulici a scala adeguata atti ad identificare i livelli di piena;*
- piano di manutenzione degli interventi;*
- piano di monitoraggio per il controllo della efficacia degli interventi.*

Il P.A.I. individua nel territorio regionale, un unico bacino regionale e 7 sub-bacini (figura 5), soggetto alle prescrizioni dettate dalla NAT del PAI stesso.



**Figura 5** - Delimitazione dei sub-bacini regionali sardi

L'art. 21 c 2. definisce le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e manutenzione delle reti:

- *conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;*
- *non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;*
- *prevedano l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale;*
- *garantiscono un franco sul livello della portata di progetto pari al massimo tra l'altezza cinetica della corrente ed un metro;*
- *prevedano eventuali rampe di accesso alle infrastrutture di attraversamento in modo da non ostacolare il naturale deflusso delle acque;*
- *adottino per i nuovi attraversamenti criteri che possibilmente evitino o comunque limitino il numero di pile in alveo;*
- *configurino le spalle dei ponti in modo da non comportare restringimenti della sezione che pregiudichino la sicurezza del tronco d'alveo;*
- *prevedano le pile dei nuovi attraversamenti in modo da offrire la minore resistenza idrodinamica;*
- *garantiscono la protezione dall'erosione delle pile dei ponti preferibilmente evitando plateazioni della sezione di imposta;*
- *minimizzino il rischio di instabilità gravitativa e di alterazione del naturale reticolo drenante indotto dai tagli dei versanti lungo i tracciati;*
- *limitino le modificazioni della morfologia naturale dei pendii impegnati;*
- *prevedano appropriati sistemi di drenaggio, da sottoporre ad adeguata manutenzione;*
- *prevedano l'apporto di suolo nei corsi d'acqua in conseguenza dell'esposizione agli agenti meteorici della superficie interessata dall'opera.*

## IL PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (P.S.F.F.)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) è stato redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183. Si tratta di un Piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento e una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Con Delibera n° 1 del 31.03.2011, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna ha adottato in via preliminare, ai sensi degli artt. 8 c.3 e 9 c.2 della L.R. n. 19 del 6.12.2006, il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)

Con Deliberazione n. 1 del 23 giugno 2011 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale ha Revocato la deliberazione n. 1 del 31.03.2011, di adozione preliminare del P.S.F.F., e ha definito una nuova procedura per l'adozione e l'approvazione finale.

Con delibera del comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino n° 1 del 03.09.2012 avente per “Oggetto: Predisposizione del complesso di “Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”. Esame delle osservazioni pervenute a seguito della convocazione delle conferenze istruttorie preliminari e adozione preliminare – Art. 1 lettera d) e lettera f) della deliberazione del C.I. n. 1 del 23.06.2011” il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale ha ridefinito l'iter di approvazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Il P.S.F.F., Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, è adottato con Delibera n.1 del 20.06.2013 e con Delibera n.1 del 05.12.2013 e mappa oltre al sopracitato P.A.I. le aree inondabili. La Delibera del Comitato Istituzionale n° 1 del 20.06.2013 ha approvato in **via definitiva** il P.S.F.F. **ad esclusione** dei territori ricompresi nei comuni di Uta e Terralba. La deliberazione del comitato istituzionale n. 1 del 20 giugno 2013 all'art. 3 del deliberato riporta:

*3) nell'ambito del P.S.F.F. sono state mappate aree inondabili con tempo di ritorno pari a due anni e pertanto su tali aree si applicano, quali Norme di Salvaguardia, i vincoli di cui agli artt. 4, 8 cc. 8, 9, 10, 11 ed artt. 23, 24, 27 delle N.A. del P.A.I., assegnando alle medesime la classe di pericolosità (Hi4).*

*4) per i fiumi, torrenti e corsi d'acqua o tratti degli stessi, non indagati dal P.A.I. (approvato con Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 29.07.2006), sono adottate le aree a pericolosità idraulica perimetrate dallo studio P.S.F.F. e le corrispondenti misure di salvaguardia previste dalle vigenti N.A. del P.A.I. agli artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11), nn. 23, 24, 27, 28, 29 e n. 30.*

*5) per i fiumi, torrenti e corsi d'acqua o tratti degli stessi, studiati dal P.A.I. (approvato con Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 29.07.2006) e successivamente dal P.S.F.F., sono adottate, in aggiunta alle aree già perimetrate dal P.A.I., le aree a pericolosità idraulica perimetrate dallo studio P.S.F.F. e le corrispondenti misure di salvaguardia previste dalle vigenti N.A. del P.A.I. agli artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11), nn. 23, 24, 27, 28, 29 e n. 30, fino all'approvazione finale dello studio P.S.F.F. ed alla successiva variante generale al P.A.I.. Nei casi di sovrapposizione tra aree a pericolosità idraulica perimetrate dal vigente P.A.I. e dal P.S.F.F., e relative a portate con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, si dovrà fare riferimento cautelativamente all'area a maggiore pericolosità idraulica ed alle relative prescrizioni imposte dalle Norme di Attuazione del P.A.I..*

## GRADO DI PERICOLOSITÀ

La verifica dell'inclusione del sito in aree perimetrate dal P.A.I. (D. Ass. LL.PP. 21 febbraio 2005 n. 3 - Esecutività della Del. di G.R. n. 54/33 del 30.12.2004; Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 29.07.2006) e dal P.S.F.F. (Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna - Delibera n° 1 del 31.03.2011) ha dato esito negativo; non risultando presenti aree a pericolosità geomorfologica e/o a pericolosità idraulica nel settore in studio.

## INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Le indagini geotecniche, di cui al punto 6.2.2 del DM 14.01.2008, *devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare il volume significativo di cui al § 3.2.2, e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.*

*I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere ottenuti mediante specifiche prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno e attraverso l'interpretazione dei risultati di prove e misure in sito. Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.*

*Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico.*

*È responsabilità del **progettista** la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica.*

Il programma d'indagine deve scaturire dalle considerazioni eseguite a seguito della ricostruzione del modello geologico e fatte congiuntamente con il progettista, in funzione delle relative spese economiche e in relazione alle caratteristiche, secondo il seguente schema:

### Pianificazione delle indagini

Occorre definire:	Dipendono da:
<input type="checkbox"/> scelta del tipo di prove	<input type="checkbox"/> importanza del progetto
<input type="checkbox"/> numero delle postazioni	<input type="checkbox"/> fase del progetto (studio di fattibilità, esecutivo, collaudo...)
<input type="checkbox"/> ubicazione	<input type="checkbox"/> natura / eterogeneità dei terreni affioranti
<input type="checkbox"/> profondità di indagine	<input type="checkbox"/> della tipologia di fondazione.
<input type="checkbox"/> numero di campioni	

Tenendo ben presente lo schema prima definito si è giunti alla definizione della scelta finale del tipo di indagine da eseguirsi a corredo di opere di ingegneria civile nel settore di via Ghilarza. Scelta finale che ha individuato nell'effettuazione della prova penetrometrica dinamica/statica il mezzo che consente di raggiungere le finalità di cui prima, poiché consente di indagare il sottosuolo immediatamente in prossimità del piano di fondazione e per diversi metri in profondità oltre il piano fondale o comunque sino al rifiuto. Le prove penetrometriche posseggono le seguenti caratteristiche :

1. *Standard internazionali*
2. *Semplicità ed Economicità*
3. *Ampia diffusione*
4. *Correlazioni empiriche e camera di calibrazione*
5. *Impiego diretto dei risultati nella progettazione*

***Dal punto di vista normativo resta sempre possibile l'assunto: “nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali”.***

Facendo riferimento ad indagini eseguiti dallo scrivente in aree contigue mediante scavo di pozzetti geognostici e prove di laboratorio (taglio diretto) e ai dati ottenuti si definiscono i seguenti parametri preliminari del progetto geotecnico:

w (%)	Ø (°)	c <sub>nd</sub> (Kg/cmq)	Grado Saturazione
25	20	0.47	95.8
γ <sub>s</sub> (t/mc)	γ <sub>n</sub> (t/mc)	γ (t/mc)	e
1.369	1.836	2.673	0.952

#### PIANO DELLE INDAGINI

Il programma d'indagine a corredo del progetto di opere di messa in sicurezza (DM 14.01.2008) scaturirà dalle considerazioni fatte in situ congiuntamente con il progettista, in funzione delle relative spese economiche e in relazione alle caratteristiche :

- del sottosuolo;
- della grandezza dell'opera da realizzarsi.

A corredo del progetto esecutivo verrà eseguito il seguente programma di indagini:

#### INDAGINI IN SITU

Scavo di pozzetti  
geognostici

Prova penetrometrica  
dinamica/statica

#### PROVE IN

#### LABORATORIO

Taglio Diretto

Prova edometrica

#### FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Il presente lavoro, finalizzato ad accertare la fattibilità dal punto di vista geologico per la realizzazione delle opere previste in progetto, ha accertato quanto segue:

- la natura geologica dei terreni evidenzia che essi possono essere investiti del carattere di fattibilità delle ipotesi progettuali limitatamente e congruentemente ai caratteri geotecnici e geomeccanici (sez. B, C del D.M. 11.3.1988) da esplicitarsi nella relazione sulle indagini e nella relazione geotecnica. Il piano di fondazione può essere individuato nel posto a partire da quota -1.00m da p.c.;
- la circolazione idrica sotterranea ad andamento sub-superficiale è identificabile in acquiferi di tipo sedimentario a partire da - 7,0m. L'esecuzione di eventuali perfori per scopi di ricerca idrica dovranno essere eseguiti secondo le vigenti norme di legge (R.D. 1775/1933; L. 5.01.1994 n. 36; D. Lgs. del 03.04.2006 n. 152) e il quantitativo d'acqua emunto deve essere tale da non indurre fenomeni di subsidenza locali;
- nell'esecuzione delle opere in progetto dovranno essere tenute in debito conto le indicazioni di cui:
  - al 7° comma della sez. A2 e alla sez. D8 del D.M. 11.3.1988;
  - ai commi 1, 2) della sez. C 4.1, al comma 4) della sez. B2, della Circ. LL.PP. del 24.09.1988 n. 30483;

- ❑ alle sezz. H3, C43 della CC. del MM. LL. PP. del 24.9.1988 n. 30843;
  - ❑ al capo III punti 12, 13, 14, del D.P.R. 7.01.1956 n. 164;
  - ❑ agli artt. 3-4 della L. 25.11.1962 n. 1684;
  - ❑ alle sezz. A4, C4.5., G2 del D.M. 11.3.1988;
  - ❑ ai commi 4, 6 della sez. B2 e commi 1, 2, 3 della sez. C4.1 del D.M. 11.3.1988.
- ❑ in corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il progetto esecutivo;
- ❑ qualora il sito sia interessato in futuro da scavi (opportuno seguire le indicazioni della sez. D8 del D.M. 11.3.1988) e il terreno in *situ* rimosso dalla propria sede naturale attraverso l'asportazione di materiali o riporti di materiali terrosi, bisogna tenere conto della variazione del coefficiente di rigonfiamento e delle conseguenti variazioni tessiturali e strutturali, geologiche e geotecniche nonché di permeabilità dello stesso. Nel ripristino dello stato dei luoghi bisognerà operare la compattazione in percentuale sufficiente a ripristinare lo stato dei luoghi, rispetto al materiale in banco. La scelta dei materiali deve seguire le indicazioni della sez. E del D.M. 11.3.1988.

## PRESCRIZIONI

Il progetto esecutivo delle opere verrà corredato dagli elaborati di seguito elencati:

1. relazione geologica (§ 6.2.1 delle NTC 08 e § C 6.2.1 della Circolare);
2. relazione geotecnica (§ 6.2.2 delle NTC 08 e § C 6.2.2 della Circolare).

Dovrà essere predisposto un piano d'indagine d'intesa con il progettista - strutturista.

Il successivo collaudo così come definito al punto “A.4. Collaudo.” del D.M.11.3.1988 dovrà:

*“dovrà accertare la rispondenza delle opere eseguite alle previsioni progettuali e la rispondenza della esecuzione alla presente normativa, tenendo conto di tutti i dati rilevati prima e durante la costruzione. Ulteriori indagini e prove saranno effettuate nel corso del collaudo, se ritenute necessarie al fine di accertare l'idoneità dell'opera all'uso cui è destinata.”*

Come prescritto dal punto “**C.4.1. Criteri di progetto.**” del DM 11.3.1988, *il piano di posa deve essere situato al di sotto della coltre di terreno vegetale, nonché al di sotto dello strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionali. Una scelta diversa deve essere adeguatamente giustificata.*

*Le fondazioni devono essere direttamente difese o poste a profondità tale da risultare protette dai fenomeni di erosione del terreno superficiale.*

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio geologico s’inquadra nell’ambito del progetto di **Piano attuativo denominato sa “AIA DE MATTA” sito in zona territoriale omogenea G1\_1 “Servizi Generali”**.

La verifica dell’inclusione del sito in aree perimetrare dal D. Ass. LL.PP. 21 febbraio 2005 n. 3 - Esecutività della Del. di G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 (P.A.I.) e della Delibera n.1 del 20.06.2013 del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino della Regione Sardegna (P.S.F.F.) ha dato **esito negativo** non risultando presenti aree a rischio geomorfologico e a rischio idraulico nel settore in studio.

L’analisi dei caratteri geologici, geomorfologici e stratigrafici nonché di pericolosità geologica evidenzia che non emergono particolari situazioni, se non quelle prima espresse, che pregiudichino il prosieguo delle ipotesi di piano che, resta inteso, dovranno essere eseguite secondo i dettami prima esposti, a regola d’arte e secondo la normativa vigente (L. 9.07.1908, n. 445; D.P.R. 7.01.1956 n. 164; L. 25.11.1962, n. 1684; L. 2.02.1974 n. 64; D. LL. PP. 15.05.1985; D.M. LL. PP. del 12.12.1985; D.M. 11.3.1988; D.P.C.M. 29.09.1998; D.P.R. 6.6.2001, n. 380; D. Lgs 3.04.2006, n. 152; D.M. 14.01.2008; Ord. P.C.M. del 20.03.2003 n. 3274; PRESIDENZA C.M. DIP. PROT. CIVILE D. 21.10.2003; D. Ass. LL.PP. 21.02.005 n. 3 - Esecutività della Del. di G.R. n. 54/33 del 30.12.2004, Del. G.R.15/31 2004).

Muravera, ottobre 2014

Il professionista incaricato

DOTT. GEOL. DARIO CINUS  
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA N. 379



ORDINE DEI GEOLOGI  
REGIONE SARDEGNA  
SEZIONE 4  
N. 379 Dott. Geol. DARIO CINUS

# CARTA GEOLOGICA



SCALA 1:10000

0.00 500.00 1000.00