



COMUNE DI CAGLIARI

SERVIZIO OPERE STRATEGICHE, MOBILITA' INFRASTRUTTURE VIARIE E RETI

Progetto
PRELIMINARE

Interventi infrastrutturali per la salvaguardia da eventi eccezionali e manutenzione straordinaria della rete pluviale nel territorio di Pirri
Mitigazione del rischio idrogeologico
Vasche di laminazione di Terramaini

CIG 8577521A3E



1

Studio Preliminare Ambientale

ai fini della Verifica di assoggettabilità a
Valutazione di Impatto Ambientale

Scala

Raggruppamento Temporaneo di Imprese

Il responsabile del progetto



HMR
Group
HMR Ambiente s.r.l.

Dott. archeol. Noemi Fadda

Dott. ing. Carlo Nordio

Via Guido Rossa, 29/A
35020 Ponte S. Nicolò
Padova - Italia
info@betastudio.it
www.betastudio.it
tel +390498961120
fax +390498961090

0	Prima emissione	18/10/2022	dott. Marco Randi	ing. G. Meloni	ing. P. Martini
rev.	motivo	data	redatto	verificato	approvato

cod. el. 1264PP01

file 1264PP01_00.docm

Indice

	Pag.
Introduzione	1
1. Inquadramento programmatico	3
1.1 Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI)	3
1.2 Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA)	4
1.3 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)	6
1.4 Piano di tutela delle acque (PTA)	6
1.5 Piano Paesaggistico Regionale	6
1.6 Piano Urbanistico Comunale del Comune di Cagliari	8
1.7 Siti rete Natura 2000	11
1.8 Altre informazioni reperite	11
1.9 Riassunto dei vincoli sussistenti	12
1.9.1 Vincolo paesaggistico	12
1.9.2 Vincolo idrogeologico	13
1.9.3 Vincolo archeologico	14
1.9.4 Vincoli ambientali	14
2. Inquadramento progettuale	16
2.1 Descrizione generale	16
2.2 Criticità idrauliche	18
2.3 Obiettivo degli interventi	20
2.4 Stato di fatto	21
2.5 Descrizione degli interventi	22
2.5.1 Invaso di laminazione n.1	24
2.5.2 Invaso di laminazione n.2	25
2.5.3 Condotta di collegamento	27
2.5.4 Impianto idrovoro	28
2.5.5 Opere di drenaggio e vasca di accumulo	29
2.5.6 Opere di inserimento ambientale e di mitigazione	30
2.6 Caratteristiche realizzative	30
2.7 Caratteristiche di funzionamento	31
2.8 Realizzazione delle opere	32
2.8.1 Descrizione del cantiere	32
2.8.2 Mezzi d'opera	32
2.8.3 Natura e quantità delle risorse impiegate	32
2.8.4 Produzione di rifiuti	33
2.8.5 Emissioni	33
2.8.6 Viabilità interessata	33
3. Inquadramento ambientale	34
3.1 Descrizione dello stato attuale	34
3.1.1 Atmosfera	34
3.1.1.A Clima	34
3.1.1.B Qualità dell'aria	35
3.1.1.C Rumore e vibrazioni	36
3.1.2 Ambiente biologico	37
3.1.2.A Fauna	37
3.1.2.B Flora e vegetazione	38
3.1.2.C Habitat	39
3.1.3 Idrosfera	39
3.1.3.A Acque superficiali	39
3.1.3.B Acque sotterranee	40
3.1.4 Geosfera	42
3.1.4.A Geologia e geomorfologia	42
3.1.5 Sistema socio economico e territoriale	45

3.1.5.A Sicurezza e salute	45
3.1.5.B Risorse	46
3.1.5.C Rifiuti	47
3.1.5.D Fruizione turistico ricreativa	47
3.1.6 Sistema paesaggistico.....	48
3.1.6.A Paesaggio.....	48
3.1.6.B Beni archeologici	49
4. Impatti.....	50
4.1 Premessa	50
4.2 Descrizione dello stato di progetto	50
4.2.1 Atmosfera	50
4.2.1.A Clima.....	50
4.2.1.B Qualità dell'aria	50
4.2.1.C Rumore e vibrazioni.....	51
4.2.2 Ambiente biologico.....	51
4.2.2.A Fauna	51
4.2.2.B Flora e vegetazione	52
4.2.2.C Habitat.....	52
4.2.3 Idrosfera.....	52
4.2.3.A Acque superficiali	52
4.2.3.B Acque sotterranee.....	53
4.2.4 Geosfera.....	53
4.2.4.A Geologia e geomorfologia	53
4.2.5 Sistema socio economico e territoriale	53
4.2.5.A Sicurezza e salute	54
4.2.5.B Risorse	54
4.2.5.C Rifiuti	54
4.2.5.D Fruizione turistico ricreativa.....	54
4.2.6 Sistema paesaggistico.....	55
4.2.6.A Paesaggio.....	55
4.2.6.B Beni archeologici	55
5. Approfondimenti e mitigazioni	56
6. Conclusioni	58
Riferimenti bibliografici	60
App. A Sondaggi geognostici.....	A.1

Introduzione

Il Progetto Preliminare degli *"Interventi infrastrutturali per la salvaguardia da eventi eccezionali e manutenzione straordinaria della rete pluviale nel territorio di Pirri - mitigazione del rischio idrogeologico. Vasche di laminazione Terramaini"*, è stato redatto nel gennaio 2016 sulla base degli elementi tratto da un progetto preliminare generale predisposto dall'Amministrazione Comunale di Cagliari che prevedeva una serie di interventi mirati ad adeguare l'intera rete delle acque meteoriche della Municipalità di Pirri per far fronte ai continui fenomeni di allagamento che si susseguono anche per eventi meteorici non particolarmente intensi ed interessanti la zona di Via Balilla, la zona di Piazza Italia e via Ampere e la zona tra Via Italia e il centro commerciale tra via Dolianova e via Mara (CA). Le opere previste nell'ambito del progetto generale erano le seguenti:

- realizzazione del Collettore C47';
- completamento del Collettore C70;
- potenziamento del collettore C38 - via Ampere;
- sostituzione del collettore C38 - via Balilla;
- realizzazione del Collettore via Socrate;
- sostituzione del collettore 39;
- potenziamento del collettore 41;
- sostituzione del collettore 42;
- sostituzione collettore 44;
- invasi di laminazione 1 e 2 lungo il canale di Terramaini, compreso il loro collegamento.

Il Progetto Preliminare degli interventi, che riguardava gli invasi di laminazione, era corredato da una *Relazione di prefattibilità ambientale*, che esaminava gli elementi salienti del progetto *"con il fine di studiare i prevedibili effetti che l'opera può avere sull'ambiente e sulla salute dei cittadini, sia in fase di realizzazione che di esercizio"*. Sulla base delle medesime informazioni del Progetto Preliminare del 2016, questa relazione aggiorna il precedente Studio Preliminare Ambientale ai fini di considerare l'evoluzione pianificatoria, programmatica e normativa da allora intercorsa, per poter poi dar corso alle successive fasi dell'iter progettuale.

Il presente Studio Preliminare Ambientale è stato redatto secondo quanto previsto dalla normativa regionale vigente costituita dalla Delib.G.R. n. 11/75 del 24.03.2021 *"Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)"*, in applicazione dei criteri e delle soglie definiti dal D.M. Ambiente del 30/03/2015. Con riferimento agli allegati della citata Delibera, il progetto:

- **non ricade** nelle tipologie elencate nell'allegato A1 che riporta i progetti da assoggettare a V.I.A. con procedura regionale;
- **ricade** tra quelli riportati nell'allegato B1 che riporta i progetti da sottoporre alla procedura di verifica di assoggettabilità alla V.I.A. regionale, con riferimento al punto 7m: *opere di canalizzazione e di regolazione dei corsi d'acqua*.

Il progetto inoltre non ricade in alcuna delle aree sensibili definite ai sensi del D.M. 30 marzo 2015.

La presente relazione è redatta secondo i contenuti dell'allegato B.3 della Delib.G.R. n. 11/75 del 24.03.2021 ed in particolare:

- presenta ed analizza tutti gli aspetti connessi alla pianificazione generale e settoriale verificando, inoltre, l'esistenza di vincoli sulle aree interessate dall'intervento, comprese le informazioni necessarie al rilascio delle prescritte autorizzazioni e/o approvazioni (Cap. 1);
- analizza gli elementi salienti del progetto (Cap. 2), descrivendo le caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto la loro localizzazione;
- descrive l'ambiente interessato (Cap. 3) mediante le sue componenti principali, in particolare per quanto riguarda la sensibilità ambientale delle aree che potrebbero essere interessate dalla realizzazione delle opere, ai fini della successiva determinazione dei potenziali effetti sull'ambiente (Cap. 4);
- presenta gli elementi relativi agli approfondimenti e le indicazioni per la mitigazione necessari per il miglior inserimento ambientale degli interventi (Cap. 5).

1. Inquadramento programmatico

Nel presente capitolo vengono presentati ed analizzati i principali piani e programmi generale e settoriali che possono interessare la realizzazione del progetto oggetto di valutazione. In particolare sono stati considerati ed analizzati:

- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI);
- Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA);
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali;
- Piano di tutela delle acque (PTA);
- Piano Paesaggistico Regionale;
- Piano Urbanistico Comunale del Comune di Cagliari;
- Siti della rete Natura 2000.

Al termine del capitolo vengono riassunti i principali vincoli paesaggistici ed ambientali sussistenti.

1.1 Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) vigente è stato approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006. Le perimetrazioni individuate nell'ambito del P.A.I. delimitano le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, sulle quali si applicano le norme di salvaguardia contenute nelle Norme di Attuazione del Piano. Nelle figure seguenti si riportano le perimetrazioni indicate nel sito "SardegnaGeoportale" relative alla pericolosità idraulica ed al rischio idraulico.



Figura 1.1 - Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico. Carta della Pericolosità idraulica (agg.2018).
In azzurro e rosso i tracciati progettuali.



Figura 1.2 - Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico. Carta del rischio idraulico (agg.2018).
In azzurro e rosso i tracciati progettuali.

Le aree oggetto d'intervento non ricadono in alcuna delle aree perimetrate sia a pericolosità sia a rischio idraulico.

1.2 Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA) della Sardegna nasce con l'obiettivo principale di ridurre le conseguenze negative delle alluvioni sulla salute umana, l'ambiente, le risorse naturali e territoriali, i beni culturali e il sistema economico-sociale. Il PGRA della Sardegna è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016. Le seguenti figure riportano le carte della pericolosità idraulica, del danno potenziale e del rischio idraulico nell'area oggetto d'intervento.

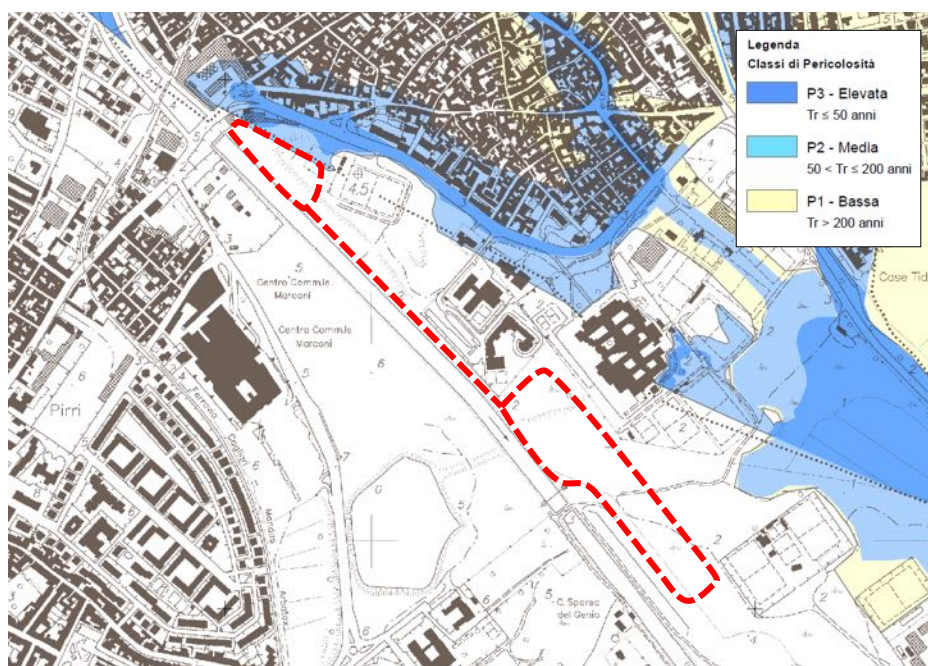


Figura 1.3 - Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA). Carta della Pericolosità idraulica. In rosso i tracciati progettuali.

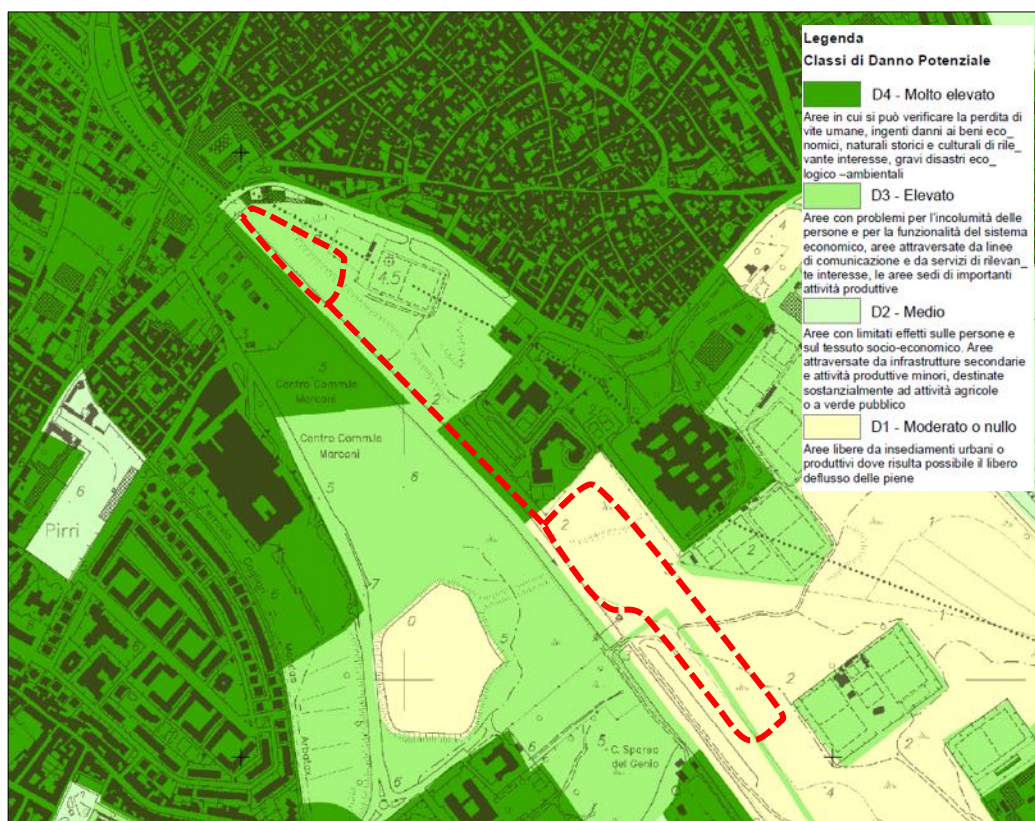


Figura 1.4 -Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA). Carta del Danno potenziale. In rosso i tracciati progettuali.

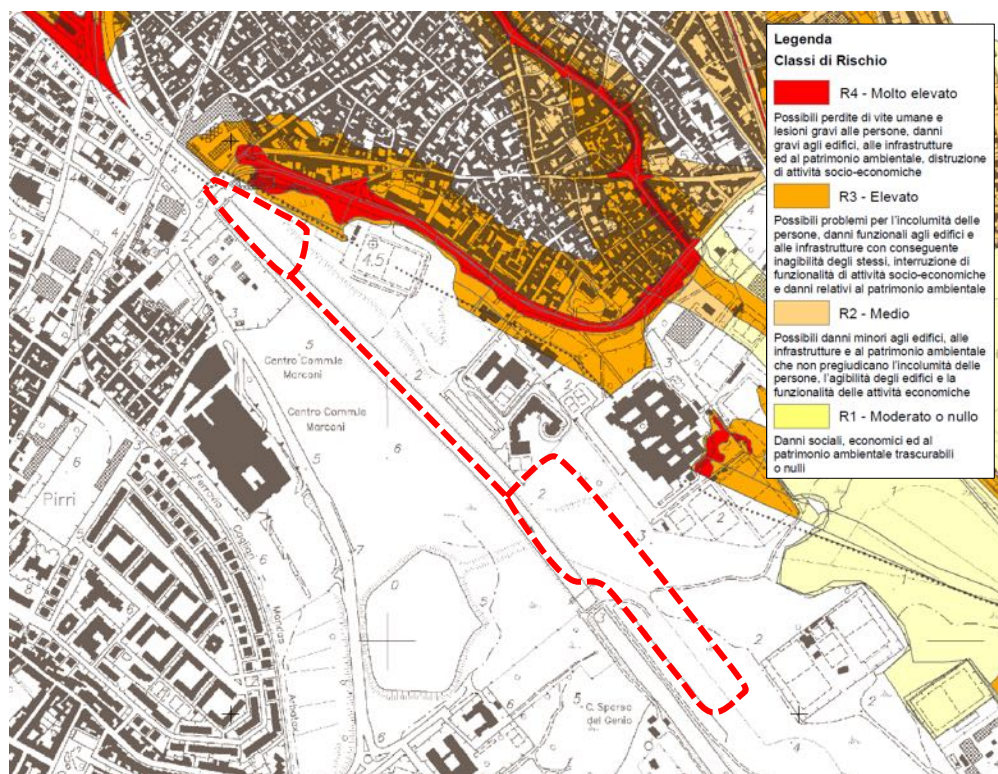


Figura 1.5 -Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA). Carta del rischi. In rosso i tracciati progettuali.

L'area oggetto d'intervento non ricade in alcuna area perimetrata a pericolosità e a rischio idraulico mentre ricade in aree a danno potenziale "elevato" per l'invaso n. 1, "moderato/nullo" per l'invaso n. 2, "molto elevato" per la

condotta di collegamento.

1.3 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali; costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali. Il **Piano non riporta alcuna perimetrazione di fasce nell'area d'intervento.**

1.4 Piano di tutela delle acque (PTA)

Il Piano di Tutela delle Acque è redatto ai sensi dell'art. 44 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i., in recepimento della Direttiva 2000/60/CE sulla redazione dei piani di gestione dei bacini idrografici. Il P.T.A., approvato con D.G.R. n. 14/16 del 4/04/2006, ha come finalità primarie la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi della risorsa idrica e il raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni e disponibilità. Lo sviluppo del P.T.A. è partito da un quadro conoscitivo sulle risorse idriche derivato dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque (P.R.R.A.), la cui prima stesura risale al 1982, poi aggiornata e adeguata, fino alla versione attualmente vigente approvata con D.G.R. n. 12/14 del 16/4/2002. Con il P.T.A. si vuole pervenire alla costruzione di un Piano che sia strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Questo nell'idea che solo con interventi integrati possa essere garantito l'uso sostenibile della risorsa, per il perseguimento dei seguenti obiettivi:

- raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D.Lgs. 152/99 per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso; recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive ed in particolare di quelle turistiche; tale obiettivo dovrà essere perseguito con strumenti adeguati particolarmente negli ambienti costieri in quanto rappresentativi di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
- raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.

Il progetto è compatibile con le disposizioni di tale piano, prevedendo al riutilizzo della risorsa idrica captata dalla rete di drenaggio prevista in progetto.

1.5 Piano Paesaggistico Regionale

Il Piano Paesaggistico Regionale è stato approvato con D.P.G.R. 82/2006 e con D.G.R. 36/7 del 05/09/2006. Il comune di Cagliari ricade nella perimetrazione del P.P.R. in ambito paesaggistico n° 1 Golfo di Cagliari. In relazione alla Figura 1.6, le aree oggetto di realizzazione degli invasi ricadono prevalentemente in aree definite come "*Aree naturali e subnaturali*", nello specifico "*Vegetazione a macchia e in aree umide*" **(1)**. L'invaso n.1 ricade in aree definite come "*Aree ad utilizzazione agro-forestale*", nello specifico "*colture erbacee specializzate, agro forestali ed aree incolte*". **(2)**. Infine la condotta di collegamento ricade in aree definite dal Piano come "*Insediamenti produttivi*" **(3)**.



ASSETTO AMBIENTALE

BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI EX ART. 143 D.Lgs. N°42/04 e succ. mod.

- Faccia costiera
- Scenari a fare e promontori, falde e piccole baie
- Campi dunali e sistemi di spiaggia
- Zone umide costiere
- Aree a quota superiore ai 900 m s.l.m.
- Aree ricche di creste
- Laghi naturali, invasi artificiali, stagni, lagune
- Fiumi, torrenti e altri corsi d'acqua
- Pagine e fiumicelli stagionali
- Pagine di posizione sovrana
- Aree di ulteriore interesse naturalistico
- Aree di notevole interesse faunistico
- Aree di notevole interesse botanico e fitogeografico
- Gratie, cascate
- Alberi monumentali
- Monumenti naturali edili (1 - 34/88)

BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI EX ART. 142 D.Lgs. N°42/04 e succ. mod.

- Pagine e aree protette nazionali (L. n. 364/91)
- Vallate
- Boschi e foreste (Art. 2, comma 5 D.Lgs. 227/99)
- Aree gravate da vincoli

COMPONENTI DI PAESAGGIO CON VALENZA AMBIENTALE

Data carta dell'Ente del Sud 1/25.000

AREE NATURALI E SUBNATURALI

- Vegetazione a macchia e in aree umide
- Aree con vegetazione rada > 5% e < 40%, formazioni di riva non arboree, macchia mediterranea, letti di torrenti di ampiezza superiore a 20 m, paludi interne, paludi salmastre, prati rocciosi
- Boschi
- Boschi misti di conifere e latifoglie, boschi di latifoglie

AREE SEMINATURALI

- Praterie
- Prati stabili, aree a pascolo naturale, pascoli e attività, garrigue, aree a ricolonizzazione naturale
- Segherie, cadaveri da fusto

AREE AD UTILIZZAZIONE AGRO-FORESTALE

- Colture specializzate e arboree
- Vigneti, frutteti e tutti minori, colture temporanee associate all'edilizia, colture temporanee associate ai vigneti, colture temporanee associate ad altre colture permanenti
- Impianti forestali arborei
- Boschi di conifere, Praterie, arbusti, macchia, altri impianti arborei da legno, arboricoltura con essenze forestali di interesse, aree a ricolonizzazione arborea
- Colture erbacee specializzate, aree agrivivaci, aree incolte
- Seminativi in aree non irrigue, prati artificiali, seminativi semplici e colture arbose a pieno campo, risai, viali, colture in vena, sistemi culturali e particolari complessi, aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti, aree agroforestali, aree incolte

AREE DI INTERESSE NATURALISTICO ISTITUZIONALMENTE TUTELATE

- Siti di interesse comunitario
- Zone di protezione speciale
- Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali (1 - 34/88)
- Siti permanenti di protezione faunistica
- Aree godimento speciale ente forestale

AREE DI RECUPERO AMBIENTALE

ANAGRAFICA SITI INQUINATI D.Lgs. 22/91 e D.M. 47/1999

- Siti inquinati
- Aree di rispetto dei siti inquinati
- Siti inquinati
- Aree rinverdire dismesse

AREE D'INQUADRAMENTO

- Circoscrizioni
- Comuni

ASSETTO STORICO CULTURALE

BENI PAESAGGISTICI EX ART. 136 D.Lgs. N°42/04 e succ. mod.

VINCOLI

- Archeologico (Vincoli ex 143/02)

BENI PAESAGGISTICI EX ART. 142 D.Lgs. N°42/04 e succ. mod.

VINCOLI

- Archeologico

BENI PAESAGGISTICI EX ART. 143 D.Lgs. N°42/04 e succ. mod.

AREE CARATTERIZZATE DA EDIFICI E MANUFATTI DI VALENZA STORICO - CULTURALE

● Aree caratterizzate da presenza con valenza storico culturale

BENI DI INTERESSE PALEONTOLOGICO

LUOGHI DI CULTO DAL PREISTORICO ALL'ALTO MEDIOEVO

- Circolo megalitico
- Forno-pozzo
- Dolmen
- Tomba
- Sisto
- Menhir
- Tempio
- Dolmen da jaras
- Grota
- Cunicolo
- Sepolcro
- Spoglie funerari
- Necropoli
- Tomba del gallo

INSEDIAMENTI ARCHEOLOGICI DAL PREISTORICO ALL'ETA' MODERNA

COMPONENTI (SIA INSEDIAMENTI TIPO VILLAGGIO, SIA INSEDIAMENTI DI TIPO URBANO, SIA INSEDIAMENTI RURALI)

- Abitato
- Cava
- Dipinto
- Avanzato
- Cisterna
- Insediamento
- Capanna
- Complessi
- Nuvoletta
- Rinvenimenti
- Rucini
- Presenza preromana
- Torre
- Villaggio
- Grutta riparo
- Chiesa
- Santuario
- Convento
- Cistella
- Altitale
- Confinamento
- Oratorio
- Cappella
- Seminario

ARCHITETTURE RELIGIOSE MEDIOEVE E CONTEMPORANEE

- Chiesa
- Santuario
- Convento
- Cistella
- Altitale
- Confinamento
- Oratorio
- Cappella
- Seminario

ARCHITETTURE MILITARI STORICHE SINO ALLA II GUERRA MONDIALE

- Castello fortificato
- Castello
- Torre

AREE CARATTERIZZATE DA INSEDIAMENTI STORICI

CENTRI DI ANTICA E PRIMA FORMAZIONE

- Inseediamento sparso: megal, purraddrokk, boddey, culla, stazzo

BENI IDENTIFICATI EX ART. 5 E 9 N.T.A.

AREE CARATTERIZZATE DA PRESENZA DI EDIFICI E MANUFATTI DI VALENZA STORICO-CULTURALE

ELEMENTI INDIVIDUI STORICO-ARTISTICI DAL PREISTORICO AL CONTEMPORANEO. COMPONENTI RAPPRESENTATIVE ICONICHE O ANGIOICHE DI CARATTERE REGIONALE, POLITICO, MILITARE

- Fattoria
- Portale
- Piazza
- Scintola
- Sottobosco
- Statue
- Fattoria
- Forno
- Struttura

ARCHIOLOGIE INDUSTRIALI E AREE ESTRATTIVE, ARCHITETTURE E AREE PRODUTTIVE STORICHE

- Torretta
- Museo
- Giostiera

ARCHITETTURE SPECIALISTICHE, CIVILI STORICHE

- Cassina forestale
- Collegio
- Edificio
- Albergo
- Villa
- Palazzo
- Casa
- Fabbrica
- Scuola
- Origine
- Monte granatico
- Municipio

RETI ED ELEMENTI CONNETTIVI

RETI INFRASTRUTTURALE STORICA

- Fara
- Porto storico
- Acquedotto
- Strada
- Stazione

TRAMIE E MANUFATTI DEL PAESAGGIO AGRO-PASTORALE STORICO-CULTURALE

AREE DI INSEDIAMENTO PRODUTTIVO DI INTERESSE STORICO-CULTURALE

- Aree dell'organizzazione mineraria
- Aree delle saline storiche
- Aree della bonifica
- Parco geomorfologico ambientale e storico (D.M. 47/1999)

EDIFICATO URBANO

- CENTRI DI ANTICA E PRIMA FORMAZIONE
- ESPANSIONI FINO ALL'ANNO 10
- ESPANSIONI RECENTI
- EDIFICATO URBANO DIFFUSO

EDIFICATO IN ZONA AGRICOLA

- INSEDIAMENTO STORICO SPARSO (Medai, formaddrokk, stazzo)
- NUCLEI, CASE SPARSE E INSEDIAMENTI SPECIALIZZATI

INSEDIAMENTI TURISTICI

- INSEDIAMENTI TURISTICI

INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

INSEDIAMENTI PRODUTTIVI A CARATTERE INDUSTRIALE, ARTIGIANALE E COMMERCIALE

- Grandi aree industriali
- Inseidiamenti produttivi
- Grande distribuzione commerciale

AREE ESTRATTIVE, CAVE E MINIERE

- Aree estrattive di seconda categoria (cave)
- Aree estrattive di prima categoria (miniere)
- Saline

AREE SPECIALI

- Aree speciali (grandi attrezzature di servizio pubblico per sicurezza, sanità, ricerca e sport) e aree militari

SISTEMA DELLE INFRASTRUTTURE

AREE DELLE INFRASTRUTTURE

NUDI DEI TRASPORTI

- Aeroporto nazionale
- Aeroporto regionale
- Aeroporto militare
- Porto industriale
- Terminal industriale
- Porto commerciale
- Porto commerciale/fiscale
- Porto turistico
- Stazione ferroviaria

RETE DELLA VIABILITA'

- Strade statali e provinciali
- Strade a specificità valenziale paesaggistica e panoramica
- Strade di nuova rete viaria
- Strade statali e provinciali a specificità valenziale paesaggistica e panoramica
- Grandi strade e provinciali a specificità valenziale paesaggistica e panoramica di funzione turistica
- Rete viaria locale
- Strade in costruzione
- Impianti ferroviari (linee)
- Impianti ferroviari (linee) a specificità valenziale paesaggistica e panoramica

CICLO DEI RIFIUTI

- Discarica rifiuti
- Impianti di trattamento dei rifiuti

CICLO DELLE ACQUE

- Sorgenti
- Condotta forata
- Bacini artificiali e specchi d'acqua temporanei

CICLO DELL'ENERGIA ELETTRICA

- Centrale elettrica
- Linee elettriche

CAMPI EOLICI

- Impianti eolici in realizzazione
- Impianti eolici realizzati
- Aree interessate da impianti eolici

Figura 1.7 - Piano Paesaggistico Regionale. Legenda.

A scala più vasta e con riferimento alla successiva Figura 1.8, le aree d'intervento ricadono nelle aree definite come *fasce costiere (1)*, individuate ai sensi dell'art. 143 del D.Lgs. 42/04, riconosciuta come *"Bene paesaggistico d'insieme"* ai sensi degli art. 8, 17, 18, 19 e 20 delle NTA del Piano. Il progetto è da sottoporre a Valutazione di compatibilità Paesaggistica in quanto ricadente in ambito protetto.

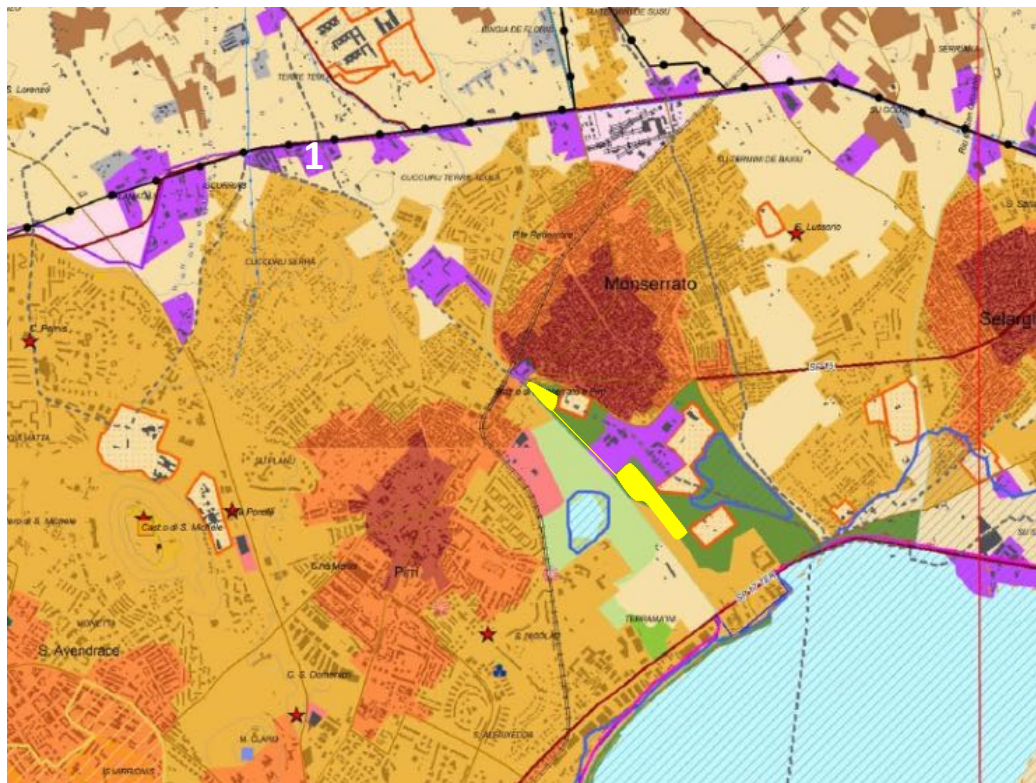


Figura 1.8 - Piano Paesaggistico Regionale.
In giallo i tracciati progettuali.

1.6 Piano Urbanistico Comunale del Comune di Cagliari

L'analisi della Carta della Zonizzazione del Piano Urbanistico Comunale del Comune di Cagliari (elab. E.F.3, cfr. Figura 2.1) riporta come l'intervento in progetto ricade in zona S3 *"Aree verdi attrezzate"* (invaso n.1) e zone GS *"Parco urbano"* (Invaso n.2).

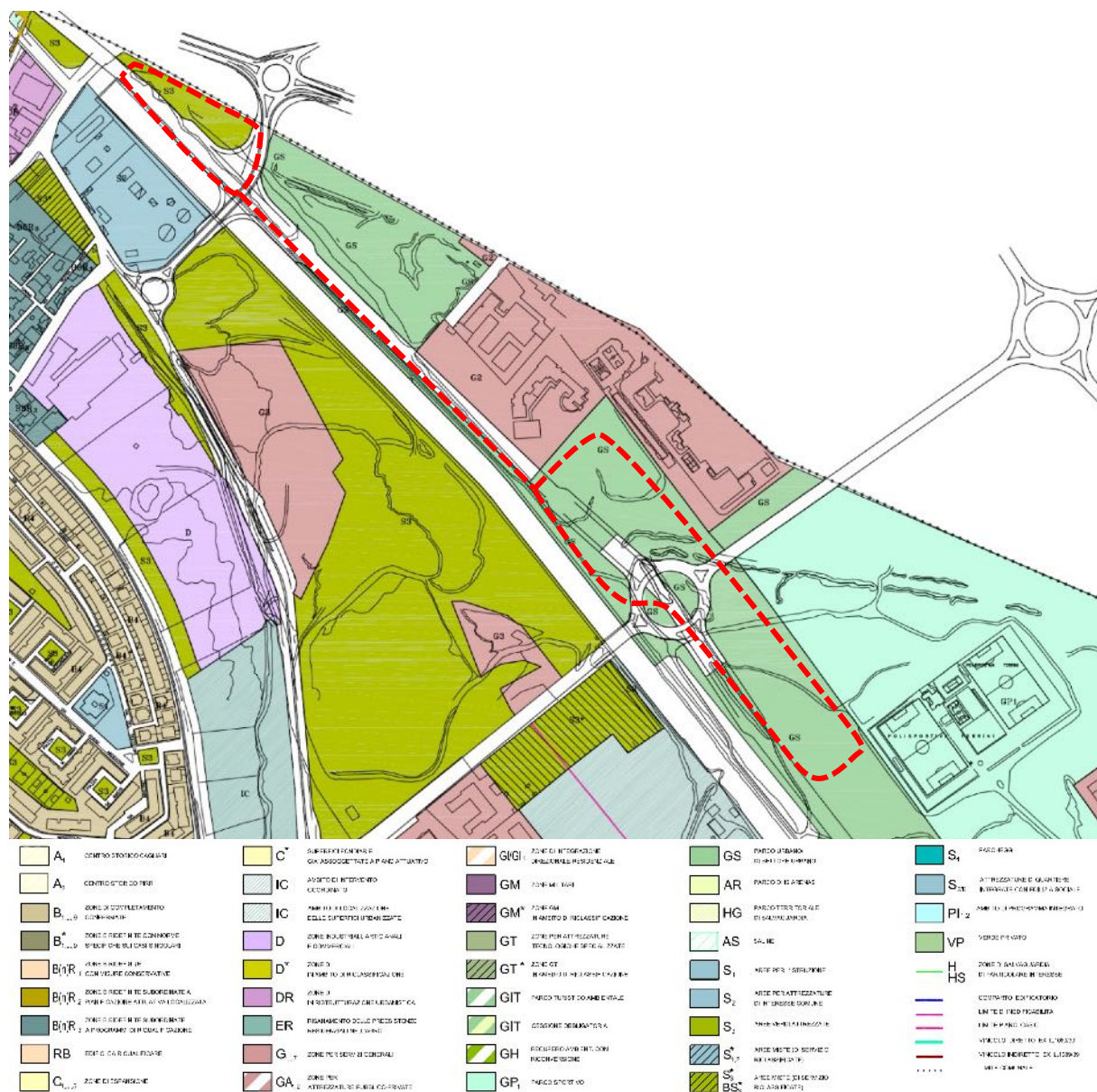


Figura 1.9 - Piano Urbanistico Comunale del Comune di Cagliari. Carta della Zonizzazione (2007). Tav. E.5.3. In rosso il tracciato indicativo del progetto.

La carta riporta inoltre i tracciati di viabilità in progetto, nello specifico due rotonde presenti in corrispondenza dei due invasi per il collegamento con il c.d. *Asse Tangenziale*, come anche specificato nell'elaborato del PUC D.3.2 "Viabilità di piano", un cui estratto è riportato nella seguente Figura 1.10. Il tracciato stradale rappresentato (*Asse tangenziale*), previsto dal PUC nel 1997 e non ancora realizzato (che da V.le Marconi si sviluppa lungo il Canale di Terramaini sino a V.le Italia. Lungo questo tratto è prevista una intersezione con la viabilità costituita dal prolungamento di Via Vesalio (Nodo O).

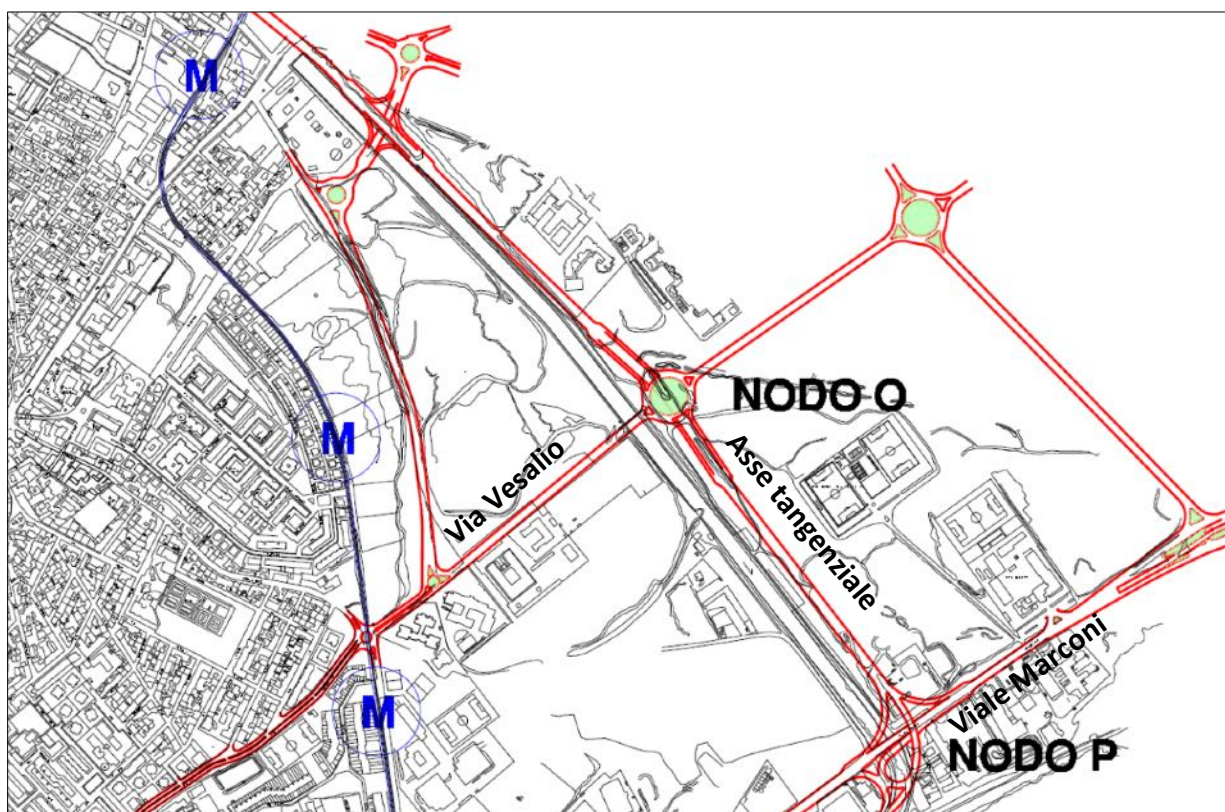


Figura 1.10 - Piano Urbanistico Comunale del Comune di Cagliari. Viabilità di piano (2002). Tav. D.3.2. In rosso la viabilità di progetto, in blu il tracciato della metropolitana in progetto.

L'estratto dei nodi "O" e "P", riportati nella precedente figura, è rappresentato nelle figure seguenti.

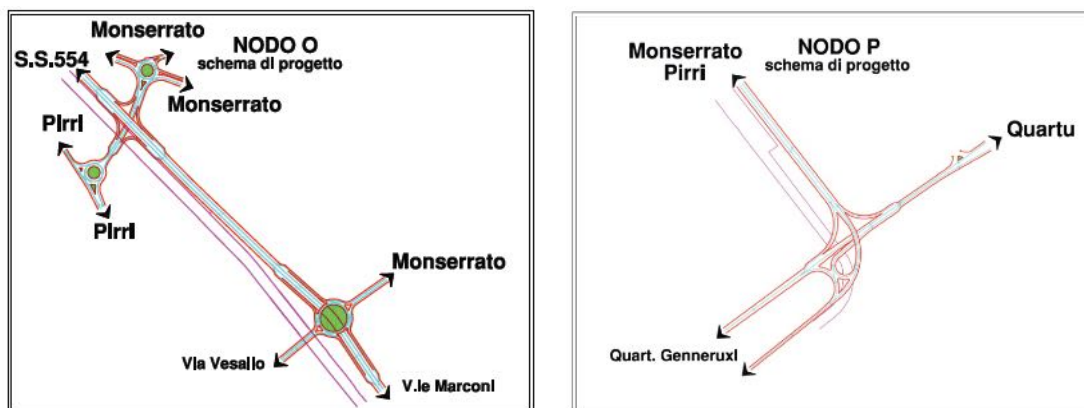


Figura 1.11 - Piano Urbanistico Comunale del Comune di Cagliari. Viabilità di piano (1997). Tav. D.4.3, nodo "O" a sinistra e nodo "P" a destra. In rosso la viabilità di progetto.

In sede di progettazione definitiva andrà verificato l'effettivo stato della progettazione di tale opera.

Per quel che concerne gli aspetti relativi alla sicurezza dal rischio idrogeologico, Il PUC attualmente non riporta alcuna indicazione circa il rischio derivante dalla rete idraulica minore. Nel documento "Indirizzi programmatici e operativi per l'adeguamento del PUC al PPR e al PAI" del 2018 (Proposta di Deliberazione N° 308 Del 31/12/2017 del Comune di Cagliari) si indica come già le NdA del PAI, all'art. 26, prevedono che nell'adeguamento della pianificazione comunale "vengano delimitate (in scala 1:2000) le aree di significativa pericolosità idraulica e geomorfologica non perimetrate in precedenza dal PAI, quali il reticolo minore gravante sui centri edificati, le foci fluviali, le aree lagunari e gli stagni".

Per questo scopo l'Amministrazione Comunale ha già effettuato studi che hanno riportato alla scala locale le aree di pericolosità e di rischio idrogeologico previste dal PAI, rivedendo i perimetri a seguito delle verifiche di maggior dettaglio. Il documento citato (*"Indirizzi programmatici e operativi per l'adeguamento del PUC al PPR e al PAI"*) riporta come detti studi siano in fase di revisione e completamento. Nel corso di questi ultimi anni, inoltre, sono stati redatti diversi studi, ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle NdA del PAI, che hanno interessato parti importanti del territorio comunale, tra le quali il Centro Storico cittadino e della Municipalità di Pirri, nell'ambito della procedura di approvazione del Piano Particolareggiato, e la fascia costiera, quale allegato al Piano di Utilizzo dei Litorali (PUL). Gli stessi studi, sono stati inoltre effettuati, anche nelle procedure di approvazione di diversi piani attuativi di iniziativa pubblica o privata, facendo emergere in alcuni casi anche rilevanti criticità tuttora irrisolte, quali quelle cui la presente progettazione intende risolvere.

Si segnala inoltre che la scheda F4 del citato documento di indirizzo, riportante gli indirizzi strategici di aggiornamento del PUC per quel che riguarda l'agglomerato di Pirri, già riconosce come l'area oggetto d'intervento risulta *"strategica per la realizzazione di opere infrastrutturali (vasche di accumulo) necessarie per la messa in sicurezza dell'abitato di Pirri dal rischio idraulico"*.

1.7 Siti rete Natura 2000

Il progetto non ricade in aree appartenenti alla rete Natura 2000 (crf. Figura 1.12). Si segnala, nelle vicinanze, la presenza:

- dell'area ZPS ITB044022 *"Stagno di Molentargius e territori limitrofi"*, dotato di relativo Piano di Gestione;
- dell'area ZPS ITB044002 *"Saline di Molentargius"*.

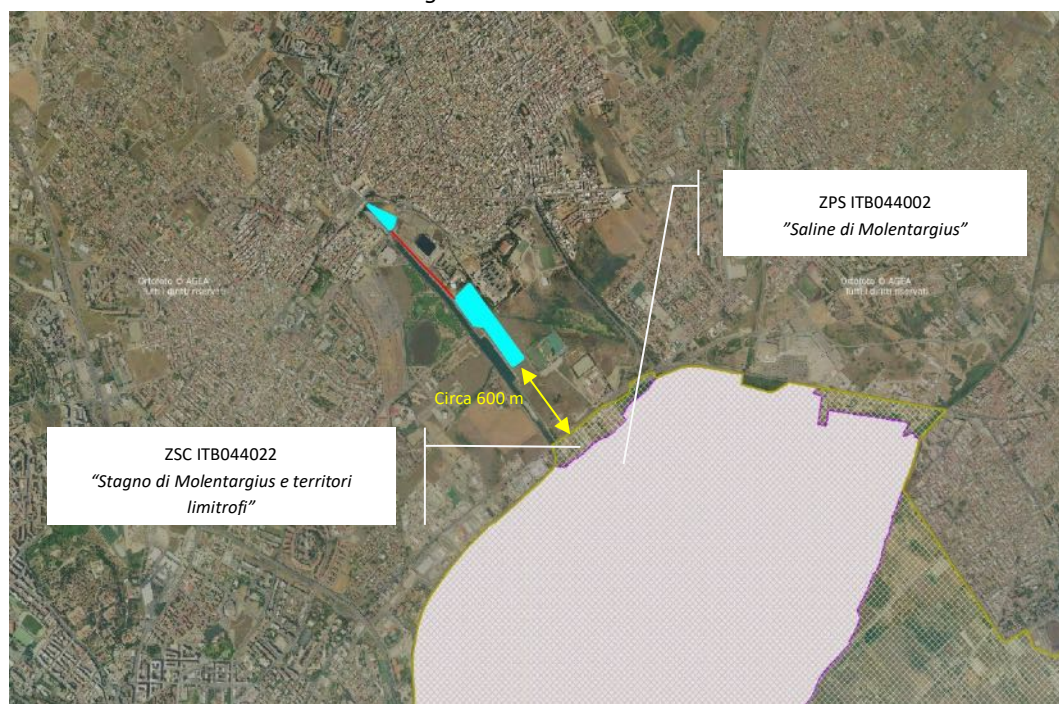


Figura 1.12 – Siti della rete Natura 2000.

I deflussi del Canale di Terramaini non afferiscono al sito protetto essendo invece le aree protette a sversare i loro deflussi nel Canale stesso.

1.8 Altre informazioni reperite

Discariche. Il dbase cartografico della Regione Sardegna riporta che presso l'area dell'Invaso n.2 sussista una

perimetrazione che individua un'area adibita a discarica di rifiuti di varia natura come riportato nella seguente figura.



Figura 1.13 – Dbase cartografico della Regione Sardegna. In azzurro e rosso è riportato il tracciato di progetto.

1.9 Riassunto dei vincoli sussistenti

1.9.1 Vincolo paesaggistico

L'area di progetto ricade

- in aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 D.L.gs. n. 42/2004 e ss.mm.ii: "i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna" (cfr. Figura 1.14).
- in aree soggette a tutela ai sensi dell'art. 143 D.L.gs. n. 42/2004 e ss.mm.ii in quanto ricadente (cfr. Figura 1.15:
- In Ambito di Paesaggio n° 1 del vigente Piano Paesaggistico Regionale *1° Ambito Omogeneo (Area Costiera)*, approvato dalla Giunta Regionale con la Deliberazione n° 36/7 del 05/09/2006 e pubblicato sul B.U.R.A.S. 08/09/2006;
- all'interno della FASCIA COSTIERA - Entità spaziale individuata dal P.P.R. e dallo stesso riconosciuta come "bene paesaggistico d'insieme" - normata dagli articoli 8, 17, 18, 19, 20 delle N.T.A del P.P.R.;



Figura 1.14 – Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 d.l.gs. n. 42/2004. (Fonte SardegnaGeoportale).

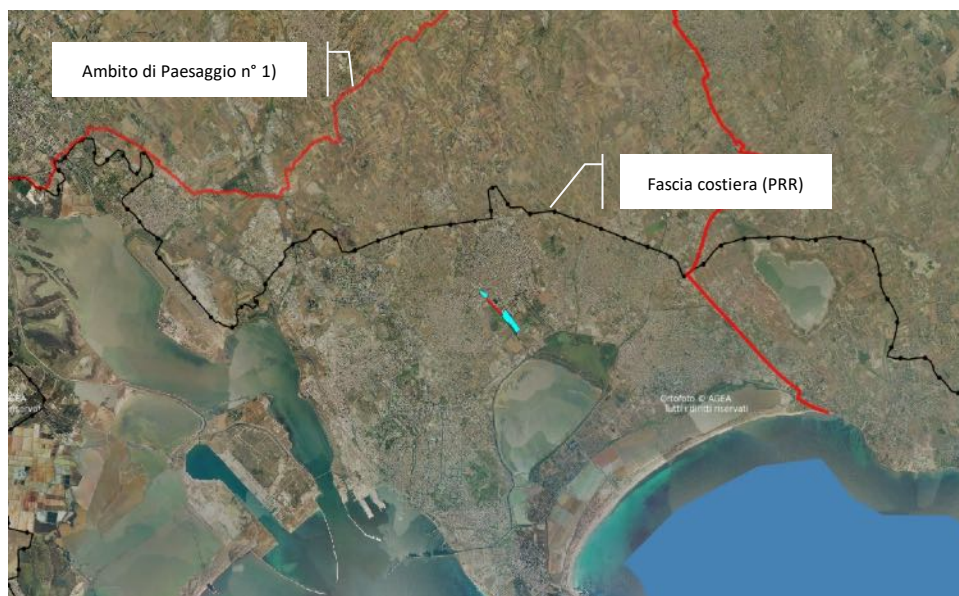


Figura 1.15 – Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 d.l.gs. n. 42/2004. (Fonte SardegnaGeoportale).

Per quel che riguarda la compatibilità paesaggistica del progetto degli interventi si osserva che in relazione al D.P.R. 31/2017 “Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall’autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata” gli interventi non ricadono in alcuna delle fattispecie riportate negli Allegati A e B. Stante la sua localizzazione nell’ambito dei vincoli presenti il progetto dovrà pertanto essere sottoposto a parere di compatibilità Paesaggistica mediante relazione di apposita *Relazione Paesaggistica* da redigersi nelle opportune fasi progettuali successive.

1.9.2 Vincolo idrogeologico

Il canale di Terramaini è compreso nel reticolo idrografico regionale di riferimento ai sensi del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico e del Piano di gestione rischio alluvioni con la denominazione (cfr. Figura 1.16). Pertanto è soggetto alle misure di prima salvaguardia di cui all'art. 30-ter delle NTA del PAI.

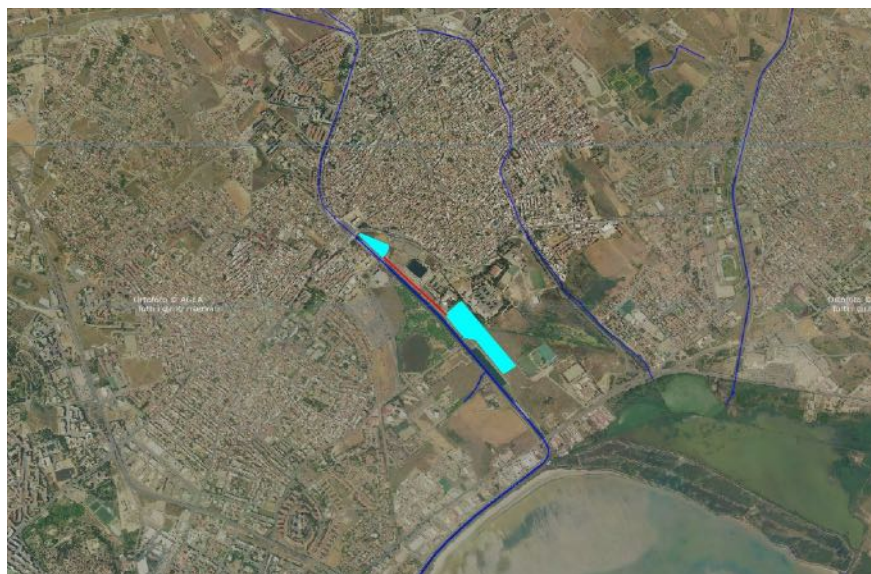


Figura 1.16 – Reticolo idrografico individuato ai sensi delle NTA del PAI. (Fonte SardegnaGeoportale).

1.9.3 Vincolo archeologico

Il progetto non ricade in alcuna area vincolata dal punto di vista archeologico. La necessità di essere sottoposto pertanto a parere di compatibilità archeologica dovrà essere verificata mediante successiva redazione di apposito Studio per la verifica preliminare del rischio archeologico, che dovrà determinare la sussistenza di eventuali aree a rischio ed il relativo grado.

1.9.4 Vincoli ambientali

Valutazione di Incidenza Ambientale. Il progetto non ricade in alcuna area appartenente alla rete Natura 2000. Inoltre il Canale di Terramaini non risulta connesso funzionalmente ai siti della Rete limitrofi all'area oggetto d'intervento. Questo fatto, incluso il non interessamento delle suddette aree protette, sia diretto sia indiretto, sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio, esclude che il progetto produca effetti all'interno di dette aree protette. **Si esclude quindi la necessità** di attivare la procedura di Valutazione di Incidenza Ambientale e nello specifico il livello II "Valutazione appropriata di incidenza". Il progetto pertanto **non prevede l'acquisizione del parere relativo alla Valutazione di Incidenza Ambientale (V.Inc.A.)** e la necessità di redazione della corrispondente relazione.

Valutazione di Impatto Ambientale. Si osserva come il progetto:

- non ricade nelle tipologie di progetti elencate nell'allegato A1 della Delib.G.R. n. 11/75 del 24.03.2021 "Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)" che riporta i progetti da assoggettare a V.I.A. con procedura regionale;
- ricade tra quelli riportati nell'allegato B1 della stessa delibera che riporta i progetti da sottoporre alla procedura di verifica di assoggettabilità alla V.I.A. regionale, con riferimento al punto 7n: *opere di canalizzazione e di regolazione dei corsi d'acqua*.

In relazione a quest'ultimo punto, nel testo della direttiva 2011/92/UE1 (Annex II, lett. f) tali tipologie di progetti risultano definite come "canalization and flood-relief works", con riferimento diretto quindi alle opere di mitigazione del rischio idraulico. La Commissione Europea, con le il documento "Interpretation of definitions of project categories of annex I and II of the E.I.A. Directive" (2016) ha confermato tale interpretazione, basandosi sulla giurisprudenza della Corte di Giustizia Europea, per la quale i bacini di laminazione ricadono in tale categoria. Tale indirizzo è confermato anche nel documento "Indirizzi operativi per la definizione di determinate tipologie

progettuali elencate nell'Allegato IV alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006" emanato dall'allora Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare nel maggio 2019.

Il progetto, infine, non ricade in alcuna delle aree sensibili definite ai sensi del D.M. 30 marzo 2015, in relazione all'applicazione della riduzione delle soglie dimensionali di assoggettamento a verifica di esclusione della VIA dei progetti dell'allegato IV del D.lgs 152/2006.

Per i motivi elencati il progetto è da sottoporre a procedura di Verifica di Assoggettabilità a V.I.A.

2. Inquadramento progettuale

2.1 Descrizione generale

Il Canale di Terramaini (cfr. Figura 2.1) è un'opera realizzata negli anni tra il 1885 e 1931 nell'ambito del complesso di opere di sistemazione idraulica delle saline di Molentargius, con cui è stata anche realizzata la bonifica dello stagno di Pauli contiguo al centro urbano di Monserrato. Scopo del canale era evitare che le acque raccolte si riversassero nel Molentargius, allora utilizzato come vasca di prima evaporazione della fabbrica del sale. Il suo punto d'inizio è all'altezza dell'unica strada che, quando fu realizzato, collegava Pirri con Monserrato. Il canale raccoglie le acque piovane nel punto più basso della pianura del Campidano, passa lungo il margine occidentale dello stagno di Molentargius si unisce al canale della Palma, diventando canale di S. Bartolomeo e defluisce nel Golfo degli Angeli.



Figura 2.1 - Canale di Terramaini.

Dal punto di vista idrografico più vasto, il Canale di Terramaini riceve le acque dal bacino de rio Saliu, pari a circa 10 km² (cfr. Figura 2.2), che nel tratto immediatamente a monte dell'immissione è interamente tombato.

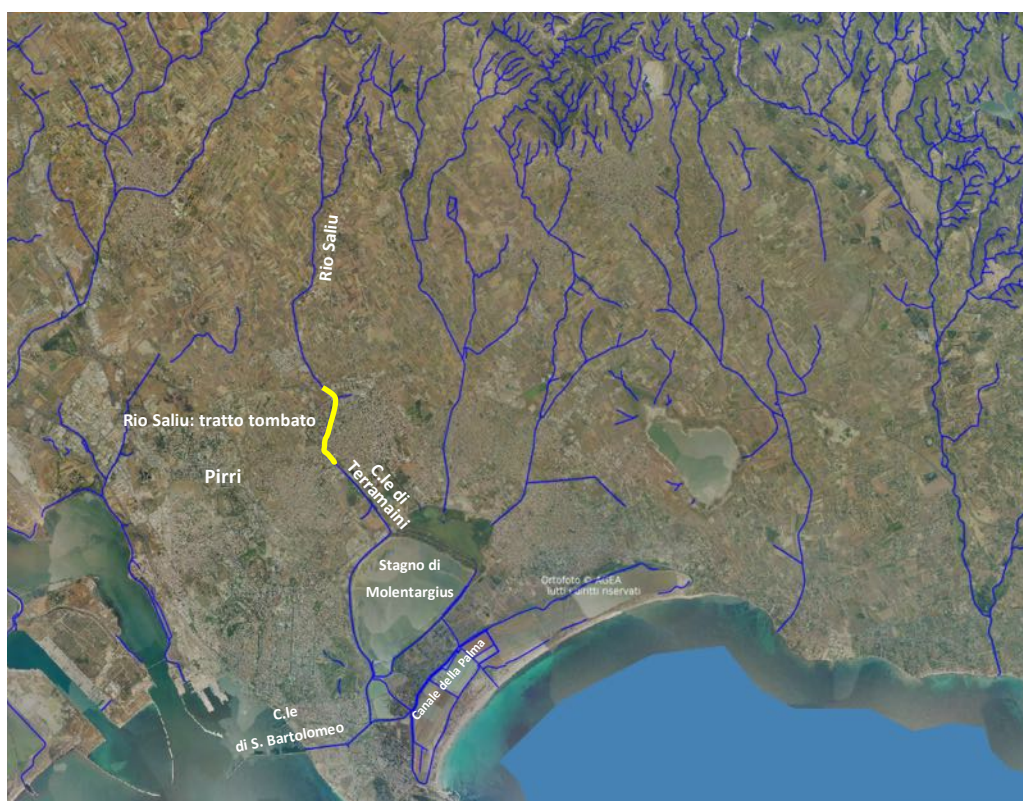


Figura 2.2 – Sistema idrografico afferente al Canale di Terramaini.

L'area oggetto d'intervento per la realizzazione degli interventi ricade parzialmente sulla superficie occupata dall'aeroporto militare di Monserrato, dismesso nella seconda metà degli anni 60 del secolo scorso (cfr. Figura 2.3).

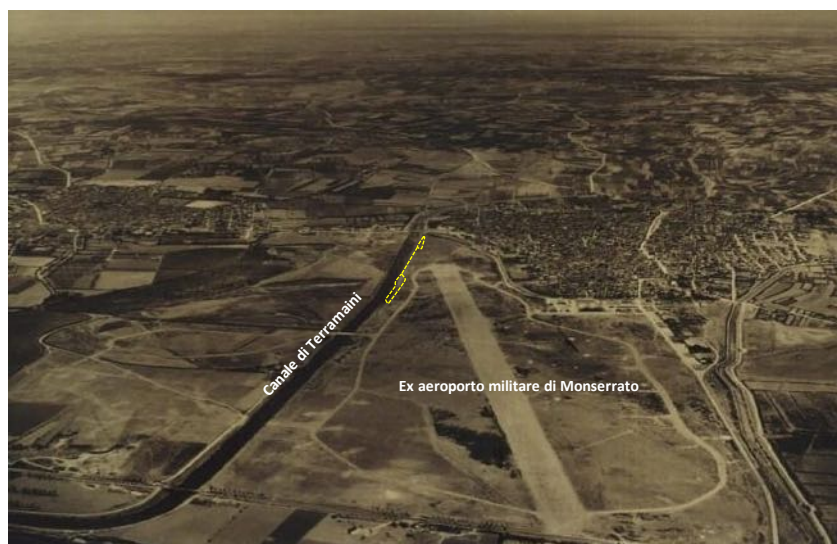


Figura 2.3 - Ex aeroporto militare di Monserrato vista da sud. In giallo l'ubicazione dell'area di progetto.



Figura 2.4 - Canale di Terramaini.

2.2 Criticità idrauliche

Il regime idraulico del Canale di Terramaini (cfr. Figura 2.5) è influenzato, innanzitutto, dall'andamento delle maree del Golfo a causa del suo collegamento al mare mediante il canale di San Bartolomeo. Il livello del Canale è poi anche dalla portata in arrivo dal rio Saliu di cui è il prolungamento naturale; infine la rete fognaria di Pirri (cfr. Figura 2.6 e Figura 2.7) immette le sue acque nel canale, a partire dall'immissione del rio Saliu. Più a valle il canale di Terramaini è anche collegato allo Stagno Bellarosa Minore - per il quale viene assicurato un livello minimo pressoché costante per la salvaguardia della fauna - che raccoglie le piene del Riu Mortu, del rio Nou di Selargius e del rio Is Cungiaus.



Figura 2.5 - Canale di Terramaini.



Figura 2.6- Vista del Canale di Terramaini dalla sponda sx verso nord-ovest: in senso antiorario l'immissione del Rio Saliu e della serie di scarichi fognari di Pirri, nell'ordine dei due collettori C70, del collettore C47' e dei due collettori 38 a e b.



Figura 2.7 - Canale di Terramaini dalla sponda sx verso ovest: immissione del nuovo canale C 38bis (Centro Comm. Marconi).

Dal punto di vista delle sezioni idrauliche il canale (C. le Terramaini e poi S. Bartolomeo) presenta diverse tipologie:

- nel primo tratto, da Monserrato fino alla darsena presso il parco di Terramaini (di interesse per la realizzazione degli interventi in progetto), presenta sezione trapezoidale con sponde in calcestruzzo; nel tratto oggetto

d'intervento, presso gli scarichi della rete pluviale, si può assumere il fondo con quota media a -1 m slm (cfr. Figura 2.8);

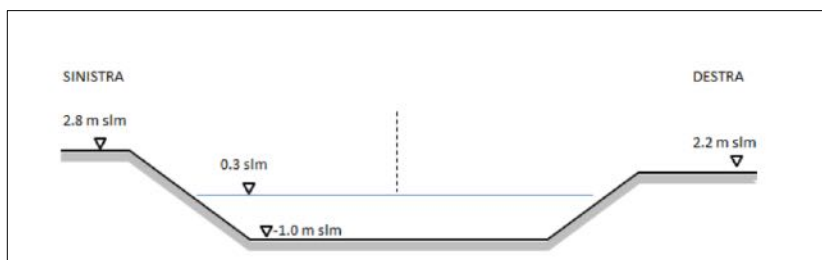


Figura 2.8 – Sezione tipo del Canale di Terramaini in corrispondenza dell'abitato di Pirri.

- nel tratto intermedio, dalla darsena fino alla confluenza con il canale La Palma, sponde verticali, realizzate con palancole infisse di calcestruzzo rivestite con pietra calcarea a vista, e fondo in terra. La larghezza della sezione va a diminuire passando da 25 m a 15 m circa.;
- nel tratto terminale, dalla confluenza fino allo sfocio in area portuale, presenta sezioni più irregolare, con larghezza 10 a 20 m circa, con fondo e sponde in terra. Le sponde presentano un cordolo di muratura in pietrame.

Nel tempo l'originario fondo costante a quota è stato parzialmente colmato da depositi fangosi, particolarmente in corrispondenza degli sbocchi nel canale da parte degli affluenti, senza trascurare la probabile presenza di rifiuti di vario genere. Pur con tale innalzamento del fondo il canale continua ad aver pendenza pressoché nulla e funzionamento a marea.

Dal punto di vista della capacità di deflusso, nella eventualità che il livello del canale di Terramaini sia tale da superare la quota di soglia dei collettori della rete meteorica di Pirri, l'efflusso di questi collettori progressivamente risulta rigurgitato, determinando una permanenza maggiore dei deflussi in condotta e conseguenti possibili allagamenti nelle zone urbane soprattutto nelle parti altimetricamente più depresse. Tali condizioni costituiscono la causa di continui fenomeni di allagamento, anche per eventi meteorici non particolarmente intensi, interessanti la zona di Via Balilla, la zona di Piazza Italia e via Ampere e la zona tra Via Italia e il centro commerciale localizzato tra via Dolianova e via Mara.



Figura 2.9 – Piazza Italia, Pirri. allagamento.

2.3 Obiettivo degli interventi

L'obiettivo degli interventi è di progettare le opere in grado di limitare l'innalzamento del livello del Terramaini in

condizioni di afflussi di piena afferenti allo stesso dai sistemi idraulici contribuenti costituiti dal rio Saliu, dallo Stagno Bellarosa Minore, dalla rete fognaria di Pirri.

2.4 Stato di fatto

La seguente figura riporta l'andamento delle quote dell'area oggetto d'intervento, ricavata dal DTM ad 1 m di risoluzione.

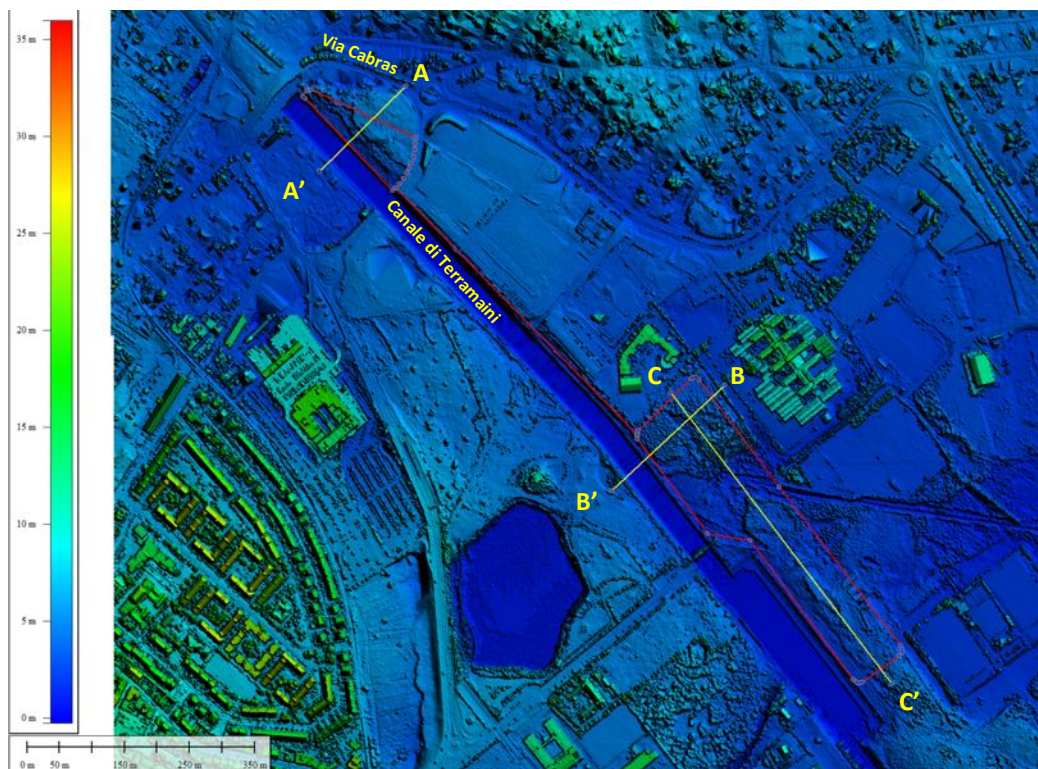


Figura 2.10 - DTM con risoluzione 1m (Fonte: Portale Cartografico Nazionale, 2009).

Le seguenti figure riportano l'andamento delle sezioni ubicate presso l'invaso n. 1 e l'invaso n.2.

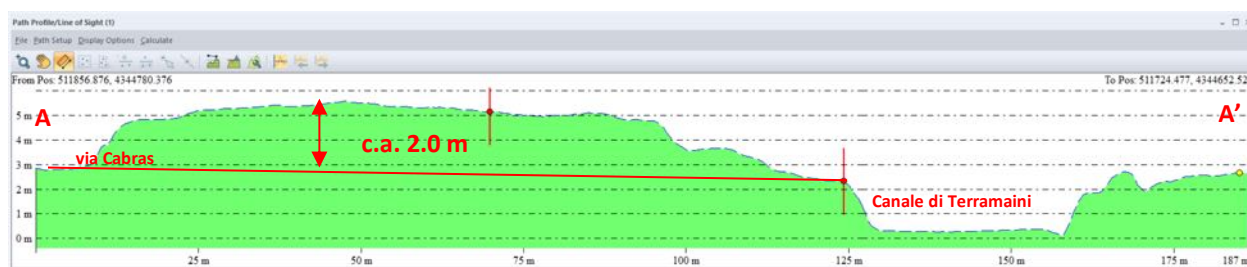


Figura 2.11 – Sezione A-A'.

Presso l'area corrispondente all'invaso n. 1 il terreno, in sinistra idraulica si sviluppa ad una quota maggiore della sponda destra, anche fino a circa 2.0 m, come anche visibile nella figura seguente.



Figura 2.12 – Vista della sponda sinistra presso l'invaso n.1.

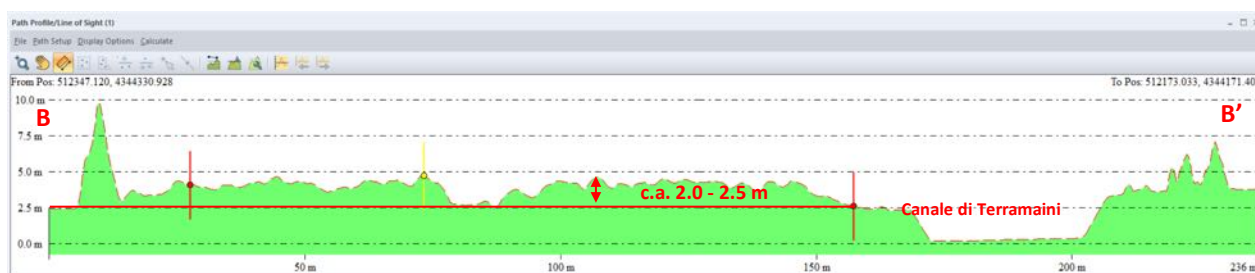


Figura 2.13 – Sezione B-B'.

Presso l'invaso n.1 il terreno presenta un andamento caratterizzato dalla presenza di numerosi cumuli come testimoniato nella Figura 2.13 e nella Figura 2.14.



Figura 2.14 – Sezione C-C'.

2.5 Descrizione degli interventi

Gli interventi previsti dal progetto preliminare consistono nella realizzazione di un sistema di due vasche di laminazione tra loro connesse, ubicate in sinistra idraulica del Canale di Terramaini, interamente ricadenti nel comune di Cagliari (cfr. Figura 2.15). Il volume complessivamente invasabile è pari a 122660 m³.

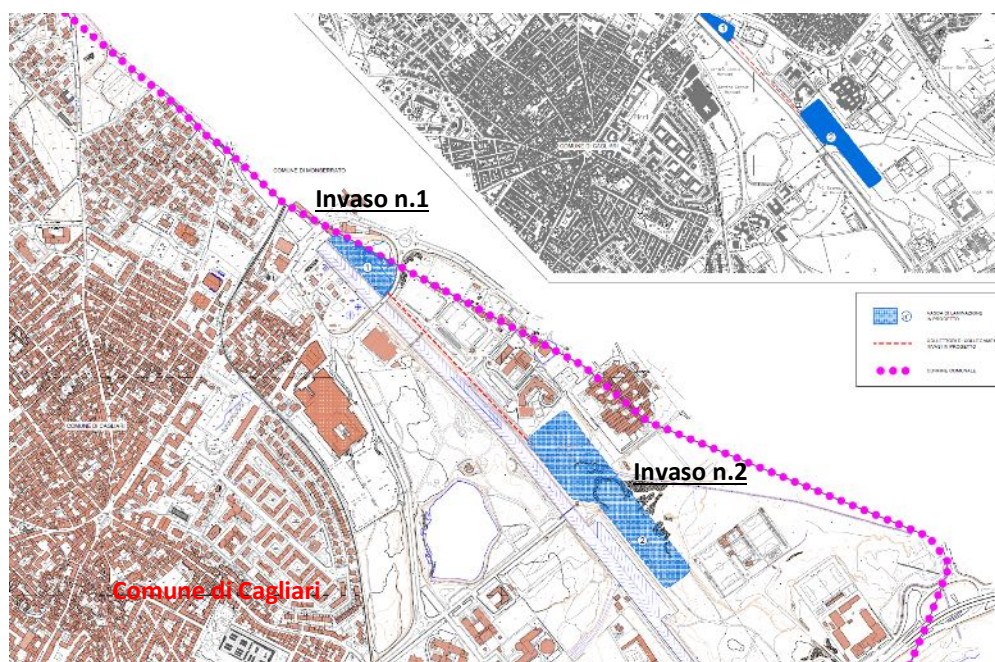


Figura 2.15 – Corografia degli interventi.

La seguente figura rappresenta la planimetria degli interventi.

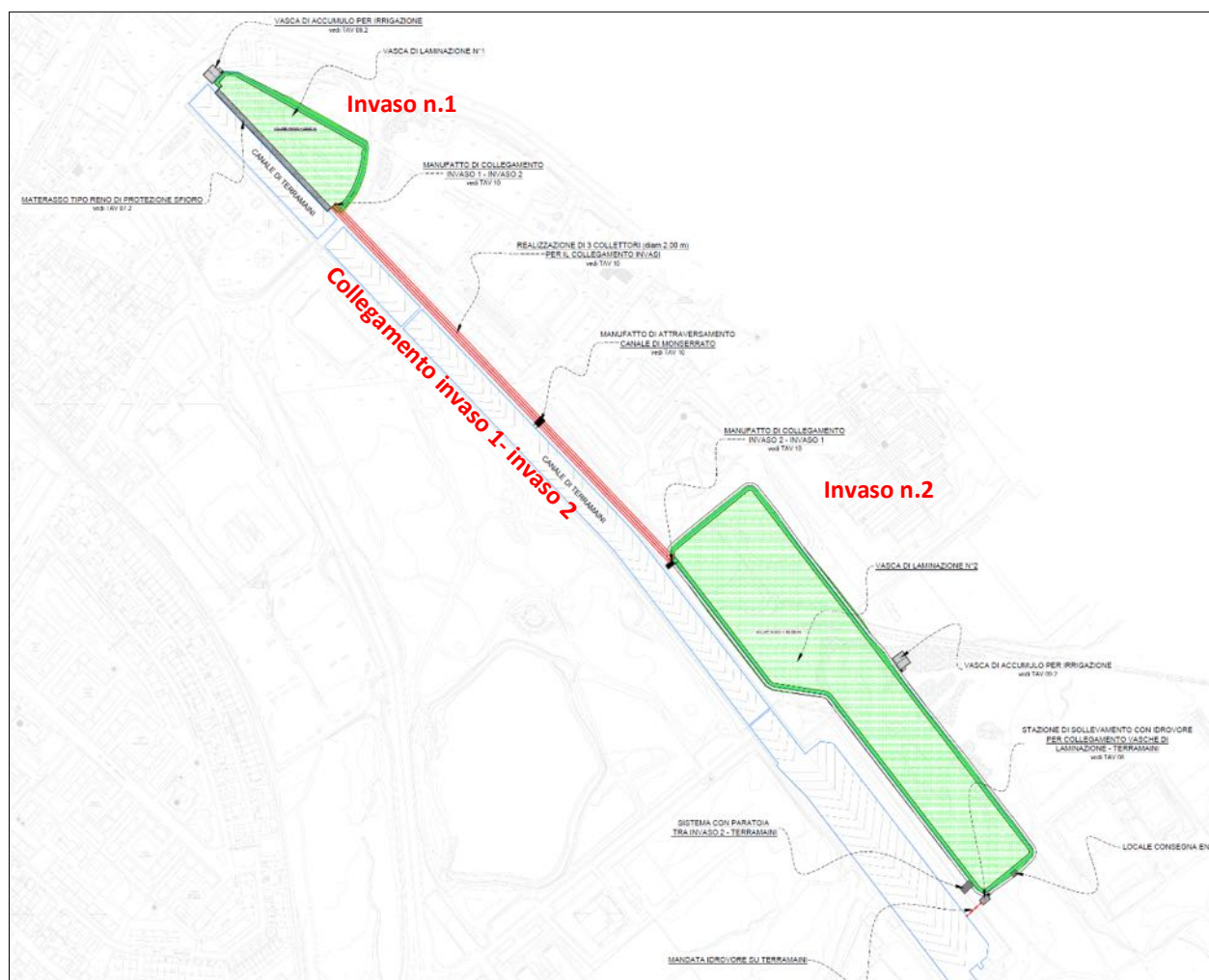


Figura 2.16 – Planimetria degli interventi..

Gli interventi descritti riguardano la realizzazione:

- dell'invaso di laminazione n.1;
- dell'invaso di laminazione n.2;
- della condotta di collegamento tra l'invaso n.1 e l'invaso n.2;
- dell'impianto idrovoro;
- delle opere di drenaggio e della vasca di accumulo.

2.5.1 Invaso di laminazione n.1

L'invaso n.1, di capacità pari a circa 22.660 m³ mc alla quota di +1,70 m s.l.m. ed una superficie di circa 11.690 m², è conterminata dal solo scavo con cui verrà ottenuto il volume di invaso (cfr. Figura 2.18). L'invaso verrà impermeabilizzato fino alla quota di massimo invaso. La vasca verrà alimentata da una soglia sfiorante con funzionamento a stramazzo, di lunghezza paria circa 180 m, ubicata sulla sponda in sinistra idraulica del canale di Terramaini. La quota della soglia sarà scelta in modo da non attivarsi durante gli eventi maggiormente frequenti ma dovendo essere attivata solamente in occasione di quelli più intensi e critici per la rete di dreno. Tale dispositivo di derivazione sarà conformato secondo un profilo tracimabile e strutturalmente realizzato in calcestruzzo in modo da garantirne stabilità ed efficienza durante i periodi di funzionamento.

La quota di fondo è stata posta a -0,50 m s.l.m.



Figura 2.17 –Planimetria dell'invaso n.1.

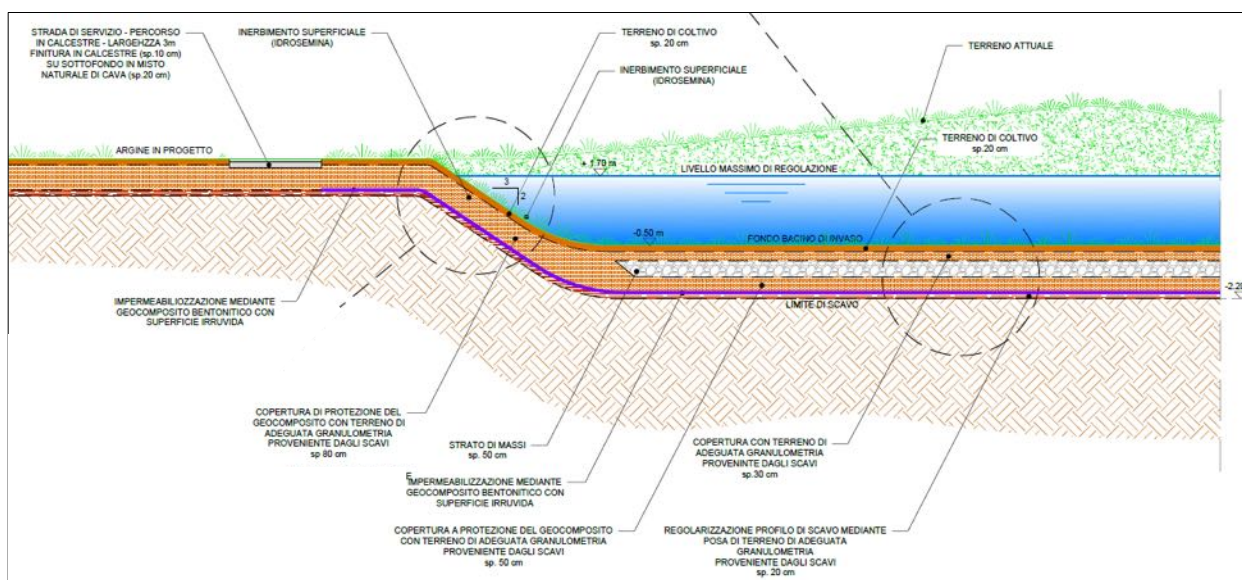


Figura 2.18 –Sezione tipo dell'invaso n.1

Nelle seguenti figure viene rappresentata la soglia sfiorante di alimentazione dell'invaso n.1.

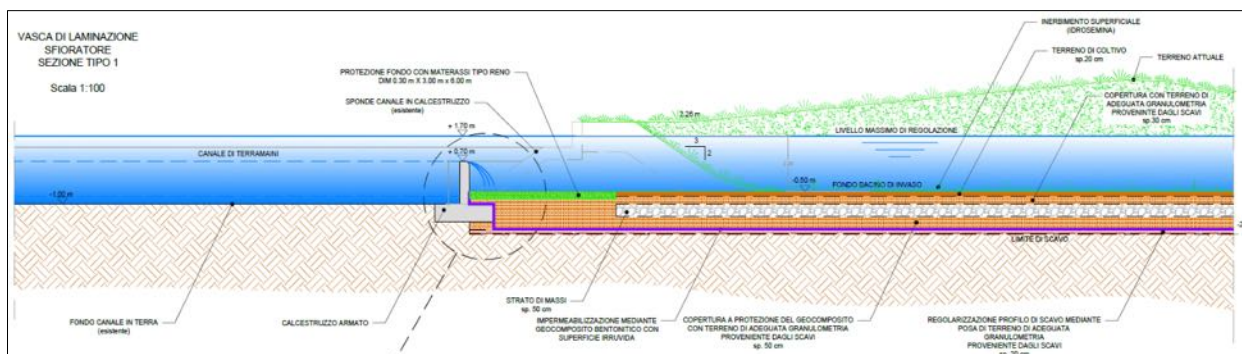


Figura 2.19 –Soglia sfiorante dell'invaso n. 1. Sezione.

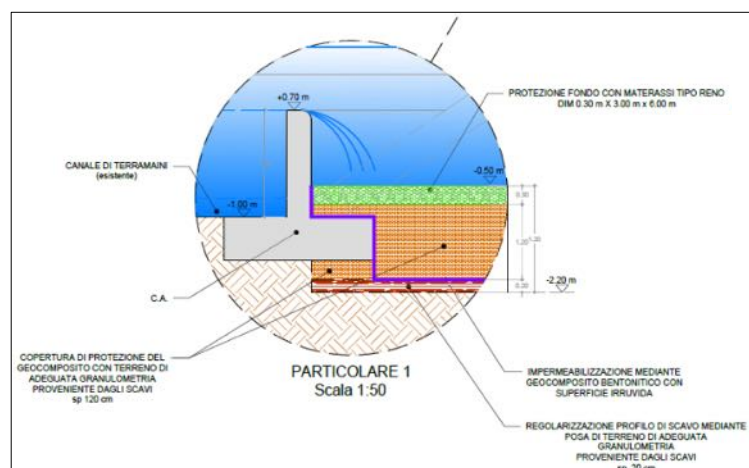


Figura 2.20 –Soglia sfiorante dell'invaso n. 1. Particolare.

2.5.2 Invaso di laminazione n.2

L'invaso n. 2 di capacità pari a circa 100 000 m³, si sviluppa su una superficie di circa 51.770 m². L'invaso verrà conterminato da un basso argine. Anche questa secondo invaso verrà impermeabilizzata fino alla quota di massimo invaso. Le seguenti figure illustrano schematicamente l'opera.

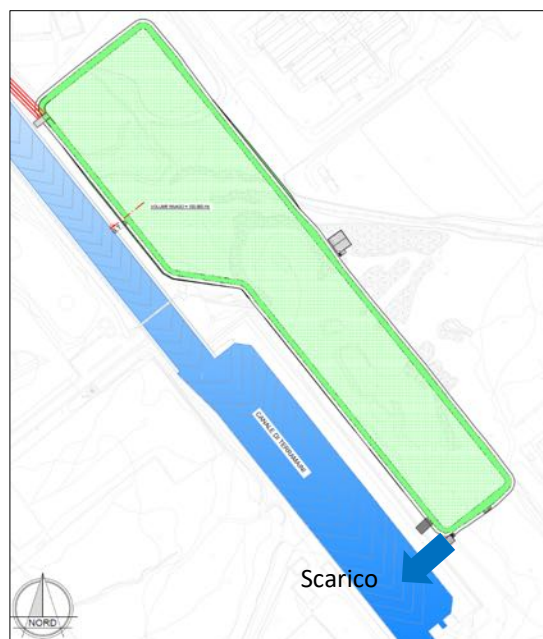


Figura 2.21 –Planimetria dell’invaso n.2.

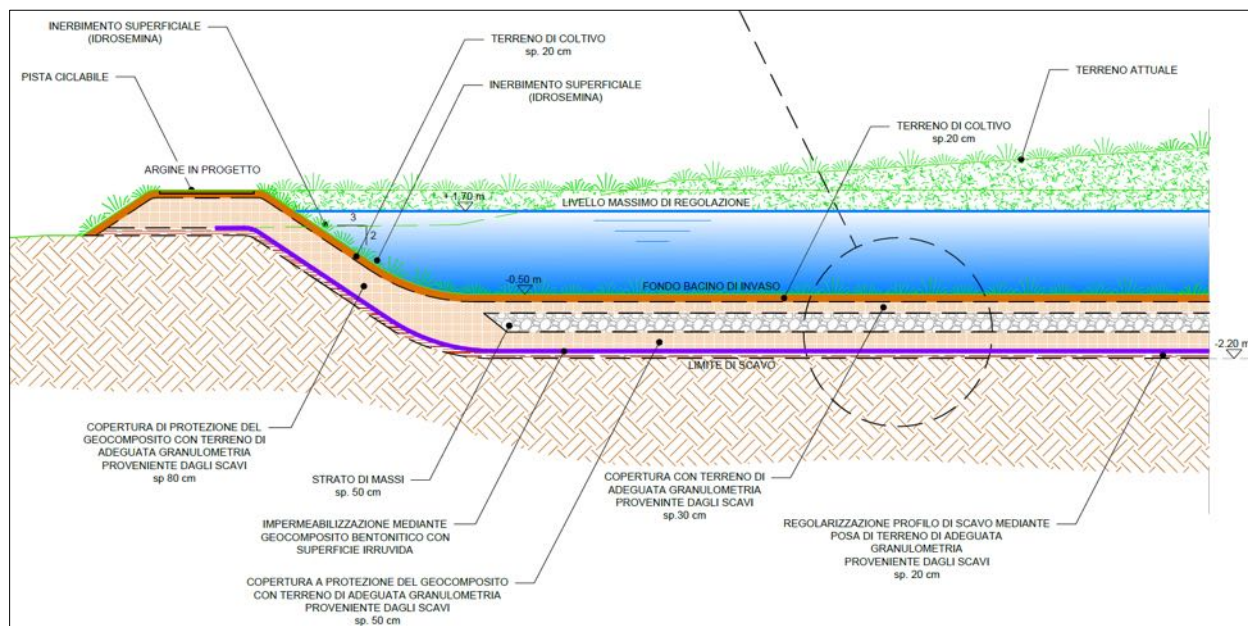


Figura 2.22 –Sezione tipo dell’invaso n.2.

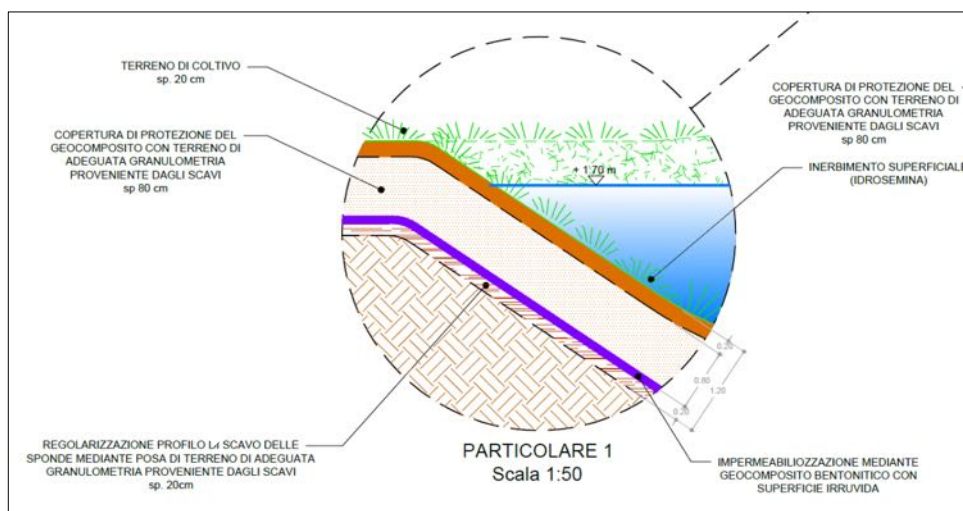


Figura 2.23 –Particolare della sistemazione delle sponde dell'invaso n.1.

2.5.3 Condotta di collegamento

L'invaso n. 1 sarà collegato al n. 2 tramite tre condotte in cls armato DN 2.000 che garantiranno un funzionamento del sistema per vasi comunicanti.

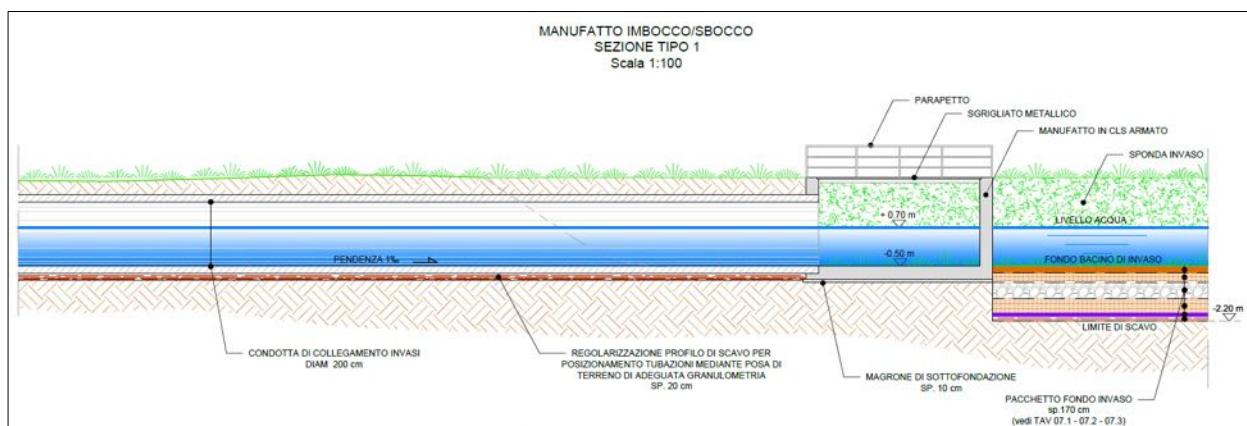


Figura 2.24 –Profilo del manufatto di imbocco delle condotte nell'invaso n.2.

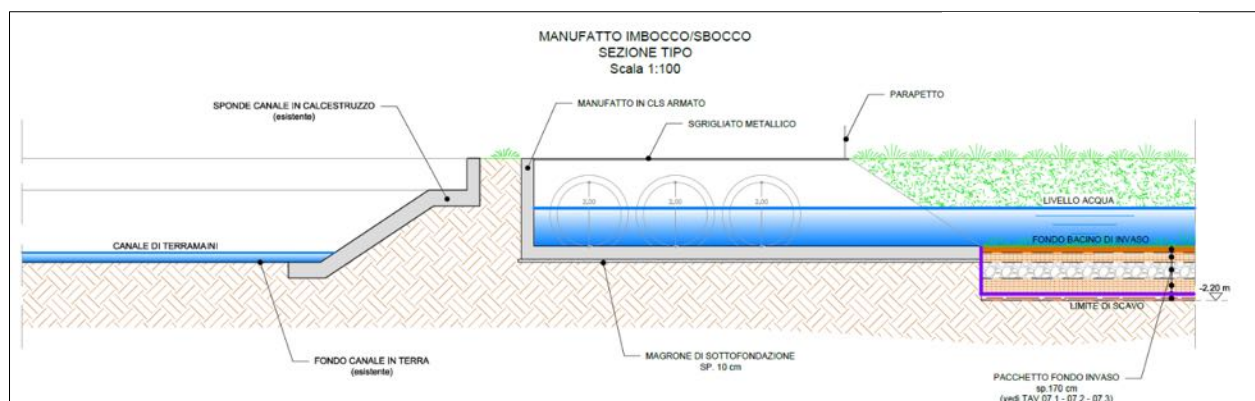


Figura 2.25 – Sezioni del manufatto di imbocco delle condotte nell'invaso n.2.

Nella zona mediana del collegamento le condotte dovranno superare un canale acque bianche proveniente da Monserrato; il profilo idraulico delle condotte avrà una leggera pendenza trasversale verso la parte mediana dove pertanto si accumulerà l'acqua. All'occorrenza potrà essere inserita una pompa sommersa di aggotamento che

consentirà di prosciugare il breve tratto centrale. Si riporta nel seguito il particolare del sifone di attraversamento del canale proveniente da Monserrato:

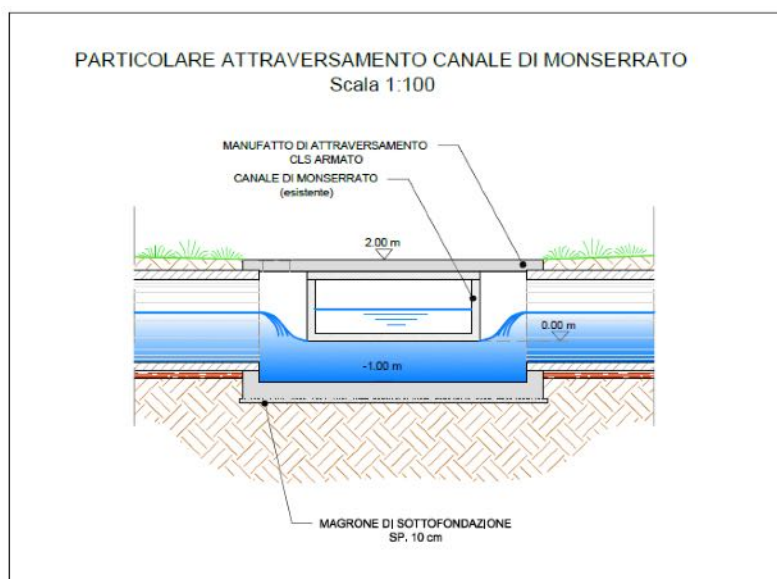


Figura 2.26 - Particolare tipo dell'attraversamento del canale di Monserrato.

2.5.4 Impianto idrovoro

Per poter scaricare i volumi invasati negli invasi, verrà realizzato nelle immediate vicinanze dell'invaso n. 2 un impianto idrovoro alloggiato in un edificio che conterrà, oltre alle idrovore, i quadri per la consegna dell'energia elettrica, il locale trasformatori. L'impianto avrà una portata di riferimento di circa $1 \text{ m}^3/\text{s}$ e prevalenza fino a 5 metri.

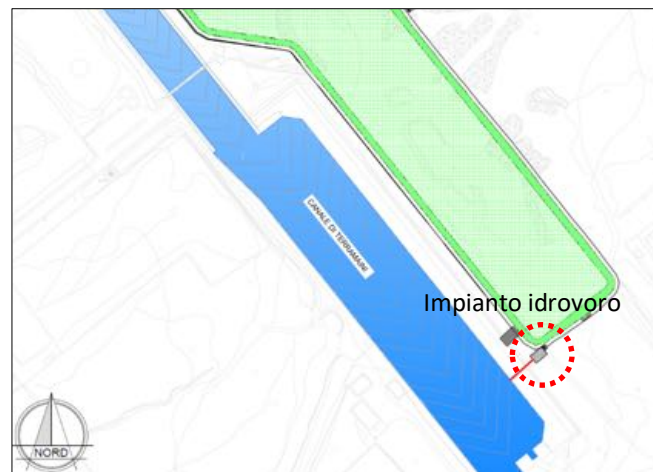


Figura 2.27 –Planimetria dell'invaso n.2 e ubicazione dell'impianto idrovoro.

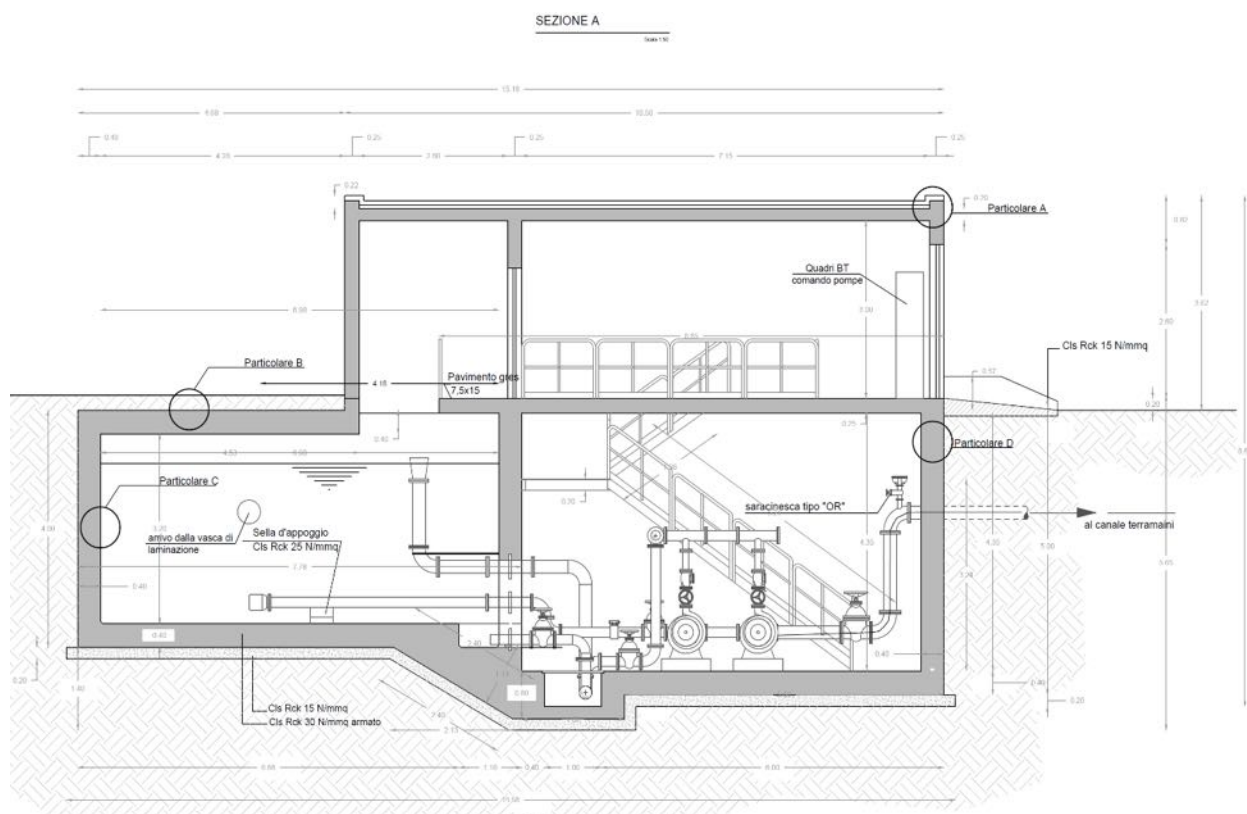


Figura 2.28 – Impianto idrovoro: sezione.

2.5.5 Opere di drenaggio e vasca di accumulo

Il Progetto Preliminare riporta che, al fine di limitare gli effetti negativi della falda sia in termini di sottospinta che di infiltrazione sulle vasche gli interventi saranno dotati di un sistema di tubazioni drenanti perimetrali alle vasche a monte dei diaframmi (Figura 2.29), poste a quota -0,5 m s.l.m., che intercetteranno l'acqua di falda fino a quota -0,5 m e la riverteranno all'interno delle vasche di accumulo (cfr. Figura 2.30) previste per l'irrigazione delle opere a verde.

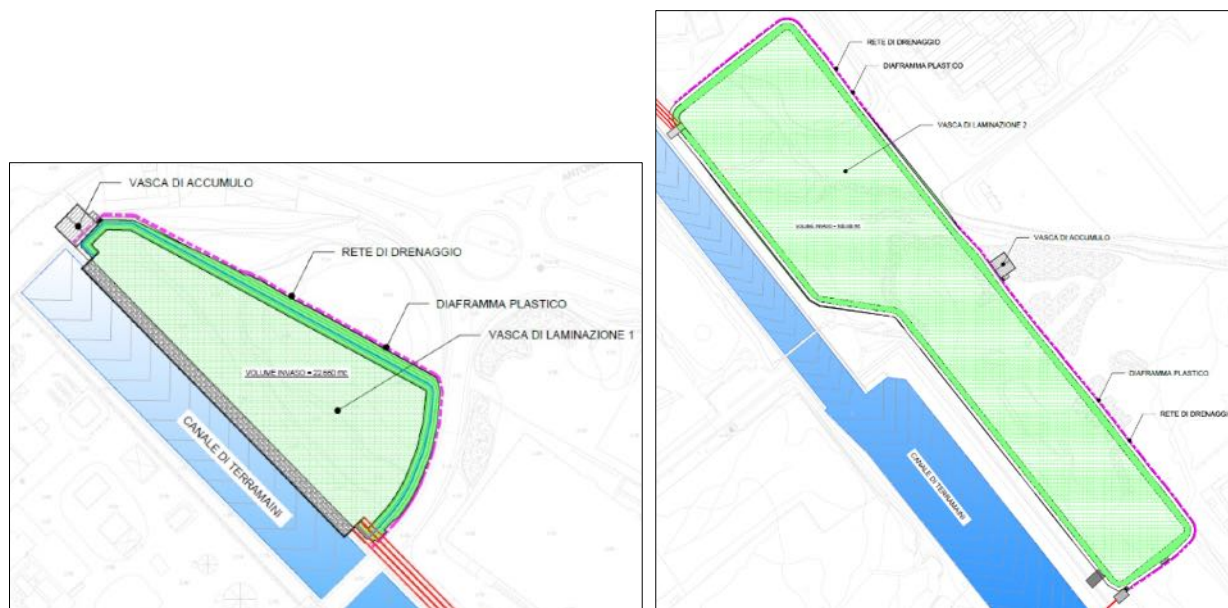


Figura 2.29 – Planimetria della rete perimetrale di drenaggio. A sinistra rete dell'invaso n. 1, a destra rete dell'invaso n.2.

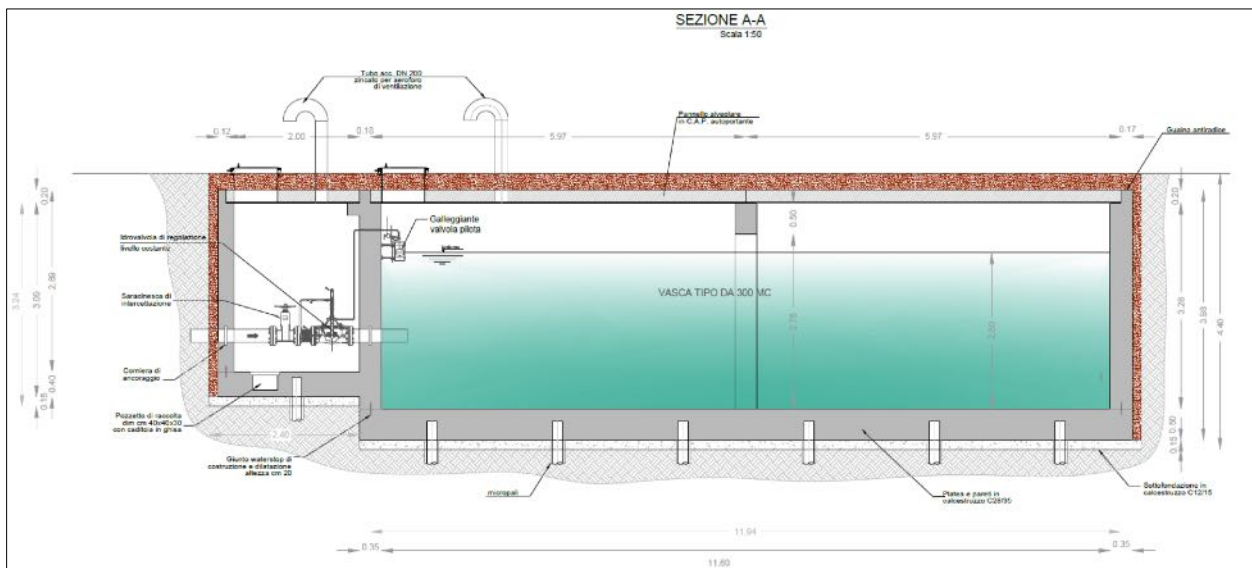


Figura 2.30 –Vasca di accumulo presso l'invaso n.2.

2.5.6 Opere di inserimento ambientale e di mitigazione

Le aree nelle quali si realizzeranno gli invasi, oggi depauperate fino a essere utilizzate come discariche abusive, dovranno essere riqualificate da un punto di vista ambientale e restituite all'utilizzo dei cittadini per attività turistico-ricreative.

Come indicato nel Cap. 5, il progetto, nelle fasi di progettazione successive, dovrà prevedere opere di inserimento ambientale nel quale tutta la superficie dell'invaso sarà inerbita mentre gli argini e aree limitrofe saranno dotati di fasce arboree ed arbustive.

2.6 Caratteristiche realizzative

Gli invasi verranno realizzati mediante scavo delle superfici attuali; gli invasi verranno impermeabilizzati fino alla quota di massimo invaso. La soluzione tecnica individuata per l'impermeabilizzazione è quella della messa in opera di un materassino bentonitico in grado di garantire una permeabilità inferiore a 1×10^{-8} cm/sec.

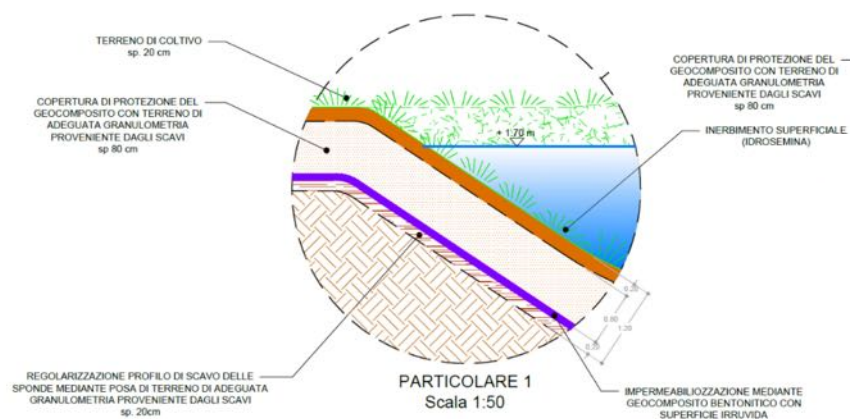


Figura 2.31 –Particolare della sistemazione delle sponde degli invasi.

Al fine di limitare i rischi di un allagamento indesiderato della parte bassa delle vasche di laminazione, che ne limiterebbe l'efficacia idraulica, ed anche al fine di limitare la sottospinta idraulica della falda, è stato previsto un sistema costituito da una serie di diaframmi plastici in miscela continua di acqua cemento e bentonite spessi circa

50 cm e profondi circa 12 m, realizzati come descritto nelle seguenti figure.

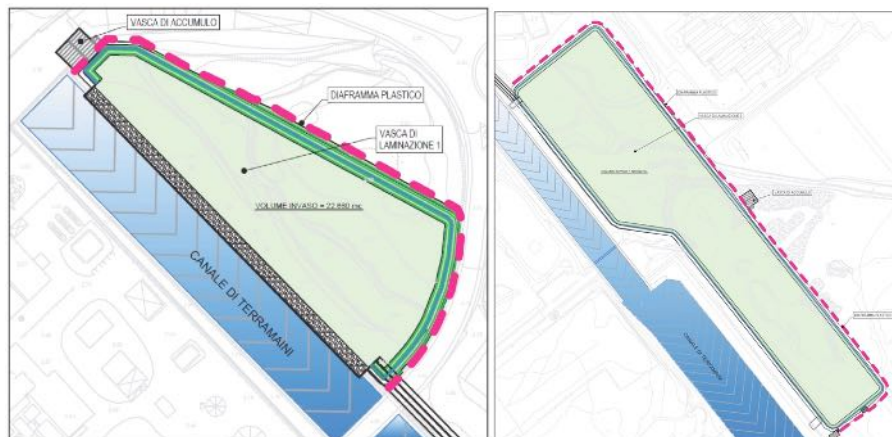


Figura 2.32 - Diaframmi plastici perimetrali.

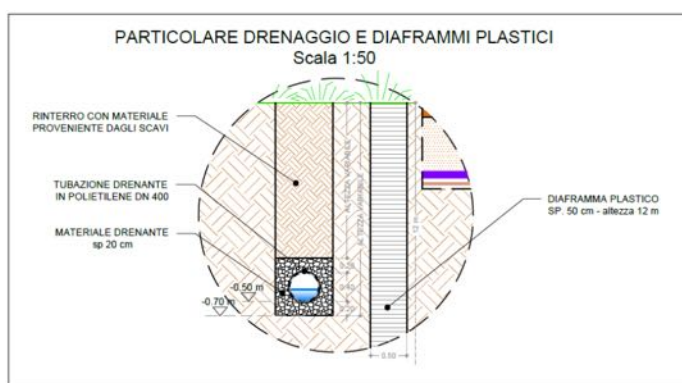


Figura 2.33 - Particolare tipo realizzativo del diaframma plastico

Inoltre, per contrastare l'eventuale sottospinta idraulica dovuta al livello della falda, che si genererebbe in caso di inefficacia sia dei diaframmi plastici sia del drenaggio laterale, si ricoprirà il telo posato sul fondo con due strati di 0.8 m complessivi (0,5+0,3 a partire dal fondo) di terreno di scavo opportunamente vagliato, uno strato di massi dello spessore di 0,5 m interposto tra i due precedenti e uno strato superficiale di terreno vegetale di 0.2 m.

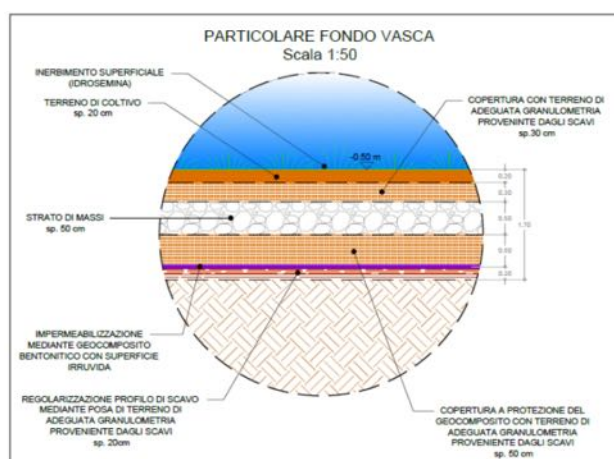


Figura 2.18 –Particolare della sistemazione del fondo degli invasi.

2.7 Caratteristiche di funzionamento

L'attivazione degli invasi è governata dallo sfioratore in sponda sinistra del Canale. La quota della soglia consente

l'attivazione solo durante gli eventi più intensi e critici. Il successivo svuotamento delle aree di laminazione sarà effettuato dall'invaso n. 2 mediante:

- una paratoia che collegherà l'invaso al canale di Terramaini al fine di poter svuotare, fino a quota 0,00 m (livello di calma del Canale);
- l'impianto di sollevamento costituito da due idrovore.

L'impianto idrovoro potrà realizzare lo svuotamento delle vasche in un tempo mediamente di qualche giorno.

2.8 Realizzazione delle opere

Si prefigurano in questo paragrafo le possibili modalità realizzative degli interventi, precisando che esse potranno essere definitive con il dovuto dettaglio nelle successive fasi della progettazione.

2.8.1 Descrizione del cantiere

Dal punto di vista logistico, il cantiere per la realizzazione degli interventi si configura come un normale cantiere civile, in ambito urbano. Le principali lavorazioni prevedibili per la realizzazione del cantiere sono le seguenti:

- apertura, perimetrazione ed allestimento del cantiere e segnaletica;
- allestimento di opere provvisorie, opere di protezione degli scavi, palancolati, ecc.;
- sbancamenti e scavi a sezione obbligata e non, separazione e conferimento in discarica di parte del materiale;
- accantonamento di parte del materiale scavato e successivo riutilizzo parziale;
- posa delle previste condotte e dei manufatti accessori;
- realizzazione del manufatto di derivazione dal C. le Terramaini: realizzazione dell'opera in c.a. (fondazione e opere in elevazione opere in carpenteria metallica);
- ricoprimento delle tubazioni ed eventuali reinterri;
- realizzazione delle opere di sistemazione ambientale;
- chiusura del cantiere.

Tale elenco di attività potrà essere meglio dettagliato nel progetto Definitivo.

2.8.2 Mezzi d'opera

I principali mezzi d'opera presenti presumibilmente in cantiere saranno:

- escavatori e mezzi per la stesura, sagomatura e compattazione del terreno;
- camion per il trasporto del materiale proveniente dagli scavi e per il materiale necessario alla realizzazione delle opere;
- betoniere per il trasporto del calcestruzzo;
- altri mezzi per lavorazioni particolari quali i macchinari per la realizzazione della posa delle tubazioni mediante spingi tubo.

2.8.3 Natura e quantità delle risorse impiegate

Terreno. Allo stato attuale della progettazione sono disponibili informazioni incomplete circa l'entità effettiva del volume di terreno da movimentare e circa le eventuali necessità progettuali di reimpiego. Il Progetto Definitivo potrà meglio precisare il bilancio delle terre e rocce da scavo, sulla base delle analisi dei terreni che dovranno essere condotte in merito alla eventuale presenza di rifiuti e che ne potranno influenzare la destinazione finale.

2.8.4 Produzione di rifiuti

Terreno. Come già descritto parte del terreno di scavo dovrà, con tutta probabilità, essere conferita in discarica previa caratterizzazione del materiale da conferire.

Rifiuti. Nell'area oggetto d'intervento la morfologia del terreno appare modificata per la presenza in sinistra sia presso l'invaso n.1 sia presso l'invaso n.2, di cumuli di materiali di riporto attualmente ricoperti da vegetazione erbacea, e plausibilmente non di origine naturale (cfr. par. 2.4). A parziale conferma, i risultati delle analisi condotte sui carotaggi effettuati in sede di progettazione preliminare, riportano come, fino ad un massimo di quasi 3.00 m di profondità, siano presenti, frammisti alla matrice, sabbiosa o marnosa, resti di macerie e poi nelle parti più profonde un generico *"materiale contenente resti plastici (RSU)"* che rivelano che l'area è stata in passato molto probabilmente colmata con macerie derivanti da demolizione ed utilizzata in parte anche come discarica. Deve inoltre essere verificata la possibilità che nel sottosuolo siano presenti rifiuti provenienti dalla passata destinazione del terreno quale aeroporto militare.

Durante la redazione del Progetto preliminare non è stata effettuata alcuna analisi relativamente alla tipologia di rifiuti riscontrabile: dato l'aspetto del frammento non si può escludere sia la presenza di materiali provenienti dalla demolizione di costruzione contenenti amianto.

Nelle successive fasi della progettazione dovranno pertanto essere effettuate le analisi per l'identificazione di tali rifiuti al fine di poter adeguatamente prevedere alla loro destinazione finale dopo il loro scavo ed asportazione per la realizzazione degli invasi.

Altri rifiuti. In fase di cantiere si potranno produrre rifiuti speciali ovvero *"rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti che derivano dalle attività di scavo, fermo restando quanto disposto dall'articolo 184-bis (Art.184 – DL152/2006)"*. Le principali tipologie di rifiuto individuate potrebbero essere:

- materiali provenienti da attività di scavo e demolizione;
- materiali derivanti dalla manutenzione di macchinari;
- imballaggi e rifiuti da scarti.

2.8.5 Emissioni

Gli aspetti legati all'emissione di polveri e rumori sono connessi essenzialmente all'impiego di macchine di trasporto, sollevamento, movimentazione, demolizione e costruzione e sono imputabili alle usuali attività di cantiere.

Conseguentemente alla determinazione del bilancio delle terre potranno essere valutate la quantità e la qualità delle emissioni ad opera dei mezzi necessari per l'allontanamento sia dei terreni scavati sia dei rifiuti.

2.8.6 Viabilità interessata

La viabilità interessata dal cantiere è sia tipo interno sia esterno. La prima sarà temporanea e verrà realizzata entro il perimetro del cantiere; la seconda riguarda le strade limitrofe che saranno presumibilmente interessate dal transito dei mezzi in uscita dal cantiere per il conferimento nelle discariche autorizzate.

3. Inquadramento ambientale

3.1 Descrizione dello stato attuale

Di seguito vengono analizzate tutte le componenti ed i fattori ambientali considerati ai fini del presente Studio Preliminare Ambientale dell'intervento in progetto. Ogni componente ambientale viene descritta in termini di fattori ambientali e rispettivi elementi di valutazione, riassunti nella seguente tabella.

Tabella 3.1 – Componenti e fattori ambientali considerati nel presente Studio.

COMPONENTE	FATTORE AMBIENTALE		ELEMENTO DI VALUTAZIONE
ATMOSFERA	CLIMA		Variazione del microclima
	QUALITA' DELL'ARIA		Variazione della qualità dell'aria
	RUMORE E VIBRAZIONI		Variazione del clima acustico
AMBIENTE BIOLOGICO	FAUNA		Variazione della consistenza di mammiferi, avifauna ed ittiofauna
	FLORA E VEGETAZIONE		Variazione della composizione e dell'estensione delle comunità vegetali
	HABITAT		Variazione delle caratteristiche e funzionalità degli habitat
IDROSFERA	ACQUE SUPERFICIALI	REGIME QUANTITATIVO	Variazione del regime idraulico del C.le di Terramaini
		REGIME QUALITATIVO	Variazione della qualità delle acque del C.le di Terramaini
	ACQUE SOTTERRANEE	REGIME QUANTITATIVO	Variazione del regime di falda
GEOSFERA	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	ORIZZONTE GEOLOGICO	Variazione degli elementi geologici e geomorfologici
SISTEMA SOCIO ECONOMICO E TERRITORIALE	SICUREZZA E SALUTE UMANA		Variazione del grado di sicurezza idraulica e di salute umana
		PROPRIETÀ FONDIARIA	Variazione della proprietà fondiaria
	RISORSE	SUOLO	Variazione della disponibilità di suolo per attività economiche
		RIFIUTI	Produzione di rifiuti
SISTEMA PAESAGGISTICO	FRUIZIONE TURISTICO RICREATIVA		Possibilità di fruizione del territorio
	PAESAGGIO		Modifica agli elementi del paesaggio locale ed interferenza con beni tutelati.
	BENI ARCHEOLOGICI		Interferenza con aree vincolate

3.1.1 Atmosfera

3.1.1.A Clima

In accordo con Köppen e Geiger il clima di Cagliari è classificabile come "BSk", definibile come di steppa locale con inverno freddo, caratterizzato da una bassa piovosità. Cagliari ha una temperatura media di 17.5 °C e la media

annuale di piovosità è di 448 mm (cfr. successiva Figura 3.1).

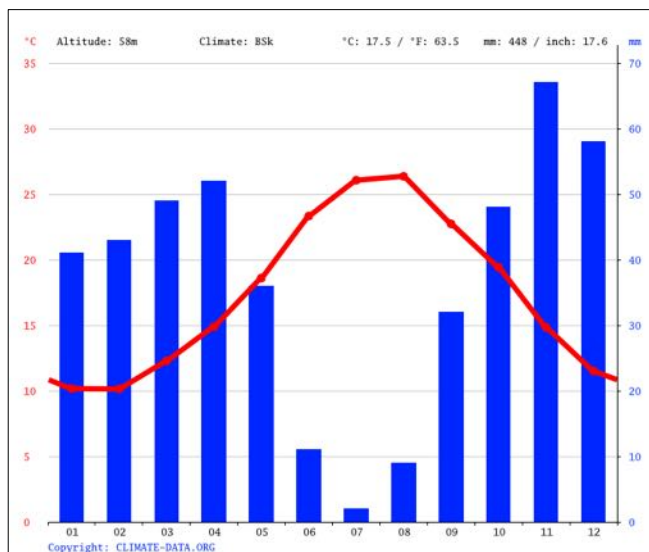


Figura 3.1 – Stazione di Cagliari: climogramma (Fonte: Climate-data.org).

Le precipitazioni più basse si registrano a Luglio mentre Novembre è il mese con maggiore piovosità, avendo una media di 67 mm. 26.4 °C è la temperatura media di Agosto, il mese più caldo dell'anno. Con una temperatura media di 10.1 °C, Febbraio è il mese con la più bassa temperatura di tutto l'anno. La seguente tabella riporta i dati medi di temperatura, precipitazione, umidità e irraggiamento.

Tabella 3.II – Stazione di Cagliari: dati medi di temperatura, precipitazione, umidità e irraggiamento. (Fonte: Climate-data.org).

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	10.2	10.1	12.3	14.9	18.6	23.3	26.1	26.4	22.7	19.4	14.8	11.5
Temperatura minima (°C)	7.2	6.9	8.6	10.8	14.1	18.1	20.8	21.3	18.8	16.1	12.1	8.7
Temperatura massima (°C)	13.4	13.7	16.4	19.2	23.2	28.4	31.4	31.6	27.2	23.4	17.9	14.6
Precipitazioni (mm)	41	43	49	52	36	11	2	9	32	48	67	58
Umidità(%)	80%	76%	74%	72%	67%	59%	57%	59%	67%	75%	78%	79%
Giorni di pioggia (g.)	5	6	5	6	4	2	0	1	4	5	7	7
Ore di sole (ore)	5.6	6.4	7.9	9.6	11.2	12.8	12.8	11.9	9.8	7.8	6.3	5.6

3.1.1.B Qualità dell'aria

Analizzando il carico emissivo dell'agglomerato di Cagliari, si evince come esso sia molto elevato per la maggior parte degli inquinanti, e presenta le problematiche tipiche dei maggiori centri urbani relativamente al trasporto su strada e al riscaldamento domestico. La stazione della rete regionale di misura della qualità dell'aria è ubicata presso Monserrato, sita in Via Sant'Angelo (CENMO1) come rappresentato nella seguente figura.



Figura 3.2 – Stazione della qualità dell'aria nell'area oggetto d'intervento (Fonte: Regione autonoma della Sardegna, 2020).

La seguente figura riporta, per l'anno 2020 (ultimo anno per il quale sono disponibili alla data odierna i dati riassuntivi del monitoraggio annuale), i dati relativi ai superamenti dei parametri osservati (C₆H₆, Co, NO₂, O₃, PM₁₀, SO₂, PM_{2.5}).

Comune	Stazione	C ₆ H ₆	CO	NO ₂			O ₃				PM10		SO ₂			PM2.5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	OLT	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU
		5	10	200	400	40	180	240	120	120	50	40	350	500	125	25
				18					25		35		24		3	
Cagliari	CENCA1									11						
Monserrato	CENMO1									21						
Quartu S. E.	CENQU1		-							5					-	

Figura 3.3 – Risultato del monitoraggio della qualità dell’aria nel comune di Cagliari: giorni di (unità di misura: $\mu\text{g}/\text{m}^3$) tranne CO in mg/m^3). (Fonte: Regione autonoma della Sardegna, 2020).

dove:

- MO: media oraria; M8: massima media mobile di otto ore in un giorno; MG: media giornaliera; MA: media annuale;
- PSU: valore limite per la protezione della salute umana; SI: soglia di informazione (solo per O3); SA: soglia di allarme (solo per NO2, SO2 e O3); VO: valore obiettivo; OLT: obiettivo a lungo termine.
- numero massimo di volte in cui i limiti possono essere superati nell'anno (quando non è indicato alcun numero significa che il limite non dovrebbe essere superato nemmeno una volta).

Dai dati riportati emerge che risulta il PM10 l'inquinante per il quale sono stati registrati superamenti, senza peraltro eccedere i limiti consentiti dalla normativa.

3.1.1.C Rumore e vibrazioni

Il Piano di zonizzazione acustica del comune di Cagliari riporta che l'area oggetto d'intervento ricade in classe II (cfr. Figura 3.4).

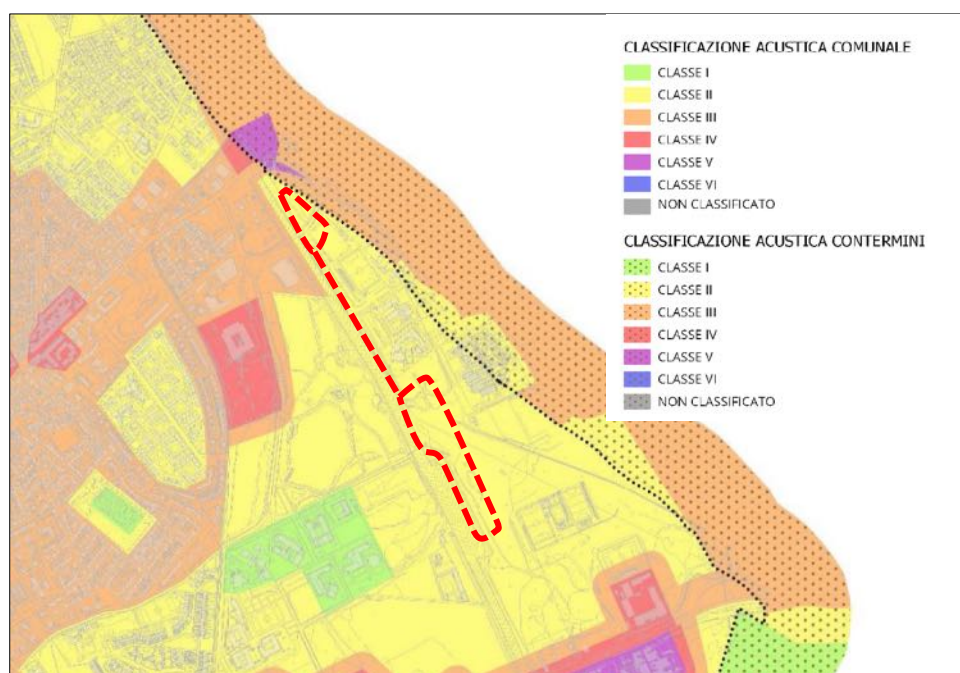


Figura 3.4 - Piano di zonizzazione acustica del comune di Cagliari, zonizzazione di progetto. In rosso sono riportati i limiti dell'intervento.

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali. I Valori limite riportati nel Piano di zonizzazione acustica, espressi come Leq ponderato A, per la Classe II sono i seguenti.

- Valori limite di emissione: periodo diurno 50 dB(A), periodo notturno 40 dB(A);
- Valori limite assoluti di immissione: periodo diurno 55 dB(A), periodo notturno 45 dB(A);
- Valori limite differenziali di immissione: periodo diurno 5 dB(A), periodo notturno 3 dB(A);
- Valori di qualità: periodo diurno 52 dB(A), periodo notturno 42 dB(A);
- Valori di attenzione riferiti ad 1 ora: periodo diurno 65 dB(A), periodo notturno 50 dB(A);
- Valori di attenzione relativi ai tempi di riferimento: diurno 55 dB(A), notturno 45 dB(A).

3.1.2 Ambiente biologico

3.1.2.A Fauna

Le caratteristiche ecologiche del Canale Terramaini e delle aree oggetto d'intervento **presentano elementi di scarsa naturalità**. Tuttavia, data la loro vicinanza con estese aree protette, quali lo stagno di Molentargius, il corso d'acqua ed i terreni limitrofi possono essere frequentato saltuariamente da individui di specie dell'avifauna, della fauna ittica e della fauna terrestre presenti in tali aree. In questa sede ci si limita a segnalarne semplicemente la presenza, tenendo conto anche di informazioni derivanti dai pochi studi pregressi. Per ciò che concerne la Classe *Anphibia*, in letteratura viene segnalata la presenza della Raganella sarda (*Hyla sarda*) e del Rospo smeraldino (*Bufo viridis*). Le due specie in questione, in diminuzione secondo gli ultimi studi, sono legate per la loro biologia riproduttiva agli ambienti di acqua dolce. Per quanto riguarda la Classe *Reptilia* è presente la Tartaruga d'acqua dolce (*Emys orbicularis*) che condivide l'habitat con la Testuggine palustre dalle orecchie rosse (*Trachemis scripta elegans*), specie originaria del Continente americano.

Appartenente alla stessa Classe è segnalato anche un ofide, la Natrice viperina (*Natrix maura*), comune biscia d'acqua. Queste specie sono state avvistate nei bacini d'acqua dolce. Sono inoltre presenti la Luscengola (*Chalcides*

chalcides), il Geco comune (*Tarentola mauritanica*) e la Lucertola campestre (*Podarcis sicula cettii*). Della Classe *Mammalia* risulta presente il Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus huxleyi*). Questo mammifero vive nelle zone più aride e si avvicina ai bacini d'acqua dolce per bere. Sicuramente trova un habitat ideale, soprattutto per la costruzione delle tane, nei banchi di arenaria affioranti. Un altro mammifero presente è il Riccio (*Erinaceus europaeus italicus*). Poco o nulla si sa sulla consistenza delle popolazioni appartenenti al genere *Rattus* e di eventuali altre specie di Roditori, anche di piccola taglia, come pure dei Chiroteri, che all'imbrunire volano alla ricerca degli insetti; è stata invece segnalata la presenza della donnola (*Mustela nivalis boccamela*). Infine si segnala la Nutria, (*Myocastor coypus*), avvistata per la prima volta nel Molentargius alla fine del 2006.

Si segnala inoltre gli episodi recenti di moria della fauna ittica, attribuiti a varie causa quali la mancanza di ossigenazione e/o lo sversamento di inquinanti a mezzo di scarichi abusivi nel canale di Terramaini, non ancora individuati.

3.1.2.B Flora e vegetazione

La superficie dell'area d'intervento risulta rimaneggiata nella sua continuità, caratterizzata dalla presenza di cumuli di materiale molto presumibilmente di origine antropica e costituiti da materiali di risulta di demolizioni di edifici, abbandonati senza controllo sulla superficie. Su queste aree marginali si è insediata una copertura vegetale di tipo ruderale con caratteristiche antropiche che tenderebbe, se lasciata a lungo indisturbata nella sua evoluzione, ad avvicinarsi alla vegetazione psammofila e igrofila delle aree costiere (cfr. Figura 3.5 e Figura 3.6).



Figura 3.5 – Vista dell'area presso l'invaso n.1: vegetazione erbacea presente.

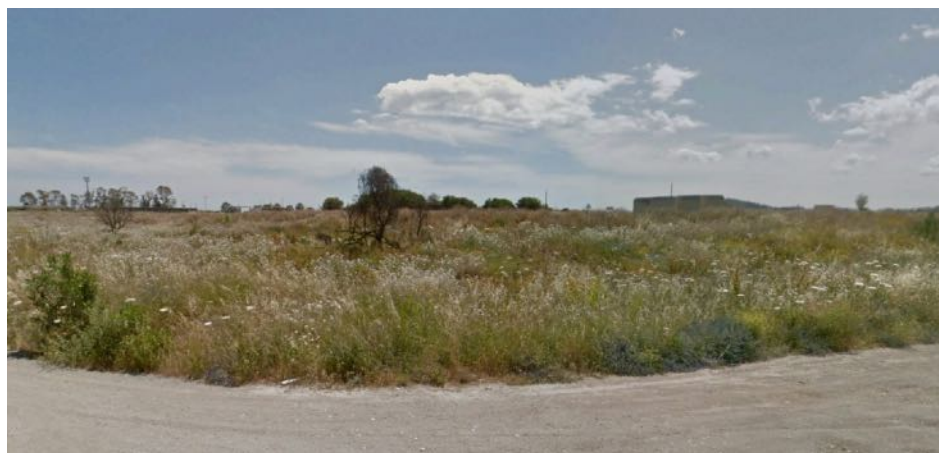


Figura 3.6 – Vista dell'area presso l'invaso n.2: vegetazione erbacea presente.

Le formazioni appaiono in qualche caso fortemente condizionate dalla presenza di specie ruderali (cfr. Figura 3.6): dal punto di vista ambientale il valore più importante è quello ecologico legato alla presenza stessa delle aree vegetate più che dalla qualità della loro composizione floristica. In ogni caso tali risultanze potranno essere confermate da opportuni approfondimenti che potranno essere effettuati in sede di Progettazione Definitiva.

3.1.2.C Habitat

L'area oggetto d'intervento non è segnalata come habitat protetto. Verso sud è presente l'area dello Stagno di Montelargius, inserita nella rete Natura 2000 (cfr. par. 1.7) che non viene in alcun modo interessato dagli interventi.

3.1.3 Idrosfera

3.1.3.A Acque superficiali

Regime quantitativo. Il regime idraulico del Canale di Terramaini è influenzato, innanzitutto, dell'andamento delle maree del Golfo a causa del suo collegamento al mare mediante il canale di La Palma. Il livello del Canale di Terramaini è influenzato anche dalla portata in arrivo dalla rete fognaria di Pirri (cfr. Figura 3.7) e dal rio Saliu che scorre tombato nel suo tratto finale di immissione nel Terramaini e di cui il Canale è il prolungamento naturale. Inoltre il Canale di Terramaini è anche collegato allo Stagno Bellarosa Minore di cui riceve il deflusso proveniente in occasione degli eventi di piena e provenienti, in ultima analisi, dai corsi d'acqua che su di esso si immettono (Rio Mortu, rio Nou di Selargius, rio Is Cungiaus).



Figura 3.7 – Bacini idrografici e schema planimetrico dei collettori pluviali principali a servizio della rete fognaria di Pirri.

Dal punto di vista idraulico

- il rio Saliu si immette nel Canale di Terramaini (e ne influenza i livelli in occasione di eventi intensi sul suo bacino idrografico) con una portata che è limitata dalla sezione chiusa (canale tombato) che caratterizza il suo tratto finale; e che è calcolata pari a circa $23 \text{ m}^3/\text{s}$;
- gli afflussi al Canale di Terramaini dai canali del sistema Molentargius-Is Arenas sono valutati in circa $10 \text{ m}^3/\text{s}$ in condizioni di massima piena dei corsi d'acqua affluenti in quel sistema (TR50 anni);

Regime qualitativo. Non esistono misure di qualità delle acque superficiali relative al Canale di Terramaini.

3.1.3.B Acque sotterranee

La struttura idrogeologica dell'area urbana di Cagliari e del suo entroterra più prossimo è costituita da un acquifero principale (Pala A. et alii, 1998) che interessa le litologie sabbioso-arenacee delle arenarie di Pirri (ADP) limitate inferiormente dal substrato impermeabile coincidente con il tetto delle litologie argilloso-limose delle argille di Fangario (AFA) a ovest e delle marne di Gesturi (GST) a nord e ad est.

Le arenarie di Pirri, solitamente incoerenti e con facies basali grossolane, contengono localmente livelli più costipati ed intercalazioni lapidee debolmente argillose che determinano significative variazioni della permeabilità e fanno assumere locali caratteristiche di salienza alla falda. Gli acquiferi secondari sono impostati:

- nella facies calcarea organogena (CGIc) del “*calcare di Cagliari*”;
- nei depositi marino-litorali del Quaternario;
- nei depositi litoranei olocenici e attuali;
- nei depositi definiti di epoca storica;
- nei materiali di discarica e i detriti di cava, permeabili per porosità.

La facies basale calcareo-marnosa (CGIa) del “*calcare di Cagliari*” costituisce il locale substrato impermeabile degli acquiferi presenti nelle facies “*Pietra Forte*” e “*Tramezzario*”. Di particolare interesse, soprattutto nell'evoluzione storica della città di Cagliari, risulta l'acquifero presente all'interno della “*Pietra Forte*”, discretamente permeabile per fessurazione e carsismo, sfruttato mediante pozzi sin da tempi remoti. La scarsa permeabilità dei calcari detritico-argillosi (CGIb) della facies “*Tramezzario*”, ha permesso invece di ricavare al loro interno, in diverse parti della città, i serbatoi dell'acquedotto comunale. L'analisi della falda dell'area urbana di Cagliari evidenzia una alimentazione principale, diretta circa NW-SE, dal Colle di San Michele per Monte Claro ed i rioni di Castello e di San Benedetto, fino a Monte Urpinu. Perpendicolarmente si dipartono le due principali direzioni di deflusso della falda, una delle quali si dirige verso lo stagno di Molentargius (a est) e l'altra verso la Laguna di Santa Gilla (a ovest). Lungo queste direzioni sono individuati i principali assi di drenaggio.

Tipologia degli acquiferi. Sistemi freatici. Sono localizzati nelle aree dove affiorano diffusamente, e con discreti spessori, depositi alluvionali quaternari ad elevata permeabilità. È il caso della zona di San Benedetto, situata nella parte centrale di un'ampia valle orientata N-S, che drenava le acque di scorrimento superficiale provenienti dai versanti dei colli di Castello e di Monte Urpinu. Le alluvioni presenti nel settore sono sede di una falda freatica con soggiacenza di alcuni metri; in particolari condizioni meteorologiche si determinano situazioni favorevoli alla risalita della superficie freatica quasi sino al piano campagna, interessando anche le opere di fondazione degli edifici o gli scantinati (es. quartiere di S. Benedetto). **Sistemi confinati.** Si tratta di acquiferi prevalentemente impostati all'interno delle arenarie di Pirri, laddove la presenza di livelli cementati determina la formazione di un setto impermeabile a tetto dell'acquifero. In funzione della giacitura degli strati, a sua volta condizionata dalla struttura tettonica locale, è possibile la formazione di falde in pressione che talora mostrano un significativo carattere di salienza. Altre locali condizioni favorevoli alla formazione di falde confinate sono dovute alla presenza di depositi eluvio-colluviali argilloso-limosi rossastri (“*Terre Rosse*” - Barrocu et alii, 1981) e di depositi alluvionali pleistocenici ben costipati, tanto da divenire sostanzialmente impermeabili, che ricoprono i sedimenti sabbioso-arenacei delle arenarie di Pirri, tamponando superiormente gli acquiferi in essi contenuti.

Misure in sito. Tutti i sondaggi realizzati, la cui descrizione è riportata al par. 3.1.4.A, sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto per la misura dei livelli piezometrici nel tempo e la realizzazione di prove di caratterizzazione della falda. Le quote piezometriche riferite al mese di dicembre 2015 sono le seguenti:

Tabella 3.III – Quote piezometriche rilevate nel dicembre 2015 presso l'invaso n.1.

Sondaggio	Quota p.c [m]	Soggiacenza [m]	Quota falda [m s.l.m.]
S1	5.28	4.17	1.11
S2	4.98	3.51	1.47
S3	4.35	3.07	1.28
S4	3.00	2.48	0.52
S5	2.51	1.84	0.67

Tabella 3.IV – Quote piezometriche rilevate nel dicembre 2015 presso l'invaso n.2.

Sondaggio	Quota p.c [m]	Soggiacenza [m]	Quota falda [m s.l.m.]
S1	2.06	1.55	0.51
S2	1.74	1.48	0.26
S3	3.38	2.97	0.41
S4	2.81	2.43	0.38
S5	2.79	2.35	0.44
S6	2.68	2.14	0.54
S7	1.98	1.39	0.59
S8	2.27	2.07	0.2
S9	1.83	1.25	0.58
S10	2.56	1.98	0.58
S11	2.08	1.56	0.52
S12	2.01	1.57	0.44

Questi dati consentono una prima ricostruzione dell'andamento della falda nel sottosuolo; nonostante le differenze di quota piezometrica tra i punti rilevati siano piuttosto contenute, è possibile realizzare una rappresentazione schematica mediante il tracciamento di linee isofreatiche attraverso le quali si può ipotizzare che la direzione di flusso principale sia rivolta verso il Canale di Terramaini (cfr. Figura 3.8 e Figura 3.9).

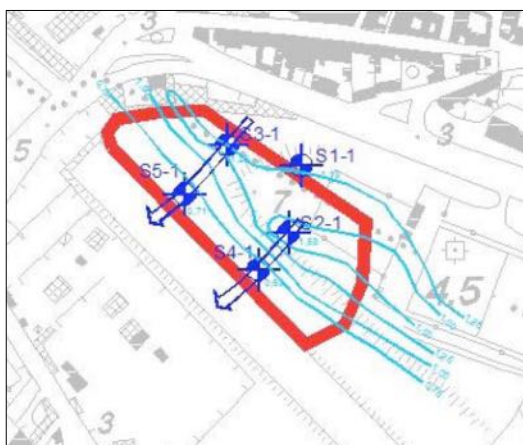


Figura 3.8 – Isofreatiche presso l'invaso n. 1.

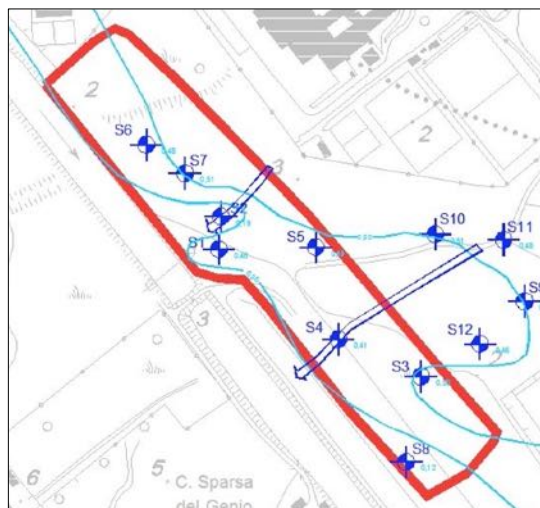


Figura 3.9 – Isofreatiche presso l'invaso n. 2.

3.1.4 Geosfera

3.1.4.A Geologia e geomorfologia

Inquadramento geologico. Sondaggi. Al fine di definire in maniera puntuale le caratteristiche del sottosuolo, la variabilità verticale ed orizzontale e la continuità dei differenti livelli, è stata predisposta una campagna di indagini geognostiche costituita da:

- per l'invaso 1: 5 sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità di 8m dal piano di campagna e 3 pozzetti geognostici esplorativi spinti alla profondità di circa 4,50 m dal piano di campagna (cfr. Figura 3.10);

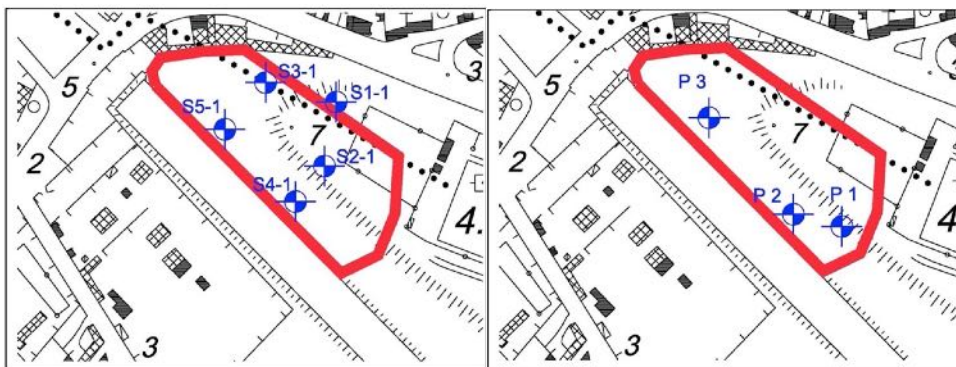


Figura 3.10 – Localizzazione dei sondaggi (a sinistra) e pozzetti esplorativi (a destra) presso l'invaso n. 1.

- per l'invaso 2: 12 sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità di 10 – 15m dal piano di campagna e 6 pozzetti geognostici esplorativi spinti alla profondità di circa 4,50 m dal piano di campagna (cfr. Figura 3.11)

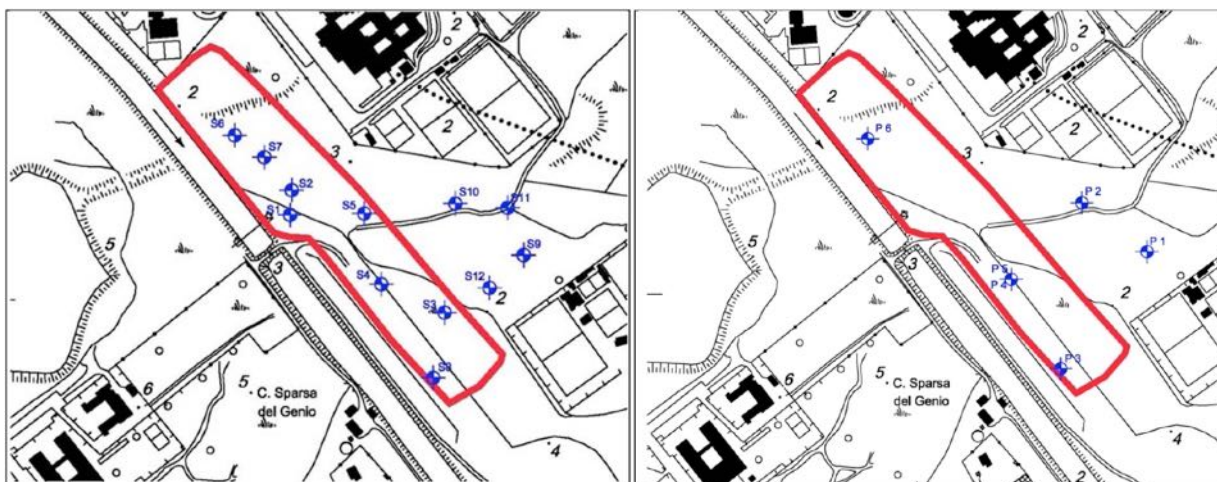


Figura 3.11 – Localizzazione dei sondaggi (a sinistra) e pozzetti esplorativi (a destra) presso l'invaso n. 2.

I dati (riportati in App. A) opportunamente trattati, sono sintetizzati nelle sezioni geologiche di dettaglio, rappresentate nelle figure seguenti.

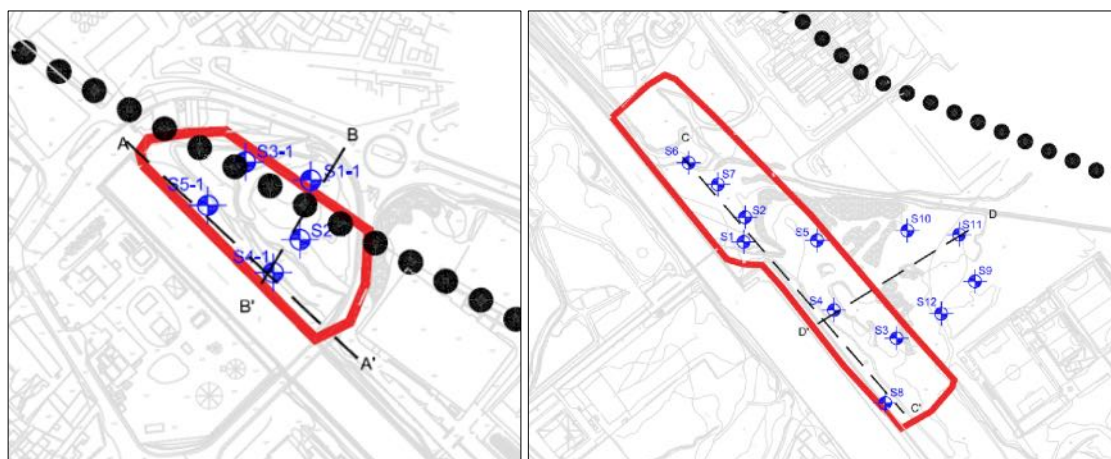


Figura 3.12 – Ubicazione delle sezioni geologiche presso l'invaso 1 (a sinistra) e presso l'invaso 2 (a destra).

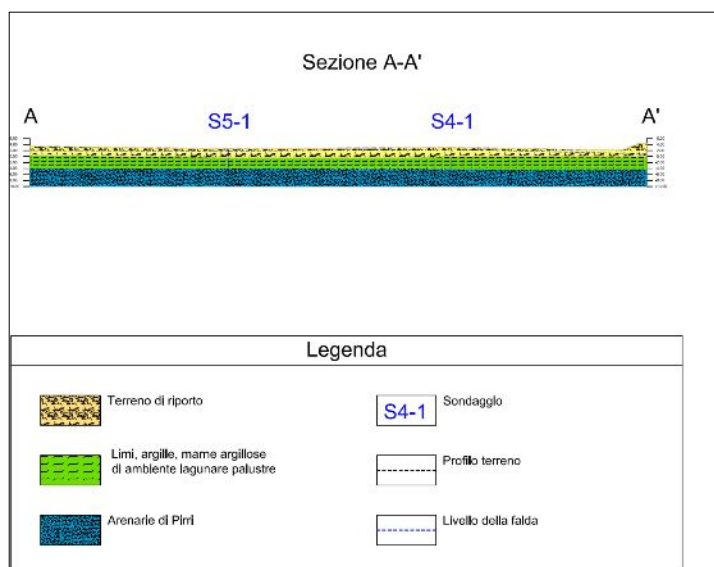


Figura 3.13 – Sezione geologica presso l'invaso 1.

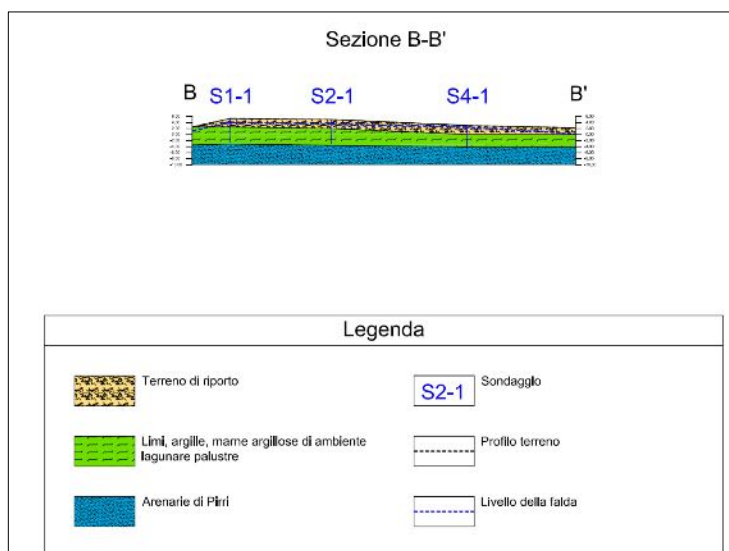


Figura 3.14 – Sezione geologica presso l'invaso 2.

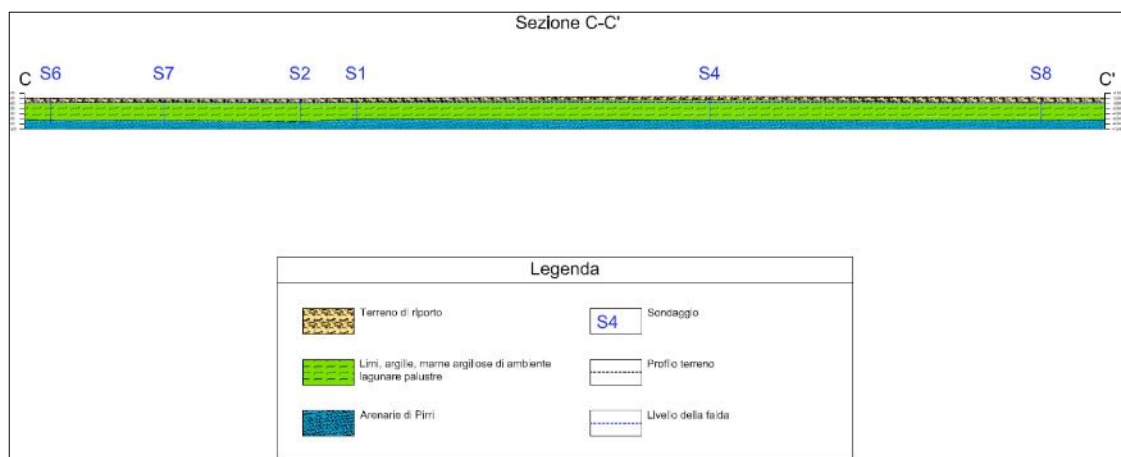


Figura 3.15 – Sezione geologica presso l'invaso 2.

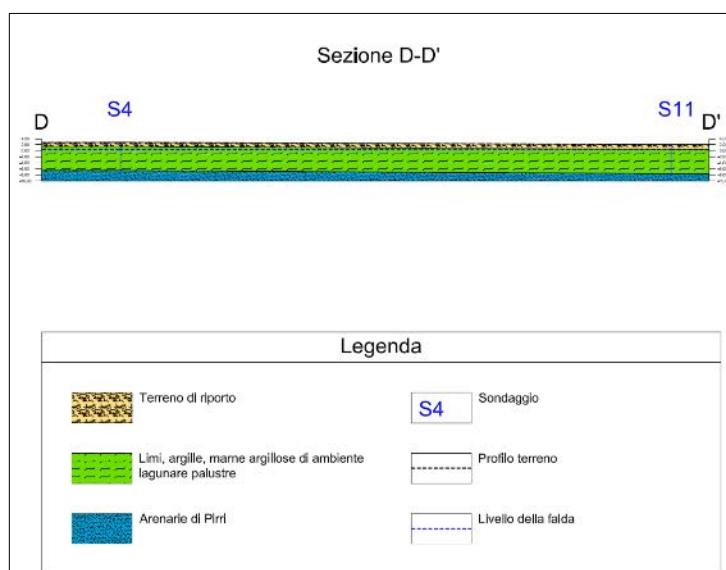


Figura 3.16 – Sezione geologica presso l'invaso 2.

I sondaggi realizzati evidenziano, all'interno dello stesso bacino, caratteristiche omogenee. Prendendo a titolo di

esempio il sondaggio S5 per quanto riguarda l'invaso n.1 si identifica la seguente stratigrafia:

Tabella 3.V – Descrizione della stratigrafia del sondaggio S5 presso l'invaso n.1.

Profondità	Descrizione
m 0.00 ÷ 0.90	Riporto detritico sabbioso ciottoloso con resti di macerie.
m 0.90 ÷ 2.90	Riporto detritico marnoso, localmente sabbioso, addensato. È presente, all'interno dell'ammasso, uno strato dello spessore di circa 1,20m di materiale contenente resti plastici (RSU)
m 2.90 ÷ 4.20	Marne argillose grigie, umide, plastiche
m 4.20 ÷ 6.40	Sabbie argillose e argille sabbiose, sature, sede di acquifero.
m 6.40 ÷ 8.00	Sabbie finissime limose, compatte, sovraconsolidate (lapidee da 6,5 a 7,0 m) appartenenti alla formazione delle Arenarie di Pirri

Il sondaggio è caratterizzato, per circa 3 m, dalla presenza di materiale di riporto detritico contenente, nella parte superficiale, resti di macerie da demolizioni edilizie e, più in profondità, resti plastici di varia natura che rivelano che l'area è stata in passato utilizzata anche come discarica, presumibilmente di RSU.

Al di sotto di tali depositi si rinvencono, per tutta l'area di indagine, dei sedimenti marnoso argillosi grigiastri di ambiente lagunare, poco coerenti e generalmente molto plastici, ai quali viene generalmente attribuita una permeabilità bassissima. Alla base dei depositi marnosi si rinvencono sedimenti sabbiosi – limosi molto compatti che segnano il passaggio allo strato basale antico identificabile come Formazione delle Arenarie di Pirri, rappresentato generalmente da sabbie quarzoso micacee addensate, irrigidite dalla presenza di livelletti di arenaria lapidea. Tali arenarie basali si possono considerare non comprimibili e, in grande, impermeabili.

Prendendo a titolo di esempio il sondaggio S7 per quanto riguarda l'invaso n.2 si identifica la seguente stratigrafia:

Tabella 3.VI – Descrizione della stratigrafia del sondaggio S5 presso l'invaso n.2.

Profondità	Descrizione
m 0.00 ÷ 0.90	Riporto detritico sabbioso - microciottoloso.
m 0.90 ÷ 8.30	Marne argillose grigie umide plastiche
m 8.30 ÷ 10.00	Argille limose e limi sovraconsolidati molto compatti.

La stratigrafia dei sondaggi inizia con spessori variabili di terreni di riporto caratterizzati dalla presenza di resti detritici di macerie da edilizia e resti riconducibili a rifiuti solidi urbani ad indicare che, molto presumibilmente, anche l'area presso l'invaso n.2 è stata utilizzata per lungo tempo come discarica incontrollata di rifiuti; tale attività si è protratta fino a tempi recenti con l'accumulo di macerie i cui cumuli caratterizzano la morfologia dell'area. Al di sotto di tali cumuli si rinvencono, per tutta l'area di indagine e in analogia con quanto descritto per il bacino precedentemente descritto, dei sedimenti marnoso argillosi grigiastri di ambiente lagunare, poco coerenti e generalmente molto plastici che presentano livelli in cui tali materiali appaiono poco consistenti e finemente fratturati tanto da apparire ad una osservazione superficiale, come sabbiosi o microciottolosi. In realtà tale aspetto è dato dalle caratteristiche fisico meccaniche del materiale, caratterizzato da valori di coesione bassissimi dimostrati anche dalla resistenza alla rottura scissometrica rilevata in situ (praticamente non apprezzabili attraverso lo scissometro portatile). La permeabilità da tali materiali risulta comunque generalmente bassa ($K = 10^{-6} \div 10^{-8}$).

3.1.5 Sistema socio economico e territoriale

3.1.5.A Sicurezza e salute

Come riportato nell'analisi della pianificazione esistente (cfr. par. 1.3), l'area di progetto non è interessata da alcuna

zonizzazione relativamente alla pericolosità idraulica generata direttamente dai corsi d'acqua presenti, di cui il progetto persegue l'abbassamento. La pericolosità idraulica tuttavia presente è generata dalle condizioni idrauliche degli scarichi dell'area urbana di Pirri che, non potendo sversarsi per gravità nel Canale di Terramaini durante gli eventi intensi, rigurgitano ed allagano l'abitato.

3.1.5.B Risorse

Uso del suolo. La seguente figura riporta la carta di uso del suolo che classifica le aree oggetto d'intervento come "Cantieri", "Aree ricreative e sportive", "Macchia mediterranea".

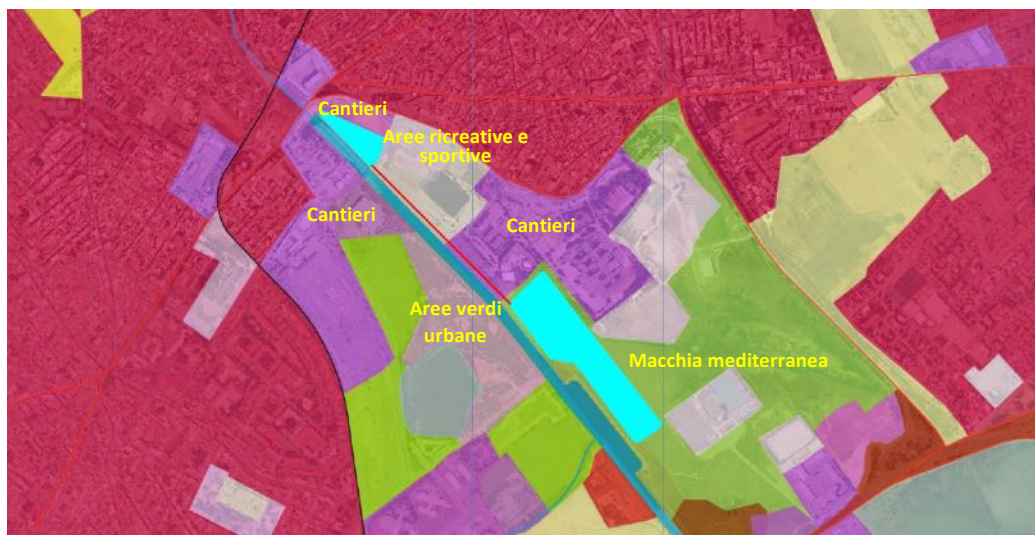


Figura 3.17 – Uso del suolo. (Fonte: SardegnaGeoportale).

Proprietà fondiaria. La proprietà dei terreni è rappresentata nella seguente Figura 3.18 che riporta le particelle fondiarie e gli immobili presenti.



Figura 3.18 – Catasto fondiario e immobili. (Fonte: SardegnaGeoportale).

Come si evince dalla precedente figura, l'opera in progetto non interessa alcun immobile accatasto, sovrapponendosi a particelle fondiarie e a particelle appartenenti al demanio acque. Lo stato delle particelle interessate, dal punto di vista della proprietà, dovrà essere verificato nelle successive fasi progettuali.

3.1.5.C Rifiuti

Rifiuti. Come già accennato, l'aspetto più rilevante in relazione alla produzione di rifiuti riguarda la presenza accertata nell'area oggetto di scavo di uno spessore variabile di materiali provenienti dalla demolizione di edifici nonché, con tutta probabilità, di RSU. L'impatto potenziale nella fase di cantiere derivante dallo scavo delle vasche appare come negativo medio a motivo dell'estensione e dei volumi presumibili di materiali che sarà necessario allontanare. Nel Cap. 5 vengono descritti gli approfondimenti ritenuti necessari per sviluppare le successive fasi della progettazione, sul tema dei rifiuti.

3.1.5.D Fruizione turistico ricreativa

Nell'area oggetto d'intervento, in sinistra idrografica, è presente una pista ciclabile, vero e proprio corridoio di collegamento, che collega via Treleani, in senso NW-SE, fin quasi allo stagno di Molentargius (cfr. Figura 3.19). La pista costituisce un importante asse di collegamento e di fruizione di spazi aperti.



Figura 3.19 – Pista ciclopedonale del Canale di Terramaini. In destra il Parco di Terramaini.

Si segnala inoltre in destra idrografica del Canale, la presenza del Parco di Terramaini, polo di fruizione turistico-ricreativa di recente realizzazione.

3.1.6 Sistema paesaggistico

3.1.6.A Paesaggio

L'ambito paesaggistico di Cagliari è caratterizzato da un complesso sistema paesistico territoriale unitario in cui si riconoscono almeno tre grandi componenti: il sistema costiero dello Stagno di Cagliari-laguna di Santa Gilla, la dorsale geologico-strutturale dei colli della città di Cagliari e il compendio umido dello stagno di Molentargius, delle saline e del cordone sabbioso del Poetto. In particolare la depressione stagnale di Molentargius caratterizza il paesaggio dell'area di intervento, a cui afferisce un bacino di alimentazione che si spinge fino ai rilievi collinari di Settimo San Pietro e Sinnai, circoscritto all'estremità meridionale dello sprofondamento del Campidano e che culmina con la falcata sabbiosa del litorale del Poetto.

Nell'ambito paesaggistico dell'area di intervento si individuano alcune criticità e valori.

Criticità. Nel territorio oggetto d'intervento, l'estensione dell'agglomerato di Cagliari ha alterato gran parte delle forme originarie del paesaggio e dei processi naturali, anche se è ancora possibile riconoscere i tratti salienti delle forme del rilievo che hanno guidato l'espansione urbana dalle origini fino ad oggi. Le infrastrutture presenti nell'ambito e la localizzazione degli impianti produttivi costituiscono una maglia infrastrutturale che interseca i sistemi idrografici di alimentazione delle zone umide costiere sovrapponendosi ai processi ambientali. La tendenza alla saldatura dei centri urbani contribuisce a chiudere i residui corridoi ecologici di comunicazione tra le zone umide e i propri bacini di alimentazione, assediando gli ecosistemi e gli habitat interclusi. Questi fenomeni stabiliscono condizioni di criticità legate alla perdita dei margini tra la città e le sue matrici ambientali: i riflessi nel paesaggio urbano sono quelli del progressivo degrado delle aree via via marginalizzate dall'occupazione urbana dello spazio. Ai margini della città, le periferie urbane soffrono problemi di omologazione del paesaggio e di perdita di chiari riferimenti spaziali, morfologici e tipologici. La saldatura tra i centri dell'area urbana istituisce condizioni di perifericità di zone intercluse e rende inestricabile, anche dal punto di vista percettivo, la lettura dei segni della stratificazione storica dell'insediamento cagliaritano, finendo per offuscare il sistema delle differenze costituito dai centri medievali della città e dei borghi agricoli.

Valori. Tra tutti riveste importanza la presenza di componenti paesaggistico-ambientali naturali e quasi naturali localizzate nelle immediate vicinanze degli insediamenti.

3.1.6.B Beni archeologici

Dalla consultazione del sito del Ministero della cultura *“Vincoli in rete”* non risulta presente alcun vincolo archeologico gravante sulle aree oggetto d’intervento (cfr. Figura 3.20).

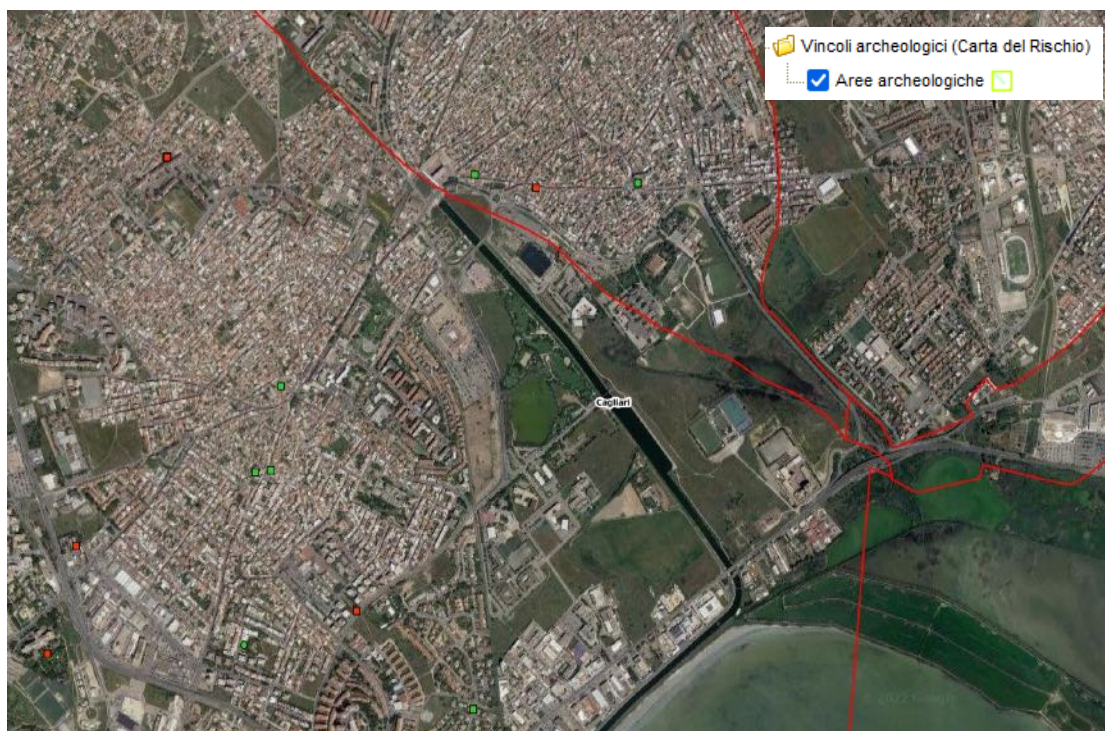


Figura 3.20 – Estratto della cartografia *“Vincoli in rete”* del Ministero della cultura.

Eventuali ulteriori indicazioni circa l’esistenza di aree su cui porre l’attenzione dal punto di vista archeologico potranno emergere dall’analisi preliminare del rischio archeologico che dovrà essere redatta prima delle ulteriori fasi della progettazione. Nel Cap. 5 vengono indicati gli approfondimenti ritenuti necessari.

4. Impatti

4.1 Premessa

In questo paragrafo si prefigurano, in forma sintetica, i principali e potenziali impatti derivanti sia dalla realizzazione delle opere previste dal progetto (c.d. **fase di cantiere**) sia dall'esplicarsi della loro funzione e presenza (c.d. **fase di esercizio**). Per ogni componente ambientale considerata, il giudizio sintetico attribuito al relativo impatto segue la seguente classificazione:

- impatto trascurabile/basso: l'entità dell'impatto, positivo o negativo, è tale da non poter essere significativamente apprezzata e/o misurata;
- impatto medio: gli impatti classificati in questa categoria se negativi sono, generalmente reversibili, ossia terminano una volta realizzato l'intervento e di breve durata; se positivi determinano un beneficio a scala locale;
- impatto rilevante: l'entità dell'impatto è tale da modificare profondamente lo stato attuale dell'ambiente. Gli impatti classificati in questa categoria possono essere irreversibili o, se reversibili, richiedere tempi lunghi per il ripristino delle condizioni ambientali iniziali, inoltre nel caso in cui risultassero positivi determinano un beneficio a vasta scala; solitamente tali impatti sono conseguenti ad effetti cumulativi con altre opere o progetti insistenti sull'area.

Si rileva in ogni caso che:

- gli impatti negativi sono da attribuire quasi esclusivamente alla fase di cantiere;
- gli impatti positivi sono da attribuire esclusivamente alla fase di esercizio in ordine alla capacità di ridurre il rischio idraulico derivante dal rigurgito del sistema fognario di Pirri, da attribuire al funzionamento degli invasi.

4.2 Descrizione dello stato di progetto

4.2.1 Atmosfera

4.2.1.A Clima

Sia **in fase di cantiere** sia **in fase di esercizio** non si ravvedono impatti misurabili sul clima locale. Nessuna azione progettuale è in grado di modificare il microclima locale.

4.2.1.B Qualità dell'aria

In **fase di cantiere** si ravvisa come l'impatto maggiore sulla qualità dell'aria deriva dalle lavorazioni di cantiere necessarie per la realizzazione delle opere, specialmente per quelle relative alle operazioni di scavo dei terreni che necessiteranno della loro movimentazione e del successivo allontanamento (quali terre o rocce da scavo oppure come rifiuti), al fine di poterli conferire alla destinazione finale, peraltro non ancora definita nella presente fase progettuale ma sicuramente gravanti sul sistema delle discariche provinciali. In ogni caso, a partire dal volume totale da scavare, stimabile a circa 122660 m³ (senza tuttavia considerare i cumuli di terreno presenti sulla superficie) ed ipotizzandone un allontanamento totale dal cantiere (con una durata stimabile di 2.5 anni), il numero di viaggi in uscita dal cantiere per l'allontanamento del materiale di scavo è pari a circa 68-70 viaggi al giorno, circa 10 all'ora.

Si stima che l'impatto complessivo possa essere negativo medio, mitigabile attraverso opportune misure da definire nella fase di Progettazione Definitiva, da adottare per tutta la durata del cantiere.

In **fase di esercizio** non si ravvedono impatti di alcun tipo sulla qualità dell'aria.

4.2.1.C Rumore e vibrazioni

In **fase di cantiere**, per quel che attiene alla variazione del livello di rumorosità e alla generazione di vibrazioni, i rispettivi livelli sono influenzati dall'attività delle macchine operatrici adibite alla realizzazione delle opere e attengono, principalmente, alle lavorazioni inerenti al movimento terra, quali scavi e trasporti al di fuori del cantiere. Le operazioni e le lavorazioni eseguite all'interno dei cantieri edili e stradali - quale il cantiere in oggetto è assimilabile - comprendono lavorazioni, utilizzo di attrezzature e tipologia di macchinari che comportano sovente il superamento dei valori limite fissati dalla normativa vigente e pertanto necessiteranno di specifiche autorizzazioni.

Nell'area circostante il possibile cantiere sono presenti alcuni possibili bersagli acustici rappresentati nella seguente figura:



Figura 4.1 – Potenziali bersagli acustici (in giallo) presenti nell'area limitrofa agli interventi (in rosso).

Si tratta per lo più di edifici ad uso commerciale, artigianale o sportivo. Si osserva inoltre che il clima acustico dell'area sia influenzato attualmente dalla presenza di traffico veicolare in transito sulla viabilità circostante.

In fase di Progettazione Definitiva, sulla base delle lavorazioni che verranno definite, potrà essere redatta un'ideale Valutazione di impatto acustico che potranno evidenziare eventuali criticità e stabilire le misure di mitigazione atte a far rispettare al cantiere i limiti normativi. In ogni caso le lavorazioni dovranno essere eseguite nel rispetto del Regolamento Acustico del Comune di Cagliari ed eventuali deroghe in merito alle emissioni ed all'orario dovranno essere richieste agli Uffici Comunali competenti.

Sulla base della distanza dei possibili bersagli e del tipo di lavorazioni ad ora prevedibili si prefigura comunque un impatto negativo giudicato medio, mitigabile grazie ad opportune misure di semplice implementazione.

In **fase di esercizio** non si ravvedono impatti, dato anche che l'impianto idrovoro risulta confinato in apposito edificio.

4.2.2 Ambiente biologico

4.2.2.A Fauna

Fase di cantiere. Durante la realizzazione delle opere, gli impatti previsti sulla fauna ittica del Canale di Terramaini sono da attribuirsi principalmente alla realizzazione dello sfioratore laterale che necessiterà, molto

presumibilmente, di mettere in opera opportune opere provvisorie per la messa in asciutta al fine di poter realizzare lo sfioratore stesso. Gli impatti derivanti da tali opere temporanee sono ritenuti negativi di bassa entità, dato che la sezione del Canale, in quel punto, potrà essere messa in asciutta parziale e non totale, mantenendo quindi la possibilità di transito e frequentazione dell'alveo del Canale alla fauna ittica.

Per quel che riguarda la fauna terrestre e l'avifauna, il disturbo arrecato riguarda il suo allontanamento temporaneo dal sito di realizzazione delle vasche: data la bassa valenza intrinseca dell'habitat interessato l'impatto è giudicato basso, essendo inoltre temporaneo. Al termine dei lavori le superfici saranno nuovamente frequentabili da avifauna e fauna terrestre che potranno ricolonizzare gli ambienti anche a motivo delle sistemazioni ambientali che potranno favorire tale processo.

In **fase di esercizio** non si ravvisano impatti, se non l'occasionale entrata nella vasca di singoli individui dell'ittiofauna durante l'invaso delle aree. Tali impatti si giudicano bassi a motivo dell'occasionalità dell'evento e della bassa frequenza nell'entrata in funzionamento dell'opera.

4.2.2.B Flora e vegetazione

In **fase di cantiere** l'eliminazione sulle superfici interessate dalla eliminazione della vegetazione presente è giudicata come negativa, di basso impatto data la bassa valenza delle formazioni vegetate, ben lontane da una condizione *climax*.

L'impatto sarà compensato dalla realizzazione delle opere di rinaturazione ed inserimento ambientale che permetteranno, al termine dei lavori, il ripristino della continuità della copertura erbacea e la realizzazione di fasce arbustive e boscate, con una composizione e struttura stabilite in sede di progettazione. Nel Cap. 5 vengono suggeriti degli interventi ritenuti necessari per la mitigazione degli impatti ed il miglior inserimento dell'intervento nel contesto ambientale.

In **fase di esercizio** non si ravvedono impatti misurabili.

4.2.2.C Habitat

In **fase di cantiere**, l'impatto derivante dall'eliminazione degli habitat presenti non è giudicato di entità particolarmente rilevante, data la bassa qualità di tali habitat, non essendo inoltre assimilabili in alcun modo ad habitat protetti presenti in aree vicine. L'importanza di tali habitat risiede infatti nella loro presenza quali aree vegetate in un contesto per lo più ormai urbanizzato che potranno tuttavia essere ripristinate grazie agli interventi ambientali da progettare in sede di Progetto Definitivo.

In **fase di esercizio** non si individuano impatti.

4.2.3 Idrosfera

4.2.3.A Acque superficiali

Regime quantitativo. In **fase di cantiere** gli effetti sul regime quantitativo del Canale di Terramaini saranno bassi o trascurabili, non essendo infatti previste interruzioni dei deflussi superficiali del Canale stesso la cui sezione potrebbe solamente essere parzializzata, peraltro in modo temporaneo e solo in corrispondenza del previsto sfioratore.

Durante il funzionamento del cantiere le portate del Canale potranno inoltre essere modificate dal recapito delle acque emunte dagli invasi in fase di realizzazione, che potrebbe essere messo in opera mediante *well-point* al fine di mantenere bassa la falda in corrispondenza degli scavi. I volumi da scaricare sono ancora indeterminati dato che dovranno essere determinati nel Progetto Definitivo.

Nel Cap. 5 vengono descritti alcuni approfondimenti ritenuti necessari per la successiva fase progettuale.

In **fase di esercizio** si potranno esplicitare tutti i benefici derivanti dall'entrata in funzione degli invasi, con effetti positivi sul contenimento dei livelli idrometrici nel Canale di Terramaini: i loro valori consentiranno al sistema fognario di Pirri di potervi conferire i volumi raccolti dall'area urbana, evitando in tal modo allagamenti. I volumi temporaneamente immagazzinati nelle vasche saranno successivamente reimmessi nel Canale quando il regime idraulico del corso d'acqua lo consentirà: le portate ed il livello del Canale potrebbero pertanto risentire di tale sversamento per qualche giorno dopo gli eventi, per poi ritornare a valori normali.

Regime Qualitativo. In **fase di cantiere** le fonti di impatto sulla qualità delle acque del Canale di Terramaini potrebbero essere innanzitutto quelle dei mezzi d'opera e delle lavorazioni che avverranno in alveo, che tuttavia sarà posto parzialmente in asciutta principalmente per la realizzazione dello sfioratore laterale dell'invaso n. 1. Potrà in tal modo diminuire il rischio di sversamenti accidentali di olii e carburanti dei macchinari impiegati, rischi ulteriormente diminuibili grazie all'adozione di opportune misure di mitigazione per i mezzi impiegati.

Secondariamente potrebbero manifestarsi impatti in relazione allo sversamento delle acque di *well-point* provenienti dalle aree di scavo. Tali aspetti andranno verificati e definiti nella successiva fase progettuale che dovrà definire le caratteristiche delle acque di falda e stimare la portata da emungere e da conferire al Canale di Terramaini.

In **fase di esercizio** non si ravvedono impatti sulla qualità delle acque del Canale di Terramaini. Le acque che verranno sversate dagli invasi al termine degli eventi pluviometrici intensi sono qualitativamente identiche a quelle attualmente transitanti nel Canale; si ipotizza, inoltre una qualche, seppur bassa, capacità di depurazione delle acque raccolte nelle vasche a seguito della deposizione di sedimenti in sospensione sul fondo degli invasi.

4.2.3.B Acque sotterranee

In **fase di cantiere** la problematica più probabile da affrontare, per quanto riguarda le acque sotterranee, è la più che probabile intercettazione della falda durante le operazioni di scavo delle aree di invaso, come dimostrato dalle isofreatiche determinate sulla base delle misure effettuate. Sarà quindi necessario abbassare localmente il piano di falda mediante l'installazione e la messa in funzione di *well-point* che potranno conferire le portate emunte nel Canale di Terramaini. L'impatto sul regime di falda è giudicato negativo di bassa entità, temporaneo in quanto tale abbassamento terminerà alla fine dei lavori.

In **fase di esercizio** non si prefigurano impatti di rilievo dato che l'opera, a causa della sua conformazione e profondità non impedirà del tutto il ripristino delle linee di deflusso delle acque sotterranee ed il loro movimento verso il Canale di Terramaini. Eventuali flussi sotterranei, in arrivo al perimetro delle casse saranno intercettati ed i volumi immagazzinati per il riutilizzo per l'irrigazione delle opere a verde che potranno essere realizzate.

4.2.4 Geosfera

4.2.4.A Geologia e geomorfologia

In **fase di cantiere** l'impatto sulla componente è da attribuirsi agli scavi necessari per la realizzazione degli invasi. Viste la non elevata profondità raggiunta dall'opera, l'impatto tuttavia è limitato e giudicato di media entità, non mitigabile.

In **fase di esercizio** non si ravvede alcun impatto.

4.2.5 Sistema socio economico e territoriale

4.2.5.A Sicurezza e salute

In **fase di cantiere**, gli aspetti connessi alla sicurezza afferiscono intrinsecamente alla gestione delle lavorazioni che tuttavia non interesseranno la popolazione. Le opere provvisorie che potranno essere adottate in fase di cantiere manterranno inoltre la continuità del Canale ai fini del deflusso delle sue acque, mantenendo quindi perlomeno identico allo stato attuale il livello di rischio idraulico nelle aree urbane di Pirri. L'impatto negativo è giudicato basso.

In **fase di esercizio** si esplicheranno tutti i benefici, connessi al funzionamento degli invasi, legati all'abbassamento della pericolosità idraulica permessa dalla possibilità di sversare, durante gli eventi intensi, le portate della rete di raccolta delle acque piovane di Pirri nel Canale di Terramaini.

4.2.5.B Risorse

Uso del suolo. Il cantiere trasformerà l'uso del suolo solamente delle aree in corrispondenza delle vasche. L'impatto appare trascurabile, potendo infatti la realizzazione delle opere in qualche modo "vincolare" tali aree a non essere edificate. In **fase di esercizio** non si individuano impatti.

Proprietà fondiaria. Alla **fase di cantiere** può essere attribuito l'impatto sull'assetto proprietario delle particelle: quelle private dovranno essere espropriate per cause di pubblica utilità. Ai legittimi proprietari dovrà essere corrisposta adeguata indennità calcolata sulla base della normativa vigente, che costituirà vera e propria compensazione di una azione progettuale non evitabile. L'entità dell'impatto negativo, è difficile quantificazione all'attuale stato della progettazione dato che non sono ancora disponibili i particellari di esproprio.

In **fase di esercizio** non si prefigura alcun impatto.

4.2.5.C Rifiuti

In **fase di cantiere**, come già accennato, l'aspetto più rilevante in relazione alla produzione di rifiuti riguarda la presenza accertata nell'area oggetto di scavo di uno spessore variabile di materiali provenienti dalla demolizione di edifici nonché, con tutta probabilità, di RSU. L'impatto potenziale nella fase di cantiere derivante dallo scavo delle vasche appare come negativo medio a motivo dell'estensione e dei volumi di materiali che sarà necessario allontanare. Tale aspetto dovrà essere indagato con il dovuto grado di approfondimento nelle successive fasi della progettazione, anche al fine di valutare l'impatto sul sistema delle discariche provinciali.

In **fase di esercizio** il funzionamento dell'opera non causa particolari impatti sulla produzione di rifiuti. Potrebbe comunque essere necessario allontanare il materiale flottante accidentalmente entrato nelle vasche dallo sfioratore dell'Invaso n.1; si stima tuttavia quantitativi modesti e qualitativamente assimilabili ad RSU, facilmente smaltibili.

4.2.5.D Fruizione turistico ricreativa

In **fase di cantiere** la realizzazione degli invasi non dovrebbe interessare la pista ciclabile di Terramaini. L'eventuale interferenza, per parziale sovrapposizione, del tracciato delle opere con la pista (tale fatto si può apprezzare allo stato odierno della progettazione) dovrà essere risolta in sede di Progettazione Definitiva degli interventi, provvedendo anche ad una eventuale ed adeguata sistemazione ambientale dei tratti di pista che potrebbero essere interessati.

In **fase di esercizio** non si ravvedono impatti negativi su tale componente. L'auspicata sistemazione delle aree limitrofe e, complessivamente, dell'intero intervento si inserirà in un più ampio contesto di fruibilità dell'area nel quale è presente anche il Parco di Terramaini, in sponda destra, contribuendo a migliorare la fruibilità dell'area. In ogni caso le aree delle vasche dovranno essere accessibili da varchi aperti in perimetro recintato che dovranno impedirne l'accesso durante le fasi di riempimento e svuotamento.

4.2.6 Sistema paesaggistico

4.2.6.A Paesaggio

In **fase di cantiere**, l'impatto paesaggistico deriva dalla presenza dell'area di lavorazione, perimetrata dalle opportune recinzioni ed allestita nonché dalla presenza ed operatività dei mezzi, che conferiranno caratteristiche di artificialità alla zona, peraltro in un contesto urbano già connotato in tal senso. L'eliminazione della copertura erbacea contribuirà a tale percezione, giudicata negativa di media entità ma temporanea: infatti al termine dei lavori tale impatto verrà completamente mitigato dalla sistemazione finale dell'area degli invasi la cui superficie potrà essere rinverdata con copertura erbacea e le cui aree perimetrali potranno essere adeguatamente sistemate dal punto vista percettivo con impianti di fasce arbustive ed arboree, come suggerito nel Cap. 5.

Il Progetto Definitivo dovrà in ogni caso essere sottoposto a valutazione di compatibilità paesaggistica.

In **fase di esercizio** non si rilevano impatti.

4.2.6.B Beni archeologici

In **fase di cantiere**, allo stato attuale delle conoscenze non si ravvede alcun impatto in relazione al rischio archeologico, dato che, come già descritto, non insistono vincoli archeologici nell'area oggetto d'intervento rilevabili dalla cartografia tematica e dalle informazioni reperite. Tale valutazione potrà essere suffragata dall'analisi che verrà effettuata durante la verifica preliminare del rischio archeologico, da redigersi prima delle successive fasi della progettazione.

In **fase di esercizio** non si esplica alcun impatto.

5. Approfondimenti e mitigazioni

Nel presente paragrafo si prefigurano i principali approfondimenti che dovranno essere realizzati durante le fasi successive della progettazione, al fine del miglior inserimento complessivo dell'opera. Per quanto riguarda gli interventi di mitigazione indicati, essi si riferiscono alle scelte progettuali che dovrebbero essere considerate durante la redazione del Progetto Definitivo mentre non si indica invece alcuna mitigazione da adottarsi per quanto concerne le lavorazioni di cantiere, fase ancora difficilmente prefigurabile al momento della redazione del presente Studio.

- **ATMSOFERA – QUALITA' DELL'ARIA**

Il Progetto Definitivo dovrà definire i volumi di terreno e di rifiuti da asportare, al fine di determinare gli impatti derivanti dalla loro movimentazione e dal loro allontanamento dal sito, nello specifico in relazione all'impatto sulla qualità dell'aria da parte dei mezzi impegnati nel trasporto all'esterno del cantiere.

- **ATMSOFERA – RUMORE E VIBRAZIONI**

In sede di Progettazione definitiva andrà verificata la necessità di redigere un'appropriata Valutazione Previsionale di Impatto Acustico (VIPAC) per la fase di cantiere. Nel caso, dovranno essere assunte le eventuali misure di mitigazione che dovessero rendersi necessarie, nonché l'adeguamento al regolamento Comunale.

- **AMBIENTE BIOLOGICO – FLORA E VEGETAZIONE**

Dovrebbe essere condotto un apposito studio floristico e vegetazionale per meglio caratterizzare lo stato vegetazionale delle aree interessate dai lavori. Tale studio potrà eventualmente orientare e suggerire le più opportune specie vegetali da considerare nella progettazione degli impianti ambientali.

- **IDROSFERA – ACQUE SUPERFICIALI – ASPETTI QUANTITATIVI E QUALITATIVI**

In sede di Progettazione Definitiva dovranno essere approfonditi gli aspetti inerenti all'eventuale sversamento delle acque di *weel-point* nel canale Terramaini, che potrebbe essere attuato durante la sola fase realizzativa. Si dovrà stimare una portata indicativa ed effettuare analisi circa la compatibilità di tali acque con quelle del Canale di Terramaini.

- **SISTEMA SOCIO-ECONOMICO e TERRITORIALE – RIFIUTI**

Dovranno essere condotte analisi circa la presenza di rifiuti nei cumuli attualmente presenti sia sull'invaso n.1 sia sull'invaso n.2. I materiali dovranno essere classificati al fine di determinare la tipologia di rifiuto presente e l'eventuale destinazione finale. Dovranno essere identificate le eventuali discariche per il conferimento.

- **SISTEMA SOCIO-ECONOMICO e TERRITORIALE – RISORSE**

In sede di Progettazione Definitiva dovrà essere chiarito l'aspetto riguardante il fabbisogno energetico necessario per il sollevamento delle acque per lo svuotamento degli invasi

- **SISTEMA SOCIO-ECONOMICO e TERRITORIALE – FRUIZIONE TURISTICO-RICREATIVA**

Dovrà essere risolta la parziale interferenza con la pista ciclabile di Terramaini, presente in sinistra del canale stesso. Dovrà essere mantenuto il collegamento ciclabile migliorando, se possibile, le attuali condizioni del tracciato stesso nel senso di una migliore fruibilità e sicurezza dell'infrastruttura.

Dovrà essere progettata una adeguata serie di opere di inserimento ambientale dell'opera, quali rinverdimenti delle superfici interne ed esterne delle vasche, realizzazione di fasce arboree ed arbustive nonché opere accessorie per la fruizione turistico ricreativa dell'area.

- SISTEMA PAESAGGISTICO – PAESAGGIO

Il progetto Definitivo dovrà essere accompagnato dalla relazione relativa allo Studio di Compatibilità Paesaggistica degli interventi. Andrà poi acquisito il parere della competente Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e sud Sardegna.

Dovrà essere sviluppato un adeguato progetto architettonico per l'edificio che ospiterà l'impianto idrovoro, oltre al suo inserimento urbanistico.

- SISTEMA PAESAGGISTICO – BENI ARCHEOLOGICI

Le fasi successive della progettazione dovranno acquisire le risultanze dello studio per la valutazione preliminare archeologica, al fine di tenere in debita considerazione eventuali aree a rischio archeologico che lo Studio dovesse individuare. Il progetto dovrà poi acquisire il parere della competente Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e le province di Oristano e sud Sardegna.

6. Conclusioni

Il presente Studio Preliminare Ambientale relativo agli *“Interventi infrastrutturali per la salvaguardia da eventi eccezionali e manutenzione straordinaria della rete pluviale nel territorio di Pirri - Mitigazione del rischio idrogeologico - Vasche di laminazione di Terramaini”* aggiorna il precedente Studio di Prefattibilità redatto nel 2016 a corredo del Progetto Preliminare degli interventi suddetti.

Sono state aggiornate, alla data di redazione del presente documento, le informazioni, in particolare, di tutti i piani e programmi con cui l'opera interferisce, verificando eventuali modifiche e sopraggiunte interferenze che da verifiche effettuate non sussistono. Sono stati inoltre aggiornati i vincoli di carattere territoriale e definite le relative autorizzazioni necessarie per il progetto.

Dal punto di vista della compatibilità ambientale, il progetto non appare da assoggettare a Valutazione di Impatto Ambientale in quanto, per le sue caratteristiche intrinseche, non ricade tra quelli da assoggettare direttamente a V.I.A., con procedura regionale, con riferimento all'All. 1 della Delib.G.R. n. 11/75 del 24.03.2021 mentre ricade tra i progetti da sottoporre alla procedura di verifica di assoggettabilità a V.I.A., ai sensi dell'All. B1 della medesima delibera.

Il progetto non è da sottoporre a valutazione di Incidenza Ambientale in quanto **non ricade** in alcuna area protetta della rete Natura 2000 presenti nell'area, né gli effetti della realizzazione delle opere previste e del loro funzionamento ricadono sulle stesse aree.

Per quanto riguarda la prefigurazione dei principali effetti dell'intervento, in fase di cantiere si individua nell'aspetto legato alla **movimentazione dei materiali di scavo** e, di riflesso, **sulla produzione di rifiuti**, l'aspetto forse più importante. L'area di intervento è infatti interessata dalla presenza di materiali sul piano campagna, alle volte in forma di cumuli, che sono stati inizialmente identificati, grazie ai sondaggi geognostici, effettuati come costituiti da macerie derivanti dalla demolizione di edifici, e secondariamente, da RSU. Il Progetto Definitivo dovrà pertanto approfondire tale aspetto, mediante analisi ulteriori e raccolta di informazioni, al fine di determinare i volumi di terreno e rifiuti da movimentare e da allontanare dal sito in condizioni controllate.

Un altro aspetto connesso alla movimentazione dei materiali di scavo riguarda la qualità dell'aria, in relazione ai passaggi dei mezzi impegnati per il trasporto dei terreni e dei rifiuti all'esterno del cantiere, per una durata non ipotizzabile allo stato odierno, che richiederà un analogo approfondimento in fase di Progetto Definitivo.

Si sottolinea che gli impatti negativi più alti del progetto sono giudicati al massimo come medi e temporanei.

I maggiori benefici degli interventi, durante la fase di esercizio, derivano ovviamente dalla possibilità di utilizzare gli invasi durante gli eventi pluviometrici intensi con il conseguente abbassamento della pericolosità idraulica nelle aree urbane dell'agglomerato di Pirri, a seguito della possibilità di poter conferire i volumi raccolti nel Canale di Terramaini, in condizioni idrauliche favorevoli.

Lo studio indica, infine, gli approfondimenti ritenuti necessari per la fase successiva della progettazione.

Riferimenti bibliografici

Pala A., Siriu E. (1998): *Note illustrative alla carta idrogeologica di Cagliari*. Rend. Sem. fac. Sc. Univ. di Cagliari, Cagliari.

Barrocu G., Crespellani T., Loi A. (1981): *Caratteristiche geologico -tecniche del sottosuolo dell'area urbana di Cagliari*. Riv. Italiana di Geotecnica, Anno XV, 2: 98-144, Napoli.

Regione autonoma della Sardegna (2020): *Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno*. Regione autonoma della Sardegna, Assessorato della difesa dell'ambiente, Servizio Tutela dell'Atmosfera e del Territorio - ARPAS Direzione Tecnico-Scientifica Servizio Controlli, Monitoraggi e Valutazione Ambientale Linea di Attività Monitoraggio Qualità dell'Aria.

App. A Sondaggi geognostici

