

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE, SIN "SULCIS -</b> <b>IGLESIENTE-GUSPINESE"</b>		<b>Rev.</b> <b>0</b>

**SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA  
SEZIONE CENTRO SUD**

**PIANO DI CARATTERIZZAZIONE  
SIN "SULCIS – IGLESIENTE – GUSPINESE"**

Il Committente


Il Progettista


0	Emissione per Enti	LMZ	BG	PAR	Marzo 2017
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data



 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 1 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## INDICE

<b>LISTA DELLE TABELLE .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE ALLEGATE .....</b>	<b>5</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERESSE .....</b>	<b>8</b>
2.1 Inquadramento generale.....	8
2.2 Clima e meteorologia .....	11
2.2.1 <i>Precipitazioni e Temperature</i> .....	11
2.2.2 <i>Anemologia</i> .....	11
2.2.3 <i>Qualità dell'Aria</i> .....	11
2.3 Geomorfologia, Geologia e Litologia .....	12
2.4 Idrogeologia .....	12
2.5 Assetto Idrografico .....	14
2.6 Inquadramento Geochimico.....	15
2.7 Caratteristiche ecologiche di pregio .....	16
<b>3 STATO DI ATTUAZIONE DEGLI ADEMPIMENTI IN MATERIA DI SITI CONTAMINATI –</b>	
<b>INDAGINI AMBIENTALI PREGRESSE.....</b>	<b>18</b>
3.1 Progetto RAS.....	18
3.1.1 <i>Risultati Indagini Suolo e Sottosuolo</i> .....	19
3.1.2 <i>Risultati Indagini Acque Sotterranee</i> .....	19
3.2 Piani di caratterizzazione e/o monitoraggi attuati e in corso di attuazione (2008-2011).....	19
3.3 Interventi di bonifica E/O messa in sicurezza permanente/emergenza .....	20
3.4 Campagna di MONITORAGGIO della qualità delle acque sotterranee – CACIP - Anno 2012	20
<b>4 MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO (MCPS).....</b>	<b>22</b>
4.1 POTENZIALI Sorgenti di contaminazione .....	23
4.2 POTENZIALI PERCORSI DI ESPOSIZIONE .....	23
4.3 POTENZIALI RECETTORI SENSIBILI.....	25
<b>5 PIANO DI INDAGINE AMBIENTALE .....</b>	<b>26</b>
5.1 STRATEGIA di indagine .....	26
5.2 Criteri e metodologiA di indagine.....	28
5.2.1 <i>Perforazione Sondaggi Geognostici ed Allestimento a Piezometro</i> .....	28
5.2.2 <i>Decontaminazione delle Attrezzature e Smaltimento dei Rifiuti Derivati dall'Indagine</i> .....	30

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 2 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

5.2.3	<i>Prelievo, Conservazione e Trasporto dei Campioni di Suolo ed Acque Sotterranee</i> .....	30
5.3	analisi chimiche di laboratorio.....	31
5.3.1	<i>Determinazioni analitiche suolo e sottosuolo</i> .....	31
5.3.2	<i>Determinazioni Analitiche delle Acque Sotterranee</i> .....	36
5.4	risultati Dell'indagine ambientale .....	39
<b>6</b>	<b>CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ</b> .....	<b>40</b>

**APPENDICE A: FORM DI CAMPO**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 3 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## LISTA DELLE TABELLE

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 1.1: Articolazione del Progetto	6
Tabella 5.1: Coordinate Punti di Indagine Ambientale Proposti	27
Tabella 5.2: Concentrazione Soglia di Contaminazione nel Suolo e nel Sottosuolo riferiti alla Specifica Destinazione d'Uso dei Siti da Bonificare	32
Tabella 5.3: Concentrazione Soglia di Contaminazione nelle Acque Sotterranee	36
Tabella 6.1: Cronoprogramma Preliminare delle Attività di Indagine Ambientale	40

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 4 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## LISTA DELLE FIGURE

<b><u>Figura No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Figura 2.a: Inquadramento Generale Area di Interesse	8
Figura 2.b Insediamenti Industriali di Primaria Importanza (Fonte PdC CACIP, Ottobre 2012)	10
Figura 2.c: Direzione Flusso di Falda (estratto da “Spartiacque Sotterraneo che Delimita gli Acquiferi del Campidano di Oristano e di Cagliari”, Note CARG Foglio 547 “Villacidro”)	14

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 5 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## LISTA DELLE FIGURE ALLEGATE

5.1 a	Ubicazione punti di indagine ambientale
5.1 b	Ubicazione punti di indagine ambientale





 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 6 di 41	Rev. 0

## 1 INTRODUZIONE

La Società Gasdotti Italia S.p.A. (di seguito SGI) ha l'intenzione di realizzare un sistema di trasporto gas in Regione Sardegna, costituito da una rete di metanodotti che si sviluppa principalmente in direzione Sud-Nord.

Il tracciato della condotta si estende per una lunghezza di circa 195 km ed è costituito dalle dorsali principali, dalle bretelle e dagli allacci. In particolare, il tracciato è suddiviso in 8 tronchi come descritto nella seguente tabella.

**Tabella 1.1: Articolazione del Progetto**

Sistema Trasporto Gas Naturale Sardegna Sezione Centro Sud				
Ref. Tronco	Denominazione	Partenza	Arrivo	Lunghezza (km)
TR05	Bretella Oristano	Santa Giusta	Palmas Arborea	13.4
TR06	Allacciamento Oristano	Palmas Arborea	Oristano	3.0
TR07	Dorsale Centro-Sud	Villaspeciosa	Palmas Arborea	71.8
TR08	Dorsale Sud	Sarroch	Villaspeciosa	28.6
TR09	Bretella Sulcis	Villaspeciosa	Carbonia	51.1
TR10	Allacciamento Cagliari Monserrato	Uta	Monserrato	20.6
TR11	Bretella Cagliari	Assemini (Macchiareddu)	Assemini (Macchiareddu)	4.2
TR12	Allacciamento Cagliari Macchiareddu	Assemini (Macchiareddu)	Assemini (Macchiareddu)	2.2

Il tracciato del metanodotto relativo ai tronchi di progetto TR08, TR11 e TR12 attraversa il Sito di Interesse Nazionale (SIN) “Sulcis - Inglesiente – Guspinese” per una percorrenza di circa 17.5 Km. L'attraversamento del SIN da parte del metanodotto avviene in aree appartenenti all'agglomerato industriale di Macchiareddu, interamente in gestione al Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari (CACIP). Per le aree in gestione ricadenti all'interno dell'Agglomerato Industriale di Macchiareddu, il CACIP ha predisposto nel 2012 il relativo Piano di Caratterizzazione – PdC a cura di IAT Consulenza e Progetti, con l'obiettivo di preparare un documento organico di riferimento per l'esecuzione delle attività di caratterizzazione da condursi all'interno delle aree a carico di soggetti sia pubblici sia privati.

Il presente Piano di Caratterizzazione (PdC) è stato redatto ai sensi dell'Allegato 2 al Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ha come oggetto la porzione dell'Area Industriale di Cagliari, di competenza del CACIP, interessata dai tronchi di progetto di SGI TR08,

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 7 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

TR11 e TR12 ricadente all'interno del SIN di Sulcis-Iglesiente-Guspinese come perimetrato provvisoriamente dal D.M. 12 Marzo 2003 e definito in dettaglio dalla D.G.R. 27/13 del 1 Giugno 2011.

Il presente documento è strutturato come segue:

- il Capitolo 2 riporta la descrizione dell'area oggetto di interesse;
- il Capitolo 3 descrive lo stato attuale dell'area oggetto di interesse in riferimento ad adempimenti ambientali e ad eventuali indagini ambientali pregresse;
- il Capitolo 4 riporta il modello concettuale preliminare dell'area di interesse; e
- il Capitolo 5 riporta la descrizione del piano di indagine previsto lungo il tracciato del gasdotto.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>"SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE"</b>	Pag. 8 di 41	Rev. 0

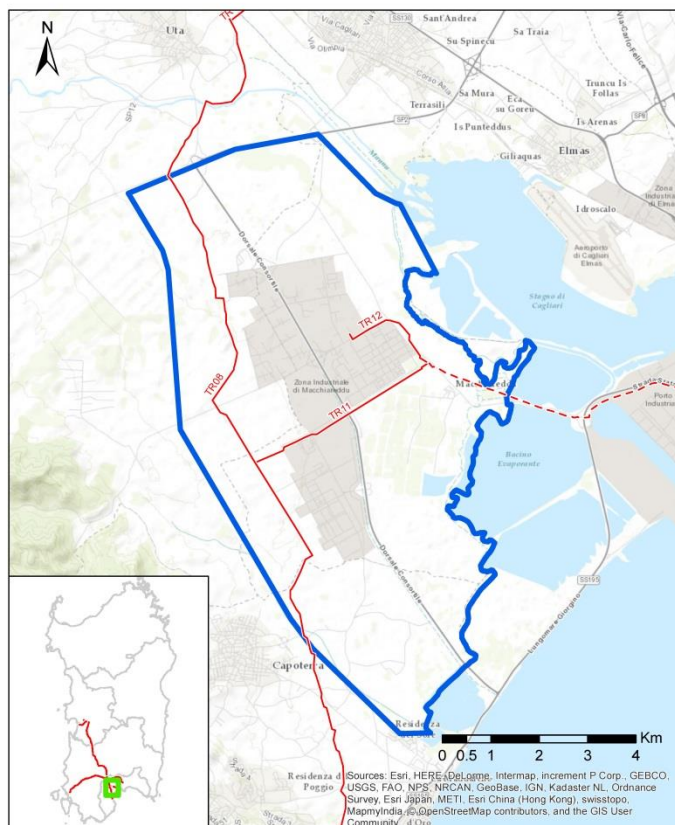
## 2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERESSE

Nei successivi paragrafi è riportata una sintesi dell'inquadramento generale del sito in esame e una descrizione degli aspetti ambientali generali climatico-meteorologici e di inquadramento geologico-idrogeologico, estrapolati dal PdC redatto da CACIP. Per una descrizione di dettaglio degli inquadramenti di area vasta si rimanda al PdC redatto da CACIP.

### 2.1 INQUADRAMENTO GENERALE

L'agglomerato industriale di Macchiareddu si estende su un'area di 8.242,03 ettari ed è ubicato lungo la costa sudoccidentale della Sardegna, a circa 7 km da Cagliari e a pochi chilometri dai centri minori di Assemmini, Uta e Capoterra.

L'agglomerato industriale di Macchiareddu e il tracciato del metanodotto che lo attraversa sono indicati in figura 2.a.



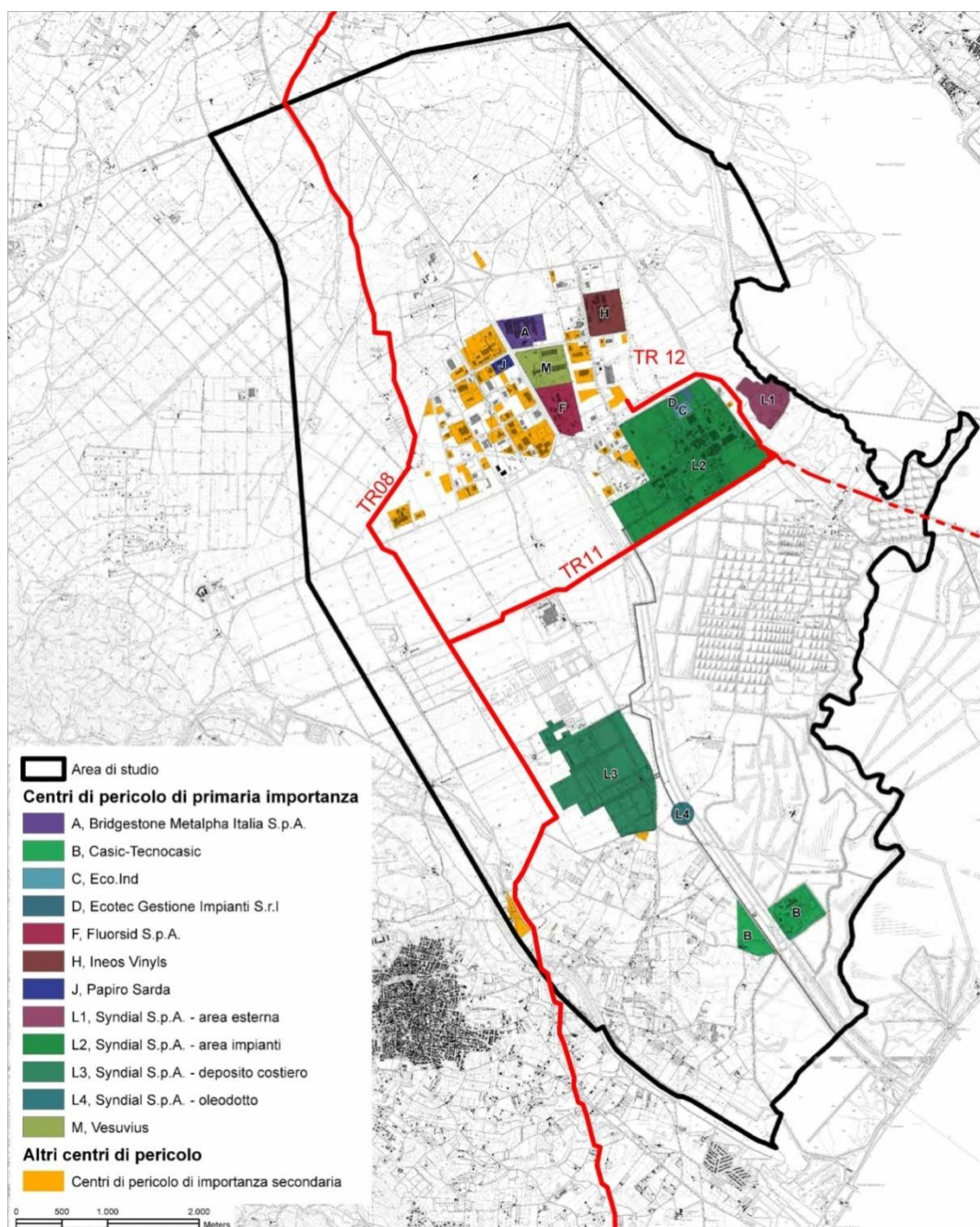
**Figura 2.a: Inquadramento Generale Area di Interesse**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 9 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Come descritto ampiamente nel PdC redatto da CACIP, nell'area in oggetto sono insediate numerose industrie di varie dimensioni, nonché attività di servizio alla produzione. Di queste realtà produttive, alcune hanno avuto in passato un significativo impatto sul territorio e sull'ambiente (possono essere identificate come principali centri di pericolo per l'agglomerato industriale di Macchiareddu), le principali delle quali sono (si veda figura 2.b):

- Syndial S.p.A. (Ex Enichem, Ex Rumianca ) - produzione e commercializzazione settore chimico e petrolchimico;
- Ecotec S.r.l. – piattaforma di trattamento di rifiuti speciali, impianto di soil washing per la bonifica di suoli;
- Bridgestone Metalpha Italia S.p.A. (Ex Gencord ) - lavorazione e produzione di cordicelle di acciaio ottonate quali: steel cord, hose wire, cavi metallici ecc. per la realizzazione di pneumatici;
- Sanac S.p.A. - fabbricazione di mattoni refrattari;
- Fluorsid S.p.A. - produzione di derivati chimici del fluoro;
- Enel Produzione S.p.A. - centrale termoelettrica; e
- Tecnocasic S.c.p.A – piattaforma di trattamento rifiuti.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 10 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Figura 2.b Insedimenti Industriali di Primaria Importanza (Fonte PdC CACIP, Ottobre 2012)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 11 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.2 CLIMA E METEOROLOGIA

L'area di interesse è caratterizzata da un clima temperato caldo, in cui la stagione estiva si presenta calda e secca (temperatura media annua 14.5-16-9 °C), e l'inverno è piovoso con temperature comprese tra 6 e 9.9 °C nel mese più freddo.

### 2.2.1 Precipitazioni e Temperature

I dati riguardanti la piovosità e le temperature sono stati ricavati dalle stazioni pluviometriche di Cagliari (“aggregata”), Decimomannu e Capoterra, relativamente ad un arco complessivo temporale di 86 anni (1922-2007).

Le precipitazioni si concentrano nel periodo a metà tra autunno-inverno (Dicembre e Novembre si confermano i mesi più piovosi), mentre il periodo fine primavera-estate è caratterizzato da un'accentuata aridità. Le precipitazioni medie annuali sono comprese tra 414 e 520 mm.

Per quanto riguarda i valori di temperatura medi mensili, dai dati emerge che la distribuzione delle temperature nel corso dell'anno rispetta l'andamento stagionale tipico della regione Mediterranea, con valori maggiori nei mesi estivi (luglio ed agosto) e con valori invernali in cui le temperature medie annuali oscillano tra 13 e 18 °C. I valori maggiori cadono tra Luglio e Agosto (22-25 °C circa), mentre le medie mensili minori si trovano nei mesi di Gennaio e Febbraio (5-11 °C).

### 2.2.2 Anemologia

Nell'arco di un periodo annuale risultano dominanti i venti del quadrante di NW, la direzione è nettamente prevalente, poiché è quella del caratteristico vento sinottico che investe la Sardegna sulla costa occidentale.

L'andamento nelle varie stagioni ripete quello rilevato durante l'anno con prevalenza dei venti da NW, che si presentano con frequenze comprese tra il 34% della stagione invernale e il 28% della stagione autunnale. Nella stagione estiva, le correnti da Sud di brezza costituiscono il secondo massimo relativo.

### 2.2.3 Qualità dell'Aria

Dalla relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2010 (RAS, 2011), basata sui dati provenienti dalla rete di monitoraggio regionale gestita dall'ARPAS e dalla rete del comune di Cagliari, si evince il superamento della soglia di allarme del parametro SO<sub>2</sub> nell'area industriale di Macchiarèdu.

Rispetto al 2009, in cui furono registrati i superamenti delle polveri fini (PM<sub>10</sub>), ozono ed NO<sub>2</sub>, si è osservato un miglioramento relativo a PM<sub>10</sub> e ozono, con riduzione del numero dei superamenti dei limiti, mentre si è registrato un netto peggioramento per quanto concerne il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 12 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2.3 GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E LITOLOGIA

L'agglomerato di Macchiareddu occupa una vasta area di oltre 8,000 ettari, sviluppatasi secondo una direzione prevalente Nord-Ovest – Sud-Est, all'interno della porzione Sud-Occidentale della pianura del Campidano meridionale compresa tra gli abitati di Assemmini, Uta e Capoterra. Tale settore di pianura è delimitato dal margine dei rilievi del massiccio del Sulcis (Monti di Capoterra) a Sud-Ovest, il Golfo di Cagliari a Sud e il bacino dello stagno di Santa Gilla ad Est. L'andamento morfologico del settore di pianura del Campidano meridionale in esame è subpianeggiante o moderatamente ondulato e degrada verso Est con uno sviluppo altimetrico da circa 60 m s.l.m. verso il livello del mare, con una pendenza media dell'1-2%. Il settore in esame è solcato, a Nord, dal Rio Cixerri e dal Flumini Mannu e, a Sud, dal Rio Santa Lucia. La piana, di formazione alluvionale-deltizia, è il risultato del colmamento della porzione meridionale del Graben del Campidano, ampia fossa tettonica formata nel Pliocene medio-superiore (Cherchi et al., 1978), delimitata a Ovest dalla faglia di importanza regionale del Graben, con direzione NWSE; a causa di tale faglia, la transizione morfologica tra i rilievi e le facies alluvionali che colmano il Graben campidanese è evidenziata da una brusca rottura di pendio dalle pendici dei massicci cristallini alla pianura, con conseguente passaggio da una morfologia aspra ed accidentata ad una morfologia di tipo pianeggiante. Non si ravvisano indizi circa movimenti neotettonici del Graben del Campidano, che è considerata classicamente una fossa tettonica con attività plio-pleistocenica: infatti, il bordo occidentale del Campidano si presenta in genere fortemente sovralluvionato (Cherchi et al., 1978).

## 2.4 IDROGEOLOGIA

Per effetto del manifestarsi ciclico di ambienti di sedimentazione diversificati, il sottosuolo e i terreni dell'area industriale di Macchiareddu sono costituiti da materiali alluvionali estremamente eterogenei, costituenti un unico sistema acquifero caratterizzato da un'alternanza caotica di livelli di varia natura, da ghiaiosi ad argillosi, di età plio-pleistocenica e recente, più o meno costipati e cementati e aventi quindi permeabilità variabile.

Il sottosuolo risulta caratterizzato da un grado di permeabilità da medio a basso per porosità dovuto all'alternanza di livelli ghiaioso-sabbiosi (aventi spessori discreti), a livelli limoso-argillosi e argillosi (con spessori locali variabili, fino ad un massimo di qualche decina di metri), per questa ragione la circolazione idrica è fortemente influenzata dalla differente permeabilità sia orizzontale che verticale dei vari livelli.

Il complesso idrogeologico alluvionale superiore, che costituisce l'acquifero di interesse principale è stato oggetto di indagine diretta da parte della RAS e dei vari piani di caratterizzazione attuati dal 2008 fino ad oggi, può essere schematizzato come un acquifero multifalda, caratterizzato da un'ampia variabilità degli orizzonti che lo costituiscono, in cui si possono distinguere una falda superficiale freatica e una falda profonda confinata multistrato. Il grado di confinamento di questa seconda falda è molto variabile, in funzione della continuità locale degli orizzonti argilloso-limosi e delle

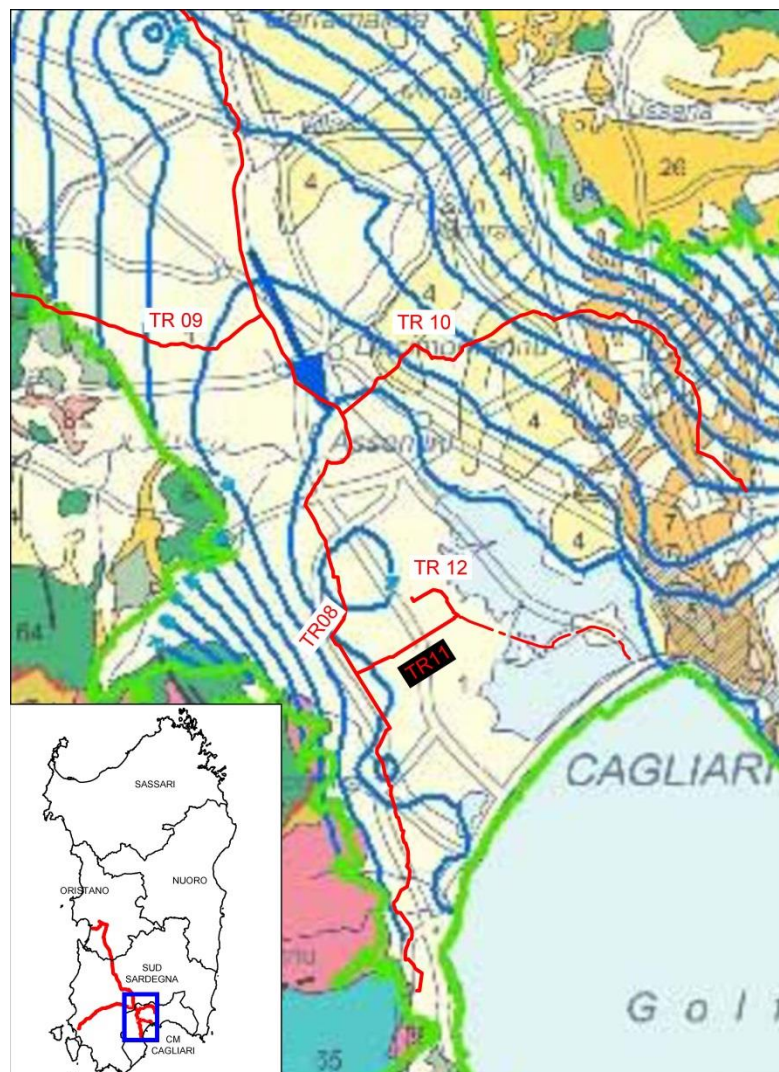
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 13 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

modalità costruttive dei pozzi presenti nell'area, spesso realizzati con filtri che non garantiscono l'isolamento idraulico tra i due corpi idrici. La piezometria delle due parti (acquifero freatico e acquifero confinato) tende dunque a coincidere e la circolazione sotterranea è riconducibile dunque ad un unico sistema, in cui le falde sovrapposte possono essere considerate isolate tra loro soltanto localmente, per cui esistono interscambi e orizzontalmente e verticalmente. CAS.MEZ. (1986) sottolineava nel suo studio che sebbene siano presenti più falde con livelli piezometrici talvolta leggermente diversi, sono stati accertati altresì collegamenti orizzontali e verticali più o meno ravvicinati tra i vari acquiferi, i quali appaiono quindi interdipendenti.

Nell'area industriale, la falda superficiale presenta direzione di deflusso da Ovest verso Est, con recapito verso la laguna di Santa Gilla, e verso il mare a sud (Pala, 1983) (Figura 2.c.).



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 14 di 41	Rev. 0



**Figura 2.c: Direzione Flusso di Falda (estratto da “Spartiacque Sotterraneo che Delimita gli Acquiferi del Campidano di Oristano e di Cagliari”, Note CARG Foglio 547 “Villacidro”)**

## 2.5 ASSETTO IDROGRAFICO

La piana meridionale del Campidano è attraversata per quasi tutta la sua estensione dal Flumini Mannu e ricade all'interno dei bacini idrografici dei tre corsi d'acqua principali: il Flumini Mannu, il Rio Cixerri e il Rio Santa Lucia. Il ricettore finale del Flumini Mannu del Rio Cixerri è lo Stagno di Santa Gilla, mentre il Rio Santa Lucia sfocia nello stagno di Capoterra in prossimità della località La Maddalena.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 15 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Il Flumini Mannu, uno dei più importanti corsi d'acqua della Sardegna, è caratterizzato da deflussi permanenti, variabili in funzione della piovosità, e da una portata media pari a circa 8 m<sup>3</sup>/s. Il fiume nasce nell'altopiano del Sarcidano in Provincia di Nuoro, riceve più a valle gli apporti degli affluenti della Giara di Gesturi nella Marmilla e attraversa infine la piana alluvionale del Campidano con orientamento meridiano e un percorso dell'asta idraulica principale pari a 93 km circa che drena un bacino idrografico esteso circa 1.520 km<sup>2</sup>.

Il Rio Cixerri nasce nel versante settentrionale del massiccio del Sulcis a sud di Iglesias e scorre lungo la valle del Cixerri, confluendo poi nella piana del Campidano dopo avere oltrepassato la soglia di Siliqua. Prima di gettarsi nello stagno, dopo un percorso principale di circa 51 km, riceve lungo il suo corso l'apporto di numerosi affluenti che drenano il versante meridionale del massiccio dell'Iglesiente e quello settentrionale del massiccio del Sulcis, per un bacino idrografico complessivo di 535 km<sup>2</sup>.

Il Rio Santa Lucia nasce dai rilievi metamorfici e granitici a Ovest di Capoterra ad una quota di 575 m s.l.m. con un andamento a tratti meandriforme. Nella zona "alta" del bacino presenta una pendenza media del 40%, che passa al 18% nella fascia altimetrica inferiore ai 400 m; mentre la zona pianeggiante, partendo da altezze di circa 60 m, degrada verso il mare con pendenze del 2%-4%.

## 2.6 INQUADRAMENTO GEOCHIMICO

Lo studio geochimico riportato nel PdC redatto dal CACIP si basa principalmente sui dati relativi alla carta metallogenica della Sardegna di Marcello et al. (2003) e sulla cartografia geochimica di De Vivo et al. (2006); entrambi gli studi si basano prevalentemente sui dati delle analisi di campioni di sedimenti fluviali e in misura minore di campioni di suoli e rocce (oltre 36,000 raccolti con frequenza di 2.2 campioni/km<sup>2</sup>). I risultati relativi ad alcuni elementi sono stati registrati nell'Archivio Geochimico Nazionale.

Di seguito sono brevemente descritte le distribuzioni dei sei principali elementi (As, Cd, Co, Cr, Pb, V) estrapolate da Marcello et al. (2003) nell'area del foglio Cagliari (Archivio Geochimico Nazionale), che coprono l'area industriale CACIP.

Per quanto riguarda l'Arsenico, nell'area di interesse CACIP e zone limitrofe, sono state registrate concentrazioni comprese tra circa 45.88 e 12.35 ppm; in particolare, le più elevate sono state riscontrate nella parte meridionale dell'area industriale, a est del Rio S. Lucia di Capoterra.

La distribuzione del Cadmio è strettamente correlabile alla litologia, essendo il marker essenziale dei Gruppi di Gonnese e di Nebida. Nell'area del CACIP e zone limitrofe, le concentrazioni di Cd risultano comprese indicativamente tra 0.74 e 77.41 ppm, con picco massimo nella parte settentrionale dell'area, in prossimità delle foci dei corsi d'acqua principali (Cixerri e Mannu) e dei corsi d'acqua provenienti dai rilievi di Capoterra.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 16 di 41	Rev. 0

Il Cobalto si distribuisce nell'area del CACIP e zone limitrofe, con concentrazioni comprese indicativamente tra 5.56 e 20.35 ppm, con le massime concentrazioni registrate nell'area centro-occidentale.

La distribuzione del Cromo nella zona del CACIP e del suo intorno, presenta concentrazioni al massimo comprese tra 50.92 e 65.05 ppm, con valori più elevati riscontrabili nella porzione settentrionale.

Il Piombo presenta alti valori (>1,146 ppm) nell'Iglesiente, ove rappresenta un marker litologico dell'intera sequenza pre e medio-Ordoviciano. Nell'area CACIP le concentrazioni massime di Pb sono comprese tra 79.52 e 141.72 ppm, e sono registrate nella porzione settentrionale e nella zona della foce del Flumini Mannu e dell'abitato di Assemini.

I valori di Vanadio nell'area CACIP e zone limitrofe si attestano nell'intervallo 74.56 – 97.21 ppm, prevalentemente nella porzione meridionale dell'area industriale.

Per quanto riguarda la distribuzione di ulteriori elementi di interesse, quali lo Stagno, il Manganese e il Ferro, si è fatto riferimento alla Cartografia geochemica ambientale del Foglio Cagliari di De Vivo et al. (2006), elaborata sempre sulla base dei dati geochemici dei sedimenti fluviali, che però copre soltanto le parti periferiche della zona industriale CACIP. Nell'areale di studio, tutti e tre gli elementi in questione presentano i valori più elevati di concentrazione in corrispondenza dei rilievi metamorfici e granitici e nelle alluvioni del Rio S. Lucia, a Nord-Ovest di Capoterra.

## 2.7 CARATTERISTICHE ECOLOGICHE DI PREGIO

L'agglomerato industriale di Macchiareddu risulta confinante, ed anche localmente sovrapposto nei suoi margini orientali, all'esteso complesso ecosistemico dello Stagno di Cagliari, situato ad Est dell'area industriale.

La genesi del sistema ecologico è da ricondurre alle variazioni del livello del mare che hanno determinato, in successive fasi evolutive, la chiusura di un ampio golfo ad opera di barre sabbiose emerse dal fondo del mare, l'ultima delle quali è rappresentata dall'attuale cordone di La Playa, esteso circa 9 km, la cui emersione è da riferire alla trasgressione versiliana (6,500 anni fa).

Il complesso stagno 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 e tali connotati di pregio ambientale sono attestati dai numerosi provvedimenti legislativi di tutela che interessano lo Stagno di Cagliari.

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,

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 17 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

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. Inoltre, la peculiare caratterizzazione insediativa e produttiva del contesto territoriale è all'origine delle complesse problematiche concernenti la gestione e la conservazione dell'eredità naturale di interesse comunitario. A dispetto delle significative pressioni antropiche, il Piano di Gestione del SIC ITB040023 attesta la presenza di numerose forme associative della vegetazione spontanea che configurano in alcuni casi habitat di interesse comunitario.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 18 di 41	Rev. 0

### 3 STATO DI ATTUAZIONE DEGLI ADEMPIMENTI IN MATERIA DI SITI CONTAMINATI – INDAGINI AMBIENTALI PREGRESSE

I principali documenti di riferimento disponibili analizzati per la definizione dello stato di attuazione degli adempimenti in materia di siti contaminati (Indagini Ambientali Pregresse) sono:

- il *Piano di Caratterizzazione dell'Agglomerato Industriale di Macchiareddu – Sito di Interesse Nazionale Sulcis – Iglesiente - Guspinese – Relazione Generale e Tavole*, redatto da CACIP nell'Ottobre 2012 (di seguito PdC redatto da CACIP: tale documento affronta in modo organico e rappresentativo il tema della qualità delle matrici ambientali nell'area di Macchiareddu; e
- il progetto elaborato dalla Regione Sardegna nell'ambito del POR Sardegna 2000-2006 – Asse I – Misura 1.7 – Azione C “*Interventi di Indagine Preliminare e Realizzazione del Sistema di Monitoraggio Siti Inquinati: Aree Industriali di Assemini, Sarroch, Ottana e Porto Torres*” (di seguito Progetto RAS): Tale documento si riferisce ad un'area di indagine più estesa di quella oggetto del PdC redatto da CACIP.

Sulla base dei dati acquisiti nell'ambito del Progetto RAS e dall'attuazione dei Piani di Caratterizzazione effettuati da soggetti privati nelle aree di competenza (periodo 2008 - 2011), con l'intento di verificare l'evoluzione dello stato qualitativo delle acque sotterranee nel periodo 2008÷2012, il CACIP ha effettuato una nuova campagna di campionamento ed analisi delle acque sotterranee, condotta su No. 18 piezometri della rete di monitoraggio RAS nel periodo Giugno-Luglio 2012.

Le informazioni relative alla qualità delle matrici ambientali scaturite dal Progetto RAS, integrate ed interpretate alla luce di quanto emerso dall'attuazione dei citati PdC e della recente campagna CACIP sulle acque sotterranee, hanno consentito di definire ed articolare una pianificazione e prioritizzazione delle indagini di dettaglio descritta nel PdC di CACIP.

#### 3.1 PROGETTO RAS

Le principali fasi del progetto RAS sono riportate di seguito:

- **Fase 1:** ricognizione ed analisi della documentazione messa a disposizione dall'Amministrazione Regionale;
- **Fase 2:** aggiornamento ed integrazione della suddetta documentazione;
- **Fase 3:** indagine preliminare delle varie matrici ambientali (suolo, acque sotterranee, acque e sedimenti fluviali), realizzazione della rete di monitoraggio e test di verifica; e

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 19 di 41	Rev. 0

- **Fase 4:** modellazione del flusso idrico sotterraneo dei siti industriali monitorati e del trasporto advettivo degli inquinanti.

Di seguito è riportata una sintesi dei risultati delle indagini effettuate. Per i dettagli si rimanda a quanto incluso nel Progetto RAS.

### 3.1.1 Risultati Indagini Suolo e Sottosuolo

Le indagini effettuate su suolo e sottosuolo su tutte le aree indagate mostrano che la potenziale contaminazione è principalmente riferibile alla famiglia dei contaminanti inorganici (piombo, zinco, cadmio, arsenico, berillio, tallio e selenio) e secondariamente ad alcuni contaminanti organici quali idrocarburi pesanti, alifatici clorurati cancerogeni e non, IPA, clorofenoli, diossine e furani). Le aree interessate dalla potenziale contaminazione sono prevalentemente a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale o a queste assimilabili. Le zone limitrofe agli stabilimenti industriali a destinazione d'uso commerciale e industriale non presentano eccedenze delle CSC ad esclusione di qualche caso.

### 3.1.2 Risultati Indagini Acque Sotterranee

I risultati dei campioni di acqua prelevati durante le indagini ambientali nell'ambito del progetto RAS mostrano che nell'area indagata è presente un acquifero multifalda, caratterizzato da un'ampia variabilità di orizzonti che non sempre permettono di individuare chiaramente una distinzione tra falda freatica superficiale e falda profonda semiconfinata.

Dall'analisi dei dati raccolti durante le quattro campagne effettuato si evidenzia che un ampio spettro di parametri superano le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) stabilite dalla normativa (Tabella 2, Allegato 5, Parte IV, D.Lgs. 152/2006). Pertanto, la potenziale contaminazione delle due falde superficiali presenta un consistente numero di parametri, tra quelli ricercati, con superamento delle relative ed elevati valori di concentrazione. I principali contaminanti di interesse riguardano: metalli, idrocarburi totali, composti organici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni, alifatici alogenati cancerogeni, fenoli, clorofenoli e clorobenzeni.

## 3.2 PIANI DI CARATTERIZZAZIONE E/O MONITORAGGI ATTUATI E IN CORSO DI ATTUAZIONE (2008-2011)

Nel periodo compreso tra il 2008-2011 diversi soggetti operanti nell'area di Macchiareddu hanno effettuato attività di caratterizzazione e/o monitoraggio ambientale. Nel dettaglio le aree oggetto di caratterizzazione e/o monitoraggio hanno riguardato le seguenti aree:

- Syndial S.p.A. – Barriera idraulica di Is Campus de s'Atena (2008);
- Power Crop S.p.A. – Progetto per Impianto a biomassa (2009);
- Sarda Solar S.r.l. – Progetto per Impianto fotovoltaico a terra (2009);

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 20 di 41	Rev. 0

- ANAS S.p.A. – Progetto S.S. 195 Sulcitana (2009-2010);
- San Salvador S.r.l. – Progetto per punto di ristoro rurale (2010);
- ENEL S.p.A. – Centrale elettrica Turbogas (2010);
- Terna S.p.A. – Elettrodotto 150 kV corrente alternata (2010-2011);
- Syndial S.p.A. area esterna – Sistema di Depressione della Falda (2011); e
- Heineken S.p.A. – Stabilimento di produzione della birra (2011).

I dettagli relativi ai risultati delle indagini effettuate sulle singole aree, si rimanda al PdC redatto da CACIP.

### **3.3 INTERVENTI DI BONIFICA E/O MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE/EMERGENZA**

Nel seguito sono riportati i principali interventi di messa in sicurezza d'emergenza (MISE) o Permanente (MISP) e di bonifica e ripristino ambientale relativi alle proprietà Syndial e dettagliati nel PdC redatto da CACIP (estrapolati Progetto RAS), cui si rimanda per ulteriori dettagli:

- Area Impianti - Messa in Sicurezza d'Emergenza: installazione di una barriera idraulica di confinamento;
- Area Esterna - Messa in Sicurezza Permanente: installazione di un diaframma plastico e di capping superficiale;
- Is Campus de S'Atena - Messa in Sicurezza d'Emergenza: installazione di una barriera idraulica accoppiata ad una barriera fisica di contenimento;
- Radice Pontile, Lato Mare - Messa in Sicurezza d'Emergenza: installazione di una barriera fisica di contenimento; e
- Deposito Costiero - Messa in sicurezza d'emergenza: installazione di una barriera idraulica di contenimento.

### **3.4 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE – CACIP - ANNO 2012**

Nei mesi di Giugno – Luglio 2012 il CACIP ha effettuato una nuova campagna di campionamento ed analisi delle acque sotterranee, al fine di chiarire alcune ambiguità interpretative dei risultati delle campagne effettuate tra il 2008 e 2011 e di quelle del Progetto RAS del 2008.

Le principali difficoltà interpretative derivavano dalla presenza di alcuni composti organici di sintesi in settori di monte idrogeologico dei centri di pericolo, localizzati in aree significativamente distanti dai suddetti centri di pericolo e storicamente utilizzate a soli fini agricoli. Tali risultati hanno reso estremamente complessa la ricostruzione di un

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 21 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

modello concettuale plausibile del sito e ha suggerito un approfondimento delle conoscenze, propedeutico alla definizione dei contenuti del PdC elaborato da CACIP nel 2012.

La campagna di indagine ha previsto il campionamento di No. 18 piezometri della rete di monitoraggio della qualità delle acque sotterranee approntata nell'ambito del citato Progetto RAS.

I risultati analitici di quest'ultima campagna hanno mostrato l'assenza di eccedenze delle CSC per tutti i parametri oggetto di analisi su oltre la metà dei piezometri campionati (10 su 18). Detti piezometri sono prevalentemente ubicati nella porzione centro-settentrionale del Sito di Macchiareddue sono rappresentativi di aree storicamente destinate ad utilizzi agro-zootecnico di aree più propriamente dedicate ad un utilizzo commerciale/industriale.

Di conseguenza, le eccedenze delle CSC hanno riguardato No. 8 piezometri tutti ubicati nella porzione meridionale del Sito, in corrispondenza della piana agricola di Capoterra e nella fascia infrastrutturale del CACIP in prossimità della strada “Dorsale Consortile” nel tratto a Sud del Deposito Costiero Syndial. Per la descrizione dettagliata dei risultati analitici si rimanda al PdC di CACIP.



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 22 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

#### 4 MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO (MCPS)

La ricostruzione del Modello Concettuale Preliminare del Sito è stata condotta sulla base delle indicazioni generali riportate nel PdC redatto da CACIP.

Sulla base dell'assetto geologico ed idrogeologico, sono state ricostruite le potenziali sorgenti della contaminazione, la qualità delle matrici ambientali, i potenziali percorsi della migrazione dei contaminanti di interesse e i potenziali bersagli umani e ambientali sensibili.

Nel dettaglio, la ricostruzione del Modello Concettuale Preliminare di un sito contaminato (MCPS), dei suoi elementi naturali ed antropici e delle reciproche interazioni, partendo dal caso reale a geometria complessa, si propone di semplificare il modello con uno schema teorico semplificato che, partendo dall'identificazione delle sorgenti primarie (causa della contaminazione) e secondarie di contaminazione (elementi soggetti alla contaminazione diretta quali suolo e acque sotterranee che diventano a loro volta fattori di trasferimento di contaminanti verso altri comparti ambientali o bersagli), identifica i percorsi preferenziali di migrazione dei contaminanti verso i bersagli umani e ambientali sensibili sito – specifici. La predisposizione del MCS è presupposto fondamentale per l'Analisi di Rischio Sanitario – Ambientale Sito – Specifica.

Nel MCPS sono descritte le caratteristiche sito-specifiche elaborate sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche e idrogeologiche del sito, nonché delle indagini pregresse eseguite. Le caratteristiche sito-specifiche coinvolgono:

- l'individuazione delle potenziali fonti di contaminazione e la tipologia dell'eventuale contaminazione;
- le potenziali vie di diffusione della contaminazione;
- i potenziali recettori umani e ambientali.

Inoltre, nel caso in esame, si deve tenere presente che sull'area industriale di Macchiareddu è già stato elaborato un Piano di Caratterizzazione generale d'Area contenente indicazioni utili per la definizione del MCP del sito in esame e che, in particolare, per quanto riguarda le acque sotterranee, esiste una rete di monitoraggio su cui sono state effettuate diverse campagne di indagine e i cui risultati principali sono riportati al precedente capitolo.

Pertanto, nell'elaborazione dell'MCPS e del successivo Piano di Indagine Ambientale è posta particolare attenzione all'individuazione, durante le attività di perforazione, di eventuali strati di suolo e sottosuolo con evidenze di contaminazione e all'eventuale esposizione a contaminazione per recettori umani ed ambientali (acque sotterranee).

I risultati delle indagini ambientali previste dal Piano di Indagine di cui al successivo Capitolo 5, porteranno all'identificazione di eventuali sorgenti di contaminazione

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 23 di 41	Rev. 0

secondaria e, attraverso i passaggi sopra descritti, alla predisposizione del Modello Concettuale Definitivo del Sito.

#### 4.1 POTENZIALI SORGENTI DI CONTAMINAZIONE

Per l'intera area industriale di Macchiareddu, le sorgenti primarie di contaminazione sono riconducibili alla presenza di attività e di insediamenti industriali con significativo impatto sul territorio e sull'ambiente.

Nel PdC redatto da CACIP sono stati predisposti i criteri e identificate le principali sorgenti di contaminazione primaria riportate nella Tavola 10 dello stesso documento. Tali insediamenti sono in generale da ricondursi ad insediamenti di tipo industriale (Bridgestone Metalpha Italia S.p.A., Fluorsid e Syndial). Tali sorgenti primarie di contaminazione sono associate alle seguenti famiglie di contaminanti (potenzialmente attese nelle matrici ambientali): metalli, idrocarburi alifatici clorurati, cancerogeni e non, Idrocarburi di origine petrolifera e BTEX. I dettagli relativi alle produzioni industriali per l'area industriale di Macchiareddu e le relative sorgenti di contaminazione primaria legata ai contaminanti attesi nelle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee (sorgenti di contaminazione secondaria) sono riportate nel PdC redatto da CACIP. È inoltre necessario tenere in considerazione la presenza, all'interno dell'area, di sistemi volti alla prevenzione e riduzione della dispersione nell'ambiente circostante di contaminanti (Opere di Messa in Sicurezza di Emergenza – MISE e Opere di Messa in Sicurezza Permanente – MISIP, già brevemente descritte al precedente Capitolo 3).

Sulla base di quanto sopra, ai fini della definizione del modello concettuale preliminare del sito, si evidenzia che la porzione maggiore del sito in esame attraversa il l'area industriale di Macchiareddu in direzione Nord – Sud (tratto TR08) in aree per lo più agricole o con finalità zootecnica a monte idrogeologico dei principali centri di pericolo. Per quanto riguarda i tratti TR11 e TR12, essi risultano per buona parte (TR11) e totalmente (TR12) adiacenti e in posizione di valle idrogeologica rispetto alle Aree Impianti di proprietà di Syndial S.p.A su cui risultano in funzione sistemi di emungimento delle acque sotterranee con carattere di messa in sicurezza di emergenza. Inoltre, il tratto TR12 si estende in vicinanza di un'area Syndial (Area Esterna denominata L1), oggetto di confinamento fisico e capping superficiale.

Pertanto, in fase di ricostruzione del modello concettuale definitivo del sito a seguito dell'esecuzione del Piano di Indagine Ambientale di cui al successivo Capitolo 5, sarà di fondamentale importanza tenere in considerazione tali elementi.

#### 4.2 POTENZIALI PERCORSI DI ESPOSIZIONE

I percorsi di migrazione dei potenziali contaminanti per l'area industriale di Macchiareddu sono stati preliminarmente individuati in funzione delle proprietà chimico – fisiche dei contaminanti di interesse e del mezzo nel quale i contaminanti si muovono

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 24 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

(suolo, sottosuolo, acque sotterranee). I dettagli relativi alle potenziali vie di migrazione dei contaminanti di interesse sono riportati nel PdC redatto da CACIP.

Per il sito in esame, in via preliminare, i principali potenziali percorsi di migrazione per la matrice suolo e sottosuolo sono legati a:

- migrazione verso l'atmosfera per sollevamento di polveri;
- percolazione, processi di dissoluzione e lisciviazione verso le acque sotterranee;
- volatilizzazione nell'atmosfera (indoor e outdoor); e
- volatilizzazione nel gas interstiziale.

Per le acque sotterranee:

- trasporto e diffusione in falda con recapiti principali individuabili nel mare e nelle acque superficiali;
- volatilizzazione in atmosfera; e
- volatilizzazione in gas interstiziale.

In particolare, nel PdC redatto da CACIP sono evidenziate alcune informazioni di carattere generale riguardanti i potenziali percorsi di migrazione, applicabili al sito in esame e in particolare:

- **per quanto riguarda la sorgente secondaria top soil:** la contaminazione da metalli pesanti, riscontrata principalmente presso gli stabilimenti industriali ubicati nel settore centrale dell'area industriale di Macchiareddu, può potenzialmente migrare in atmosfera e verso le acque sotterranee. I fenomeni di migrazione verso l'atmosfera per sollevamento di polveri possono verificarsi frequentemente sull'area a causa dei venti predominanti (maestrale, levante, scirocco). Processi di migrazione verso le acque sotterranee possono includere processi di dissoluzione e lisciviazione dei contaminanti. La migrazione di metalli pesanti è inoltre legata a fenomeni di dilavamento superficiale, con relativa erosione del suolo, che possono verificarsi, in particolare, in concomitanza con eventi meteorici di forte intensità. Per quanto riguarda la contaminazione da composti organici (idrocarburi pesanti, alifatici clorurati cancerogeni e IPA), nelle acque sotterranee caratterizza prevalentemente il settore centro-orientale del SIN, e può migrare verso altri comparti ambientali attraverso processi di (i) percolazione verso le acque sotterranee; (ii) volatilizzazione in atmosfera in particolare per i solventi clorurati e (iii) migrazione verso l'atmosfera per sollevamento di polveri, in particolare per gli IPA;
- **per quanto riguarda la sorgente secondaria suolo profondo:** sono localmente individuabili sorgenti secondarie di metalli, in particolare nella porzione settentrionale del sito, e di composti organici quali idrocarburi pesanti e alifatici clorurati cancerogeni e non (diclorometano, tricloroetano). Per tali contaminanti, in funzione delle proprie caratteristiche fisico-chimiche è ipotizzabile una migrazione verso le acque sotterranee attraverso processi di percolazione, dissoluzione e lisciviazione. In

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 25 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

particolare, si evidenzia la problematicità dei composti organici è amplificata sia dalle caratteristiche di persistenza, anche da eventuale migrazione a seguito di volatilizzazione in atmosfera e gas interstiziali;

- **per la sorgente secondaria acque sotterranee:** Sulla base delle informazioni geologiche ed idrogeologiche rese disponibili nel PdC redatto da CACIP, i principali ricettori della contaminazione veicolata dalle acque di falda sono la Laguna di Santa Gilla e il mare. Nel settore Nord dell'area industriale di Macchiareddu le acque sotterranee possono anche confluire nei Flumini Mannu. I principali contaminanti di interesse sono rappresentati da composti organici (composti organici aromatici, alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni, alifatici alogenati cancerogeni). Le componenti volatili (composti aromatici e alcuni alifatici clorurati) possono anche essere disperse in atmosfera o nei gas interstiziali.

#### 4.3 POTENZIALI RECETTORI SENSIBILI

Nel PdC redatto da CACIP sono stati preliminarmente identificati i potenziali bersagli della contaminazione per l'intera area industriale di Macchiareddu, a cui si rimanda per i dettagli.

In generale, i potenziali recettori della contaminazione possono essere suddivisi in:

- recettori umani (residenti e/o lavoratori presenti sul sito); e
- recettori ambientali (flora, fauna, coltivazioni, acque superficiali e profonde, zone protette, habitat particolari, etc.).

In particolare, per quanto riguarda l'area in esame, allo stato attuale i potenziali bersagli della contaminazione on – site possono essere individuati negli operatori che eseguono le indagini di caratterizzazione ed eventualmente di bonifica per esposizione diretta a polveri e vapori.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 26 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5 PIANO DI INDAGINE AMBIENTALE

Il presente Piano di Indagine Ambientale dell'area interessata dal passaggio dei tronchi di progetto TR08, TR11 e TR12 all' interno dell'area di Macchiareddu, descrive le attività proposte da svolgere in campo e in laboratorio per la caratterizzazione ambientale del sito al fine di valutare la qualità chimico – fisica di suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

Pertanto, il presente Piano di Indagine Ambientale è stato preparato tenendo in considerazione di quanto riportato nei seguenti documenti:

- Piano di Caratterizzazione CACIP (Ottobre 2012);
- Verbale della CdS Istruttoria del 28 Gennaio 2013;
- Verbale della CdS Decisoria del 17 Aprile 2013.

Il Piano di Indagine Ambientale dovrà essere condiviso e concordato con ARPAS, la quale ha il compito di eseguire le azioni di controllo dei campionamenti e delle analisi compresa l'esecuzione di almeno il 10% di controanalisi di verifica per la validazione dei risultati da parte degli stessi enti.

### 5.1 STRATEGIA DI INDAGINE

In relazione a quanto riportato nei documenti sopra citati e alle considerazioni procedurali preliminari (Sezione 4 Doc. No. 16-284-A23) la localizzazione dei punti di indagine dovrà essere orientata secondo una maglia sistematica di 500 metri di lato.

Sono previsti sondaggi ambientali ogni 500 m lineari in corrispondenza dei tronchi di progetto TR08, TR11 e TR12 per un totale di 36 sondaggi proposti spinti ad una profondità media di 15mdal piano di campagna (tale profondità è indicativa e si basa sulle considerazioni idrogeologiche disponibili per l'intercettazione della prima falda superficiale). Per ogni sondaggio saranno prelevati 3 campioni di suolo e sottosuolo nello strato insaturo (il cui spessore, sulla base delle informazioni disponibili, varia tra 6 e 12 m dal piano di campagna)<sup>1</sup>per un totale di 108 campioni e 11 campioni addizionali di top soil (per analisi di diossine/furani, PCB e Amianto) da sottoporre alle determinazioni analitiche di laboratorio.

Successivamente al campionamento nello strato insaturo i sondaggi verranno approfonditi. Negli stessi punti di sondaggio è prevista l'installazione di 36 piezometri e il relativo prelievo di 36 campioni di acque sotterranee per le determinazioni analitiche di laboratorio.

<sup>1</sup> Le profondità di campionamento, per ogni punto di sondaggio, dipendono dalla quota di intercettazione della prima falda acquifera. In ogni caso, i campioni di suolo e sottosuolo, in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente, saranno campionati nello strato insaturo.

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 27 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Le coordinate dei punti di indagine ambientale proposti sono indicati nella seguente tabella.

**Tabella 5.1: Coordinate Punti di Indagine Ambientale Proposti**

Punto di indagine ambientale	Coordinate <sup>(1)</sup>	
	Latitudine	Longitudine
Pz01	1496241,349	4345945,709
Pz02	1496485,870	4345510,231
Pz03	1496711,065	4345067,393
Pz04	1496879,707	4344609,396
Pz05	1496977,547	4344120,254
Pz06	1497099,191	4343658,777
Pz07	1497286,858	4343288,302
Pz08	1497417,129	4342814,106
Pz09	1497476,757	4342336,813
Pz10	1497251,641	4341903,275
Pz11	1497043,019	4341491,293
Pz12	1497359,751	4341127,954
Pz13	1497618,046	4340699,837
Pz14	1497877,350	4340272,342
Pz15	1498143,006	4339848,753
Pz16	1498408,661	4339425,165
Pz17	1498674,316	4339001,576
Pz18	1498931,727	4338572,960
Pz19	1498898,953	4338193,935
Pz20	1498702,202	4337757,626
Pz21	1498709,581	4337289,609
Pz22	1498871,109	4336827,826
Pz23	1498088,552	4340351,288
Pz24	1498496,743	4340589,702
Pz25	1498951,400	4340797,625
Pz26	1499393,131	4341000,044
Pz27	1499817,676	4341264,167
Pz28	1500242,222	4341528,291
Pz29	1500666,767	4341792,414
Pz30	1501091,313	4342056,537
Pz31	1501423,289	4342338,134
Pz32	1501275,373	4342482,160
Pz33	1501057,400	4342914,525
Pz34	1500668,149	4343193,921

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 28 di 41	Rev. 0

Punto di indagine ambientale	Coordinate <sup>(1)</sup>	
	Latitudine	Longitudine
Pz35	1500222,485	4343000,924
Pz36	1499838,349	4342913,160

Note:

(1) Sistema di Riferimento Coordinate: Roma40 Gauss Boaga fuso ovest. Codifica EPSG: 3003

Denominazione: Rome 1940 / Italy zone 1 (Monte Mario /Italy 1)

Nel qual caso, durante le attività di indagine, si dovessero riscontrare evidenze di potenziale contaminazione di origine antropica sulla matrice suolo e sottosuolo, l'indagine potrà eventualmente proseguire, su richiesta degli Enti preposti, con uno step successivo di infittimento della maglia, fino alla definizione delle delimitazioni areali e verticali della potenziale contaminazione eventualmente individuata, anche restringendo il set di analiti da ricercare in fase di indagine di dettaglio sulla base alle criticità riscontrate.

L'ubicazione dei punti di sondaggio è rappresentata nelle Figure 5.1a e 5.1b allegate.

## 5.2 CRITERI E METODOLOGIA DI INDAGINE

Nei seguenti paragrafi sono descritte le metodiche esecutive adottate per la perforazione dei sondaggi, l'allestimento a piezometro, la decontaminazione delle attrezzature impiegate, la gestione dei rifiuti prodotti ed il campionamento delle matrici ambientali di interesse.

### 5.2.1 Perforazione Sondaggi Geognostici ed Allestimento a Piezometro

I sondaggi ambientali saranno eseguiti in maniera tale da preservare le proprietà naturali di suolo e sottosuolo e da evitare eventuale contaminazione incrociata delle acque sotterranee delle relative formazioni litologiche.

Le perforazioni saranno eseguite con tecnica di rotazione a carotaggio continuo mediante carotiere semplice con carotiere di diametro pari a 101 mm e colonna di manovra di diametro pari a 152 mm e alesati successivamente con diametro pari a 219 mm per l'allestimento a piezometro. Sulla base delle informazioni idrogeologiche attualmente disponibili la profondità media dei sondaggi sarà di circa 15m dal piano di campagna e comunque fino all' intercettazione della falda superficiale per un tratto sufficiente ad un campionamento significativo dell'intervallo di acquifero intercettato. Infatti, nell'area industriale di Macchiareddu è stato individuato un acquifero multistrato in cui la falda (o le falde) superficiali risultano intercomunicanti con le falde profonde. La profondità finale di intestazione dei piezometri sarà valutata in sito sulla base delle evidenze di campo su ciascuno dei punti oggetto di indagine. I logs stratigrafici e di

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 29 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

installazione dei piezometri (di cui si riporta un esempio in Appendice A) riporteranno le informazioni tecniche relative a ciascun punto di indagine.

Allo scopo di redigere la stratigrafia dei fori di sondaggio realizzati, i suoli carotati dovranno essere raccolti e conservati in apposite cassette catalogatrici opportunamente codificate e fotografate.

Una volta completata la perforazione, il foro di sondaggio, dopo alesaggio, sarà attrezzato con tubo piezometrico in cloruro di polivinile (PVC) atossico con diametro di riferimento pari a 4 pollici, microfessurazioni (fenestrature) di apertura di riferimento pari a 0.5 mm e dotato, in superficie, di chiusino geotecnico con lucchetto ed impermeabile alle acque piovane.

La profondità del tratto fenestrato sarà definita in sito sulla base delle evidenze di presenza dello strato saturo. In ogni caso si raccomanda che il tubo piezometrico sia installato all'interno di una colonna d'acqua di almeno 5m per garantire la rappresentatività del campione.

Il piezometro sarà installato con la seguente procedura:

- il tubo piezometrico, allestito senza l'uso di collanti nei giunti e chiuso all'estremità inferiore da un apposito tappo munito di filettatura, sarà posato su di uno spessore di circa 20 cm di ghiaio e sabbia silicea puliti;
- attorno al tratto fenestrato del piezometro sarà realizzato un filtro di ghiaio e sabbia di granulometria compresa tra 1.5-2.5 mm. La progressiva posa del filtro avverrà congiuntamente al progressivo e graduale sollevamento dei tubi di rivestimento;
- sopra il filtro sarà realizzata una sigillatura con bentonite granulare di spessore adeguato. Un analogo sigillo sarà posizionato immediatamente al di sotto del piano campagna. I rimanenti tratti del foro di installazione saranno colmati con terreno naturale.

A completamento dell'installazione del piezometro sarà eseguito il suo sviluppo, fino all'ottenimento di acqua priva di sedimenti in sospensione. Il pompaggio potrà essere eseguito con l'utilizzo combinato di due metodi:

- air-lift, che necessita di un compressore d'aria di adeguata portata (almeno 5.000 l/min) e di una testa pozzo specifica dotata di tubo di mandata dell'aria e collettore di uscita dell'acqua; e
- pompaggio con pompa elettro-sommersa, la cui bocca di aspirazione sarà collocata in prossimità della parte sommitale del fondello sand-trap e che dovrà essere in grado di pompare fluidi torbidi. Si dovranno tuttavia evitare portate eccessive per evitare l'intasamento del filtro in ghiaia. È consigliabile condurre delle prove speditive per definire la portata ottimale di emungimento.

L'acqua di sviluppo prodotta sarà raccolta in appositi serbatoi di volume pari a 1 m<sup>3</sup> (bulk) idonei alla conservazione ed al trasporto del rifiuto liquido presso impianti di



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 30 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

smaltimento autorizzati così come riportato nel successivo Paragrafo 5.2.2. Al termine delle attività di installazione dei piezometri, prima dello spurgo, sarà realizzato un rilievo freaticometrico generale e qualora fosse individuata la presenza di prodotto surnatante, ne sarà misurato lo spessore apparente. L'installazione del piezometro, infine, sarà documentata mediante la compilazione di scheda (log) di campo in cui saranno riportati il codice di identificazione del piezometro, le profondità del tratto fenestrato e del filtro, e la data di installazione il cui form è riportato in Appendice A.

### 5.2.2 Decontaminazione delle Attrezzature e Smaltimento dei Rifiuti Derivati dall'Indagine

Preliminarmente all'inizio delle operazioni relative ad ogni sondaggio (e ad ogni campionamento), l'attrezzatura di perforazione sarà decontaminata con idropulitrice utilizzando acqua pulita al fine di minimizzare il rischio di indurre contaminazioni esterne o di creare fenomeni di contaminazione incrociata tra punti diversi di monitoraggio. L'acqua derivante dal processo di decontaminazione sarà opportunamente raccolta e quindi stoccata in bulk dedicati, per il successivo smaltimento presso impianto autorizzato. Il terreno di risulta delle perforazioni non raccolto nelle cassette catalogatrici sarà temporaneamente depositato in sacchi impermeabilizzati in polipropilene di volume pari a 1 m<sup>3</sup> (big bag) e stoccati in un'area libera ed idonea, per il successivo smaltimento presso impianti autorizzati.

### 5.2.3 Prelievo, Conservazione e Trasporto dei Campioni di Suolo ed Acque Sotterranee


Il campionamento di suolo e sottosuolo sarà compiuto prelevando dal tubo carotatore un campione puntuale in corrispondenza delle profondità ritenute significative per la caratterizzazione del punto di indagine (e per l'eventuale area ad esso pertinente).

In particolare, i campioni saranno prelevati per ciascun sondaggio, secondo i seguenti intervalli:

- Campione 1: rappresentativo dello strato da 0 a 1 m dal piano di campagna;
- Campione 2: rappresentativo dello strato di circa 1 m che comprenda la zona di frangia capillare;
- Campione 3: rappresentativo di circa 1 m nella zona intermedia tra i due campioni precedenti, in caso ad esempio di cambio di litologia.

I campioni di topsoil dovranno essere prelevati, mediante attrezzatura manuale (spatola, cazzuola, ecc.), nei primi 10 cm di suolo all'interno di una porzione di terreno di circa 1 metro quadro. I campioni di top soil saranno sottoposti ad analisi chimica per la determinazione degli analiti caratteristici riportati nel successivo Capitolo 5.3. Il numero di campioni non sarà inferiore al 10% del numero dei sondaggi relativi all'area omogenea di pertinenza.

Per quanto riguarda i campioni di suolo e sottosuolo, in corrispondenza di livelli di spessore maggiore di 40 cm, con evidenze organolettiche tali da far supporre la

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 31 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

presenza di contaminazione, saranno prelevati campioni puntuali da destinare all'analisi (campioni ulteriori rispetto ai 3 campioni riportati sopra).

I campioni di terreno necessari per la determinazioni dei composti organici volatili (COV) dovranno essere prelevati secondo il metodo ASTM D4547-91 o secondo metodi che assicurino la significatività del campione.

Il campionamento delle acque sotterranee (un campione in ogni piezometro) sarà effettuato, previo spurgo del piezometro<sup>2</sup> in modalità dinamica mediante elettropompa sommersa, mediante la pompa stessa o per mezzo di bailer<sup>3</sup>.

Tutti i campioni di suolo, sottosuolo e acque sotterranee, raccolti e conservati all'interno di adeguati contenitori in funzione sia delle caratteristiche del contaminante ricercato e sia per la corretta conservazione (come indicato dalle specifiche di qualità fornite dal laboratorio che sarà incaricato dell'esecuzione delle analisi chimico-fisiche), saranno mantenuti refrigerati (4°C ±2) durante il periodo di campionamento e successivamente trasportati presso un laboratorio esterno accreditato ed operante secondo i requisiti di controllo e qualità internazionali. Per ogni campione selezionato in sito, saranno compilati e consegnati al laboratorio appositi moduli di custodia (chain of custody) del campione stesso. monouso in PVC trasparente del volume di un litro allo scopo di prelevare un campione rappresentativo creando il minor disturbo possibile alle condizioni naturali di deflusso.

## 5.3 ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

### 5.3.1 Determinazioni analitiche suolo e sottosuolo

Secondo quanto indicato nel verbale della CDS Decisoria del 17 Aprile 2013, gli analiti da ricercare per la matrice suolo e sottosuolo includeranno tutti i parametri elencati Tabella 1 dell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.lgs 152/06 con l'esclusione dei parametri: diossine e furani, PCB e Amianto e con l'aggiunta dei seguenti di Piombo Tetraetile e MTBE.

<sup>2</sup>L'operazione di spurgo per il campionamento ambientale, che consiste nella rimozione di un adeguato volume di acqua e dell'eventuale materiale solido presente, viene di regola svolta con pompe a bassa portata (qualche litro al minuto) che permettano di rimuovere l'acqua dal piezometro e dal suo intorno senza mobilizzare particelle di terreno che finirebbero nel campione rendendolo torbido. Esistono diverse procedure di spurgo basate su criteri differenti ma l'approccio più seguito consiste nel rimuovere una quantità di acqua compresa tra tre e cinque volte il volume di acqua presente in condizioni statiche all'interno del tubo piezometrico.

<sup>3</sup> Consiste essenzialmente in un tubo aperto all'estremità superiore, e con una valvola a sfera all'estremità inferiore. In fase di discesa nell'elemento liquido, la valvola viene sospinta verso l'alto e mantenuta aperta dalla pressione del liquido. In fase di risalita, è il peso del campione prelevato a mantenere chiusa la valvola, con la complicità della pressione esercitata dagli strati liquidi superiori attraverso l'apertura al vertice

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.p.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 32 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

I campioni di suolo e sottosuolo raccolti in sito con le modalità previste al precedente Paragrafo 5.2.3 dovranno essere sottoposti alle determinazioni analitiche di laboratorio presso laboratorio accreditato ACCREDIA per tutti i parametri analitici di interesse.

I risultati delle analisi chimiche di laboratorio sui campioni di suolo e sottosuolo, saranno confrontati con i valori di CSCriportati nella Tabella 1 “Concentrazione Soglia di Contaminazione nel Suolo e nel Sottosuolo riferiti alla Specifica Destinazione d'Uso dei Siti da Bonificare” dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs 152/2006, riportati nella seguente tabella.

**Tabella 5.2: Concentrazione Soglia di Contaminazione nel Suolo e nel Sottosuolo riferiti alla Specifica Destinazione d'Uso dei Siti da Bonificare**

Parametro Analitico	A	B
	Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss)	Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg/kg espressi come ss)
<b>COMPOSTI INORGANICI</b>		
Antimonio	10	30
Arsenico	20	50
Berillio	2	10
Cadmio	2	15
Cobalto	20	250
Cromo totale	150	800
Cromo VI	2	15
Mercurio	1	5
Nichel	120	500
Piombo	100	1000
Rame	120	600
Selenio	3	15
Stagno	1	350
Tallio	1	10
Vanadio	90	250
Zinco	150	1500
Cianuri (liberi)	1	100
Fluoruri	100	2000
<b>AROMATICI</b>		
Benzene	0.1	2
Etilbenzene	0.5	50
Stirene	0.5	50
Toluene	0.5	50
Xilene	0.5	50
Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)	1	100
<b>AROMATICI POLICICLICI</b>		
Benzo(a)antracene	0.5	10

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 33 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Parametro Analitico	A	B
	Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss)	Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg/kg espressi come ss)
Benzo(a)pirene	0.1	10
Benzo(b)fluorantene	0.5	10
Benzo(k,)fluorantene	0.5	10
Benzo(g, h, i,)terilene	0.1	10
Crisene	5	50
Dibenzo(a,e)pirene	0.1	10
Dibenzo(a,l)pirene	0.1	10
Dibenzo(a,i)pirene	0.1	10
Dibenzo(a,h)pirene.	0.1	10
Dibenzo(a,h)antracene	0.1	10
Indenopirene	0.1	5
Pirene	5	50
Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34)	10	100
<b>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>		
Clorometano	0.1	5
Diclorometano	0.1	5
Triclorometano	0.1	5
Cloruro di Vinile	0.01	0.1
1,2-Dicloroetano	0.2	5
1,1 Dicloroetilene	0.1	1
Tricloroetilene	1	10
Tetracloroetilene (PCE)	0.5	20
<b>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>		
1,1-Dicloroetano	0.5	30
1,2-Dicloroetilene	0.3	15
1,1,1-Tricloroetano	0.5	50
1,2-Dicloropropano	0.3	5
1,1,2-Tricloroetano	0.5	15
1,2,3-Tricloropropano	1	10
1,1,2,2-Tetracloroetano	0.5	10
<b>ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>		
Tribromometano(bromoformio)	0.5	10
1,2-Dibromoetano	0.01	0.1
Dibromoclorometano	0.5	10
Bromodiclorometano	0.5	10
<b>NITROBENZENI</b>		
Nitrobenzene	0.5	30
1,2-Dinitrobenzene	0.1	25
1,3-Dinitrobenzene	0.1	25
Cloronitrobenzeni	0.1	10
<b>CLOROBENZENI</b>		

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 34 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Parametro Analitico	A	B
	Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss)	Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg/kg espressi come ss)
Monoclorobenzene	0.5	50
Diclorobenzeni non cancerogeni (1,2-diclorobenzene)	1	50
Diclorobenzeni cancerogeni (1,4 - diclorobenzene)	0.1	10
1,2,4 -triclorobenzene	1	50
1,2,4,5-tetracloro-benzene	1	25
Pentaclorobenzene	0.1	50
Esaclorobenzene	0.05	5
<b>FENOLI NON CLORURATI</b>		
Metilfenolo(o-, m-, p-)	0.1	25
Fenolo	1	60
<b>FENOLI CLORURATI</b>		
2-clorofenolo	0.5	25
2,4-diclorofenolo	0.5	50
2,4,6 - triclorofenolo	0.01	5
Pentaclorofenolo	0.01	5
<b>AMMINE AROMATICHE</b>		
Anilina	0.05	5
o-Anisidina	0.1	10
m,p-Anisidina	0.1	10
Difenilamina	0.1	10
p-Toluidina	0.1	5
Sommatoria Ammine Aromatiche (da 73 a 77)	0.5	25
<b>FITOFARMACI</b>		
Alaclor	0.01	1
Aldrin	0.01	0.1
Atrazina	0.01	1
α-esacloroetano	0.01	0.1
β-esacloroetano	0.01	0.5
γ-esacloroetano (Lindano)	0.01	0.5
Clordano	0.01	0.1
DDD, DDT, DDE	0.01	0.1
Dieldrin	0.01	0.1
Endrin	0.01	2
<b>DIOSINE E FURANI<sup>4</sup></b>		
Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.) <sup>4</sup>	1x10 <sup>-5</sup>	1x10 <sup>-4</sup>
PCB <sup>4</sup>	0.06	5
<b>IDROCARBURI</b>		
Idrocarburi Leggeri C inferiore o	10	250

<sup>4</sup> Tali parametri sono da ricercare solo nel 10% di Top Soil.

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 35 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Parametro Analitico	A	B
	Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg/kg espressi come ss)	Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg/kg espressi come ss)
uguale a 12		
Idrocarburi pesanti C superiore a 12	50	750
<b>ALTRE SOSTANZE</b>		
Amianto <sup>4</sup>	1000	1000
Esteri dell'acido ftalico (ognuno)	10	60
Piombo Tetraetile	0.01	0.068
MTBE	10	205

Di seguito si riportano alcune considerazioni contenute nel documento di CDS Decisoria del 17 Aprile 2013:

- il limite proposto da ISS per il piombo tetraetile nei suoli con destinazione d'uso verde pubblico e residenziale è fissato in 0.01 mg/kg ss e nei suoli con destinazione d'uso industriale/commerciale è fissato in 0.068 mg/kg ss (Nota Prot. No. 49759 IA.12 del 17/12/2002);
- il limite proposto da ISS per l'MTBE nei suoli con destinazione d'uso verde pubblico e residenziale è fissato in 10 mg/kg ss e per i suoli con destinazione d'uso industriale/commerciale è fissato in 250 mg/kg ss (Nota Prot. 57058 IA/12 del 06/02/2001);
- il quantitativo di amianto dovrà essere espresso come contenuto di amianto e non in fibre libere e le analisi relative dovranno essere effettuate come indicato dalla nota dell'I.S.S. Prot. 024711 IA/12 del 25 Luglio 2002. Il metodo di analisi da adottare sarà quello della diffrattometria a raggi X (XRD) oppure IR trasformata di Fourier, in caso di utilizzo di quest'ultimo metodo deve essere indicata la procedura analitica seguita;
- la ricerca di idrocarburi leggeri e pesanti nei campioni di suolo e sottosuolo deve essere effettuata in accordo con il parere I.S.S. Prot. No. 12091/RIBO/B del 5/12/2003; nel caso nei campioni di top soil si riscontrino potenziale contaminazione da PCB, diossine/furani e amianto, la ricerca verrà estesa alla totalità dei campioni superficiali e quelli lungo il profilo verticale corrispondenti ai punti in cui sono state riscontrate concentrazioni superiori alle relative CSC, al fine di individuare sia orizzontalmente che verticalmente l'eventuale estensione della contaminazione; per quanto riguarda i limiti di rilevabilità utilizzati dal laboratorio dovranno tendere a 1/10 del valore delle CSC.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 36 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 5.3.2 Determinazioni Analitiche delle Acque Sotterranee

Secondo quanto indicato nel verbale della CDS Decisoria del 17 Aprile 2013 gli analiti da ricercare per la matrice acqua di falda dovrà essere quelli riportati in Tabella 2 dell'Allegato 5 del D.lgs 152/06 con l'aggiunta dei seguenti analiti:

- Piombo Tetraetile;
- MTBE.

I campioni di acqua raccolti in sito con le modalità previste al precedente Paragrafo 5.2.3 dovranno essere sottoposti alle determinazioni analitiche di laboratorio presso laboratorio accreditato ACCREDIA per tutti i parametri analitici di interesse.

I risultati delle analisi chimiche di laboratorio sulle acque di falda, dovranno essere confrontati con i valori (soglia) relativi alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) riportati nella Tabella 2 “Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee” dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs 152/2006 (Tabella 6.2).

**Tabella 5.3: Concentrazione Soglia di Contaminazione nelle Acque Sotterranee**

Parametro Analitico	Unità di Misura	Concentrazione Soglia di Contaminazione – CSC (D.Lgs 152/06 Allegato 5, Tabella 2, Parte IV , Titolo V)
<b>METALLI</b>		
Alluminio	µg/l	200
Antimonio	µg/l	5
Argento	µg/l	10
Arsenico	µg/l	10
Berillio	µg/l	4
Cadmio	µg/l	5
Cobalto	µg/l	50
Cromo totale	µg/l	50
Cromo (VI)	µg/l	5
Ferro	µg/l	200
Mercurio	µg/l	1
Nichel	µg/l	20
Piombo	µg/l	10
Rame	µg/l	1000
Selenio	µg/l	10
Manganese	µg/l	50
Tallio	µg/l	2
Zinco	µg/l	3000
<b>INQUINANTI INORGANICI</b>		
Boro	µg/l	1000
Cianuri liberi	µg/l	50
Fluoruri	µg/l	1500
Nitriti	µg/l	500
Solfati	mg/l	250

 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>"SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE"</b>	Pag. 37 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Parametro Analitico	Unità di Misura	Concentrazione Soglia di Contaminazione – CSC (D.Lgs 152/06 Allegato 5, Tabella 2, Parte IV , Titolo V)
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>		
Benzene	µg/l	1
Etilbenzene	µg/l	50
Stirene	µg/l	25
Toluene	µg/l	15
para-Xilene	µg/l	10
<b>POLICLICI AROMATICI</b>		
Benzo(a) antracene	µg/l	0.1
Benzo (a) pirene	µg/l	0.01
Benzo (b) fluorantene	µg/l	0.1
Benzo (k,) fluorantene	µg/l	0.05
Benzo (g, h, i) perilene	µg/l	0.01
Crisene	µg/l	5
Dibenzo (a, h) antracene	µg/l	0.01
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	µg/l	0.1
Pirene	µg/l	50
Sommatoria (31, 32, 33, 36 )	µg/l	0.1
<b>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>		
Clorometano	µg/l	1.5
Triclorometano	µg/l	0.15
Cloruro di Vinile	µg/l	0.5
1,2-Dicloroetano	µg/l	3
1,1 Dicloroetilene	µg/l	0.05
Tricloroetilene	µg/l	1.5
Tetracloroetilene	µg/l	1.1
Esaclorobutadiene	µg/l	0.15
Sommatoria organoalogenati	µg/l	10
<b>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>		
1,1 - Dicloroetano	µg/l	810
1,2-Dicloroetilene	µg/l	60
1,2-Dicloropropano	µg/l	0.15
1,1,2 - Tricloroetano	µg/l	0.2
1,2,3 - Tricloropropano	µg/l	0.001
1,1,2,2, - Tetracloroetano	µg/l	0.05
<b>ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>		
Tribromometano	µg/l	0.3
1,2-Dibromoetano	µg/l	0.001
Dibromoclorometano	µg/l	0.13
Bromodichlorometano	µg/l	0.17
<b>NITROBENZENI</b>		
Nitrobenzene	µg/l	3.5
1,2 - Dinitrobenzene	µg/l	15
1,3 - Dinitrobenzene	µg/l	3.7
Cloronitrobenzeni (ognuno)	µg/l	0.5



 <b>SGI</b> Società Gasdotti Italia S.P.A.	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulting, design, operation &amp; maintenance engineering</small>	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 38 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Parametro Analitico	Unità di Misura	Concentrazione Soglia di Contaminazione – CSC (D.Lgs 152/06 Allegato 5, Tabella 2, Parte IV, Titolo V)
CLOROBENZENI	µg/l	
Monoclorobenzene	µg/l	40
1,2 Diclorobenzene	µg/l	270
1,4 Diclorobenzene	µg/l	0.5
1,2,4 Triclorobenzene	µg/l	190
1,2,4,5 Tetraclorobenzene	µg/l	1.8
Pentaclorobenzene	µg/l	5
Esaclorobenzene	µg/l	0.01
FENOLI E CLOROFENOLI 69		
2-clorofenolo	µg/l	180
2,4 Diclorofenolo	µg/l	110
2,4,6 Triclorofenolo	µg/l	5
Pentaclorofenolo	µg/l	0.5
AMMINE AROMATICHE	µg/l	
Anilina	µg/l	10
Difenilamina	µg/l	910
p-toluidina	µg/l	0.35
FITOFARMACI		
Alaclor	µg/l	0.1
Aldrin	µg/l	0.03
Atrazina	µg/l	0.3
alfa - esacloroesano	µg/l	0.1
beta - esacloroesano	µg/l	0.1
Gamma - esacloroesano (lindano)	µg/l	0.1
Clordano	µg/l	0.1
DDD, DDT, DDE	µg/l	0.1
Dieldrin	µg/l	0.03
Endrin	µg/l	0.1
Sommatoria fitofarmaci	µg/l	0.5
DIOSSINE E FURANI		
Sommatoria PCDD, PCDF (conversione TEF)	µg/l	4 x 10 <sup>-6</sup>
ALTRE SOSTANZE		
PCB	µg/l	0.01
Acrilammide	µg/l	0.1
Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	µg/l	350
Acido para - ftalico	µg/l	37,000
Amianto (fibre A > 10 mm) <sup>(1)</sup>		da definire
Piombo Tetraetile	µg/l	0.1
MTBE	µg/l	10

Note:

(1) Per la definizione del limite si propone un confronto con ARPAS e Regione Sardegna.

Di seguito si riportano alcune considerazioni contenute nel documento di CDS Decisoria del 17 Aprile 2013:

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 39 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- il limite proposto da ISS per il Piombo Tetraetile nelle acque sotterranee è stato fissato in 0.1 µg/l (Nota Prot. No. 49759 IA.12 del 17/12/2002);
- il limite proposto da ISS per l'MTBE nelle acque sotterranee è fissato in 10 µg/l (Nota Prot.. No. 57058 IA/12 del 06/02/2001);
- il quantitativo di amianto dovrà essere espresso come contenuto di amianto e non in fibre libere e le analisi relative dovranno essere effettuate come indicato dalla nota dell' I.S.S. Prot. No. 024711 IA/12 del 25 Luglio 2002. Il metodo di analisi da adottare sarà quello della diffrattometria a raggi X (XRD) oppure IR trasformata di Fourier, in caso di utilizzo di quest'ultimo metodo deve essere indicata la procedura analitica seguita; per quanto riguarda i limiti di rilevabilità utilizzati dal laboratorio dovranno tendere a 1/10 del valore delle CSC.

#### 5.4 RISULTATI DELL'INDAGINE AMBIENTALE

Al termine della campagna di indagine ambientale e una volta elaborati i risultati analitici dei campioni di suolo, sottosuolo e acque sotterranee prelevati, si dovrà predisporre un Rapporto di Indagine Ambientale contenente i risultati delle indagini previste nel presente Piano di Indagine, inclusivo del modello concettuale definitivo del sito in esame.

Nel dettaglio, nel rapporto sarà inclusa una descrizione dettagliata delle indagini effettivamente condotte in campo, inclusa la metodologia ed eventuali deviazioni dal piano di indagine originale, nonché i risultati analitici finali ottenuti. Sulla base di tali dati sarà definito il modello concettuale definitivo del sito e l'eventuale necessità di predisporre indagini integrative di dettagli ai fini di un'eventuale un'analisi di rischio sanitario – ambientale sito – specifica (nel caso in cui i risultati dell'indagine conducano alla definizione di una potenziale contaminazione per suolo, sottosuolo o acque sotterranee).

Il rapporto di indagine sarà inoltre corredato di opportuni grafici, tabelle, elaborati grafici, originali dei certificati analitici di laboratorio dei campioni di suolo, sottosuolo e acque sotterranee analizzati e dei form di campo di cui all'Appendice A opportunamente compilati.

Nel dettaglio i form di campo riguardano:

- *field activity daily logs* con descrizione quotidiana delle attività effettuate in campo;
- *boring logs*, relativi all'avanzamento dei sondaggi;
- *monitoring well installation*, relativi all'installazione di piezometri;
- *soil and water sample forms* relativi al prelievo dei campioni di suolo e acqua;
- *chain of custody*, relativi ai campioni di suolo, sottosuolo e di acque sotterranee inviati al laboratorio di analisi;

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>	Pag. 40 di 41	Rev. 0

## 6 CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ

Le attività di indagine ambientale descritte nel presente documento potranno essere effettuate secondo lo schema proposto nel cronoprogramma preliminare riportato di seguito. Tale cronoprogramma deve essere considerato di massima e preliminare. Il cronoprogramma di dettaglio sarà elaborato a seguito dell'approvazione del Piano di Indagine di cui al Capitolo 5 da parte degli Enti Competenti sulla base del numero di punti di indagine e delle relative profondità approvate.

**Tabella 6.1: Cronoprogramma Preliminare delle Attività di Indagine Ambientale**

Attività	Settimane														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Organizzazione della Campagna di indagine e Contatti con ARPAS e Enti Competenti per le attività di Campo	■	■													
Allestimento cantiere			■												
Esecuzione indagini ambientali				■	■	■	■	■							
Esecuzione analisi chimiche presso laboratorio accreditato ACCREDIA				■	■	■	■	■	■	■					
Elaborazione rapporto di indagine in Draft per commenti									■	■	■	■	■		
Commenti da parte del Cliente														■	
Elaborazione del Rapporto di indagine Finale															■

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>"SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE"</b>	Pag. 41 di 41	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### RIFERIMENTI

Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari - Comuni di Assemini, Cagliari, Capoterra, Uta (CA), Piano di Caratterizzazione dell'Agglomerato Industriale di Macchiareddu - Sito di Bonifica Interesse Nazionale Sulcis-Inglesiente Guspinese, Ottobre 2012.

Verbale della CdS Istruttoria del 28 Gennaio 2013.

Verbale della CdS Decisoria del 17 Aprile 2013.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>5663</b>	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SARDEGNA</b>	<b>Doc. RT-0029</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE</b> <b>SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD</b> <b>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE PER</b> <b>L'INTERESSAMENTO DELLE AREE DEL S.I.N.</b> <b>“SULCIS-INGLESIENTE-GUSPINESE</b>		<b>Rev.</b> <b>0</b>

**APPENDICE A**

**FORM DI CAMPO**



# BORING LOG

PROJECT NUMBER: SITE LOCATION: PREPARED BY: SAMPLER: DIAMETER:	BORING No.: DRILLING METHOD: DATE: LENGTH:	COORDINATE E: COORDINATE N: ELEVATION (m):
--	---	--

ELEVATION (m)	DEPTH (m)	PID (ppm)	RECOVERY	SAMPLE NUMBER	SAMPLE DEPTH (m)	SOIL PROFILE	SOIL DESCRIPTION	NOTES
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							

# BORING LOG

PROJECT NUMBER: SITE LOCATION: PREPARED BY: SAMPLER: DIAMETER:	BORING No.: DRILLING METHOD: DATE: LENGTH:	COORDINATE E: COORDINATE N: ELEVATION (m):
--	---	--

ELEVATION (m)	DEPTH (m)	PID (ppm)	RECOVERY	SAMPLE NUMBER	SAMPLE DEPTH (m)	SOIL PROFILE	SOIL DESCRIPTION	NOTES
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
	28							
	29							
	30							
	...							



# CHAIN OF CUSTODY RECORD



PROJECT NAME								<u>TRANSPORT AND STORAGE REQUIREMENTS</u>				
PROJECT No.								1 _____	2 _____			
SITE								3 _____	4 _____			
LOCATION								5 _____	6 _____			
SAMPLER(S) NAME(S)								7 _____	8 _____			
								9 _____	10 _____			
								11 _____	12 _____			
FIELD SAMPLE ID	SAMPLING		MATRIX					No. OF CONTAINERS	ANALYSES REQUESTED	REMARKS		
	DATE	TIME	WATER	SOIL	AIR	SLUDGE	OTHER					
Relinquished by Sampler					Date		Time		Received by		Date	Time
Relinquished by					Date		Time		Received by		Date	Time
Relinquished by					Date		Time		Received by		Date	Time

# FIELD ACTIVITY DAILY LOG



PROJECT No.	PAGE	OF
PROJECT NAME		
SEQ. No.	DATE	

FIELD ACTIVITY SUBJECT	
DESCRIPTION OF DAILY ACTIVITIES AND EVENTS	SKETCH
Changes from plans and specifications, and other special orders and important decisions	Visitors on site
Weather conditions	Important telephone calls
D'APPOLONIA PERSONNEL ON SITE	
PREPARED BY	DATE

# SOIL SAMPLE COLLECTION RECORD



PROJECT NAME	PROJECT No.
SITE	LOCATION
BY	DATE
	SHEET OF

BORING No.	SAMPLE ID No.
SAMPLE DATE	SAMPLE TIME
SAMPLE DEPTH	SAMPLE TYPE <sup>1</sup>
COMPOSITE?	
SOIL DESCRIPTION	
SOIL APPEARANCE, IMMISCIBLE PHASES, OR ODORS?	

### SAMPLE TYPES COLLECTED

TYPE <sup>2</sup>	VOLUME	CHEMICAL PRESERVATION <sup>3</sup>	
		Y	N
		Y	N
		Y	N
		Y	N
		Y	N
		Y	N
		Y	N
		Y	N
		Y	N
		Y	N
		Y	N

NUMBER OF CONTAINERS	LABORATORY
DATE RECEIVED BY LAB	FILTERING METHOD
WEATHER CONDITIONS	
REMARKS <sup>4</sup>	

<sup>1</sup> SPLIT SPOON, CORE, DRILL CUTTINGS, OTHER  
<sup>2</sup> GENERAL CHEMISTRY, METALS, VOA, ORGANICS, OTHER  
<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub>, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, OTHERS  
<sup>4</sup> OBSERVATIONS, RECOMMENDATIONS; E.G., SPLIT SAMPLING, RESAMPLING, EQUIPMENT FAILURES, ETC.

# WATER SAMPLE COLLECTION RECORD



PROJECT NAME	PROJECT No
SITE	LOCATION
BY	DATE
	SHEET OF

WELL No.	
SAMPLE ID	SAMPLE SEQUENCE No
SAMPLE DATE	SAMPLE TIME
WELL PURGING METHOD <sup>1</sup>	WELL VOLUME(S) REMOVED
RECH. TIME PRIOR TO SAMPL.	VOLUME REMOVED
SAMPLE COLLECTION EQUIPMENT <sup>1</sup>	
DEPTH TO WATER PRIOR TO SAMPLING	
MEASURED FROM <sup>2</sup>	

## FIELD MEASUREMENTS

REPLICATE		1	2	3	4
pH	pH units				
SPECIFIC CONDUCTANCE	μS/cm				
WATER TEMPERATURE	°C				
DISSOLVED OXYGEN	mg/l				

METER CALIBRATION PERFORMED? N Y
WATER APPEARANCE, IMMISCIBLE PHASES, OR ODORS?

## SAMPLE TYPES COLLECTED

TYPE <sup>3</sup>	VOLUME	FIELD FILTERED		CHEMICAL PRESERVATION <sup>4</sup>	
		Y	N	Y	N
		Y	N	Y	N
		Y	N	Y	N
		Y	N	Y	N
		Y	N	Y	N
		Y	N	Y	N
		Y	N	Y	N
		Y	N	Y	N

NUMBER OF CONTAINERS	LABORATORY
DATE RECEIVED BY LAB	FILTERING METHOD
WEATHER CONDITIONS	
REMARKS <sup>5</sup>	

- 1 BAILER, KEMMERER, GRAB, PUMP, OTHERS
- 2 T.O.C.= TOP OF PROTECTIVE CASING; T.O.R.=TOP OF RISER PIPE; G.S.=GROUND SURFACE
- 3 GENERAL CHEMISTRY, METALS, VOA, ORGANICS, OTHER
- 4 HNO<sub>3</sub>, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, OTHERS
- 5 OBSERVATIONS, RECOMMENDATIONS; E.G., SPLIT SAMPLING, RESAMPLING, EQUIPMENT FAILURES, ETC.

# WELL INSTALLATION



PROJECT NAME	PROJECT No.
SITE	LOCATION
BY	DATE
	SHEET OF

WELL No.	MEAS. DATUM
INSTALL. DATE	
SCREEN DIAMETER AND MATERIAL	
RISER DIAMETER AND MATERIAL	
GRANULAR BACKFILL MATERIAL	
BOREHOLE DIAM.	SLOT SIZE
DRILLING METHOD	DRILLING CONTRACTOR

<p><b>WELL INSTALLATION SKETCH</b> (NOT TO SCALE)</p>	STICK UP _____
	_____
	LENGTH OF SOLID RISER _____
	_____
	LENGTH OF SCREEN _____
	_____
	TOTAL DEPTH OF MONITORING WELL _____
_____	
TOTAL DEPTH OF BOREHOLE _____	
_____	
STABILIZED WATER LEVEL BELOW DATUM _____	
_____	
MEASURED ON _____	
_____	