



## TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI PROGETTO AUTORIZZATIVO

TERMINAL GNL NEL PORTO CANALE DI CAGLIARI  
PROGETTO AUTORIZZATIVO



### Progettazione

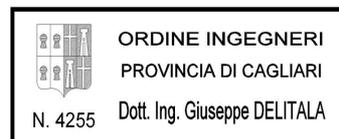
Società di ingegneria incaricata per la progettazione



COSIN S.r.l.  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA UNIPERSONALE  
09134 CAGLIARI - VIA SAN TOMMASO D'AQUINO 18  
Tel e fax +39 070 2346768  
info@cosinsrl.it  
P.IVA 03043130925

Progettista e responsabile per l'integrazione  
fra le varie prestazioni specialistiche

Ing. Giuseppe Delitala



### Gruppo di lavoro COSIN S.r.l.

**Geologia e geotecnica**

Geol. Alberto Gorini

**Opere Civili**

Ing. Nicola Marras

**Studio di impatto ambientale**

Ing. Emanuela Corona

**Fotosimulazioni**

Arch. Daniele Nurra

**Archeologia**

Archeol. Anna Luisa Sanna

### Consulenze specialistiche:

**Rapporto preliminare di sicurezza**

Società ICARO S.r.l.

**Opere antincendio**

Ing. Fortunato Gangemi

**Opere Marittime**

Ing. Giovanni Spissu

**Opere Strutturali**

Ing. Francesco Fiori

**Studio di impatto Acustico**

Ing. Antonio Dedoni



## MODULO 5 - INQUADRAMENTO AMBIENTALE

### 7 - RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA

NOME FILE

D\_07\_RI\_36\_IAM\_R00

SCALA

CODICE ELAB.

D 07 RI 36 IAM R00

REV. A

A	PRIMA EMISSIONE	Maggio 2017	Cherici	Delitala	Delitala
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Terminal GNL – Porto Canale di Cagliari (CA)

## Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017 (ai sensi dell'Art. 16 del D.Lgs. 105/2015)

### Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I



17129I-M5-Inquadr_Amb_02.docx	Maggio 2017	00	Annalisa Romiti	Alessandro Cherici
Nome file	Data	Revisione	Elaborato da	Controllato da
Il presente documento è composto da una Relazione di n. <b>27</b> pagine.				

## Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017

**Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale

**Progetto n.** 171291

### INDICE

<b>FINALITÀ</b> .....	<b>3</b>
<b>1 INQUADRAMENTO CLIMATICO</b> .....	<b>4</b>
1.1 Anemologia.....	4
1.2 Stabilità atmosferica.....	5
1.3 Temperatura e precipitazioni.....	7
<b>2 SUOLO E SOTTOSUOLO</b> .....	<b>9</b>
2.1 Geologia.....	9
2.2 Geomorfologia.....	11
2.3 Caratteri litostratigrafici locali.....	13
<b>3 AMBIENTE IDRICO</b> .....	<b>14</b>
3.1 Acque superficiali.....	14
3.2 Acque sotterranee.....	18
<b>4 AREE PROTETTE, PAESAGGIO E BENI CULTURALI</b> .....	<b>20</b>
4.1 Aree protette.....	20
4.2 Paesaggio e beni culturali.....	23
4.2.1 Paesaggio.....	23
4.2.2 Emergenze paesaggistiche e beni culturali.....	25
<b>5 SINTESI DELL'ANALISI EFFETTUATA</b> .....	<b>27</b>

### Elenco Figure

<i>Figura 1 - Rosa venti annuale (A.M. – ENEL)</i> .....	4
<i>Figura 2 - Distribuzione annuale di frequenza delle classi di intensità e direzione del vento (A.M. – ENEL)</i> .....	5
<i>Figura 3 - Distribuzione annuale di frequenza delle classi di stabilità atmosferica (A.M. – ENEL)</i> .....	6
<i>Figura 4 - Distribuzione stagionale di frequenza delle classi di stabilità atmosferica (A.M. – ENEL)</i> .....	6
<i>Figura 5 - Andamento temperature massime e minime mensili (A.M. – ENEL)</i> .....	7
<i>Figura 6 - Andamento precipitazioni medie mensili (A.M. – ENEL)</i> .....	8
<i>Figura 7 - Carta geologica schematica alla scala 1:200.000 dell'area</i> .....	10
<i>Figura 8 - Rappresentazione della U.I.O. del Flumini Mannu – Cixerri (PTA Regione Sardegna)</i> .....	15
<i>Figura 9 - Estratto figure 17, 18 e 20 “Caratterizzazione dei corpi idrici effettuata dalla Regione Sardegna – Relazione generale” D.G.R. 4/2009</i> .....	17
<i>Figura 10 - Complessi acquiferi presenti nella U.I.O. del Flumini Mannu – Cixerri (PTA)</i> .....	18
<i>Figura 11 – Perimetrazione ZPS ITB044003, prossimo all'area in esame</i> .....	20
<i>Figura 12 – Perimetrazione SIC ITB040023, prossimo all'area in esame</i> .....	21
<i>Figura 12 - Vista degli Stagni di Stagno di Santa Gilla</i> .....	22
<i>Figura 13 - Vista dell'area in esame</i> .....	24

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**
**Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale

**Progetto n.** 17129I

*Figura 14 - Parrocchia di San Pietro e chiesa di S.Giovanni ad Assemini* .....26

**Elenco Tabelle**

*Tabella 1 – SIC/ZPS* .....20

*Tabella 2 – Estratto PdC SIC ITB040023 “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla”* .....23

*Tabella 3* .....27

**FINALITÀ**

Il documento di Inquadramento Ambientale del sito nel quale è prevista la realizzazione del nuovo Terminal per la ricezione, lo stoccaggio, la vaporizzazione e la distribuzione di gas naturale allo stato liquido (GNL), presso il Porto Canale di Cagliari, costituisce la base di riferimento per la valutazione degli eventi incidentali con conseguenze ambientali, a sensi del D.Lgs. 105/2015, Allegato C, paragrafo C.4.4.

Il documento risponde, altresì, alle richieste riportate al paragrafo A.2.1 della Relazione del Rapporto Preliminare di Sicurezza.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

## 1 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Per l'analisi delle condizioni meteorologiche dell'area in esame sono stati utilizzati i dati meteorologici della Stazione dell'Aeronautica Militare di Cagliari Elmas ed elaborati dall'A.M. e dall'ENEL. Tali dati sono relativi al periodo 1951 - 1991 e constano di 8 osservazioni giornaliere (alle ore sinottiche 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21). Di seguito sono riportate le elaborazioni statistiche di tali dati.

### 1.1 Anemologia

Per la definizione delle caratteristiche anemologiche è stata ricostruita la rosa dei venti annuale con relativa distribuzione di frequenza delle classi di intensità e direzione del vento.

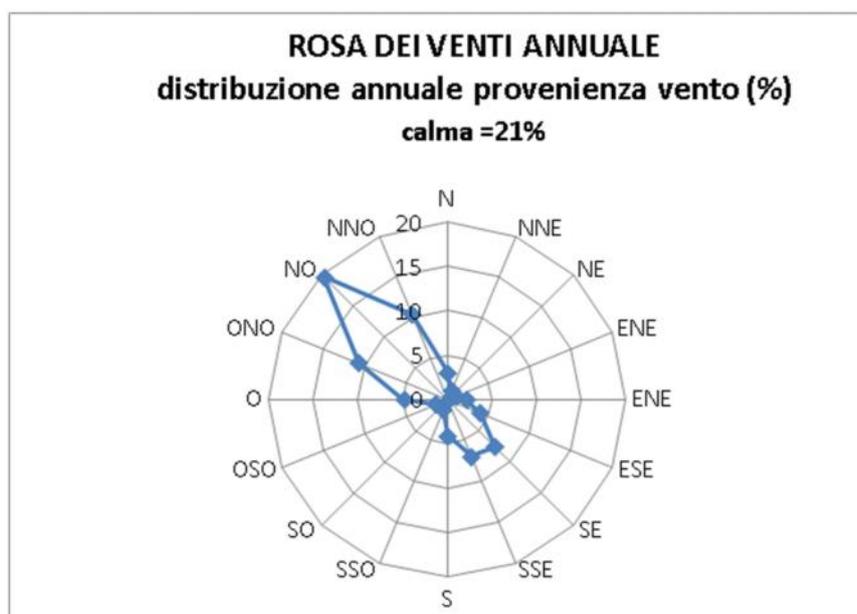
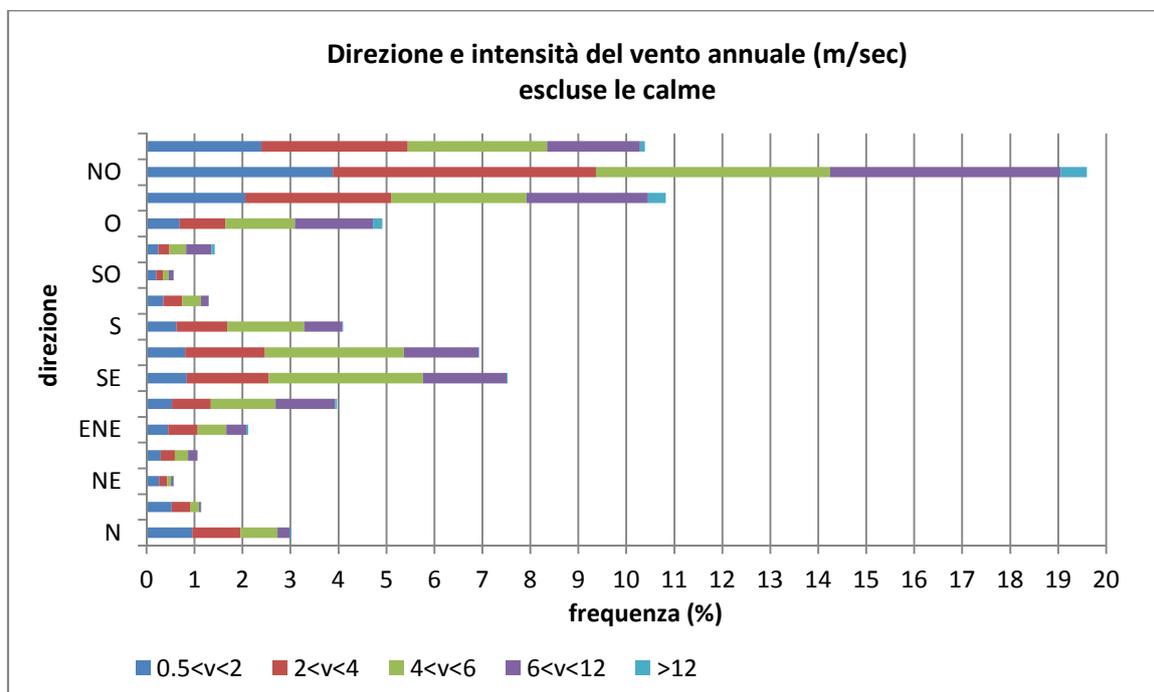


Figura 1 - Rosa venti annuale (A.M. – ENEL)

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**
**Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale

**Progetto n.** 17129I

**Figura 2 - Distribuzione annuale di frequenza delle classi di intensità e direzione del vento (A.M. – ENEL)**

Come si evince dai grafici sopra riportati, il clima del vento su base annuale indica una significativa prevalenza in frequenza ed intensità degli eventi dal settore NO, che assommano circa il 19% del totale delle osservazioni. Di significativa rilevanza sono inoltre i settori ONO-NO e NO-NNO, che corrispondono, ciascuna a circa il 10% del totale delle osservazioni.

Gli eventi di maggiore intensità misurati risultano dell'ordine dei 28 m/s.

## 1.2 Stabilità atmosferica

Un criterio di classificazione per le condizioni di stabilità atmosferica è stato introdotto da Pasquill. Le classi di stabilità, denotate con le lettere dalla A alla F, sono determinate in base a parametri meteorologici facilmente acquisibili dalle stazioni a terra (velocità del vento a 10 m dal suolo e, radiazione solare globale e netta).

I dati di stabilità atmosferica della stazione dell'A.M. di Cagliari Elmas sono elaborati secondo le classi di Pasquill. Le elaborazioni effettuate, riportate nei grafici seguenti, rappresentano la distribuzione annuale e stagionale delle classi di stabilità di Pasquill.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

**Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale

**Progetto n.** 17129I

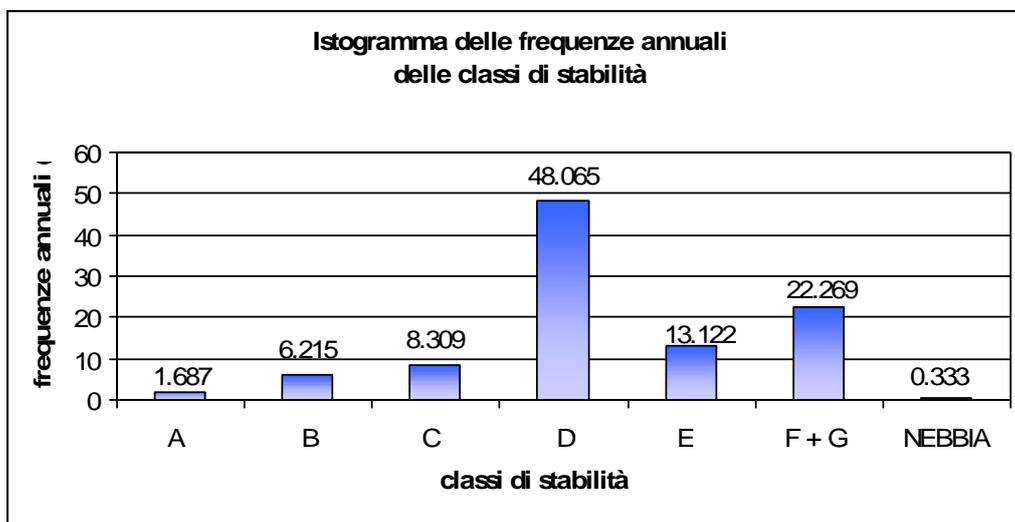


Figura 3 - Distribuzione annuale di frequenza delle classi di stabilità atmosferica (A.M. – ENEL)

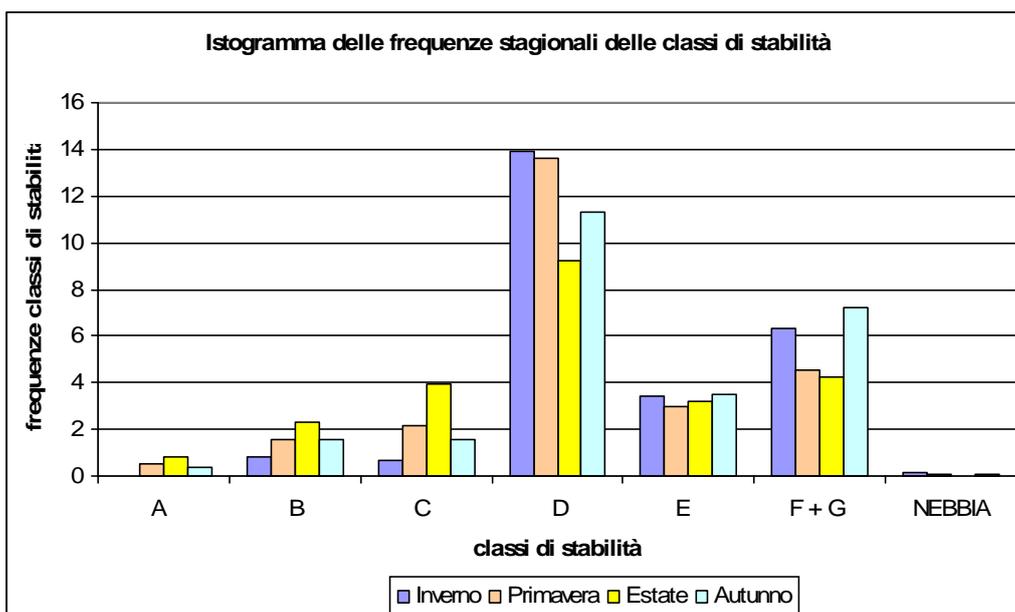


Figura 4 - Distribuzione stagionale di frequenza delle classi di stabilità atmosferica (A.M. – ENEL)

Come si può osservare dai grafici sopra riportati, la situazione meteo-diffusiva è caratterizzata da un’alta frequenza annua della classe di stabilità neutra D, seguita dalla situazione molto stabile F+G.

Le classi indicanti instabilità atmosferica (A, B, C) hanno una frequenza annua più bassa e la loro distribuzione stagionale mostra una prevalenza soprattutto nel periodo estivo.

Questo fenomeno, che tende a produrre un maggiore e più intenso rimescolamento verticale, è causato dal forte irraggiamento solare nei bassi strati che causa l’instaurarsi di moti convettivi.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

Al contrario nei mesi freddi si osserva un massimo della classe D, che come già specificato, rappresenta la classe dominante per tutto il corso dell'anno, situazione ideale per la dispersione e la diluizione delle masse d'aria inquinate emesse nei bassi strati.

### 1.3 Temperatura e precipitazioni

Per la caratterizzazione delle condizioni meteorologiche di temperatura e precipitazioni dell'area in esame, sono state elaborate le serie storiche dei dati di temperatura e di altezze di pioggia relativamente al periodo di osservazione 1951-1991 rilevati dalla stazione dell'Aeronautica Militare di Cagliari Elmas (CA), elaborati dall'A.M. e dall'ENEL.

Dal punto di vista climatico, l'area di studio si colloca in una zona condizionata da un clima relativamente mite in cui prevalgono condizioni di generale stabilità atmosferica. Nelle sue linee generali il clima della Sardegna può essere definito temperato-caldo e tipicamente bistagionale, con un periodo caldo arido e un periodo freddo umido che si alternano nel corso dell'anno, intervallati da due stagioni a carattere intermedio. Ciò è dovuto agli spostamenti stagionali delle masse d'aria tropicali provenienti dall'Africa cui si aggiungono limitate incursioni di aria fredda artica, e alla posizione delle aree cicloniche del Mediterraneo.

Per quanto riguarda la temperatura dell'aria, si osserva che essa presenta un valore medio annuale pari a circa 17,5 °C con un andamento mensile delle temperature massime e minime come da grafico seguente.

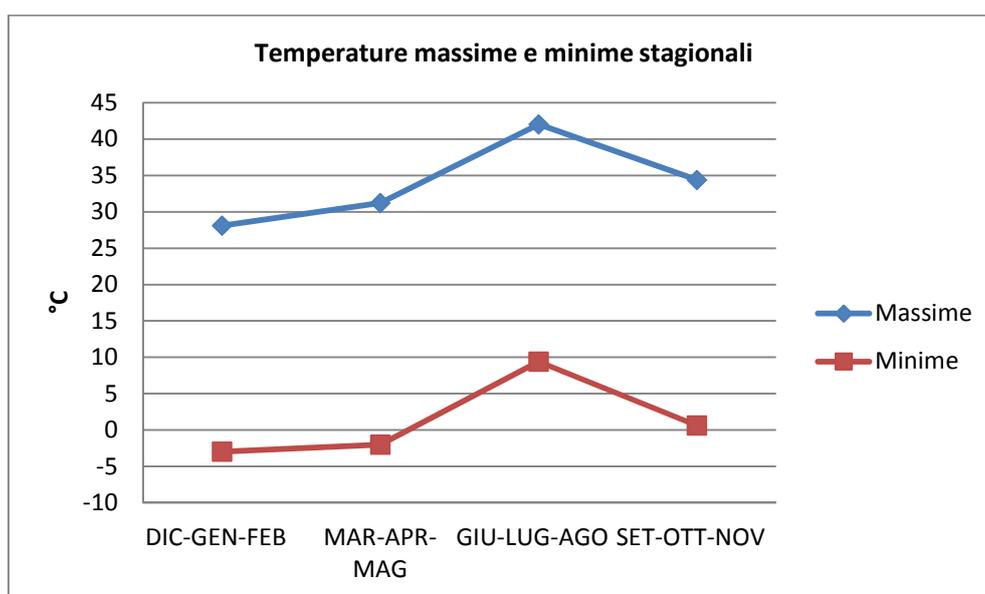


Figura 5 - Andamento temperature massime e minime mensili (A.M. – ENEL)

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

Per quanto riguarda il regime pluviometrico si riconosce come stagione maggiormente piovosa quella autunnale, con massimo però all'inizio dell'inverno (mese di gennaio).

La stagione invece particolarmente secca è quella estiva, con minimo in luglio.

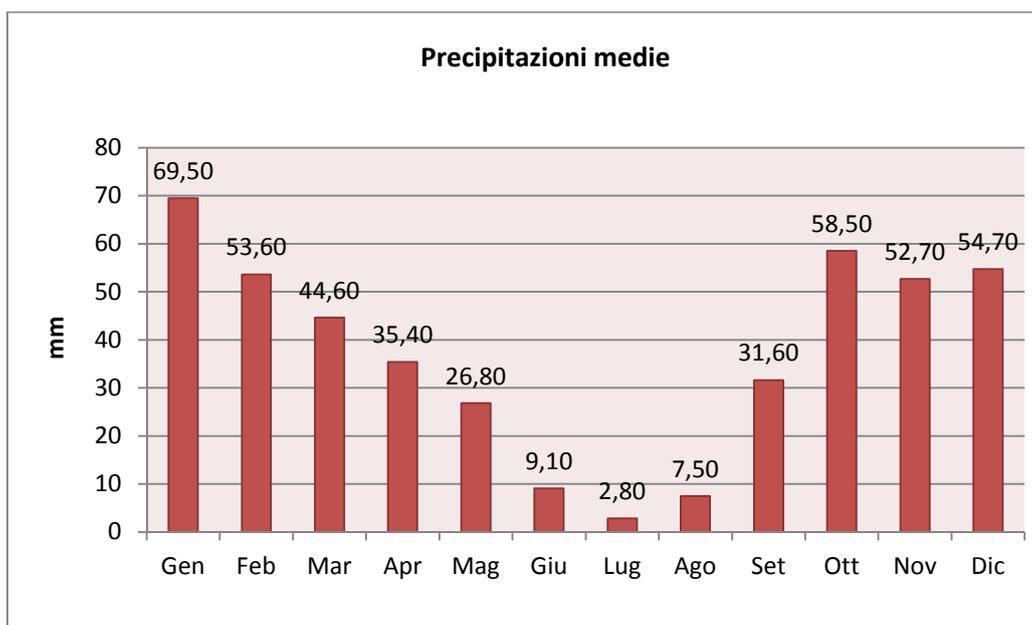


Figura 6 - Andamento precipitazioni medie mensili (A.M. – ENEL)

## 2 SUOLO E SOTTOSUOLO

### 2.1 Geologia

L'area vasta di interesse è geo-litologicamente caratterizzata dalla presenza di formazioni geologiche clastiche essenzialmente quaternarie bordate ad ovest dai rilievi paleozoici del settore di Capoterra, a nord-est dalle colline mioceniche del settore di Cagliari e a nord nord-ovest dalla pianura del Campidano anch'essa prevalentemente costituita da sedimenti clastici di età quaternaria.

Il pattern geometrico delle formazioni quaternarie clastiche costituenti il substrato della zona industriale di Macchiareddu sono quelle tipiche di un ambiente deposizionale alluvio-deltizio dove si sono succeduti nel tempo e nello spazio diversi eventi deposizionali ed erosivi.

Tali formazioni rappresentano le zone sorgenti dei materiali clastici costituenti il substrato quaternario dell'attuale piana alluvio-deltizia campidanese che verranno pertanto descritte unitariamente nei paragrafi seguenti; per comodità di rappresentazione, possiamo suddividere l'area vasta in tre settori (vedi figura successiva):

**a) Il settore di Capoterra:**

Area caratterizzata dalla estesa presenza di rilievi montuosi costituiti da formazioni geologiche appartenenti al basamento ercinico, da importanti intrusioni magmatiche di leucograniti, da estesi depositi quaternari alluvionali più o meno terrazzati e da sedimenti di spiaggia recenti lungo la fascia costiera. Il basamento paleozoico di questo settore è caratterizzato dalla presenza di litologie di età variabile dal Cambro-Ordoviciano sino al Carbonifero inferiore.

**b) Il settore di Cagliari e del Campidano meridionale:**

Le colline di Cagliari sono costituite da una successione sedimentaria marina miocenica confinata ad ovest dai sedimenti continentali plio-quaternari del Campidano meridionale e a sud-ovest da quelli dello Stagno di Santa Gilia. La successione presente in questo settore è rappresentata da una successione sedimentaria trasgressiva con al top depositi quaternari antichi e recenti sia continentali che litoranei.

**c) Il settore dello stagno di Cagliari e Santa Gilia:**

questo settore è caratterizzato dalla presenza di sedimenti quaternari prevalentemente alluvionali a granulometria variabile, sia terrazzati che sciolti (sabbie costiere, limi e argille palustri e di svariati materiali da riporto legati all'evoluzione antropica). E' proprio in questo settore quello sul quale è sorta l'area industriale di Macchiareddu.

Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 171291

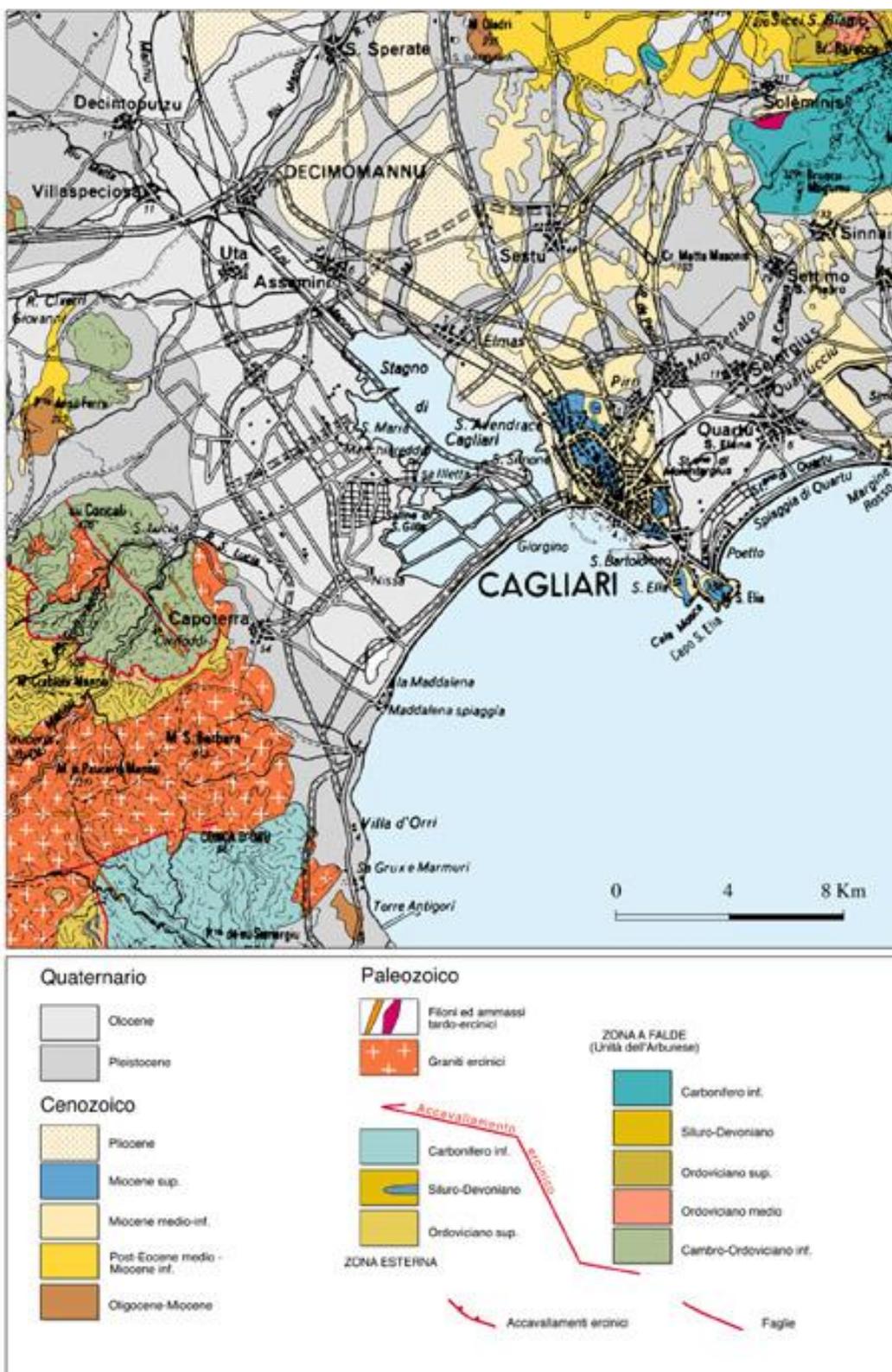


Figura 7 - Carta geologica schematica alla scala 1:200.000 dell'area

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

Le formazioni presenti nell'area sono costituite da depositi di origine sedimentaria del quaternaria. In particolare si distinguono:

- Depositi continentali, costituiti da sabbie stratificate a volte cementate e a volte ferrettizzate superficialmente.
- Alluvioni recenti, costituite da depositi fluvio-lacustri dello stagno di Cagliari.

## 2.2 Geomorfologia

La porzione meridionale della piana del Campidano, nella quale è localizzato il settore oggetto di indagine, mostra una certa complessità di ambienti costieri e di transizione all'entroterra, con vasti stagni-lagune che si distendono ai piedi del sistema collinare cagliaritano.

La zona in esame è situata lungo un'area estremamente pianeggiante costituita prevalentemente da depositi antropici.

Gli elementi geomorfologici predominanti sono rappresentati dalle fasce costiere lagunari, in corrispondenza delle opere da realizzare, e dalle aree costiere marine nell'intorno dell'area studiata.

Alla formazione del paesaggio naturale dell'area cagliaritano hanno certamente contribuito, oltre che gli ordinari processi morfogenetici, anche movimenti neotettonici (Cherchi et alii, 1978c). L'esatta ubicazione delle strutture neotettoniche è di difficile determinazione per la forte antropizzazione e per le estese coperture quaternarie attuali. Tuttavia si può facilmente osservare che i rilievi collinari sono orientati generalmente NNW-SSE, come le strutture tettoniche che delimitano il graben plio-quaternario del Campidano; solo a sud del centro storico i rilievi, più irregolari, non mostrano allungamento preferenziale. Tra i rilievi collinari si segnalano i colli di Tuvixeddu (99 m), Tuvu Mannu (99 m), Buoncammino (98 m), S. Michele (120 m), M. Claro (69 m), Bonaria (25 m) e M. Urpino (58 m). Lo spianamento alla sommità osservabile in alcuni di essi, è da ricondurre all'intensa attività estrattiva per pietra da costruzione.

L'area del Porto oggetto del presente intervento ricade ai limiti di un vasta zona umida comunemente indicata con il toponimo di "Stagno di Santa Gilla", vasto bacino retro costiero di forma approssimativamente deltoide, che si estende dal margine occidentale della città di Cagliari sino al bivio di Capoterra ed alla foce del Rio Santa Lucia.

Il limite a mare della laguna si trova a sud ed è rappresentato da un cordone litoraneo bordato da una spiaggia debolmente e regolarmente falcata, originatasi per l'azione del moto ondoso che ha distribuito in questo modo i sedimenti rispetto ai promontori di Capo Sant'Elia e di Torre Zavorra (Sarroch), rispettivamente a SE e a SW del bacino lagunare. Non risulta invece nettamente demarcato il margine verso terraferma della laguna (N-NW), in quanto il rilievo mantiene una debolissima energia per una decina di chilometri ed oltre di distanza dal litorale marino e le aree palustri si raccordano alla pianura del Campidano in maniera molto graduale.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017****Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale**Progetto n.** 17129I

L'attuale fisionomia dello stagno, profondamente modificato rispetto al suo assetto originario, è il risultato di ingenti opere di colmata e di escavo legate principalmente alle realizzazioni delle saline impiantate presso Macchiareddu nel 1928, al successivo intervento per la costruzione del Porto Canale, all'ampliamento dell'aeroporto e alla sistemazione dei canali e delle foci fluviali. Le antiche forme ed i lembi di terra emersa che caratterizzavano lo Stagno di Cagliari sono solo in parte riconoscibili nell'intricato sistema di arginature e canali: all'interno di quello che in origine era un unico specchio d'acqua emergevano diverse piccole isole, la più ampia delle quali era quella di Sa Illetta o San Simone. Vi erano poi le isole di Sa Figu Morisca, de Is Fraris, de Is Cadenas, Pischeras, Isoledda ed Ischeras, alle quali sono state appoggiate le varie arginature che delimitano le vasche evaporanti e quelle di salificazione.

La conformazione "a delta" della laguna, nelle sue linee essenziali, può essere ricondotta all'azione combinata di deposito e rimaneggiamento di sedimenti fluviali e fluvio-marini nell'ambiente deltizio di transizione terra-mare: ancor oggi ad essa afferiscono diversi corsi d'acqua che non raggiungono direttamente il mare, tra i quali, quelli di maggior rilievo quanto a portata, sia liquida che solida, sono il Rio Cixerri e il Flumini Mannu nel settore settentrionale, e il Rio di Santa Lucia nel settore meridionale. Altri corsi d'acqua minori sono il Rio Sa Nuxedda di Assemini, il Rio Sa Murta, il Rio Giacu Meloni ed il Rio di Sestu.

La genesi della laguna è strettamente correlata con l'evoluzione paleogeografica che il settore costiero meridionale dell'Isola ha subito soprattutto da 150.000 a circa 12.000 anni fa – durante l'alternarsi degli ultimi episodi glaciali e interglaciali – che hanno determinato significative variazioni del livello del mare con innesco di importanti cicli di sovraescavazione (erosione) e di deposizione.

Circa 100.000 anni fa questo settore costituiva la prosecuzione del Campidano che terminava verso il Golfo degli Angeli e successivamente inciso, durante il ritiro del livello marino in epoca glaciale, da un ampio fondovalle scavato dai Flumini Mannu e Rio Cixerri attualmente sepolto da fanghi e sabbie recenti. Il colmamento di questa paleovalle è avvenuto durante le fasi terminali della trasgressione versiliana (Quaternario recente) quando il livello del mare si è sollevato fino a circa un metro sopra il livello attuale, provocando la deposizione di una coltre pluridecimetrica di sedimenti salmastri, palustri o fluviali fino al raggiungimento della configurazione attuale. Tale assetto è stato lentamente modificato, negli ultimi millenni, dagli apporti solidi dei corsi d'acqua, ed in particolare del Flumini Mannu e del Rio Cixerri, che hanno determinato un progressivo interrimento dei fondali e conseguente una sostanziale riduzione della superficie della zona umida.

D'altra parte, attualmente lo stato di attività dei processi geomorfologici risulta molto ridotto, in relazione al raggiungimento di uno stadio evolutivo della laguna relativamente avanzato, ma anche a causa del forte controllo antropico dell'area.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

## 2.3 Caratteri litostratigrafici locali

L'area investigata è ubicata in corrispondenza di una fascia transizionale costiera interessata da numerose variazioni batimetriche e, di conseguenza, paleoambientali.

Le facies riconoscibili dalle stratigrafie mostrano alternanze verticali e laterali di ambienti da litorale ad alluvionale passando per ambienti transizionali e fluvio-deltizi. La complessità di tale assetto litostratigrafico si traduce in una marcata eterogeneità di sedimenti.

Il secolo scorso è stato caratterizzato da opere di bonifica allo scopo di recuperare terre e nel contempo renderle idonee all'insediamento e alle attività antropiche.

In letteratura esistono, per l'area del Porto Canale, numerosi dati provenienti da campagne di indagini geognostiche. In particolare in prossimità dell'area oggetto del presente studio sono stati eseguiti numerosi sondaggi geognostici corredati da prove CPT ed SPT e prove di laboratorio (prove di taglio diretto, prove edometriche e classificazioni granulometriche).

La successione stratigrafica dell'area investigata può essere così schematizzata:

- Unità 1 – Riporti di origine antropica sabbiosi e ciottolosi.
- Unità 2 – Sabbie medie e sabbie fini.
- Unità 3 – Limi sabbiosi, limi argillosi e argille con livelli organici.
- Unità 4 – Sabbie fini con concrezioni carbonatiche.
- Unità 5 – Sabbie assortite con livelli conglomeratici.
- Unità 6 – Argille consistenti e argille sabbiose.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

### **3 AMBIENTE IDRICO**

#### **3.1 Acque superficiali**

Il Flumini Mannu è il quarto fiume della Sardegna per ampiezza di bacino e presenta una lunghezza complessiva di circa 105 km, di cui circa 96 km classificati come asta principale. Il tratto principale è ulteriormente suddiviso in una classificazione che distingue il primo macrotratto denominato Flumini Mannu 041 (circa 63 km compresi tra il lago San Sebastiano e Serramanna) dal secondo macrotratto, arginato focivo, che dà il nome all'intera asta.

Data la sua configurazione morfologica ribassata, a questo settore del Campidano meridionale afferiscono numerosi corsi d'acqua ad andamento preferenziale NW-SE, i più importanti dei quali sono il Fluminimannu, il cui bacino di alimentazione si estende fino alla regione dei Tacchi del Sarcidano, ed il Rio Cixerri. Questi sfociano nello Stagno di Santa Gilla, insieme ad altri corsi d'acqua minori (Rio di Sestu, il Rio sa Murta, il Rio de sa Nuxedda, il Rio de Giaccu Meloni) sia per portata solida che liquida.

L'assetto idrografico di superficie assume scarsa importanza nel settore urbano di Cagliari s.s., poiché l'alto morfologico su cui la città si è in prevalenza sviluppata, sebbene irregolarmente strutturato dai diversi colli, funge da spartiacque tra i deflussi fluvio-torrentizi che si immettono nella Laguna di Santa Gilla a W e nello Stagno di Molentargius a E.

Solo mediante l'analisi della cartografia storica antecedente al rapido sviluppo urbano del capoluogo degli ultimi 4-5 decenni (Porcu, 1976) si può ricavare l'originario schema di drenaggio superficiale dell'hinterland di Cagliari e, soprattutto, il sovrapporsi nel tempo di interventi strutturali di significativa entità quali deviazioni, canalizzazioni, tombamenti, colmate e bonifiche.

Anche per quanto riguarda Cagliari città, il naturale reticolo di deflusso superficiale delle acque meteoriche risulta attualmente obliterato dai quartieri sviluppatisi nelle aree comprese tra i colli, e per poterlo visualizzare è necessario prendere visione della cartografia antecedente il 1950.

Il principale asse di drenaggio superficiale, al pari di quello sotterraneo, è localizzato tra i colli di Monte Urpinu, Bonaria e Montixeddu ad E e il colle di Castello-Buoncammino a W: prima dell'espansione urbanistica oltre il perimetro di Castello e Villanova, esso permetteva il deflusso delle acque di ruscellamento areale provenienti da Monte Claro e dagli attuali quartieri di Genneruxi e C.E.P. verso l'attuale area costiera compresa tra il vecchio e il nuovo molo di Levante (ex Darsena del Sale).

Il passaggio delle acque di ruscellamento in prossimità del santuario di San Saturnino (Loc. Is Arrius) determinava la formazione di vaste aree di ristagno e la ricarica dell'acquifero superficiale.

Tutte le altre aree attorno ai colli subivano, allora come oggi, solamente gli effetti del ruscellamento diffuso sulle pendici.

Tutti i corsi d'acqua attualmente riconoscibili hanno i loro alvei modificati in modo più o meno marcato dall'azione dell'uomo, per cui risulta oramai privo di senso definirli "naturali". Sin dalle fasi iniziali

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

dell'Olocene essi alimentavano il vasto sistema di stagni e lagune che dalla costa si estendeva per diversi chilometri nell'entroterra cagliaritano.

Le intense opere di bonifica hanno in quest'ultimo secolo alterato e talora compromesso irreparabilmente gli equilibri idrogeologici e idrodinamici naturali.

Tra strozzature, canalizzazioni, deviazioni, tombature e interruzioni degli alvei, le quantità d'acqua potenzialmente defluibili in essi o nelle loro antiche fasce di pertinenza si sono drasticamente ridotte a scapito della sicurezza degli abitati e a favore di un innalzamento della soglia di rischio da esondazione in caso di condizioni meteoclimatiche critiche.

Così come l'assetto morfologico, anche l'idrografia naturale dei luoghi è stata oggetto di consistenti interventi antropici che hanno alterato il tracciato e la fisionomia naturale dei corsi d'acqua al contorno della zona umida: questi sono stati attuati per limitare gli inconvenienti dovuti all'ingrossamento degli alvei e alle periodiche esondazioni da parte delle acque fluviali. Dette modificazioni si sono tradotte in interventi di canalizzazione e deviazione di alcuni corsi d'acqua.



Figura 8 - Rappresentazione della U.I.O. del Flumini Mannu – Cixerri (PTA Regione Sardegna)

In particolare l'alveo del Rio Mannu è stato canalizzato allo scopo di diminuire il fluire delle acque e deviato, rispetto alla sua direzione originaria N-S, prima verso est e poi verso sud per afferire infine nel Fluminimannu.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017****Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale**Progetto n.** 17129I

Quest'ultimo ed il Rio Cixerri sono stati oggetto di imponenti sistemazioni idrauliche sia nel tratto a monte che a valle, mirate alla regimazione dei deflussi ed al contenimento delle esondazioni.

Pertanto sono stati arginati e costretti a defluire parallelamente tra loro nello Stagno di Cagliari, dove in corrispondenza della foce, originariamente a delta con isolotti e piccole barre, è stato realizzato uno sfioratore per controllare il versamento delle acque fluviali. Queste vengono raccolte da un sistema di canali arginati che sfociano nel Golfo di Cagliari.

Nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), il settore in studio appartiene al bacino Sub-bacino Flumendosa-Campidano-Cixerri (N. 7).

I corpi idrici significativi individuati dal PTA in prossimità dello stabilimento sono i seguenti:

- *Corsi d'acqua:* Rio Cixerri e il Flumini Mannu, entrambi a circa 4 km a nord est dello stabilimento, per i quali è previsto il conseguimento dello stato ambientale BUONO al 2016.
- *Acque di transizione:* non definiti specifici obiettivi ma mantenimento dello stato pari a quello risultato da analisi pregresse conoscitive.
- *Acque marino-costiere:* nessuna classificazione effettuata a causa di difficoltà logistiche per monitoraggio e rappresentatività della serie storica

La successiva caratterizzazione dei corpi idrici effettuata dalla Regione Sardegna a seguito del DM 131/2008 ha individuato i corpi idrici sopra citati come *a rischio di non raggiungimento degli obiettivi* previsti a causa delle pressioni antropiche che su questi insistono.

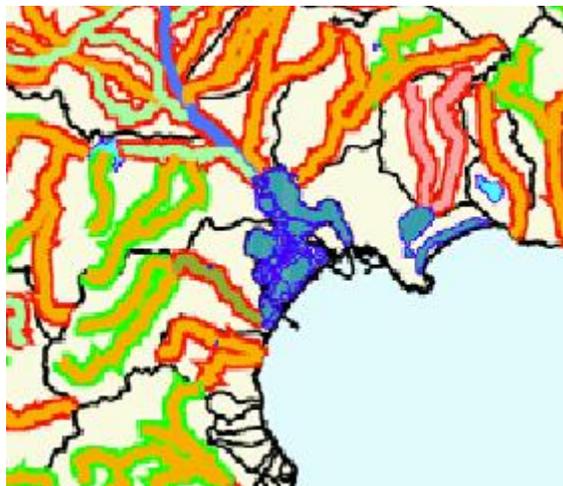
Campagne di monitoraggio effettuate in ambito conoscitivo PTA (RAS, 2006) confermano la presenza di valori sopra il limite di rilevabilità dei parametri macrodescrittori (solidi sospesi, BOD5, COD e nutrienti) e di alcuni inorganici (solfati, cloruri, fluoruri, arsenico e cromo VI).

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

**Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale

**Progetto n.** 17129I

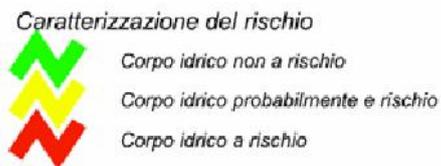
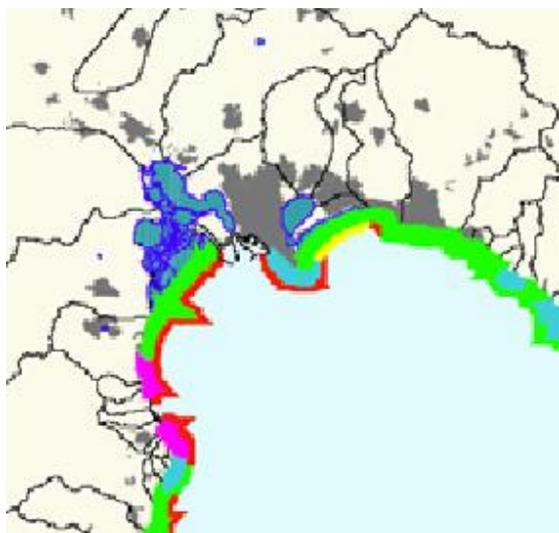
**ACQUE SUPERFICIALI**



**ACQUE DI TRANSIZIONE**



**ACQUE COSTIERE**



**Figura 9 - Estratto figure 17, 18 e 20 "Caratterizzazione dei corpi idrici effettuata dalla Regione Sardegna – Relazione generale" D.G.R. 4/2009**

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

### 3.2 Acque sotterranee

L'intero territorio del Campidano meridionale, zona all'interno della quale risulta compreso il retroterra del golfo degli Angeli, può essere schematicamente suddiviso in due acquiferi:

- un acquifero freatico con profondità massima di circa 30 metri,
- uno acquifero profondo che arriva ad una profondità di circa 150 metri.

Il complesso di ambedue gli acquiferi è costituito principalmente da un'alternanza di ghiaie e sabbie con intercalazioni fini sabbioso-argillose che posso dar origine a locali variazioni di permeabilità. Nella zona di interesse i due acquiferi risultano separati da un orizzonte prevalentemente argilloso di potenza variabile fra i 10 e i 25 metri che ne assicura un locale isolamento.

L'identificazione e classificazione dei corpi idrici sotterranei effettuata in ambito di PTA è illustrata in figura seguente.

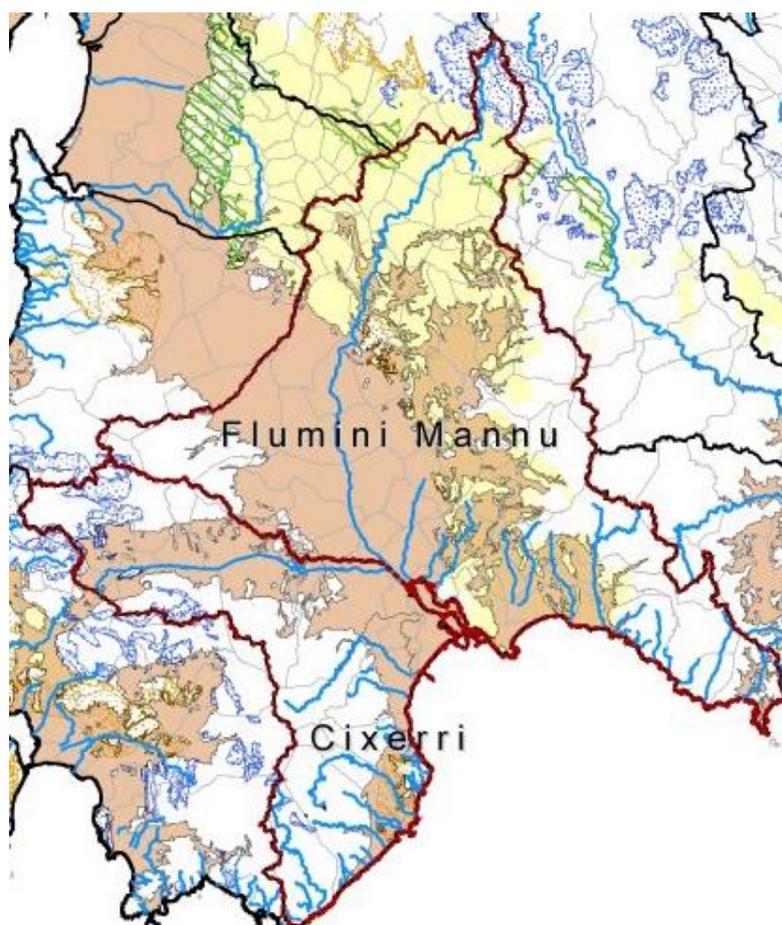


Figura 10 - Complessi acquiferi presenti nella U.I.O. del Flumini Mannu – Cixerri (PTA)

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017****Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale**Progetto n.** 17129I

A livello di PTA per l'area in esame è inquadrata nell'ambito dell'Acquifero Detrico Alluvionale Plio-Quaternario di Macchiareddu, che in base alla classificazione effettuata dalla Regione Sardegna (*"Caratterizzazione, obiettivi e monitoraggio dei corpi idrici sotterranei della Sardegna"* del 2010) presenta uno stato complessivo SCARSO, con obiettivo BUONO al 2021.

L'assetto idrogeologico del settore in studio è condizionato dalla presenza di una potente sequenza di terreni del Quaternario recente, di origine prevalentemente marina litorale e lagunare, con tessitura variabile dai limi alle sabbie grossolane e sormontante da una coltre plurimetrica di terre di riporto.

Considerata l'elevata permeabilità e trasmissività di questi terreni, la falda freatica superficiale è in equilibrio con il livello del mare per cui risulta costantemente alimentata dai flussi idrici che avvengono in corrispondenza dei livelli sabbiosi.

Sulla base di dati ottenuti in cantieri limitrofi, si ritiene che la falda dovrebbe attestarsi alla profondità di circa -3,00 m dal p.c..

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

## 4 AREE PROTETTE, PAESAGGIO E BENI CULTURALI

### 4.1 Aree protette

In prossimità dell'area in cui sorge lo Stabilimento Fluorsid di Assemini sono presenti le seguenti aree protette:

Tipologia	Codice del Sito	Nome del Sito
SIC	ITB041105	Foresta di Monte Arcosu
SIC	ITB040023	Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilia
ZPS	ITB044009	Foresta di Monte Arcosu
ZPS	ITB044003	Stagno di Cagliari

Tabella 1 – SIC/ZPS

Nella seguente immagine vengono individuate le aree protette più prossime al sito indicate nella precedente tabella. Per il SIC/ZPS Stagno di Cagliari, più prossimo all'area in esame, nel seguito del paragrafo viene presentata una sintesi delle caratteristiche principali.

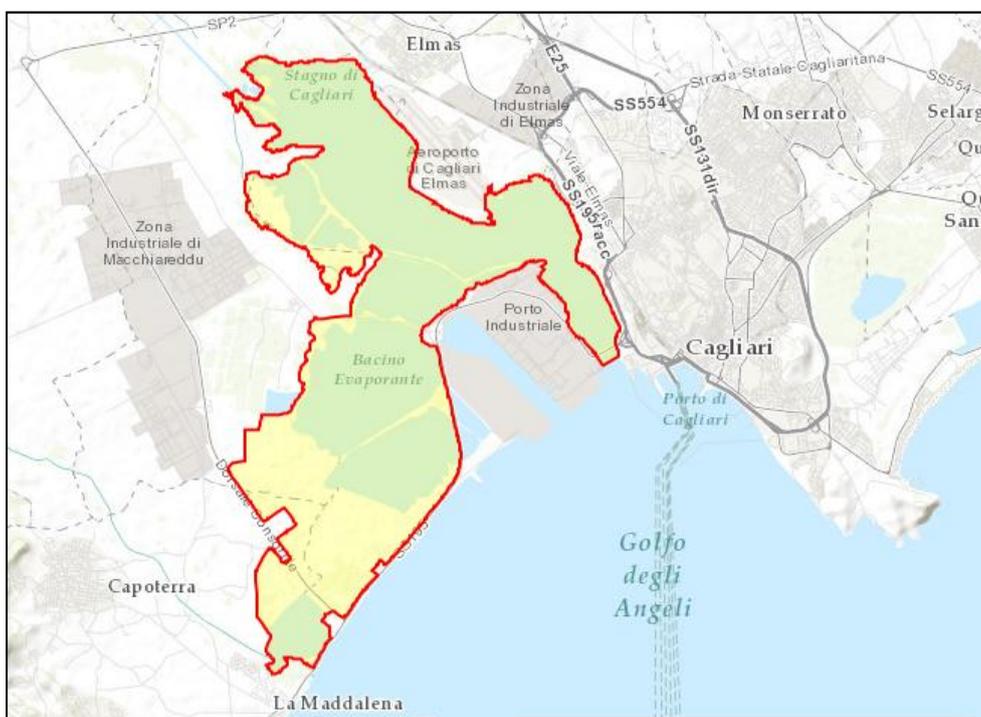


Figura 11 – Perimetrazione ZPS ITB044003, prossimo all'area in esame

## Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

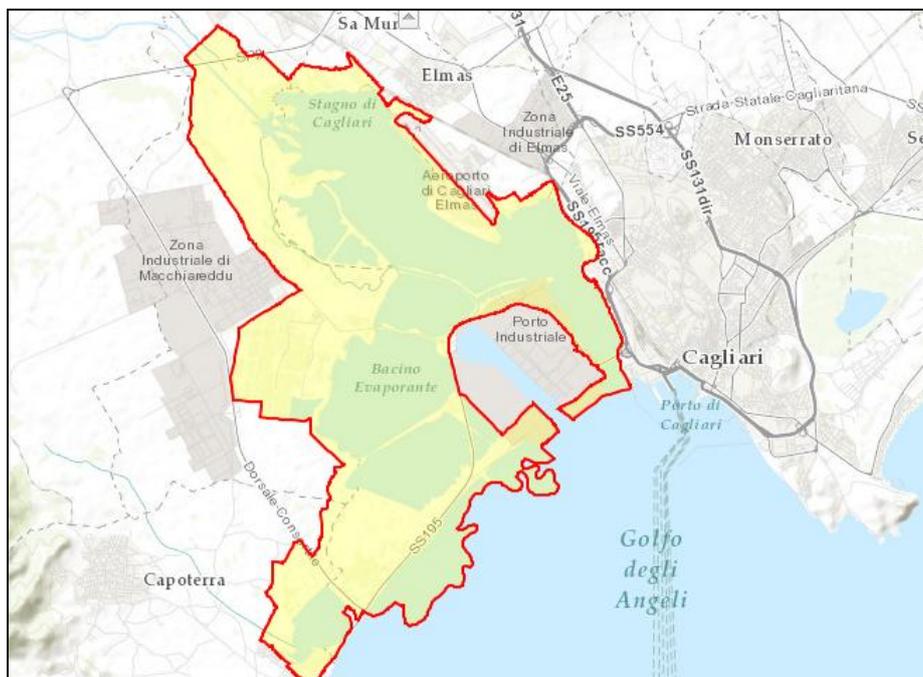


Figura 12 – Perimetrazione SIC ITB040023, prossimo all’area in esame

La zona umida dello *Stagno di Santa Gilla* rappresenta dunque un ecosistema estremamente complesso e dinamico la cui stabilità ed efficienza in termini ecologici e ambientali risultano principalmente basate sul delicato bilanciamento tra afflussi idrici, solidi e nutritivi provenienti dall’entroterra, scambi di materia, organismi viventi ed energia con il mare e con il limitrofo sistema di spiaggia.

La posizione geografica, al centro di importanti rotte migratorie, e l’elevata produzione primaria, rendono la zona umida uno dei siti chiave per la conservazione di numerose specie di uccelli acquatici che vi trovano condizioni ottimali nelle varie fasi del loro ciclo biologico, come la nidificazione, le migrazioni e lo svernamento. Il complesso stagnale ha subito nel tempo l’effetto di profonde modificazioni del proprio assetto fisico-morfologico, dettate dalle istanze di sviluppo industriale, infrastrutturale ed urbanistico subite dal territorio. Malgrado l’intensità delle pressioni antropiche esercitate sul sistema, il valore ecologico dello Stagno di Cagliari è comunque da considerarsi molto elevato.

Lo Stagno di Cagliari costituisce un’entità ambientale di grande complessità sia sotto il profilo strutturale che funzionale. Vi sono rappresentati diversi tipi di habitat, naturali, seminaturali o artificiali, sia terrestri che acquatici, caratterizzati da un’elevata varietà di associazioni vegetali e quindi da una notevole biodiversità anche in termini di popolamenti animali.

In termini di emergenze floristiche, in base agli studi botanici effettuati, il contingente endemico presente nel sistema lagunare di S. Gilla è risultato costituito da dieci specie, che sul totale delle 479 specie

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

costituiscono circa l'1,9%: *Limonium glomeratum*, *Limonium dubium*, *Limonium retirameum*, *Urtica atrovirens*, *Arum pictum*, *Plagius flosculosus*, *Polygonus scoparius*, *Stachys glutinosa*, *Ornithogalum corsicum*.

In relazione alla fauna, entrambe le specie di Anfibi presenti, il Rospo smeraldino (*Bufo viridis*) e la Raganella sarda (*Hyla sarda*), sono inserite nell'allegato IV della Direttiva 92/43/CEETP PT e nell'Allegato II della Convenzione di Berna. Anche tutte le specie di rettili segnalate nell'area hanno un elevato valore conservazionistico. E' verosimile che l'area antistante alla spiaggia di Giorgino sia utilizzata come area di alimentazione dalla Tartaruga marina *Caretta caretta*. Nell'area sono state rilevate diverse specie ornitiche di importanza comunitaria alcune delle quali Prioritarie. Nell'area vasta di Santa Gilla si riproducono con certezza 11 specie di Mammiferi, nessuno dei quali è di interesse comunitario.



Figura 13 - Vista degli Stagni di Stagno di Santa Gilla

Il sito (SIC ITB040023 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla") ha un suo Piano di Gestione finanziato dalla Commissione della Comunità Europea e dalla R.A.S. approvato dai Comuni di Assemini, Cagliari, Capoterra ed Elmas.

Il PdG del SIC ITB040023 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" si muove in coerenza e continuità con il Piano di Gestione dello Stagno di Cagliari per la tutela della Z.P.S., redatto nell'ambito del Progetto Life-Natura 1996 "Gilia".

La suddivisione dell'area in unità ambientali, adottata in sede di Progetto Gilia, ha infatti rappresentato la base per la sua sub-articolazione, che realizza una più puntuale corrispondenza fra rilievi faunistici e unità territoriali consentendo un più proficuo utilizzo dei dati raccolti per le finalità di gestione dell'area.

Tra le informazioni che il PdG porge, ai fini del presente PdC, è di interesse il sistema utilizzato per l'individuazione dettagliata e la metodologia di classificazione delle minacce capaci di incidere sullo stato di conservazione di specie e habitat, articolata su ciascuna sub unità territoriale (unità minima del piano).

La valutazione dell'incidenza di ciascuna minaccia è espressa attraverso una scala ordinale che attribuisce "pesi" differenti alle interferenze sulle specie ed a quelle sugli habitat.

## Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017

**Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale

**Progetto n.** 17129I

I valori numerici dell'indice sintetico calcolato per ciascuna minaccia, e in relazione allo stato ambientale di ciascuna sub-unità, sono stati raggruppati in quattro classi corrispondenti a quarti del valore massimo, definendo così altrettante classi di incidenza: incidenza bassa, media, alta e molto alta (Tavola 5).

Delle trentatré minacce individuate, la sola di interesse per il presente PdC si riferisce alla Minaccia 3 – Inquinamento industriale da idrocarburi, metalli pesanti e altri eventuali contaminanti. Il prospetto seguente mostra quali sub-unità ambientali siano interessate dalla minaccia 3.

Minaccia 3 – Inquinamento industriale da idrocarburi, metalli pesanti e altri eventuali contaminanti		
Elementi ambientali maggiormente interessati	Unità ambientali interessate	Conseguenze
Lagune costiere (codice 11.50)	Laguna aperta: D1, D2	3A Inquinamento del suolo, del sottosuolo, dei corpi idrici superficiali e sotterranei 3B Possibili fenomeni di bioaccumulo lungo la rete trofica
	Laguna aperta: D3	3C Possibili conseguenze sullo sfruttamento economico delle risorse lagunari
Popolamento ornitico nidificante svernante e migratore	Bacini evaporanti: B4 Laguna aperta: D1, D2 Canale e vasca di Porto San Pietro: H1, H2, H3 Area delle foci: I5, I6	3B Possibili fenomeni di bioaccumulo lungo la rete trofica
<i>Aphanius fasciatus</i>	Laguna aperta: D1, D2 Stagno di Capoterra: A1	3B Possibili fenomeni di bioaccumulo lungo la rete trofica
Ambiti perilagunari	Fasce parastagnali: N9, N10	3A Inquinamento del suolo, del sottosuolo, dei corpi idrici superficiali e sotterranei

Tabella 2 – Estratto PdC SIC ITB040023 “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiarreddu, Laguna di Santa Gilla”

## 4.2 Paesaggio e beni culturali

### 4.2.1 Paesaggio

Il golfo degli Angeli e la sua fascia di terra restrocostiera rappresenta la parte terminale della piana del Campidano meridionale. La piana del Campidano è un territorio molto particolare se paragonato al resto del territorio regionale della Sardegna; la sua morfologia valliva e la sua geologia sono la testimonianza di un passato geologico che ha fortemente condizionato il paesaggio, le sue forme e le attività umane ad esso connesse. La zona prettamente costiera (golfo degli Angeli) è una enorme fascia compresa fra il mare e la terra caratterizzata da un tipico ambiente di transizione dominato da un esteso complesso lagunare di elevato pregio ambientale e naturalistico. In questo contesto si sono inserite nel tempo e nello spazio delle attività umane, culturali ed economiche, di complessità crescente.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I



Figura 14 - Vista dell'area in esame

Suddividendo il territorio in funzione delle diverse componenti paesaggistiche, quali morfologia, vegetazione, uso del suolo, urbanizzazione, ecc., si distinguono le seguenti tipologie di paesaggio:

Paesaggio costiero del golfo, che comprende le seguenti unità di paesaggio:

- Area urbana di Cagliari: unità di paesaggio caratterizzata da un'urbanizzazione estensiva con prevalente componente insediativa e forte dotazione infrastrutturale (aeroporto, porto navale, ferrovia, svincoli viari, ecc.).
- Complesso lagunare suddiviso fra stagni naturali e saline:
  - Stagno di Cagliari e Santa Gilla: buona parte di questo ambiente naturale è stato bonificato ed antropizzato da un crescente sviluppo delle attività industriali, portuali e commerciali, ciò che resta dell'originario complesso naturale preserva un elevato interesse e pregio naturalistico (SIC/ZPS).
  - Saline di Macchiareddu (o di Contevecchi), ubicate in adiacenza allo stagno di Santa Gilla, con una superficie di circa 2600 ettari dedicati alla produzione di sale, configurati con un tipico pattern a scacchiera.
- Zona industriale di Macchiareddu: questa unità di paesaggio, situata dietro il complesso lagunare delle saline e dello stagno di Santa Gilla, si configura come una grande area poligonale dal pattern completamente rettangolarizzato da strade, servizi, stabilimenti ecc. con assenza di elementi di rilevanza paesaggistica.
- Fascia costiera occidentale: la zona costiera occidentale si differenzia fortemente dal paesaggio precedente in quanto si sviluppa a ridosso dei rilievi retrostanti Capoterra, con morfologia ripida e accidentata con versanti direttamente a picco sul mare.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I

Paesaggio retrostante il golfo

- Paesaggio costituito dalla pianura del Campidano che si sviluppa verso nord-nord-ovest, che presenta lineamenti laterali di versante vallivo che dal golfo degli Angeli sembrano perdersi all'orizzonte verso nord-nord-ovest; il pattern paesaggistico è dominato dalle geometrie tipicamente agricole, favorite dalla presenza del Riu Flumini Mannu e dei suoi affluenti, e dalle principali infrastrutture viarie che collegano la provincia di Cagliari alla provincia di Oristano.

**4.2.2 Emergenze paesaggistiche e beni culturali**

Il territorio racchiude estesi ambiti fisiografici estremamente diversificati; i tre principali elementi corografici sono ad ovest il vasto sistema dei rilievi del Sulcis-Iglesiente, nel settore mediano la Piana del Campidano, ed ad est il complesso orografico del Sarrabus.

Il territorio è caratterizzato da una configurazione fortemente antropica dovuta allo sviluppo urbano e industriale delle terre a ridosso della laguna. Non meno importante è il pattern prettamente agricolo del retroterra lagunare.

Elemento peculiare del bacino è rappresentato dalle saline che occupano una superficie di circa 2.750 ha, ripartiti in vasche salanti e bacini evaporanti.

Nella fascia circostante gli stagni di Cagliari e Santa Gilla gravitano importanti complessi industriali, concentrati soprattutto nella località di Macchiareddu.

La zona ovest della città di Cagliari interessa direttamente la sponda orientale della laguna dove grandi interventi di bonifica e colmata hanno fatto posto ad industrie, insediamenti urbani e/o e hanno consentito l'espansione del porto commerciale e delle infrastrutture ferroviarie.

Testimonianze dell'antica vita contadina si possono ancora trovare nei centri circostanti, ormai inglobati nel capoluogo sardo. Nelle zone limitrofe a Cagliari ci sono centri dedicati alla cultura contadina del campidanese, chiese medievali di particolare pregio e conservazione nonché interessanti aree archeologiche

Alcune interessanti chiese si trovano anche ad Assemini, come la parrocchia di San Pietro, fondata nel XI secolo e ricostruita nel XVI, la chiesa bizantina di San Giovanni (X-XI secolo), con pianta a croce greca, e al cui interno sono conservate delle epigrafi in lingua greca.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**

Titolo: Modulo 5 - Inquadramento ambientale

Progetto n. 17129I



Figura 15 - Parrocchia di San Pietro e chiesa di S.Giovanni ad Assemini

Fuori dal centro abitato si trovano l'oasi di Gutturu Mannu e le Saline di Santa Gilla, circondate da lentischi, lecci, cisti, eriche, oleandri e carrube. Da qui si arriva alla chiesetta di Santa Lucia e alla zona di Is Pauceris, antico insediamento Punico-Romano; in quest'area si trovano i resti di un villaggio nuragico.

A circa 30 chilometri dal capoluogo sardo si trova il paese di Pula, dove si possono visitare "villa Santa Maria", in stile neoclassico, costruita nel 1838, e il Museo Archeologico "Giovanni Patroni", in cui sono esposti i reperti del villaggio archeologico di Nora, che si trova sulla punta estrema del Capo di Pula. Prima scalo fenicio, poi punico, e infine ricca cittadina romana, il villaggio di Nora risale molto probabilmente al IX-VIII secolo a.C..

Di straordinaria importanza è una stele qui ritrovata, la "Stele di Nora", appunto, oggi conservata nel Museo Archeologico Nazionale di Cagliari, primo documento in cui compare per la prima volta il nome della Sardegna. Molto interessanti sono i mosaici che si trovano nelle diverse terme (centrali, piccole e "a mare"), il teatro (II secolo d.C.), sotto il cui palco erano poste delle anfore con la funzione di migliorarne l'acustica, alcuni edifici sacri, come quello indicato come Tempio, con pavimenti mosaicati, o l' "Alto Luogo del Tanit", il tempio di "Eshmun-Esculapio" e il santuario di tipo cananeo.

In quest'area si trova anche una delle chiese più antiche del cagliaritano, Sant'Efisia, dove si ritiene sia stato martirizzato il santo da cui prende il nome. Molto probabilmente di origine romana, questa chiesa campestre risale alla fine dell'XI secolo; anche il basso Campidano si presenta di fatto ricco di antiche civiltà.

**Rapporto Preliminare di Sicurezza 2017**
**Titolo:** Modulo 5 - Inquadramento ambientale

**Progetto n.** 17129I

## 5 SINTESI DELL'ANALISI EFFETTUATA

Si riporta nella tabella sottostante una sintesi nella quale sono evidenziate le sensibilità ambientali rilevate per ciascuna componente che possono subire interazioni in caso di incidente rilevante con possibili conseguenze ambientali.

Componente ambientale		Criticità ambientali individuate	Possibili interazioni in caso di incidente
Inquadramento climatico	Anemologia	Nessuna criticità in relazione alle attività in progetto	---
	Stabilità atmosferica	Nessuna criticità in relazione alle attività in progetto	---
	Temperatura	N Nessuna criticità in relazione alle attività in progetto	---
Suolo e sottosuolo	Caratterizzazione di suolo e sottosuolo	Nell'area sono stati rilevati depositi di origine antropica sabbiosi e ciottolosi, con sottostante successione di sabbie e limi. Nessun dato disponibile in merito alla qualità attuale dei suoli.	---
Ambiente idrico	Acque superficiali	L'area di progetto è compresa nel bacino idrografico del Rio Cixerri, all'interno della complesso lagunare del golfo degli Angeli.	---
	Acque sotterranee	Presente falda freatica superficiale in equilibrio con il livello del mare, costantemente alimentata dai flussi idrici che avvengono in corrispondenza dei livelli sabbiosi.	---
Aree protette, paesaggio e beni culturali	Aree protette	Presenza del SIC/ZPS Stagni di Santa Gilla in prossimità del sito	---
	Beni vincolati ai sensi del D.Lgs. 42/2004	Nessun bene culturale vincolato ai sensi del D.Lgs. 42/2004 in prossimità del sito	---

**Tabella 3**