



COMUNE DI ORISTANO
COMUNI DE ARISTANIS

PROGRAMMI INTEGRATI PER IL RIORDINO URBANO

LEGGE REGIONALE 23 APRILE 2015, N.8 - ARTICOLO 40

Misura a) programmi integrati per le "periferie"

localizzati prioritariamente, con riferimento alle destinazioni dello strumento urbanistico vigente e in conformità con il Piano Paesaggistico Regionale, nelle zone urbanistiche omogenee C contigue all'ambito urbano, nelle zone D e G contigue all'ambito urbano e non completate o dismesse.

I programmi saranno volti alla riqualificazione degli ambiti urbani e delle periferie caratterizzati dalla presenza di pluralità di funzioni e di tessuti edilizi disorganici, incompiuti, parzialmente utilizzati o degradati

'ORISTANO OVEST'

nuove connessioni per il margine occidentale di Oristano

Studi ambientali



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



COMUNE DI ORISTANO



Regione Autonoma della Sardegna

Progetto:

DUE HUB PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE AD ORISTANO
- PROGETTO PRELIMINARE -

Elaborato N:

A.3

Titolo elaborato:

Studio di prefattibilità ambientale

Data:

Dicembre 2014

Scala:

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. Giuseppe Pinna

UFFICIO DEL PIANO DELLA MOBILITA'

Il progettista responsabile:

dott. ing. Michele Scanu

Collaboratore interno:

dott. ing. Yuri Iannuzzi

Collaboratori esterni:

MLab srl

dott. ing. Alfredo Vacca

dott. ing. Beatrice Floridia

dott. geol. Vincenzo Solinas

Validazione:

INDICE

PREMESSA	3
1. PROGETTO	4
1.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO DI RIFERIMENTO.....	4
1.2. CARATTERISTICHE DEL PROGETTO.....	4
2. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	5
2.1. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE	5
2.2. COMPATIBILITÀ STORICO, CULTURALE, ARCHITETTONICA	8
2.3. EFFETTI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI E SULLA SALUTE	20
2.3.1. ATMOSFERA	20
2.3.2. RUMORE.....	21
2.3.3. CONSUMO DEL SUOLO	22
2.3.4. PAESAGGIO URBANO	22
2.3.5. FLORA E VEGETAZIONE.....	22
2.3.6. ASSETTO GEOLOGICO E IDROGEOMORFOLOGICO	23
2.3.7. SALUTE PUBBLICA	23
2.3.8. INDIRIZZI PER LA RIDUZIONE DELL'IMPATTO SULL'AMBIENTE E SUL TERRITORIO.....	23
3. PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE	24

PREMESSA

La presente relazione descrive lo Studio di Prefattibilità Ambientale che costituisce parte integrante del Progetto Preliminare, in accordo con l'art. 17 del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 –Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo n. 163 del 12/04/2006, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture” – e s.m.i..

Obiettivo dello studio di prefattibilità ambientale è l'inquadramento del progetto all'interno dell'ambiente e del territorio nel quale si inserisce, attraverso l'individuazione delle eventuali criticità e la ricerca delle condizioni e delle scelte progettuali che assicurino il miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale.

In conformità con quanto previsto dell'art. 20 dello stesso D.P.R., lo studio affronta le seguenti tematiche:

- Descrizione del progetto, dell'ambiente nel quale si inserisce e illustrazione delle ragioni della scelta del sito e della soluzione progettuale proposta in funzione della minimizzazione dell'impatto ambientale.
- Verifica di compatibilità dell'intervento con le prescrizioni e gli eventuali vincoli previsti dai piani territoriali, paesaggistici ed urbanistici vigenti, nello specifico Piano Paesaggistico Regionale (PPR), Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e Piano Urbanistico Comunale (PUC).
- Studio degli effetti previsti sull'ambiente e sulla salute dei cittadini, sia in fase di realizzazione dell'intervento che durante il suo esercizio.

1. PROGETTO

1.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO DI RIFERIMENTO

L'intervento oggetto del presente studio, rappresentato dalla realizzazione di "due hub per la mobilità urbana sostenibile", ricade interamente all'interno dei confini amministrativi del Comune di Oristano e interessa due aree di cui una semicentrale prossima all'abitato ed al centro città la cui funzione prevalente è di servizi e uffici ed una esterna al tessuto urbano in un importante snodo per la città, dove confluiscono infatti importanti arterie di accesso e uscita dal centro urbano.

In particolare, il progetto prevede la realizzazione di due aree attrezzate di sosta e scambio (Hub) nella città di Oristano al fine di permettere l'integrazione tra i diversi sistemi di trasporto veicoli-autobus-bicicletta, poste sulle direttrici sud-ovest (via Petri) e nord (circonvallazione nord) della città. La prima, a sud-ovest, inclusa nell'area dei palazzi finanziari e campo Tharros; la seconda, a nord, in prossimità della rotatoria prevista all'incrocio tra la circonvallazione provinciale nord e la prosecuzione della via Campanelli.

Il progetto ha come obiettivo generale raggiungere una mobilità urbana sostenibile offrendo l'opportunità di facilitare in città una sempre maggiore intermodalità fra sistema trasporto pubblico, bici (percorsi ciclopedonali) e mezzo privato, facendo crescere la "cultura" dell'intermodalità nella popolazione;

Ulteriori obiettivi da perseguire dovranno essere:

- Decongestionare i centri urbani con la riduzione del carico veicolare nel centro abitato di Oristano favorendo l'utilizzo di mezzi alternativi all'auto;
- Riqualficazione delle aree rendendo l'area non solo adibita a parcheggio ma anche ad attività ricreative a supporto dell'area ludico sportive o anche attività commercial;
- Potenziamento dell'accessibilità degli studenti e dei lavoratori proveniente dalle zone periferiche della città nonché dai centri limitrofi;
- Migliorare la qualità dell'aria riducendo il contenuto di polveri sottili e le esternalità negative, quali le emissioni di gas serra, lo smog, l'inquinamento acustico e l'incidentalità.

1.2. CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

I due hub sono sostanzialmente costituiti da una zona adibita a parcheggi autoveicoli, una zona destinata alla sosta degli autobus di linea, piste ciclabili, zone destinate a verde e al traffico pedonale.

L'hub sud è stato previsto in un area di proprietà comunale a ridosso della "cittadella finanziaria" in un contesto già urbanizzato e confinante con viabilità soggetta a rilevante traffico veicolare (via Ibba e via Petri). Per la realizzazione dell'hub sud saranno da realizzare anche importanti modifiche alla viabilità esistente tramite la realizzazione di una nuova rotatoria e la realizzazione di una pista ciclabile e una nuova piazza prospiciente la via Ibba. L'hub nord è previsto in un'area che attualmente risulta non urbanizzata, adiacente alla futura circonvallazione Nord Ovest di Oristano prevista dalla Provincia di Oristano.

2. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

2.1. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

Dalla lettura delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC si evince che nessuna prescrizione osta alla realizzazione dei due hub in progetto.

Il primo Hub ricade, nelle seguenti zone e sottozone definite all'interno del PUC come:

- Zona omogenea G "Servizi generali": sono classificate zone G le aree di Servizi Generali destinate ad attrezzature di servizio, parchi, strutture per lo sport e il tempo libero, aree militari e tutte quelle infrastrutture di area vasta. Il PPR individua nelle zone G le "aree speciali" nelle quali ricadono le grandi attrezzature di servizio pubblico legate, tra gli altri scopi, anche alla realizzazione del "sistema delle infrastrutture" comprendente anche il nodo dei trasporti.

Tra le diverse sottozone, le G1 sono destinate ad accogliere le attrezzature di servizio per l'istruzione superiore, la ricerca e sanità, la cultura, direzionali.

- Sottozona G1_1 – attrezzature di servizio.
- Zona omogenea S "Spazi pubblici": Sono le parti del territorio riservate alle attività collettive, a verde pubblico o a parcheggi, con esclusione degli spazi destinati alle sedi viarie, che dovranno essere assicurati per ogni abitante insediato o da insediare.
 - Sottozona S3 – aree per spazi pubblici attrezzati a parco per il gioco e lo sport effettivamente utilizzabili per tali impianti con esclusione di fasce verdi lungo le strade;
 - Sottozona S4 – aree per parcheggi pubblici in aggiunta alla superficie a parcheggio prevista dall'art. 18 della L. 765/54), tali aree, in casi speciali, potranno essere distribuite su diversi livelli.

Il secondo Hub ricade, nelle seguente zona e sottozona definite all'interno del PUC come:

- Zona omogenea D "Industriali, artigianali e commerciali": Sono le grandi aree industriali, insediamenti produttivi, centri commerciali e varie attività commerciali, industriali e artigianali. Nelle zone D sono compresi gli insediamenti che il PPR individua come "insediamenti produttivi a carattere industriale, artigianale e commerciale", come "grande distribuzione commerciale" e come "aree estrattive". La programmazione urbanistica comunale può in linea astratta prevedere la riconversione di aree industriali interne al tessuto urbano o la delocalizzazione di attività inquinanti e quindi modificare l'attuale destinazione di zona. (vd. PUC, cap.8).
 - Sottozona D2* - insediamenti produttivi artigianali, commerciali, industriali soggetti a riqualificazione e riconversione nonché per strutture e impianti per la produzione di beni e servizi alla persona (palestre, attività culturali, attività ricreative ...). Per le aree D2* valgono i parametri urbanistici ed edilizi delle zone D2.

L'area in esame è, in particolare, una delle due zone D2* individuate dal PUC, presso l'ingresso nord dell'abitato lungo l'asse di via Cagliari, caratterizzata prevalentemente da attività artigianali.

Di seguito si riportano gli stralci del PUC riferiti allo zoning urbano con evidenziato, in blu, le aree in progetto.

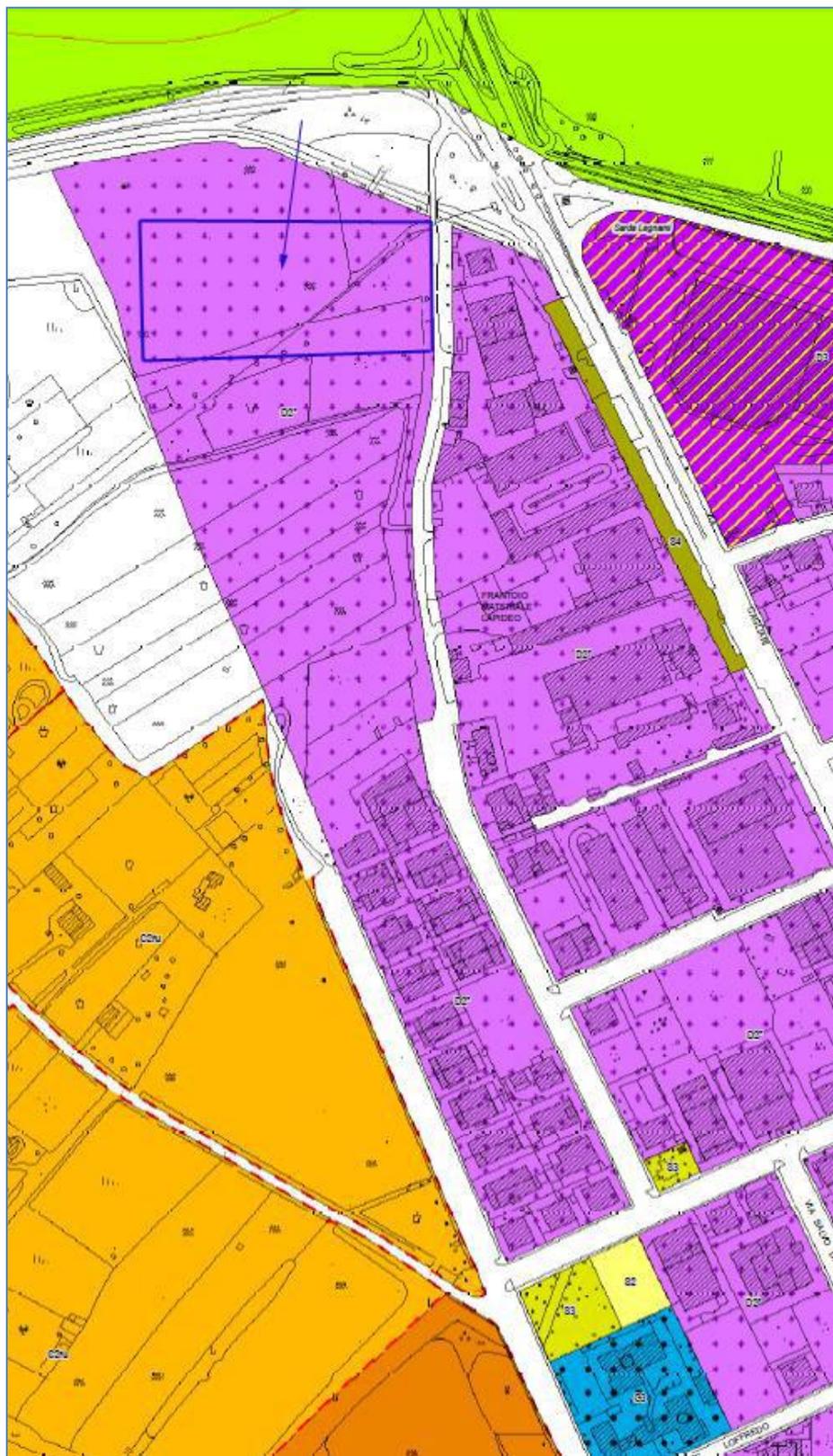


Figura 2 - Estratto PUC - Zoning urbano Hub nord

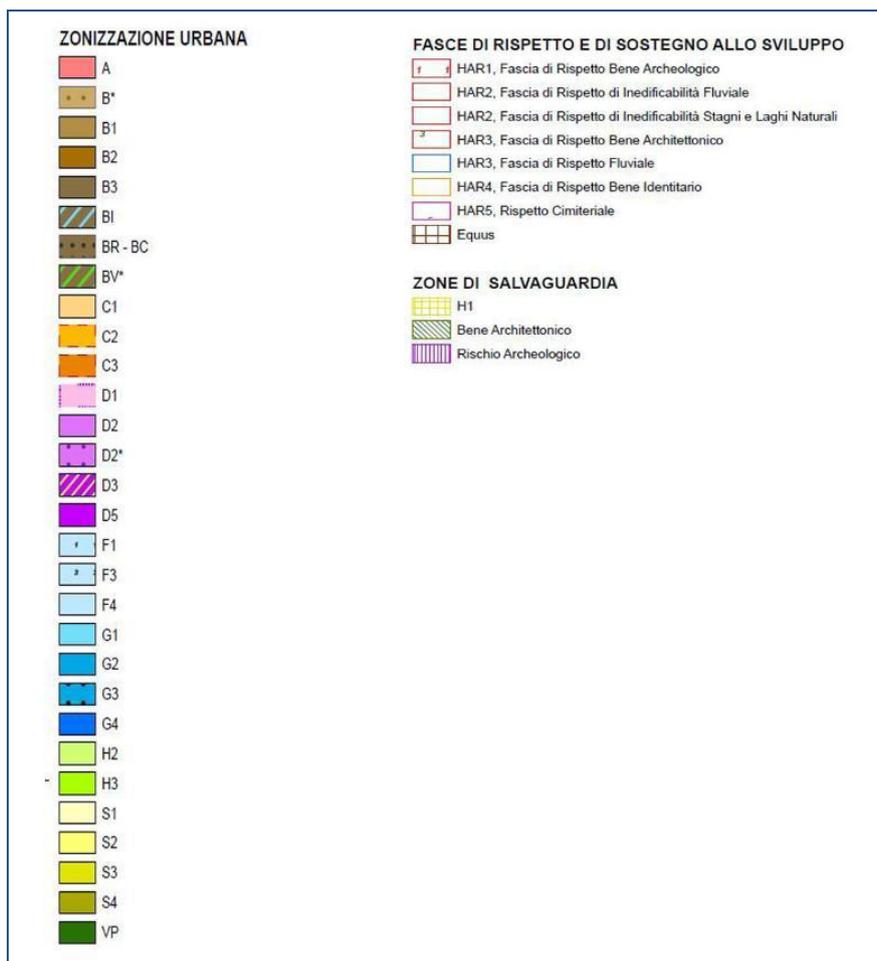


Figura 3 - Zoning urbano. Legenda

2.2. COMPATIBILITÀ STORICO, CULTURALE, ARCHITETTONICA

Le due aree non ricadono in aree a rischio archeologico, e per quanto riguarda la presenza di beni storico, culturali, architettonici, il Piano Urbanistico Comunale nell'area di progetto dell'hub nord non ne segnala la presenza mentre ai margini dell' area di progetto dell' hub sud-ovest, si segnala, la presenza del Cimitero di San Pietro e Chiesa di San Pietro (n.22,n.23, n.64) bene architettonico di particolare pregio storico e artistico, soggetto a tutela integrale (nelle carte rappresentato da un areale celeste) e condizionata (fascia di rispetto cimiteriale nelle carte rappresentato da un areale giallo).

Il perimetro a tutela integrale:

- Sulla parte storica del cimitero (zona 1) e sulla cappella di S. Pietro sono permessi unicamente la manutenzione ordinaria, la manutenzione straordinaria e il restauro conservativo ed è fatto divieto di inserire nuovi elementi o volumetrie.
- Devono essere accuratamente conservate il verde e le recinzioni storiche che delimitano l'area del cimitero.
- E' fatto divieto di introdurre elementi tecnologici che risultino visibili sui prospetti.
- E' fatto divieto di apporre cartellonistica pubblicitaria.
- Sulla chiesa (S. Pietro) sono permessi unicamente la manutenzione ordinaria, la manutenzione straordinaria e il restauro conservativo ed è fatto divieto di inserire nuovi elementi o volumetrie.
- Nelle zone di ampliamento (zona 2) devono essere utilizzate finiture e colori congrui con la parte storica del cimitero e tale da non sovrastarla;

Il perimetro a tutela condizionata:

Fatto salvo lo stato dei luoghi ivi compresi gli immobili esistenti e in corso di completamento non è consentita nuova edificazione. I futuri interventi dovranno essere orientati a perseguire:

- il miglioramento delle aree e strutture pubbliche;
- la conservazione e il miglioramento del verde pubblico e privato;
- l'eliminazione di elementi e/o parti incongrue mediante demolizioni e ricostruzioni in coerenza con il bene oggetto di tutela;
- utilizzo di finiture e colori degli edifici prospicienti e contigui tali da non sovrastare l'architettura tutelata.

Inoltre:

- Devono essere possibilmente mantenuti i giardini e gli elementi di verde esistenti.
- Eventuali parcheggi pubblici debbono essere alberati.
- Devono essere accuratamente conservate le eventuali recinzioni storiche che delimitano la proprietà privata o pubblica.
- E' fatto divieto di introdurre elementi tecnologici che risultino visibili sui prospetti prospicienti la viabilità;
- Il sistema di reti di urbanizzazione (linee elettriche e telefoniche, illuminazione pubblica) deve essere adeguato ai valori ambientali ed urbani riconosciuti all'area dal PUC.
- E' fatto divieto di apporre cartellonistica pubblicitaria.

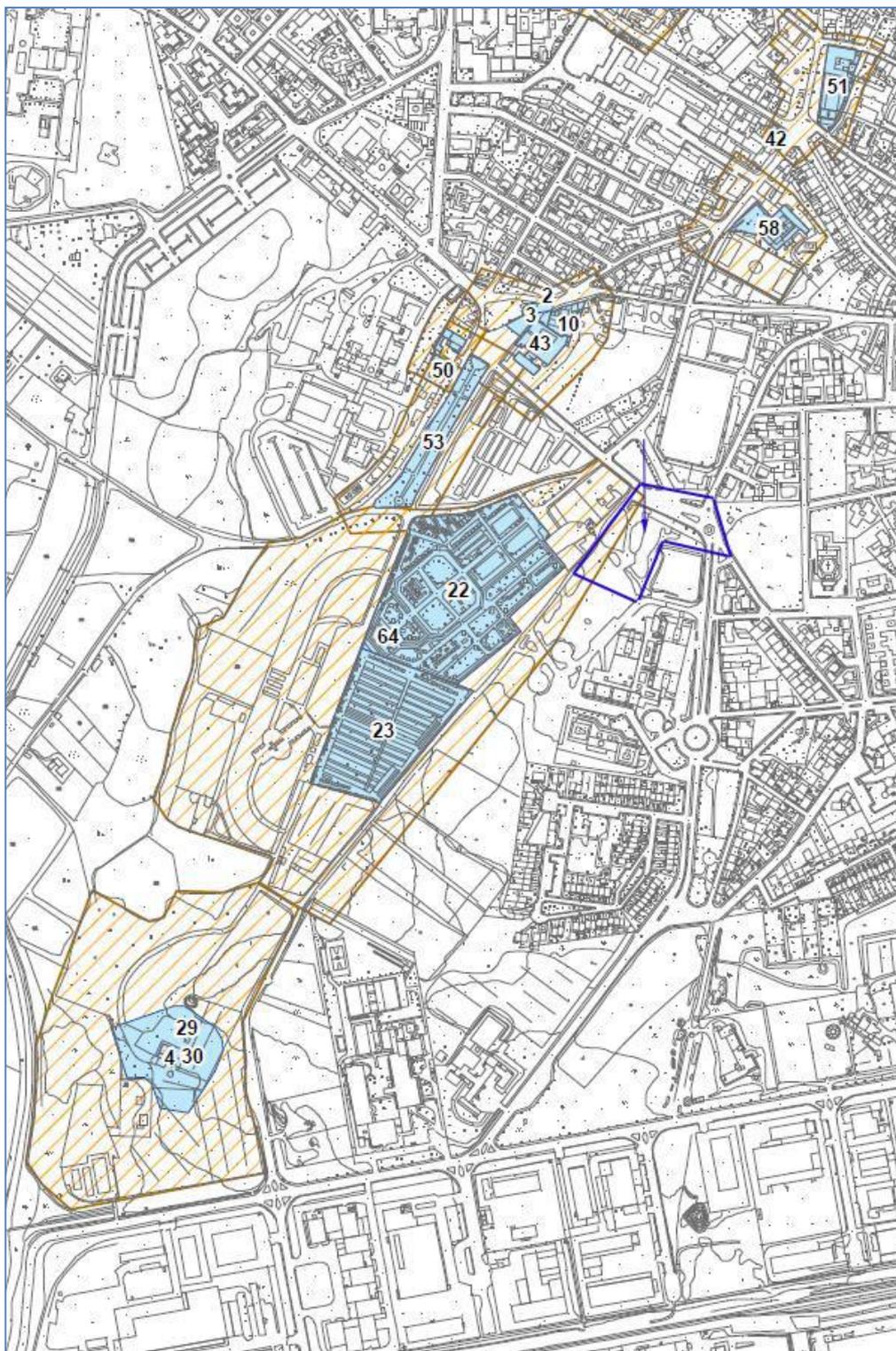
Inoltre l'articolo 338 del testo unico leggi sanitarie, approvato con R.D. n. 1265 del 1934 e l'articolo 57 del D.P.R. n. 285 del 1990 (Regolamento di polizia mortuaria), vietano l'edificazione nelle aree ricadenti in fascia di rispetto cimiteriale dei manufatti che, per durata, inamovibilità ed incorporazione al suolo, possono qualificarsi come costruzioni edilizie, come tali, incompatibili con la natura insalubre dei luoghi e con l'eventuale futura espansione del cimitero. Per contro un parcheggio pubblico in superficie o un parco pubblico attrezzato sono stati ritenuti non in contrasto con le finalità perseguite dal vincolo.

E' necessario comunque subordinare l'intervento ricadente sull'intorno del perimetro a tutela condizionata alla richiesta di autorizzazione paesaggistica (Art.146 D.Lgs n42/2004).

Si segnala, inoltre, la presenza di altri beni architettonici, non localizzati nell' area di progetto dell'hub sud-ovest ma posti nelle immediate vicinanze, anch'essi soggetti alla rispettiva tutela integrale e condizionata, che si riportano di seguito:

- n.50, Deposito e lavatoio;
- n.53, Giardini di Piazza San Martino;
- n.43, Ospedale di San Martino;
- n.10, Chiesa di San Martino;
- n.3, San Martino - Insediamento romano;
- n.2, San Martino - Centro di produzione ossidiana;
- n.58, Chiesa e Convento dei Cappuccini;
- n.42, Palazzina Pili;
- n.51, Carceri Piazza Mannu.

Si riportano di seguito gli stralci del PUC relativi alla mappatura dei suddetti beni e la rispettiva tutela:



-  Fascia Costiera PPR
-  Tutela Integrale
-  Tutela Condizionata

Figura 4 - Estratto PUC - Carta dei beni storico culturali architettonici

L’analisi degli strumenti vigenti di tutela ambientale e paesaggistica non ha evidenziato la presenza di vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sulle aree interessate dall’intervento.

Come detto, il Piano Urbanistico Comunale di Oristano si è adeguato al Piano Paesaggistico Regionale (PPR) nonché al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).

Con riferimento al PPR, le aree interessate dall’intervento, ricadono all’interno della fascia costiera, così come si evince dalla carta di assetto ambientale, stralciata dal PUC e riportata di seguito.



Figura 5 - Estratto PUC - Carta di assetto ambientale

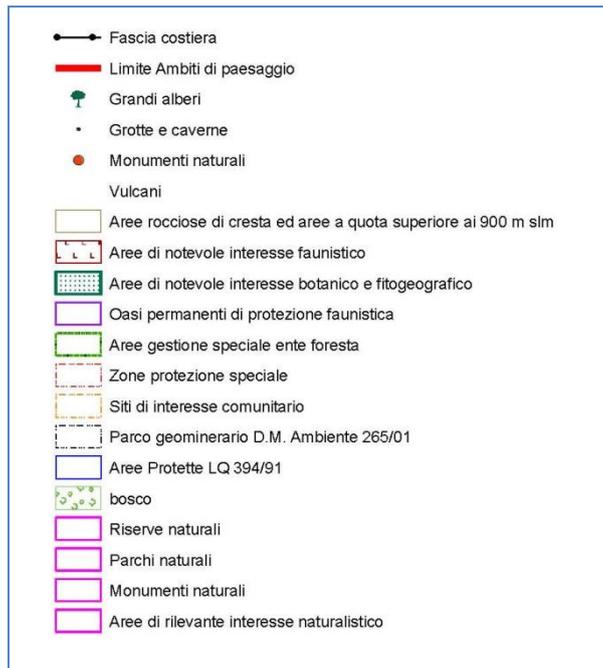


Figura 6 - Carta di assetto ambientale. Legenda

La Disciplina delle fasce costiere, prescritta dall'art. 20 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR, di seguito riportato, non preclude comunque la realizzazione delle infrastrutture in progetto, infatti consente la realizzazione di infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali preventivamente adeguati al PPR (art. 20, comma 2.3.b).

Art. 20 - Fascia costiera. Disciplina

1. Nella fascia costiera di cui all'art. 19 si osserva la seguente disciplina:

a) Nelle aree inedificate è precluso qualunque intervento di trasformazione, ad eccezione di quelli previsti dall'art. 12 e dal successivo comma 2;

b) Non è comunque ammessa la realizzazione di:

1) nuove strade extraurbane di dimensioni superiori alle due corsie, fatte salve quelle di preminente interesse statale e regionale, per le quali sia in corso la procedura di valutazione di impatto ambientale presso il Ministero dell'Ambiente, autorizzate dalla Giunta Regionale;

2) nuovi interventi edificatori a carattere industriale e grande distribuzione commerciale;

3) nuovi campeggi e strutture ricettive connesse a campi da golf, aree attrezzate di camper.

2. Fermo quanto previsto dal comma precedente, possono essere realizzati i seguenti interventi:

1) nell'ambito urbano, previa approvazione dei P.U.C.:

a) trasformazioni finalizzate alla realizzazione di residenze, servizi e ricettività solo se contigue ai centri abitati e subordinate alla preventiva verifica della compatibilità del carico sostenibile del litorale e del fabbisogno di ulteriori posti letto;

2) nelle aree già interessate da insediamenti turistici o produttivi, previa intesa ai sensi dell'art. 11, 1° comma lett. c):

a) riqualificazione urbanistica e architettonica degli insediamenti turistici o produttivi esistenti;

b) riuso e trasformazione a scopo turistico-ricettivo di edifici esistenti;

c) completamento degli insediamenti esistenti;

3) in tutta la fascia costiera:

- a) interventi di conservazione, gestione e valorizzazione dei beni paesaggistici;
- b) infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali, preventivamente adeguati al P.P.R.

3. Gli interventi di cui al precedente comma 2 si attuano:

- a) attraverso la predisposizione dei nuovi PUC in adeguamento alle disposizioni del P.P.R., secondo la disciplina vigente;
 - b) tramite intesa nelle more della predisposizione del PUC, e comunque non oltre i dodici mesi, o successivamente alla sua approvazione qualora non sia stato previsto in sede di adeguamento. L'intesa si attua ai sensi dell'art. 11, comma 1, lett. c), in considerazione della valenza strategica della fascia costiera. Le intese valutano le esigenze di gestione integrata delle risorse, assicurando un equilibrio sostenibile tra la pressione dei fattori insediativi e produttivi e la conservazione dell'habitat naturale, seguendo le indicazioni della Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2002 relativa all'attuazione della "Gestione integrata delle zone costiere" (GIZC) in Europa (2002/413/CE) e del "Mediterranean Action Plan" (MAP), elaborato nell'ambito della Convenzione di Barcellona. A tal fine, in sede di intesa, la Regione si può avvalere di specifiche conoscenze e competenze attraverso un apposito comitato per la qualità paesaggistica e architettonica.
4. Fino all'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali si applicano le disposizioni di cui all'art. 15.

Figura 7 - Stralcio Norme Tecniche di Attuazione del PPR - Art. 20

La relazione di compatibilità idraulica, redatta nell'ambito del procedimento di adeguamento del PUC di Oristano al PPR e al PAI, e che risponde alle prescrizioni previste dagli artt. 24, 29 e 30 delle stesse N.A, nonché ai criteri previsti dall'Allegato E delle linee guida emanate dall'Ass.to ai Lavori Pubblici della RAS, attesta la compatibilità idraulica tra gli interventi previsti nel Piano Urbanistico Comunale di Oristano e il territorio analizzato.

La relazione di compatibilità idraulica evidenzia come allo stato attuale e in linea generale non si rilevano particolari problematiche in merito alla possibilità di eventi alluvionali.

Nel caso di interventi per i quali non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica i proponenti garantiscono comunque che i progetti verifichino le variazioni della risposta idrologica, gli effetti sulla stabilità e l'equilibrio dei versanti e sulla permeabilità delle aree interessate alla realizzazione degli interventi, prevedendo eventuali misure compensative (NTA del PAI, art. 23, commi 4,5,6,7).

In particolare, nelle NTA, gli articoli 27, 28, 29 e 30 indicano la disciplina per le aree a rischio idraulico e gli articoli 31, 32, 33 e 34 quella per le aree a rischio di frana.

Il Piano Urbanistico Comunale, redatto in adeguamento al PAI, è coerente con le limitazioni d'uso prescritte negli ambiti soggetti a rischio idrogeologico

Figura 8 - Stralcio Relazione generale PUC (§ 3.3)

Il territorio oggetto dell'intervento dell'hub nord ricade, secondo il PAI, all'interno del sub-bacino n.2 “Tirso”. Per il fiume Tirso e relativamente al territorio comunale di Oristano, il PAI prevede una perimetrazione con una fascia a pericolosità idrogeologica Hi 4 longitudinalmente all'alveo fluviale e una vasta zona a pericolosità Hi 1 che si estende, in riva sinistra, per tutta la zona a nord del centro abitato di Oristano interessando l'area dell'hub nord, per quasi tutto il quartiere di Sa Rodia, per la parte settentrionale delle case sparse dalla stessa zona di Sa Rodia, fino alla foce del fiume e per tutto l'abitato di Silì e zone limitrofe.



Figura 9 - Estratto PUC - Carta PAI

La Disciplina prescritta dal PAI all'art.30 per le aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1) non preclude a priori la possibilità di realizzazione dell'intervento in progetto, rimandando di fatto agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi e ai piani di settore, la disciplina del territorio in tali aree.

ARTICOLO 30 *Disciplina delle aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1)*

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

Tutto ciò premesso, la stessa relazione generale del PUC afferma che il Piano Urbanistico Comunale, redatto in adeguamento al PAI, è coerente con le limitazioni d'uso prescritte negli ambiti soggetti a rischio idrogeologico.

Si riportano, infine, le conclusioni contenute nel Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, adottato in via definitiva, con Delibera n.1 del 20.06.2013 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, a seguito dello svolgimento delle conferenze programmatiche.

Il PSFF ha individuato le fasce fluviali di cui si riporta la definizione per il tratto ricadente nell'area di progetto dell'hub nord.

Tratto tra la traversa di Santa Vittoria e la foce (sez. TI 030 – TI 001)

L'ultimo tratto è stato oggetto di importanti interventi di sistemazione idraulica che hanno comportato la realizzazione di argini su entrambe le sponde. In destra, l'argine si sviluppa con sostanziale continuità fino quasi alla foce mentre in sinistra le opere si interrompono per brevi tratti in corrispondenza di terrazzi a quota elevata. Le due arginature, mediamente sono distanti tra loro circa 600 m.

Le simulazioni idrauliche condotte dimostrano che tratti piuttosto estesi del settore arginato destro non sono in grado di contenere la portata cinquantennale, mentre in sinistra il sistema appare adeguato a contenere eventi molto intensi.

In sinistra sono interessate dagli allagamenti vaste aree prevalentemente agricole, tuttavia ricadono anche numerose abitazioni sparse e alcune aree periferiche degli abitati presenti.

Tuttavia, non sono state segnalate particolari criticità per la porzione di territorio attraversata dall'infrastruttura dell'hub nord in progetto che possano rappresentare un impedimento alla realizzazione dell'opera, come si evince dalla tavola e dalla relazione monografica di bacino di cui si riporta un estratto dal capitolo delle conclusioni.

La principale criticità che caratterizza l'attuale assetto del fiume Tirso riguarda il sistema difensivo del tratto a valle della traversa di Santa Vittoria, la cui inadeguatezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 50 anni non garantisce la sicurezza idraulica di vaste aree urbanizzate presenti in destra.



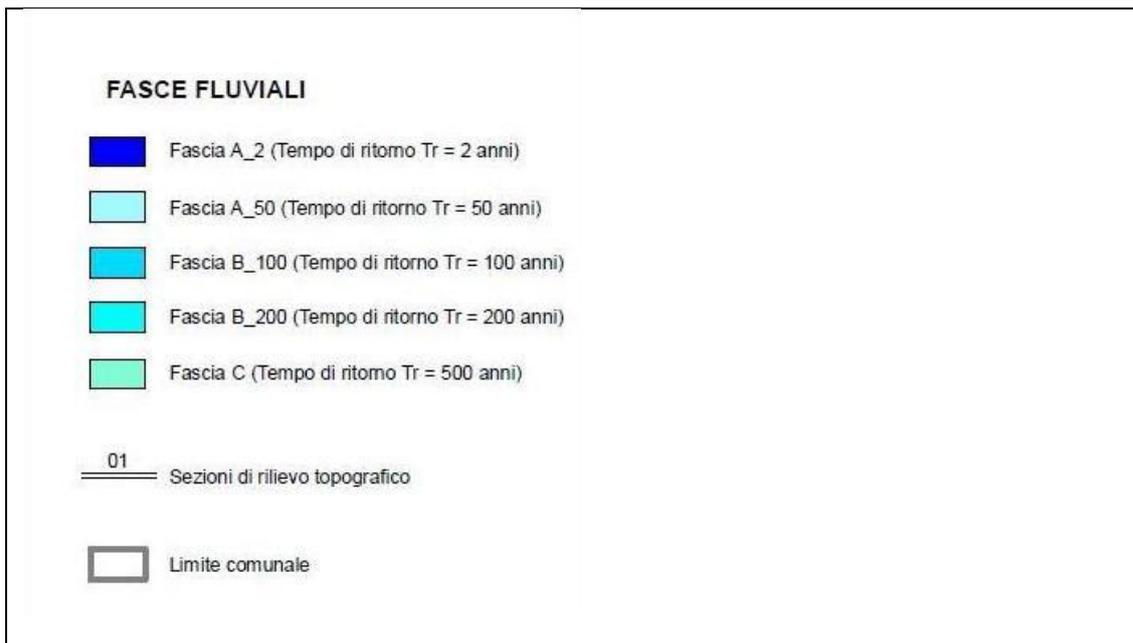


Figura 10 - Carta PSFF

2.3. EFFETTI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI E SULLA SALUTE

Gli effetti sull'ambiente e sulla salute dei cittadini prodotti dalla realizzazione dei due hub sono ritenuti limitati, sia per quanto riguarda la fase di cantiere che durante l'esercizio e non si prevede possano produrre interferenze significative rispetto alle attività al contorno.

Come detto, l'area oggetto dell'intervento hub nord risulta periferica rispetto al centro abitato di Oristano e sono interessati ambiti scarsamente abitati e le aree attualmente più frequentate sono quelle in cui sono concentrati i servizi commerciali e artigianali di via Cagliari Nord, mentre l'area oggetto dell'intervento hub sud-ovest risulta in una posizione più centrale rispetto al centro abitato e con la vicinanza di aree più frequentate come gli uffici finanziari, i servizi sanitari di viale Cimitero, via San Martino (Ospedale Civile San Martino) ma non si prevedono impatti negativi rispetto a queste attività.

I principali impatti saranno relativi ai seguenti ambiti:

- emissioni in atmosfera;
- rumore;
- consumo del suolo

Potranno verificarsi effetti secondari legati all'intrusione dell'opera nel paesaggio urbano, alla flora e alla vegetazione, all'assetto geologico e idrogeomorfologico e alla salute pubblica dei cittadini.

2.3.1. ATMOSFERA

Gli impatti sull'atmosfera sono dovuti alla produzione e dispersione di polveri in fase di cantiere e alle emissioni di inquinanti da traffico sia dovute ai mezzi di cantiere in fase di realizzazione dell'opera, sia ai flussi veicolari che interesseranno le aree d'intervento in fase di esercizio.

Per quanto riguarda le fasi di cantiere, gli impatti saranno di modesta entità, reversibili e temporanei. Sarà necessario porre particolare cura durante l'esecuzione dei lavori, mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la mitigazione degli stessi quali, ad esempio, la cura nell'organizzazione del cantiere, l'attenzione alla manutenzione e alle condizioni operative dei mezzi utilizzati, gli opportuni sistemi di protezione delle aree di cantiere e dei mezzi durante il trasporto dei materiali.

Gli impatti in fase di esercizio saranno dovuti alle emissioni da traffico.

Nell'area sud-ovest pur non potendosi considerare una variazione dei flussi veicolari complessivi, gli impatti attesi dalla realizzazione dell'intervento possono considerarsi positivi in quanto disincentiverà l'utilizzo del mezzo privato soprattutto per gli spostamenti dal centro verso l'area hub e viceversa che verranno effettuati in autobus o in bici, diminuendo la congestione della viabilità locale e quindi l'emissione di inquinanti.

Nell'area nord l'intervento gravita sulla nuova circonvallazione comunale che si propone come tracciato alternativo per gli spostamenti di media distanza che risulta più periferico rispetto a quelli attuali che interessano la viabilità locale, quindi non si prevede la generazione di nuovi flussi di traffico, ma lo spostamento dei flussi dalla viabilità esistente e interna all'abitato a quella di progetto più periferica. Inoltre l'hub nord avrà la funzione primaria di intercettare il traffico veicolare dei pendolari, che avranno la possibilità di lasciare l'automobile e proseguire il percorso con i mezzi pubblici (autobus, bike sharing) contribuendo a diminuire la congestione della viabilità urbana.

Per questo gli impatti attesi sia dalla circonvallazione che dall'area hub nord possono considerarsi positivi poiché si andranno a scaricare aree maggiormente antropizzate e più densamente popolate, sgravando la viabilità locale e fluidificando il traffico anche per la riduzione dell'utilizzo del mezzo privato.

2.3.2. RUMORE

Gli effetti negativi sul rumore dovuti alla fase di realizzazione dell'hub nord saranno attenuati dalla localizzazione periferica dell'area di cantiere rispetto all'abitato, mentre per l'hub sud-ovest il cantiere comporterà un lieve impatto anche sulla popolazione residente, in termini di rumore e di ingombro dell'area, tuttavia considerata la distanza tra la zona di intervento e le abitazioni esistenti, tali impatti risultano lievi e soprattutto reversibili. Non vi saranno impatti sulla salute umana.

Per quanto riguarda la fase di esercizio si prevede che l'hub nord intercetterà il traffico veicolare dei pendolari attualmente gravanti sulla viabilità locale del centro abitato ed insieme alla nuova circonvallazione comunale, migliorerà complessivamente la qualità ambientale della popolazione residente nelle aree centrali della città, riducendo l'esposizione al rumore.

Per quanto riguarda la fase di esercizio dell'hub sud-ovest, si prevede che la nuova infrastruttura disincentiverà l'utilizzo del mezzo privato per effettuare lo spostamento centro -area hub e viceversa, riducendo l'esposizione al rumore e quindi complessivamente migliorando la qualità ambientale della popolazione residente nelle aree centrali della città.

2.3.3. CONSUMO DEL SUOLO

Si stima che gli impatti derivanti dal consumo del suolo saranno di entità molto modesta.

Infatti, l'intervento dell'hub sud-ovest, andrà ad occupare aree già destinate a servizi mentre per quanto riguarda l'hub nord l'intervento interesserà un'area non ancora infrastrutturata, ma si svilupperà all'interno di una zona di riqualificazione e l'area occupata dall'intervento potrà essere considerata come parte della superficie da destinare alle infrastrutture per lo sviluppo di tali zone.

2.3.4. PAESAGGIO URBANO

Come si è detto, nelle aree interessate dalla realizzazione degli interventi non esistono vincoli di tipo architettonico o ambientale. Il progetto dell'hub sud-ovest prevede la realizzazione di verde pubblico attrezzato attraverso la messa a dimora di cespugli e piante, che avrà un impatto molto positivo sul suolo, sulla qualità dell'aria e dell'acqua, sulla flora e sulla fauna e sulla biodiversità.

Inoltre, verrà valorizzata, in termini di beni materiali e di paesaggio, un'area che oggi pur facente parte del tessuto urbano presenta problematiche connesse alla mancata manutenzione.

Dal punto di vista paesaggistico, l'inserimento del progetto in esame in un'area che in parte è anche di completamento edilizio caratterizzata da abitazioni preesistenti, prive di servizi e di verde pubblico attrezzato, migliora il contesto circostante. Gli abitanti attualmente residenti, godranno di una migliore visuale costituita da verde pubblico realizzato con prato e alberi.

Per quanto riguarda invece l'hub nord trattandosi di un'area periferica rispetto al centro urbano, non si ritiene che vi siano effetti negativi sul paesaggio urbano con il quale l'area in esame non ha nessuna relazione visiva. È comunque prevista la realizzazione di verde pubblico attrezzato attraverso la messa a dimora di cespugli e piante.

Per quanto riguarda la componente paesaggio, le principali attività di cantiere generano, come impatto, un'intrusione visiva a carattere temporaneo, dovuta alla presenza di scavi, cumuli di terre e materiali da costruzione. Al fine di attenuare le compromissioni della qualità paesaggistica legate alle attività di cantiere, saranno adottate le più idonee tecnologie e modalità operative per contenere la produzione di materiale di rifiuto, limitare la produzione di rumori e polveri dovuti alle lavorazioni direttamente ed indirettamente collegate all'attività del cantiere, fattori che comunque si configurano come reversibili e contingenti alle fasi di lavorazione. Non si rilevano impatti sul patrimonio culturale archeologico e ambientale.

2.3.5. FLORA E VEGETAZIONE

La realizzazione dell'intervento in progetto non comporta particolari criticità legate alla flora e alla vegetazione dell'ambiente interessato e circostante, sia in fase di cantiere che di esercizio.

Per l'esecuzione dei lavori relativi al taglio di piante, che dovrebbe essere comunque limitato, si dovrà preventivamente ottenere apposito parere favorevole presso gli Enti preposti, se del caso.

2.3.6. ASSETTO GEOLOGICO E IDROGEOMORFOLOGICO

Non sono previste alterazioni significative all'attuale assetto geologico e idrogeomorfologico poiché, l'area sud-ovest ricalcherà per buona parte aree destinate a servizi già esistenti mentre per quanto riguarda l'hub nord di nuova realizzazione non sono previste opere tali da modificare negativamente l'assetto presente.

2.3.7. SALUTE PUBBLICA

Si stima che gli effetti dell'intervento sulla salute pubblica saranno di modesta entità, dovuti alle emissioni nell'atmosfera e al rumore.

Poiché, come si è visto, gli effetti complessivi sull'atmosfera e sul rumore possono considerarsi positivi, tali potranno assumersi anche gli impatti globali sulla salute pubblica.

2.3.8. INDIRIZZI PER LA RIDUZIONE DELL'IMPATTO SULL'AMBIENTE E SUL TERRITORIO

Si riportano di seguito alcuni indirizzi da adottare per la riduzione dell'impatto sull'ambiente e sulla salute dei cittadini sia per quanto riguarda la fase di cantiere che durante l'esercizio:

- nella fase di cantiere dovranno essere adottate tutte le misure di sicurezza per garantire l'incolumità dei lavoratori e dei fruitori della strada a mezzo di opportuna segnaletica e delimitazione dell'area di cantiere;
- garantire la fruibilità delle zone interessate dai lavori durante tutto l'arco temporale di esecuzione delle opere;
- utilizzare macchine adibite all'innaffiamento e alla pulizia delle strade di accesso al cantiere e delle aree di manovra degli automezzi;
- dotare di elementi naturali autoctoni le aree limitrofe e le scarpate;
- introdurre specie vegetali autoctone all'interno delle isole giratorie e negli spazi tra gli stalli di sosta;
- valutare la possibilità di utilizzare i corpi illuminanti come elementi di arredo urbano, privilegiando dimensioni contenute che non incidano sulle visuali e sui coni ottici.

3. PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Ai fini della procedura di valutazione di impatto ambientale (VIA) poichè ai sensi del D.L. 24/06/2014 N.91 sono state abolite le soglie dimensionali per la verifica di assoggettabilità dei parcheggi di scambio, risulta che la tipologia di intervento in progetto rientra tra gli interventi da sottoporre a procedura di verifica di assoggettabilità a VIA.



COMUNE DI ORISTANO



Regione Autonoma della Sardegna

Progetto:

DUE HUB PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE AD ORISTANO
- PROGETTO PRELIMINARE -

Elaborato N:

A.4

Titolo elaborato:

Studio geologico, geotecnico e sismico

Data:

Dicembre 2014

Scala:

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. Giuseppe Pinna

UFFICIO DEL PIANO DELLA MOBILITA'

Il progettista responsabile:

dott. ing. Michele Scanu

Collaboratore interno:

dott. ing. Yuri Iannuzzi

Collaboratori esterni:

MLab srl

dott. ing. Alfredo Vacca

dott. ing. Beatrice Floridia

dott. geol. Vincenzo Solinas

Validazione:

INDICE

PREMESSA	3
1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	8
4. GEOLOGIA DELLE AREE D'INTERVENTO.....	11
4.1. CARATTERI LITOLOGICI.....	11
4.1.1. ALLUVIONI TERRAZZATE ANTICHE (SUBSISTEMA DI PORTOSCUSO)	11
4.1.2. ALLUVIONI RECENTI.....	12
4.2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	12
4.3. CARATTERI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI.....	13
4.3.1. CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	13
5. VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA.....	15
5.1. INQUADRAMENTO NEL P.A.I. (PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO)	15
5.2. INQUADRAMENTO NEL P.F.F.S. "PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI"	15
6. SISMICA	21
6.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	21
6.2. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI DI BASE.....	24
6.2.1. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	25
6.2.2. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SPETTRALI.....	27
6.2.3. DETERMINAZIONE DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICA IN ACCELERAZIONE.....	28
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA DI SEDIME	31
7.1. HUB NORD	31
7.2. HUB SUD	34
7.3. LE INDAGINI	36
8. NOTE CONCLUSIVE	38

PREMESSA

Il progetto consiste nella progettazione preliminare di due aree attrezzate (Hub) destinate alla intermodalità auto-bus-bici.

Preliminarmente le due aree sono state pensate, una a nord, in prossimità della rotatoria prevista all'intersezione tra la circonvallazione nord e la prosecuzione della via Campanelli, l'altra sul fronte occidentale della città in prossimità dei principali servizi di rilevanza sovra comunale (ospedale, Uffici finanziari, ecc.). Si ipotizza che i due Hub siano costituiti da un piazzale attrezzato per lo scambio modale e dotato dei servizi essenziali ad esso connessi e da due aree per il parcheggio delle auto e delle bici.

Il presente studio, commissionato dal Comune di Oristano, ha come obiettivo principale la valutazione dell'interazione tra le opere in progetto ed i terreni di sedime e delle conseguenze che gli interventi proposti possono produrre sull'ambiente circostante.

Per raggiungere il risultato suddetto è stato necessario procedere preliminarmente all'analisi dei dati geologici del settore sia attraverso una ricerca bibliografica operata sulla letteratura geologica ufficiale sia mediante un rilevamento geologico a largo raggio che riconosca i caratteri stratigrafici, litologici, idrogeologici, geomorfologici del territorio.

Attraverso questo studio è possibile individuare tutti gli aspetti che possono avere dei riflessi sulla integrità e stabilità delle opere in progetto soprattutto sotto il profilo della valutazione della pericolosità geologica.

La caratterizzazione geotecnica di massima dei terreni è stata ottenuta attraverso un attento rilevamento dei terreni direttamente interessati dalle tensioni indotte dalle strutture in progetto, anche mediante l'acquisizione di dati provenienti da lavori effettuati in settori limitrofi.

Lo studio geologico è stato redatto in accordo con quanto previsto nel D.M. LL.PP. n°47 del 11.03.1988 per illustrare:

- l'assetto geologico di inquadramento;
- la situazione litostratigrafica locale;
- la definizione dell'origine e natura dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;
- i lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici nonché i dissesti in atto e potenziali che possono interferire con l'opera da realizzare e la loro tendenza evolutiva;
- i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità;
- lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Lo studio geotecnico, anch'esso redatto in accordo con quanto previsto dal D.M. LL.PP. n°47 del 11.03.1988, ha consentito di verificare:

- la localizzazione dell'area interessata dall'intervento;
- i criteri di programmazione delle indagini in sito e di laboratorio ;
- la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere con il progetto, effettuata sulla base dei dati raccolti.

1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Le indagini eseguite hanno consentito di ricostruire lo schema stratigrafico del sottosuolo e definire qualitativamente la natura e lo stato di consistenza dei terreni di fondazione.

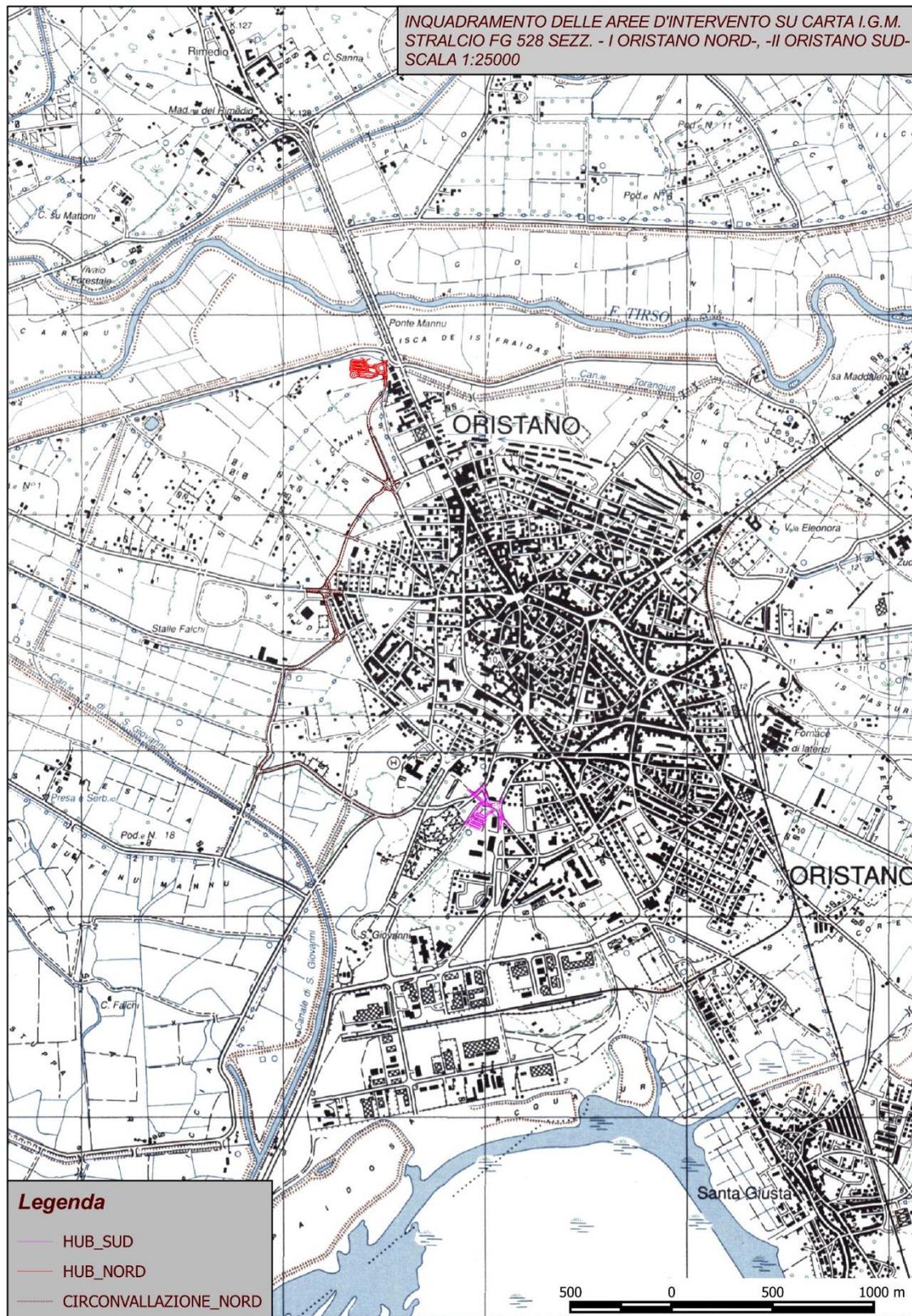
Il programma delle indagini geologiche e geognostiche è stato realizzato in riferimento alle Raccomandazioni della Associazione Geotecnica Italiana (1977) e in ottemperanza ai disposti del:

- LEGGE n°64 del 02.02.1974 recante "*Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche*";
- D.M. LL.PP. n°47 del 11.03.1988 recante "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, 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*";
- C.M. LL.PP. n°30483 del 24.09.88 recante "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, 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. Istruzioni per l'applicazione*";
- D. Lgs. 163/2006 e D.P.R. 207/2010 in materia di lavori pubblici;
- Norme Tecniche per le Costruzioni (14/01/2008 - G.U. n. 29 del 4.02.2008 suppl. ord. n° 30);
- Istruzioni per l'applicazione delle NTC 14/01/2008. Circolare Ministero Infrastrutture n. 617 del 2/02/2009. Supplemento ordinario n. 27 della G.U. n. 47 del 26 Febbraio 2009. Capitoli C6 e C7.11.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Gli interventi oggetto del presente studio ricadono nel territorio comunale di Oristano (OR), e sono riportati nella cartografia I.G.M. nel Foglio 528 sezz. I e II e nella Carta Tecnica Regionale della Sardegna nei Fogli 528080 “Oristano” e 529050 “Simaxis”, rispettivamente editi in scala 1:25.000 e 1:10.000 (Fig. 1).

Nella pagina seguente sono riportati gli stralci delle tavolette suddette che rappresentano cartograficamente l'intervento.





3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area soggetta ad indagine è compresa, dal punto di vista geografico, nella piana Oristanese.

Dal punto di vista geologico quest'ultima è unanimemente riconosciuta come una depressione tettonica e rappresenta la parte settentrionale del cosiddetto Graben Campidanese che si sviluppa con direttrice NO-SE dall'altopiano di Paulilatino fin oltre il Golfo di Cagliari.

Nel settore di Oristano la fossa tettonica è separata dai rilievi che bordano la valle da faglie dirette in senso N-S, NO-SE e NE-SO, disposte a gradinata verso l'interno della depressione. Il risultato della dinamica strutturale è che le formazioni mioceniche e vulcaniche affioranti ai bordi esterni della fossa, si rinvengono all'interno della stessa solo a notevoli profondità.

Le formazioni mioceniche predette si originano allorché, in relazione ad una fase tettonica distensiva, si realizza l'apertura del rift Sardo, con conseguente invasione marina su terreni precedentemente emersi.

In questa area depressa, compresa approssimativamente tra il complesso intrusivo-metamorfico delle Barbagie e del Grighini ad Est e l'isola di Mal di Ventre ad Ovest, si depositano dapprima sedimenti terrigeni (conglomerati, arenarie ed arenarie marnose) che evolvono progressivamente verso l'alto a materiali tipici di ambiente marino più maturo, rappresentati da alternanze di sequenze marnoso-argillose e carbonatiche.

Tali prodotti della sedimentazione marina, ascrivibile all'Oligocene superiore, affiorano in maniera continua nella Marmilla, mentre nei dintorni del settore in esame compaiono saltuariamente, occultate dalle colate vulcaniche del ciclo più recente.

Infatti nel Plio-Pleistocene prese avvio una nuova fase tettonica distensiva, connessa probabilmente agli stadi tardivi dell'orogenesi alpina, che condusse all'apertura del Campidano e al contemporaneo sviluppo, lungo le strutture disgiuntive che marginano la fossa, di un'intensa attività vulcanica. L'emissione delle lave ebbe dapprima un carattere acido-intermedio sia nel settore del Montiferru che nel Monte Arci con deposizione rispettivamente di vulcaniti trachitiche e rioliti-riodaciti; la sequenza vulcanica termina infine nel Pliocene con flussi lavici basaltici che sovrastano e obliterano in molti casi le colate più antiche.

La progressiva subsidenza dell'area campidanese portò al ringiovanimento del rilievo in tutti i settori prospicienti la struttura tettonica con il conseguente innesco di imponenti fenomeni erosivi a scapito soprattutto dei bacini sedimentari miocenici, composti notoriamente da rocce relativamente tenere in rapporto ai terreni del basamento cristallino o del dominio vulcanico.

Pertanto la depressione campidanese fu colmata sostanzialmente da terreni appartenenti alla serie miocenica i quali raggiungono spessori, calcolati nei pozzi Oristano 1 e 2, di circa 800 m. Questi depositi composti da sequenze marnoso-arenaceo-conglomeratiche, denominati Formazione di “Samassi” sono ricoperti dai basalti pliocenici, disposti in colate spesse una decina di metri e che si rinvengono nel sottosuolo della piana Oristanese a profondità progressivamente crescenti dal bordo orientale della fossa, dove invece sono affioranti nei dintorni di Ollastra e di Siamanna e nel Sinis.

Infine potenti coltri alluvionali, appartenenti prevalentemente al cono di deiezione del Paleotirso, inframezzate nei territori costieri dai depositi marini della panchina tirreniana

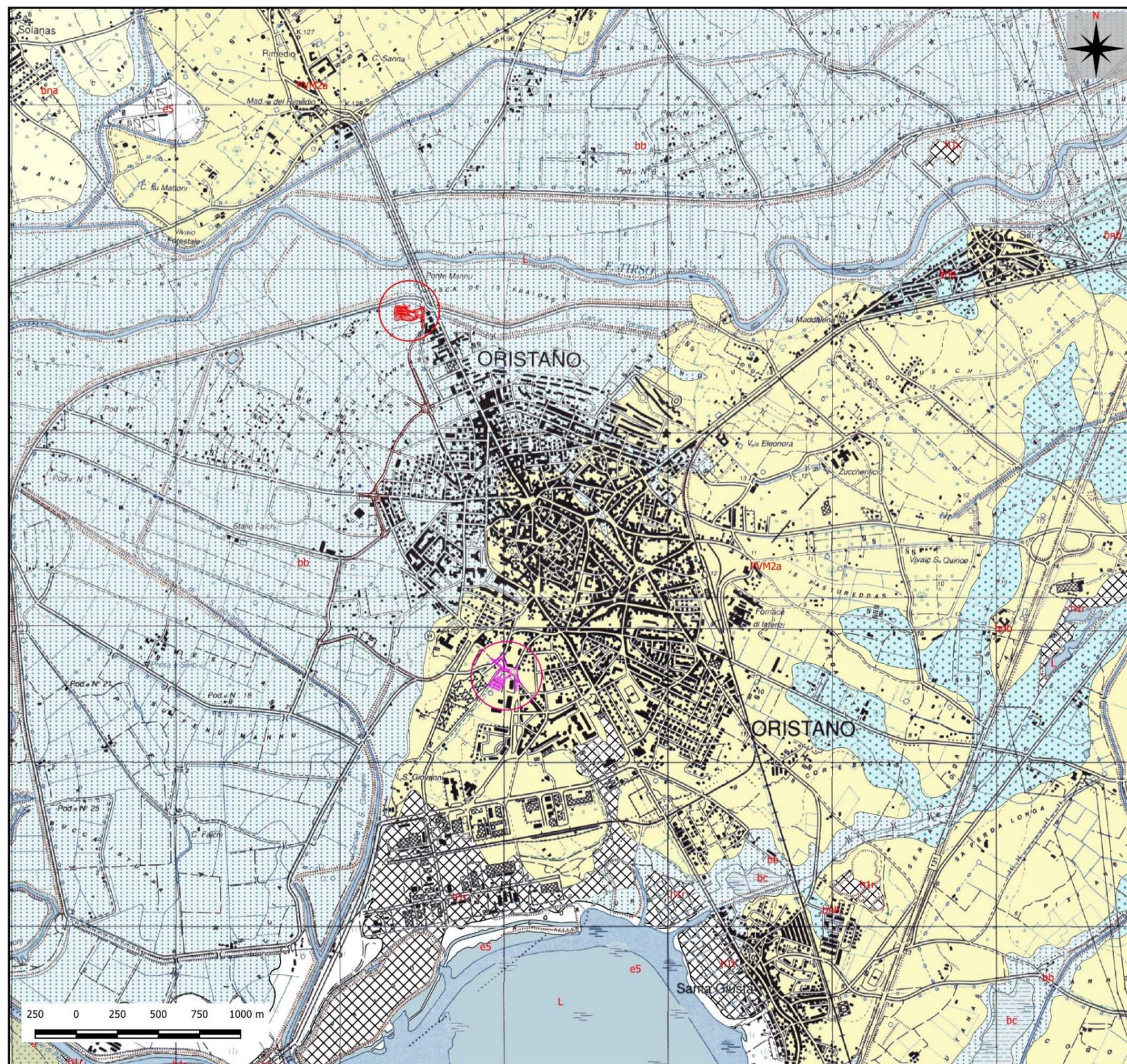
o più diffusamente dalle sabbie eoliche Wurmiane si sovrappongono alla vulcaniti basaltiche.

I materiali alluvionali più antichi sono costituiti da una alternanza di depositi alluvionali ciottolosi, con intercalazioni sabbiose rossastre a elementi di quarzo, granito e scisti paleozoici oppure di lave, e modellati in terrazzi dal Tirso e dagli altri corsi d'acqua che sboccano nel Golfo di Oristano.

Il quaternario è rappresentato da alluvioni antiche e recenti e da depositi colluviali e di versante, questi ultimi rinvenibili soprattutto ai bordi della fossa in prossimità dei rilievi. I terreni più recenti sono costituiti dalle alluvioni di piena dei corsi d'acqua principali, e si dispongono conseguentemente lungo le depressioni scavate dagli stessi fiumi e da depositi palustri impostati esclusivamente nelle zone caratterizzate da drenaggio lento o impedito.

Di seguito è riportata la carta geolitologica realizzata utilizzando gli shapefile della "Carta Geologica di base della Sardegna" edita dalla Regione Sardegna nell'ambito del Progetto CARG.

CARTA GEOLITOLOGICA DEL SETTORE DI ORISTANO



Legenda

- Depositi antropici
Manufatti antropici
OLOCENE
- Depositi alluvionali
Limi ed argille
OLOCENE
- Depositi antropici
Discariche per inerti
OLOCENE
- Depositi antropici
Discariche per rifiuti solidi urbani
OLOCENE
- Depositi antropici
Materiali di riporto e aree bonificate
OLOCENE
- Depositi palustri
Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi
OLOCENE
- Depositi alluvionali
Sabbie con subordinati limi e argille
OLOCENE
- Depositi alluvionali
Ghiaie da grossolane a medie
OLOCENE
- Depositi eolici
Sabbie di duna ben classate
OLOCENE
- Depositi alluvionali terrazzati
Ghiaie con subordinate sabbie
OLOCENE
- Depositi alluvionali terrazzati
Sabbie con subordinati limi ed argille
OLOCENE
- Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME)
Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie
PLEISTOCENE SUP
- Corpi idrici
- HUB_NORD
- HUB_SUD
- CIRCONVALLAZIONE_NORD

SCALA 1:25000

4. GEOLOGIA DELLE AREE D'INTERVENTO

In questo paragrafo verranno presi in esame tutti gli aspetti (stratigrafici, litologici, idrogeologici, geomorfologici) che consentono di valutare la possibile pericolosità geologica del settore e di fornire un modello di riferimento utile per la risoluzione delle problematiche di tipo geotecnico.

4.1. CARATTERI LITOLOGICI

Nell'area esaminata e per un vasto intorno sono presenti unità appartenenti esclusivamente al Quaternario.

I terreni individuati sono di seguito descritti, a partire dai termini più antichi, utilizzando, per quanto concerne la nomenclatura, quella proposta dalla cartografia geologica ufficiale.

4.1.1. ALLUVIONI TERRAZZATE ANTICHE (SUBSISTEMA DI PORTOSCUSO)

Fanno parte dell'antico cono di deiezione del Paleo-Tirso, eroso e successivamente terrazzato dai corsi d'acqua che sfociano nel golfo di Oristano.

Si tratta pertanto di depositi alluvionali che non hanno più rapporto con la rete idrografica che li ha generati, e risultano generalmente disposti in ampi terrazzi incisi dai corsi d'acqua attuali che vi depositano i sedimenti recenti.

Nell'ambito del presente lavoro le alluvioni antiche assumono particolare interesse in quanto sono il substrato su cui si svilupperà l'Hub sud.

Questi sedimenti sono caratterizzati da una estrema variabilità compositiva e granulometrica sia in senso verticale che orizzontale essendo costituiti da alternanze continue e ripetute di termini più grossolani, rappresentati da ciottoli e sabbie, con termini più francamente sabbiosi; non mancano intercalazioni argillose contraddistinte da spessori ed estensione orizzontale estremamente variabili. La frazione argillosa è ancora presente, distribuita negli spazi intergranulari, nella matrice dei depositi più grossolani e conferisce alla compagine una tipica colorazione rossastra. Da quanto detto i contatti tra i singoli depositi sono generalmente eteropici riflettendo in tal senso l'estrema complessità e la diversa energia dell'ambiente deposizionale alluvionale.

Gli elementi costitutivi dell'alluvione sono soprattutto le sabbie ed i ciottoli di quarzo, che formano lo scheletro del deposito, seguono le sabbie fini e le argille distribuite nella matrice o in strati e lenti di limitato spessore; sono altresì presenti, seppure in maniera meno frequente, elementi metamorfici e vulcanici.

Talora, in limitate aree depresse, si rinvengono invece terreni più francamente limoso-argillosi.

Nell'ambito dell'area d'intervento le alluvioni sembrano assumere una facies particolare caratterizzata dalla quasi totale assenza di scheletro grossolano, presente solo con pochi clasti isolati di quarzo e dalla presenza in superficie di spaccature con luci mai superiori al mezzo cm, indice della presenza di una buona quantità della frazione argillosa. Trattasi di depositi originatisi in seguito al rimaneggiamento delle alluvioni più antiche, con erosione, classamento e successiva deposizione di parte dei sedimenti ad opera dei paleo-corsi d'acqua presenti.

4.1.2. ALLUVIONI RECENTI

Le alluvioni recenti si rinvencono essenzialmente lungo l'alveo del Tirso che scorre con un andamento meandriforme a poche centinaia di metri a Nord dall'area interessata dall'Hub nord e di cui costituiscono il terreno di sedime.

Si tratta in genere di depositi sciolti sabbiosi e ciottolosi dei letti di piena attuali, passanti frequentemente in profondità a orizzonti limosi e argillosi di ambiente palustre, caratteristici di un ambiente di transizione da alluvionali a palustri.

Talora la frazione argillosa assume proporzioni tali da conferire al suolo caratteri vertici, condizione riscontrata proprio nel settore dell'area destinata all'infrastrutturazione in progetto.

4.2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Come già anticipato, la piana di Oristano, di cui è parte l'area in esame, deriva dal riempimento della fossa tettonica campidanese ad opera dei materiali alluvionali trasportati dagli antichi corsi d'acqua provenienti dal retropaese formato dal basamento cristallino e dalle coperture marine mio-pleistoceniche e vulcaniche. I coni di deiezione formati in seguito all'enorme deposito dei materiali suddetti sono stati successivamente erosi e degradati da parte degli stessi corsi d'acqua in presenza di mutate condizioni climatiche e di livello del mare.

Il risultato dell'insieme dei fenomeni erosivi e deposizionali, variamente succedutisi nel tempo, è la creazione di un settore pianeggiante, modellato ad ampi terrazzi, con limitate pendenze e deboli dislivelli.

Pur offrendo le monotone succitate caratteristiche fisiografiche i terreni si possono differenziare, sulla base dei processi morfogenetici, in due unità distinte:

- Paesaggio delle alluvioni terrazzate;
- Paesaggio delle alluvioni recenti.

Le alluvioni terrazzate antiche appaiono nel settore in esame in posizione leggermente sopraelevata rispetto al resto della piana con un andamento più mosso e pendenze più accentuate; la loro notevole uniformità morfologica è interrotta da impluvi e depressioni prodotte da solchi di ruscellamento e da piccoli collettori ad andamento stagionale.

Le alluvioni recenti, rappresentano gli ultimi depositi dei processi morfogenetici dei letti di piena attuali, ed occupano le aree golenali quasi del tutto piatte lungo il corso del Tirso.

Le zone più acclivi sono quelle che fanno da fascia di raccordo tra la zona delle alluvioni recenti e quello delle alluvioni antiche.

In alcuni settori l'estremo livellamento della superficie in unione con la bassa permeabilità dei terreni producono aree acquitrinose a drenaggio generalmente impedito o limitato che nella toponomastica locale assumono il nome di ceas e paulis. Tali aree, attualmente bonificate attraverso la realizzazione di canali di scolo che allontanano le acque afferenti dalle zone morfologicamente più elevate, sono state rese produttive mediante l'impianto di risaie.

Nell'area di interesse il reticolo idrografico è poco accentuato ed in gran parte modificato dalle predette opere di bonifica.

Le alluvioni recenti, ubicate essenzialmente lungo il fiume Tirso, sono caratterizzate da classi granulometriche comprese tra le sabbiose franche e franco argillose, rappresentano gli ultimi depositi dei processi morfogenetici dei letti di piena attuali, la cui

estensione é da porre in relazione con le fasi erosive, successive alla messa in posto delle alluvioni antiche, che hanno prodotto l'incisione dell'attuale alveo.

4.3. CARATTERI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

Per quanto concerne l'idrografia superficiale, l'area in studio era originariamente compresa tra il bacino del sistema Tirso-Rio S. Elena e quello dei corsi d'acqua che alimentano il sistema Stagno di Palmas-Stagno di S. Giusta, dei quali il Rio Merd'e Cani rappresenta il tributario più importante. Fino alla costruzione dell'argine di sinistra del Tirso tutto il settore a Nord e a Ovest dell'antico abitato di Oristano era soggetto a ricorrenti inondazioni che arrivavano a lambire le vecchie mura della città. La realizzazione dell'arginatura predetta e delle importanti opere di bonifica e d'irrigazione hanno in gran parte ovviato a questa problematica comportando nel contempo l'alterazione della circolazione naturale di superficie che attualmente si realizza anche attraverso la fitta rete di canali di scolo che trasferisce le acque superficiali allo stagno di Santa Giusta.

4.3.1. CARATTERI IDROGEOLOGICI

Nel settore d'interesse affiorano esclusivamente formazioni alluvionali caratterizzate da una permeabilità per porosità continua, assai variabile sia verticalmente che orizzontalmente per la presenza di livelli argillosi meno permeabili.

Le unità idrogeologiche individuate sono state pertanto definite entro intervalli di permeabilità dato che non è stato possibile stabilire valori assoluti e quantitativi della capacità d'infiltrazione dei terreni, a causa delle frequenti variazioni granulometriche e composizionali delle formazioni affioranti nel territorio.

Sono state perciò distinte due unità idrogeologiche, ciascuna comprendente tipi litologici affini per grado di permeabilità e caratteri strutturali:

1. Depositi alluvionali recenti o attuali; permeabilità medio-alta per porosità.

Come già ampiamente enunciato, costituiscono il terreno di sedime dell'Hub nord, affiorando diffusamente a nord e ovest dello stesso.

Nell'ambito dello stesso deposito si osservano notevoli differenze nella composizione granulometrica dei sedimenti situati più o meno lontani dall'asta fluviale. Nei settori immediatamente adiacenti all'alveo del fiume si depositano i materiali più grossolani in ragione della maggiore velocità di scorrimento delle acque e quindi della loro maggiore competenza, mentre nelle zone golenali più distanti dall'alveo la minore capacità di trasporto determina la deposizione delle frazioni più fini, argillosa e limosa.

In tal modo si verifica una graduale diminuzione della permeabilità passando dalle zone prossime all'alveo del fiume, dove predominano i terreni sabbiosi, alle zone più lontane dove prevalgono i termini limo-sabbiosi.

La struttura idrogeologica della zona d'interesse, seppure in maniera schematica, può essere rappresentata dalle alluvioni recenti che costituiscono il corpo dell'acquifero superficiale, poggianti su un substrato meno permeabile rappresentato dalle alluvioni terrazzate. Secondo questa semplificazione la falda è del tipo freatico, con una soggiacenza di circa 1,5 m dal p.c., valore osservato nelle immediate vicinanze durante il periodo invernale. E' tuttavia ipotizzabile che il livello della falda possa salire in particolari condizioni fin quasi a raggiungere il p.c., in corrispondenza di periodi piovosi

molto prolungati e di piene particolarmente intense del Tirso, che scorrendo a poca distanza potrebbe alimentare l'acquifero.

La direzione di flusso avviene da est verso ovest in accordo con la superficie topografica, anche se tale direzione può localmente essere invertita per l'alimentazione laterale legata al Tirso e alla presenza nella zona di numerose coltivazioni a riso.

Non si osservano invece sostanziali variazioni di permeabilità lungo il profilo verticale nell'ambito della zona d'interesse.

2. Alluvioni terrazzate antiche a elementi ciottolosi paleozoici; permeabilità medio-bassa per porosità.

Le alluvioni antiche occupano la quasi totalità del territorio di Oristano e costituiscono il substrato sul quale poggiano le alluvioni recenti ed attuali e i depositi palustri.

Come anticipato sono caratterizzate da un grado di porosità compresa tra media e bassa a causa della estrema variabilità compositiva e granulometrica del sedimento.

Normalmente l'orizzonte superficiale è rappresentato da suoli lisciviati, derivanti dalle alluvioni antiche, in cui gli orizzonti superiori, eluviali, sono stati dilavati della frazione fine, migrata per azione meccanica e chimico-fisica verso gli orizzonti più profondi. In questi livelli, definiti illuviali, la notevole presenza della componente argillosa, determina l'obliterazione quasi totale dei pori pur in presenza di abbondante scheletro grossolano e della matrice sabbiosa. Ne consegue un diverso comportamento del suolo lungo il profilo, che presenta pertanto una permeabilità elevata in superficie e progressivamente più bassa in profondità, anche in ragione del maggiore costipamento del terreno. Nel settore dove verrà ubicato l'Hub sud è tuttavia evidente nel suolo un reticolo di piccole spaccature, indice della presenza della frazione argillosa, derivante probabilmente dal rimaneggiamento, con successivo trasporto e deposito, della frazione fine dai termini alluvionali disposti in posizione più elevata.

La presenza di screziature e di concrezioni di colore rossastro è appunto un segno evidente di idromorfia temporanea. Tali suoli mostrano inoltre una notevole eteropia di facies pedologica sia in senso orizzontale che verticale.

La circolazione idrica seguirà anche in questo caso il gradiente topografico e avverrà preferenzialmente lungo i livelli sabbiosi e ghiaiosi che costituiscono l'acquifero mentre i livelli argillosi e limosi a permeabilità limitata costituiscono gli acquitardi.

Sulla base della struttura idrogeologica descritta appare evidente che anche in questo caso la falda è del tipo freatico, anche se la presenza dei livelli poco permeabili sopra descritti non escludono localmente la sussistenza di falde semiconfiniate o sospese.

Non sono state effettuate misurazioni dirette della profondità della falda nella zona d'interesse; tuttavia data la notevole differenza di quota tra i terreni di sedime costituiti dai termini alluvionali antichi e le prospicienti alluvioni recenti è lecito supporre che la falda freatica si attesti ad una profondità superiore ai 5 m dal piano di campagna.

Nelle zone caratterizzate dall'assenza della componente argillosa la permeabilità non raggiunge generalmente valori elevati a causa dell'alto grado di compattazione e cementazione raggiunta dalla compagine alluvionale. Solo in alcuni settori, difficilmente discriminabili nella cartografia allegata per la loro limitata estensione e costituiti quasi esclusivamente dall'affioramento di sabbie pressoché sciolte, la capacità d'infiltrazione appare decisamente elevata.

5. VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

5.1. INQUADRAMENTO NEL P.A.I. (PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO)

Nelle pagine seguenti sono riportate le carte con la perimetrazione delle aree inondabili del Sub bacino Tirso stralciate dagli shape file, distribuiti dal Portale Cartografico della Regione Sardegna. Sulla base di questa cartografia è evidente che solo l'Hub nord è compreso nelle aree di pericolosità idraulica moderata **Hi1**, “aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 500 anni”, che comportano come rischio idraulico **R1**, “Danni sociali, economici e al patrimonio marginali”.

La disciplina delle aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1) è regolata dall'art. 30 del P.A.I. che recita:

“Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi”.

5.2. INQUADRAMENTO NEL P.F.F.S. “PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI”

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, che costituisce un approfondimento ed una integrazione al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), *utilizza oltre alla modellazione idrologica-idraulica anche il criterio geomorfologico al fine di mappare le aree a pericolosità idraulica, così come previsto dalle Linee Guida per la redazione del progetto di Piano Stralcio per le Fasce Fluviali 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, 30 delle N.A. del P.A.I., assegnando alle medesime la classe di pericolosità (Hi1), fino all'approvazione finale dello studio medesimo (Deliberazione n. 1 del 5.12.2013 dell'Autorità di Bacino Regionale).*

Inoltre nella stessa delibera si è stabilito per i fiumi, torrenti e corsi d'acqua o tratti degli stessi, studiati dal P.A.I. e successivamente dal P.S.F.F. 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.

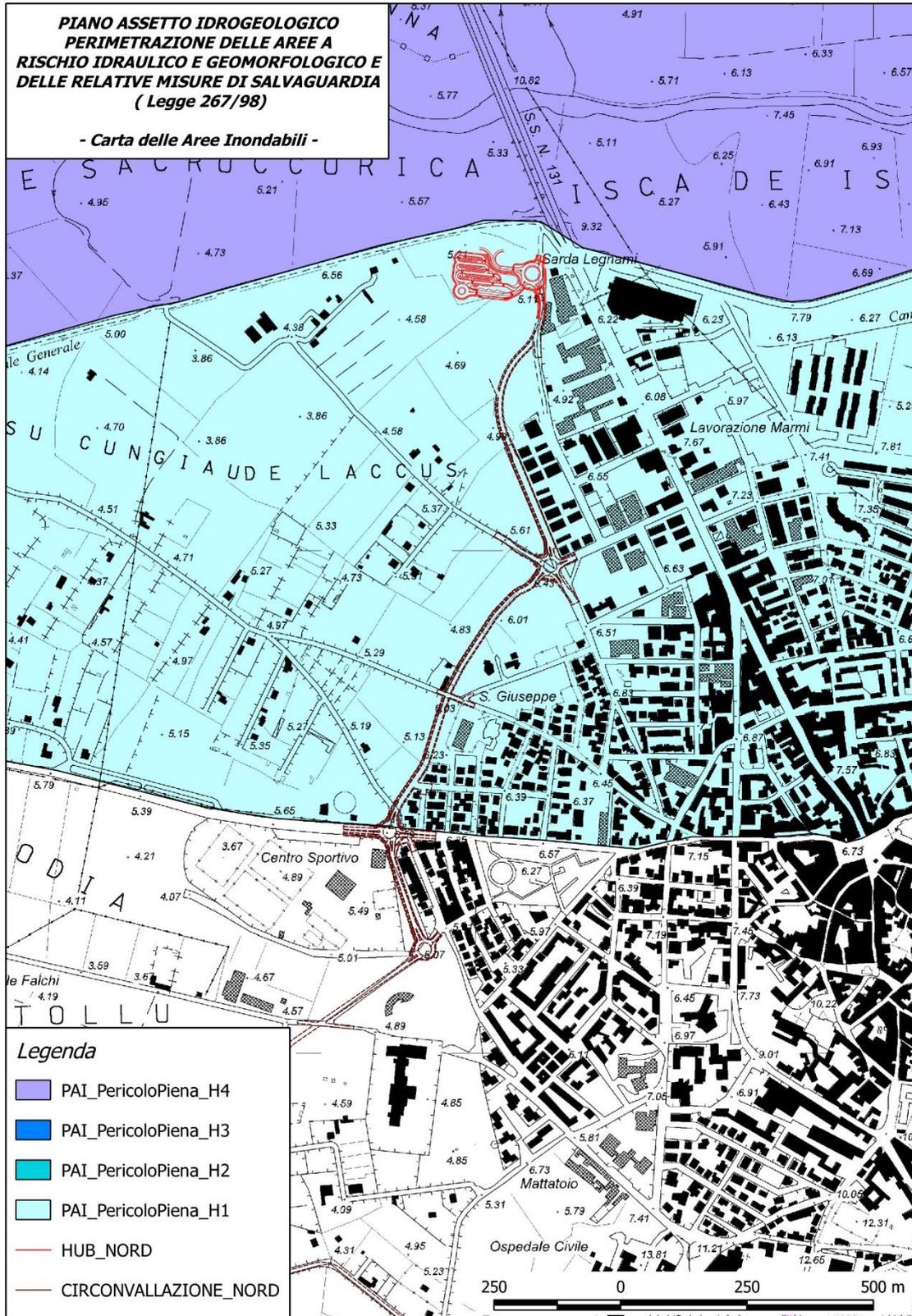
Nell'ambito della zona d'interesse si è rilevato, che l'implementazione del nuovo piano ha prodotto un aumento significativo delle aree a pericolosità idraulica moderata Hi1, identificate in questo caso con la lettera C, mentre gli altri livelli di pericolosità restano sostanzialmente invariati.

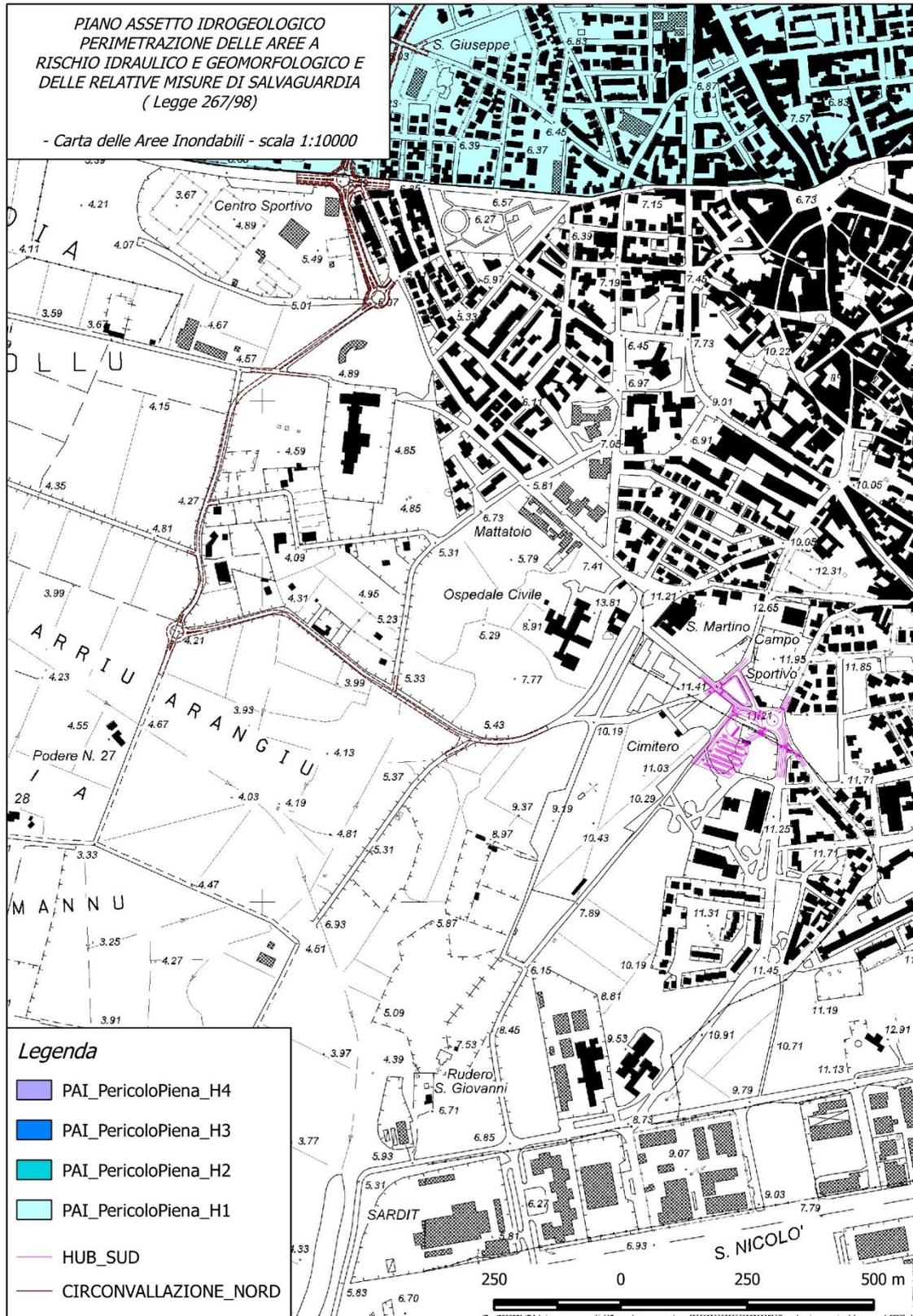
Inoltre poiché solo l'Hub nord è compreso nelle aree a moderata pericolosità idraulica sia nel P.A.I. che nel P.S.F.F., rispettivamente zonizzate come Hi1 e C, contrassegnate dalla medesimo grado di pericolosità, valgono ancora una volta per la loro disciplina le disposizioni dell'art. 30.

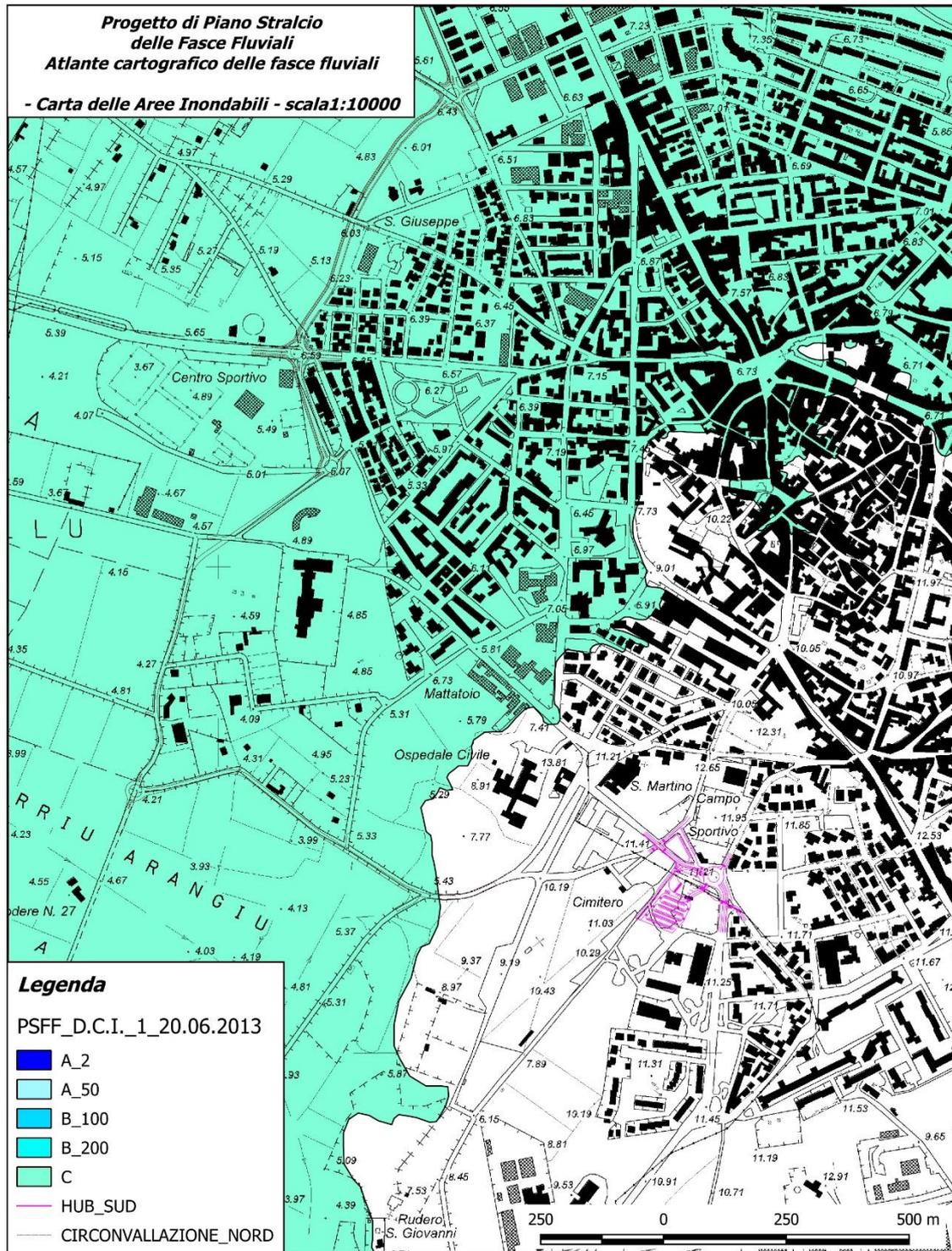
In particolare il Comune di Oristano ha predisposto un studio di compatibilità idraulica dell'intero territorio comunale che è giunto alla conclusione che la futura edificazione di cui alle previsioni del PUC:

- non è di ostacolo al naturale deflusso delle acque superficiali e pertanto non è in grado di provocare rischio idraulico nell'ambito del territorio comunale;
- non interferisce in nessun modo con gli alvei naturali dei corsi d'acqua e dei compluvi presenti;
- non è in grado di determinare alterazioni alcune al regime idraulico della zona in esame;
- non inficia in alcun modo i processi di infiltrazione delle acque nel sottosuolo.

Precisando che tale studio presenta un carattere pressoché generale in quanto, è stato esteso a tutto il territorio comunale e pertanto non è stato possibile né fare analisi di dettaglio per ciascun corso d'acqua naturale o artificiale, né acquisire dati puntuali.







6. SISMICA

Storicamente la Sardegna è esente da eventi sismici significativi tanto che le loro testimonianze sono riportate laconicamente in letteratura. Le prime notizie di cui si ha traccia risalgono al 1616 in una scritta incisa nella cattedrale di Cagliari che descrive i danni riportati dal sistema difensivo delle torri di Villasimius. La prima registrazione, avente carattere di ufficialità, risale al 1838 e avvenne a cura dell'Istituto Nazionale di geofisica; in questo caso gli effetti del sisma pari a 6° grado della scala Mercalli furono definiti solo in un secondo tempo poiché mancavano allora gli strumenti per una corretta misurazione.

Nel 1870 una scossa del 5° grado Mercalli interessò la parte centro settentrionale dell'isola, in particolare il paese di Ittireddu ed il Goceano.

Altri sismi hanno nel recente passato interessato la Sardegna, nessuno dei quali con magnitudo superiore al 5° grado della scala Mercalli, se si eccettua il sisma verificatosi nel 1948 nel canale di Sardegna, al largo della Tunisia, che raggiunse quasi il 6° grado della medesima scala.

Più recentemente uno sciame di sismi, con epicentro nel settore poco a ovest di Corsica e Sardegna, ha fatto sentire i suoi effetti in buona parte della regione nel luglio del 2011 con una serie di scosse la cui maggiore è stata calcolata intorno al grado 5.3 della scala Richter.

Già da questa breve disamina si può osservare che gli eventi sismici sopra catalogati presentano una distribuzione molto rarefatta nel tempo e sono sempre di scarsa entità sotto il profilo dell'energia liberata, non superando mai il 6° o il 5° grado rispettivamente della scala Mercalli e Richter;

La scarsa attività sismica trova riscontro nel fatto che la Sardegna non appartiene a nessuna Zona Sismogenetica attiva, risultando molto stabile dal punto di vista geodinamico.

6.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

L'obiettivo principale della normativa antisismica è quello di ridurre gli effetti dei terremoti, classificando il territorio in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e quindi sull'applicazione di specifiche norme per le costruzioni opportunamente parametrizzate per ciascuna zona sismica individuata.

In sostanza la legislazione antisismica italiana prescrive che le strutture sopportino senza gravi danni i terremoti meno forti e non crollino in caso di terremoti di magnitudo più elevata, con il principale obiettivo di salvaguardare prima di tutto le vite umane.

Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati su studi ed elaborazioni più recenti, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo, generalmente 50 anni, da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, di seguito riportata, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Zona 1 - E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti
Zona 2 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti
Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari
Zona 4 - E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari

Sostanzialmente non si ha più nessuna zona del territorio italiano definita come "non classificata", che viene assegnata alla zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06)

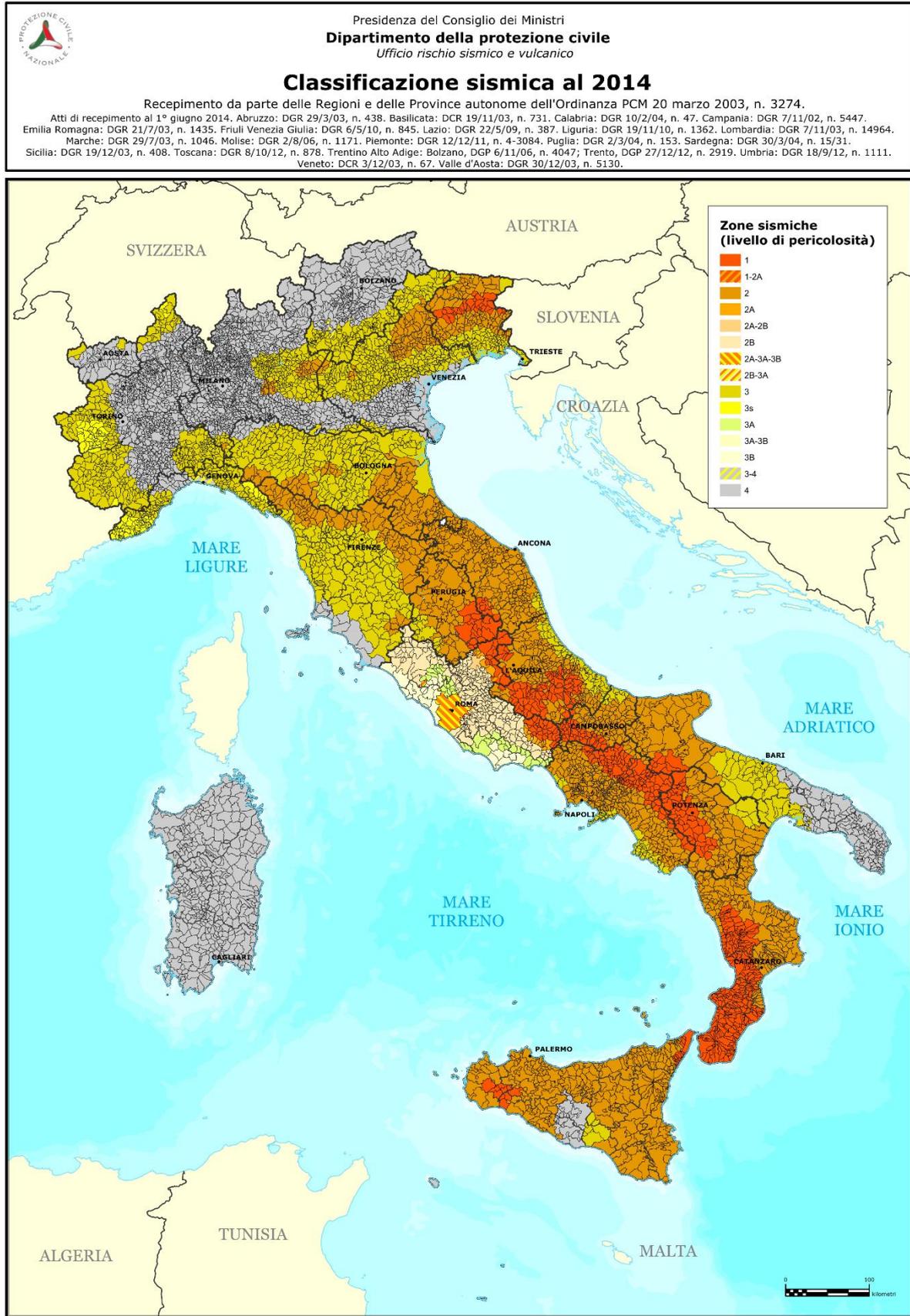
Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

Per le Regioni a bassa sismicità (zona 4), tra le quali rientra la Sardegna si ha:

- per costruzioni semplici dove è possibile utilizzare il metodo delle tensioni ammissibili, l'azione sismica si calcola utilizzando il DM96 assumendo un grado di sismicità S pari a 5.
- per le altre costruzioni si assumono i parametri spettrali (a_g , $T C^*$ e F_0) contenuti nella Tabella 2 dell'allegato Isole delle NTC08) tenendo conto delle prescrizioni specifiche stabilite dalle NTC08 per le costruzioni in zona 4.

Di seguito si riporta la classificazione sismica del territorio italiano aggiornata al 2014.

La Sardegna è classificata interamente come Zona 4.



6.2. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI DI BASE

Le Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008, suddividono il territorio Italiano in aree omogenee da un punto di vista di rischio sismico. Tale suddivisione non è più legata a rigidi confini amministrativi come accadeva in passato, ma alla presenza di aree sismogenetiche attive. La norma individua 10751 nodi di riferimento, ad ogni nodo è associato un valore di accelerazione massima attesa al suolo per un determinato periodo di ritorno.

In particolare ogni nodo è caratterizzato da tre parametri:

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in $g/10$);

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

“Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata P_{VR} , si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. “

Dalla posizione relativa del sito in esame rispetto ai nodi di riferimento, si risale alla accelerazione massima attesa per il sito stesso, effettuando una media pesata dei valori di a_g di ciascun nodo. I valori di a_g così ottenuti devono essere corretti con parametri opportuni che tengono conto delle condizioni particolari del sito esaminato, come la tipologia di suolo su cui insiste il fabbricato (suolo tipo A, B, C, D, E S1e S2) e le condizioni morfologiche (suolo pianeggiante, pendio variamente inclinato, cresta).

Per la Sardegna gli spettri di risposta sono definiti in base a valori uniformi su tutto il territorio, per diversi tempi di ritorno (T_R).

I valori di tali dati riportati nella Tabella 2, Allegato B delle N.T.C. sono i seguenti:

$T_R = 30$	a_g	F_0	T_c^*
	0,186	2,610	0,273

$T_R = 50$	a_g	F_0	T_c^*
	0,235	2,670	0,296

$T_R = 72$	a_g	F_0	T_c^*
	0,274	2,700	0,303

$T_R = 101$	a_g	F_0	T_c^*
	0,314	2,730	0,307

T_R = 140	a_g	F₀	T*_c
	0,351	2,780	0,313

T_R = 201	a_g	F₀	T*_c
	0,393	2,820	0,322

T_R = 475	a_g	F₀	T*_c
	0,500	2,880	0,340

T_R = 975	a_g	F₀	T*_c
	0,603	2,980	0,372

T_R = 2475	a_g	F₀	T*_c
	0,747	3,090	0,401

6.2.1. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sono valutate sulla base di un **periodo di riferimento**, **V_R**, che si ricava, per ciascun intervento, moltiplicando la vita nominale **V_N** per il coefficiente d'uso **C_U**:

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore di **V_N** si determina in base alla seguente tabella tratta dalle N.T.C./2008:

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Il valore di **C_U** è individuato per competenza alla classe d'uso nella quale la costruzione ricade, in base a quanto definito nel § 2.4 delle N.T.C./2008.

Classe I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II	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 Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV	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 o 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 itinerari 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.

E applicando la seguente tabella.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Nel caso in esame si ottiene quindi:

$$V_R = V_N \times C_U \geq 50 \times 1,0 \geq 50 \text{ anni}$$

Si ricava quindi per ciascuno stato limite, e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , il periodo di ritorno T_R del sisma.

Si utilizza a tal fine la formula:

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

Ottenendo i seguenti valori:

Stati limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R		
Stati Limite di Esercizio SLE	SLO	$P_{VR} = 81\%$	$T_R = 0,60 V_R$	30
	SLD	$P_{VR} = 63\%$	$T_R = V_R$	50
Stati Limite Ultimi SLU	SLV	$P_{VR} = 10\%$	$T_R = 9,50 V_R$	475
	SLC	$P_{VR} = 5\%$	$T_R = 19,50 V_R$	975

6.2.2. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SPETTRALI

Per i vari stati limite si ha, sulla base della Tabella 2, Allegato B delle N.T.C. Per la Sardegna:

Stati limite		T_R	a_{gmax}/g	F_0	T_c^*
Stati Limite di Esercizio SLE	SLO	30	0,0186	2,610	0,273
	SLD	50	0,0235	2,670	0,296
Stati Limite Ultimi SLU	SLV	475	0,0500	2,880	0,340
	SLC	975	0,0603	2,980	0,372

I parametri così determinati si riferiscono alle condizioni convenzionali di un sito rigido (di categoria **A**) con superficie topografica orizzontale (di categoria **T1**), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

Per determinare la **risposta sismica locale** occorre pertanto tenere conto degli effetti delle condizioni stratigrafiche dei siti di interesse, e delle condizioni topografiche.

Tali effetti possono essere valutati con metodi semplificati o con specifiche analisi. Nella presente fase progettuale preliminare si utilizzerà il primo.

La categoria del sottosuolo si determina sulla base della tabella 3.2.II delle NTC di seguito riportata.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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 $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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 $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

I siti in esame (Hub Nord e Hub Sud) sono attribuibili, cautelativamente, alla categoria D.

Si raccomanda comunque, in osservanza a quanto indicato dalla norma, la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente V_{s30} (definita mediante l'equazione 3.2.1 delle NTC).

La categoria topografica dei siti si determina sulla base della tabella 3.2.IV delle NTC di seguito riportata.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

I siti in esame (Hub Nord e Hub Sud) appartengono alla categoria T1.

6.2.3. DETERMINAZIONE DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICA IN ACCELERAZIONE

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata P_{VR} , si ritengono individuate quando se ne conosca lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali, definito dalle seguenti espressioni (par. 3.2.3.2.1 delle NTC08):

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned} \tag{3.2.4}$$

In cui:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_s \times S_t$$

Essendo:

S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V)

S_t è il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI);

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T^*_C$$

dove T^*_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.V);

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$T_B = T_C/3$$

TD è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6.$$

Di seguito si riportano le tabelle citate.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_C

Categoria sottosuolo	S_s	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Nei siti in esame si ha:

dalla tabella 3.2.V per sottosuoli di categoria D:

$S_s = 2,40 - 1,50 \times F_0 \times a_g/g$, tale valore deve essere $0,90 < S_s < 1,80$

T_R	a_g/g	F_0	S_s
30	0,0186	2,610	1,8
50	0,0235	2,670	1,8
475	0,0500	2,880	1,8
975	0,0603	2,980	1,8

E ancora:

T_R	T_c^*	C_c	T_c
30	0,273	2,392	0,653
50	0,296	2,298	0,680
475	0,340	2,144	0,729
975	0,372	2,049	0,762

Avendo $S_T = 1$ e procedendo al calcolo si ottiene che il valore massimo dell'accelerazione spettrale orizzontale è pari a:

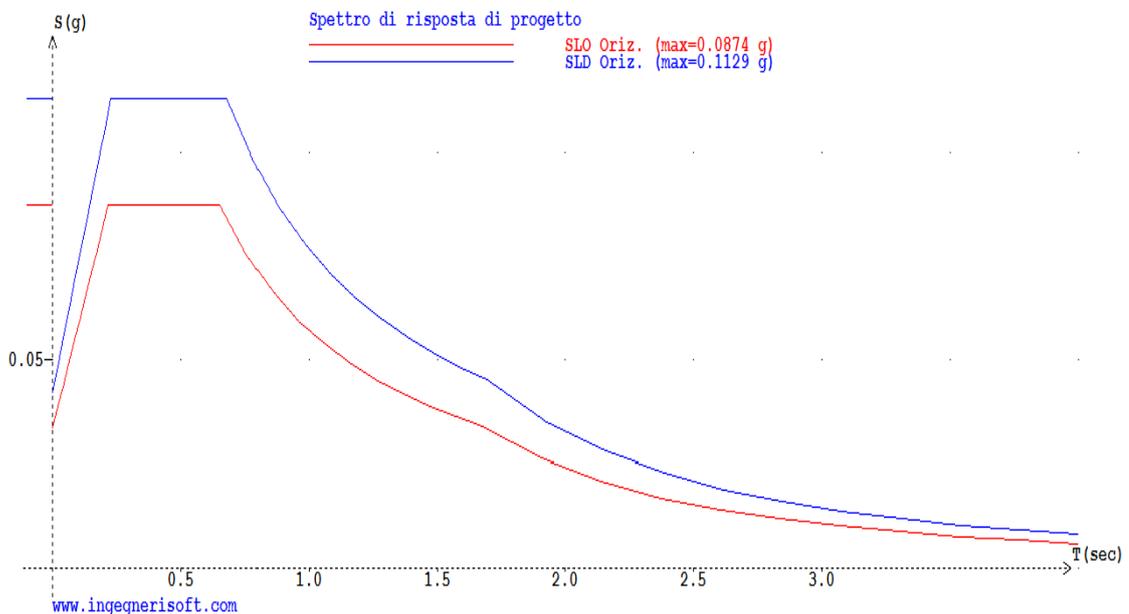
$$T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

E quindi:

$$S_e(T) = 0,0186 \times 1,8 \times 1 \times 2,61 = \mathbf{0,0874 \text{ g}}$$

Si riporta di seguito lo spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali.



7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA DI SEDIME

Tale studio si prefigge di individuare le caratteristiche geo-meccaniche del terreno necessarie alla definizione di un modello geotecnico atto a valutare la validità e la funzionalità delle soluzioni progettuali adottate che dovranno garantire la massima sicurezza, durante la fase esecutiva dei lavori, e la durabilità nel tempo delle opere previste. Queste ultime comportano la costruzione delle infrastrutture a servizio di due Hub, schematicamente riassumibili nella realizzazione della viabilità, della rete fognaria e idrica e degli impianti tecnologici.

In questa fase della progettazione, preliminare e di fattibilità, lo studio tecnico geologico dei terreni di sedime degli Hub nord e sud, ha l'obiettivo di acquisire indicazioni in merito all'andamento stratigrafico del terreno, alla presenza di falde acquifere, alla profondità della superficie piezometrica, nonché a definire, sulla base di verifiche dirette eseguite nel territorio, delle informazioni sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni.

L'indagine conoscitiva ha permesso quindi di stabilire i termini di una campagna di indagini, geognostiche e di laboratorio, volta alla definizione dei parametri geotecnici dei terreni d'imposta ed in ultima analisi alla determinazione di un modello geotecnico dei settori d'interesse.

Poiché i due Hub nord e sud insistono rispettivamente sulle alluvioni recenti e sulle alluvioni antiche, terreni dal comportamento geotecnico differente, verranno trattati separatamente.

7.1. HUB NORD

Come già detto il terreno d'imposta è caratterizzato da una morfologia regolare pianeggiante e appartiene al dominio delle alluvioni recenti del Tirso rappresentate nella carta geotecnica allegata come “*Materiale granulare addensato o molto addensato a grana prevalentemente grossolana*”.

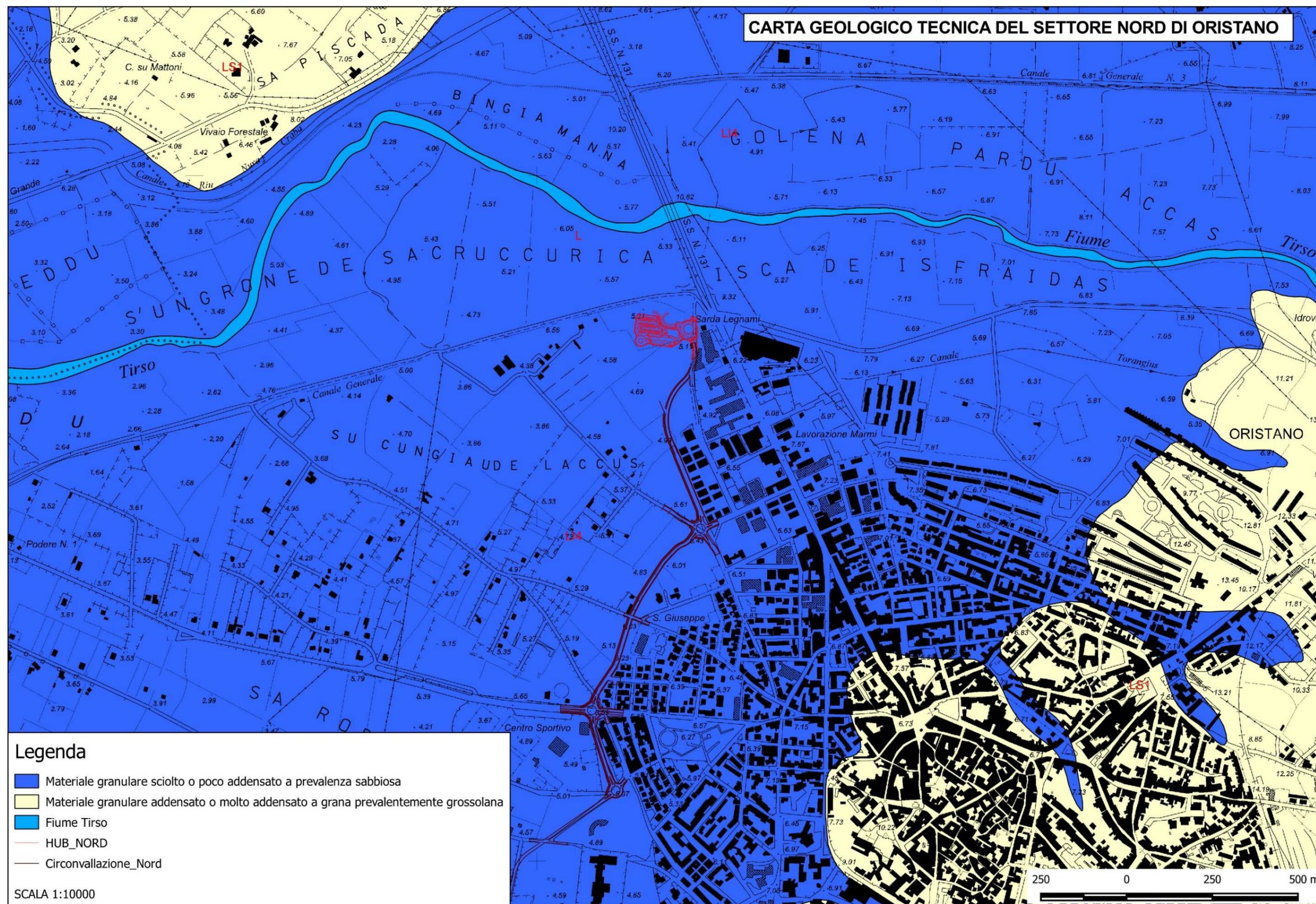
Tale definizione non rappresenta completamente la notevole complessità del deposito alluvionale in parola. Infatti la prossimità del settore sia al fiume Tirso che al mare fa sì che le caratteristiche stratigrafiche del sedimento siano il riflesso delle variazioni del livello medio dei mari che hanno dato luogo ad un'alternanza di fasi di continentalità con altre di ingressione marina, queste ultime testimoniate da rinvenimenti fossiliferi.

Il deposito risultante, tipico di un ambiente di transizione, è costituito da una sequenza sedimentaria passante da termini propriamente palustri, più fini, ad altri alluvionali dove prevale la frazione più grossolana.

Il rilevamento geotecnico sui terreni di superficie, effettuato nel mese di giugno 2014, si è basato essenzialmente sull'esame delle proprietà rilevate in campagna, mancando in questa fase l'apporto delle informazioni derivanti dalle indagini geognostiche e di laboratorio.

Conseguentemente i dati relativi alla sequenza litostratigrafica sotto riportata derivano da un'indagine realizzata nelle immediate vicinanze.

A partire dall'alto la successione comincia con un suolo di colore bruno scuro, attraversato da una fitta rete di spaccature aventi luci superiori al centimetro.



Si tratta di terre prevalentemente granulari composte da uno scheletro sabbioso inglobato in una matrice limosa, mentre i caratteri vertici evidenziati sono da attribuire alla componente argillosa che, causando nei terreni un aumento o diminuzione di volume, a seconda del contenuto d'acqua, produce le fessurazioni di cui sopra in corrispondenza dei periodi asciutti.

Questo sedimento dallo spessore di circa 30 cm presenta caratteri geotecnici scadenti, causa eccessiva compressibilità, plasticità e ridotta resistenza geo-meccanica; trattandosi inoltre del terreno vegetale interessato dall'attività biotica andrà comunque rimosso.

Verso il basso la sequenza sedimentaria continua con un alternanza di sabbie medio-fini, poco addensate, con livelli argillosi e limosi, di colore scuro, plastici e poco consistenti. I caratteri geotecnici di questo deposito variano da mediocri a scadenti

E' verosimile che a una profondità di circa 10-12 m dal p.c. si intercettino i termini ascrivibili alle Alluvioni Terrazzate antiche, rinvenibili poco a Sud del settore in esame, alla profondità di circa 7 m dal p.c., costituiti da sabbie grossolane, grigiastre, addensate, con ghiaie e ciottoli a spigoli elaborati con \varnothing max 5cm.

La soggiacenza della falda è stata misurata durante il periodo piovoso alla profondità di circa 1,5 m dal p.c. Data la notevole vicinanza di tali terreni all'alveo del Tirso, è possibile che la falda freatica, presente normalmente a profondità variabili in funzione degli apporti meteorici e dell'alimentazione laterale del Fiume, possa risalire in determinati periodi dell'anno fino a raggiungere il piano di campagna andando ad interessare le opere fondali, la sovrastruttura stradale e i piazzali di sosta nonché la rete dei sottoservizi.

Poiché tali terreni hanno evidenziato in alcuni settori comportamento plastico, che potrebbe condurre a cedimenti significativi dei terreni di sottofondo, si consiglia la bonifica del sito. Qualora questo non fosse possibile si propone la realizzazione di una sovrastruttura stradale sufficientemente rigida, tale che possa ripartire i carichi al terreno di sottofondo senza produrvi deformazioni.

Una possibile contromisura potrebbe risiedere nella posa di un geotessuto che possa ostacolare la risalita della falda o della frangia capillare; inoltre con tale soluzione potrebbero essere in parte risolti i problemi relativi alle scarse caratteristiche meccaniche dei terreni d'imposta, in quanto il geotessile agisce come elemento di rinforzo grazie alle sue proprietà d'elevato attrito e la sua capacità di assorbire sforzi di trazione.

Gli scavi necessari al raggiungimento delle quote di imposta delle strade, dei piazzali e dei sottoservizi si produrranno, per quanto già detto, nel corpo dei terreni alluvionali recenti contraddistinti da mediocri caratteri geotecnici. Qualora si operi nel periodo estivo, non esistono problemi circa la scavabilità del terreno costituito sempre da materiali morbidi; maggiori problemi si incontreranno invece durante il periodo piovoso, inerenti soprattutto la limitata soggiacenza della falda e la transitabilità dei mezzi meccanici.

Per profondità di scavo dal piano campagna superiori a 1,5 m, si dovrà procedere all'armatura delle pareti di scavo per ovviare a possibili fenomeni di crollo, soprattutto in condizioni di saturazione del terreno, evenienza cui si andrà sicuramente incontro qualora le operazioni di scavo dovessero effettuarsi durante il periodo piovoso; in questo caso sarà indispensabile procedere all'aggotaggio delle trincee mediante l'utilizzo di pompe idrauliche.

Per quanto concerne le strutture in elevazione, rappresentate essenzialmente dalle pensiline di copertura, anche in questo caso le strutture fondali saranno impostate nel corpo delle alluvioni recenti, caratterizzate come già detto da scarse proprietà meccaniche. Nonostante ciò, tali terreni potranno facilmente sopportare le ridotte

tensioni indotte da queste strutture, utilizzando opere fondali di tipo diretto, adeguatamente irrigidite. Ciò al fine di minimizzare gli eventuali cedimenti che, seppure in valore assoluto poco rilevanti, potrebbero assumere un ruolo più importante come cedimenti differenziali.

Qualora il terreno di posa delle fondazioni sia costituito da termini plastici particolarmente scadenti, si consiglia la sua rimozione e sostituzione con materiali caratterizzati da migliori proprietà geomeccaniche.

Infine le strutture interrato relative all'impianto di trattamento delle acque devono essere opportunamente immorsate nel terreno per evitare che la risalita della falda freatica possa generare spinte idrostatiche tali da provocare la dislocazione dei serbatoi dalla loro sede

7.2. HUB SUD

L'Hub in progetto sarà ubicato su terreni che nella carta geologico-tecnica allegata sono definiti "Materiale granulare addensato o molto addensato a grana prevalentemente grossolana".

Già da questa definizione si intuisce che i terreni d'imposta dell'Hub Sud presentano caratteri geo-meccanici sicuramente migliori di quelli dell'Hub Nord, anche se non tiene conto delle particolarità locali e della notevole complessità del deposito sedimentario.

Si tratta di terreni ascrivibili alle alluvioni antiche terrazzate, complesso sedimentario composto da alternanze di sabbie grossolane debolmente argillose, ghiaie in matrice sabbiosa a ciottoli arrotondati di dimensione fino a 3-4 cm, sabbie medie. Il grado di addensamento aumenta con la profondità.

Intercalati nei livelli più propriamente granulari compaiono frequentemente livelli più francamente coesivi con composizione variabile dai limi argillosi, a limi sabbiosi e ad argille limose o sabbiose.

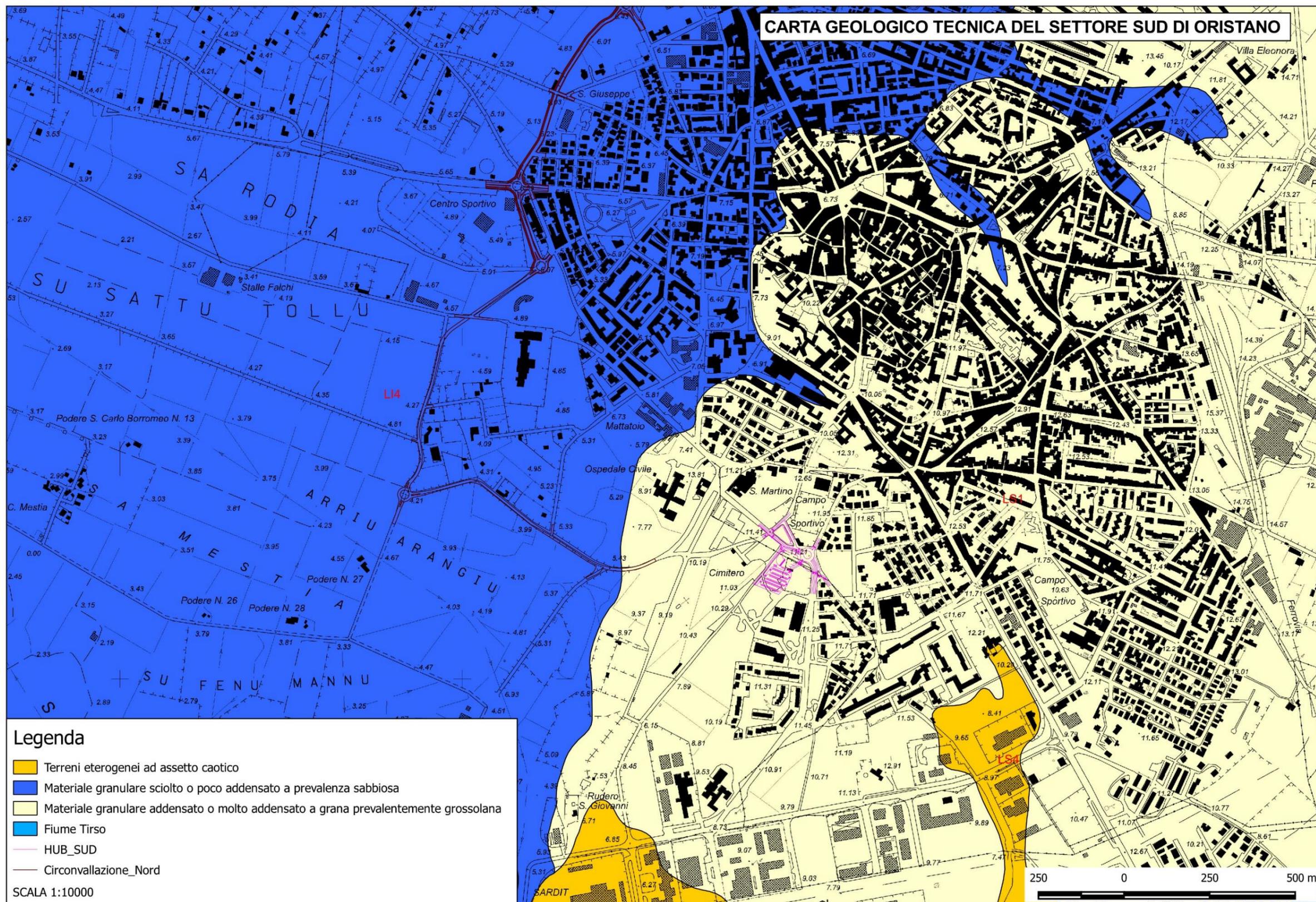
Generalmente i livelli granulari a comportamento attritivo sono addensati, al più mediamente addensati, e come tali definiti da caratteri geotecnici buoni o discreti. I livelli coesivi sono invece mediamente consistenti con caratteri tecnici variabili da scadenti a discreti.

Pertanto le proprietà geo-meccaniche dei terreni varieranno in funzione dei livelli utilizzati come piano di posa delle strutture fondali.

Le precedenti considerazioni derivano da indagini effettuate su terreni equivalenti dal punto di vista litologico e geotecnico e pertanto hanno una valenza puramente qualitativa e di massima. Dati quantitativi più precisi potranno essere ottenuti quando saranno realizzate le indagini geognostiche e di laboratorio che saranno descritte in un apposito paragrafo.

Poiché non sono stati rinvenuti dati circa la profondità della falda nei dintorni del sito d'interesse, questi sono stati ricavati per via indiretta dalla constatazione che in uno scavo, profondo oltre 6 m, realizzato nelle immediate adiacenze dell'area d'interesse, la superficie freatica non affiora. Si suppone pertanto che la falda freatica abbia una soggiacenza superiore ai 5 m dal p.c.. Questo è coerente anche con la situazione topografica locale dove i terreni d'imposta dell'Hub sono ubicati ad una quota di circa 7 m superiore rispetto ai terreni alluvionali recenti, affioranti 500 m a ovest dell'intervento in progetto.

Pertanto appare poco probabile che la falda possa risalire fino ad interagire con le strutture fondali.



In questo settore la sovrastruttura stradale potrà essere convenientemente impostata sui materiali delle alluvioni antiche previo scoticamento dei terreni superficiali rappresentati da una coltre di materiali di riporto e dal terreno vegetale per uno spessore di circa 50 cm.

Anche in questo caso le fondazioni della pensilina potranno essere dirette e posizionate possibilmente nei terreni granulari a comportamento attritivo. Qualora questo non fosse possibile a causa del rinvenimento di lenti di natura argillosa si suggerisce la rimozione dei terreni scadenti e la loro sostituzione con materiali di maggiori proprietà geomeccaniche debitamente costipati.

7.3. LE INDAGINI

Nonostante l'apparente uniformità, il terreno di sedime degli Hub Nord e Sud si mostra notevolmente eterogeneo sotto il profilo geotecnico e composizionale, sia per le caratteristiche proprie delle alluvioni, le cui proprietà geo-meccaniche variano imprevedibilmente, sia per la presenza di lenti e intercalazioni argillo-limose distribuite aleatoriamente nel corpo della compagine sedimentaria.

Appare pertanto chiaro che una moderna progettazione non può prescindere dall'esecuzione preliminare di indagini geognostiche e di laboratorio che possano riconoscere la natura e la qualità dei terreni di sedime e fornire i dati indispensabili per il corretto dimensionamento delle sovrastrutture stradali e dei piazzali di sosta, altrimenti lasciato all'arbitrio della sola esperienza del tecnico o alla consuetudine costruttiva.

Le indagini geognostiche saranno realizzate mediante perforazione a carotaggio continuo, del diametro minimo di 85 mm nei punti ritenuti più rappresentativi sotto il profilo progettuale e litostratigrafico. Durante le terebrazioni sarà prelevato un congruo numero di campioni, indisturbati nei livelli coesivi, prelevati a differenti profondità, che saranno sottoposti a prove di laboratorio.

Nei fori di sondaggio, in corrispondenza dei livelli a comportamento prevalentemente attritivo, saranno eseguite prove S.P.T. per ottenere informazioni sulle proprietà meccaniche dei materiali e definire attraverso relazioni empiriche l'angolo d'attrito interno.

In determinati settori saranno eseguiti alcuni pozzetti di prospezione, che oltre a fornire utili dati per le correlazioni litostratigrafiche permetteranno il prelievo di campioni per l'effettuazione delle prove Proctor e C.B.R., necessarie per la definizione delle proprietà dei terreni al fine di procedere al dimensionamento delle sovrastrutture stradali e dei piazzali di sosta.

La realizzazione di alcune prove su piastra, eseguite previo scoticamento dei terreni superficiali per il raggiungimento del livello d'interesse, potrà condurre alla valutazione della capacità portante dei terreni di sottofondo.

Ai fini della definizione della categoria del suolo di fondazione sarà infine predisposta un'indagine geofisica sismica per il calcolo della Vs30 per ottenere i parametri spettrali sismici necessari per la caratterizzazione sismica del settore.

Di seguito sono riportate le analisi geotecniche di laboratorio da eseguire, distinte per provenienza di campioni da foro di sondaggio a carotaggio continuo o dai pozzetti geognostici.

- Campioni provenienti dai fori di sondaggio
 - Analisi granulometrica per sedimentazione e per setacciatura.
 - Determinazione del peso specifico dei granuli.
 - Determinazione del peso di volume.

- Determinazione del contenuto naturale in acqua.
- Determinazione del limite liquido e del limite plastico.
- Prova di taglio diretto di tipo consolidato drenato.
- Prova edometrica.
- Campioni provenienti dai pozzetti di prospezione
 - Analisi granulometrica per sedimentazione e per setacciatura.
 - Determinazione del peso specifico dei granuli.
 - Determinazione del peso di volume.
 - Determinazione del limite liquido e del limite plastico.
 - Prova Proctor.
 - Prova CBR.
 - Prova di taglio diretto di tipo consolidato drenato, effettuata su materiale costipato all'*optimum* Proctor.

8. NOTE CONCLUSIVE

L'esame degli aspetti geologici (stratigrafia, assetto strutturale e geomorfologico) e geotecnici non evidenzia controindicazioni specifiche al progetto.

L'infrastrutturazione in progetto interessa infatti terreni poco acclivi, esenti da fenomeni di instabilità e non soggetti ad erosione. La bassa sismicità locale permette di escludere l'instaurarsi di fenomeni di alterazione locale delle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni (liquefazione) in concomitanza di eventi sismici.

In particolare, i terreni sui quali s'impone l'Hub Nord sono costituiti da alluvioni recenti rappresentati da depositi sciolti sabbiosi e ciottolosi dei letti di piena attuali, passanti frequentemente in profondità a orizzonti limosi e argillosi di ambiente palustre, caratteristici di un ambiente di transizione da alluvionale a palustre.

I problemi legati alle scadenti proprietà geo-meccaniche di questi terreni possono essere superati mediante l'utilizzo di un geotessuto e/o tramite la loro sostituzione con materiali dotati di caratteri tecnici decisamente migliori. L'entità dell'eventuale rimozione potrà essere determinata una volta effettuate le indagini geotecniche.

Ulteriori difficoltà, dovute alla presenza di una falda freatica poco profonda, che in particolari situazioni potrebbe risalire fino al piano di campagna, possono essere affrontate mediante l'utilizzo del predetto geotessile e predisponendo un cronoprogramma dei lavori che preveda l'esecuzione degli scavi nel periodo estivo, evitando in tal modo d'intervenire su terreni saturi d'acqua.

L'Hub Sud si sviluppa su depositi alluvionali ciottolosi, granulari, a comportamento generalmente attritivo con intercalazioni di livelli più francamente coesivi.

Questi terreni sono caratterizzati da buone proprietà geo-meccaniche e sono suscettibili di essere facilmente rimossi tramite il semplice ausilio di escavatore meccanico.

In questo settore la soggiacenza della falda è superiore ai 5m di profondità per cui non potrà interferire con l'infrastrutturazione in progetto.

Le eventuali perdite di fluido dalle condotte idriche e fognarie o dall'impianto di trattamento delle acque non comportano particolari problemi sotto il profilo della sicurezza essendo il substrato alluvionale di entrambi gli Hub sufficientemente permeabile ed in grado di drenare ingenti volumi di fluido prima che questi possano arrecare danni alle strutture fondali.

Infine il rinterro potrà avvenire generalmente utilizzando i materiali provenienti dagli scavi effettuati nella compagine delle alluvioni ciottolose avendo cura di eliminare i materiali di qualità e pezzatura non idonea e la copertura pedologica rappresentata da terreni vegetali compressibili.



COMUNE DI ORISTANO



Regione Autonoma della Sardegna

Progetto:

DUE HUB PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE AD ORISTANO
- PROGETTO PRELIMINARE -

Elaborato N:

A.5

Titolo elaborato:

Relazione idrologica e idraulica

Data:

Dicembre 2014

Scala:

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. Giuseppe Pinna

UFFICIO DEL PIANO DELLA MOBILITA'

Il progettista responsabile:

dott. ing. Michele Scanu

Collaboratore interno:

dott. ing. Yuri Iannuzzi

Collaboratori esterni:

MLab srl

dott. ing. Alfredo Vacca

dott. ing. Beatrice Floridia

dott. geol. Vincenzo Solinas

Validazione:

INDICE

PREMESSA	3
1. IDROLOGIA	4
1.1. METODO INDIRETTO	4
1.2. CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	4
1.3. TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	7
1.4. COEFFICIENTE DI LAMINAZIONE E COEFFICIENTE DI AFFLUSSO	7
1.5. COEFFICIENTE DI RAGGUAGLIO DELLE PIOGGE ALL'AREA	7
1.6. AFFLUSSI METEORICI.....	7
2. IDRAULICA	8
2.1. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE	8
2.2. CAPACITÀ DI SMALTIMENTO DELLE SEZIONI IDRAULICHE.....	8
2.3. VERIFICA DELLE SEZIONI.....	8

PREMESSA

La presente relazione è elaborata in ottemperanza a quanto disposto dall'art. 17, comma 1, lett. d) del DPR 207/2010. Nella presente relazione viene analizzata e verificata la rete di drenaggio delle acque meteoriche insistenti sulle aree oggetto di intervento. Le acque meteoriche saranno captate da una rete di condotte che defluiranno su un collettore principale e successivamente scaricate in fognatura. E' previsto un impianto di trattamento delle acque di prima pioggia ai sensi della Delib. GR n. 69/25 del 10/12/2008 "Direttiva regionale degli Scarichi".

La valutazione delle portate di piena è stata condotta secondo i criteri indicati nelle linee guida del PAI.

Per il calcolo della portata di colmo si ritiene che la stima con metodo indiretto sia la più adatta per il tipo di intervento previsto caratterizzato da un bacino di modeste estensioni.

1. IDROLOGIA

1.1. METODO INDIRECTO

La portata di piena "Q" è espressa dalla formula razionale $Q=i*\Phi*A*\epsilon$

Dove:

i= intensità di precipitazione

Φ =coefficiente di assorbimento

A=superficie del bacino

ϵ =coefficiente di laminazione

1.2. CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

L'intensità di pioggia che determina la portata di piena (intensità critica) è ottenuta dalla curva di possibilità pluviometrica che esprime la legge di variazione dei massimi annui di pioggia in funzione della durata della precipitazione "t" con un assegnato tempo di ritorno "T". Tale curva è indicata in letteratura tecnica come:

$$h(T)= a*t^n$$

la metodologia indicata dalle linee guida del PAI si basa sull' inferenza statistica del modello TCEV della variabile aleatoria:

$$h' = h(t)/\underline{h}(t)$$

dove h' è il massimo annuale di pioggia per assegnata durata "t" normalizzato rispetto alla media h e successivamente al calcolo della h(t) per le diverse durate.

l'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata è per ciascun tempo di ritorno "T":

$$h'(T)=a*t^n$$

dove $a=a(T)$ e $n=n(T)$ sono coefficienti definiti per tre zone omogenee della Sardegna per durate maggiori o minori di un ora e per tempi di ritorno maggiori di 10 anni.

per la definizione della sottozona di appartenenza ci si riferisce alla FIG 1 che rappresenta piogge brevi ed intense in Sardegna.

Nel caso in studio l'area si trova nella sottozona 1 (1^SZO) per cui i parametri della curva di possibilità pluviometrica per durate minori o uguali a un'ora sono (da Tabella 8 Linea Guida PAI Sardegna):

- $a=0,46420+1,0376*\text{Log}(T)$
- $n=-0,18488+0,22960*\text{Log}(T)-3,3216*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$

nel nostro caso può essere considerato un tempo di ritorno $T=10$ anni

La pioggia media per le diverse altezze h(t) è funzione della pioggia media giornaliera \underline{h}_g , secondo l'espressione:

$$\underline{h}(t)= \underline{h}_g * t^{(-0,493+0,476*\text{Log}(\underline{h}_g))} / (0,886*24^{(-0,493+0,476*\text{Log}(\underline{h}_g))})$$

dove \underline{h}_g si ricava dalla Figura 2 che per la zona in oggetto è pari a 45 mm.

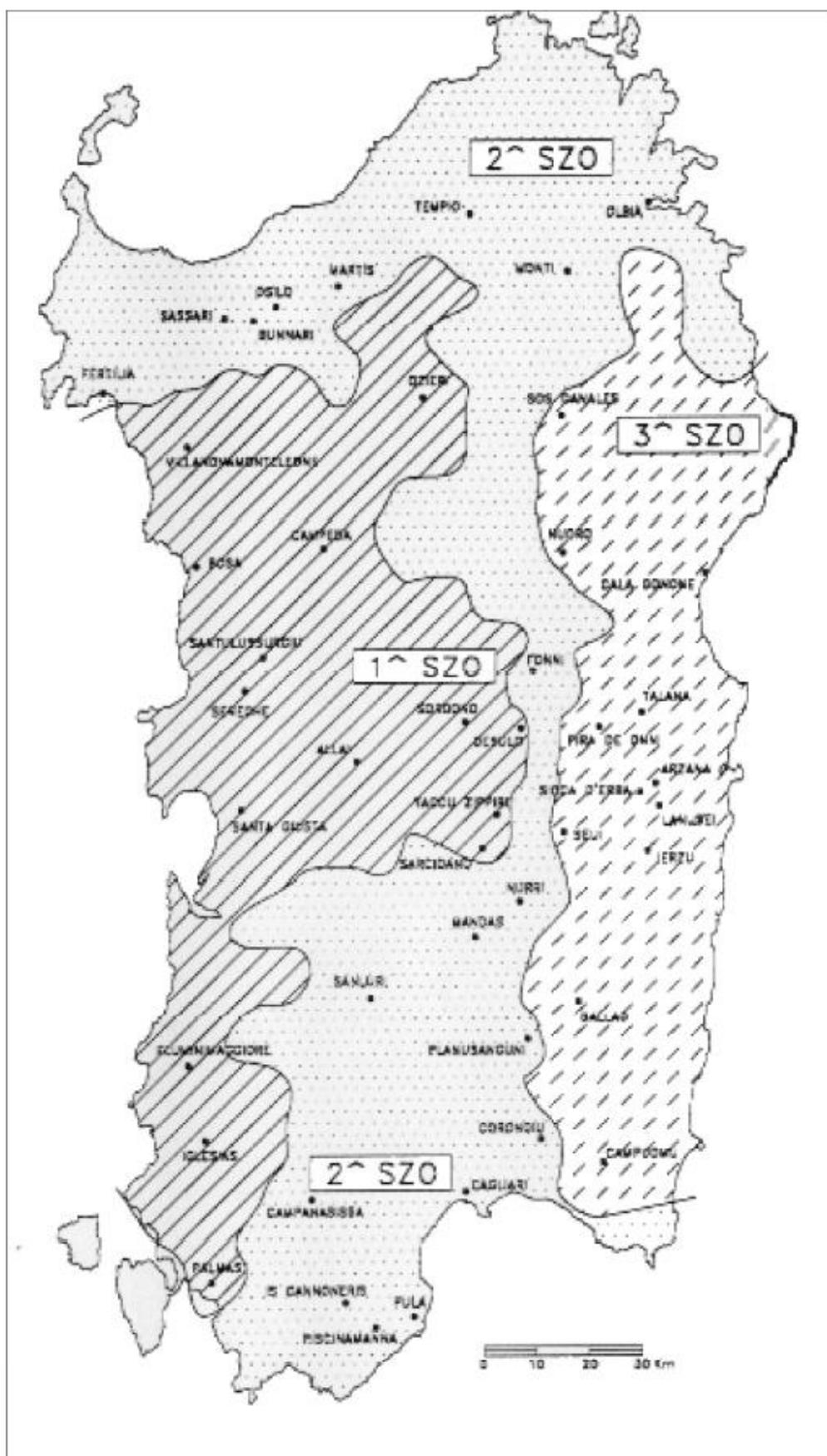


Figura 1 - Sotto Zone Omogenee per le piogge brevi ed intense in Sardegna (da Deidda ed Al. 1993)

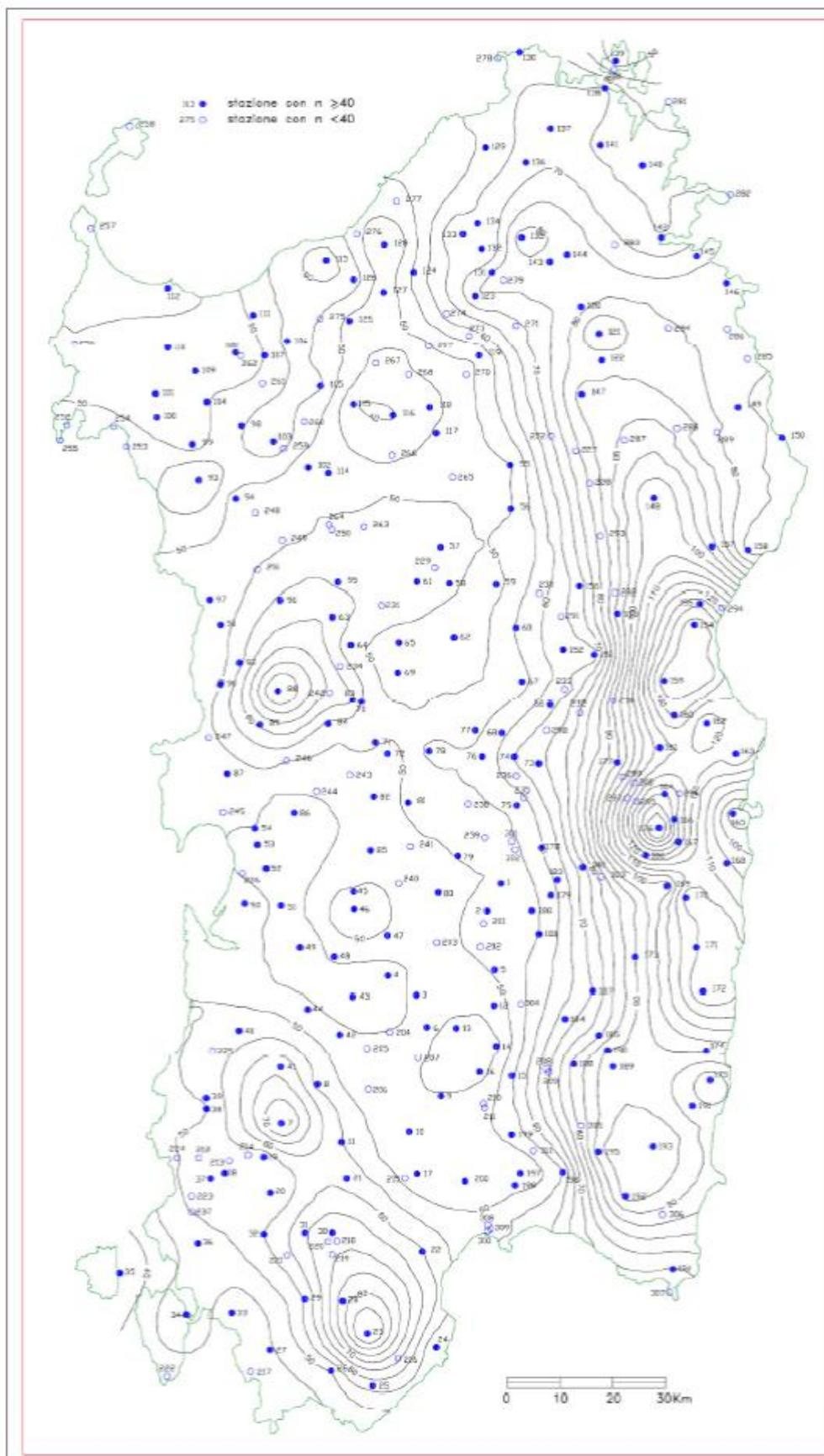


Figura 2 - Distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia giornaliera in Sardegna (da Deidda ed Al., Quaderno di ricerca n. 9 dell'Università di Cagliari (1997))

1.3. TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione è dato dalla somma di due termini:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove:

- t_a = tempo di accesso in fognatura, è il tempo di percorrenza della superficie scolante esterna fino al punto di immissione della rete;
- t_r = tempo di rete, è il tempo di percorrenza dei condotti costituenti il percorso idraulicamente più lungo dal punto di immissione alla rete sino alla sezione nella quale si deve valutare la portata

Vista la ridotta estensione dell'area oggetto di studio, si ipotizza in prima approssimazione un tempo di corrivazione pari a 10 min $T_c = 0,1667$ ore

1.4. COEFFICIENTE DI LAMINAZIONE E COEFFICIENTE DI AFFLUSSO

Vista la ridotta dimensione dell'area si può considerare il coeff. di laminazione $\varepsilon = 1$. Considerando l'area impermeabile il coeff. di afflusso può essere considerato: $\Phi = 1$

1.5. COEFFICIENTE DI RAGGUAGLIO DELLE PIOGGE ALL'AREA

Essendo l'area considerata inferiore a 20 km², la determinazione del coeff. di ragguglio delle piogge "r" si ricava dalla:

$$r = 1 - (0,0394 * A^{0,354}) * t^{(-0,4 + 0,0208 * \ln(4,6 - \ln(A)))}$$

1.6. AFFLUSSI METEORICI

Descrizione	Simbolo	Valore
Superficie (cautelativamente approssimata per eccesso)	A	5000 m ² ; 0,005 km ²
Coeff. Di ragguglio	r	0,988648
Coeff. Di laminazione	ε	1
Coeff. Di afflusso	Φ	1
Tempo di corrivazione	t_c	0,167 h
Pioggia media giornaliera	h_g	45 mm
Tempo di ritorno	T	10 anni
Pioggia media per le diverse durate	$h(t)$	11,78687 mm
Coeff. Della curva di possibilità pluviometrica normalizzata	a(T) n(T)	1,501800 0,011504
Altezza di pioggia normalizzata	$h'(t)$	1,47116
Altezza di pioggia	$h(t)$	17,34043 mm

Pertanto l'afflusso meteorico (altezza di pioggia nel bacino in oggetto)

$$i(t) = h(t) / t_c * r = 102,84097 \text{ mm/h}$$

il coefficiente udometrico sarà: $U = i(t) / 3600 * 10000 = 285,66935 \text{ l/sec*ha}$

2. IDRAULICA

2.1. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE

Il calcolo delle portate, conseguente ad un evento meteorico, è stato effettuato secondo il metodo razionale o cinematico. La portata defluente si ricava dalla seguente formula:

$$Q=U*S$$

Nella quale:

- U= coefficiente Udometrico [l/sec*ha]
- S= superficie del bacino [ha]

Le superfici scolanti dei HUB sono rispettivamente di 4800 mq per l'HUB sud e di circa 4300 mq per l'HUB nord. Cautelativamente si è ipotizzata una superficie scolante per entrambi di 5000 mq.

Superfici di verifica [m ²]		Coeff. Udometrico [l/s/ha]	Portata [l/s]
5000 m ²	Area piazzale max	286	143,00
2500 m ²	Area max pertinenza dorsali principali	286	71,50
400 m ²	Area max pertinenza caditoie	286	11,44

Portata nel tratto terminale dei piazzale:

$$Q=285,66935*0,5=142,83 \text{ l/s}$$

2.2. CAPACITÀ DI SMALTIMENTO DELLE SEZIONI IDRAULICHE

La portata da smaltire è legata alle caratteristiche della condotta (pendenza, scabrezza, geometria trasversale), della corrente (profondità, area bagnata, raggio idraulico) e dalla legge del moto uniforme.

Il regime idraulico delle condotte è stato calcolato utilizzando l'equazione di Gauckler-Strickler valida per moto uniforme:

$$Q=A*K_s*R_h^{2/3}*i_f^{1/2}$$

Dove:

- A= area bagnata della sezione
- K_s=90 [m^{1/3}/s] coefficiente scabrezza per condotte in PVC
- I_f= pendenza della condotta
- R_h= raggio idraulico

2.3. VERIFICA DELLE SEZIONI

La sezione diametro 400 mm (384 mm netti)

Riempimento 70% Q= 0,153 m³/s

La sezione diametro 315 mm (302 mm netti)

Riempimento 70% $Q= 0,080 \text{ m}^3/\text{s}$

La sezione diametro 200 mm (192 mm netti)

Riempimento 70% $Q= 0,024 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabella riepilogo verifiche

Bacini scolanti	Portata [l/s]	DN tubazioni	Diam. Int. Tubazioni [m]	Pendenza	Grado riempimento [%]	Portata tubazioni [l/s]	Verifica
Area complessiva piazzale fino a 5000 m ²	143,00	DN 400	0,384	0,7%	70	153	SI
Area pertinenza dorsali principali fino a 2500 m ²	71,50	DN 315	0,302	0,7%	70	80	SI
Area max pertinenza caditoie fino a 400 m ²	11,44	DN 200	0,192	0,7%	70	23	SI