

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA		Rev. 1

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

**PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

Il Committente




Il Progettista





Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
1	Revisione Generale -Emissione per Enti	LMZ	RP	PAR	Marzo 2017
0	Emissione per Enti	MNC/DBR	RP	PAR	Gennaio 2017

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 1 di 173	Rev. 1

INDICE

LISTA DELLE TABELLE	3
LISTA DELLE FIGURE	5
LISTA DELLE FIGURE ALLEGATE AL TESTO	8
LISTA DELLE TAVOLE	8
1 INTRODUZIONE	9
2 CLIMA E PRECIPITAZIONI	11
2.1.1 <i>Inquadramento Climatico</i>	11
2.1.2 <i>Stazioni Meteorologiche</i>	18
2.1.3 <i>Analisi Termopluviometrica di Dettaglio</i>	20
3 IDROLOGIA	31
3.1 <i>Unità Idrografiche e Bacini Imbriferi Principali</i>	31
3.1.1 <i>Piana di Oristano: U.I.O. di Flumini Mannu di Pabillonis – Mogoro</i>	33
3.1.2 <i>Piana di Cagliari: U.I.O. di Flumini Mannu di Cagliari</i>	34
3.1.3 <i>Piana di Cixerri: U.I.O. di Cixerri</i>	35
3.1.4 <i>Piana di Carbonia: U.I.O. di Palmas</i>	36
3.2 <i>Aree a Pericolosità Idraulica</i>	36
3.2.1 <i>Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)</i>	36
3.2.2 <i>Piano Stralcio delle Fasce Fluviali</i>	39
3.2.3 <i>Aree Alluvionate dall'Evento Calamitoso "Cleopatra" del Novembre 2013</i>	45
3.2.4 <i>Eventi Alluvionali Storici della Sardegna Meridionale</i>	46
3.2.5 <i>Bonifiche di Aree Palustri</i>	48
4 IDROGEOLOGIA	51
4.1 <i>Complessi Idrogeologici, Acquiferi e Corpi Idrici Interessati dal Tracciato</i>	53
4.1.1 <i>Complessi Acquiferi Sedimentari Plio-Quaternari</i>	54
4.1.2 <i>Complessi Acquiferi Vulcanici Plio-Pleistocenici</i>	56
4.1.3 <i>Complessi Acquiferi Sedimentari Terziari</i>	56
4.1.4 <i>Complessi Acquiferi Vulcanici Terziari</i>	57
4.2 <i>Macro-Aree Idrogeologiche</i>	58
4.2.1 <i>Piana del Campidano (Campidano di Oristano e Campidano di Cagliari)</i>	59
4.2.2 <i>Piana del Cixerri</i>	116
4.2.3 <i>Bacino del Sulcis</i>	131
4.3 <i>Quadro Riassuntivo delle Principali Caratteristiche Idrogeologiche dei Litotipi</i>	152
5 CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA	159
6 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE SUL TRACCIATO	162
6.1 <i>Bretella Oristano TR-05 (Macro-Area Campidano di Oristano)</i>	162
6.2 <i>Allacciamento Oristano TR-06 (Macro-Area Campidano di Oristano)</i>	163
6.3 <i>Dorsale Centro-Sud TR-07 (Macro-Aree Campidano di Oristano e Campidano di Cagliari)</i> ..	163
6.4 <i>Dorsale Sud TR-08 (Macro-Area Campidano di Cagliari)</i>	165
6.5 <i>Bretella Sulcis TR-09</i>	166

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 2 di 173	Rev. 1

6.6	Allacciamento Cagliari – Monserrato TR-10.....	169
6.7	Bretella Cagliari TR11 e Allacciamento Cagliari – Macchiareddu TR-12.....	170
7	RIFERIMENTI.....	171

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 3 di 173	Rev. 1

LISTA DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>	<u>Pagina</u>
Tabella 1.1: Articolazione del Progetto	9
Tabella 2.1: Sensori presenti nelle Stazioni di Monitoraggio	19
Tabella 2.2: Stazioni Termopluviometriche	20
Tabella 2.3: Minimi e Massimi dei Cumulati di Precipitazione Mensili in mm per il Set di Dati Analizzato	25
Tabella 2.4: Temperature Minime e Massime Mensili in °C del Set di Dati Analizzato (ARPAS Dipartimento Meteo Climatico)	29
Tabella 3.1: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. di Flumini Mannu di Pabillonis – Mogoro	34
Tabella 3.2: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. di Flumini Mannu di Cagliari	35
Tabella 3.3: PAI – Aree a Pericolosità Idraulica “Hi”, Relazioni con il Progetto (Metanodotto)	38
Tabella 3.4: PAI – Aree a Pericolosità Idraulica “Hi”, Relazioni con il Progetto (Impianti)	39
Tabella 3.5: Corrispondenza Fasce Fluviali (da PSFF) e Pericolosità Idraulica (da PAI) in base al Tempo di Ritorno (anni)	41
Tabella 3.6: PSFF – Fasce Fluviali, Relazioni con il Progetto (Metanodotto)	42
Tabella 3.7: PSFF – Fasce Fluviali, Relazioni con il Progetto (Impianti)	44
Tabella 3.8: Aree Alluvionate Evento “Cleopatra” (Classe di Pericolosità Idraulica Hi4), Relazioni con il Progetto	45
Tabella 4.1: Complessi Idrogeologici, Acquiferi e Corpi Idrici Sotterranei Perimetrati Lungo il Tracciato del Metanodotto	53
Tabella 4.2: Parametri Idrodinamici della Falda del Complesso Alluvionale dell’Acquifero di Oristano (nuovi pozzi da RAS, 2009)	71
Tabella 4.3: Parametri Idrodinamici della Falda del Complesso Alluvionale dell’Acquifero di Oristano (Pala e Cossu, 1994)	72
Tabella 4.4: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Oristano - ID 1712 (RAS, 2013)	77
Tabella 4.5: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Flumini Mannu di Pabillonis - ID 1714 (RAS, 2013)	80
Tabella 4.6: Dati 2011 di Portata per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Monte Arci - ID 2111 (RAS, 2013)	85
Tabella 4.7: Parametri Idrodinamici della Falda derivati dai Pozzi del Progetto CasMez (Foglio 556 ASSEMINI e 547 Villacidro, ISPRA, non datati)	93
Tabella 4.8: Parametri Idrodinamici della Falda derivati dai Pozzi nell’Area Urbana di Cagliari (Foglio 557 Cagliari, ISPRA, non datato)	94
Tabella 4.9: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Cagliari - ID 1721 (RAS, 2013)	101
Tabella 4.10: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Macchiareddu - ID 1722 (RAS, 2013)	104
Tabella 4.11: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Sarroch - ID 1723 (RAS, 2013)	105

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 4 di 173	Rev. 1

Tabella 4.12: Pressioni significative individuate in ciascun corpo idrico (RAS, 2016)	114
Tabella 4.13: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Golfo di Quartu (ID 2411)	115
Tabella 4.14: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Parteolla-Trexenta (ID 2412)	116
Tabella 4.15: Dati 2011 di Soggiacenza/Portata per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri - ID 1611 (RAS, 2013)	126
Tabella 4.16: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – Corpo Idrico Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Carbonia – Golfo di Palmas - ID 1411 (RAS, 2013)	143
Tabella 4.17: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – Corpo Idrico delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis - ID 3011 (RAS, 2013)	145
Tabella 4.18: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – Corpo Idrico Detritico-Carbonatico Eocenico di Carbonia - ID 2611 (RAS, 2013)	149
Tabella 4.19: Pressioni significative individuate per il CIS 2611 (RAS, 2016)	151
Tabella 4.20: Sintesi delle Caratteristiche di Permeabilità dei Litotipi Attraversati dal Tracciato	153
Tabella 5.1: Riclassificazione dei Pozzi S.I.R.A. per Macro-Categoria d'Uso	160

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 5 di 173	Rev. 1

LISTA DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>	<u>Pagina</u>
Figura 1.1: Localizzazione del Gasdotto a Progetto e Relativi Tronchi (TR)	10
Figura 2.1: Regione Sardegna, Media Annuale delle Temperature Massime Relativa al Periodo 1951-1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)	13
Figura 2.2: Regione Sardegna, Media delle Temperature Massime dell' Annata 2014 – 2015 ed Anomalia rispetto alla Media 1995 – 2014 (ARPA Sardegna, 2016)	14
Figura 2.3: Regione Sardegna, Media Annuale delle Temperature Minime Relativa al Periodo 1951-1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)	15
Figura 2.4: Regione Sardegna, Media delle Temperature Minime dell'Annata 2014 – 2015 ed Anomalia rispetto alla Media 1995 – 2014 (ARPA Sardegna, 2016)	16
Figura 2.5: Regione Sardegna, Altezza Media Annuale di Precipitazione Relativa al Periodo 1951 - 1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)	17
Figura 2.6: Regione Sardegna, Cumulato di Precipitazione da Ottobre 2014 a Settembre 2015 e Rapporto con la Media Climatologica nel Periodo 1971 – 2000 (ARPA Sardegna, 2016)	18
Figura 2.7: Regione Sardegna, Stazioni di Monitoraggio (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)	19
Figura 2.8: Ubicazione delle Stazioni Meteo Utilizzate per l'Analisi Termo-Pluviometrica del Campidano	22
Figura 2.9: Medie Mensili dei Cumulati di Precipitazione (in mm) (ARPAS Dipartimento Meteo Climatico)	24
Figura 2.10: Medie Mensili delle Temperature (verde), Medie delle T Minime (blu) e medie delle T Massime (rosso) in °C (ARPAS Dipartimento Meteo Climatico)	28
Figura 3.1: Idrografia Superficiale e Unità Idrografiche Omogenee Attraversate dal Progetto	32
Figura 4.1: Mappa Geologico-Strutturale del Sud della Sardegna, Sezioni Geologiche Attraverso il Graben del Campidano (da Longhitano et al., 2015) e identificazione delle macro-aree geografiche e idrogeologiche	52
Figura 4.2: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Sedimentari Plio-Quaternari (RAS, 2016)	55
Figura 4.3: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Vulcanici Plio-Quaternari (RAS, 2016)	56
Figura 4.4: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Sedimentari Terziari (RAS, 2016)	57
Figura 4.5: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Vulcanici Terziari (RAS, 2016)	58
Figura 4.6: Acquiferi del Campidano di Oristano (17-1) e di Cagliari (17-2)	60
Figura 4.7: Spartiacque Sotterraneo che Delimita gli Acquiferi del Campidano di Oristano e di Cagliari	61
Figura 4.8: Macro-Area Idrogeologica del Campidano di Oristano e Localizzazione del Tracciato (Tratti Interessati TR05, TR06, TR07)	62
Figura 4.9: Sezione Geologica del Campidano di Oristano (RAS, 2009)	63
Figura 4.10: Stratigrafia del Pozzo Oristano 1 (RAS, 2009)	64
Figura 4.11: Schema Litologico del Campidano di Oristano – Settore Nord (da Ghiglieri et al, 2016)	67
Figura 4.12: Sezioni Geologiche del Campidano di Oristano – Settore Nord (da Ghiglieri et al, 2016)	68
Figura 4.13: Distribuzione della Permeabilità e dei Pozzi nel Campidano di Oristano (Comune di Oristano, 2015)	70
Figura 4.14: Piezometria delle Falde del Campidano di Oristano (Ghiglieri et al., 2016)	74

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 6 di 173	Rev. 1

Figura 4.15: Punti di Monitoraggio Acquifero del Campidano di Oristano - CIS di Oristano (1712), Arborea (1713) e Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714) – Perimetrazioni 2011	76
Figura 4.16: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Oristano (ID 1712) – Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	81
Figura 4.17: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714)– Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	82
Figura 4.18: Monitoraggio Chimico – CIS di Oristano (ID 1712) e Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	84
Figura 4.19: Punti di Monitoraggio (Sorgenti) - CIS delle Vulcaniti di Monte Arci (2111)	85
Figura 4.20: Macro-Area Idrogeologica del Campidano di Cagliari e Localizzazione del Tracciato (Tratti Interessati TR07, TR08, TR09, TR10, TR11)	86
Figura 4.21: Successione stratigrafica attraversata dal Pozzo per Ricerca d'Idrocarburi "Campidano 1" (Zona a Sud di Villasor - Campidano di Cagliari)	88
Figura 4.22: Sezione Geologica SW-NE tra Acquacotta e Sardara attraverso l'Acquifero del Campidano di Cagliari	89
Figura 4.23: Sezioni geologiche del Campidano attraverso i bacini di S. Gavino (A) e di Sandalia Acquacotta e Serramanna Serrenti (B) (Angelone et al, 2005).	90
Figura 4.24: Schema Idrogeologico del Foglio 547 Villacidro e in Rosso la Localizzazione del Tracciato	95
Figura 4.25: Schema Idrogeologico del Foglio 556 Assemini e in Rosso la Localizzazione del Tracciato	97
Figura 4.26: Punti di Monitoraggio - Corpi Idrici Sotterranei (CIS) dell'acquifero del Campidano di Cagliari: Cagliari (ID 1721), Macchiareddu (ID 1722) e Sarroch (ID 1723)	99
Figura 4.27: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Cagliari (ID 1721) – Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	108
Figura 4.28: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Macchiareddu (ID 1722) – Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	109
Figura 4.29: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Sarroch (ID 1723) – Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	110
Figura 4.30: Monitoraggio Chimico – CIS di Cagliari (ID 1721), Macchiareddu (ID 1722) e Sarroch (ID 1723) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	113
Figura 4.31: Punti di Monitoraggio - Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) di Parteolla-Trexenta (ID 2412)	115
Figura 4.32: Macro-Area Idrogeologica della Valle del Cixerri e Localizzazione del Tracciato (Tratto Interessato TR09)	116
Figura 4.33: Soglia di Siliqua che separa il graben del Campidano dalla Fossa Tettonica del Cixerri	117
Figura 4.34: Anticlinale di Genna Luas che delimita occidentalmente la Fossa Tettonica del Cixerri	118
Figura 4.35: Successione Stratigrafica nella Valle del Cixerri	119
Figura 4.36: Carta Geolitologica del Settore Orientale della Fossa Tettonica del Cixerri	120
Figura 4.37: Successione stratigrafica nella Valle del Cixerri (Pozzo CasMez a Nord di Case Spada)	122
Figura 4.38: Schema Idrogeologico del Settore Ovest della Valle del Cixerri (Bianco, 2006)	125
Figura 4.39: Punti di Monitoraggio - CIS del Cixerri (ID 1611)	126
Figura 4.40: Monitoraggio Chimico e Quantitativo - Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) del Cixerri (ID 1611) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)	131

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 7 di 173	Rev. 1

Figura 4.41: Macro-Area Idrogeologica del Bacino del Sulcis e Localizzazione del Tracciato (Tratto Interessato TR09)	132
Figura 4.42: Stratigrafie dei Depositi Quaternari del Foglio 564 Carbonia	133
Figura 4.43: Schema Geologico del Bacino del Sulcis (Murru e Salvadori, 1987)	134
Figura 4.44: Rapporti Stratigrafici tra i Vari Gruppi del Complesso Vulcanico Terziario del Sulcis (ISPRA, non datato, Foglio 564 CARBONIA)	135
Figura 4.45: Colonna Stratigrafica del Foglio 564 Carbonia con Dettaglio della Successione Vulcanica Miocenica	136
Figura 4.46: Schema dei Rapporti stratigrafici di Aggradazione delle Formazioni Paleogeniche sul Substrato del Sulcis-Iglesiente e del Cixerri	138
Figura 4.47: Schema Idrogeologico del Foglio 564 Carbonia e in Rosso la Localizzazione del Tracciato	141
Figura 4.48: Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) di Carbonia-Golfo di Palmas (ID 1411)	142
Figura 4.49: Risultati del Monitoraggio 2011-2013 del Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) di Carbonia-Golfo di Palmas (ID 1411), da RAS (2014)	144
Figura 4.50: Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis (ID 3011)	145
Figura 4.51: Risultati del Monitoraggio 2011-2013 del Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis (ID 3011), da RAS (2014)	148
Figura 4.52: Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) Detritico Carbonatico di Carbonia (ID 2611)	149
Figura 4.53: Risultati del Monitoraggio 2011-2013 del Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) Detritico-Carbonatico Eocenico di Carbonia (ID 2611), da RAS (2014)	151

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 8 di 173	Rev. 1

LISTA DELLE FIGURE ALLEGATE AL TESTO

No.	Titolo
1 (a-e)	Aree a Pericolosità Idraulica (Hi) (PAI)
2 (a-e)	Fasce Fluviali (PSFF – 2015)
3 (a-e)	Aree Alluvionate "Cleopatra" (Evento del Novembre 2013)

LISTA DELLE TAVOLE

No.	Titolo
PG-1030	Carta Idrogeologica (1:10.000) – Fogli da 0 a 55

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 9 di 173	Rev. 1

1 INTRODUZIONE

Il progetto in esame consiste nella realizzazione della Sezione Centro-Sud di un sistema di trasporto gas in Regione Sardegna proposto dalla Società Gasdotti Italia S.p.A. (SGI), costituito da una rete di metanodotti che si sviluppa principalmente in direzione Sud-Nord.

Il progetto proposto interessa le seguenti autonomie locali (LR No. 2 del 4 Febbraio 2016 e DGR No. 23/5 del 20 Aprile 2016): Provincia di Oristano, Provincia Sud Sardegna e la Città Metropolitana di Cagliari.

Sono complessivamente interessati 29 Comuni.

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 descritti nella seguente Tabella 1.1 e rappresentati in Figura 1.1.

Tabella 1.1: Articolazione del Progetto

Sistema Trasporto Gas Naturale Sardegna Sezione Centro Sud				
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

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 10 di 173	Rev. 1

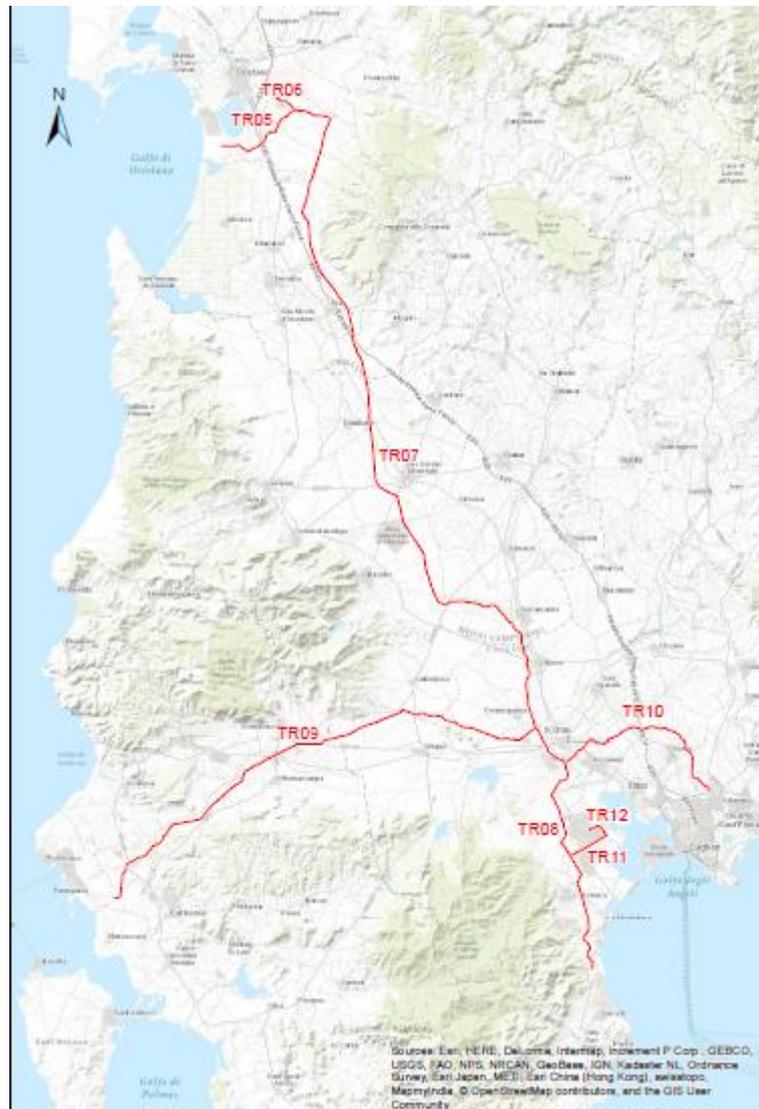


Figura 1.1: Localizzazione del Gasdotto a Progetto e Relativi Tronchi (TR)

Il progetto include:

- impianti di “*entry point*” per l'immissione in rete del gas naturale (Oristano, Sarroch, Portoscuso e Cagliari);
- impianti di derivazione per la successiva estensione della rete di trasporto;
- impianti di consegna per l'allacciamento alle reti cittadine di distribuzione (Monserrato, Oristano, Assemmini-Macchiareddu e Carbonia).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 11 di 173	Rev. 1

Nell'ambito del progetto è stata predisposta la presente Relazione Idrogeologica che tratterà degli aspetti climatici, idrologici, idrogeologici delle aree attraversate dal tracciato. In particolare:

- Il Capitolo 2 riporta un inquadramento climatico generale per il settore sud occidentale della Sardegna e l'analisi della serie ventennale dei dati termo-pluviometrici forniti dal Dipartimento Meteo Climatico di ARPASper un insieme di stazioni meteo nell'intorno del tracciato, in particolare per il settore del Campidano;
- Il Capitolo 3 descrive gli aspetti relativi all'idrologia superficiale, in particolare le Unità Idrografiche Omogenee attraversate dal Progetto e le perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica, come definite dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) e le loro interazioni con il Progetto;
- Il Capitolo 4 riporta i complessi idrogeologici, i relativi acquiferi e corpi idrici sotterranei incontrati lungo il tracciato delle opere a progetto; descrive inoltre, in base alla raccolta di dati di letteratura disponibili, le caratteristiche geologico-stratigrafiche delle diverse aree attraversate ed i parametri idrodinamici degli acquiferi e di monitoraggio chimico-quantitativo dei corpi idrici sotterranei; fornisce, infine, un quadro riassuntivo delle principali caratteristiche idrogeologiche dei litotipi derivante dall'analisi d'insieme dei dati esaminati;
- Il Capitolo 5 descrive i criteri ed i dati utilizzati per la redazione della cartografia idrogeologica di progetto (Tavole 1:10,000);
- Il Capitolo 6 riporta le considerazioni idrogeologiche desumibili dalla lettura della cartografia idrogeologica elaborata al fine di evidenziare eventuali criticità idrogeologiche associate allo sviluppo del Progetto;
- Il Capitolo 7 elenca la documentazione bibliografica di riferimento utilizzata.

2 CLIMA E PRECIPITAZIONI

2.1.1 Inquadramento Climatico

Il clima della Sardegna viene generalmente classificato come "Mediterraneo Interno", caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde. Da un punto di vista più generale, il Mediterraneo può essere considerato come una fascia di transizione tra le zone tropicali, dove le stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e le zone temperate, dove le stagioni sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura. Di conseguenza si ha a che fare con grandi variazioni interstagionali di precipitazione accompagnate da variazioni di temperatura, senza che però le une e le altre raggiungano i valori estremi tipici delle due aree climatiche (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 12 di 173	Rev. 1

La presenza di un mare chiuso relativamente poco profondo smorza gli eccessi di temperatura meno di quanto facciano gli Oceani Atlantico e Pacifico a latitudini analoghe e, allo stesso tempo, protegge parzialmente dalle intense perturbazioni tipiche di altre aree del Pianeta poste alle medesime latitudini, ma in zone continentali o lambite dagli oceani.

In linea generale l'analisi delle variazioni delle medie mensili di temperatura e di precipitazione permette di individuare due stagioni climatiche tipiche delle regioni mediterranee: (i) da Ottobre ad Aprile e (ii) da Maggio a Settembre. I periodi di transizione sono identificati rispettivamente con i mesi di "Marzo-Aprile" e "Settembre-Novembre". Le temperature medie risultano sostanzialmente costanti nel periodo estivo Luglio - Agosto e nel periodo invernale Dicembre - Febbraio. Le precipitazioni invece hanno un massimo cumulato nel mese di Dicembre, mentre Luglio ed Agosto risultano i mesi più secchi.

Un'analisi del clima, con particolare riferimento alle caratteristiche sia termometriche sia pluviometriche regionali e dell'area in esame è stata condotta utilizzando:

- i dati rilevati su base giornaliera e provenienti complessivamente da 259 stazioni, per il periodo 1951 e il 1980, riportati nell'analisi del clima della Sardegna effettuata dal Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web);
- i dati e le informazioni riportate nel documento redatto dal Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico dell'Arpa Sardegna: "*Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna, Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo Ottobre 2014 - Settembre 2015*" (ARPA Sardegna, 2016), che costituisce il rapporto annuale più recente tra quelli pubblicati dall'ente stesso. In tale studio l'andamento termo pluviometrico dell'annata 2014-2015 è stato confrontato con la media relativa al periodo 1995-2014 per le temperature e 1971-2000 per le precipitazioni.

2.1.1.1 Temperature

L'analisi dei valori **medi annuali delle temperature massime** dei dati storici relativi al 1951-1980 mostra una forte influenza da parte dell'orografia. Come visibile nella seguente figura risultano chiaramente individuabili le pianure così come le aree montuose. L'area oggetto di studio mostra valori di 21-22°C per l'area del Campidano e valori leggermente più bassi per la Bretella di Sulcis (20-21°C).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 13 di 173	Rev. 1

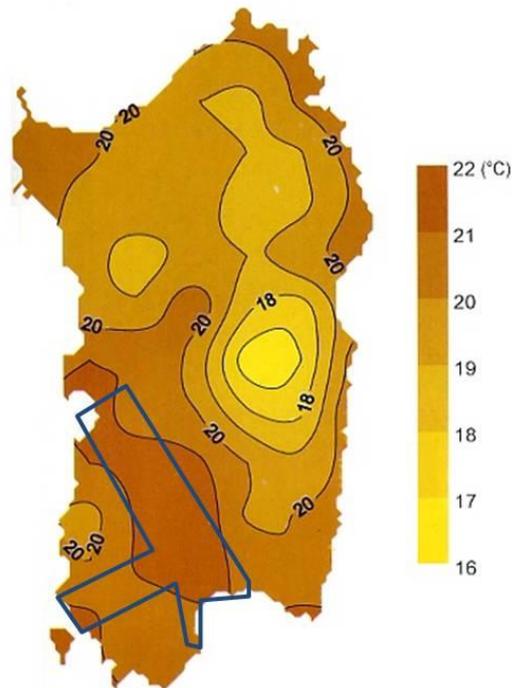


Figura 2.1: Regione Sardegna, Media Annuale delle Temperature Massime Relativa al Periodo 1951-1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)

La stessa indicazione viene fornita anche dall'analisi della media delle temperature massime per l'annata 2014-2015, per la quale però si nota un assestamento su valori più elevati attorno a 22-24 °C in più della metà del territorio regionale, in particolare sulle coste, sulle pianure e in tutte le zone interne con quote medio basse.

L'area di interesse mostra valori generalmente compresi tra 23°C e 24°C e quindi anomalie positive (tra +1,1 e +1,5) rispetto alle medie relative al periodo di confronto 1995-2014.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 14 di 173	Rev. 1

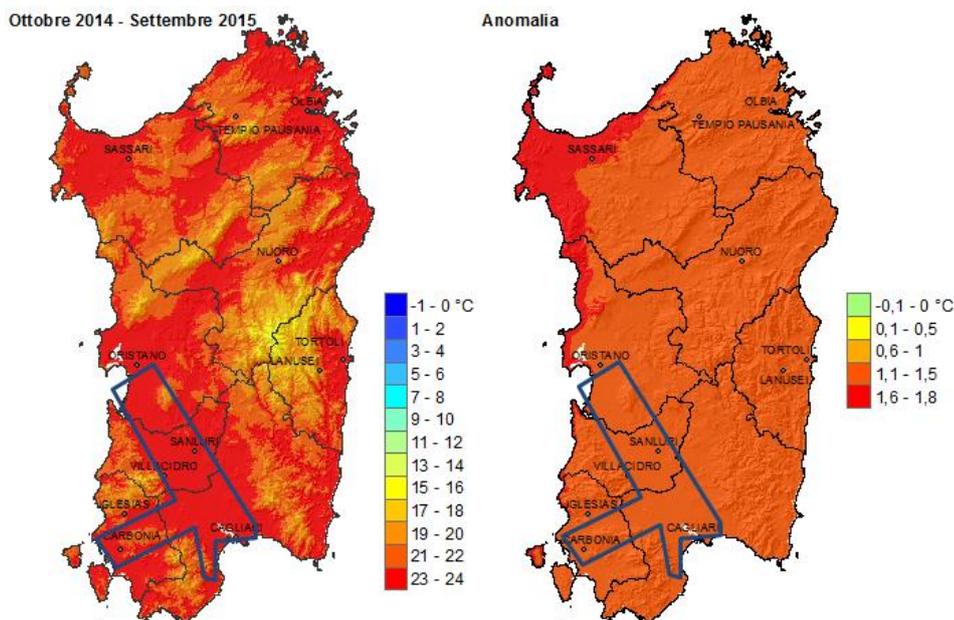


Figura 2.2: Regione Sardegna, Media delle Temperature Massime dell' Annata 2014 – 2015 ed Anomalia rispetto alla Media 1995 – 2014 (ARPA Sardegna, 2016)

La distribuzione spaziale dei **valori medi di temperatura minima**(Figura 2.3) mostra un andamento decrescente dalla costa verso l'interno, legata alla presenza del mare, ma anche ad un leggero effetto dovuto alla variazione della latitudine ed alla presenza dei rilievi orografici centro-orientali. Secondo questo andamento, anche l'area oggetto di studio risulta caratterizzata da valori di circa 12°C-13°C in prossimità delle zone costiere (Oristano, Cagliari e parte terminale della Bretella di Sulcis) e valori tra 10°C e 12°C nelle restanti aree, con minimi di tra 11°C e 10°C in corrispondenza del tratto centrale della Dorsale Centro Sud.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 15 di 173	Rev. 1

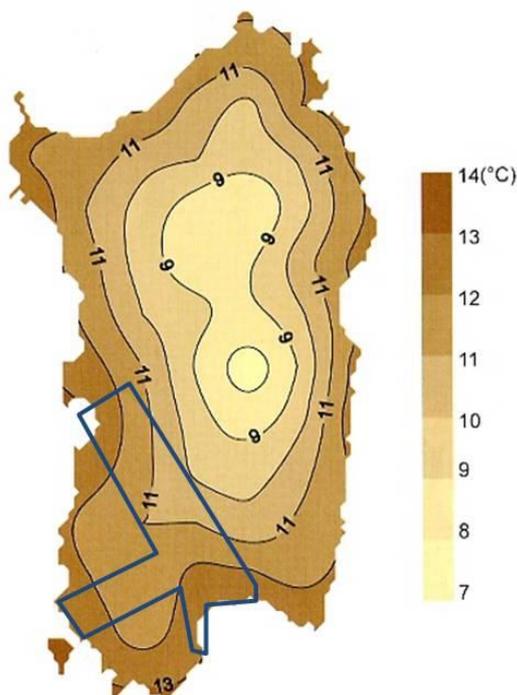


Figura 2.3: Regione Sardegna, Media Annuale delle Temperature Minime Relativa al Periodo 1951-1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)

Per quanto concerne le medie delle temperature minime dell'anno 2014-2015 (si veda la figura seguente) l'area di interesse risulta caratterizzata da valori generalmente compresi tra 11 e 14 °C, corrispondenti ad anomalie prevalentemente positive rispetto al periodo 1995 – 2014, con valori compresi tra 0,6 e 1 °C lungo quasi tutto il tracciato e tra 0,1 e 0,5 nell'area più interna di Villacidro e Sanluri.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 16 di 173	Rev. 1

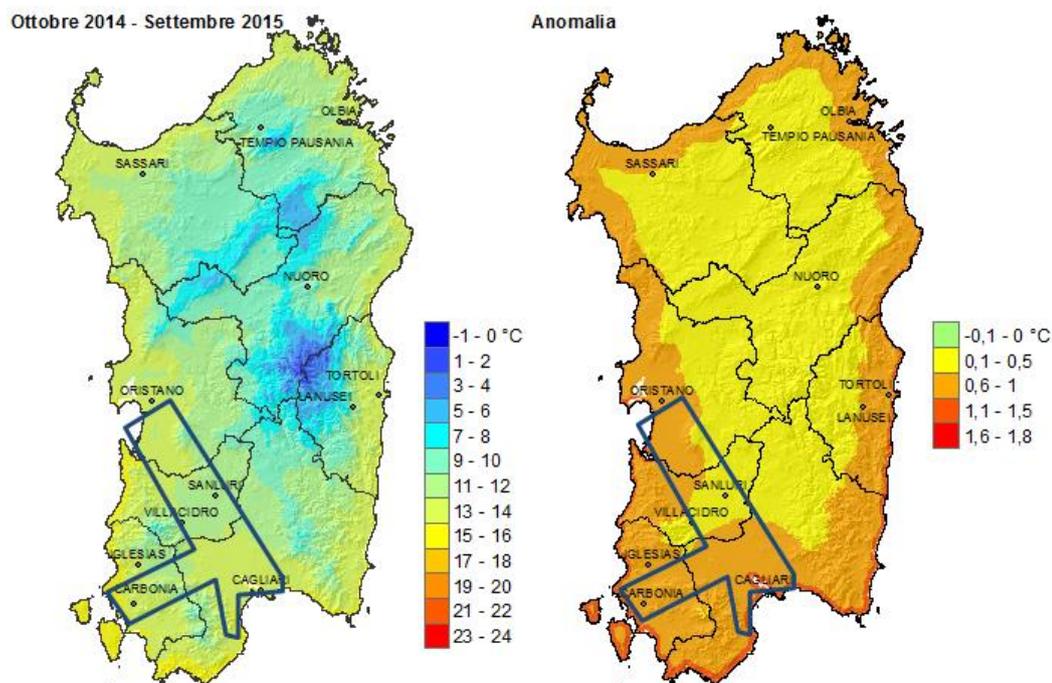


Figura 2.4: Regione Sardegna, Media delle Temperature Minime dell'Annata 2014 – 2015 ed Anomalia rispetto alla Media 1995 – 2014 (ARPA Sardegna, 2016)

2.1.1.2 Precipitazioni

Per quanto concerne le **precipitazioni**, la seguente figura (Figura 2.5) riporta l'andamento **cumulativo delle precipitazioni medie annuali** per il periodo 1951-1980 a livello regionale. I massimi dei cumulati mostrano chiaramente la presenza sull'isola di quattro zone piovose: le aree a ridosso del Gennargentu, la parte centrale della Gallura, l'altopiano di Campeda e l'Iglesiente. Il tracciato del metanodotto in esame ricade prevalentemente nell'area del Campidano che si presenta come zona secca, con un minimo di precipitazioni medie annuali nella zona di Cagliari, mentre la bretella del Sulcis attraversa la zona dell'Iglesiente a maggior piovosità.

Per quanto concerne gli eventi estremi, registrati nel periodo in esame (dal 1951 al 1980), quasi tutti gli eventi di precipitazione superiori a 400 mm appartengono a due periodi, 15-18 ottobre 1951 e 26 settembre 1971, e si sono verificati in località centro-orientali e sud-orientali dell'Isola, non appartenenti alle zone di studio. L'unico evento degno di nota per l'area di studio è stato registrato presso la stazione di Uta (ubicata nella parte terminale della Dorsale Sud), dove sono stati registrati 400 mm di pioggia (23 Novembre 1961).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 17 di 173	Rev. 1

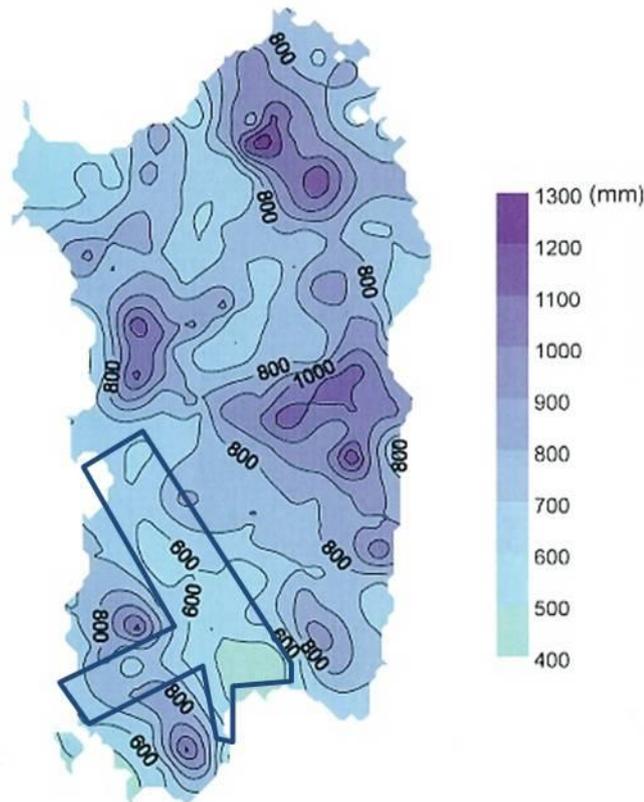


Figura 2.5: Regione Sardegna, Altezza Media Annuale di Precipitazione Relativa al Periodo 1951 - 1980 (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)

Passando all'analisi dei cumulati di precipitazione da Ottobre 2014 a Settembre 2015 è possibile evidenziare un andamento crescente da Nord a Sud, che risulta piuttosto anomalo rispetto alla climatologia della Sardegna, con precipitazioni particolarmente scarse a Nord ed abbondanti nel Sud-Ovest dell'isola (come mostrato chiaramente dal confronto con la media climatica relativa la periodo 1971-2000). Nel dettaglio, l'area di interesse risulta caratterizzata da un rapporto con la media climatica pari a 0.8 - 1 nel primo tratto del tracciato della Dorsale Centro Sud, 1 - 1,2 nella parte centrale della stessa, per raggiungere valori fino a 1,2-1,5 nel tratto terminale (presso Cagliari).

I valori del cumulato di precipitazione risultano sostanzialmente compresi tra i 501 ed i 600 mm per la maggior parte del tracciato, presentando valori inferiori nella zona a Sud di Oristano (401-500 mm) e superiori nel tratto della bretella Sulcis (701-800 mm).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 18 di 173	Rev. 1

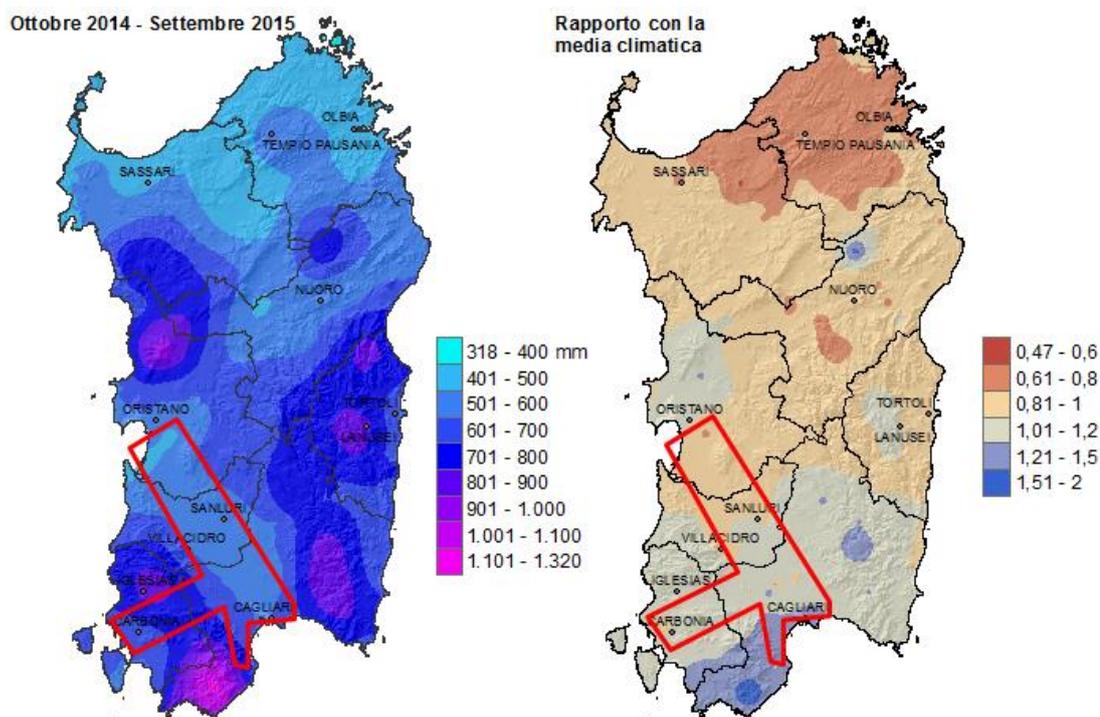


Figura 2.6: Regione Sardegna, Cumulato di Precipitazione da Ottobre 2014 a Settembre 2015 e Rapporto con la Media Climatologica nel Periodo 1971 – 2000 (ARPA Sardegna, 2016)

2.1.2 Stazioni Meteorologiche

La rete di rilevamento regionale si compone di:

- una rete composta da 262 stazioni (stazioni storiche), gestite dal Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione della siccità;
- una rete di stazioni gestite da ARPAS, tramite il proprio Dipartimento Specialistico Regionale Idrometeorologico (ex Servizio Agrometeorologico Regionale – SAR), composta da oltre 50 stazioni di rilevamento dislocate su tutto il territorio regionale, oltre a 2 stazioni di ricezione dati da satellite in tempo reale.

La seguente figura (Figura 2.7) riporta la rappresentazione di entrambe le reti di monitoraggio (in verde le stazioni della rete ARPAS, in blu quelle della rete storica).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 19 di 173	Rev. 1

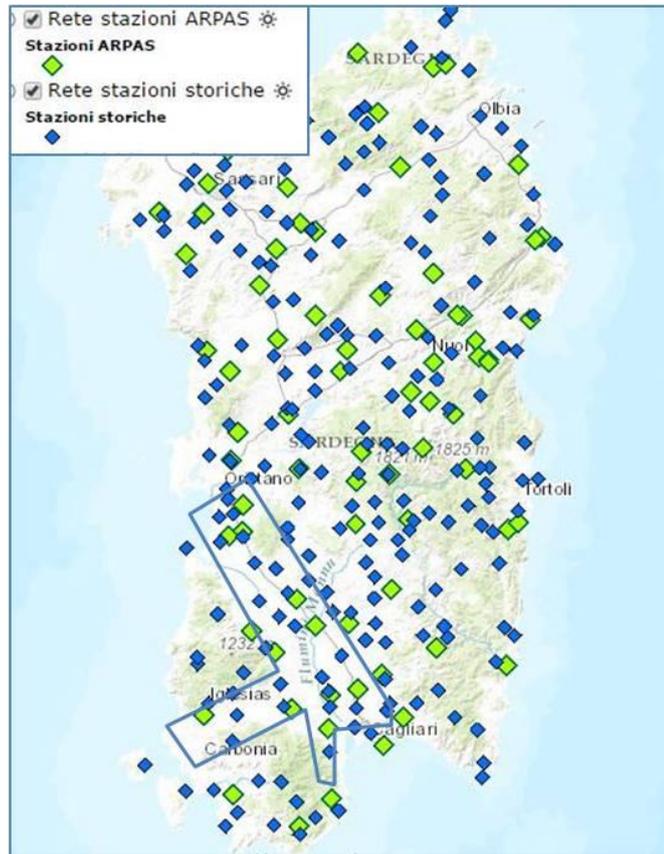


Figura 2.7: Regione Sardegna, Stazioni di Monitoraggio (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web)

La seguente tabella riporta i sensori presenti nelle stazioni della rete di monitoraggio ARPAS.

Tabella 2.1: Sensori presenti nelle Stazioni di Monitoraggio

Grandezza misurata	Altezza sensore	Unità di misura	Intervallo Minimo Disponibile
Temperatura aria	2 m	°C	1 ora
Temperatura superficiale	5 cm	°C	1 ora
Temperatura terreno	-10 cm	°C	1 ora
Temperatura terreno	-50 cm	°C	1 ora
Umidità aria	2 m	%	1 ora

 SGI Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 20 di 173	Rev. 1

Grandezza misurata	Altezza sensore	Unità di misura	Intervallo Minimo Disponibile
Precipitazione piovosa	2 m	mm	10 min
Pressione atmosferica	2 m	hPa	1 ora
Intensità del vento	2 m	m/s	10 min
Intensità del vento	10 m	m/s	10 min
Direzione del vento	10 m	°	10 min
Bagnatura fogliare	2 m	min	1 ora

2.1.3 Analisi Termopluviometrica di Dettaglio

Per l'analisi termo-pluviometrica di dettaglio relativa all'area oggetto di studio sono state prese in considerazione le stazioni termo-pluviometriche della rete ARPAS riportate nella seguente tabella. Per integrare eventuali dati non disponibili per le stazioni selezionate sono state considerate anche due stazioni appartenenti alla rete storica (Pabillonis e San Gavino Monreale).

Tabella 2.2: Stazioni Termopluviometriche

Nome della Stazione	Codice Stazione	Datum	Latitudine	Longitudine	Quota (m s.l.m.)	Dist. Mare (m)
Palmas Arborea	OR049R004	WGS84	39° 51' 36" N	8° 39' 43" E	20	7814
Sardara	CA018S040	WGS84	39° 35' 53" N	8° 51' 12" E	189	27239
Pabillonis (rete storica)	CA020B136	ED50	39° 35' 40" N	8° 43' 15" E	40	21366
San Gavino Monreale (rete storica)	CA030B175	ED50	39° 33' 06" N	8° 47' 28" E	51	27982
Gonnosfanadiga	CA040Q006	WGS84	39° 30' 35" N	8° 41' 33" E	146	20962
Villacidro	CA047S036	WGS84	39° 27' 08" N	8° 46' 35" E	130	29827
Decimomannu	CA069S041	WGS84	39° 20' 00" N	8° 58' 23" E	19	14414
Monastir Mobile	CA057S066	WGS84	39° 21' 01" N	9° 04' 17" E	96	14259
Uta	CA076R005	WGS84	39° 14' 23" N	8° 57' 56" E	20	8132
Cagliari S.I.	CA082B039	ED50	39° 13' 36" N	9° 07' 07" E	7	1475

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 21 di 173	Rev. 1

L'ubicazione delle stazioni è riportata nella seguente figura. In particolare, la stazione di Palmas Arborea può essere considerata rappresentativa della zona del Campidano di Oristano, le stazioni di Sardara, Pabillonis, San Gavino Monreale e Gonnosfanadiga del Campidano Medio e Decimomannu, Monastir Mobile, Uta e Cagliari S.I. del Campidano di Cagliari.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 22 di 173	Rev. 1

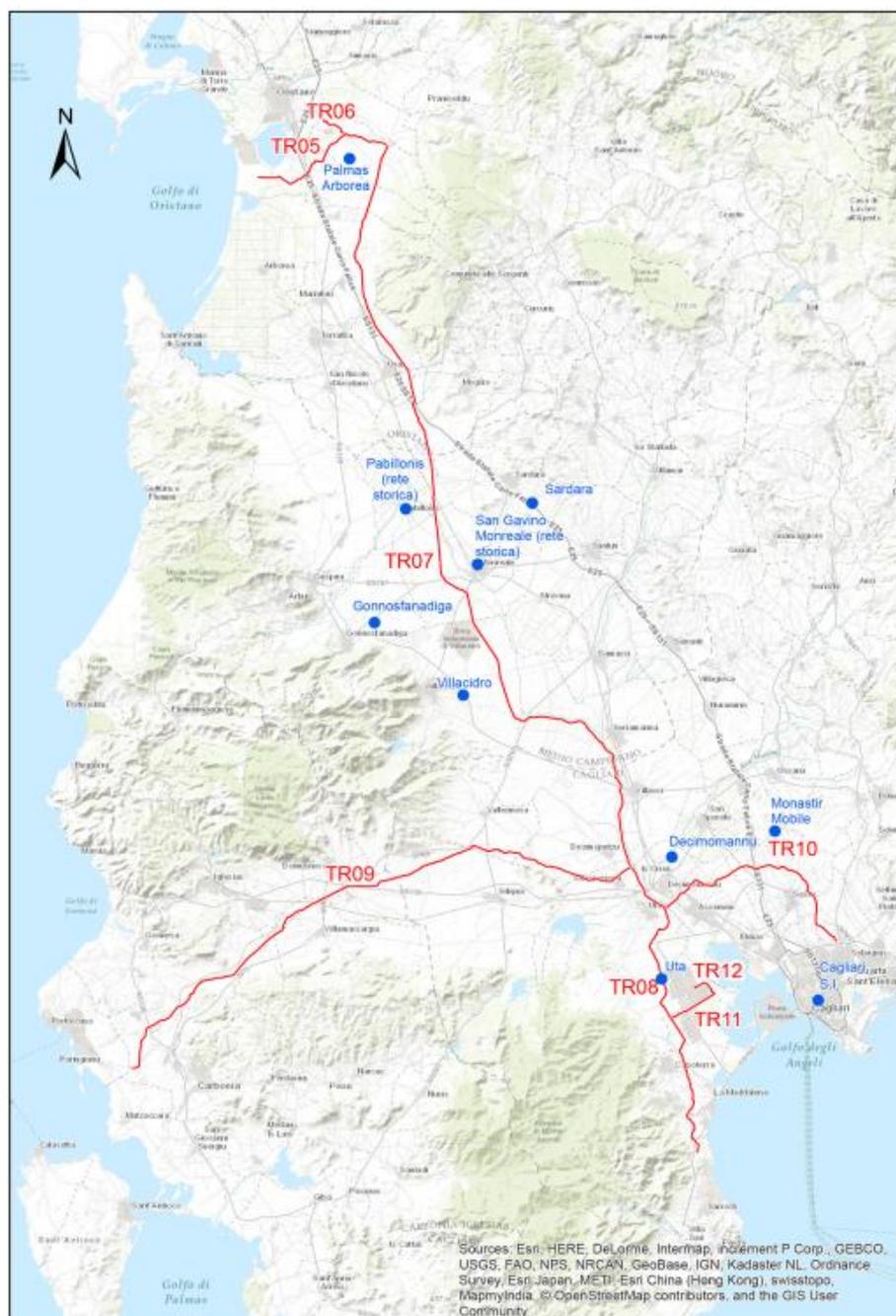


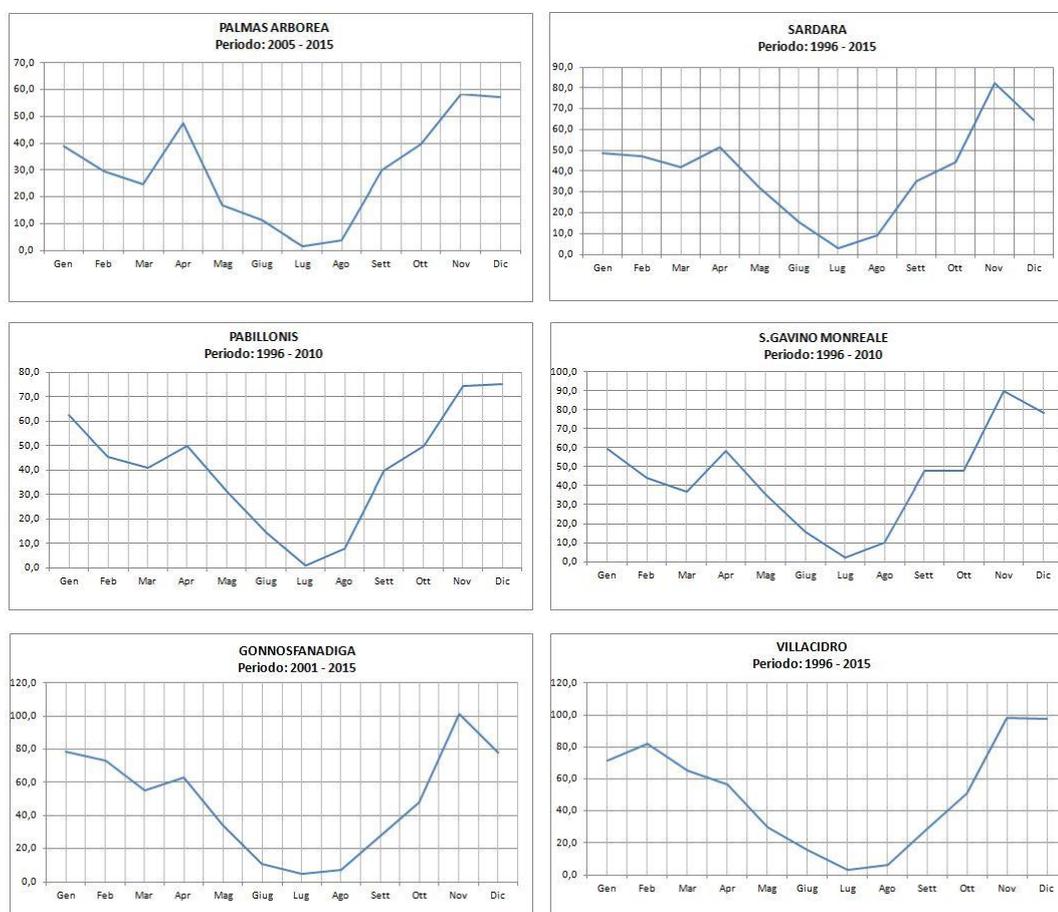
Figura 2.8: Ubicazione delle Stazioni Meteo Utilizzate per l'Analisi Termo-Pluviometrica del Campidano

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 23 di 173	Rev. 1

2.1.3.1 Analisi delle Precipitazioni

L'analisi delle precipitazioni con particolare riferimento al Campidano è stata condotta utilizzando i dati forniti dal Dipartimento Meteo Climatico di ARPAS. Tali dati sono stati elaborati con la finalità di predisporre dei grafici di precipitazioni medi mensili, calcolate per l'arco temporale di misura (1996 – 2015 ove disponibile o un numero ridotto di anni per alcune stazioni).

Tali elaborazioni sono presentate nella seguente Figura 2.9.



	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 24 di 173	Rev. 1

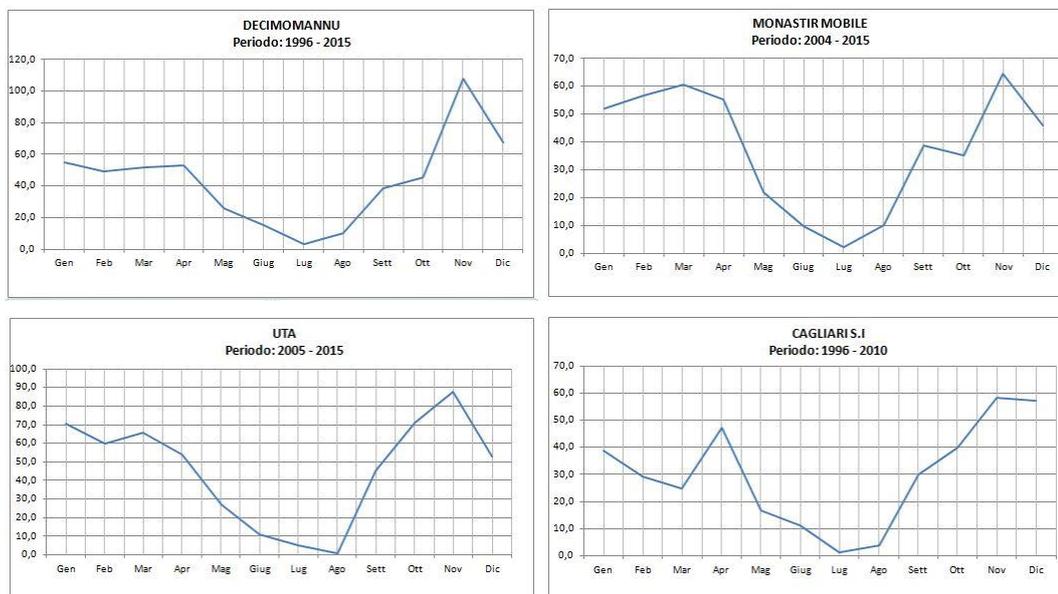


Figura 2.9: Medie Mensili dei Cumulati di Precipitazione (in mm) (ARPAS Dipartimento Meteo Climatico)

A conferma di quanto riportato nella sezione di analisi generale, anche dall'analisi di dettaglio condotta mostra che l'area del Campidano si presenta come zona secca, con cumulati annuali di precipitazioni attorno a 500-600 mm. Analizzando le stazioni che presentano set di dati abbastanza completi è possibile evidenziare un minimo di circa 106 mm per la stazione di Pabillonis nell'anno 2007 e valore massimo di 849 mm per la stazione di Palmas Arborea nell'anno 2010.

I grafici di Figura 2.9 mostrano chiaramente come in tutte le stazioni l'estate sia sempre caratterizzata da condizioni di precipitazione scarse, con valori minimi delle medie mensili dei cumulati di precipitazione registrati nei mesi estivi, in particolare, Luglio e Agosto. Le altre stagioni (inverno, autunno e primavera) risultano più o meno piovose e i valori massimi si riscontrano nei mesi di Novembre e Dicembre.

Essendo le precipitazioni un parametro climatico molto variabile nel tempo e nello spazio, con la finalità di mettere in evidenza la variabilità dei cumulati di precipitazione nell'ambito dell'arco temporale preso in esame, nella seguente tabella si riportano i minimi e i massimi "assoluti" per ciascun mese, relativi a ciascuna delle stazioni considerate. Inoltre, viene fornita anche un'indicazione del numero di dati validi utilizzati per il calcolo delle medie dei cumulati di precipitazione.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 25 di 173	Rev. 1

Tabella 2.3: Minimi e Massimi dei Cumulati di Precipitazione Mensili in mm per il Set di Dati Analizzato

Stazione		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
			Min	0	0	3,4	0	0	0	0	0	1,4	2
Palmas Arborea	Max	151	155,4	88,4	124,4	104,8	38,2	11	12,8	113,8	118,6	242	142,4
	N.Dati	9	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	7
	Min	9,2	9,4	8,2	10	2,2	0,4	0	0	1	1,2	13,2	19,8
Sardara	Max	104	114	94,4	128	96,4	88	24	58,6	111,6	177,4	153	133,8
	N.Dati	18	19	20	20	20	20	19	19	19	19	19	17
	Min	10,1	11,2	6	17,8	0,2	0	0	0	3,5	2	4,5	0
Pabillonis (rete storica)	Max	170,8	109	95,6	143,8	107,2	79	8,2	49,1	128,8	167,4	162,6	155,8
	N.Dati	14	14	14	14	15	14	15	15	15	15	14	14
	Min	12	8,2	0,4	20,4	0,6	0	0	0	4	4,8	18,8	28,6
San Gavino Monreale (rete storica)	Max	155,4	129,6	82,4	128	91,6	55,2	22,2	76	176,8	147	182	157,4
	N.Dati	15	15	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Min	26,4	9	21,6	12	1,4	0	0	0	3	4,8	30	29,2
Gonnosfanadiga	Max	160,4	152	100,2	127,6	92,8	31,8	27,4	74,2	53,4	160,8	191,2	130,6
	N.Dati	12	14	14	11	13	13	11	13	11	11	13	13
	Min	15,6	12,6	9	14,6	1,8	0,2	0	0	4,4	3,6	21,2	24

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 26 di 173	Rev. 1

Stazione		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
	Max	146	120,4	138,8	140	69,4	111,6	27,4	60,4	129,4	111,6	501,2	138,6
	N.Dati	18	18	20	20	19	20	19	19	19	18	16	18
	Min	17,6	24,4	8,4	11,2	1	0	0	0	0	0	0,2	53,2
Decimomannu	Max	171,6	161,8	133,4	127,4	84,4	80,6	21,6	47,8	86,2	132,4	353	188
	N.Dati	20	14	16	17	18	17	19	18	17	17	18	15
	Min	16	15,6	11,4	4,6	0,4	0,6	0	0	4,2	3,4	13	22
Monastir Mobile	Max	132	115,8	129,2	131,2	65	39,4	9,2	71,6	138,6	115,6	124	71,6
	N.Dati	7	7	8	10	10	10	11	11	9	10	7	7
	Min	15,6	19	15	5,6	4,2	0	0	0	8,6	0,2	21,6	16,8
Uta	Max	149,8	141,6	156,8	166	52,4	43	28,4	2,2	125,8	249	201,4	110,4
	N.Dati	7	7	5	5	7	7	7	7	7	6	6	4
	Min	4,8	5,4	2,4	0,8	0,2	0	0	0	3,6	0,4	6,2	9
Cagliari S.I.	Max	117,2	73,2	60,4	150,4	39,6	68,6	9,2	28	99,6	115	140	146,2
	N.Dati	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Min	4,8	5,4	2,4	0,8	0,2	0	0	0	3,6	0,4	6,2	9

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 27 di 173	Rev. 1

I valori minimi e massimi dei cumulati sull'arco temporale analizzato per ogni stazione risultano spesso piuttosto differenti dai valori medi calcolati e riportati nell'analisi grafica. In particolare, alcune stazioni, soprattutto quelle localizzate nella parte terminale della Dorsale Centro Sud, presentano massimi dei cumulati di precipitazione piuttosto elevati, soprattutto nel mese di Novembre (circa 501 mm a Villacidro e 353 mm a Decimomannu).

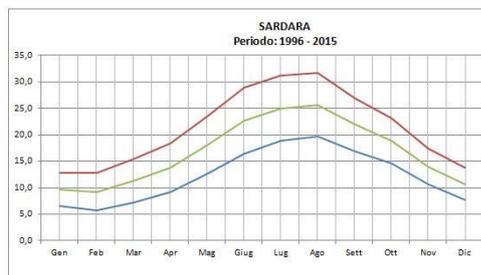
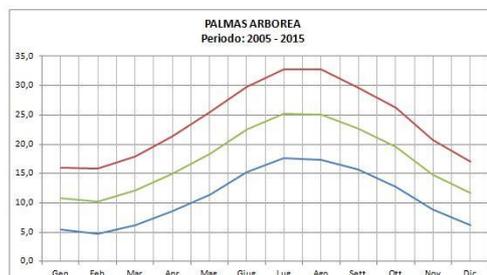
2.1.3.2 Analisi delle Temperature

Analogamente alle precipitazioni, anche per le temperature è stata condotta un'analisi di dettaglio sull'area del Campidano utilizzando i dati forniti dal centro meteo climatico di ARPAS.

Il clima nel territorio del Campidano, tipicamente mediterraneo, ha temperature medie annuali comprese fra i 16° e i 18° C. Di seguito sono riportati i grafici che mostrano gli andamenti delle medie mensili delle temperature, inclusi gli andamenti delle medie delle temperature massime e minime, calcolate sull'arco temporale disponibile per ciascuna delle stazioni prese in esame.

I mesi più freddi sono Gennaio e Febbraio con valori medi di temperatura minima intorno ai 3°C, mentre i mesi più caldi sono Luglio ed Agosto con valori medi di temperatura massima che arrivano fino ai 34°C. Per quanto concerne le medie mensili i valori dei mesi più freddi e più caldi si assestano attorno a valori di circa 9-10°C e attorno a circa 25°C rispettivamente.

Per evidenziare meglio la variabilità delle temperature minime e massime durante l'arco temporale analizzato, nella seguente tabella si riportano, per ciascuna stazione, i valori minimi e massimi del set di dati analizzato (minimi dei minimi e massimi dei massimi).



	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 28 di 173	Rev. 1

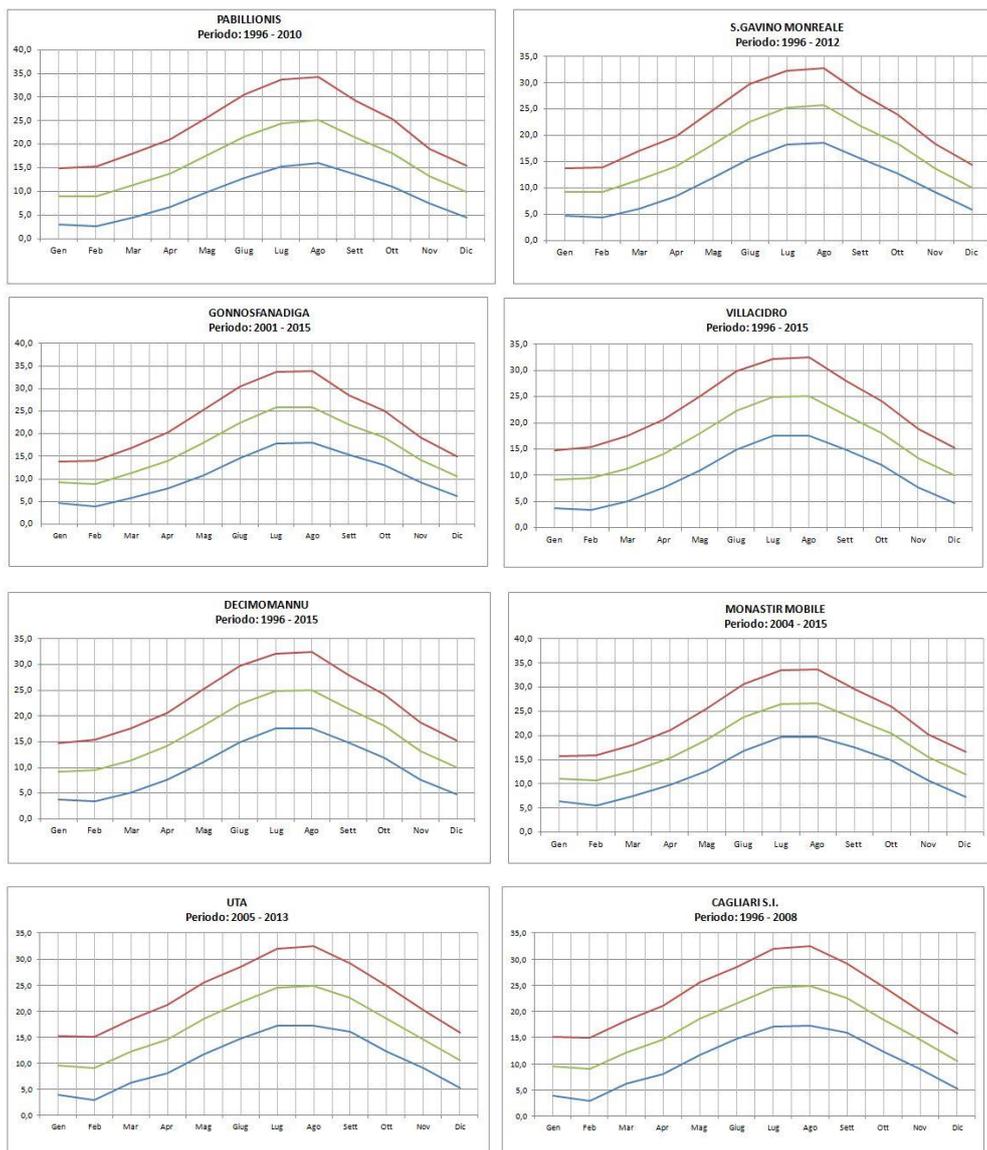


Figura 2.10: Medie Mensili delle Temperature (verde), Medie delle T Minime (blu) e medie delle T Massime (rosso) in °C (ARPAS Dipartimento Meteo Climatico)

	PROGETTISTA  <small>...consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 29 di 173	Rev. 1

Tabella 2.4: Temperature Minime e Massime Mensili in °C del Set di Dati Analizzato (ARPAS Dipartimento Meteo Climatico)

STAZIONE		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
PALMAS ARBOREA	Min	4,5	1,6	5,0	6,5	9,4	14,0	16,4	16,2	14,8	11,3	7,2	5,1
	Max	17,7	18,1	19,9	22,0	28,3	32,8	34,6	35,0	31,6	29,1	23,2	18,6
	N. dati	9	9	8	8	7	9	9	9	9	9	9	8
SARDARA	Min	4,7	2,1	6,2	8,1	10,6	14,3	17,5	17,6	15,5	12,5	8,6	7,2
	Max	14,7	14,8	18,8	20,2	26,4	33,8	28,5	36,2	23,7	19,8	15,3	12,9
	N. dati	18	19	20	18	17	20	19	19	18	19	19	17
PABILLONIS	Min	0,6	-1,2	3,0	5,1	8,1	6,1	4,3	4,3	3,7	3,2	2,9	2,5
	Max	17,6	17,3	21,7	23,8	28,4	36,4	38,1	39,4	32,4	29,3	22,0	17,8
	N. dati	14	14	14	14	14	15	14	15	15	15	15	14
S.GAVINO MONREALE	Min	1,7	2,0	4,6	7,1	9,4	14,0	16,9	16,8	13,6	11,2	5,9	3,5
	Max	16,4	16,4	21,6	21,3	26,9	33,6	34,8	37,1	30,7	28,1	23,6	16,6
	N. dati	17	17	16	17	17	17	16	16	16	16	16	16
GONNOSFANADIGA	Min	2,8	1,2	2,7	6,6	9,0	10,5	17,3	16,8	14,6	11,4	7,8	3,9
	Max	15,6	15,5	19,8	21,8	28,8	33,5	35,7	37,8	30,8	28,2	22,2	16,7
	N. dati	12	13	13	12	11	12	11	11	9	12	12	12
DECIMOMANNU	Min	1,1	2,0	3,3	6,0	9,3	13,9	16,5	16,3	13,4	10,4	5,4	2,9

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 30 di 173	Rev. 1

STAZIONE		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
	Max	16,5	18,4	21,2	23,5	27,1	34,9	34,9	35,6	30,0	27,0	20,5	17,1
	N. dati	15	15	17	16	14	15	15	15	16	16	14	16
VILLACIDRO	Min	2,9	3,1	4,2	7,6	10,0	14,2	16,2	17,0	14,3	11,6	6,8	4,7
	Max	15,5	16,1	19,8	20,8	26,7	33,6	34,6	36,5	29,6	27,2	20,3	15,9
	N. dati	17	12	12	14	14	14	16	16	16	16	15	14
MONASTIR MOBILE	Min	5,8	3,0	6,5	8,7	10,5	15,6	18,6	18,8	16,3	13,2	9,5	6,5
	Max	16,7	17,5	20,5	22,8	27,4	33,3	34,9	35,9	31,4	28,2	21,7	17,5
	N. dati	8	8	9	11	10	10	11	11	10	10	8	8
UTA	Min	3,2	0,1	5,0	3,7	10,1	8,3	8,4	11,8	15,1	11,6	7,6	4,6
	Max	17,2	17,7	19,6	23,2	26,8	32,2	34,7	35,2	31,3	26,0	21,3	17,2
	N. dati	6,0	6,0	5,0	6,0	6,0	7,0	8,0	8,0	8,0	6,0	4,0	4,0
CAGLIARI S.I.	Min	3,0	4,4	7,0	9,3	13,0	16,5	20,0	20,2	16,8	13,4	8,5	5,2
	Max	17,9	17,3	21,6	21,7	25,7	32,4	34,2	34,4	29,5	26,3	20,5	18,2
	N. dati	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 31 di 173	Rev. 1

3 IDROLOGIA

3.1 Unità Idrografiche e Bacini Imbriferi Principali

In generale l'idrografia della Sardegna è caratterizzata dalla quasi totale assenza di corsi d'acqua perenni, la maggior parte dei quali sono a carattere stagionale ed hanno regime torrentizio, con una notevole variazione dei deflussi durante l'anno legati ad una alimentazione esclusivamente pluviale.

Sono considerati fiumi perenni il Tirso, il Flumedosa, il Coghinas, il Cedrino, il Liscia ed il Temo, ma anche questi, pur avendo deflussi presenti tutto l'anno, sono soggetti a forti variazioni tra le portate minime e massime.

Questi fiumi non sono attraversati dal tracciato del metanodotto a progetto, che attraversa la piana del Campidano da Oristano a Cagliari e verso Ovest la regione del Sulcis, incontrando corsi d'acqua minori appartenenti a 5 delle Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.)¹ definite dal Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Sardegna (PTA, 2006).

Le cinque U.I.O. attraversate dal tracciato di metanodotto in esame sono le seguenti (Figura 3.1):

- Mogoro;
- Flumini Mannu di Pabillonis;
- Flumini Mannu di Cagliari;
- Cixerri; e
- Palmas.

Le prime tre U.I.O. si estendono nella piana del Campidano; un leggero rialzo morfologico circa al centro della pianura del Campidano, esteso tra i rilievi collinari di Sardara a Nord Est a quelli di Villacidro a Sud Ovest, funge da spartiacque dei corsi idrici diretti rispettivamente verso il golfo di Oristano e quelli verso il Golfo di Cagliari, separando quindi le due unità di Mogoro e Flumini Mannu di Pabillonis ricadenti nella piana di Oristano dalla unità di Flumini Mannu di Cagliari ricadente nella Piana di Cagliari. Nella piana del Campidano confluiscono anche le acque dall'U.I.O. di Cixerri, provenienti dall'ampio bacino vallivo che si estende con direzione Ovest Est dai rilievi dell'iglesiente alla piana di Cagliari. I rilievi dell'iglesiente separano infine l'U.I.O. di Cixerri dall' U.I.O. di Palmas.

¹ Le U.I.O. accorpano bacini idrografici minori per caratteristiche geomorfologiche idrografiche ed idrologiche omogenee.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 32 di 173	Rev. 1

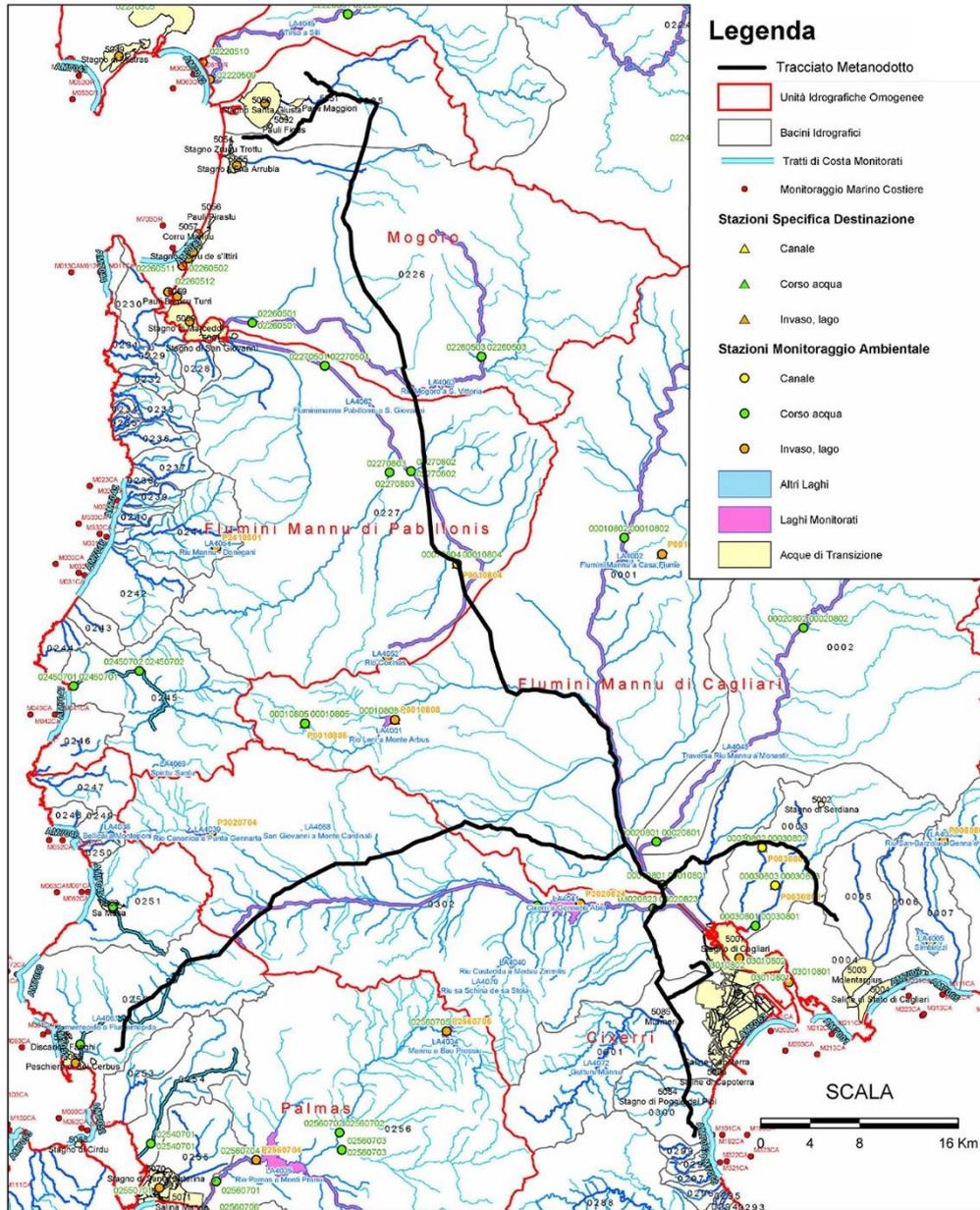


Figura 3.1: Idrografia Superficiale e Unità Idrografiche Omogenee Attraversate dal Progetto

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 33 di 173	Rev. 1

Nel seguito vengono descritte le U.I.O. secondo la seguente suddivisione:

- Piana di Oristano: U.I.O. di Flumini Mannu di Pabillonis – Mogoro;
- Piana di Cagliari: U.I.O di Flumini Mannu di Cagliari;
- Piana di Cixerri: U.I.O. di Cixerri;
- Piana di Carbonia: U.I.O di Palmas.

3.1.1 Piana di Oristano: U.I.O. di Flumini Mannu di Pabillonis – Mogoro

Le U.I.O. del Mannu di Pabillonis – Mogoro, che si estendono su una superficie di 1710,25 km², oltre ai due bacini imbriferi principali, quello del Flumini Mannu di Pabillonis a Sud e quello del Riu Mogoro a Nord, comprendono una serie di bacini costieri secondari compresi tra il Golfo di Oristano a Nord e Capo Pecora a Sud. L'area della piana di Oristano altimetricamente è compresa tra gli 0 m s.l.m. della costa e i 1236 m s.l.m. di Punta Perda de Sa Mesa nel massiccio del Linas.

Il Rio di Mogoro proviene da terreni quasi totalmente terziari (formazioni mioceniche e basalti), ha una notevole parte del bacino in regione montuosa. Nella parte centrale del bacino sorge il rilievo del Monte Arci costituito da espandimenti ignimbrifici di rioliti, riodaciti, daciti del Pliocene sormontati da basalti alcalini e transizionali, andesiti basaltiche, trachiti e fonoliti del Plio-Pleistocene. Ad ovest del rilievo affiorano le alluvioni quaternarie.

In particolare il Rio Mogoro ha origine nelle pendici meridionali del Monte Arci e sfocia nella parte meridionale del Golfo d'Oristano nell'area umida degli stagni di Marceddì e San Giovanni.

Il suo percorso si snoda inizialmente sui depositi miocenici in direzione N-S, poi, dopo la diga di contenimento e laminazione di S. Vittoria a Sud di Mogoro, prosegue nella piana del Campidano in direzione SE-NW e nell'ultimo tratto canalizzato in direzione E-W. Il Riu Fenusue il Riu Perdosu fanno parte del bacino del Canale delle Acque Alte, affluente di destra del Riu Mogoro. Il Canale delle Acque Calde è un'opera antropica realizzata per la bonifica delle aree paludose (si veda più avanti il paragrafo 3.2.5) che ha modificato l'idrografia superficiale raccogliendo e deviando le acque di piccoli corsi d'acqua provenienti dal Monte Arci; esso si sviluppa in direzione N-S ad est dell'abitato di Marrubiu, prima di confluire nel Riu Mogoro.

Il territorio costiero della piana di Oristano, in prossimità del complesso degli stagni, è stato oggetto di un'azione di bonifica nei tempi passati che, attraverso la realizzazione di sistemi di canalizzazione delle acque, ha modificato radicalmente l'assetto idrografico di queste zone (si veda più avanti il paragrafo 3.2.5).

Il Flumini Malu, detto anche Flumini Mannu di Pabillonis, ha origine sulle colline ad est di Sardara, dalle pendici del colle Bruncu Perdu Porcu (397 m) tra Collinas e Villanovaforru con il nome di Riu Bruncu Fenogu che diventa Riu Flumini Malu e poi Flumini Mannu di Pabillonis, terminando il suo percorso nello stagno di S. Giovanni, drenando una superficie di 593,3 km². Il corso d'acqua è caratterizzato da numerose opere di canalizzazione. Nel bacino del Flumini Mannu di Pabillonis nel settore sud-ovest affiorano graniti carbonifero-permiani e rocce scistose paleozoiche, mentre nell'area

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 34 di 173	Rev. 1

occidentale (complesso del Monte Arcuentu) affiorano vulcaniti andesitiche oligo-mioceniche; il settore centrale è caratterizzato dalle alluvioni plio-pleistoceniche e dai depositi locenici.

Il percorso del metanodotto partendo dal terminale di Oristano percorre dapprima un lungo tratto a circa un chilometro a sud dello Stagno di San Giusto poi in corrispondenza di Tiria volge verso sud, dove, dopo un tratto a circa 750 ovest dello specchio d'acqua del laghetto di Tima, attraversa numerosi corsi d'acqua, i più importanti dei quali, da Nord a Sud, sono riportati nella tabella sottostante.

Tabella 3.1: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. di Flumini Mannu di Pabillonis – Mogoro

Comune	Corso d'acqua
Palmas Arborea	Riu Merd'e Cani
Palmas Arborea	Riu Zeddiani
San Giusta	Riu Corongiu
Marrubiu	Riu Trottas
Uras	Riu s'Acquabella
Uras	Riu Fenusu
Uras	Riu Tamis
Mogoro	Riu Sassu
Mogoro	Fiume Riu Mogoro
Pabillonis	Riu Arianna
Sardara	Canales'Acqua Cotta
San Gavino Monreale	Fiume Flumini Malu
San Gavino Monreale	Riu Giuncu
San Gavino Monreale	Riu Maddalena

3.1.2 Piana di Cagliari: U.I.O. di Flumini Mannu di Cagliari

L'U.I.O. di Flumini Mannu di Cagliari ha una superficie di circa 1780 km² e comprende anche una serie di bacini costieri minori che si sviluppano da Cagliari a Capo Carbonara a est. L'altimetria varia da 0m s.l.m. nelle aree costiere a 893m s.l.m. in corrispondenza del Monte Coronedus.

Nel bacino idrografico del Flumini Mannu di Cagliari affiorano dolomie e calcari dolomitici del Triasico Superiore-Cretaceo Superiore, andesiti oligo-

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 35 di 173	Rev. 1

mioceniche, calcaree depositi sedimentari terziari e sedimenti pliocenico-quadernari. Se per l'ampiezza del suo bacino imbrifero il Flumini Mannu è il terzo fra i corsi d'acqua sardi, esso è notevolmente meno importante dal punto di vista idrografico. Di tutto il suo bacino, solo una parte non superiore al 35% contribuisce ai deflussi; la restante superficie, alluvionale e pianeggiante, ben poco vi contribuisce, sia perché riceve più scarse precipitazioni, sia perché la maggior parte di esse va ad impinguare le falde freatiche. Anche le portate di magra non sono significative, anche perché dai vari gruppi di sorgenti presenti nei tronchi montani del Flumini Mannu vero e proprio e del Cixerri (Sarcidano e Iglesias), ben poco giunge al Campidano. Il suo bacino imbrifero comprende nella parte più elevata i calcari mesozoici del Sarcidano, sovrapposti alla formazione antica scistosa, dai quali trae origine uno dei più notevoli gruppi di sorgenti della Sardegna. Procedendo verso valle il corso d'acqua attraversa principalmente scisti del Siluriano e terreni miocenici con qualche colata basaltica; indi sbocca nell'alluvione quadernaria che costituisce il Campidano Nord di Cagliari, attraverso il quale si svolge in gran parte il suo percorso.

Nell'ambito dell'U.I.O. del Flumini Mannu di Cagliari, nella piana di Cagliari il metanodotto in progetto attraversa diversi corsi d'acqua, i più importanti dei quali sono riportati nella tabella sottostante.

Tabella 3.2: Principali Attraversamenti del Tracciato nella U.I.O. di Flumini Mannu di Cagliari

Comune	Corso d'acqua
Villacidro	Torrente Leni
Villasor	Rio Gora Piscina (Longa) Manna
Villaspeciosa	Riu Mannu
Uta	Flumini Mannu
Uta	Rio Cixerri
Assemini	Fiume Riu Nuxedda
Sestu	Fiume Riu Sestu
Sestu	Fiume Riu Cannas
Monserrato	Fiume Riu Salius

3.1.3 Piana di Cixerri: U.I.O. di Cixerri

L'U.I.O. di Cixerri ha un'estensione pari a 618,14 km² e comprende il bacino della valle di Cixerri ed una serie di bacini costieri minori che si sviluppano da Cagliari a Capo Spartivento a ovest. L'altimetria varia da 0m s.l.m. nelle aree costiere a 903m s.l.m. in corrispondenza del Monte Anzeddu.

Il Riu Cixerri nasce nel versante settentrionale del massiccio del Sulcis a sud di Iglesias, nei versanti dei monti Crocoriga (338m) e Oi (316m). Originariamente il Riu Cixerri era un affluente del Flumini Mannu e, a seguito dei lavori di bonifica dello Stagno di Santa Gilla, il suo alveo nella parte terminale è stato deviato e rettificato. La direzione di scorrimento si articola prevalentemente in direzione W-E. L'asta principale percorre 50,6 km e il suo tracciato presenta evidenze morfologiche quali gomiti e tratti molto

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 36 di 173	Rev. 1

rettilinei che indicano un controllo tettonico dell'idrografia. Nel bacino del Riu Cixerri affiorano depositi quaternari e sedimenti terziari poggianti sulle formazioni paleozoiche.

In corrispondenza di Siliqua il rio Cixerri passa attraverso rilievi collinari alleneati in senso nord-sud, perpendicolarmente all'asse vallivo, che separano la valle del Cixerri dalla piana di Cagliari. Superato questo passaggio tra le colline di Siliqua il rio Cixerri è stato sbarrato a formare un grande invaso artificiale. Il lago artificiale è formato dalla diga principale, alta 26m, e da due argini in materiali sciolti. Il volume totale dell'invaso è di 32 milioni di m³ di acqua ad uso irriguo.

I due più importanti corsi d'acqua attraversati all'interno dell'U.I.O di Cixerri sono il **rio Cixerri**, l'asta drenante fluente da ovest ad est nella piana di Cixerri, ed il **rio S. Lucia** presso Capoterra.

3.1.4 Piana di Carbonia: U.I.O. di Palmas

L'U.I.O di Palmas ha una estensione di circa 1300 km²e comprende, oltre al bacino del rio Palmas, i bacini delle due isole di S. Antioco e San Pietro, oltre ad una serie di bacini minori lungo la costa sud-occidentale, tra cui quella del rio Flumentepido attraversata dal tratto finale di metanodotto in esame dopo i rilievi collinari che lo separano dalla piana del Cixerri.

La piana di Carbonia, che si estende a Sud Est del tracciato del metanodotto in esame, è caratterizzata da un substrato formato da depositi continentali formati da arenarie e marne argillose rossastre di ambiente continentale dell'Eocene-Oligocene e piroclastiti mioceniche di composizione dacitica e riolitica con estesi ricoprimenti alluvionali continentali pleistocenici.

Il tracciato attraversa due volte il corso d'acqua del **Flumentepido**, rispettivamente presso Medau in Serainis e Caput Acquis.

3.2 Aree a Pericolosità Idraulica

3.2.1 Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto ai sensi della legge No. 183/1989 e del Decreto Legge No. 180/1998, è stato approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna No. 67 del 10 Luglio 2006 (Regione Sardegna, Autorità di Bacino: sito web: <http://www.regione.sardegna.it/autoritadibacino>).

Il Piano è composto dalla Relazione Generale, dalla Normativa del Piano (Norme di Attuazione) ed alla Cartografia. Con Decreto del Presidente della Regione No. 121 del 10 Novembre 2015 pubblicato sul BURAS No. 58 del 19 Dicembre 2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale N. 43/2 del 1 Settembre 2015, sono state approvate le modifiche alle Norme Tecniche del PAI.

Il Piano disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), moderata (Hi2) e bassa (Hi1), così definite:

- Pericolosità molto elevata (Hi4) definita su tempo di ritorno di 50 anni;

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 37 di 173	Rev. 1

- Pericolosità elevata (Hi3) definita su tempo di ritorno di 100 anni;
- Pericolosità media (Hi2) definita su tempo di ritorno di 200 anni;
- Pericolosità moderata (Hi1) definita su tempo di ritorno di 500 anni.

Nel presente rapporto le perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica e le loro interazioni con il Progetto sono riportate graficamente nella Figura 1 (da “a” ad “e”), in allegato (scala 1:100.000).

Queste perimetrazioni tengono conto anche delle modifiche ed integrazioni che sono state definite nell’ambito di studi condotti in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici o di varianti agli stessi, nonché di approvazione di piani attuativi da parte dei Comuni, sulla base di quanto indicato dall’art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I.

Osservando le figure sopra citate appare evidente come il primo e l’ultimo tratto dell’opera a progetto risultino maggiormente interessati da aree classificate con un certo grado di pericolosità, in particolare, per quanto concerne le aree a pericolosità elevata (Hi3) e molto elevata (Hi4), partendo da Nord, si può evidenziare quanto segue:

- nella zona di Palmas Arborea, proprio in corrispondenza del punto di incontro due tronchi TR5e TR6, è presente un’area classificata a pericolosità bassa (Hi1), bordata sul lato Sud da un’area a pericolosità molto elevata (Hi4);
- proseguendo lungo la Dorsale Centro Sud (TR7), in un’area che indicativamente parte dalla zona a Nord-Est di Marrubiu fino ad Uras e Mogoro, sono state perimetrare una serie di aree a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4). Il tracciato a progetto è stato ottimizzato in modo tale da ridurre al minimo le interferenze con tali aree, nonostante ciò, vista la loro densità nel tratto in esame, non è stato possibile eliminare tutte le interferenze ed un numero limitato di esse risulta ancora presente, proprio nel tratto tra Marrubiu ed Uras. Inoltre, il futuro metanodotto costeggia un’area Hi4 (area a pericolosità idraulica elevata del fiume Flumini Mannu) anche in un’area ubicata a Sud di Decimomannu;
- la bretella Sulcis (TR9), poco dopo essersi staccata dalla Dorsale Centro Sud, in corrispondenza degli abitati di Decimoputzu e Villaspeciosa, ricade in un’area molto estesa a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), in parte ri-perimetrata ai sensi dell’Art. 8;
- l’allacciamento Cagliari-Monserrato (TR10) va ad interessare un’area molto vasta classificata sempre a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), tra Decimomannu e Assemmini e per brevi tratti poco dopo l’abitato di Sestu (sempre sulla base di ri-perimetrazioni effettuate dagli strumenti urbanistici ai sensi dell’Art.8);
- la Dorsale Sud (TR8), nel tratto geograficamente a Sud dell’abitato di Uta, attraversa aree a diverso grado di pericolosità del Riu Cixerri, inclusa quella a pericolosità molto elevata (Hi4). Poi, in corrispondenza del centro abitato di Capoterra, e più Sud all’altezza dei centri della “La Maddalena” e “Sul Loi”, attraversa alcune aree già in passato classificate secondo diversi gradi di pericolosità (da bassa a molto elevata) e poi ri-perimetrata ai sensi dell’art.8 come aree a pericolosità molto elevata (Hi4);

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 38 di 173	Rev. 1

- infine, la parte terminale del tratto TR12 (Allacciamento Cagliari-Macchiareddu) ricade in un'area a pericolosità molto elevata (Hi4).

La seguente tabella riassume le aree a pericolosità idraulica interferite dal tracciato, dettagliando anche, per ogni tratto, il Comune, la Provincia, la percorrenza in metri e la classe di pericolosità dell'area.

Tabella 3.3: PAI –Aree a Pericolosità Idraulica “Hi”, Relazioni con il Progetto (Metanodotto)

Provincia	Comune	Tronco	Percorrenza [m]	Classe di Pericolosità Idraulica “Hi”
Città Metropolitana di Cagliari	Capoterra	TR08	1794	Hi1
			904	Hi2
			258	Hi3
			713	Hi4
	Assemini		253	Hi1
	Uta		353	Hi1
			1533	Hi2
			0,2	Hi3
			239	Hi4
564		Hi4		
Sud Sardegna	Villaspeciosa	TR07	326	Hi4
	Decimoputzu		2	Hi4
Oristano	Uras	TR06	752	Hi4
	Marrubiu		292	Hi4
	Palmas Arborea		615	Hi1
Città Metropolitana di Cagliari	Assemini	TR11	1050	Hi1
		TR12	2000	Hi1
	Uta	TR10	125	Hi4
	Assemini		2736	Hi1
			55	Hi2
			1624	Hi4
	Sestu		304	Hi2
	Selargius		7	Hi2
			10	Hi3
		104	Hi4	

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 39 di 173	Rev. 1

Provincia	Comune	Tronco	Percorrenza [m]	Classe di Pericolosità Idraulica "Hi"
	Monserrato		17	Hi3
			50	Hi4
Sud Sardegna	Villaspeciosa	TR09	797	Hi1
			210	Hi2
			115	Hi3
			3375	Hi4
	Decimoputzu		7	Hi4
	Villamassargia		6	Hi1
			6	Hi2
			6	Hi3
			25	Hi4

Tabella 3.4: PAI – Aree a Pericolosità Idraulica "Hi", Relazioni con il Progetto (Impianti)

Provincia	Comune	Tronco	ID Impianto	Classe di Pericolosità Idraulica "Hi"
Città Metropolitana di Cagliari	Capoterra	TR08	TR08-PL03	Hi1
	Assemini	TR10	TR10-PL02	Hi1
		TR11 TR12	TR11-PL01/TR12-PL01	Hi1
Sud Sardegna	Villaspeciosa	TR07 TR08 TR09	TR07-PL01 / TR08-PL08 / TR09-PL01	Hi4

3.2.2 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

Con Delibera N. 2 del 17 Dicembre 2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna (AdB) della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 delle LR 19/2006 come da ultimo modificato con LR 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF).

Il PSFF costituisce un approfondimento ed un'integrazione necessaria al PAI in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 40 di 173	Rev. 1

idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali (Regione Sardegna, Autorità di Bacino: sito web).

In particolare il PSFF identifica le seguenti fasce:

- fascia A_2: fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 2 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, individua l'alveo a sponde piene del corpo idrico, definito solitamente da nette scarpate che limitano l'ambito fluviale;
- fascia A_50: fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 50 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- fascia B_100: fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 100 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- fascia B_200: fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 200 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata; La delimitazione sulla base dei livelli idrici è stata integrata con le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate alla dinamica fluviale che le ha generate;
- fascia C: area di inondazione per piena catastrofica, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, rappresenta l'inviluppo esterno della fascia C geomorfologica (inviluppo delle forme fluviali legate alla propagazione delle piene sulla piana alluvionale integrate con la rappresentazione altimetrica del territorio e gli effetti delle opere idrauliche e delle infrastrutture interferenti) e dell'area inondabile per l'evento con tempo di ritorno 500 anni (limite delle aree in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici di piena).

Il Piano è costituito dai seguenti documenti:

- Metodologie di analisi;
- Elenco Aste Fluviali;
- Cartografia;
- Rapporti specifici per Sub Bacino

Nel presente rapporto si riportano le perimetrazioni delle fasce fluviali individuate da PSFF e ed il dettaglio delle interferenze dirette del progetto con tali aree (A2, A 50, B100, B 200, C).

Tali aree sono assoggettate alle Norme di Attuazione del PAI relativa alle fasce di Pericolosità Idraulica sulla base di quanto indicato nella Deliberazione No. 2 del 17 Dicembre 2015. Nella seguente tabella si riporta la corrispondenza tra le Fasce Fluviali individuate dal PSFF e le aree a Pericolosità Idraulica ai fini dell'individuazione della normativa del PAI.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 41 di 173	Rev. 1

Tabella 3.5: Corrispondenza Fasce Fluviali (da PSFF) e Pericolosità Idraulica (da PAI) in base al Tempo di Ritorno (anni)

Fascia Fluviale (PSFF)	Pericolosità idraulica (PAI)		Tempo di Ritorno (anni)
A2	Hi4	Molto Elevata	2
A50	Hi4	Molto Elevata	50
B100	Hi3	Elevata	100
B200	Hi2	Media	200
C	Hi1	Moderata	500

Nella Figura 2 (da “a” ad “e”), in allegato, sono rappresentate le fasce fluviali individuate dal PSFF per la sezione di progetto in esame. In particolare, per quanto concerne le fasce fluviali A2, A50 e B100 associate ad una pericolosità idraulica da molto elevata ad elevata, si riporta nel seguito una breve descrizione delle principali interferenze con il tracciato a progetto, per singoli tratti:

- la Dorsale Centro Sud (TR7) interessa le Fasce Fluviali A2 e A50 del Rio Mogoro indicativamente all'altezza dell'omonimo centro abitato. A Sud di San Gavino Monreale attraversa le fasce del Torrente Seddanus. Per quanto concerne il Flumini Mannu, nei pressi di Pabillonis e poi scendendo verso Sud indicativamente da Serramanna fino a Decimomannu/Assemini/Uta, il tracciato assume un andamento indicativamente parallelo al suo corso e quindi alla sua fascia a maggior pericolosità idraulica (A2). Nonostante ciò attraversa aree a pericolosità da elevata (B100), nella zona tra Serramanna e Villasor, a molto elevata (A50) per il restante tratto fino alla biforcazione nei TR10 e TR8;
- la Bretella Sulcis (TR9), oltre ad intersecare diverse aree classificate come Fasce Fluviali C del Riu Cixerri, interessa fasce fluviali associate ad una pericolosità idraulica più elevata (Fasce A2; A50, B100) nel tratto iniziale (Decimoputzu e Villaspesciosa) e nel tratto centrale, subito dopo il centro di Villamassaragia, nella zona alle pendici del Monte Ollastus;
- l'allacciamento Cagliari-Monserrato (TR10) interseca ancora aree a pericolosità idraulica elevata del Flumini Mannu (tra Decimomannu e Assemini);
- la Dorsale Sud (TR8), dopo essersi staccata dalla Dorsale Centro Sud, attraversa fasce fluviali a pericolosità idraulica molto elevata (A2 e A50) in corrispondenza di diversi rii tra cui il Riu Cixerri presso l'abitato di Uta, il Riu di Santa Lucia nella zona di Capoterra e del Riu San Gerolamo, all'altezza del centro abitato della “La Maddalena”;
- la parte terminale del tratto TR11 (Allacciamento Cagliari-Macchiareddu) lambisce la fascia A2 dello stagno di Cagliari.

Oltre alle aree sopra descritte, come chiaramente visibile dalla Figura 2 (da “a” ad “e”), in allegato, il tracciato attraversa in numerosi tratti aree classificate come fasce fluviali C (aree a pericolosità idraulica bassa) del Flumini Mannu e del Riu Cixerri.

Nella seguente Tabella sono dettagliate le interferenze del tracciato con le fasce fluviali del PSFF.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 42 di 173	Rev. 1

**Tabella 3.6: PSFF – Fasce Fluviali,
Relazioni con il Progetto (Metanodotto)**

Provincia	Comune	Tronco	Percorrenza [m]	Fascia Fluviale (Corrispondenza Hi PAI)	
CITTA' METROPOLITANA DI CAGLIARI	CAPOTERRA	TR08	1753	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)	
			180	B200: TR=200 ANNI (Hi2 - MEDIA)	
			80	B100: TR=100 ANNI (Hi3 - ELEVATA)	
			19	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)	
			138	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)	
	ASSEMINI		253	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)	
	UTA		1662	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)	
			4738	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)	
			137	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)	
			20	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)	
1815		A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)			
SUD SARDEGNA	DECIMOMANNU	TR07	48	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)	
			586	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)	
	VILLASPECIOSA		326	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)	
			DECIMOPUTZU	2588	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
				10	B200: TR=200 ANNI (Hi2 - MEDIA)
	VILLASOR		216	B100: TR=100 ANNI (Hi3 - ELEVATA)	
			5571	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)	
			45	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)	
			SERRAMANNA	6172	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
				938	B200: TR=200 ANNI (Hi2 - MEDIA)
3299	B100: TR=100 ANNI (Hi3 - ELEVATA)				
VILLACIDRO	4	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)			
	18	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)			
		1564	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)		

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 43 di 173	Rev. 1

Provincia	Comune	Tronco	Percorrenza [m]	Fascia Fluviale (Corrispondenza Hi PAI)
	SAN GAVINO MONREALE		503	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
			15	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
			73	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
			30	B100: TR=100 ANNI (Hi3 - ELEVATA)
			3046	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
			35	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
			57	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
			197	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
			1008	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
			943	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
ORISTANO	MOGORO		29	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
			943	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
			29	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
CITTA' METROPOLITANA DI CAGLIARI	ASSEMINI	TR11	39	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
		TR12	1770	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
	UTA	TR10	100	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
	UTA		104	A2: TR<2 (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
	ASSEMINI		3537	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
			64	B200: TR=200 ANNI (Hi2 - MEDIA)
			696	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
			117	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
SESTU	4194		C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)	
SUD SARDEGNA	VILLASPECIOSA		TR09	1646
		59		B200: TR=200 ANNI (Hi2 - MEDIA)
		447		B100: TR=100 ANNI (Hi3 - ELEVATA)
		2345		A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
	DECIMOPUTZU	111		C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
	SILQUA	555		C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
	MUSEI	225		C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)
	DOMUSNOVAS	173		C: TR= 500 ANNI

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 44 di 173	Rev. 1

Provincia	Comune	Tronco	Percorrenza [m]	Fascia Fluviale (Corrispondenza Hi PAI)
				(Hi1 - MODERATA)
	VILLAMASSARGIA		2266	C: TR= 500 ANNI (Hi1 - MODERATA)
			20	B200: TR=200 ANNI (Hi2 - MEDIA)
			18	B100: TR=100 ANNI (Hi3 - ELEVATA)
			426	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
			31	A2: TR<2 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
	CARBONIA		3024	C: TR= 500 ANNI (Hi1 - MODERATA)

Tabella 3.7: PSFF – Fasce Fluviali, Relazioni con il Progetto (Impianti)

Provincia	Comune	Tronco	ID Impianto	Fascia Fluviale
Città Metropolitana di Cagliari	Capoterra	TR08	TR08-PL03	C: TR= 500 ANNI (Hi1 - MODERATA)
	Uta		TR08-PL05 / TR10-PL01	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
	Uta		TR08-PL06	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
	Decimomannu		TR08-PL07	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
Sud Sardegna	Villaspeciosa	TR07	TR07-PL01 / TR08-PL08 / TR09-PL01	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
	Villasor		TR07-PL02	B100: TR=100 ANNI (Hi3 - ELEVATA)
	Serramanna		TR07-PL03	C: TR= 500 ANNI (Hi1 - MODERATA)
	Villacidro		TR07-PL05	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
	San Gavino Monreale		TR07-PL07	A50:TR=50 ANNI (Hi4 - MOLTO ELEVATA)
Oristano	Mogoro		TR07-PL09	C: TR= 500 ANNI (Hi1 - MODERATA)
Città Metropolitana di Cagliari	Assemmini	TR10	TR10-PL02	C: TR= 500 ANNI (Hi1 - MODERATA)
		TR11/TR12	TR11-PL01/TR12-PL01	
Sud Sardegna	Domusnovas	TR09	TR09-PL04	C: TR= 500 ANNI (Hi1 - MODERATA)
Sud Sardegna	Villamassargia		TR09-PL05	C: TR= 500 ANNI

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 45 di 173	Rev. 1

Provincia	Comune	Tronco	ID Impianto	Fascia Fluviale
				(Hi1- MODERATA)
Sud Sardegna	Carbonia		TR09-PL08	C: TR= 500 ANNI (Hi1- MODERATA)

3.2.3 Aree Alluvionate dall'Evento Calamitoso "Cleopatra" del Novembre 2013

A seguito dell'evento calamitoso denominato "Cleopatra", verificatosi nel Novembre 2013 che ha colpito con gravi conseguenze il territorio regionale, la Direzione Generale del Distretto Idrografico della Sardegna ha chiesto, ai comuni interessati dall'evento, di fornire la documentazione inerente le aree alluvionate.

Per tali aree, quale misura cautelare sono applicate le misure di salvaguardia di cui agli art. 4, 8 (commi 8, 9, 10 e 11), 23, 24 e 27 (disciplina delle aree a pericolosità molto elevata "Hi4") delle NA del PAI.

Dalla Figura 3 (da "a" ad "e"), in allegato, nella quale sono riportate le perimetrazioni delle aree "Cleopatra" si evince che il progetto in esame interessa alcune delle aree alluvionate a seguito dell'evento calamitoso del 2013 (nei Comuni di Palmas Arborea, Uras, Mogoro, Villacidro e Villaspeciosa) alle quali è associata la classe di Pericolosità Idraulica Molto Elevata "Hi4". Queste aree si trovano maggiormente concentrate lungo il futuro tracciato della Dorsale Centro Sud (TR07), in particolare nella zona tra Terralba e Uras e a circa 6 km ad Ovest abitato di Villacidro. Aree di dimensioni ridotte si trovano inoltre in prossimità di Palmas Arborea.

Lungo la bretella del Sulcis (TR9), ad Ovest del centro di Villaspeciosa, sono infine presenti alcune aree, sempre di dimensioni estremamente ridotte, parzialmente interferenti con il tracciato a progetto.

Nella seguente Tabella sono dettagliate le interferenze del tracciato con le aree "Cleopatra".

Tabella 3.8: Aree Alluvionate Evento "Cleopatra" (Classe di Pericolosità Idraulica Hi4), Relazioni con il Progetto

Tratto	Provincia	Comune	Percorrenza [m]	Presenza Impianto di Linea
TR05	Oristano	Palmas Arborea	529,5	-
TR07	Oristano	Palmas Arborea	187,0	-
		Uras	919,0	-
		Mogoro	1714,4	-
	Sud Sardegna	Villacidro	8135,2	TR07-PL04 TR07-PL05
TR09	Sud Sardegna	Villaspeciosa	165,6	-

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 46 di 173	Rev. 1

3.2.4 Eventi Alluvionali Storici della Sardegna Meridionale

La Sardegna meridionale è stata interessata da numerosi fenomeni di inondazioni, la cui cronistoria parte dal 1700 ai nostri giorni (sito web: <http://www.geologi.sardegna.it/>).

Con riferimento agli eventi a partire dal 1900 ad oggi, di seguito si riporta un elenco degli eventi principali:

- la notte tra il 7 - 8 Ottobre 1929, un forte nubifragio colpì il settore Sud e Sud-Ovest della Sardegna. I maggiori danni vennero registrati a Uta; seguirono Siliqua, Villaspeciosa, Domusnovas, Iglesias, Decimoputzu, Villaperuccio, Vallermosa, Cagliari e Narcao. A Uta si registrarono i maggiori danni in termini umani, con il decesso di una madre e dei suoi due figli. In termini economici i danni vennero valutati in circa due milioni di lire;
- 9-10 Novembre 1929, una alluvione interessò nuovamente le campagne del Campidano di Decimomannu, già provate dall'alluvione del mese di ottobre, con molti danni all'agricoltura.
- 10-14 Febbraio 1930, l'evento meteorologico durò circa 5 giorni e interessò in modo particolare le zone del Campidano di Cagliari, con i comuni di Decimomannu, Uta, Decimoputzu e Villaspeciosa. Dalle ore 06.00 del mattino del giorno 10 Febbraio 1930, un violento temporale durato quasi 12 ore consecutive provocò innumerevoli danni agli edifici ed alle campagne di Decimomannu e Villasor;
- il pomeriggio del 31 Agosto 1939, un violento nubifragio provocò una devastante inondazione a Pirri. Il paese fu improvvisamente sommerso dalle acque che in alcune zone superarono i 2 metri. Si contarono 2 vittime ed altre persone si salvarono a stento. Vi furono oltremodo innumerevoli danni agli edifici ed alla viabilità;
- Notte tra il 26-27 Ottobre 1946, un nubifragio investì tutta la Sardegna provocando intensissime precipitazioni su tutto il suo territorio ed in particolare nel settore Orientale e Meridionale nonché nell'algherese. Le piogge cadute sul Campidano di Cagliari, con i comuni di Elmas, Assemini, Sestu e Monastir, raggiunsero intensità notevoli (fino a due millimetri al minuto). Gli effetti più disastrosi si ebbero nella zona di Sestu e Elmas, dove una enorme massa d'acqua dovuta alla piena violenta e al conseguente straripamento del rio Marreu, investì i centri abitati travolgendo le abitazioni e provocando una quarantina di vittime. Le umili costruzioni di fango non riuscirono a frenare l'ondata che colpì maggiormente anziani e bambini. Le piogge in questa zona cominciarono a cadere verso le 22,00 del 26 ottobre mentre verso le 23,30 dello stesso giorno l'ondata di piena attraversò Sestu dirigendosi verso Elmas, per poi deviare in direzione NW-SE proseguendo verso lo stagno di Santa Gilla, nel quale si trovarono nei giorni successivi buona parte dei cadaveri. A Sestu il livello delle acque raggiunse i due metri, ben poca cosa rispetto ai quattro metri registrati ad Elmas, dove successivamente alla prima ondata, le acque si stabilizzarono su un'altezza di un metro circa;
- Ottobre 1951, la pioggia cadde dal 15 sino al 19 Ottobre, smettendo nel meridione dell'isola e proseguendo verso l'Ogliastra e il sassarese per qualche giorno. Nel cagliaritano i danni più ingenti furono a Flumini di Quartu e a Capoterra, dove furono allagate le campagne per un totale di 1200 ettari;

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 47 di 173	Rev. 1

- 16 Marzo 1953, diversi temporali allarmarono le popolazioni della Sardegna ed in particolare a Cuglieri, a Decimomannu e nell'Ogliastra, dove si era ancora alle prese con i danni provocati dal maltempo del 1951;
- 22 Gennaio 1957, l'evento interessò l'Ogliastra, i paesi del Gennargentu, la zona di Serramanna e quella dei monti del Sulcis nonché il Campidano di Cagliari. A Cagliari si registrano 108 mm di pioggia. I danni più ingenti si ebbero nelle campagne di Serramanna;
- 22 - 23 Novembre 1961, l'evento interessò diversi comuni del Campidano di Cagliari e della piana del Cixerri tra cui Decimomannu, Decimoputzu, Assemmini, Uta, Elmas, Sestu, Capoterra, Siliqua, Villasor, Villaspeciosa e la zona industriale di Macchiareddu. Le precipitazioni ebbero inizio nella giornata dal 22 e terminarono in pratica il giorno successivo;
- 17-18 e 25 Ottobre 1965, dopo le piogge intense del 17-18 che colpirono le regioni settentrionali ed orientali dell'Isola i fenomeni si localizzarono nella giornata del 25 nel Campidano di Cagliari coinvolgendo oltre al Capoluogo anche i comuni di Uta, Assemmini, Capoterra e Pula dove vi furono ingenti danni e molte furono le operazioni di salvataggio;
- 28-29 Ottobre 1985, le precipitazioni iniziarono nella zona di Cagliari e Capoterra, nella notte tra sabato 27 e domenica 28 Ottobre; smisero durante la giornata del 28 per riprendere verso le 13 del giorno successivo con uguale intensità. Le piogge del giorno 29 interessarono invece la zona del Sarrabus;
- 14-17 Ottobre 1986, le zone interessate furono il Cagliariitano e Capoterra, già colpite dall'alluvione del 1985, con la differenza questa volta il nubifragio fu molto più violento, con precipitazioni assai elevate, accompagnate da isolate trombe d'aria. La piena del rio Santa Lucia fu responsabile dell'inondazione della piana di Capoterra-Poggio dei Pini-Saline Contivecchi-Maddalena spiaggia. Determinante anche l'apporto di una certa quantità d'acqua del rio Cixerri, il quale però riuscì a trovare immediatamente sbocco a mare, attraverso lo stagno di Santa Gilla. Da un certo punto di vista si osservò che il merito di aver tenuto distinti i due corsi d'acqua (il rio Santa Lucia e il Cixerri), spettava ai vecchi canali delle saline;
- 1 Ottobre 1988, l'evento interessò le zone di Teulada, Domusdemaria e Pula. Le fortissime precipitazioni localizzate in precisi versanti montuosi, iniziarono nelle primissime ore del giorno 1 ottobre. Nel volgere di poche ore sull'impervio canale che costituisce il letto del rio Mannu, si riversò una vera e propria valanga d'acqua, proveniente dalle quote più elevate di Punta Sebera e Punta Calamixi. In queste cime per tutta la notte violenti temporali avevano ingrossato i torrenti, provocando inoltre numerosi fenomeni franosi che avevano immediatamente avuto ripercussioni sul naturale deflusso delle acque;
- 9 Ottobre 1990, un'ondata di maltempo colpì la provincia di Cagliari ed in particolare le zone attorno al capoluogo quali Capoterra, Uta, Assemmini, San Sperate, Sestu, Dolianova e del Sulcis (Carbonia, San Giovanni Suergiu, Tratalias). A Capoterra i danni all'agricoltura furono notevoli ed in particolare vennero compromessi i raccolti di colture pregiate; il danno maggiore fu comunque la distruzione pressoché completa di decine di serre;

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 48 di 173	Rev. 1

- 11-12-13 Novembre 1999, un'ondata di maltempo colpì la provincia di Cagliari ed il Sarrabus. La violenta perturbazione provocò un'alluvione che colpì Capoterra, Assemmini e Uta: i danni furono ingentissimi e ci furono 2 vittime. In 8 ore caddero 376 mm di pioggia;
- 9 Ottobre 2002, - Un nubifragio si abbatte su Cagliari ed interland. A Pirri l'onda di piena provoca innumerevoli danni e pone a serio rischio la vita dei cittadini. In venti minuti cadono 28 mm di pioggia;
- 11 Novembre 2002,. A distanza di circa un mese un altro nubifragio si abbatte su Cagliari ed hinterland provocando nuovamente gravi allagamenti a Pirri e Monserrato.
- 6 Dicembre 2004 - Piogge intense colpiscono tutta la Sardegna ma a Villagrande Strisaili (Ogliastra) caddero in poche ore oltre 500 mm di pioggia provocando ingentissimi danni e la morte di due persone;
- 5-6 Aprile 2005, - Un nubifragio si abbatte su varie zone della Sardegna meridionale determinando numerose inondazioni e gravi danni alle colture e alle attività. Particolari danni si hanno in territorio di Pula, Domusdemaria, Sarroch e Capoterra. Inondazioni anche a Solanas;
- 13 Novembre 2005, - Un nubifragio si abbatte su Cagliari ed interland - Pirri viene nuovamente inondata: le acque superano il metro d'altezza;
- 25 Settembre 2006, - Un nubifragio si abbatte su Cagliari ed hinterland durante la notte ed il primo mattino (24-25 Settembre) - Pirri viene duramente colpita e le acque invadono buona parte del centro abitato;
- 13 Novembre 2006, un nubifragio si abbatte su Cagliari ed hinterland causando innumerevoli allagamenti - Per la prima volta la protezione civile interviene preventivamente in alcune aree a rischio;
- 4 Maggio 2007, intense precipitazioni determinano numerosi allagamenti nel territorio di Pula;
- mattina del 22 Ottobre 2008, nubifragio nel settore di Capoterra e dell'hinterland cagliaritano. Gravi allagamenti a Capoterra (Poggio dei Pini, Frutti D'oro II, Su Loi), Pirri e Monserrato. Allagamenti anche nelle campagne di Sestu ed Elmas. In territorio di Capoterra, tra Poggio dei Pini e Fruttidoro II; muoiono annegate 4 persone. Un'altra vittima viene segnalata a Sestu;
- 19 Novembre 2013, sono 16 i morti, fra i quali 4 bambini, per il ciclone «Cleopatra», che ha messo la Sardegna in ginocchio. Una persona risulta ancora dispersa. Gli evacuati sono 2.737. La parte più colpita dell'isola è quella centrale e settentrionale, in particolare la zona di Olbia, dove le vittime sono 13. Due i morti accertati a Nuoro e uno a Oristano.

3.2.5 Bonifiche di Aree Palustri

La Sardegna di inizio Novecento era ancora una terra ad economia agro-pastorale arcaica, in gran parte incolta o basata su micro-aziende contadine e sul pascolo vagante. Quasi del tutto assenti erano inoltre le attività manifatturiere (sito web: <http://www.bonifichesarde.it>).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 49 di 173	Rev. 1

La base di avvio per una inversione di tendenza venne data dalla legge speciale del 2 Agosto 1897, promossa dal Ministro dell' Agricoltura, che prevedeva la regolamentazione delle acque mediante la costruzione di sbarramenti sui principali fiumi della Sardegna, con il preciso obiettivo di regolarne le piene, sfruttarne le acque in modo da realizzare aziende agricole moderne, tali da favorire lo sviluppo di colture intensive; nel contempo si intravedeva nella produzione di elettricità una importante via per fondare una strategia economico-industriale nella debolissima economia sarda.

Nel seguito si elencano alcune delle principali opere di bonifica realizzate nelle aree oggetto di studio:

- Bonifica delle Aree del Campidano di Oristano:** nell'ambito degli interventi volti ad utilizzare, le dighe e l'energia elettrica anche per la realizzazione di bonifiche idrauliche ed agrarie, le aree paludose del Campidano oristanese, presenti in zone depresse all'interno delle alluvioni recenti ed antiche, sono state identificate come aree idonee ad essere trasformate tramite l'irrigazione (<http://www.bonifichesarde.it>). Con lo scopo di bonifica idraulica ed agraria dei tali terreni, nel 1918 venne costituita la Società Anonima Bonifiche Sarde, e nel 1923 la Società avviò gli interventi di bonifica, secondo un piano ed un progetto agronomico che avrebbe dovuto interessare 18.000 Ha. Nel 1928 venne inaugurato il Villaggio, diventato poi Comune nel 1931 col nome di "Mussolinia di Sardegna" e che successivamente sarebbe diventato l'odierna Arborea. La bonifica interessò le aree attualmente corrispondenti a Arborea-Terralba-Marrubiu, in particolare il prosciugamento dello stagno di Sassu, uno specchio d'acqua di circa duemila ettari localizzato a Nord dell'attuale piana di Arborea (ex Mussolinia) e a Sud di Oristano, attraverso la realizzazione dell'idrovora di Sassu. Nell'arco temporale di un ventennio, venne quindi programmata e realizzata la trasformazione integrale del territorio tramite il prosciugamento di 172 paludi e la deviazione del corso del Fiume Rio Mogoro;
- Bonifica dello Stagno di Sanluri** (ISPRA, non datato, Foglio 547 Villacidro), ubicato nel medesimo Comune, il cui progetto di bonifica è consistito nell'isolare la pianura dello stagno di Sanluri dalle acque che durante le piene vi si riversavano scendendo dalle colline di Sanluri da una parte, e dalle montagne di Villacidro dall'altra. Il progetto includeva anche la realizzazione di un idoneo sistema di canalizzazioni, che in ultimo dovevano raggiungere il Flumini Mannu, per fare defluire l'acqua verso la Laguna di Cagliari. Per completare l'intervento ed acquisire all'uso agricolo il comprensorio di circa 2318 ettari, a questa ossatura principale della bonifica venne pure raccordata una rete di canali minori. Questo intervento di protezione dalle inondazioni e di bonifica idraulica ha garantito per lungo tempo una buona efficacia protettiva, tuttavia, richiede una costante manutenzione per continuare ad assicurare la funzionalità della sistemazione;

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 50 di 173	Rev. 1

- Bonifica dello stagno di Santa Gilla** (ISPRA, non datato, Foglio 557, Cagliari). Lo Stagno di Santa Gilla, che inizialmente faceva parte di uno specchio d'acqua più ampio denominato "Stagno di Cagliari", ha attualmente una superficie di circa 1500 ha. I suoi principali immissari sono il Flumini Mannu e il Rio Cixerri, oltre ad una serie di piccoli corsi d'acqua compresi tra Assemmini ed Elmas. Tra il 1920 ed il 1925, con la Bonifica Contivecchi, il grande Stagno di Cagliari fu smembrato in tre parti: (i) la più occidentale (Stagno di Capoterra) subì un intenso processo di interrimento; (ii) quella orientale (detta "delle Saline"), quasi del tutto priva di alimentazione naturale, fu ed è tuttora soggetta ad una forte concentrazione salina ed (iii) pur tra le numerose limitazioni antropiche, l'attuale Stagno di Santa Gilla. Con la bonifica venne abbattuto lo sperone di sedimenti marini ("panchina tirreniana") antistante Sa Illetta e vennero colmate l'area acquitrinosa che costeggiava la stazione delle ferrovie di S. Avendrace e l'area dell'attuale aeroporto di Elmas, con materiali ciottolosi prelevati da un vicino terrazzo alluvionale. In tempi più recenti l'ultimo tratto del Flumini Mannu, rettificato e canalizzato, è stato privato dell'apporto del Rio Cixerri, che defluisce direttamente nella laguna.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 51 di 173	Rev. 1

4 IDROGEOLOGIA

La Sardegna ha pesanti problemi d'approvvigionamento idrico non potendo contare su importanti complessi acquiferi. L'isola, infatti, è in gran parte costituita da rocce cristalline e vulcaniti, in genere poco permeabili per fratturazione. Fanno eccezione alcune ristrette aree lungo la costa orientale e nella zona sud-occidentale dove acquiferi carbonatici alimentano qualche sorgente di non grande portata, con acque di scarsa qualità per la interazione dei relativi acquiferi con importanti giacimenti di solfuri misti. Nelle aree di pianura (il Campidano e l'Oristanese, la Pianura del Fiume Cixerri, il Bacino del Sulcis e le piccole aree costiere) sussistono, invece, risorse idriche sotterranee in acquiferi liberi fluenti in depositi alluvionali, a prevalente alimentazione fluviale. Ciò comporta problemi d'inquinamento antropico e naturale (ingressione marina) in particolare nel Cagliariitano e nella zona d'Oristano e Arborea.

La Regione Autonoma della Sardegna (RAS) ha individuato all'interno del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2016):

- i “**complessi idrogeologici (CI)**” (o complessi acquiferi principali) principalmente su base litologica; l'individuazione dei confini dei CI è stata effettuata, su base geologica e stratigrafica, in riferimento alla Carta Geologica della Sardegna (scala 1:200.000) e alle informazioni desunte dalle stratigrafie dei sondaggi disponibili per le aree non in affioramento;
- gli “**acquiferi (ACQ)**”, individuati all'interno dei complessi idrogeologici, sulla base di limiti geologici o idrodinamici;
- i “**corpi idrici sotterranei (CIS)**” sulla base di limiti geologici, limiti idrodinamici, e di differenze significative sulla distribuzione delle pressioni antropiche o sulla base dello stato di qualità desunto dai monitoraggi disponibili. I CIS possono coincidere con l'ACQ o comprendere una parte di esso.

Sulla base dei criteri sopra riportati, nell'ambito del Distretto Idrografico della Sardegna sono stati individuati 38 CI e 114 CIS.

Il seguente Capitolo 4.1 introduce e descrive i CI, i relativi ACQ e CIS (RAS, 2016) lungo il tracciato del metanodotto; il tracciato a progetto attraversa in gran parte il graben del Campidano (circa 128 km su 195 km totali), una fossa di origine tettonica riempita da depositi sedimentari Plio-Quaternari, che si estende in direzione NW-SE da Oristano a Cagliari (Figura 4.1). Inoltre, la Bretella del Sulcis (TR09) attraversa la Piana di Cixerri, (una fossa tettonica, colmata da sedimenti argillosi e detriti di età terziaria e quaternaria, con andamento E-W, che si innesta ortogonalmente alla piana del Campidano in prossimità di Siliqua) e termina poi all'interno del Bacino del Sulcis.

In particolare, le opere a progetto attraversano quattro principali macro-aree geografiche e idrogeologiche del Sud della Sardegna, indicate con riquadri arancio in Figura 4.1:

- Piana del Campidano di Oristano;
- Piana del Campidano di Cagliari;
- Valle del Cixerri;
- Bacino del Sulcis.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 52 di 173	Rev. 1

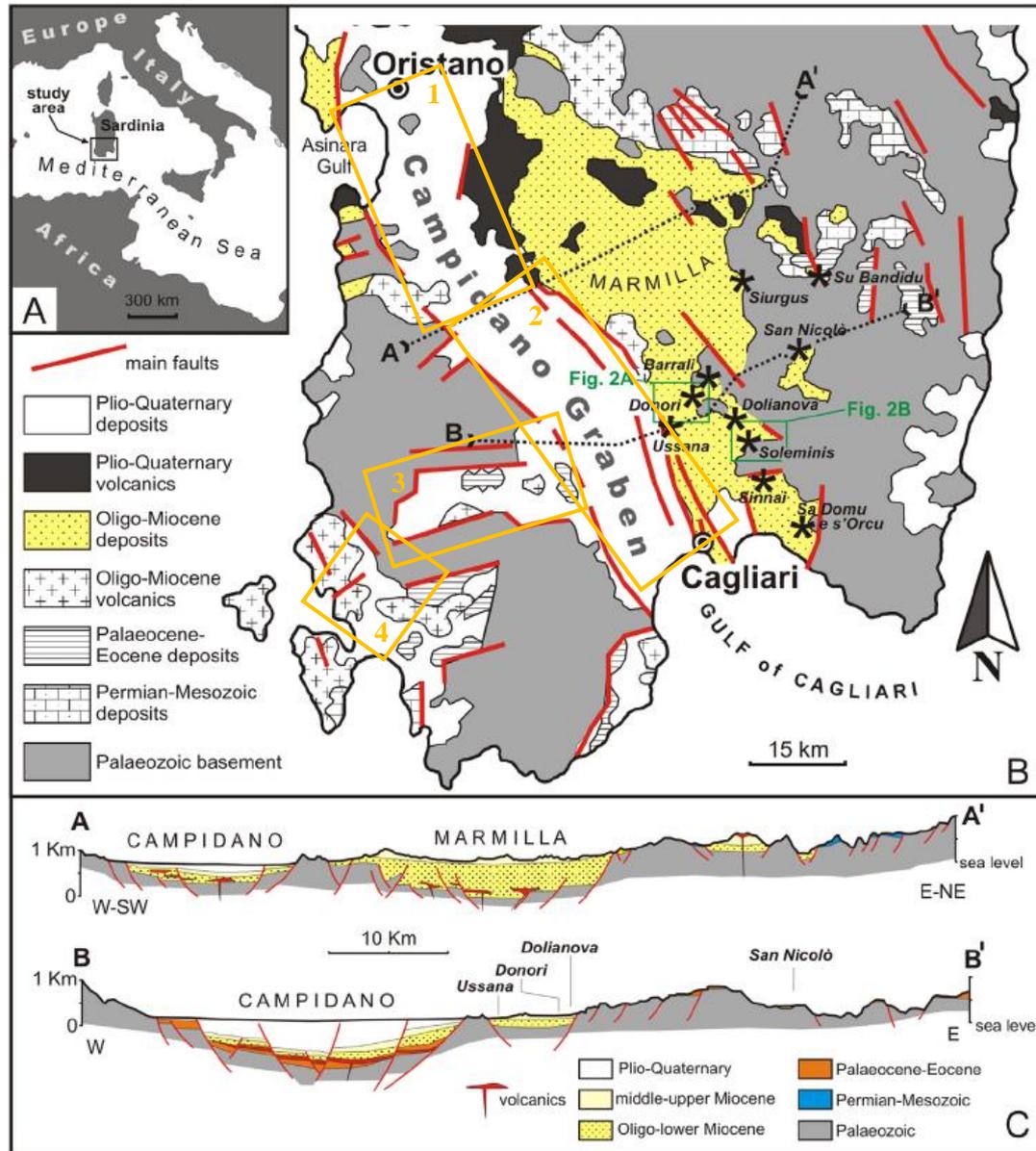


Figura 4.1: Mappa Geologico-Strutturale del Sud della Sardegna, Sezioni Geologiche Attraverso il Graben del Campidano (da Longhitano et al., 2015) e identificazione delle macro-aree geografiche e idrogeologiche

Nel successivo Capitolo 4.2 verranno descritti per ciascuna delle 4 macro-aree i complessi idrogeologici, i relativi acquiferi e corpi idrici sotterranei perimetrati lungo il tracciato delle opere a progetto, come definiti dal Riesame e Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2016).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 53 di 173	Rev. 1

4.1 Complessi Idrogeologici, Acquiferi e Corpi Idrici Interessati dal Tracciato

La Tabella 4.1 sintetizza i CI, i relativi ACQ e CIS perimetrati (RAS, 2016) lungo il tracciato del metanodotto.

Tabella 4.1: Complessi Idrogeologici, Acquiferi e Corpi Idrici Sotterranei Perimetrati Lungo il Tracciato del Metanodotto

Tipologia	Complesso Idrogeologico (CI)		Acquifero (ACQ)		Corpo Idrico Sotterraneo (CIS)			Intersezioni con il Tracciato
	ID	Denominazione	ID	Denominazione	ID CIS	Denominazione	Superficie	TR
Sedimentari Plio Quaternari	17	Detritico-alluvionale plio-quaternario del Campidano	1	Campidano di Oristano	1712	Oristano	430,8	TR05-TR06-TR07
					1714	Flumini Mannu di Pabillonis	357,4	TR07
			2	Campidano di Cagliari	1721	Cagliari	919,3	TR07-TR08-TR09-TR10
					1722	Macchiareddu	79,5	TR08-TR11-TR12
	16	Detritico-alluvionale plio-quaternario del Cixerri	1	Cixerri	1611	Cixerri	190,5	TR09
					14	Detritico-alluvionale plio-quaternario del Sulcis	1	Carbonia - Golfo di Palmas
Vulcanici Plio Pleistocenici	21	Vulcaniti plio-pleistoceniche del Monte Arci	1	Monte Arci	2111	Monte Arci	112,2	TR07
Sedimentari Terziari	24	Detritico-carbonatico oligo-miocenico del Campidano orientale	1	Campidano Orientale	2411	Golfo di Quartu	210,5	TR10
					2412	Parteolla-Trexenta	403,2	TR10
	26	Detritico-carbonatico eocenico di Carbonia	1	Carbonia	2611	Carbonia	94,7	TR09
Vulcanici terziari	30	Vulcaniti oligo-mioceniche del Sulcis	1	Sulcis	3011	Sulcis	192,7	TR09

Le figure seguenti illustrano le intersezioni del tracciato del metanodotto in progetto con i CIS elencati nella tabella sovrastante, afferenti ai diversi CI.

I CIS rappresentano le unità fondamentali a cui devono essere applicati i programmi di monitoraggio e le misure gestionali necessarie per raggiungere o mantenere il buono stato chimico e quantitativo (Art. 8 della Direttiva 2000/60/CE). I dati grezzi di monitoraggio chimico e quantitativo delle acque sotterranee dei diversi CIS (disponibili fino all'anno 2013) sono stati estratti dai seguenti documenti:

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 54 di 173	Rev. 1

- Monitoraggio dei Corpi Idrici Sotterranei della Sardegna - Sintesi dei Risultati 2011, Allegato 3 – Dati in Formato Tabellare (RAS, 2013);
- Rapporto di Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna, Appendice A - Sintesi del monitoraggio 2011/2013- Schede per corpo idrico (RAS, 2014). La localizzazione della relativa rete di monitoraggio è disponibile nella Appendice B “Anagrafica delle stazioni di monitoraggio” in RAS (2014).

L'interrogazione del database del CEDOC (Centro Documentazione Bacini Idrografici) della Sardegna (<http://82.85.20.58/sardegna/webapp/index.php>), alla sezione Misure, consente di estrarre dati in formato excel relativi parametri chimico-fisici monitorati e alla soggiacenza della falda per i diversi punti di misura della rete di monitoraggio; tale databasetuttavia contiene, ad oggi, soloun dataset parziale relativo all'anno 2011.

4.1.1 Complessi Acquiferi Sedimentari Plio-Quaternari

Nell'ambito dei sedimenti plio-quaternari, i complessi acquiferi principali e relativi CIS localizzati in corrispondenza del tracciato a progetto (Figura 4.2) sono i seguenti:

- CI detritico alluvionale del Campidano (ID 17): intersecato da tutti i tronchiprincipale e secondari del tracciato da Oristano (CIS 1712 e 1714) a Cagliari (CIS 1721, 1722 e 1723) come pure dalla Bretella Sulcis nel suo tratto iniziale (CIS 1721);
- CI detritico-alluvionale plio-quaternario del Cixerri (ID 16): intersecato dallaBretella Sulcis(TR09) lungo tutto il tratto centrale (CIS 1611);
- CI detritico-alluvionale plio-quaternario del Sulcis (ID 14): intersecato dal TR09 nel tratto terminale (CIS 1411).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 55 di 173	Rev. 1

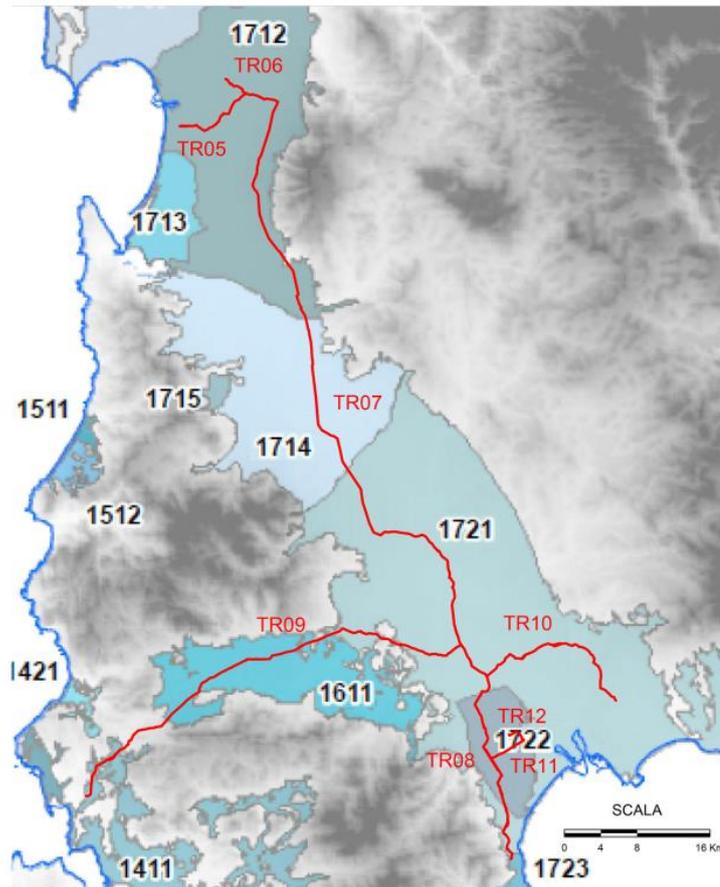


Figura 4.2: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Sedimentari Plio-Quaternari (RAS, 2016)

In merito a questi complessi acquiferi, si precisa che per quanto riguarda il CI 17, ed in particolare l'ACQ1, del Campidano di Oristano, nell'aggiornamento 2016 del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2016; All. 2 Sezione 3) sono state modificate le perimetrazioni dei CIS individuati nel 2011; in particolare, sono stati riderifiniti i limiti dei CIS detritico-alluvionali plio-quaternari di Arborea (ID 1713, non direttamente interessato dal tracciato in oggetto considerando la perimetrazione 2016, Figura 4.2) e del Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714). Tale ridefinizione, basata sull'analisi dei dati di monitoraggio 2011-2014, ha portato a ridurre la superficie del CIS di Arborea ai limiti della Zona Vulnerabile da Nitrati (ZVN) di Arborea, perimetrata con DGR n. 1/12 del 18 gennaio 2005. La parte restante è stata accorpata al CIS del Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714) in base all'uniformità di caratteri idrogeologici e idrogeochimici. Anche il CIS detritico-alluvionale plio-quaternario di Oristano (ID 1712) subisce piccole modifiche nel suo confine meridionale per adattarlo al bacino idrografico superficiale.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 56 di 173	Rev. 1

4.1.2 Complessi Acquiferi Vulcanici Plio-Pleistocenici

Nell'ambito dei complessi acquiferi ospitati nelle vulcaniti Plio-Quaternarie, il tracciato in oggetto lambisce o interseca per un tratto molto limitato i CIS 2111 e 2121, afferenti al CI delle Vulcaniti plio-pleistoceniche del Monte Arci (ID 21), Figura 4.3. L'intersezione con questo complesso acquifero interessa un tratto molto limitato del settore settentrionale della Dorsale Centro Sud (TR07).

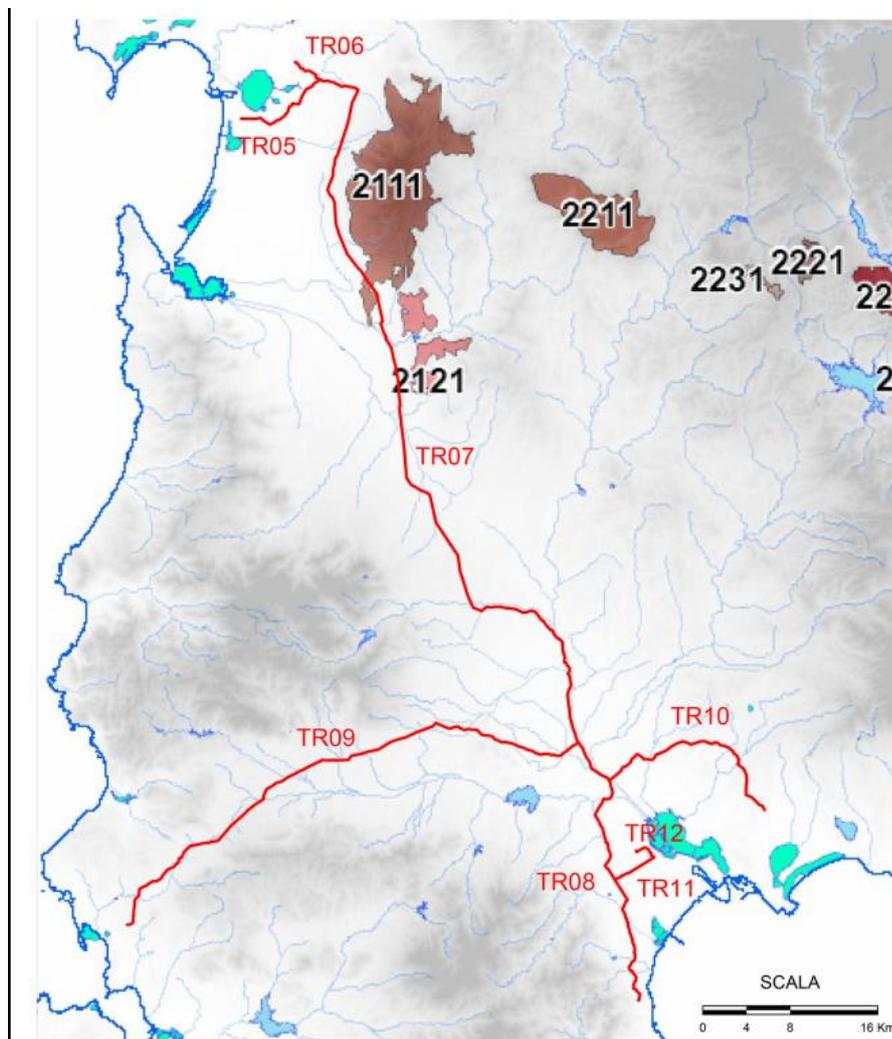


Figura 4.3: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Vulcanici Plio-Quaternari (RAS, 2016)

4.1.3 Complessi Acquiferi Sedimentari Terziari

Nell'ambito delle formazioni sedimentarie terziarie, i complessi acquiferi principali e relativi e relativi CIS intersecati dal tracciato in oggetto (Figura 4.4) sono i seguenti:

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 57 di 173	Rev. 1

- CI detritico-carbonatico oligo-miocenico del Campidano Orientale (ID 24): intersecato dal tracciato nel tronco TR10 (Allacciamento Cagliari – Monserrato) con i CIS 2411 e 2412;
- Il CI detritico-carbonatico eocenico di Carbonia (ID 26): intersecato dal tracciato nel tratto terminale del tronco del TR09 (Bretella del Sulcis), con il CIS 2611.

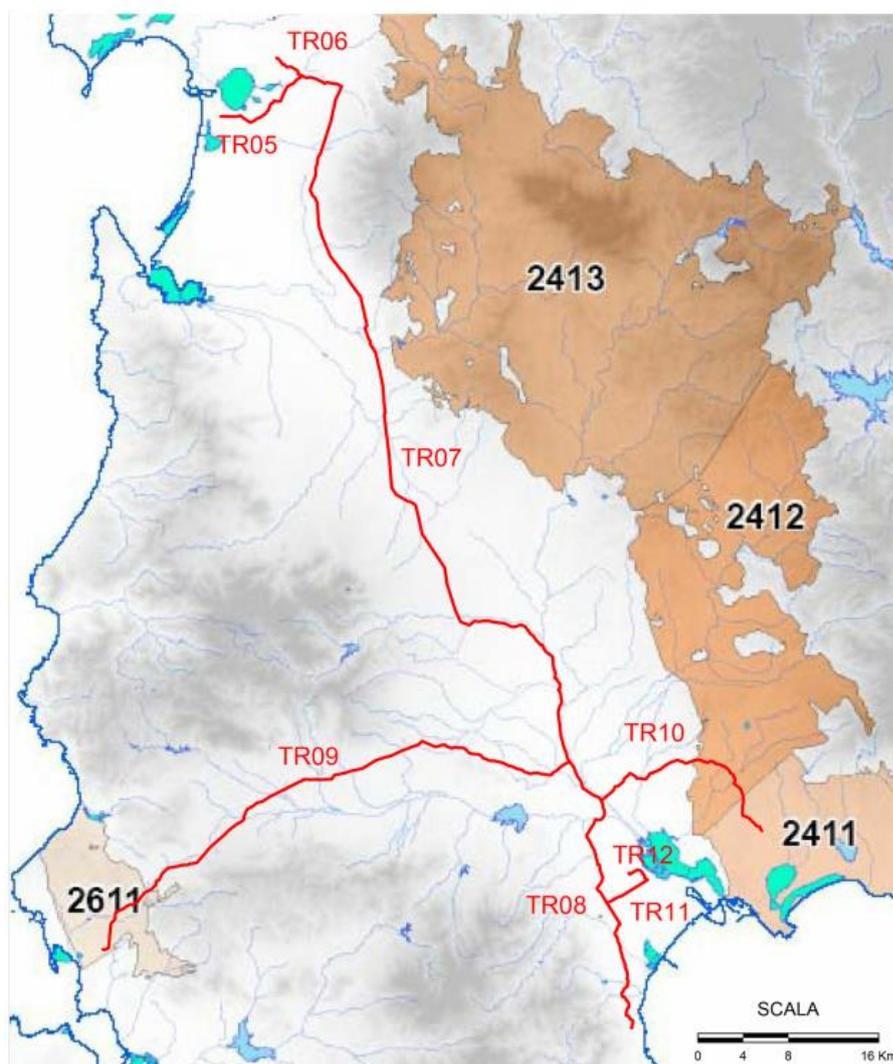


Figura 4.4: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Sedimentari Terziari (RAS, 2016)

4.1.4 Complessi Acquiferi Vulcanici Terziari

Nell'ambito delle vulcaniti terziarie, il tratto finale del TR09 (Bretella del Sulcis) interseca un CIS (ID 3011, Figura 4.5) afferente al Cidelle Vulcaniti oligo-mioceniche del Sulcis (ID 30).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 58 di 173	Rev. 1

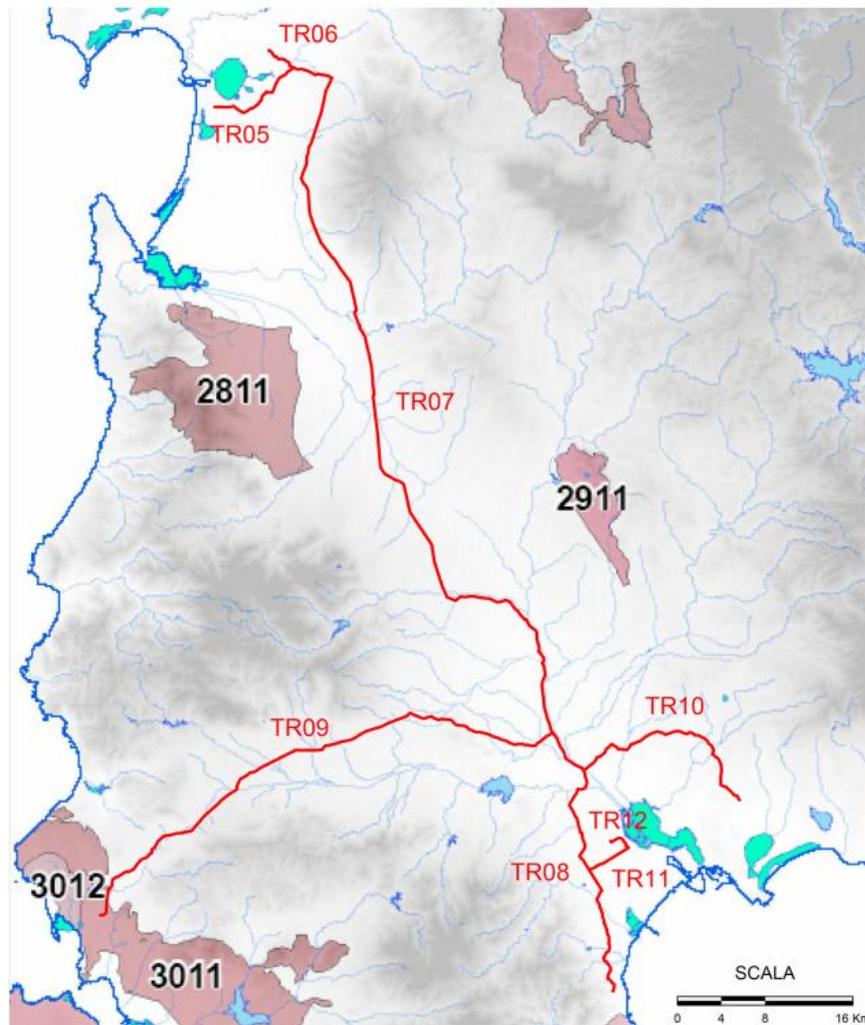


Figura 4.5: Corpi Idrici Sotterranei (CIS) degli Acquiferi Vulcanici Terziari (RAS, 2016)

4.2 Macro-Aree Idrogeologiche

Come introdotto in precedenza le quattro aree geografiche e idrogeologiche del Sud della Sardegna attraversate dal tracciato sono (Figura 4.1):

- Piana del Campidano di Oristano;
- Piana del Campidano di Cagliari;
- Valle del Cixerri;
- Bacino del Sulcis.

Per ciascuna di tali aree vengono riportate e discusse nei paragrafi seguenti:

- le ricostruzioni stratigrafiche derivanti da singoli sondaggi o sezioni geologiche disponibili da letteratura;

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 59 di 173	Rev. 1

- le informazioni disponibili relative ai parametri idrodinamici dell'acquifero (trasmissività, permeabilità), piezometrie, direzione di falda, soggiacenza, dati chimici (dai risultati di monitoraggio chimico e quantitativo sulla rete regionale, informazioni di letteratura e dati reperiti su singoli pozzi).

Tali dati verranno utilizzati al fine dell'attribuzione delle principali caratteristiche idrogeologiche dei litotipi attraversati dal tracciato e al fine della redazione della cartografia idrogeologica.

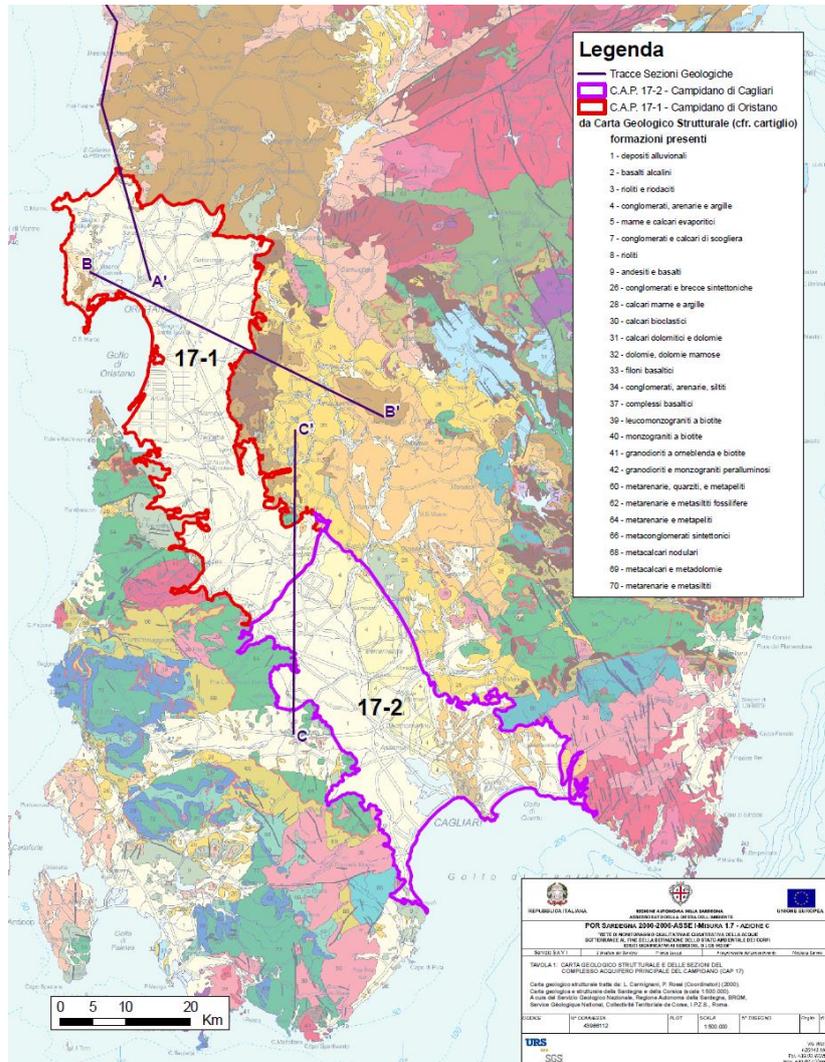
4.2.1 Piana del Campidano (Campidano di Oristano e Campidano di Cagliari)

Larga parte del tracciato a progetto (circa 128 km su 195 km totali) attraversa il graben del Campidano e i CIS afferenti al Complesso Idrogeologico Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano (ID 17) (Par. 4.1.1); tale complesso acquifero principale è essenzialmente costituito da una **serie sabbioso conglomeratica, intercalata da strati limoso-argillosi** di età Plio-Quaternaria con potenze variabili lungo il graben del Campidano da alcune decine di metri ai 200-300 m.

All'interno della successione sabbioso-ghiaiosa, intercalata da strati limoso-argillosi, possono individuarsi **livelli piezometrici differenti** su aree limitate; tuttavia su **scala regionale la falda può essere considerata del tipo multistrato** essendo stati accertati collegamenti verticali ed orizzontali tra i vari livelli. Inoltre, vista la natura dei sedimenti (intercalazioni di ghiaie, sabbie, limi e argille), i valori di permeabilità e trasmissività, pure avendo una omogeneità in grande, presentano variazioni locali (come riportato nelle successive sezioni). **La permeabilità generale di questo complesso può essere considerata media.**

Come discusso in relazione all'idrografia della piana del Campidano (Capitolo 3), anche dal punto di vista idrogeologico il complesso detritico alluvionale del Campidano è suddivisibile, sulla base di un limite idrogeologico, in due acquiferi (Figura 4.6): l'acquifero del Campidano di Oristano (settore NW, 17-1) e l'acquifero del Campidano di Cagliari (settore SE, 17-2).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 60 di 173	Rev. 1



Lo spartiacque sotterraneo che delimita i due settori corrisponde alla soglia strutturale compresa tra il piccolo horst di Sardara ed il massiccio vulcanico del Monte Arcuentu, pressappoco all'altezza di S.Gavino Monreale – Pabillonis, e separa i deflussi sotterranei del settore meridionale, con direzione da N verso S, da quelli del settore settentrionale di verso opposto (Note CARG Foglio 547 "Villacidro"), Figura 4.7.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 61 di 173	Rev. 1

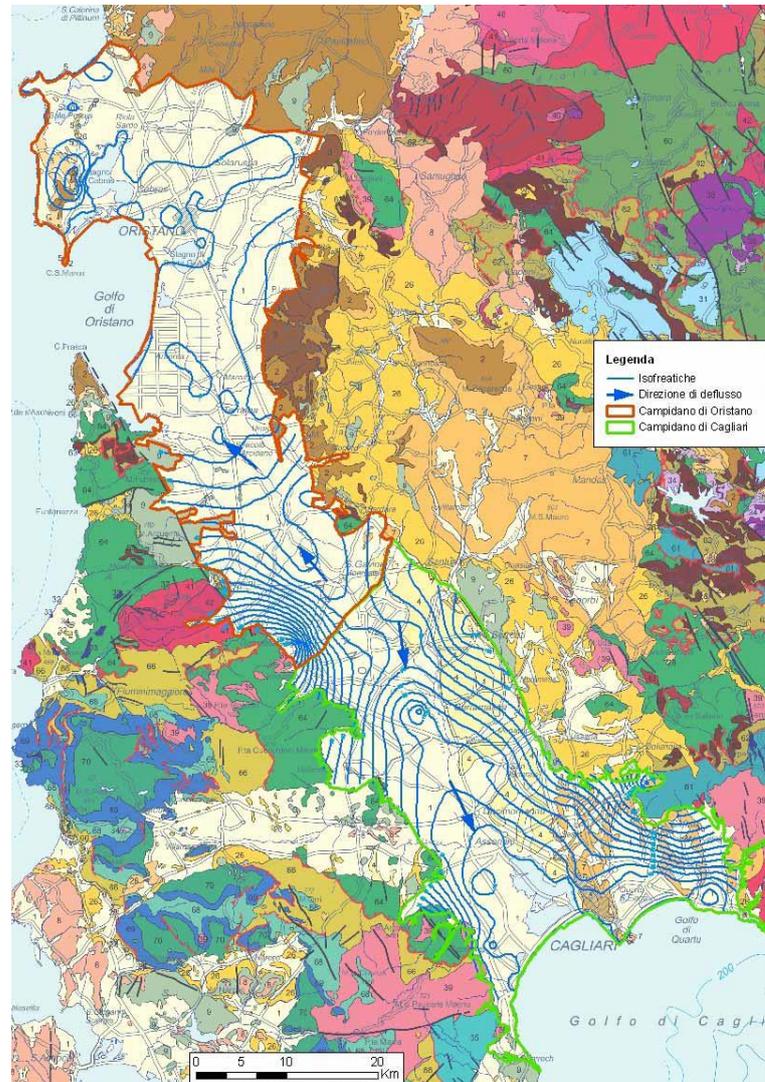


Figura 4.7: Spartiacque Sotterraneo che Delimita gli Acquiferi del Campidano di Oristano e di Cagliari

Nei paragrafi seguenti vengono riportate e discusse, separatamente per l'acquifero del Campidano di Oristano e di Cagliari, le informazioni disponibili in letteratura relative a: (i) stratigrafie dei sondaggi o sezioni geologiche; (ii) i parametri idrodinamici dell'acquifero, piezometrie, direzione di falda, soggiacenza, ed i risultati del monitoraggio chimico e quantitativo effettuati sulla rete di monitoraggio regionale.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 62 di 173	Rev. 1

4.2.1.1 Campidano di Oristano

4.2.1.1.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

L'acquifero del Campidano di Oristano (Figura 4.8) occupa il settore più settentrionale della piana campidanese a Nord del limite strutturale compreso tra il piccolo horst di Sardara ed il massiccio vulcanico del Monte Arcuentu.

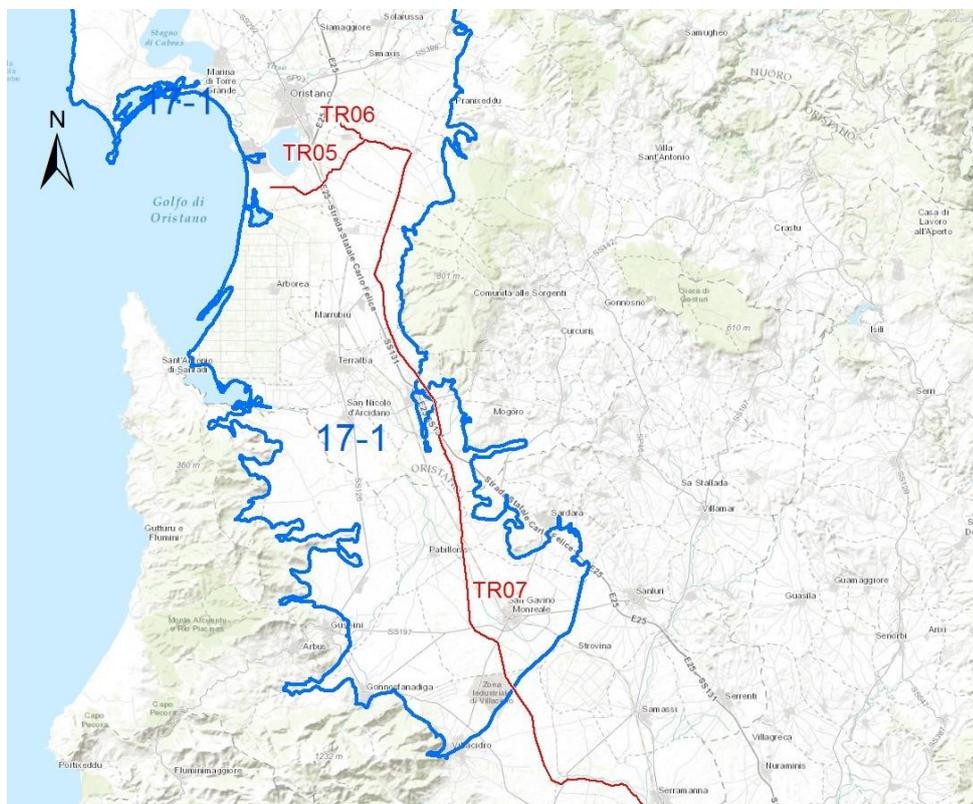


Figura 4.8: Macro-Area Idrogeologica del Campidano di Oristano e Localizzazione del Tracciato (Tratti Interessati TR05, TR06, TR07)

La sezione geologica sottostante (indicata come B-B' in Figura 4.6) descrive la geometria dell'acquifero del Campidano di Oristano (ACQ1), costituito principalmente da sedimenti quaternari in prevalenza alluvionali (litotipo indicato con il numero 15 nella figura sottostante).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 63 di 173	Rev. 1

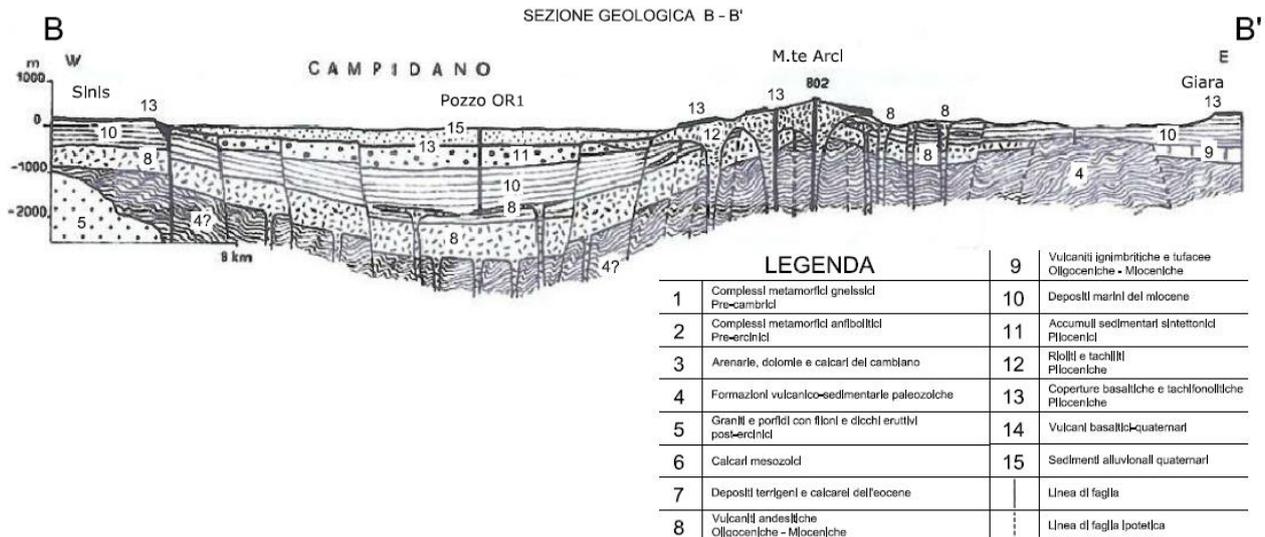


Figura 4.9: Sezione Geologica del Campidano di Oristano (RAS, 2009)

La stratigrafia del pozzo Oristano 1 (Figura 4.10, OR1)² evidenzia una serie stratigrafica caratterizzata da un forte spessore (oltre 800 m) di sedimenti Quaternari e Pliocenici, fra i quali si intercala un unico orizzonte basaltico piuttosto sottile (a circa 300 m di profondità, n°13 in Figura 4.9: Coperture basaltiche e trachifonolitiche del Pliocene). I sedimenti Pliocenici sottostanti tale livello (n°11 in Figura 4.9) rappresentano gli accumuli sedimentari sintettonici nel graben campidanese ("Formazione di Samassi"). Al di sotto un complesso miocenico pressoché esclusivamente marino (n°10 in Figura 4.9), conintercalari vulcanici alla base, ha potenze di almeno 1000 m.

Gli spessori della copertura alluvionale dedotti dalle stratigrafie dei pozzi perforati nell'area sono estremamente variabili e, come detto, raggiungono i 300m nel pozzo OR1. In generale si distingue una parte superiore con un maggior numero di strati sabbiosi e ghiaiosi, rispetto ad un complesso basale con tenori più elevati di argilla (Figura 4.10).

² La profondità raggiunta di sondaggio OR1 è pari a 1802 m

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 64 di 173	Rev. 1

Profondità	Descrizione litologica.
m 0 – 33	Depositi sabbiosi e limoso-argillosi marini o salmastri, fossiliferi. Tirreniano.
m 33 – 94	Argille brune o grigio-verdastre, limi e subordinati livelli sabbioso-ciottolosi in facies salmastra, palustre e alluvionale. Pleistocene medio-inferiore.
m 94 - 304	Argille grigiastre, limi argillosi e rari livelli sabbiosi con ciottolame minuto, talora a resti di Polmonati e di piante, in facies palustre e alluvionale. Pleistocene inferiore-Pliocene superiore?
m 304 – 310	Basalto in colate, grigio scuro, compatto.
m 310 – 730	Siltiti marnoso-calcaree o arenacee, biancastre, conglomerati, argille e marne ad abbondantissimi Foraminiferi miocenici e pliocenici rimaneggiati e ciottoli di marne dure e siltiti mioceniche in prevalenza, di vulcaniti e di rocce del basamento paleozoico, in facies fluvio-torrentizia o lacustre. Pliocene "Formazione di Samassi".
m 730 - 820	Marne arenacee, quarzoso-micacee, grigio-scure a Foraminiferi e Lamellibranchi. Pliocene inferiore.
m 820 - 870	Sabbie e ciottolami di rocce paleozoiche, marne argillose o sabbiose. Messiniano?
m 870 - 1430	Marne grigie, con intercalazioni di arenarie fini a Foraminiferi e rari Lamellibranchi a valve assai sottili. Tortonian-Burdigaliano.

Figura 4.10: Stratigrafia del Pozzo Oristano 1 (RAS, 2009)

Un accumulo deltizio nel Tirso con potenza che supera i 100 m riempie una vasta depressione tra Simaxis e Santa Giusta. La permeabilità delle alluvioni è elevata nei primi 50 metri, più ridotta in profondità.

Nella parte orientale della depressione alcuni lembi basaltici si inseriscono sotto le alluvioni. Il nuovo ciclo di subsidenza cui fu soggetto il graben del Campidano durante il Pliocene Medio ha portato infatti la parte nord (Campidano di Oristano) ad essere interessata da attività vulcanica, la cui composizione varia da acida (rioliti di Monte Arci) ad alcalina mentre il settore sud (Campidano di Cagliari) è stato riempito di sabbie, conglomerati, argille lacustri e più recentemente da depositi fluviali (Angelone et al., 2005).

Una vasta area di conoidi, con spessori che a tratti raggiungono i 150 m, si estende lungo il margine orientale del Campidano da Tiria all'abitato di Uras, alla base dei rilievi paleozoici.

Nel settore sud-orientale (tra Terralba e S.Gavino) l'acquifero di Oristano è costituito in prevalenza da sabbie localmente limose, con abbondante presenza di ghiaia e ciottoli arrotondati, mentre nell'area costiera in superficie prevalgono sabbie medio-fini con presenza di resti conchigliari, con progressivo aumento della frazione ghiaiosa in profondità. Localmente sono rinvenuti livelli cementati (calcareniti), anche a piccola profondità.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 65 di 173	Rev. 1

In riferimento ai depositi quaternari, i sedimenti identificati nei pozzi e affioramenti nelle piane di Arborea ed Oristano appartengono ai seguenti gruppi (Ghiglieri et al., 2016):

- Sedimenti alluvionali, costituiti da sabbie con limo e argilla, che passano velocemente (specialmente nell'area del fiume Tirso) a ghiaie da medie a grossolane, più o meno argillose (Olocene);
- Depositi lagunari, costituiti da limo e argille (Olocene);
- Sedimenti litoranei formati in larga parte da sabbia e ghiaia, con del limo lagunare (Olocene);
- Depositi continentali pleistocenici, costituiti da ghiaia, con delle sabbie eoliche e materiale alluvionale (Pleistocene Superiore).

Ghiglieri et al. (2016) riportano ricostruzioni stratigrafiche e dati di permeabilità relativi all'acquifero Plio-Quaternario del Campidano di Oristano nel settore Nord (Golfo di Oristano, Figure 4.11 e 4.12) in cui vengono individuate due unità idrogeologiche:

1. L'unità sabbiosa (SHU), rappresentata da un acquifero freatico ospitato nelle sabbie litorali Oloceniche, che affiorano nella piana di Arborea, e depositate durante la trasgressione marina più recente. Nell'acquifero sono presenti lenti argillose discontinue di origine lagunare che danno origine a piccole falde sospese. L'acquifero può essere considerato dunque parzialmente confinato. L'acquifero è delimitato alla base da uno strato di argille lagunari che raggiunge la superficie topografica in corrispondenza della Laguna Sassu e si approfondisce nella direzione della costa fino a profondità di circa 25 da p.c.. (si veda sezione geologica (a)). Lo spessore di questo strato impermeabile è costantemente di circa 25-30 m. Le sabbie che ospitano l'acquifero sono profonde fino a 20-25 m. La profondità decresce in direzione est fino a piano campagna nella zona delle lagune.

La geometria dell'acquifero nella sezione meridionale della piana di Arborea (Ghiglieri et al., 2016) suggerisce l'assenza in tale zona di un livello impermeabile (argille lagunari) che delimita la base dell'acquifero sabbioso, e dunque la presenza di una comunicazione idraulica tra gli acquiferi sabbioso costieri e alluviali in tale zona.

2. L'unità delle alluvioni (AHU): è rappresentata da depositi continentali pleistocenici che ospitano un acquifero multistrato consistente di ghiaie con sabbie o sabbie argillose che affiorano in tutta l'area circostante la piana di Arborea fino al Monte Arci. Il massimo spessore dell'acquifero può essere dedotto dal log stratigrafico del pozzo OR1[denominato W1 da Ghiglieri et al. 2016 (Figura 4.11)], che indica che la profondità del basamento vulcanico è 300m sotto la successione quaternaria. L'acquifero alluvionale nella Piana di Arborea è confinato in quanto è delimitato al top dallo strato argilloso che lo separa dall'acquifero freatico ospitato nelle sabbie litorali Oloceniche. Le argille lagunari rappresentano i livelli impermeabili che caratterizzano ciascuna sequenza deposizionale (si vedano sezioni geologiche in Figura 4.12). Come anche indicato da Pala e Cossu (1994), sottoposte alla falda freatica contenuta nei depositi alluvionali del Quaternario sono presenti alcune falde profonde, nelle aree ad est di Oristano e Palmas Arborea, le quali a causa della natura dei livelli argillosi impermeabili sopra descritti, non risultano perfettamente isolate, pur assumendo a volte caratteristiche di artesianità. Dall'andamento delle isopiezometriche dell'acquifero alluvionale (discusso nel successivo paragrafo

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 66 di 173	Rev. 1

“Parametri Idrodinamici”) Pala e Cossu (1994) concludono che sia gli acquiferi superficiali che quelli profondi hanno la stessa zona di alimentazione (fascia pedemontana del Monte Arci) e la stessa direzione di scorrimento (da E a W) a conferma che sia più opportuno parlare di falda multistrato piuttosto che di acquiferi diversi.

Le formazioni vulcaniche affioranti al Monte Arci (Unità idrogeologica Vulcanica [VHU] in Ghiglieri et al., 2016) ospitano un acquifero composto di basalti, rioliti e riodaciti che mostra permeabilità secondaria (per fratturazione): il Complesso Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Monte Arci (n°21). Come visibile dalle sezioni geologiche in Figura 4.12, il basamento vulcanico si immerge rapidissimamente verso Ovest, determinando una scarca possibilità di un raggiungimento dell’acquifero da parte dei pozzi presenti nella piana antistante. Come risultato, l’acquifero è sfruttato solo in una fascia ristretta di ampiezza pari a 2 km dal Monte Arci. Questo complesso è attraversato dal tracciato del metanodotto nel tratto tra Uras e l’attraversamento del Rio Mogoro.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 67 di 173	Rev. 1

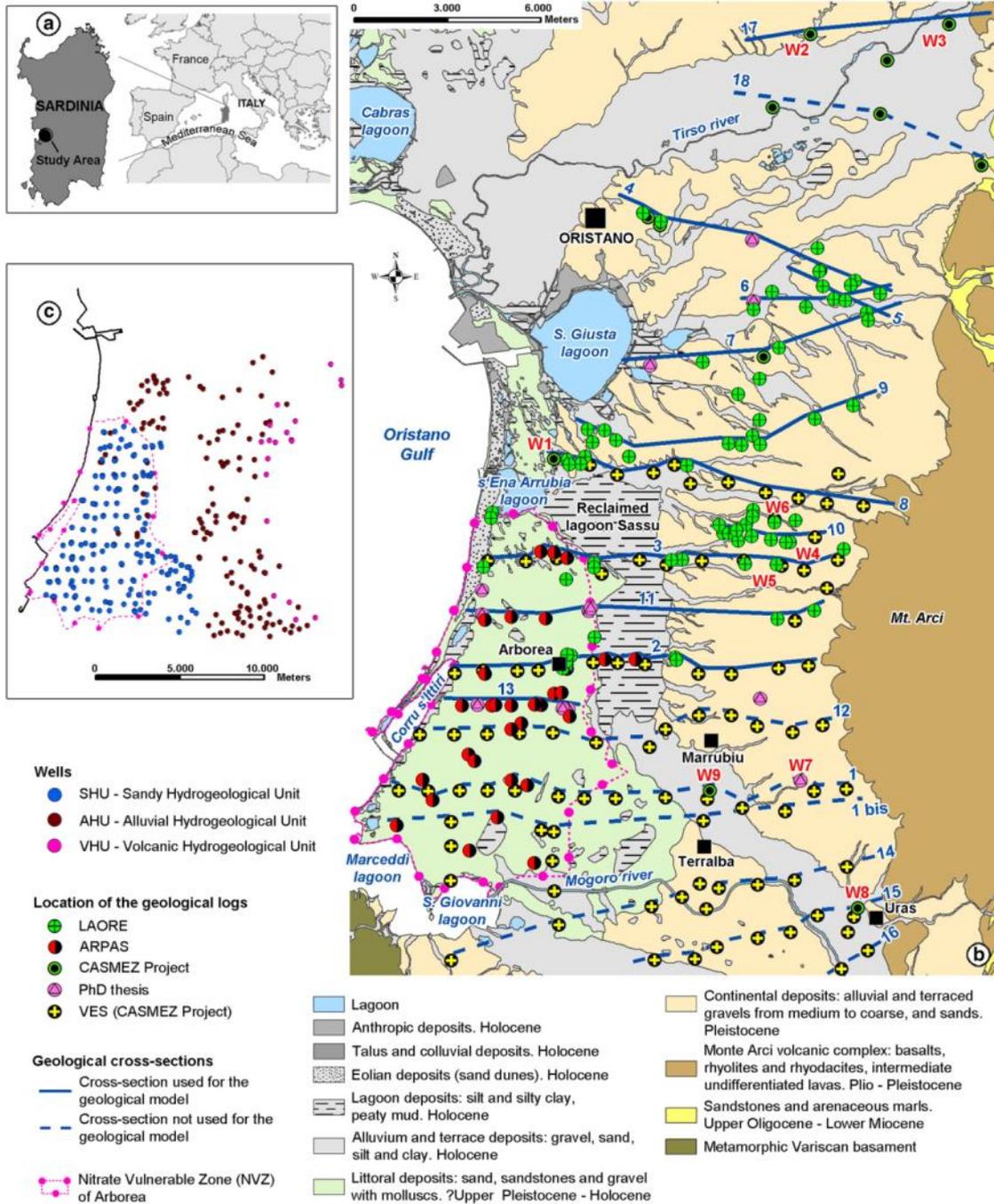


Figura 4.11: Schema Litologico del Campidano di Oristano – Settore Nord (da Ghiglieri et al, 2016)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 68 di 173	Rev. 1

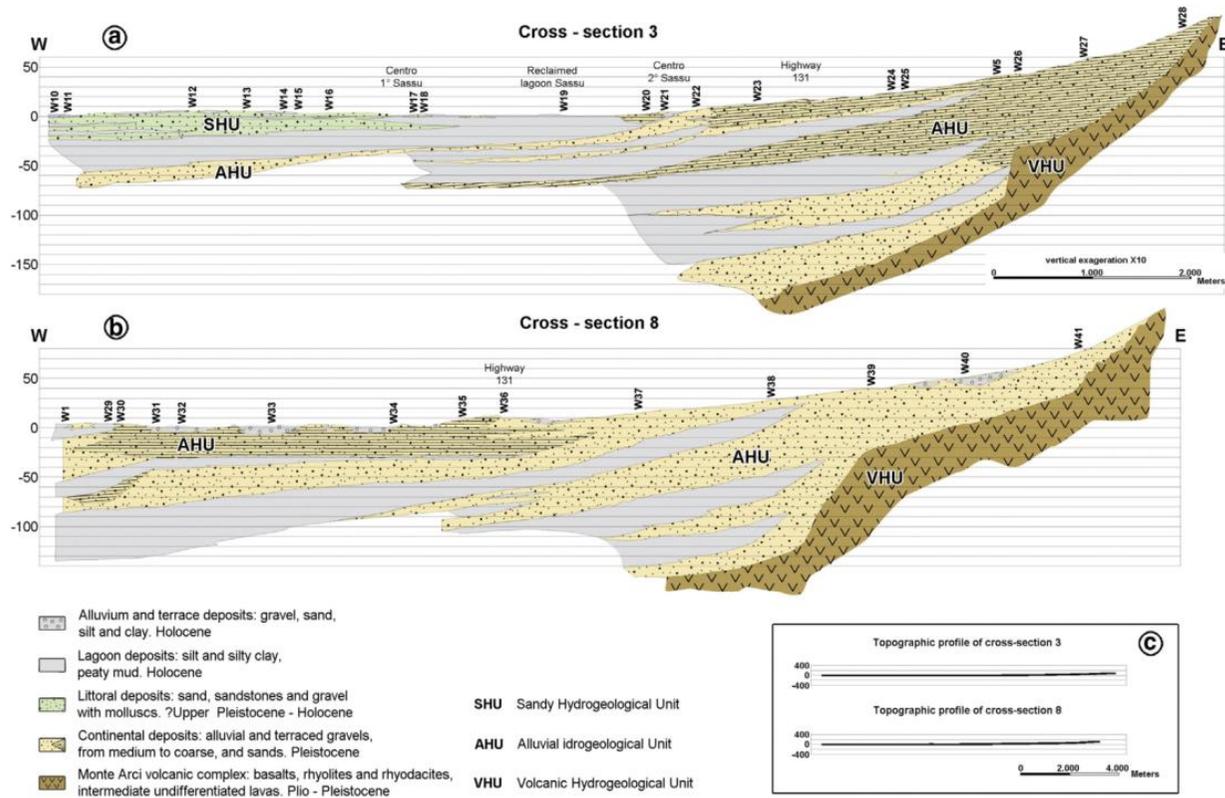


Figura 4.12: Sezioni Geologiche del Campidano di Oristano – Settore Nord (da Ghiglieri et al, 2016)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 69 di 173	Rev. 1

4.2.1.1.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

Permeabilità delle Formazioni

In merito alle caratteristiche generali di permeabilità delle diverse facies sedimentarie costituenti l'acquifero del Campidano di Oristano si riporta quanto segue (Piano Urbanistico Comunale [PUC] Oristano; Comune di Oristano, 2015):

- Le *alluvioni e conoidi alluvionali antiche* mostrano nel complesso una *permeabilità bassa* per la presenza di potenti orizzonti conglomeratici ad abbondante matrice fine, localmente cementati ed addensati e livelli limo-argillosi poco permeabili, intercalati a livelli francamente sabbiosi e ghiaiosi che possono presentare permeabilità media e localmente alta;
- Le *alluvioni medie*: costituite dagli stessi terreni detritici della formazione precedente, ma meno addensate e poco cementate presentano una *permeabilità da bassa a media*;
- Le *alluvioni recenti*, poco cementate e poco costipate, spesso ghiaiose-sabbiose, presentano nel complesso una *permeabilità media* che, in funzione della percentuale dei materiali fini presenti, può decrescere o aumentare consistentemente;
- I terreni argillo-limosi delle aree paludose sono caratterizzati da permeabilità da bassa a molto bassa;
- Le dune costiere e le sabbie di spiaggia sono caratterizzate da permeabilità alta per porosità.

Nella seguente figura (Fig.4.13) estratta dallo studio di compatibilità geologico e geotecnico del PUC di Oristano (Comune di Oristano, 2015) sono differenziate in celeste le formazioni detritiche della fascia pedemontana e le alluvioni antiche che hanno una permeabilità media per porosità, ed in azzurro chiaro i terreni quaternari sciolti che hanno una permeabilità alta per porosità. Sono anche riportate in verde le vulcaniti terziarie e quaternarie (permeabilità per fratturazione) mentre le formazioni carbonatiche sono in giallo (permeabilità per carsismo).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 70 di 173	Rev. 1

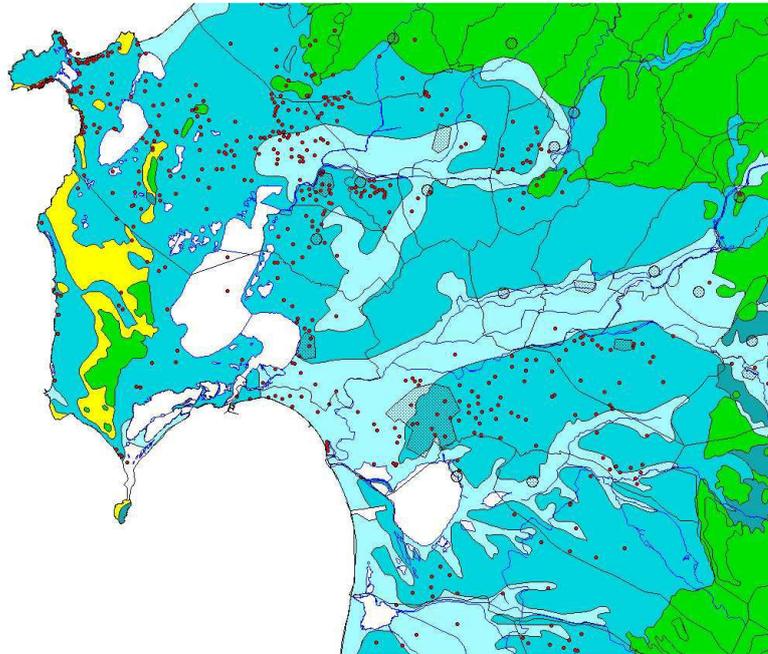


Figura 4.13: Distribuzione della Permeabilità e dei Pozzi nel Campidano di Oristano (Comune di Oristano, 2015)

Ghiglieri et al. (2016) riportano in relazione all'acquifero freatico ospitato nelle *sabbie litorali Oloceniche* della Piana di Arborea (SHU nelle Figure 4.11e 4.12) una permeabilità per porosità, con valori di K variabili tra 10^{-5} and 10^{-6} m/s (Soddu and Barrocu, 2006). Tale corpo idrico (1713 in RAS, 2016) non interagisce tuttavia con il tracciato in oggetto.

Per quanto riguarda l'unità delle alluvioni (AHU in Ghiglieri et al., 2016), affiorante come visto più sopra, in tutta l'area circostante la piana di Arborea fino al Monte Arci, essa è interamente attraversata dal tracciato nel settore alla base del Monte Arci. Questa unità idrogeologica include anche formazioni sabbioso-ghiaiose di buona permeabilità ($K=10^{-4}-10^{-5}$ m/s) depositati dall'azione fluviale e intercalati con i depositi continentali. La permeabilità decresce nei livelli sabbioso-argillosi.

Nell'area in esame le perforazioni sono numerose e i parametri idrodinamici dedotti sia dai pozzi eseguiti per conto della Cassa per il Mezzogiorno (**CasMez**), in cui sono state eseguite prove di emungimento (si veda successivo elenco), siadalle portate specifiche di numerosi altri pozzi ubicati soprattutto nella piana del Tirso. Ingendere il complesso alluvionale ha mostrato valori di trasmissività superiori a 10^{-3} m²/s (RAS, 2009).

In dettaglio, si riportano i seguenti parametri idrodinamici dedotti dai sondaggi profondi CasMez:

- Pozzo n°2: interessa parzialmente i basalti oltre che le ghiaie e le sabbie, ha una profondità di 72 m con uno strato saturo di 49 m; la trasmissività è pari a $1,7 \times 10^{-3}$ m²/s, la permeabilità $3,5 \times 10^{-5}$ m/s;

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 71 di 173	Rev. 1

- Pozzo n°3, presso Solarussa: ha profondità di 32 m e potenza dello strato saturo 17 m; anche in questo caso si sono raggiunti i basalti. La trasmissività è pari a $1,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, la permeabilità $7 \times 10^{-6} \text{ m/s}$;
- Pozzo n°4 presso Ollastra Simaxis: ha profondità 98 m, potenza dell'acquifero 91 m; la trasmissività è pari a $7,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, la permeabilità $8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$;
- Pozzo n°5 presso Simaxis, profondità 91 m, potenza acquifero saturo 76 m; trasmissività $2,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, permeabilità $3,6 \times 10^{-5} \text{ m/s}$;
- Pozzo n°6 presso Oristano (Azienda agricola universitaria): profondità 152 m, spessore acquifero saturo 117 m; trasmissività $2,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, permeabilità $2,1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$;
- Pozzo n°8 presso Pabillonis: profondità 98 m, potenza strato saturo 54 m; trasmissività $1,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, permeabilità $2,9 \times 10^{-5} \text{ m/s}$;
- Pozzo n°9 presso Gonnosfanadiga: profondità 152 m, strato saturo 82 m; trasmissività $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, permeabilità $1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$;
- Pozzo n°10 asud dell'abitato di San Gavino Monreale: profondità 97,80 m; il sondaggio incontra, a partire dalla quota -7 m, una serie di 9 livelli acquiferi sino alla profondità di 92 m. La potenza dello strato saturo è 56 m. La falda è in pressione, la trasmissività è di $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, la permeabilità $2,7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

Le portate oscillano mediamente intorno ai 7 l/s, ma in alcuni casi (pozzo n° 10) raggiungono i 14 l/s. come portata d'esercizio.

I parametri idrodinamici dedotti da una serie nuova di pozzi riportati in RAS (2009) sono riassunti nella seguente tabella.

Tabella 4.2: Parametri Idrodinamici della Falda del Complesso Alluvionale dell'Acquifero di Oristano (nuovi pozzi da RAS, 2009)

Denominazione pozzo/piezometro	Comune	Portata critica (m ³ /h)	Trasmissività (m ² /s)	Coefficiente di immagazzinamento
17101PZ0001	Nurachi	> 2,45	1,7E-03	4,7E-03
17101PZ0002	Cabras	> 5,4	1,1E-03	2,2E-02
17101PZ0003	Torre Grande	> 4,7	2,9E-04	1,3E-03
17101PZ0004	Cabras	> 1,8	3,3E-05	7,6E-02
17102PZ0001	Arborea	> 5,4	2,2E-04	7,4E-02
17102PZ0002	Arborea	4	6,5E-05	3,9E-02
17102PZ0003	Terralba	> 4,7	1,2E-04	7,9E-02
17102PZ0004	Santa Giusta	> 6	7,4E-03	9,2E-04
17104PZ0001	Guspini	n.d.	n.d.	n.d.
17104PZ0002	San Gavino	6	1,2E-04	6,7E-03

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 72 di 173	Rev. 1

Nella seguente tabella si riportano parametri idrodinamici dell'acquifero riportati in Pala e Cossu (1994) derivanti da prove di emungimento (a portata costante) effettuate su trivellazioni effettuate nella zona. Nella Tabella sono riassunti i dati di Trasmissività, permeabilità e spessore dell'acquifero e le località di pertinenza dei pozzi (San Quirico, Santa Giusta, Piana Arborea, Oristano). **Le prove hanno messo in luce valori di trasmissività (10^{-3} - 10^{-4} m²/s) e di permeabilità (10^{-4} - 10^{-5} m/s) medio-alte** in accordo ai dati sopra riportati da RAS (2009).

Tabella 4.3: Parametri Idrodinamici della Falda del Complesso Alluvionale dell'Acquifero di Oristano (Pala e Cossu, 1994)

N°Sondaggio	Località	Spessore dell'acquifero (m)	Trasmissività (m ² /s)	Permeabilità (m/s)
7	S.Quirico	23	7,3E-04	3,1E-05
8	S.Quirico	15,5	1,6E-04	1,0E-04
9	S.Quirico	10	1,2E-03	1,2E-04
10	S.Quirico	20	3,5E-04	1,7E-05
11	S.Quirico	13,5	1,3E-03	1,0E-04
12	S.Quirico	7	8,6E-04	1,2E-04
13	S.Quirico	18,5	4,6E-04	2,5E-05
14	S.Quirico	19	2,5E-04	2,5E-04
15	S.Quirico	7,5	7,2E-04	9,6E-05
16	S.Quirico	3	3,1E-04	1,0E-04
17	S.Quirico	14	2,2E-04	1,6E-05
31	S.Quirico	17	5,5E-04	3,3E-05
20	S.Giusta	8	2,3E-04	2,8E-05
21	S.Giusta	20,4	3,2E-04	1,6E-05
22	S.Giusta	26	4,4E-04	1,7E-05
23	S.Giusta	26	6,1E-04	2,3E-05
45	S.Giusta	21	8,0E-03	3,8E-04
29	S.Giusta	26	2,0E-04	7,9E-05
18	P.Arborea	12	2,0E-04	3,3E-05
19	P.Arborea	11	1,3E-03	1,2E-04
24	P.Arborea	28,8	9,1E-04	3,1E-05
25	P.Arborea	15	1,0E-04	7,1E-05
26	P.Arborea	15	3,1E-04	2,1E-05
27	P.Arborea	14	3,0E-04	2,2E-05
28	P.Arborea	14	6,1E-04	4,4E-05

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 73 di 173	Rev. 1

N° Sondaggio	Località	Spessore dell'acquifero (m)	Trammissività (m ² /s)	Permeabilità (m/s)
30	P.Arborea	26	9,7E-04	3,7E-05
2	Oristano	22,5	1,5E-03	6,6E-05
32	Oristano	24	7,9E-04	3,3E-05
33	Oristano	19,5	3,8E-04	1,9E-05
34	Oristano	26,5	1,0E-03	3,7E-05
35	Oristano	22	1,4E-03	6,4E-05
37	Oristano	30	2,8E-03	9,6E-05
38	Oristano	45	1,5E-02	3,3E-04
41	Oristano	45	1,7E-03	3,8E-05
42	Oristano	30	6,6E-03	2,2E-04
1	Donigala	8	1,7E-03	2,2E-04
4	Zeddiani	10,5	1,0E-03	9,5E-05
5	Pardu Accas	45	6,6E-04	1,2E-05
6	Pardu Nou	3,5	1,1E-04	3,0E-05

Piezometria e Direzione di Flusso

La piezometria e la direzione di flusso costruite per l'acquifero multistrato ospitato nelle alluvioni (AHU) nella zona centro settentrionale dell'area di studio – da Marrubiu all'altezza del lago di Santa Giusta (Figura 4.14 riquadro b) indicano una direzione generale di flusso da Est a Ovest mentre nel settore più a nord della piana la direzione diviene più da nord verso sud. Verso la laguna di Sassu nella Piana di Arborea, i valori di altezza piezometrica scendono a 3 metri sotto il livello del mare.

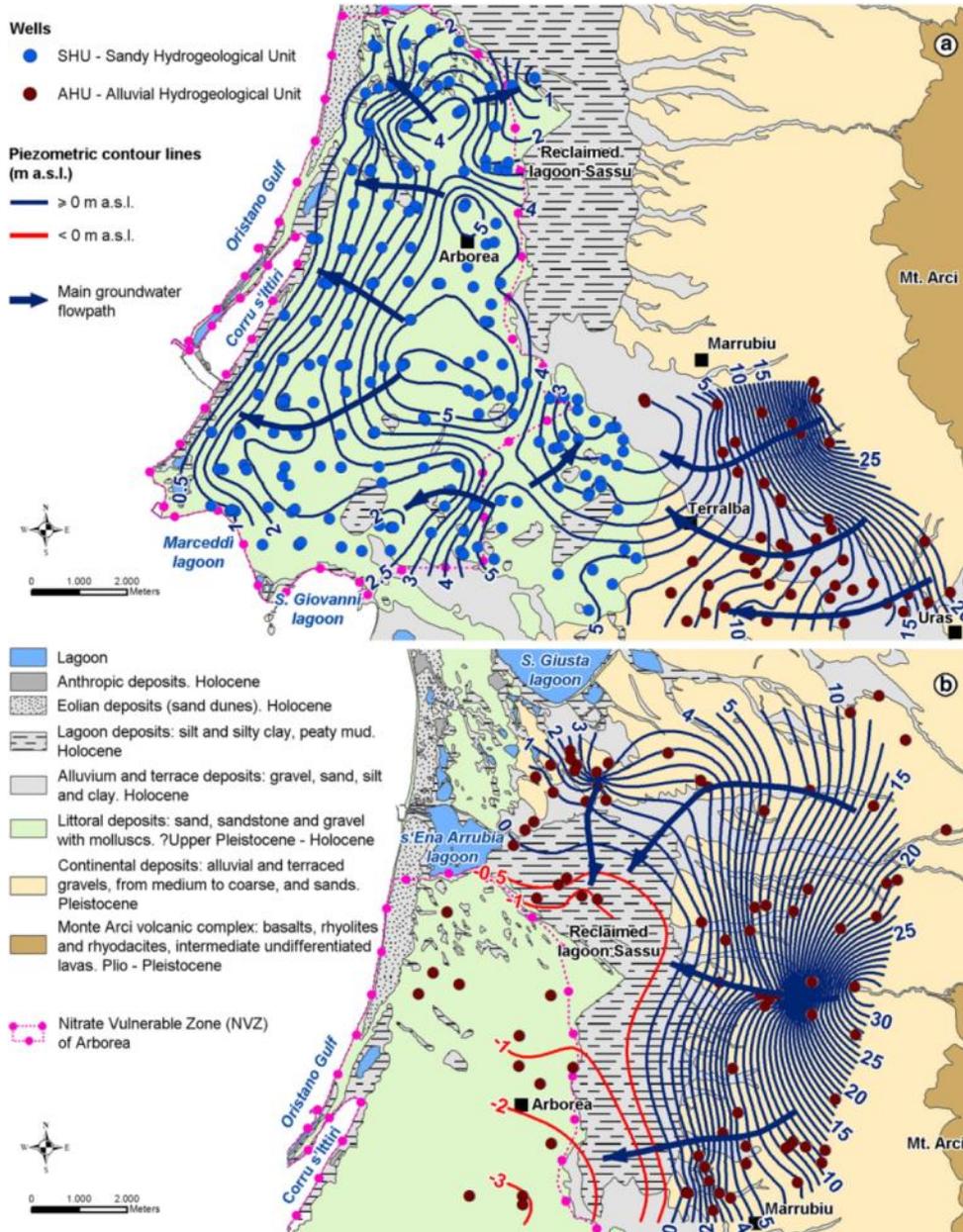


Figura 4.14: Piezometria delle Falde del Campidano di Oristano (Ghiglieri et al., 2016)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 75 di 173	Rev. 1

Monitoraggio Chimico e Quantitativo

Le misure di soggiacenza della falda riassunte in RAS(2013) per i CIS Alluvionali Plio-Quaternari di Oristano (1712) e Flumini Mannu di Pabillonis (CIS 1714) sono relative ai punti di monitoraggio presenti al 2011 (Figura 4.15)³.

I dati di soggiacenza relativi all'anno 2011 sono riassunti nelle Tabelle 4.4 e 4.5, per i CIS 1712 e 1714, rispettivamente, dove i dati relativi ai pozzi localizzati in prossimità del tracciato sono evidenziati in grassetto. Dall'analisi dei dati emerge che:

- per il CIS 1712 (Oristano): le soggiacenze misurate variano da un minimo di 0,8m da p.c. (17PT035) ad un massimo di 37,5 m da p.c. (17PT032) con un valor medio è pari a circa 10 m da p.c. (calcolato su tutti i dati di monitoraggio relativi a 32 pozzi). In generale i valori di soggiacenza maggiori si rilevano nella zona settentrionale (17PT011, 17PT012) o orientale in prossimità dei rilievi vulcanici (e.g. 17PT032, 17PT026). Le variazioni di soggiacenza misurate sui singoli pozzi considerando le variazioni stagionali (monitoraggio semestrale o bimestrale) variano tra 0,25 e 3,3 m;
- per il CIS 1714 (Flumini Mannu du Pabillonis): le soggiacenze misurate variano da un min di 0,4 m da p.c. (17PZ010) ad un massimo di 14,5 m da p.c. (17PZ054) con un valor medio è pari a circa 5 m da p.c. (calcolato su tutti i dati di monitoraggio relativi a 11 pozzi). Le variazioni di soggiacenza misurate sui singoli pozzi considerando le variazioni stagionali (monitoraggio semestrale) variano tra 0,8 e 1,9 m.

³ Come indicato al Par. 4.1.1 nell'aggiornamento 2016 del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2016; All. 2 Sezione 3) sono state modificate le perimetrazioni dei CIS individuati nel 2011 per l'acquifero del Campidano di Oristano (qui riportati in relazione ai dati di monitoraggio – Figura 4.15); in particolare, sono stati riderifiniti i limiti dei CIS detritico-alluvionali plio-quaternari di Arborea (ID 1713, non direttamente interessato dal tracciato in oggetto considerando la perimetrazione 2016, Figura 4.2) e del Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714). Anche il CIS detritico-alluvionale plio-quaternario di Oristano (ID 1712) subisce piccole modifiche nel suo confine meridionale.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 76 di 173	Rev. 1

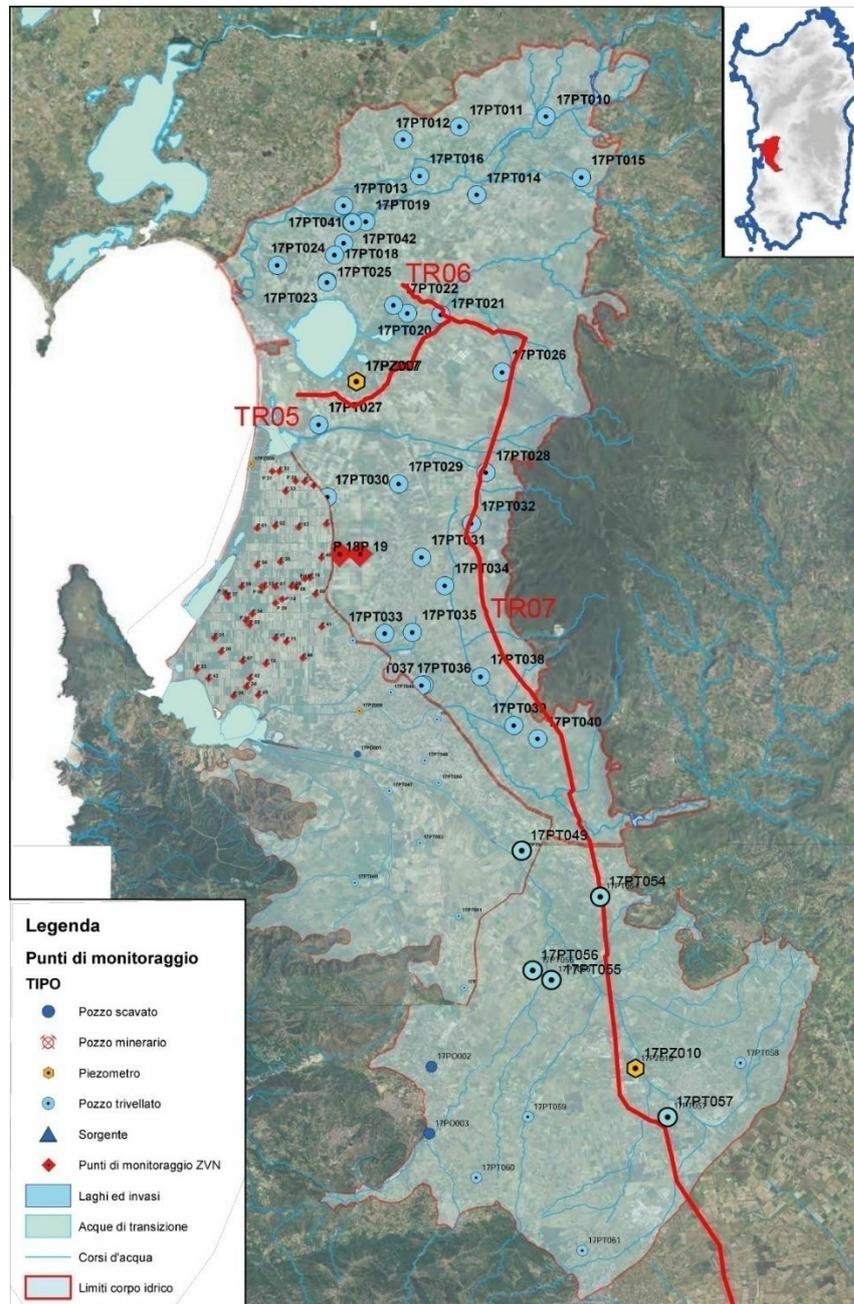


Figura 4.15: Punti di Monitoraggio Acquifero del Campidano di Oristano - CIS di Oristano (1712), Arborea (1713) e Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714) – Perimetrazioni 2011

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 77 di 173	Rev. 1

Tabella 4.4: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Oristano- ID 1712 (RAS, 2013)

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Mag 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Luglio 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett-Ott 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Nov 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
17PT010	1475471	4423515	Zerfaliu	12/04/2011	n.r.	31/05/2011	n.r.			28/09/2011	n.r.		
17PT014	1472175	4419806	Simaxis	11/04/2011	6,50	04/05/2011	6,65	18/07/2011	6,90	14/09/2011	7,20	03/11/2011	7,10
17PT015	1477112	4420622	Simaxis	12/04/2011	13,90	31/05/2011	14,35	18/07/2011	14,60	28/09/2011	14,60	07/11/2011	14,65
17PT016	1469509	4420705	Siamaggiore	12/04/2011	2,50	31/05/2011	3,10	18/07/2011	3,20	05/10/2011	3,60	07/11/2011	3,30
17PT022	1468279	4414571	Santa Giusta	11/04/2011	2,50	04/05/2011	2,40	26/07/2011	2,65	15/09/2011	2,60	07/11/2011	2,50
17PT023	1465153	4415723	Oristano	13/04/2011	n.r.	31/05/2011	n.r.			15/09/2011	n.r.		
17PT025	1465157	4415657	Santa Giusta	13/04/2011	n.r.	31/05/2011	n.r.			15/09/2011	n.r.		
17PT026	1473367	4411407	Palmas Arborea	11/04/2011	21,00	04/05/2011	21,30	18/07/2011	21,40	14/09/2011	21,15	03/11/2011	21,60
17PZ007	1466506	4410988	Santa Giusta	18/04/2011	2,60	05/05/2011	2,55	19/07/2011	2,70	21/09/2011	2,80	03/11/2011	2,80
17PT029	1468497	4406123	Arborea	11/04/2011	4,90	04/05/2011	5,00	19/07/2011	5,10	14/09/2011	5,30	03/11/2011	5,60

 SGI Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 78 di 173	Rev. 1

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Mag 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Luglio 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett-Ott 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Nov 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)
17PT030	1465141	4405509	Arborea	12/04/2011	2,80	04/05/2011	2,70	19/07/2011	3,00	15/09/2011	3,00	03/11/2011	2,90
17PT031	1469565	4402647	Marrubiu	14/04/2011	8,25	04/05/2011	8,30	19/07/2011	8,60	15/09/2011	8,70	03/11/2011	8,75
17PT032	1471904	4404246	Marrubiu	14/04/2011	37,45	12/05/2011	37,40	19/07/2011	37,20	14/09/2011	37,00	07/11/2011	37,00
17PT033	1467839	4399017	Terralba	14/04/2011	9,30	05/05/2011	7,60	19/07/2011	10,90	14/09/2011	10,80	22/11/2011	n.r.
17PT034	1470650	4401300	Marrubiu	12/04/2011	n.r.	31/05/2011	n.r.			15/09/2011	n.r.		
17PT035	1469137	4399089	Marrubiu	11/04/2011	2,10	12/05/2011	1,90	20/07/2011	3,10	14/09/2011	1,80	09/11/2011	0,80
17PT037	1469570	4396571	Terralba	14/04/2011	6,20	12/05/2011	6,30	19/07/2011	6,70	15/09/2011	7,10	03/11/2011	7,15
17PT038	1472335	4396976	Uras	14/04/2011	11,10	12/05/2011	11,00	20/07/2011	11,90	15/09/2011	10,25	03/11/2011	10,00
17PT040	1474991	4394022	Uras	18/04/2011	6,50	12/05/2011	6,60	20/07/2011	7,90	15/09/2011	7,80	09/11/2011	7,25
17PT011	1471399	4423021	Solarussa	02/05/2011	24,50					24/10/2011	n.r.		
17PT012	1468763	4422420	Siamaggiore	02/05/2011	18,10					24/10/2011	18,35		

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 79 di 173	Rev. 1

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Mag 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Luglio 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett-Ott 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Nov 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)
17PT013	1465929	4419305	Oristano	02/05/2011									
17PT017	1465943	4417515	Oristano	27/04/2011	10,40					19/10/2011	n.r.		
17PT018	1465501	4416954	Oristano	03/05/2011	10,10					19/10/2011	n.r.		
17PT019	1466972	4418527	Oristano	03/05/2011	13,50					19/10/2011	12,30		
17PT024	1462797	4416485	Oristano	13/04/2011									
17PT027	1464744	4408943	Santa Giusta	28/04/2011	4,20					26/10/2011	2,30		
17PT028	1472596	4406643	Marrubiu	02/05/2011	n.r.					14/09/2011	n.r.		
17PT036	1469684	4396577	Terralba	27/04/2011	23,10					19/10/2011	n.r.		
17PT039	1473875	4394671	Uras	28/04/2011	n.r.					26/10/2011	n.r.		
17PT041	1466322	4418486	Oristano	27/04/2011	n.r.					26/10/2011	n.r.		
17PT042	1466342	4418475	Oristano	27/04/2011	n.r.					26/10/2011	n.r.		

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 80 di 173	Rev. 1

Tabella 4.5: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Flumini Mannu di Pabillonis- ID 1714 (RAS, 2013)

Punto di monitoraggio	Coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Marzo 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
17PT054	1477914	4386636	Mogoro	21/03/2011	14,50	19/09/2011	n.r.
17PT055	1475650	4382700	Pabillonis	14/03/2011	4,85	19/09/2011	n.r.
17PT056	1474868	4383131	Pabillonis	14/03/2011	7,65	19/09/2011	n.r.
17PO002	1469991	4378563	Guspini	14/03/2011	0,55	19/09/2011	n.r.
17PZ010	1479560	4378523	San Gavino Monreale	21/03/2011	0,35	21/09/2011	1,15
17PT057	1481107	4376235	San Gavino Monreale	16/03/2011	3,97	29/09/2011	5,77
17PT058	1484514	4378759	San Gavino Monreale	15/03/2011	0,35	19/09/2011	1,89
17PT059	1474531	4376197	Gonnosfanadiga	15/03/2011	4,95	19/09/2011	n.r.
17PO003	1469895	4375419	Guspini	15/03/2011	1,55	20/09/2011	2,65
17PT060	1472109	4373325	Gonnosfanadiga	16/03/2011	8,20	21/09/2011	10,05
17PT061	1477096	4369883	Villacidro	21/03/2011	11,42	03/10/2011	n.r.

Sono inoltre disponibili dati relativi al monitoraggio quantitativo (andamento soggiacenza e conducibilità) e monitoraggio chimico su differenti parametri per gli anni 2011-2013 nell'Appendice A (Sintesi del monitoraggio 2011/2013 - Schede per corpo idrico) del Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2014).

I grafici relativi al monitoraggio quantitativo (andamento soggiacenza e conducibilità) nei triennio 2011-2013 sui pozzi più prossimi al tracciato (RAS, 2014) sono riportati nelle seguenti figure.

Dall'analisi dei grafici (Figure 4.16 e 4.17) si evince che le variazioni dei valori di soggiacenza misurate nel corso degli anni nei punti più prossimi al tracciato possono raggiungere i 3-4 m (e.g., 17PZ054 e 17PZ057) nel CIS 1712 e più di 5 m (e.g., 17PZ040) nel CIS 1714.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 81 di 173	Rev. 1

Monitoraggio quantitativo CIS 1712

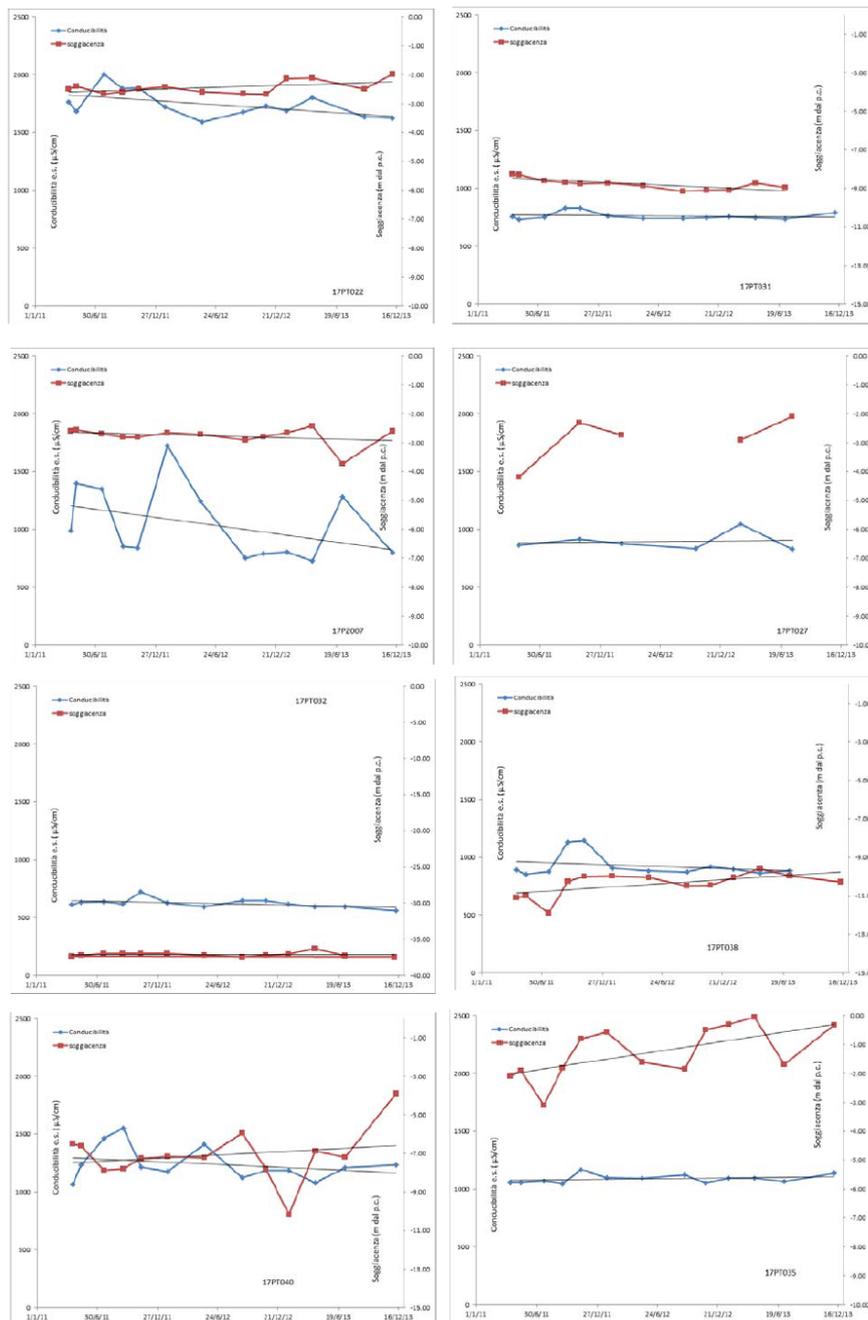


Figura 4.16: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Oristano (ID 1712)– Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 82 di 173	Rev. 1

Monitoraggio quantitativo CIS 1714

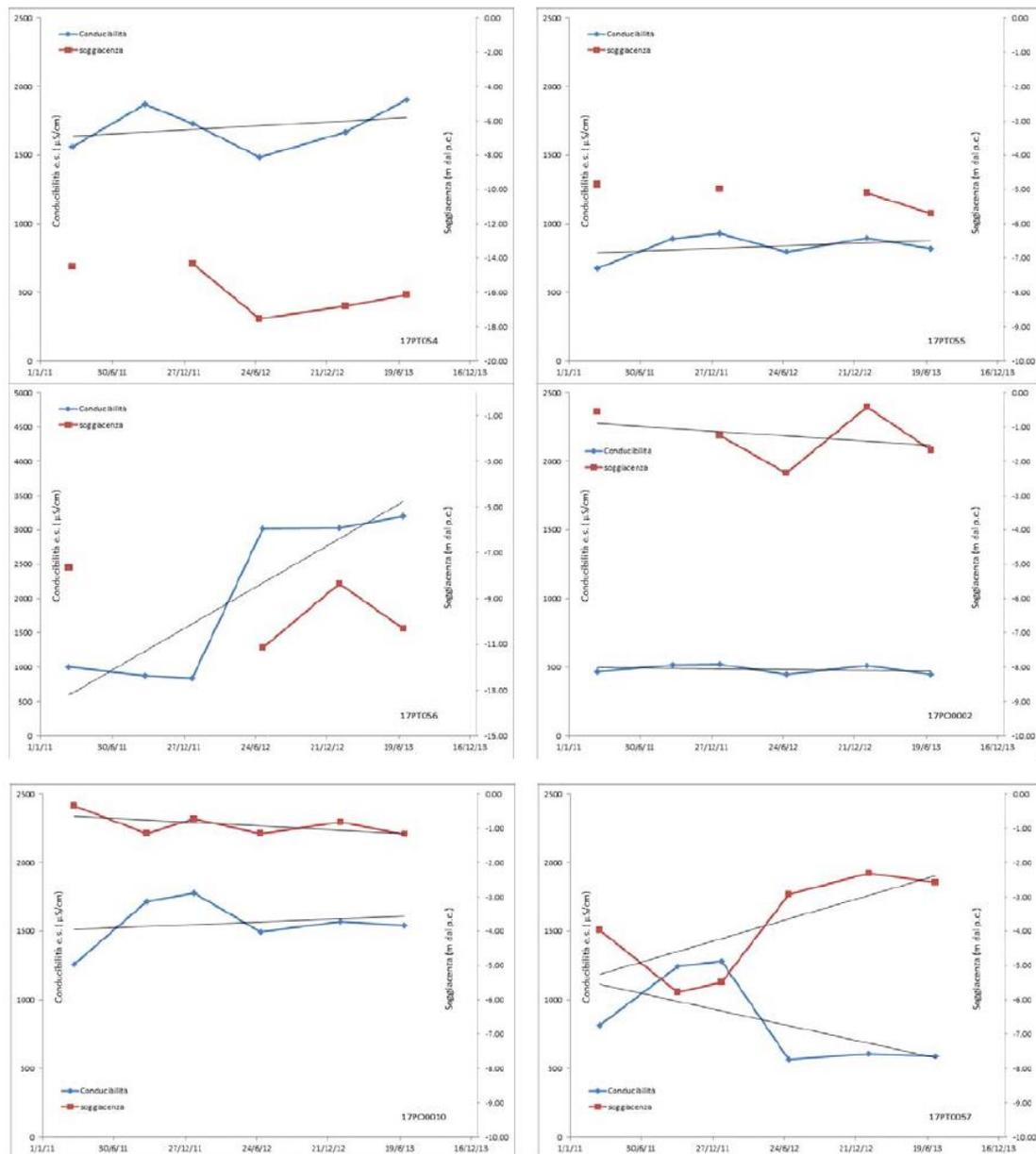


Figura 4.17: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714)– Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)

La seguente Figura (Fig.4.18)riporta inoltre i risultati del monitoraggio chimico sulla rete di punti di monitoraggio operativo (36 per il CIS 1712 e 11 per il CIS 1714) presenti al 2013. I monitoraggi quantitativi indicano sporadiche eccedenze (<15% dei dati) dei valori

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 83 di 173	Rev. 1

soglia (D.Lgs 30/2009) per i parametri Conducibilità elettrica specifica (CES), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2), solfati (SO_4), ammonio (NH_4), Clorpirifos, ed una maggiore percentuale di eccedenze sul Cloruro (Cl). I dati di CES evidenziano problematiche di intrusione salina, ben note nelle aree costiere della piana di Oristano e Arborea.

In base alle conclusioni riportate in RAS (2016) per i CIS di Oristano e Flumini Mannu di Pabillonis (perimetrazioni 2016) i monitoraggi quantitativi e qualitativi effettuati (fino al 2015)⁴ non evidenziano al 2016 pressioni significative né sullo stato chimico né sullo stato quantitativo.

⁴ I dati non sono disponibili

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 84 di 173	Rev. 1

Corpo idrico 1712 - Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Oristano

Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	36	36

parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	2285	40100	2473	1081	2	5,56%	SI
NO ₃ (mg/L)	50,0	37,5	17,0	114	18,0	12,2	4	11,1%	NO
NH ₄ (mg/L)	0,50	0,38	0,73	28,9	1,23	0,03	5	13,2%	SI
Cl (mg/L)	250	188	639	15923	814	222	14	36,8%	SI
NO ₂ (mg/L)	0,50	0,38	0,04	1,88	0,05	0,01	1	2,63%	NO
SO ₄ (mg/L)	250	188	86,2	2073	94,2	49,3	1	2,63%	SI
Clorpirifos (µg/l)	0,10	0,08	0,03	1,4	0,09	0,01	1	2,63%	NO

* Limite di confidenza superiore al 95% della media

** L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Nota: pesticidi e composti organici sono stati analizzati solo su un gruppo limitato di punti di campionamento in accordo con le evidenze emerse dai precedenti campionamenti e/o dall'analisi delle pressioni.

Corpo idrico 1714 - Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Flumini Mannu di Pabillonis

Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	11	11

parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
Cl (mg/L)	250	188	234	1002	315	144	3	27,3%	SI
NO ₂ (mg/L)	0,50	0,38	0,09	5,40	0,37	0,01	1	9,09%	NO

* Limite di confidenza superiore al 95% della media

** L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Figura 4.18: Monitoraggio Chimico – CIS di Oristano (ID 1712) e Flumini Mannu di Pabillonis (ID 1714) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 85 di 173	Rev. 1

Per il CIS di Monte Arci (n°21) i dati di monitoraggio sono relativi esclusivamente a sorgenti (Figura 4.19) e per l'anno 2011 sono disponibili dati di portata (molto modesta) per un'unica sorgente nel Comune di Marrubiu (Tabella 4.6).

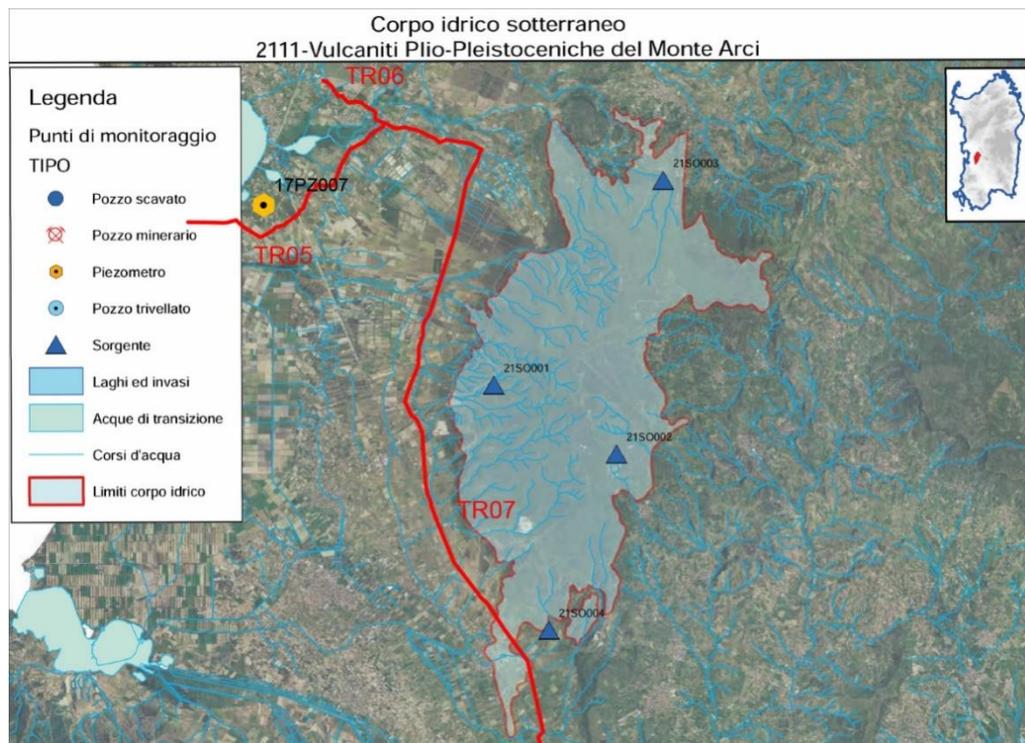


Figura 4.19: Punti di Monitoraggio (Sorgenti) - CIS delle Vulcaniti di Monte Arci (2111)

Tabella 4.6: Dati 2011 di Portata per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Monte Arci- ID 2111 (RAS, 2013)

punto di monitoraggio	coord X	coord Y	Comune	Data I ciclo	Portata L/s I ciclo	Data II ciclo	Portata L/s II ciclo
21SO001	1474833	4404317	Marrubiu	07/06/2011	0,14	26/10/2011	0,10
21SO002	1479321	4401769	Morgongiori				
21SO003	1481056	4411833	Villaurbana				
21SO004	1476831	4395298	Uras				

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 86 di 173	Rev. 1

4.2.1.2 Campidano di Cagliari

4.2.1.2.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

L'acquifero del Campidano di Cagliari (Figura 4.20) è costituito dal settore più meridionale del graben. A Nord è delimitato dalla "Soglia di Sardara", che lo separa dall'acquifero del Campidano di Oristano, mentre a Sud degrada verso il mare nel golfo di Cagliari. L'area è conosciuta per le diverse lagune costiere intorno alle quali si sono sviluppati i principali centri urbani. All'interno dell'acquifero del Campidano di Cagliari è inclusa l'area delle alluvioni della piana di Capoterra (RAS, 2009).

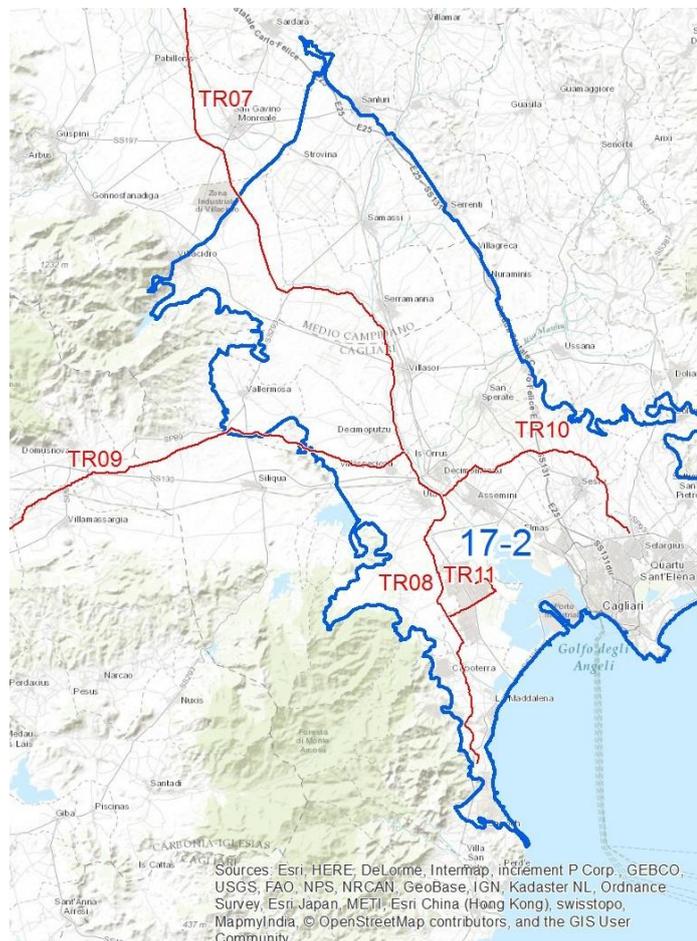


Figura 4.20: Macro-Area Idrogeologica del Campidano di Cagliari e Localizzazione del Tracciato (Tratti Interessati TR07, TR08, TR09, TR10, TR11)

L'acquifero del Campidano di Cagliari è essenzialmente costituito da una serie sabbioso–conglomeratica intercalata da strati limoso–argillosi, con potenze che in alcuni punti raggiungono i 60 metri. Come sopra accennato all'interno dell'acquifero si individuano spesso livelli piezometrici differenti ma su scala regionale la falda può

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 87 di 173	Rev. 1

essere considerata del tipo multistrato essendo stati accertati i collegamenti verticali e orizzontali tra i vari livelli. Nelle aree depresse è presente una copertura argilloso – limosa o argilloso-sabbiosa di permeabilità molto bassa con potenze che variano da 4 a 40 metri.

Il complesso basale è rappresentato dai sedimenti marnoso-siltosi, sabbiosi e in parte conglomeratici della “Formazione di Samassi” (accumuli sedimentari sintettonici nel graben campidanese tipici di un ambiente di sedimentazione in rapida subsidenza) che si rinvencono a profondità minime comprese tra i 40 e i 100 metri (si veda stratigrafia Figura 4.21, relativa al Pozzo per Ricerca d’Idrocarburi “Campidano 1” localizzato nella Zona a Sud di Villasor). Nelle facies arenacee e conglomeratiche della formazione di Samassi, note nel sottosuolo del Foglio Assemini (Villasor, San Sperate e Decimomannu), si rinvencono falde di potenzialità ridotta. Si tratta in genere di acque ad elevato tenore salino e che in ogni caso costituiscono una risorsa di difficile valutazione.

Nel margine occidentale del bacino compreso tra Villacidro e Gonnosfanadiga è presente una fascia di conoidi formata da alluvioni ciottolose parzialmente cementate da un’abbondante componente argillosa che soprattutto nella parte sommitale ne riduce notevolmente la permeabilità.

Nel settore orientale (Sanluri, Serramanna, Samassi) la formazione di Samassi segna il limite orizzontale dell’acquifero e, dove prevalgono le facies sabbioso conglomeratiche, è sede di falde lenticolari di ridotta estensione.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 88 di 173	Rev. 1

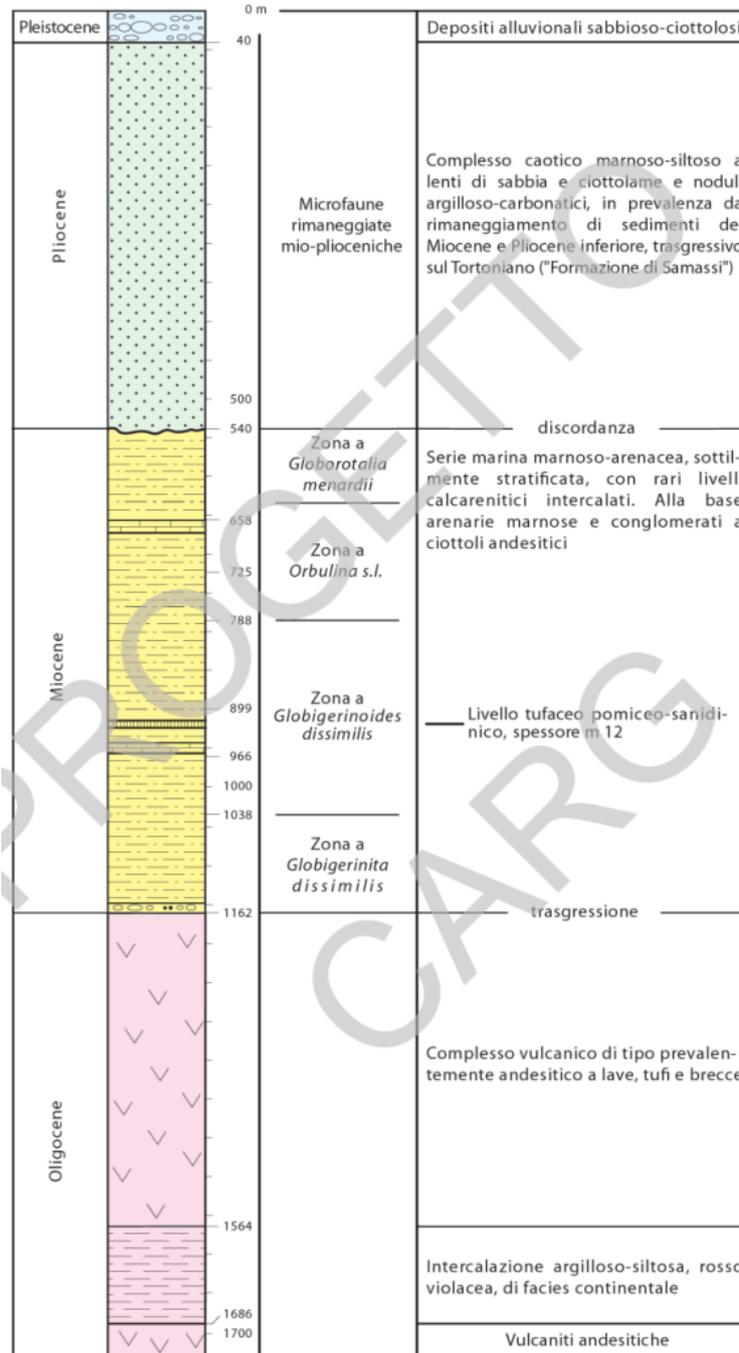


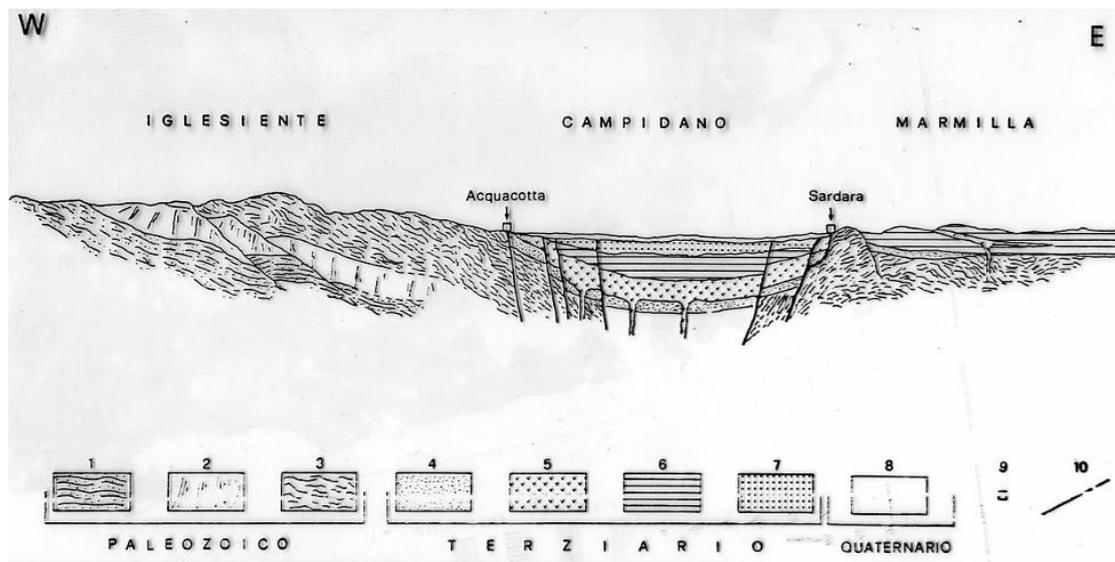
Figura 4.21: Successione stratigrafica attraversata dal Pozzo per Ricerca d'Idrocarburi "Campidano 1" (Zona a Sud di Villasor- Campidano di Cagliari)

Nella Figura 4.22 si riporta una sezione tipo dell'acquifero in esame, tra Acquacotta (SW) e Sardara (NE): l'acquifero delle alluvioni del Campidano di Cagliari è costituito

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 89 di 173	Rev. 1

principalmente dai sedimenti Quaternari (numero 8 nella figura) sovrapposti al Pliocene della Formazione di Samassi (numero 7 in figura). La sezione termina a NE nel piccolo horst di Sardara nella zona di spartiacque sotterraneo con l'acquifero di Oristano.

Solo nell'acquifero del Campidano di Oristano i depositi della "Samassi" sono ricoperti, almeno apparentemente in concordanza, da colate basaltiche con ogni probabilità anch'esse plioceniche e da formazioni alluvionali post-basaltiche plio-pleistoceniche, per uno spessore di oltre 300 metri (pozzo Oristano 1, si veda par. 4.2.1). Ciò indicherebbe una subsidenza recente in quel settore, contrariamente a quanto invece sembrerebbe nell'acquifero del Campidano di Cagliari, dove i depositi alluvionali quaternari risulterebbero accumulati in prevalenza entro paleovalli d'erosione connessi con l'eustatismo pleistocenico (RAS, 2009).



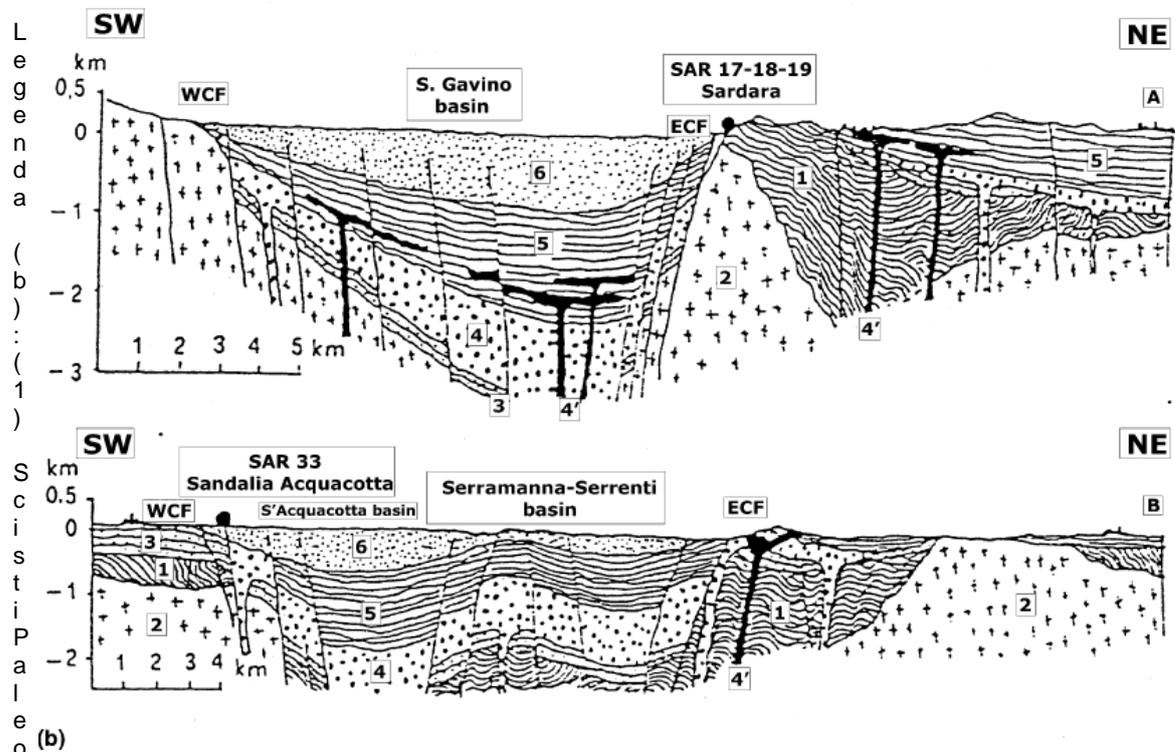
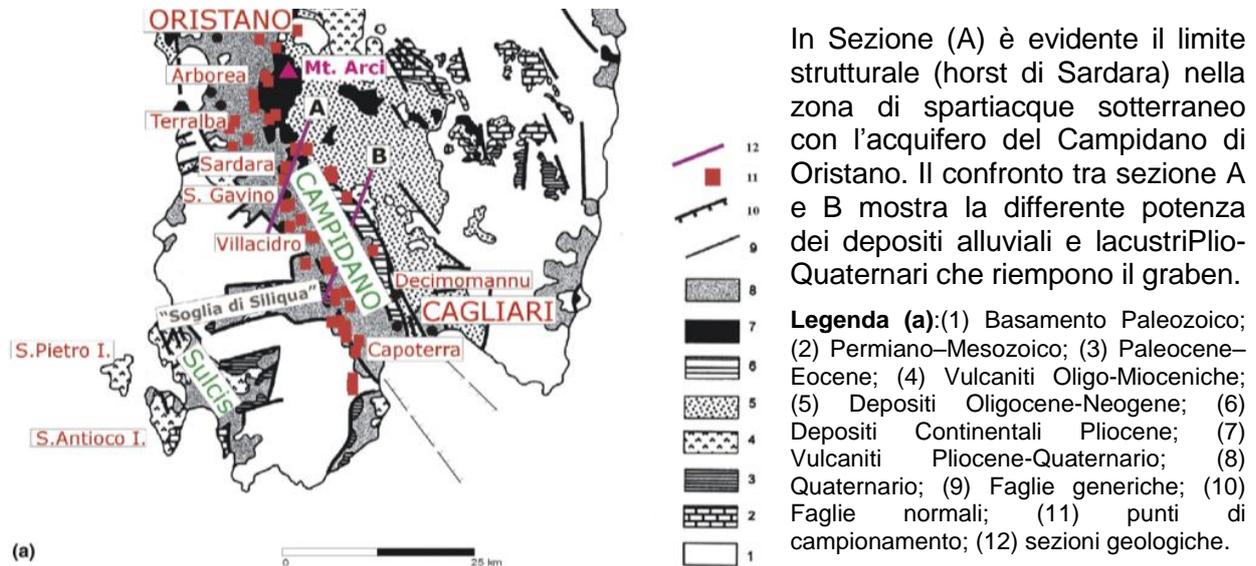
Legenda: 1 – Scisti e arenarie cambiane. 2 – Calcari cambriani. 3 Scisti metamorfici paleozoici. 4 – Cixerri Eocene. 5 – Andesiti Oligocene. 6 – Marne Miocene. 7 – Samassi Pliocene. 8 – Quaternario

Figura 4.22: Sezione Geologica SW-NE tra Acquacotta e Sardara attraverso l'Acquifero del Campidano di Cagliari

Angelone et al. (2015) riportano ulteriori sezioni geologiche (Figura 4.23(a)) rappresentative dell'acquifero del Campidano, relative alla zona centro-settentrionale del Campidano di Cagliari, ed in particolare:

- (i) alla zona prossima allo spartiacque sotterraneo che delimita i due settori del Campidano di Cagliari e Oristano (Sezione A: in direzione SW-NE da Villacidro verso M. Arci, attraverso il Bacino San Gavino); e
- (ii) alla zona centrale del Campidano di Cagliari (Sezione B: da Siliqua verso NE attraverso i bacini di Sandalia Acquacotta e Serramanna-Serrenti).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 90 di 173	Rev. 1



zoici; (2) Graniti (Paleozoico); (3) Arenarie (Eocene); (4) Lave andesitiche e breccie (Oligocene–MioceneInf.); (4') Dicchi andesitici (Miocene); (5) Sedimenti prevalentemente mariniarenacei-marnosi o calcarei (Miocene); (6) Depositi alluviali e lacustri (Plio-Quaternario). WCF = Western Campidano Fault, ECF = Eastern Campidano Fault.

Figura 4.23: Sezioni geologiche del Campidano attraverso i bacini di S. Gavino (A) e di Sandalia Acquacotta e Serramanna Serrenti (B) (Angelone et al, 2005).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 91 di 173	Rev. 1

Spostandosi sul margine sud-occidentale della piana del Campidano di Cagliari è inoltre presente un limite geomorfologico, rappresentato da una soglia strutturale, nota in letteratura come “Soglia di Siliqua” che separa il Campidano dalla fossa tettonica del Cixerri (si veda Par. 4.2.2 Piana del Cixerri). Il limite geomorfologico è rappresentato da una serie di colline allineate in direzione NW-SE, aventi un'altitudine mediamente di 150-200 m pressoché all'acuminazione del basamento paleozoico. L'acquifero detritico-alluvionale plio-quadernario del Cixerri viene discusso nel Par. 4.2.2.

Il complesso marnoso-arenaceo conglomeratico della Formazione di Samassi (Pliocene), poggia discordante sui depositi della serie Miocenica e che costituisce generalmente il complesso basale dell'acquifero del Campidano. Tale complesso non affiora nell'area di Cagliari.

Nell'area urbana di Cagliari ed il suo entroterra più prossimo la struttura idrogeologica è costituita da un acquifero principale che interessa le litologie sabbioso-arenacee delle Arenarie di Pirri (Note Illustrative CARG Foglio 557 – Cagliari).

Le Arenarie di Pirri (Miocene: Serravalliano) sono alternanze di sabbie grigio-verdastre più o meno cementate, con livelli prettamente arenacei, presenti nella maggior parte del territorio cagliaritano (San Benedetto, S. Avendrace, alla base di tutte le colline). Questa formazione, che è sede di un importante acquifero, costituisce anche il basamento dei comuni dell'entroterra (Monserrato, Selargius, Quartucciu e Quartu), dove però non affiora mai in superficie essendo ricoperta da sedimenti quadernari di ambiente fluvio lacustre.

Le arenarie sono limitate inferiormente dal substrato impermeabile coincidente con il tetto delle litologie argilloso-limose delle Argille di Fangario (Langhiano) a ovest e delle Marne di Gesturia nord e ad est. Le arenarie di Pirri, solitamente incoerenti e con facies basali grossolane, contengono localmente livelli più costipati ed intercalazioni lapidee debolmente argillose che determinano significative variazioni della permeabilità e fanno assumere locali caratteristiche di salienza alla falda.

4.2.1.2.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

Permeabilità delle Formazioni

In merito alle caratteristiche generali di permeabilità dell'acquifero del Campidano di Cagliari:

- Il complesso marnoso-arenaceo conglomeratico della Formazione di Samassi, come pure le Argille di Fangario e le Marne di Gesturi, che costituiscono i complessi di base dell'acquifero Plio-Quadernario del Campidano di Cagliari, hanno permeabilità da bassa a nulla;
- Permeabilità mediamente elevata caratterizza le alluvioni terrazzate antiche (ciottolose e sabbiose, con matrice arenaceo argillosa ed alta percentuale di limo); la permeabilità varia in funzione della maggiore o minore presenza di frazione argillosa (a volte i depositi sono arrossati e ferrettizzati);

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 92 di 173	Rev. 1

- La permeabilità diviene elevata nelle *alluvioni ciottolose e sabbiose recenti ed attuali* degli alvei dei principali corsi d'acqua. La permeabilità è alta anche nei detriti che orlano i rilievi paleozoici e oligo-miocenici vulcanici.

Più nel dettaglio, si riportano nel seguito i parametri idrodinamici dell'acquifero nell'area centrale della piana del Campidano di Cagliari, in prossimità del tracciato del gasdotto, derivati dalle Note Illustrative CARG Foglio 547 Villacidro e Foglio 556 Assemmini, in gran parte relativi alle prove di emungimento realizzate nei sondaggi CasMez.

Nei sondaggi n°8 e n°9 CasMez (n°1 e n°2 CARG di Figura 4.24), ubicati ad W di Pabillonis e di S. Gavino Monreale, profondi rispettivamente 98 e 152 m, sono stati intercettati tra i 12 e i 100 metri 5 livelli produttivi. Nel primo sondaggio la trasmissività è risultata di $1,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, nel secondo di $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Da questi sondaggi si determina una permeabilità di $2,9 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ nel n°1, e di $1,5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ nel n°2.

Nel perimetro del comune di S. Gavino Monreale sono numerose le trivellazioni per uso potabile, in gran parte gestite dal Comune stesso. A sud dell'abitato il CasMez n°10 (n°3 in Figura 4.24), profondo 97,80 m, incontra, a partire dalla quota -7 m, una serie di 9 livelli acquiferi sino alla profondità di 92 m. La falda è in pressione, la trasmissività è pari a $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, la permeabilità $2,7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

Nei sondaggi CasMez n°11 e n°12 (n°4 e n°5 CARG, in Figura 4.24), le prove di emungimento, pur interessando i medesimi acquiferi, hanno messo in luce permeabilità inferiori a causa di una maggiore percentuale in matrice argillosa. Il sondaggio CARG n°4, profondo 94,20 m, intercetta tre livelli acquiferi e ha una trasmissività di $6,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ mentre la permeabilità è di $8 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Il sondaggio CARG n°5, in prossimità dell'alveo del Torrente Leni, incontra una prima falda tra i 7 e i 10 m ed una più profonda, saliente, tra i 136 e i 157 m. La trasmissività è risultata di $8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ mentre la permeabilità è $5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$.

In generale in tutta la fascia sottesa dalle conoidi tra Villacidro e Gonnosfanadiga, precedentemente introdotta, i valori della trasmissività sono inferiori rispetto a quelli determinati nel territorio adiacente; l'ordine di grandezza è di $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Nella zona Serramanna-Samassi, l'acquifero è costituito dai depositi del Flumini Mannu e del Torrente Leni. La porosità efficace determinata con alcune prove di emungimento è risultata tra il 10 e il 12 % nei sedimenti presenti alla sinistra e alla destra orografica del Flumini Mannu. Dal sondaggio CasMez n°13 (n°6 CARG in Figura 4.24), profondo 112 m e interessante 4 livelli acquiferi, la trasmissività è complessivamente di $1,9 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, la permeabilità è $2,3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$. A causa della natura caotica della sedimentazione l'acquifero assume valori di permeabilità e trasmissività, che pure aventi una omogeneità in grande, presentano variazioni locali. La soggiacenza del livello piezometrico, in questo settore, oscilla tra 0,50 e 5 m, mentre il gradiente idraulico è mediamente del 2% (Note Illustrative CARG Foglio 547 - Villacidro).

A nord-est di Vallermosa le alluvioni ghiaiose, che appartengono ancora all'area di sedimentazione del Torrente Leni, hanno una permeabilità di $3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ (pozzo CasMez n°14, Figura 4.25) che è inferiore a quella delle aree più a sud probabilmente per una maggiore costipazione delle alluvioni e ad una maggiore presenza di cemento argilloso.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 93 di 173	Rev. 1

Nello stesso pozzo la trasmissività è risultata di $3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ per una potenza di saturazione di 88 metri.

Nel settore compreso tra Villasor e Decimomannu la falda si colloca mediamente fra i 2-3 metri sotto il piano di campagna nel periodo invernale e fra 3-4,5 metri nel periodo estivo, con escursioni che variano da 1 a 2 metri.

Nell'area di Decimomannu la permeabilità varia da $4,6 \times 10^{-5}$ a $1,37 \times 10^{-4}$ m/s mentre la trasmissività varia da 1,2 a $9,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ con spessori dello strato saturo da 25 a 70 m.

Nell'area di Decimoputzu, San Sperate e Uta i depositi alluvionali olocenici hanno elevate potenze e poggiano sui depositi clastici della parte alta della formazione di Samassi per cui sono numerosi i pozzi che attingono a falde multistrato con profondità sino ad un massimo di 100m e portate di 15-20 l/s.

La seguente tabella riassume i parametri idrodinamici sopra descritti, misurati nei pozzi del Campidano nel progetto CasMez, in aree prossime al tracciato (rappresentato in rosso nelle Figure 4.24e 4.25).

Tabella 4.7: Parametri Idrodinamici della Falda derivati dai Pozzi del Progetto CasMez (Foglio 556 ASSEMINI e 547 Villacidro, ISPRA, non datati)

Localizzazione	No. Sondaggio (Numerazione CasMez)	No. Sondaggio (Numerazione CARG - Figure 4.24 e 4.25)	Permeabilità m/s	Trasmissività m^2/s	Prima falda m da p.c.
Pabillonis	8	1	$2,9 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-3}$	--
Est San Gavino	9	2	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-3}$	--
Sud San Gavino	10	3	$2,7 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-3}$	7
Est Villacidro	11	4	8×10^{-6}	$6,3 \times 10^{-4}$	--
Prossimo alveo T. Leni	12	5	5×10^{-7}	8×10^{-5}	7-10
Serramanna - Samassi	13	6	$2,3 \times 10^{-5}$	$1,9 \times 10^{-3}$	0,50 - 5
Vallermosa-Villasor	14	14	3×10^{-6}	3×10^{-4}	--
Villasor - Decimomannu	--	--	--	--	2-3 (inverno)- 3-4,5 m (estate)
Decimomannu	--	--	$4,6 \times 10^{-5}$ $1,37 \times 10^{-4}$	1,2 - $9,5 \times 10^{-3}$	--

I dati trasmissività, riportati nelle Note Illustrative del Foglio 557 Cagliari (ISPRA, non datato) (immediatamente a est del Foglio Assemini) dedotti per alcuni pozzi nell'area di Cagliari attraverso prove di emungimento a lunga durata o in alcuni casi con il metodo della portata specifica sono riassunti nella seguente tabella.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 94 di 173	Rev. 1

Tabella 4.8: Parametri Idrodinamici della Falda derivati dai Pozzi nell'Area Urbana di Cagliari (Foglio 557 Cagliari, ISPRA, non datato)

Localizzazione Pozzo	Prof. pozzo m da p.c.	Prof. Acquiferi m da p.c.	Trammissività m ² /sec	Livello statico m da p.c.
via Romagna	72	17,5 e 19,2	4x10 ⁻³ – 1,4x10 ⁻³	16
lato est Monte Claro	35		0,3x10 ⁻³	11,2
via Giudice Torbeno	30,5	12-13 e 18-19,8	1,4x10 ⁻⁴	5,6
via Ariosto	70		1,3x10 ⁻⁴	
viale Bonaria	20		1,4x10 ⁻⁴	0,8
Via Po	91		0,6x10 ⁻⁴	7
Via Virchow			2,2x10 ⁻⁴	
Scuola Elementare via Basilicata			1,7x10 ⁻³	
Mercato Civico San Benedetto			3,3x10 ⁻³	
Parco Monte San Michele			0,6x10 ⁻³	

Piezometria e Direzione di Flusso

Dal territorio di Samassi a Villasor, le isofreatiche evidenziano un asse di drenaggio molto marcato lungo il Flumini Mannu, ad indicare che il corso d'acqua è alimentato dalla falda (RAS, 2009; ISPRA, non datato, Foglio 547 Villacidro, Figura 4.24); lo stesso andamento si rileva nel Canale Collettore Basso, un affluente artificiale del precedente, che è stato costruito proprio con funzione drenante. In questo settore la soggiacenza del livello piezometrico oscilla tra 0,50 e 5 m mentre il gradiente idraulico è mediamente del 2‰.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 95 di 173	Rev. 0

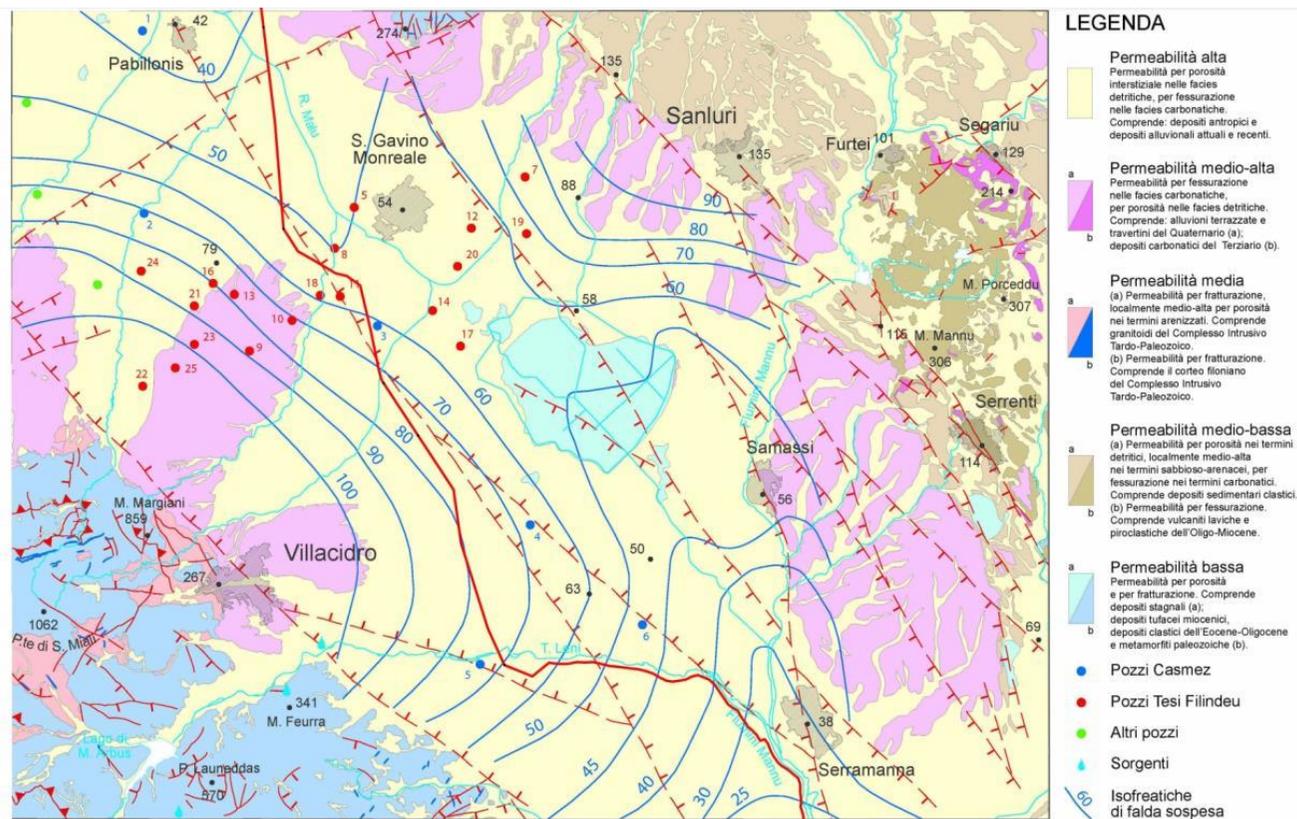


Figura 4.24: Schema Idrogeologico del Foglio 547 Villacidro e in Rosso la Localizzazione del Tracciato

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 96 di 173	Rev. 0

Ad est di Serramanna e Samassi, lungo la strada che unisce i due paesi, le isofreatiche tendono a sovrapporsi indicando la presenza di una soglia idraulica causata da una brusca caduta della permeabilità. Al di là della soglia una falda sospesa di entità trascurabile ha come acquifero le ghiaie alluvionali del subsistema di Portoscuso del Pleistocene superiore.

Alla base dei rilievi tra Gonnosfanadiga e Villacidro le isopiezometriche assumono l'andamento tipico delle falde radiali a filetti divergenti, condizionato dalla morfologia delle conoidi, e individuano un asse di alimentazione lungo il corso del Torrente Leni. Il gradiente idraulico è compreso tra lo 0,8 e l'1,2%. La soggiacenza non supera in genere i 2 m mentre l'oscillazione stagionale media è inferiore al metro.

Lungo l'alveo del Flumini Malu è ancora presente un asse di drenaggio molto marcato, il gradiente idraulico è dell'1,6‰; la soggiacenza è di 2 m circa nel periodo di massima ricarica della falda, l'oscillazione stagionale è di 1,5 m (ISPRA, non datato, Foglio 547 Villacidro).

Nell'area di Villasor e Decimomannu (Figura 4.25) la falda, che presenta un deflusso generale da NW a SE, ha come basamento impermeabile la formazione di Samassi e le marne mioceniche (Marne di Gesturi, GST). Il gradiente idraulico è mediamente dello 0,5‰, ma nel settore meridionale diminuisce ulteriormente. L'elemento più rilevante evidenziato dalla carta delle isopiezometriche (Figura 4.25, Foglio 556 Assemini) è la forte concavità verso l'alto delle curve lungo l'asse del corso d'acquaprinicipale che ne evidenzia la condizione di drenaggio. Un'altra condizionedi drenaggio, anche se di minore importanza, si riscontra anche lungo l'asse delRio Matta.Si tratta nell'insieme di un acquifero di tipo alluvionale in cui appunto leacque sotterranee alimentano i deflussi superficiali.

Il Rio Mannu di S.Sperate e il Rio Flumineddu mostrano invece condizionidi alimentazione verso la falda, soprattutto nell'area più prossima alla confluenzacon il collettore principalenei pressi dell'abitato di Decimomannu.

Nel settore compreso tra Villasor e Decimomannu la falda si colloca mediamente fra i 2-3 metri sotto il piano di campagna nel periodo invernale e fra 3-4,5 metri nel periodo estivo, con escursioni che variano da 1 a 2 metri.

Nel settore compreso tra San Sperate e Monastir l'acquifero è costituito dalle alluvioni mentre marne mioceniche fanno da substrato impermeabile. La soggiacenza è individuata a 3 - 4 metri dal piano di campagna e il gradiente idraulico è intorno al 10 ‰.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 97 di 173	Rev. 0

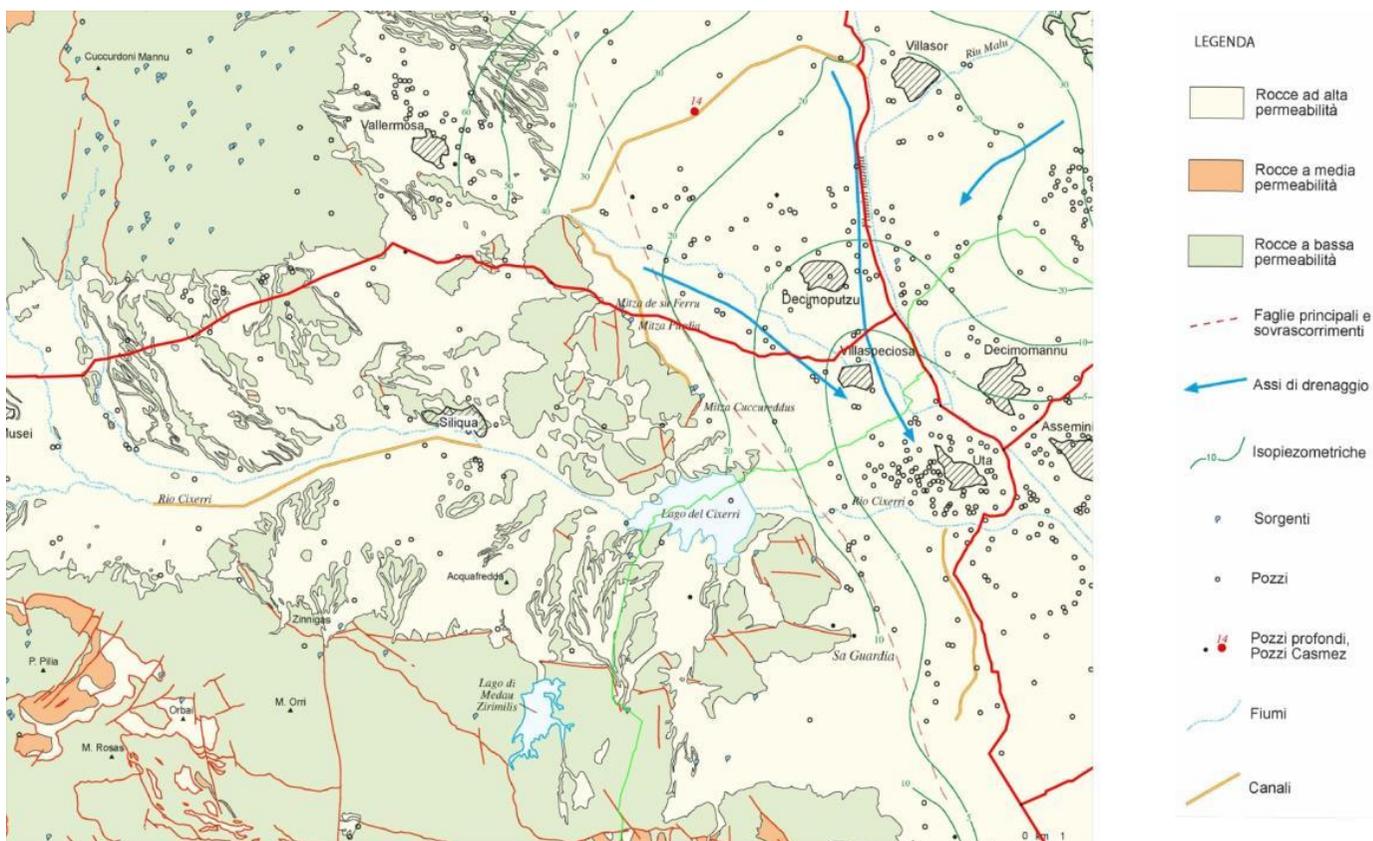


Figura 4.25: Schema Idrogeologico del Foglio 556 Assemini e in Rosso la Localizzazione del Tracciato

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 98 di 173	Rev. 0

L'analisi della falda dell'area urbana di Cagliari evidenzia un'alimentazione principale, diretta circa NW-SE, dal Colle di San Michele per Monte Claro ed i rioni di Castello e di San Benedetto, fino a Monte Urpinu. Perpendicolarmente si dipartono le due principali direzioni di deflusso della falda, una delle quali si dirige verso lo stagno di Molentargius (a est) e l'altra verso la Laguna di Santa Gilla (a ovest). Lungo queste direzioni sono individuati i principali assi di drenaggio.

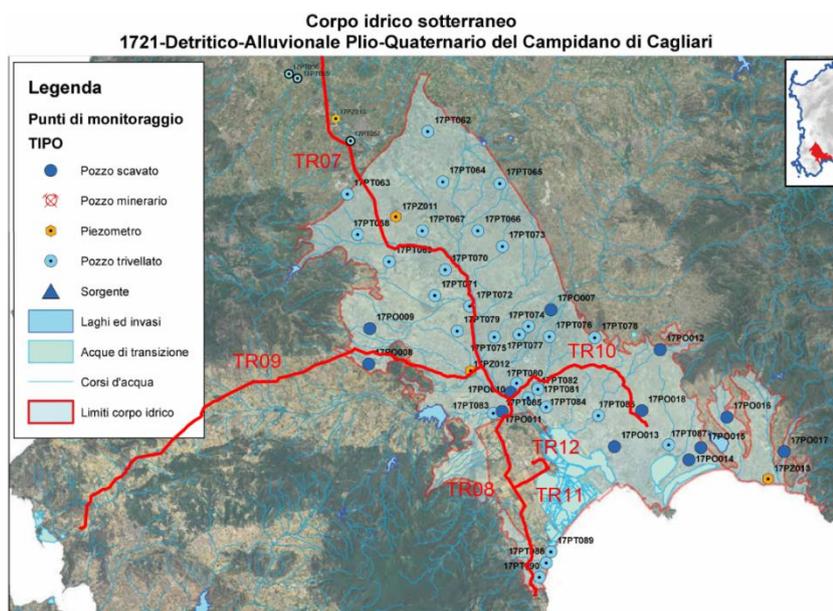
L'ampio Golfo di Cagliari è interrotto al centro dal promontorio del Capo Sant'Elia risultando così diviso in due golfi minori: quello di Quartu, ad oriente, e quello di Cagliari. Nella pianura di Quartu Sant'Elena la falda freatica ha come acquifero la copertura alluvionale ma interessa pure la porzione sommitale del basamento arenaceo marnoso miocenico.

Si tratta in ogni caso di una falda con potenzialità ridotta: la potenza dello strato saturo è mediamente di 2 metri, con l'acqua che molto spesso presenta tenori di salinità elevati con residuo fisso intorno a 5 g/l. Tali dati evidenziano problematiche di intrusione salina, ben note nelle aree costiere della piana di Cagliari. Dalla forma delle isofreatiche si individua una zona di alimentazione lungo gli alvei dei rii Cungiaus e S. Giovanni.

La spaziatura fra le isofreatiche è regolare su un'ampia fascia della carta; un'unicavariazione apprezzabile si nota a oriente dell'allineamento Samassi, Serramanna, Villasor dove un aumento del gradiente idraulico si verifica in corrispondenza dell'affioramento della Formazione di Samassi.

Monitoraggio Chimico e Quantitativo

Le misure di soggiacenza della falda riassunte in RAS(2013) per i CIS Alluvionali Plio-Quaternari di Cagliari (1721), Macchiareddu (1722) e Sarroch (CIS 1723) sono relative a ai punti di monitoraggio presenti al 2011 (Figura 4.26 – Riquadri A, B, C).



(A)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 99 di 173	Rev. 0

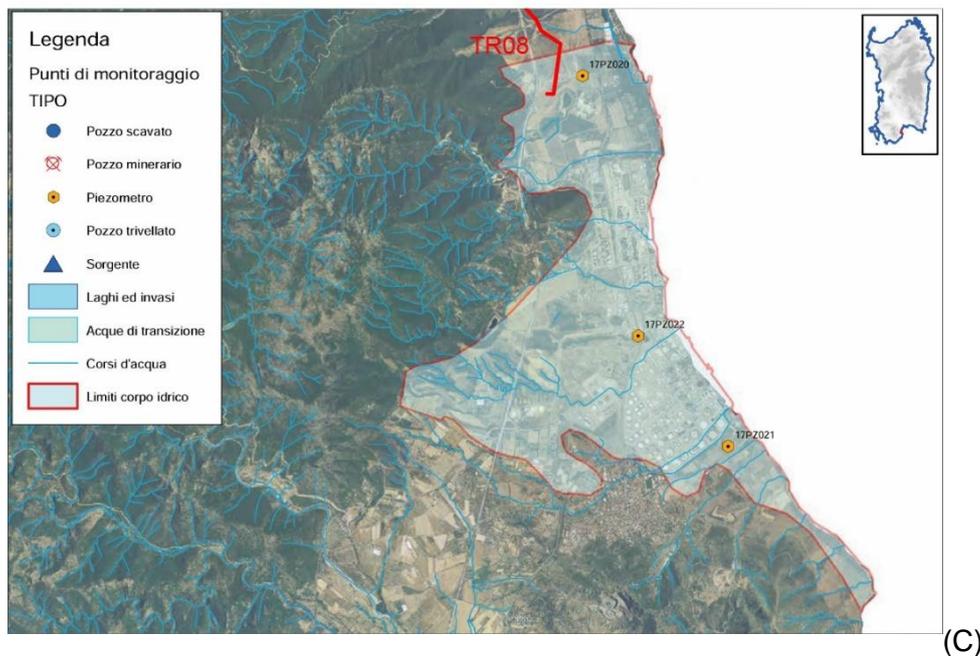
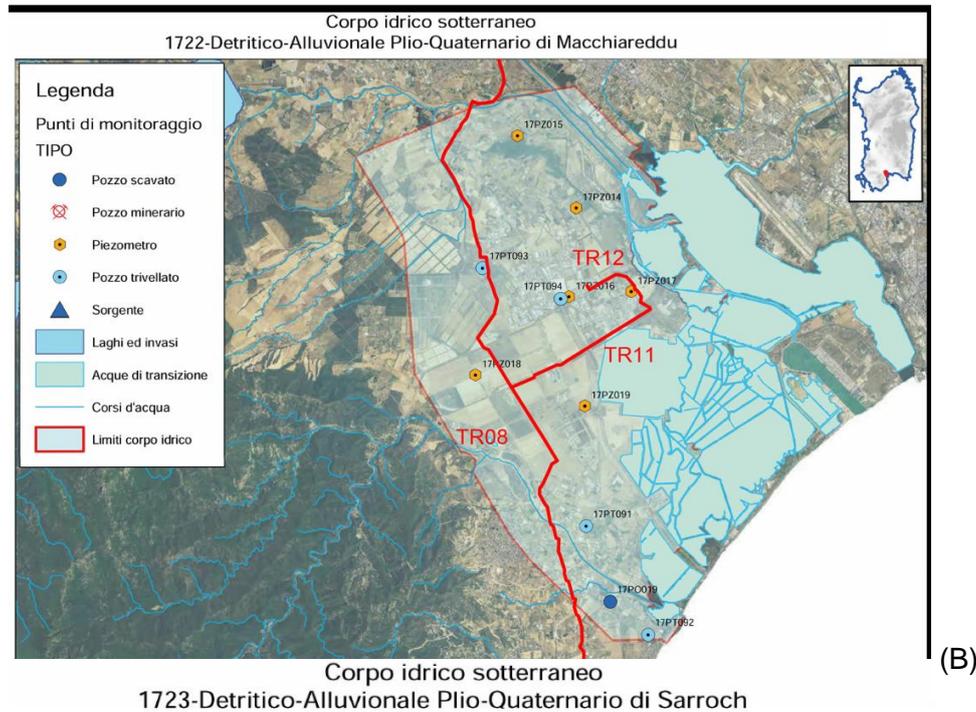


Figura 4.26: Punti di Monitoraggio - Corpi Idrici Sotterranei (CIS) dell'acquifero del Campidano di Cagliari: Cagliari (ID 1721), Macchiareddu (ID 1722) e Sarroch (ID 1723)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 100 di 173	Rev. 0

I dati di soggiacenza relativi all'anno 2011 sono riassunti nelle Tabelle 4.9, 4.10 e 4.11 per i CIS 1721, 1722 e 1723, rispettivamente, dove i dati relativi ai pozzi localizzati in prossimità del tracciato sono evidenziati in grassetto. Dall'analisi dei dati emerge che:

- per il CIS 1721 (Cagliari): le soggiacenze misurate variano da un min di 0,5 m da p.c. (17PZ013, Quartu Sant'Elena) ad un massimo di 13,7 m da p.c. (17PT090, Capoterra) con un valor medio è pari a circa 4,3 m da p.c. (calcolato su tutti i dati di monitoraggio relativi a 44 pozzi/piezometri); da tali statistiche è stato escluso un valore isolato (anomalo) pari a 61 m da p.c. di soggiacenza misurata nel pozzo 17PT070 (Serramanna). In base ai dati disponibili le variazioni di soggiacenza misurate sui singoli pozzi considerando le variazioni stagionali (monitoraggio semestrale) variano tra 0 e 4,6 m;
- Per il CIS 1722 (Macchiareddu): le soggiacenze misurate variano da un min di 0,8 m da p.c. (17PZ015, Uta) ad un massimo di 14,8 m da p.c. (17PT093, Uta) con un valor medio è pari a circa 5,7 m da p.c. (calcolato su tutti i dati di monitoraggio relativi a 11 pozzi/piezometri). In base ai dati disponibili le variazioni di soggiacenza misurate sui singoli pozzi considerando le variazioni stagionali (monitoraggio trimestrale) variano tra 0,2 e 2,5 m;
- Per il CIS 1723 (Sarroch): le soggiacenze misurate variano da un minimo di 3 m da p.c. ad un massimo di 7,7 m da p.c. con un valor medio è pari a circa 4,6 m da p.c. (calcolato sui dati di monitoraggio relativi a 3 piezometri). In base ai dati disponibili le variazioni di soggiacenza misurate sui singoli pozzi considerando le variazioni stagionali (monitoraggio semestrale) variano tra 0,7 e 2 m.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 101 di 173	Rev. 0

Tabella 4.9: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Cagliari- ID 1721 (RAS, 2013)

Punto di monitoraggio	Coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Marzo 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
17PT062	1489056	4377255	Sanluri	24/03/2011			
17PT063	1480762	4370754	Villacidro	22/03/2011	4,60	20/09/2011	9,01
17PT064	1490601	4372026	Samassi	24/03/2011	3,90	27/09/2011	n.r.
17PT065	1496456	4371858	Serrenti	24/03/2011	2,45	29/09/2011	3,05
17PT066	1494222	4366946	Serramanna	24/03/2011	n.r.	22/09/2011	7,30
17PT067	1488483	4366944	Serramanna	28/03/2011	n.r.	29/09/2011	n.r.
17PZ011	1485738	4368388	Serramanna	23/03/2011	6,45	03/10/2011	8,28
17PT068	1481820	4366548	Villacidro	22/03/2011	0,60	20/09/2011	2,53
17PT069	1485050	4363750	Villacidro	22/03/2011	6,01	20/09/2011	7,31
17PT070	1490821	4362908	Serramanna	22/03/2011	61,53	22/09/2011	n.r.
17PT071	1489743	4360205	Villasor	23/03/2011	3,86	21/09/2011	n.r.
17PT072	1493335	4359085	Villasor	23/03/2011	2,10	21/09/2011	3,32
17PT073	1496730	4365320	Serramanna	21/03/2011			
17PO007	1501714	4358730	Monastir	23/03/2011	1,90	26/09/2011	3,00
17PT074	1499394	4357005	San Sperate	29/03/2011	7,10	22/09/2011	11,02

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 102 di 173	Rev. 0

Punto di monitoraggio	Coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Marzo 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)
17PT075	1495861	4355911	Villasor	29/03/2011	2,20	22/09/2011	3,64
17PT076	1501560	4355951	San Sperate	30/03/2011	3,45	29/09/2011	n.r.
17PT077	1498450	4356174	San Sperate	29/03/2011	3,20	22/09/2011	6,10
17PT078	1506254	4355849	Monastir	30/03/2011	n.r.	26/09/2011	n.r.
17PT079	1492060	4356548	Villasor	23/03/2011	0,64	21/09/2011	n.r.
17PO008	1482906	4353115	Siliqua	24/03/2011	1,15	20/09/2011	5,75
17PO009	1483040	4356800	Vallermosa	29/03/2011	1,40	21/09/2011	2,25
17PZ012	1493438	4352379	Villaspeciosa	06/04/2011	2,50	10/10/2011	5,20
17PT080	1498192	4351101	Decimomannu	28/03/2011	12,25	28/09/2011	n.r.
17PO010	1497564	4350166	Decimomannu	30/03/2011	1,22	28/09/2011	1,77
17PT081	1500384	4350663	Assemini	30/03/2011	n.r.	26/09/2011	n.r.
17PT082	1500385	4350487	Assemini	30/03/2011	8,10	26/09/2011	10,00
17PT083	1495755	4347996	Uta	28/03/2011	3,41	28/09/2011	n.r.
17PO011	1496669	4348167	Uta	31/03/2011	2,00	27/09/2011	2,45
17PT084	1501224	4348647	Assemini	28/03/2011	2,40	28/09/2011	3,37
17PT085	1499378	4349588	Assemini	28/03/2011	2,40	28/09/2011	n.r.
17PO012	1512964	4354575	Soleminis	06/04/2011	1,60	10/10/2011	3,50
17PT086	1506623	4347724	Sestu	31/03/2011	11,70	28/09/2011	n.r.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 103 di 173	Rev. 0

Punto di monitoraggio	Coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Marzo 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Sett 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)
17PO013	1508259	4344521	Cagliari	31/03/2011	7,75	26/09/2011	8,28
17PT087	1513858	4344678	Selargius	06/04/2011	1,10	04/10/2011	1,10
17PO014	1515939	4343145	Quartu Sant'Elena	04/04/2011	3,50	04/10/2011	n.r.
17PO015	1517168	4344382	Quartu Sant'Elena	12/04/2011	5,00	24/10/2011	5,75
17PZ013	1524056	4341143	Quartu Sant'Elena	12/04/2011	0,45	03/10/2011	2,20
17PO016	1519833	4347564	Maracalagonis	04/04/2011	3,50	03/10/2011	n.r.
17PO017	1525722	4343972	Quartucciu	04/04/2011	3,30	04/10/2011	n.r.
17PO018	1511057	4348244	Selargius	06/04/2011	1,00	04/10/2011	1,92
17PT088	1501210	4332439	Capoterra	12/04/2011	3,07	10/10/2011	n.r.
17PT089	1501705	4333574	Capoterra	05/04/2011	n.r.	10/10/2011	n.r.
17PT090	1500536	4330944	Capoterra	05/04/2011	13,74	05/10/2011	n.r.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 104 di 173	Rev. 0

Tabella 4.10: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Macchiareddu- ID 1722 (RAS, 2013)

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Luglio 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Ottobre 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
17PZ014	1499559	4344934	Assemini	07/04/2011	1,95	14/07/2011	2,50	05/10/2011	2,63
17PZ015	1498045	4346824	Uta	11/04/2011	0,80	14/07/2011	0,94	05/10/2011	1,00
17PZ016	1499373	4342620	Assemini	07/04/2011	3,10	13/07/2011	4,40	05/10/2011	5,55
17PZ017	1500983	4342749	Assemini	07/04/2011	3,00	14/07/2011	3,55	05/10/2011	3,85
17PZ018	1496948	4340592	Uta	07/04/2011					
17PT092	1501413	4333818	Capoterra	11/04/2011	n.r.	13/07/2011	n.r.	06/10/2011	n.r.
17PO019	1500428	4334671	Capoterra	11/04/2011	6,60	13/07/2011	7,62	10/10/2011	7,65
17PZ019	1499781	4339781	Assemini	11/04/2011	9,50	13/07/2011	10,84	06/10/2011	11,62
17PT093	1497136	4343369	Uta	07/04/2011	12,90	19/07/2011	14,80	10/10/2011	n.r.
17PT094	1499162	4342575	Assemini	07/04/2011	n.r.	14/07/2011	n.r.	05/10/2011	n.r.
17PT091	1499812	4336648	Capoterra	07/04/2011	n.r.			06/10/2011	n.r.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 105 di 173	Rev. 0

Tabella 4.11: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Sarroch- ID 1723 (RAS, 2013)

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Luglio 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
17PZ020	1500457	4329343	Sarroch	12/04/2011	5,60	06/10/2011	7,70
17PZ021	1502220	4324820	Sarroch	12/04/2011	2,95	06/10/2011	4,36
17PZ022	1501127	4326169	Sarroch	12/04/2011	3,10	06/10/2011	3,83

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 106 di 173	Rev. 0

Sono inoltre disponibili dati relativi al monitoraggio quantitativo (andamento soggiacenza e conducibilità) e monitoraggio chimico su differenti parametri per gli anni 2011-2013 nell'Appendice A (Sintesi del monitoraggio 2011/2013 - Schede percorpo idrico) del Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2014).

L'andamento soggiacenza e conducibilità sui pozzi più prossimi al tracciato nel triennio 2011-2013 (RAS, 2014) è riportato nei grafici seguenti. Si evince che le variazioni dei valori di soggiacenza misurate nel corso degli anni nei punti più prossimi al tracciato possono raggiungere i 5-10 m (e.g., 17PT063 e 17PT079) nel CIS 1721, fino a circa 2 m nel CIS 1722 e 3 m (piezometro 17PZ020) nel CIS 1723.



PROGETTISTA



COMMESSA

5663

UNITÀ

000

LOCALITÀ

REGIONE SARDEGNA

Doc. RT-002

PROGETTO / IMPIANTO

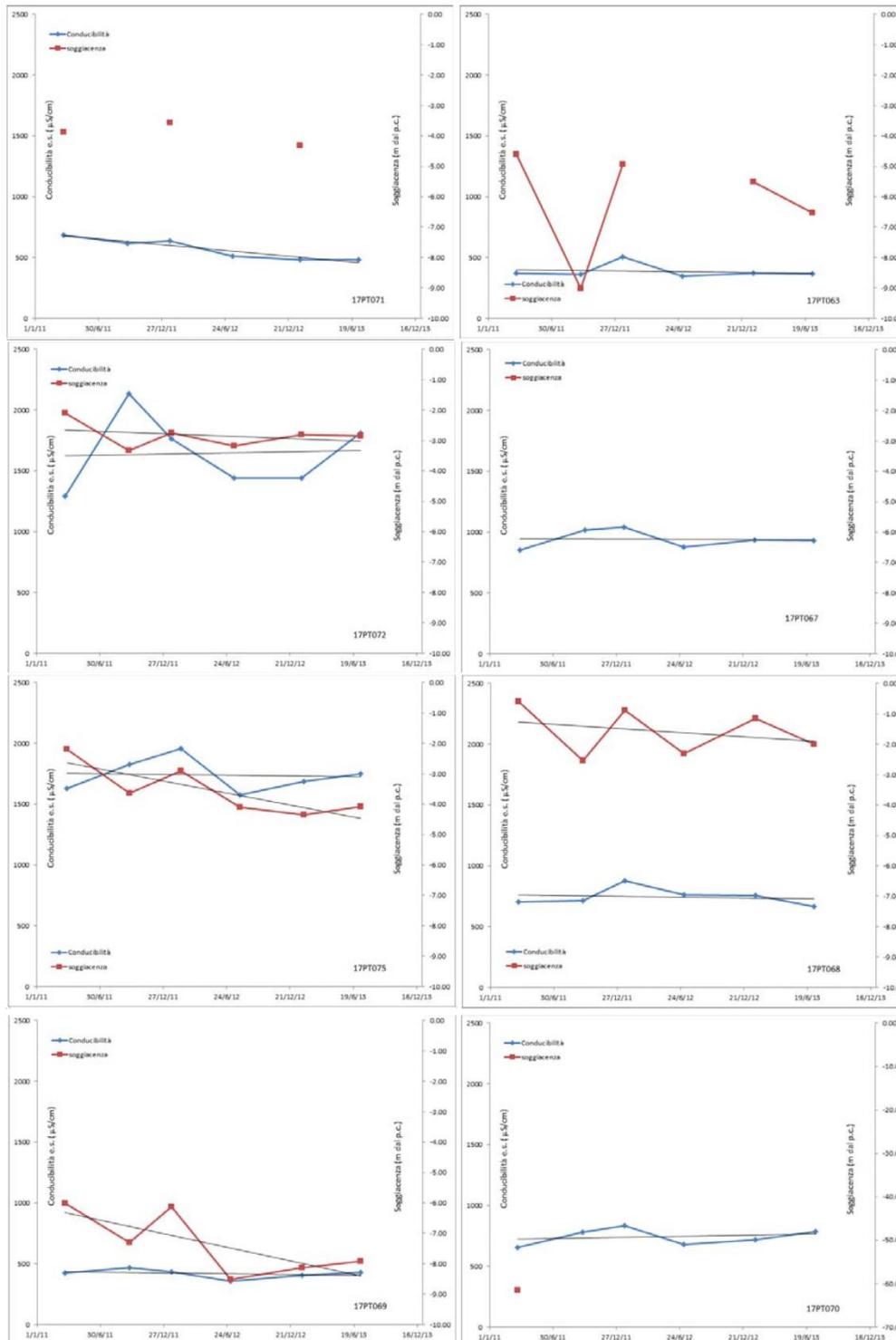
SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE
SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD

Pag. 107 di 173

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Rev.
0

Monitoraggio Quantitativo CIS 1721



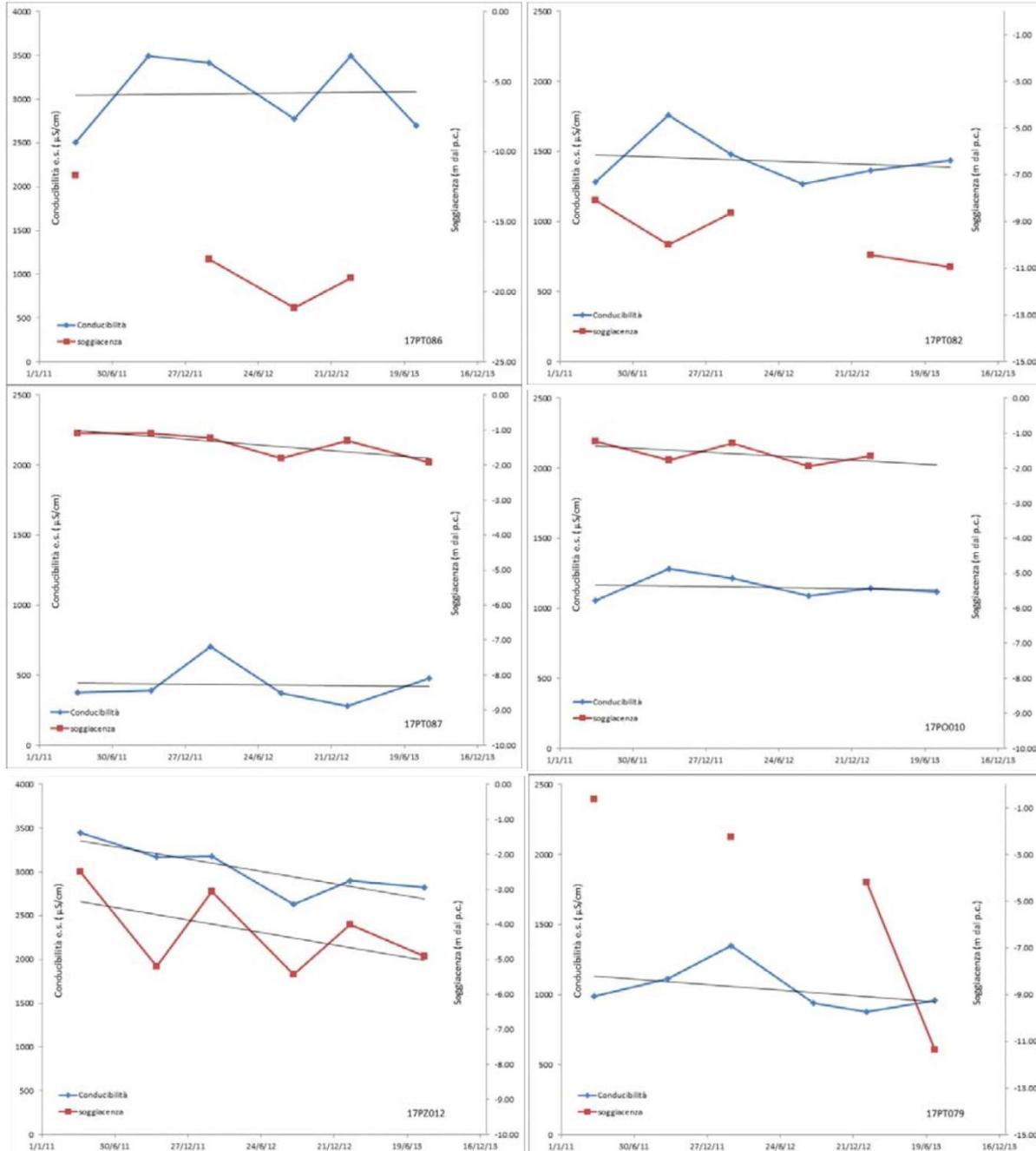


Figura 4.27: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Cagliari (ID 1721) – Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 109 di 173	Rev. 0

Monitoraggio Quantitativo CIS 1722

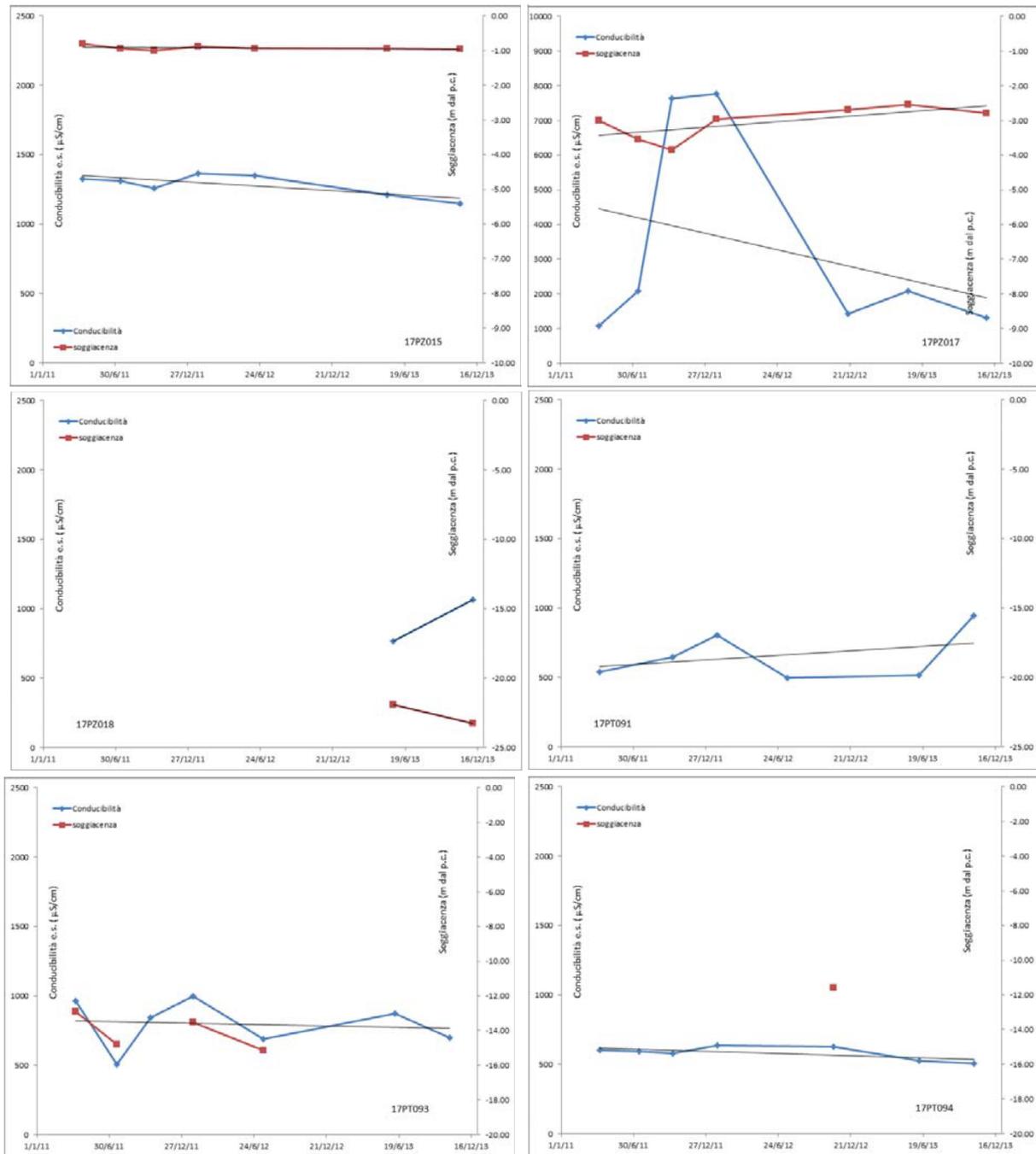


Figura 4.28: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Macchiareddu (ID 1722) – Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 110 di 173	Rev. 0

Monitoraggio quantitativo CIS 1723

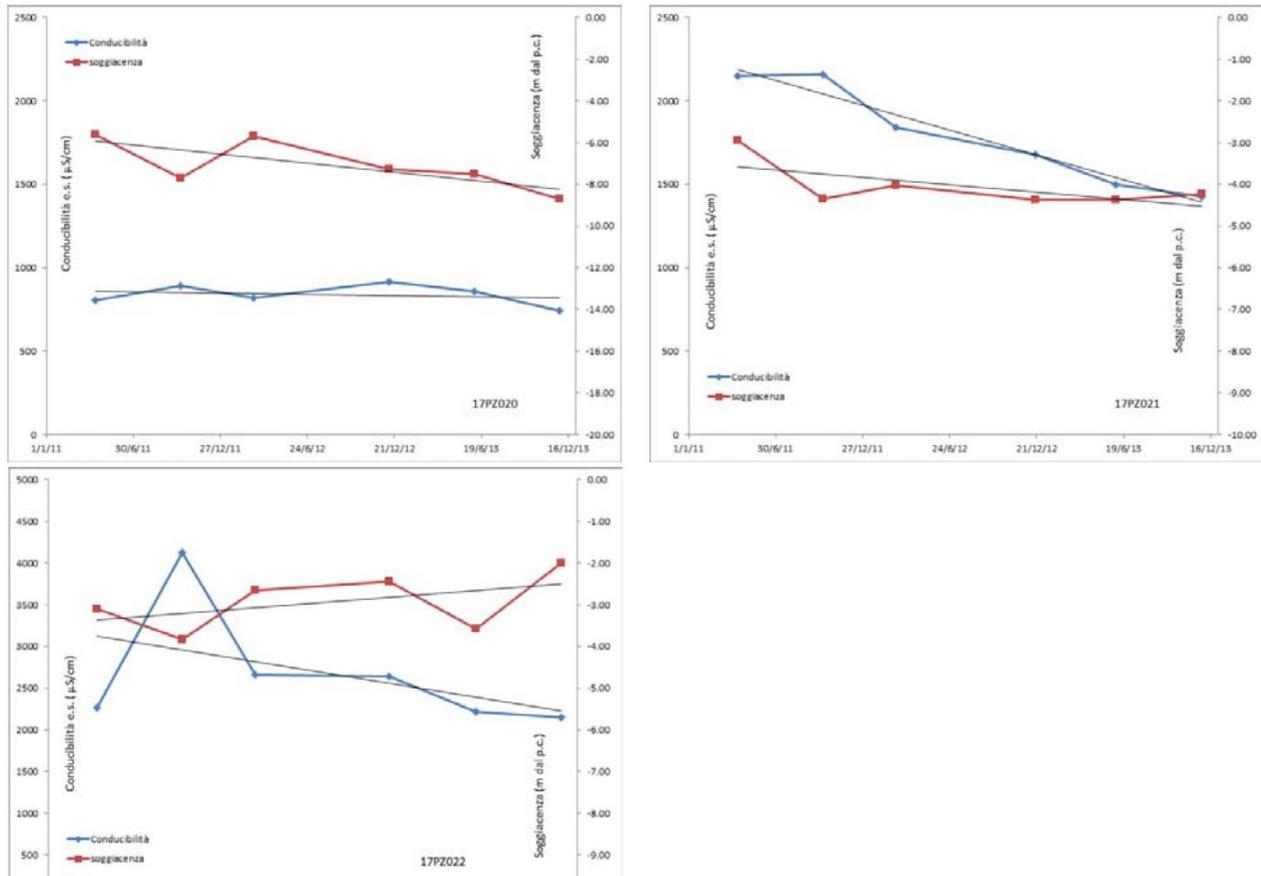


Figura 4.29: Monitoraggio Quantitativo – CIS di Sarroch (ID 1723) – Pozzi Prossimi al Tracciato - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)

La seguente Figura riporta inoltre i risultati del monitoraggio chimico sulla rete di punti di monitoraggio operativo presenti al 2013. I monitoraggi quantitativi indicano che per i tre bacini esaminati il maggior numero di eccedenze dei valori soglia (D.Lgs 30/2009) si registra per i parametri nitrati (NO_3), Cloruro (Cl^-) Conducibilità elettrica specifica (CES), e solfati (SO_4).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 111 di 173	Rev. 0

Corpo idrico 1721 - Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano di Cagliari

Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	51	49*

* 17PO011 e 17PO007 solo monitoraggio quantitativo

parametri che superano il valore soglia D,Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CEs (mg/L)	2500	1875	694	22000	749	680	12	24,5%	SI
NO ₃ (mg/L)	50,0	37,5	44,7	127	49,8	47,5	22	44,9%	NO
NH ₄ (mg/L)	0,50	0,38	0,14	21,0	0,52	0,03	3	6,12%	SI
F (mg/L)	1,50	1,13	0,13	6,20	0,15	0,14	3	6,12%	SI
Cl (mg/L)	250	188	104	6744	106	108	19	38,8%	SI
NO ₂ (mg/L)	0,50	0,38	0,25	2,30	0,57	0,01	2	4,08%	NO
SO ₄ (mg/L)	250	188	65,8	2299	69,0	67,0	9	18,4%	SI
B (µg/L)	1000	750	952	1998	2467	311	1	2,04%	SI
As (µg/L)	10,0	7,50	3,01	32,0	4,23	0,50	2	4,08%	SI
Hg (µg/L)	1,00	0,75	0,15	4,00	0,30	0,10	1	2,04%	SI

* Limite di confidenza superiore al 95% della media

** L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Nota: B, As e Hg sono stati analizzati solo su un gruppo limitato di punti di campionamento in accordo con le evidenze emerse dai precedenti campionamenti e/o dall'analisi delle pressioni.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 112 di 173	Rev. 0

Corpo idrico 1722 - Detritico-Alluvionale Plio Quaternario di Macchiareddu

Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	28	28

parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore e soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	5231	58830	10818	1216	9	32,1%	SI
NO ₃ (mg/L)	50,0	37,5	30,0	75,3	35,7	28,3	7	28,0%	NO
NH ₄ (mg/L)	0,50	0,38	0,12	4,60	0,31	0,03	2	7,14%	SI
F (mg/L)	1,50	1,13	17,0	1280	50,0	0,26	5	17,9%	SI
Cl (mg/L)	250	188	1885	25926	4342	220	13	46,4%	SI
NO ₂ (mg/L)	0,50	0,38	0,08	8,60	0,30	0,01	1	3,57%	NO
SO ₄ (mg/L)	250	188	404	6715	789	114	8	28,6%	SI
B (µg/L)	1000	750	855	5437	1713	340	1	3,57%	SI
As (µg/L)	10,0	7,5	2,05	51,0	4,85	0,50	2	7,14%	SI
Cd (µg/L)	5,00	3,8	1,43	28,0	2,43	0,25	2	7,14%	SI
Hg (µg/L)	1,00	0,75	1,76	77,0	4,39	0,10	1	3,57%	SI
Ni (µg/L)	20,0	15,0	6,70	186	16,3	0,63	2	7,14%	SI
Toluene (µg/L)	15,0	11,3	8,59	971	36,1	0,50	1	3,57%	NO
Para-xilene (µg/l)	10,0	7,5	1,04	65,2	2,87	0,50	1	3,57%	NO
Triclorometano (µg/l)	0,15	0,11	1,39	141	5,60	0,15	4	14,3%	NO
1,2-Dicloroetano (µg/l)	3,00	2,3	2,33	209	8,53	0,50	1	3,57%	NO
Tricloroetilene (µg/l)	1,50	1,13	7,76	798	33,6	0,15	3	10,7%	NO
Esaclorobutadiene (µg/l)	0,15	0,11	3,86	339	16,7	0,001	4	14,3%	NO
Dibromoclorometano (µg/l)	0,13	0,10	1,04	73,1	4,48	0,01	2	7,14%	NO
Bromodichlorometano (µg/l)	0,17	0,13	2,50	189	11,0	0,03	6	21,4%	NO
Pentaclorobenzen e (µg/l)	5,00	3,8	6,82	215	29,8	0,004	2	7,14%	NO
Esaclorobenzene (µg/l)	0,010	0,008	3,32	170	14,6	0,003	3	10,7%	NO

* Limite di confidenza superiore al 95% della media

** L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Nota: pesticidi e Composti Organici sono stati analizzati solo su un gruppo limitato di punti di campionamento in accordo con le evidenze emerse dai precedenti campionamenti e/o dall'analisi delle pressioni.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 113 di 173	Rev. 0

Corpo idrico 1723 - Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Sarroch

Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	17	14*

*17PZ047; 17PZ051; 17PZ057: non svolta l'attività prevista per il 2013 per motivi tecnici.

parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	6576	50900	1437	1759	7	50,0%	SI
F (mg/L)	1,50	1,13	0,57	4,50	1,28	0,35	3	21,4%	SI
Cl (mg/L)	250	188	2383	21773	5874	231	7	50,0%	SI
SO ₄ (mg/L)	250	188	471	2851	901	183	7	50,0%	SI
B (µg/L)	1000	750	4488	6302	5922	5022	2	14,3%	SI
As (µg/L)	10,0	7,50	2,27	17,0	5,10	1,00	1	7,14%	SI
Hg (µg/L)	1,00	0,75	1,43	23,0	5,82	0,13	1	7,14%	SI
Pb (µg/L)	10,0	7,5	5,75	93,0	23,6	0,50	1	7,14%	SI
Esaclorobutadiene (µg/l)	0,15	0,11	0,11	1,27	0,30	0,001	3	21,4%	NO

* Limite di confidenza superiore al 95% della media

** L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Note: B, e Composti Organici sono stati analizzati solo su un gruppo limitato di punti di campionamento in accordo con le evidenze emerse dai precedenti campionamenti e/o dall'analisi delle pressioni.

Figura 4.30: Monitoraggio Chimico – CIS di Cagliari (ID 1721), Macchiareddu (ID 1722) e Sarroch (ID 1723) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)

In base alle conclusioni riportate in RAS (2016) per i 3 CIS esaminati afferenti all'Acquifero del Campidano di Cagliari, i monitoraggi quantitativi e qualitativi effettuati (fino al 2015)⁵ evidenziano al 2016 pressioni significative sia sullo stato chimico sia sullo stato quantitativo dei tre corpi idrici, come riportato nella seguente tabella.

⁵ Dati non disponibili

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 114 di 173	Rev. 0

Tabella 4.12: Pressioni significative individuate in ciascun corpo idrico (RAS, 2016)

Cod_CIS	Denominazione	Pressioni Significative sullo Stato Chimico	Pressioni Significative sullo Stato Quantitativo
1721	Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano di Cagliari	<ul style="list-style-type: none"> Puntuale – Impianti didepurazione; Diffusa – Agricoltura; Diffusa – Scarichi non allacciati alla fognatura 	--
1722	Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Macchiareddu	<ul style="list-style-type: none"> Puntuale – Siti Contaminati/Siti industriali dismessi; Diffusa – Agricoltura; Diffusa - Siti Contaminati/Siti industriali dismessi 	<ul style="list-style-type: none"> Prelievi/Deviazione della direzione di flusso – Approvvigionamento idrico o pubblico 3.1 Prelievi/Deviazione della direzione di flusso - Agricoltura; Prelievi/Deviazione della direzione di flusso - Industria; Prelievi/Deviazione della direzione di flusso - altro
1723	Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Sarroch	<ul style="list-style-type: none"> Puntuale – Impianti industriali soggetti alla Direttiva emissioni industriali (2010/75/CE) Puntuale – Siti Contaminati/Siti industriali dismessi; Diffusa – Siti Contaminati/Siti industriali dismessi 	<ul style="list-style-type: none"> Prelievi/Deviazione della direzione di flusso - Agricoltura; Prelievi/Deviazione della direzione di flusso - Industria Prelievi/Deviazione della direzione di flusso - altro

Il complesso detritico-carbonatico oligo-miocenico del Campidano Orientale (ID 24) ed in particolare i CIS di Golfo di Quartu (ID 2411) e Parteolla-Trexenta (ID 2412, Figura 4.31) sono intersecati dal tracciato nel settore iniziale del tronco TR10 (Allacciamento Cagliari – Monserrato). I dati di soggiacenza disponibili per entrambi i CIS sono riportati nelle tabelle seguenti.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 115 di 173	Rev. 0

Corpo idrico sottterraneo
2412-Detritico-Carbonatico Oliigo-Miocenico del Parteolla-Trexenda

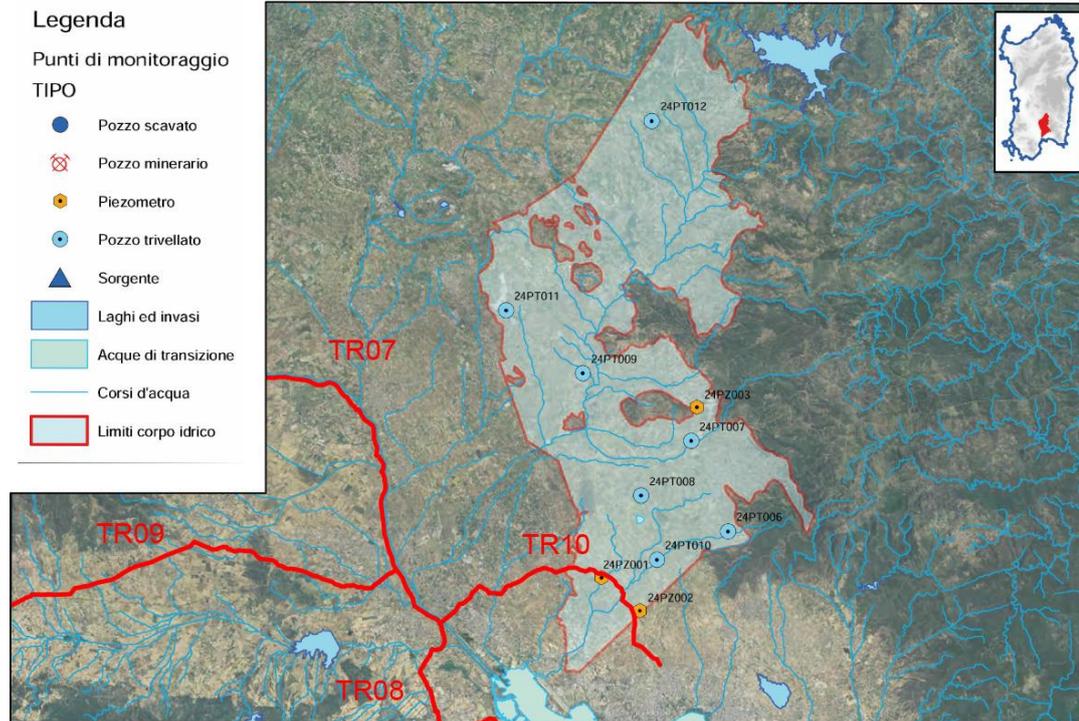


Figura 4.31: Punti di Monitoraggio - Corpo Idrico Sottterraneo (CIS) di Parteolla-Trexenda (ID 2412)

Tabella 4.13: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Golfo di Quartu (ID 2411)

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Maggio 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Dic 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
24PT001	1518663	4350872	Sinnai				
24PT002	1522922	4342223	Quartu Sant'Elena	25/05/2011	34,60	13/12/2011	33,37
24PT003	1526841	4340096	Quartu Sant'Elena				
24PT004	1510196	4343273	Cagliari	25/05/2011	3,15	13/12/2011	4,56
24PT005	1508341	4343388	Cagliari				

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 116 di 173	Rev. 0

Tabella 4.14: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Parteolla-Trexenta (ID 2412)

ID punto di monitoraggio	coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Maggio 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Dic 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
24PZ001	1507786	4352344	Sestu				
24PZ002	1510293	4350190	Selargius	25/05/2011	9,35	13/12/2011	9,95

4.2.2 Piana del Cixerri

Il settore di tracciato della Bretella del Sulcis (TR09); attraversa la macro-area idrogeologica della Valle del Cixerri (Figura 4.32) che ospita il Complesso Acquifero Detritico-alluvionale Plio-quaternario del Cixerri (n°16).

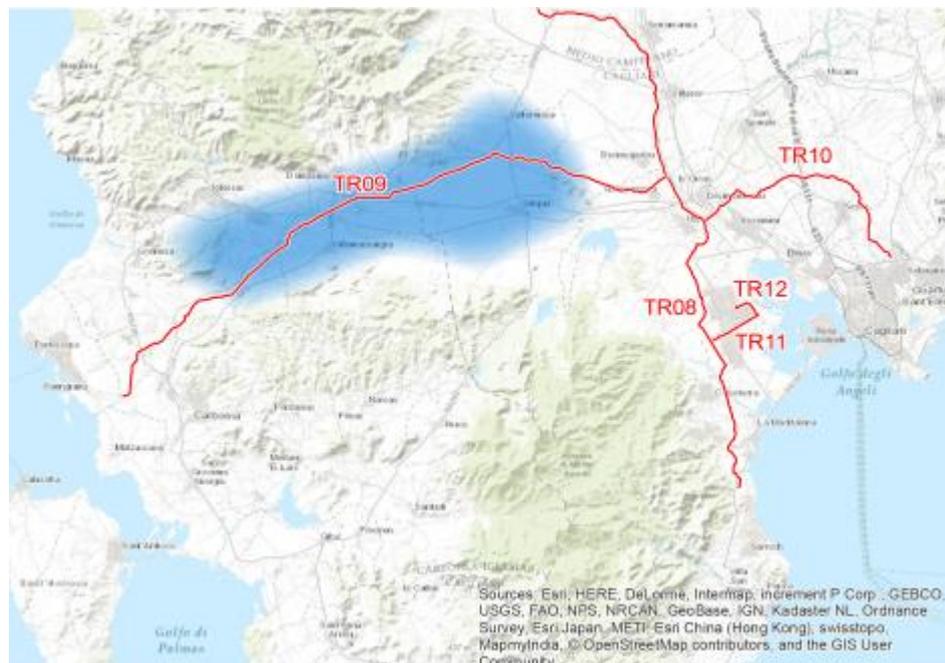


Figura 4.32: Macro-Area Idrogeologica della Valle del Cixerri e Localizzazione del Tracciato (Tratto Interessato TR09)

La piana del Cixerri deriva da un'originaria fossa tettonica, con andamento E-W, e si estende a Est dell'abitato di Iglesias, innestandosi ortogonalmente alla piana del Campidano. Il limite geomorfologico che separa la fossa tettonica del Cixerri dalla piana del Campidano è rappresentato, come anticipato al Par. 4.2.1.2, dalla "Soglia di Siliqua"

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 117 di 173	Rev. 0

(Figura 4.33); talesoglia strutturale, che si estende da Vallermosa a Siliqua, è costituita da una serie di colline allineate in direzione NW-SE, aventi un'altitudine mediata di 150-200 m pressoché alla culmine del basamento paleozoico. La morfologia diviene montuosa ai lati N e S della valle dove pure affiorano rocce del basamento metamorfico paleozoico. La fossa del Cixerri è stata poi colmata da sedimenti argillosi e detriti di età terziaria e quaternaria.

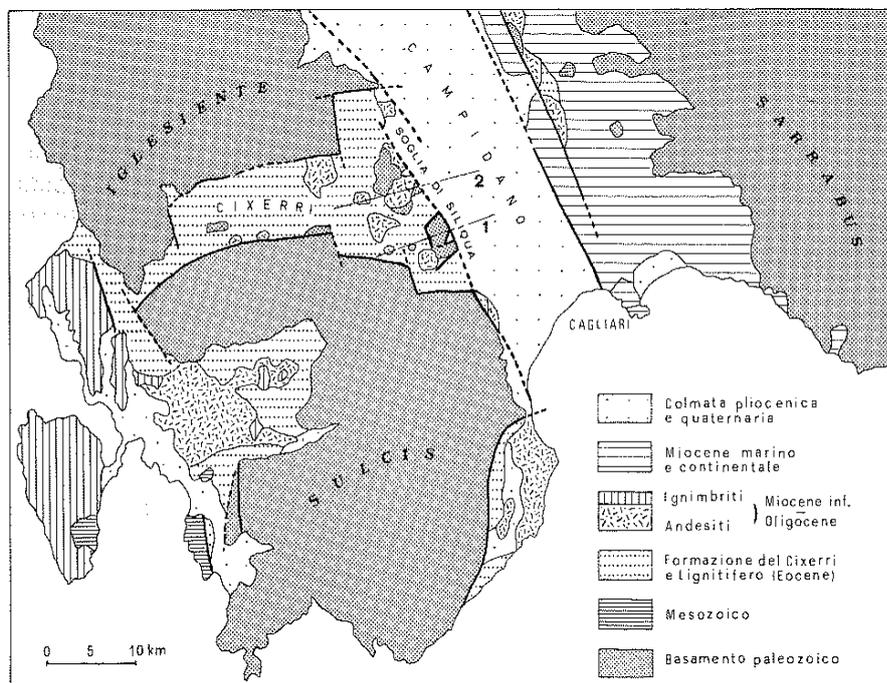


Figura 4.33: Soglia di Siliqua che separa il graben del Campidano dalla Fossa Tettonica del Cixerri

Verso occidente, l'anticlinale arenacea di Genna Luas, localizzata a sud dell'abitato di Iglesias, ad asse N-S, delimita occidentalmente la piana del Cixerri (Figura 4.34), e rappresenta un'importante soglia idrogeologica che divide il bacino del Cixerri da quello Carbonatico ad ovest di Iglesias (Bianco 2006; Secci, 2010). Questo alto strutturale costituito da arenarie cambriche, costituisce infatti un confine naturale quasi invalicabile tra il bacino carbonatico dell'Anello Metallifero drenato dagli impianti di Monteponi e le acque circolanti nelle stesse formazioni al di sotto della coltre alluvionale del Cixerri.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 118 di 173	Rev. 0

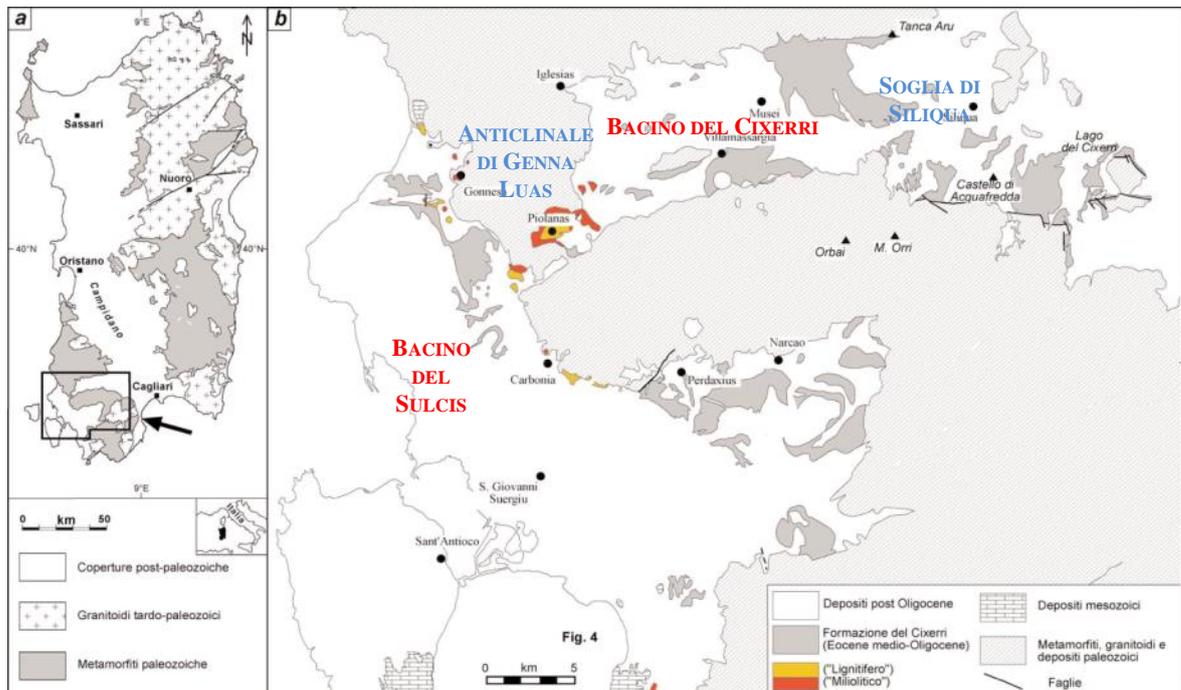


Figura 4.34: Anticlinale di Genna Luas che delimita occidentalmente la Fossa Tettonica del Cixerri

4.2.2.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

Le unità geologiche distinte nella valle del Cixerri sono rappresentate da (Figura 4.35):

- Depositi quaternari;
- Successione vulcano-sedimentaria terziaria;
- Complesso intrusivo e filoniano tardo paleozoico;
- Basamento metamorfico paleozoico.

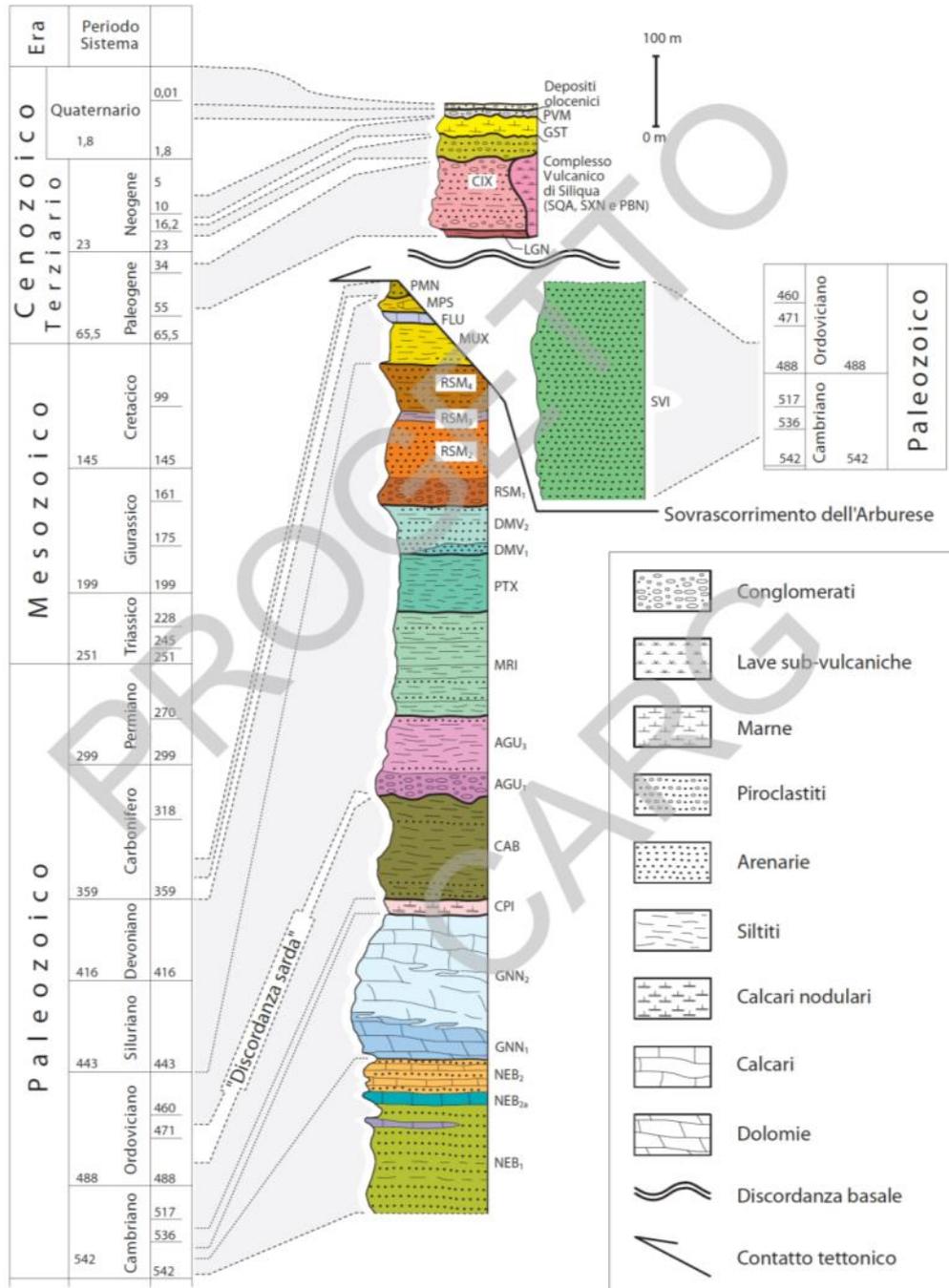
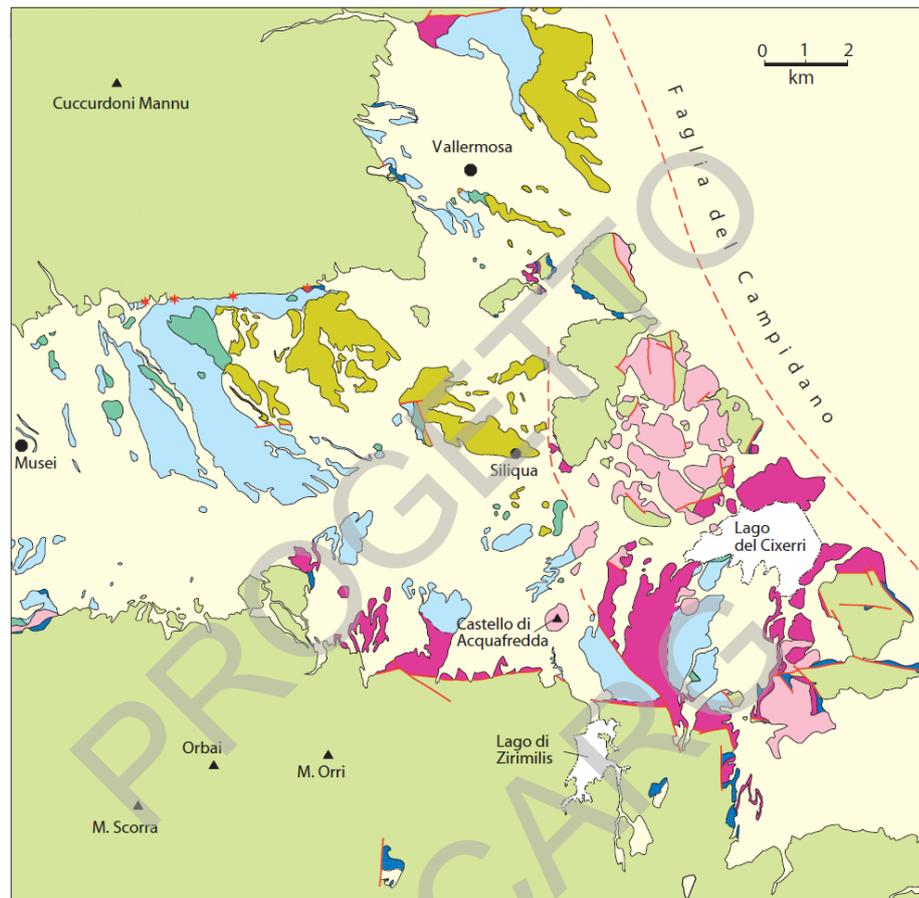


Figura 4.35: Successione Stratigrafica nella Valle del Cixerri

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 120 di 173	Rev. 0

I **depositi quaternari** (in giallo chiaro in Figura 4.36) sono costituiti da: (i) depositi alluvionali del pleistocene Superiore del Sistema di Portovesme e (ii) depositi alluvionali olocenici.



Legenda

	Depositi quaternari (Pleistocene sup. - Olocene)		(a) arenarie quarzoso-feldspatiche; (b) conglomerati
	Piroclastiti di Siliqua (? Oligocene Sup. - ? Miocene Inf.)		argille ed arenarie violacee
	Complesso vulcanico di Siliqua (Oligocene Sup.)		conglomerati a quarzo e liditi
			Affioramenti del Lignifero <i>Auct.</i> (Eocene Inf.-medio)
			Basamento metamorfico paleozoico (Cambriano-Carbonifero)
			Faglie

Figura 4.36: Carta Geolitologica del Settore Orientale della Fossa Tettonica del Cixerri

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 121 di 173	Rev. 0

Il Sistema di Portovesme (SVM), ed in particolare il subsistema di Portoscuso (PVM2), affiora estesamente lungo la valle del Cixerri. Il subsistema di Portoscuso è rappresentato da depositi di conoide alluvionale (PVM2a) costituiti prevalentemente da ghiaie grossolane, sino alla taglia dei blocchi, a spigoli subangolosi e subarrotondati. I sedimenti più fini, rappresentati da sabbie grossolane sono sempre molto subordinati e si presentano in lenti e livelli intercalati ai livelli ghiaiosi.

Nei pressi dei versanti, in alcune località, sono presenti intercalazioni di lenti di ghiaie con clasti angolosi e subangolosi a confermare, oltre che un limitato trasporto, la contemporanea presenza di processi di degradazione fisica, verosimilmente crioclastismo, sui versanti limitrofi.

Da un punto di vista stratigrafico questi sedimenti: a) costituiscono l'unità alluvionale precedente l'Olocene; b) sono stati messi in posto in condizioni aride e fredde e prima della loro messa in posto ai piedi dei versanti sono stati modellati pediment più o meno estesi.

La **successione vulcano-sedimentaria terziaria** della valle del Cixerri è rappresentata dai depositi clastici della Formazione del Cixerri (alternanze di arenarie, silt e argille di colore variabile dal grigio al rosso mattone talvolta violaceo) che vengono intrusi dalle andesiti ipoabissalicalcaline del complesso vulcanico di Siliqua.

La Formazione del Cixerri (CIX, Eocene medio-Oligocene Sup) costituisce il substrato di tutta la valle del Cixerri, con notevoli potenze osservabili dalle stratigrafie dei sondaggi (Figura 4.37), ma affiora in modo assai discontinuo nella valle del Cixerri poiché quasi sempre ricoperta, sebbene con spessori limitati, da depositi quaternari (subsistema di Portoscuso e sedimenti olocenici, giallo chiaro in Figura 4.36).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 122 di 173	Rev. 0

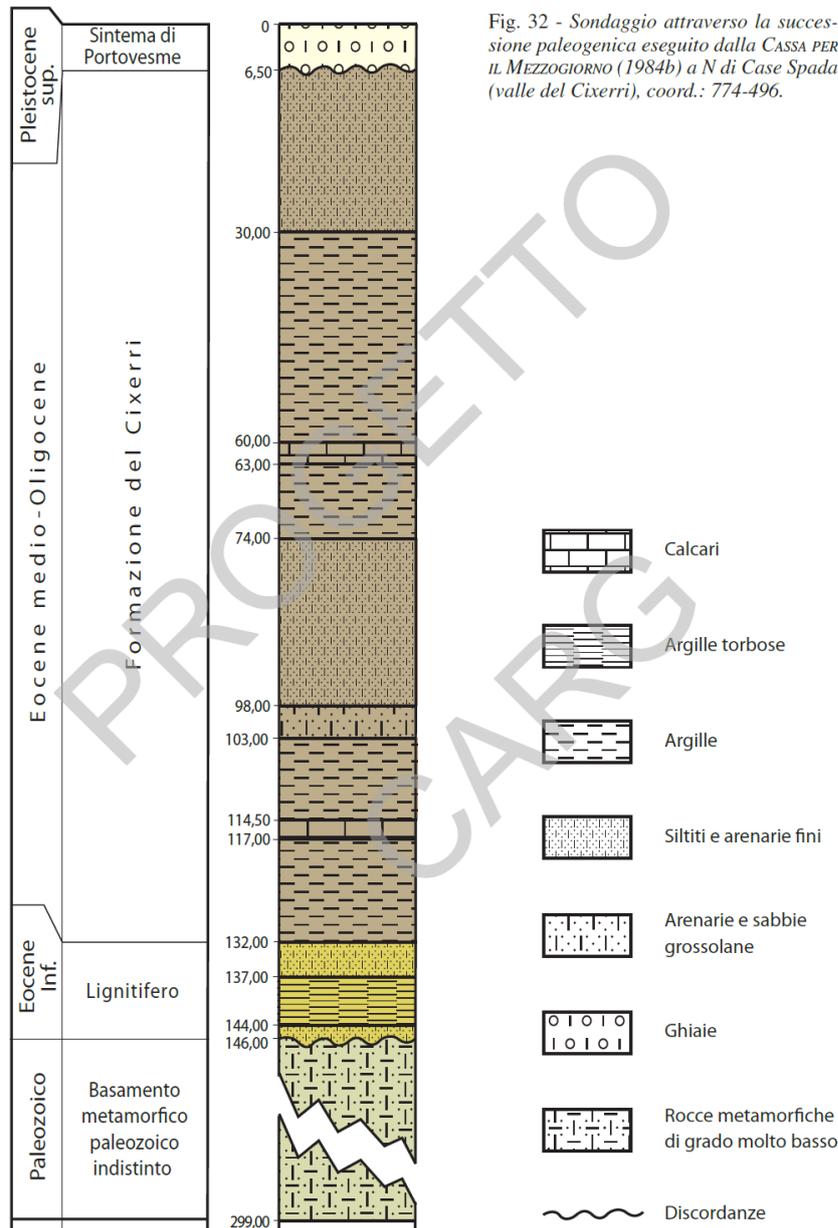


Figura 4.37: Successione stratigrafica nella Valle del Cixerri (Pozzo CasMez a Nord di Case Spada)

La formazione del Cixerri è costituita alla base da brecce e conglomerati, marne e argille, spesso contenenti noduli ferruginosi, mentre verso l'alto compaiono arenarie quarzoso-feldspatiche varicolori (da grigio-verdastro a rosso violaceo) con frequenti intercalazioni di lenti e banchi di conglomerati (interpretati come paleoalvei).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 123 di 173	Rev. 0

Brecce e conglomerati si ritrovano costantemente alla base della formazione a contatto con le metamorfite paleozoiche, costituiti da frammenti di quarzo e liditi e rare metamorfite del basamento. Alle brecce e conglomerati basali sono intercalati sottili livelli di argilliti e siltiti con argille bentonitiche, noduli e incrostazioni ferruginose.

L'ambiente deposizionale è prevalentemente continentale e riconducibile ad una deposizione fluvio-lacustre, in un vasto sistema di piana alluvionale con carattere distale in un clima temperato-caldo e umido (Barca et al, 1973).

Lo spessore massimo osservabile in affioramento è di 40m (M. Gioiosa Guardia), tuttavia la formazione presenta potenze notevoli osservabili in sondaggio. Ad esempio, nel sondaggio presso Rio Caddeo, al centro della valle del Cixerri (stratigrafia di Figura 4.37), dopo una decina di metri di copertura quaternaria, sono stati attraversati circa 140 m di alternanze di livelli arenacei e siltosi (Formazione del Cixerri), prima di arrivare ad alcuni metri di Lignitifero, e quindi alle metamorfite paleozoiche. Nei sondaggi eseguiti nel bacino del Sulcis (si veda successivo Par.4.2.3) sono stati attraversati spessori della Formazione del Cixerri fino a 300 m circa (Murru e Salvadori, 1987).

4.2.2.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

Permeabilità delle Formazioni

La Formazione del Cixerri è caratterizzata da permeabilità praticamente nulla e nella valle omonima rappresenta il substrato impermeabile degli acquiferi alluvionali quaternari. Nella valle del Cixerri **l'acquifero principale è costituito dai depositi alluvionali olocenici e dalle conoidi terrazzate del Pleistocene superiore (Sintema di Portovesme)** soprattutto alla base dei rilievi dove queste hanno granulometria grossolana. Come evidenziato nelle stratigrafie riportate al precedente paragrafo, le potenze di questi depositi quaternari nella valle del Cixerri sono solitamente ridotte.

Considerato l'esiguo spessore dei depositi quaternari e la bassa permeabilità della sottostante formazione del Cixerri, gli acquiferi nella valle del Cixerri non hanno una particolare rilevanza, a differenza del Campidano dove i depositi alluvionali olocenici (che poggiano sui depositi clastici della parte alta della formazione di Samassi) hanno potenze maggiori.

Le litologie paleozoiche che delimitano la valle dei Cixerri costituiscono in genere acquiferi poco interessanti e difficilmente sfruttabili. In alcune aree però sono sede di emergenze termali come lungo i bordi della valle del Cixerri e del Campidano e nell'area della Soglia di Siliqua.

Sulla base della permeabilità, le litologie del Foglio Assemini sono state classificate nella maniera seguente (ISPRA, non datato, Foglio 556 Assemini):

1. alta permeabilità: depositi antropici (h1), depositi alluvionali (b), coltri eluvio- colluviali (b2), depositi di versante (a), depositi alluvionali terrazzati (bn), travertini (f1), sintema di Portovesme (PVM), calcari della formazione di Gonnese (membro del Calcarea ceroidale GNN2);

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 124 di 173	Rev. 0

2. permeabilità media: leucosienograniti (VLDc), leucomonzograniti (VLDb), formazione di Genna Muxerru (MUX), formazione di Rio San Marco (RSM), dolomie della formazione di Gonnesa (membro della Dolomia rigata GNN1);
3. permeabilità bassa: depositi palustri (e5), marne di Gesturi (GST), piroclastiti di Siliqua (SQA), daciti e andesiti di Monte Sa Pibionada (PBN), formazione del Cixerri (CIX), Lignitifero Auct. (LGN), arenarie di San Vito (SVI), formazione di Mason Porcus (MPS), formazione di Domusnovas (DMV), formazione di Portixeddu (PTX), formazione di Monte Orri (MRI), formazione di Monte Argentu (AGU), formazione di Cabitza (CAB), formazione di Campo Pisano (CPI), formazione di Nebida (NEB).

Piezometria e Direzione di Flusso

Come dallo schema idrogeologico relativo al settore Ovest della Valle del Cixerri, da Iglesias a Villamassargia (Figura 4.38), la direzione di deflusso principale è da NW verso SE (Bianco, 2006). Sposandosi verso est da Villamassargia verso il Campidano, come già mostrato nello schema idrogeologico del Foglio 556 Assemini (Figura 4.25), il flusso idrico sotterraneo attraverso la "Soglia di Siliqua" è generalmente diretto verso est, seguendo l'andamento generale dei corpi idrici superficiali con cui la falda è in contatto idraulico. Il recapito finale risulta quindi nella piana del Campidano dove la superficie freatica è posta a pochi metri dal piano campagna (circa 1-5 m).

Lungo il Riu Cixerri l'andamento delle curve non è ben marcato (Figura 4.38), sono infatti ridotte le relazioni tra il corso d'acqua e la falda, fatto questo da far risalire alla esigua potenza dei sedimenti quaternari sede dell'acquifero (ISPRA, non datato, Foglio 556 Assemini).

In generale, la falda freatica è alimentata quasi esclusivamente dalle piogge e non dall'acqua che potrebbe provenire dagli ampi bacini calcareo-dolomitici delle montagne del gruppo del Marganai e dei dintorni di Iglesias. Negli ultimi decenni, stagioni particolarmente siccitose e prelievi indiscriminati hanno ridotto notevolmente la potenzialità dell'acquifero. In passato, infatti, esso dava origine a numerose manifestazioni sorgentizie, come ad esempio la sorgente di Caput Acquis, che già da qualche anno sono scomparse (ISPRA, non datato, "Fenomeni di Sprofondamento nella Regione Sardegna e Possibili Correlazioni con le Attività Minerarie").

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 125 di 173	Rev. 0

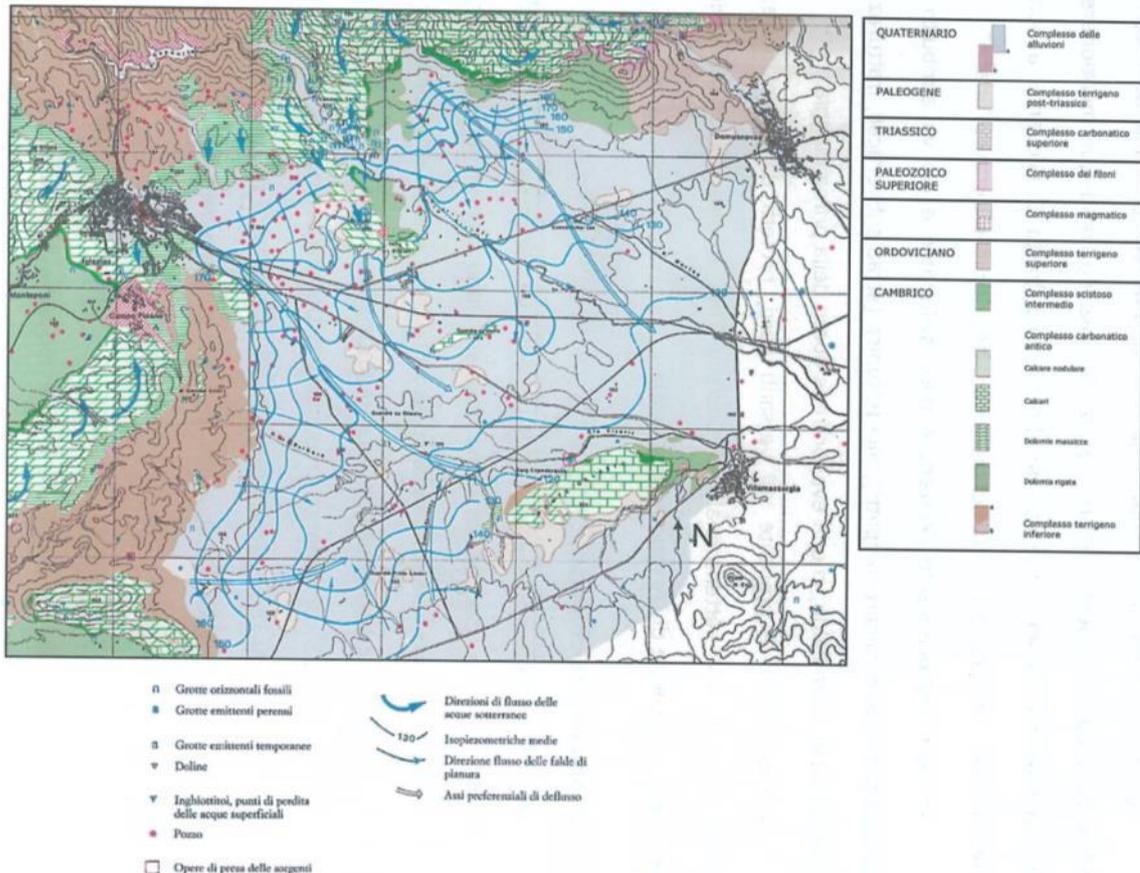


Figura 4.38: Schema Idrogeologico del Settore Ovest della Valle del Cixerri (Bianco, 2006)

Monitoraggio Chimico e Quantitativo

Le misure di soggiacenza della falda riassunte in RAS(2013) per il Corpo Idrico Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri (CIS 1611) sono relative a 19 punti di monitoraggio presenti al 2011 (Figura 4.39). I dati di soggiacenza (Tabella 4.15) indicano complessivamente (su 33 dati misurati) un valor medio pari a 2,2 m da p.c. e un intervallo min-max di 0,2-5,9 m da p.c.; considerando le variazioni stagionali (monitoraggio semestrale) si hanno le seguenti statistiche:

- Valor medio pari a 1,8 m da p.c. (min-max: 0,2-4,6 m da p.c.) in periodo primaverile (Apr-Mag); e
- Valor medio pari a 2,5 m da p.c. (min-max: 0,4-5,9 m da p.c.) in periodo autunnale (Ott-Nov).

La massima variazione stagionale di soggiacenza osservata è pari a 3,8 m sul punto di monitoraggio 16PO012 (Figura 4.39). I dati relativi ai pozzi localizzati in prossimità del tracciato sono evidenziati in grassetto nella Tabella seguente.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 126 di 173	Rev. 0

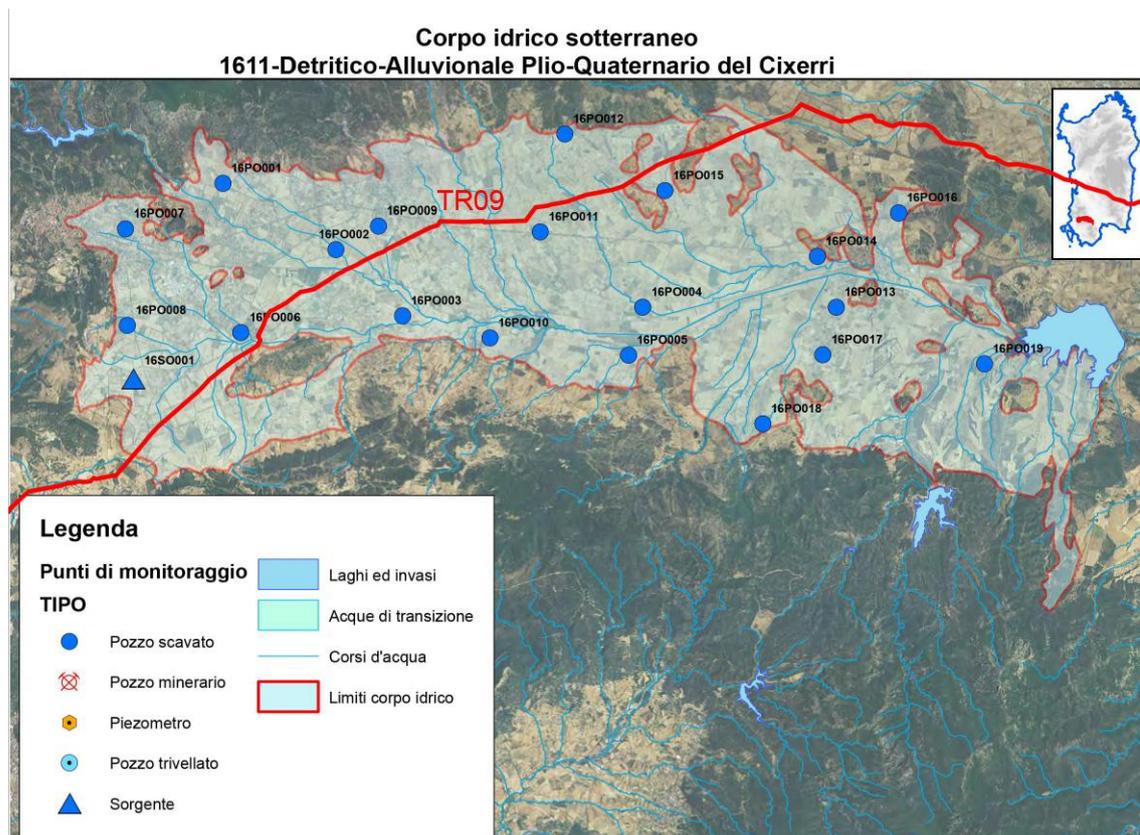


Figura 4.39: Punti di Monitoraggio - CIS del Cixerri (ID 1611)

Tabella 4.15: Dati 2011 di Soggiacenza/Portata per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri - ID 1611 (RAS, 2013)

Punto di monitoraggio	Coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr-Mag 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata Sorgente (L/s)	Data Misura (Sett-Nov 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Portata Sorgente (L/s)
16PO001	1464709	4352353	Iglesias	18/05/2011	1,60		07/11/2011	1,72	
16SO001	1462114	4346640	Carbonia	19/05/2011		n.r.	07/11/2011		n.r.
16PO002	1467993	4350427	Domusnovas	18/05/2011	1,00		09/11/2011	0,40	
16PO003	1469924	4348493	Villamassargia	17/05/2011	1,35		19/10/2011	2,45	
16PO004	1476918	4348748	Siliqua	18/04/2011	1,40		27/09/2011	1,35	
16PO005	1476503	4347345	Villamassargia	18/04/2011	1,70		27/09/2011	3,40	

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 127 di 173	Rev. 0

Punto di monitoraggio	Coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Apr-Mag 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Portata Sorgente (L/s)	Data Misura (Sett-Nov 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Portata Sorgente (L/s)
16PO006	1465238	4348013	Iglesias	17/05/2011	n.r.		09/11/2011	3,12	
16PO007	1461872	4351025	Iglesias	17/05/2011	n.r.		07/11/2011	0,65	
16PO008	1461932	4348213	Iglesias	17/05/2011	2,35		09/11/2011	1,06	
16PO009	1469228	4351112	Domusnovas	16/05/2011	2,60		19/10/2011	3,02	
16PO010	1472473	4347848	Villamassargia	17/05/2011	4,60		09/11/2011	5,85	
16PO011	1473940	4350945	Musei	16/05/2011	1,90		19/10/2011	n.r.	
16PO012	1474646	4353800	Siliqua	16/05/2011	0,70		19/10/2011	4,50	
16PO013	1482547	4348753	Siliqua	19/04/2011	2,50		12/10/2011	2,60	
16PO014	1482005	4350227	Siliqua	19/04/2011	2,95		12/10/2011	3,27	
16PO015	1477555	4352139	Siliqua	18/04/2011	0,20		19/10/2011	1,08	
16PO016	1484345	4351490	Siliqua	16/05/2011	0,65		12/10/2011	2,28	
16PO017	1482165	4347367	Siliqua	19/04/2011	2,95		12/10/2011	3,93	
16PO018	1480411	4345337	Siliqua	19/04/2011	n.r.		26/10/2011	n.r.	
16PO019	1486847	4347089	Villaspeciosa	19/04/2011	1,10		12/10/2011	2,17	

Sono inoltre disponibili dati per gli anni 2011-2013 nell'Appendice A (Sintesi del monitoraggio 2011/2013 - Schede per corpo idrico) del Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2014). La seguente Figura riporta i risultati del monitoraggio chimico e quantitativo (andamento soggiacenza e conducibilità) sui 21 punti di monitoraggio operativo presenti al 2013 (RAS, 2014). Dall'analisi dei grafici si evince che i valori di soggiacenza sono da prossimi a p.c. a circa 5 m da p.c. nei diversi punti di monitoraggio, considerando le variazioni stagionali. I monitoraggi quantitativi indicano che i parametri Conducibilità elettrica specifica (CES), nitrati (NO₃), Cloruri (Cl⁻), Solfati (SO₄) e Arsenico (As) presentano superamenti dei valori soglia (D.Lgs 30/2009) in diversi punti di monitoraggio. Tuttavia, per il CIS del Cixerri i monitoraggi quantitativi e qualitativi effettuati non evidenziano pressioni significative sullo stato chimico e sullo stato quantitativo (RAS, 2016).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 128 di 173	Rev. 0

Monitoraggio chimico

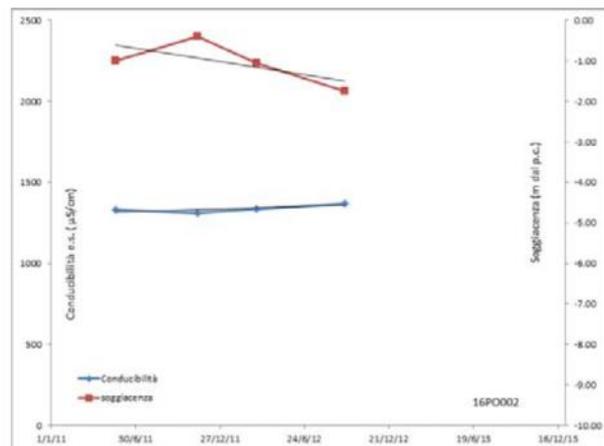
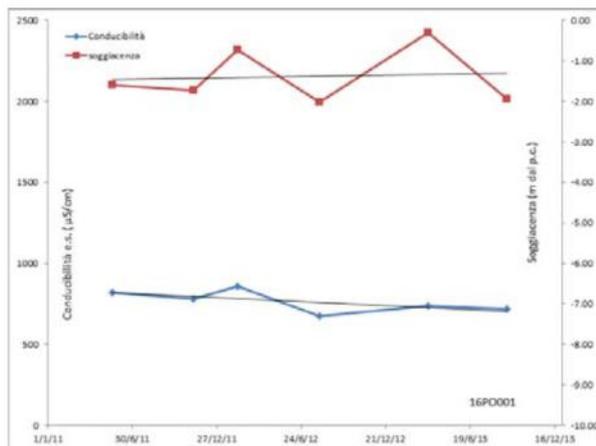
Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	21	21

parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	1478	5730	1829	1233	2	9,52%	SI
NO ₃ (mg/L)	50,0	37,5	29,5	220	41,1	22,4	4	19,0%	NO
Cl (mg/L)	250	188	264	1514	312	190	8	38,1%	SI
SO ₄ (mg/L)	250	188	106	509	128	78,0	2	9,52%	SI
As (µg/L)	10,0	7,50	4,51	211	0,75	15,4	2	9,52%	SI

* Limite di confidenza superiore al 95% della media

** L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Monitoraggio quantitativo





PROGETTISTA



COMMESSA

5663

UNITÀ

000

LOCALITA'

REGIONE SARDEGNA

Doc. RT-002

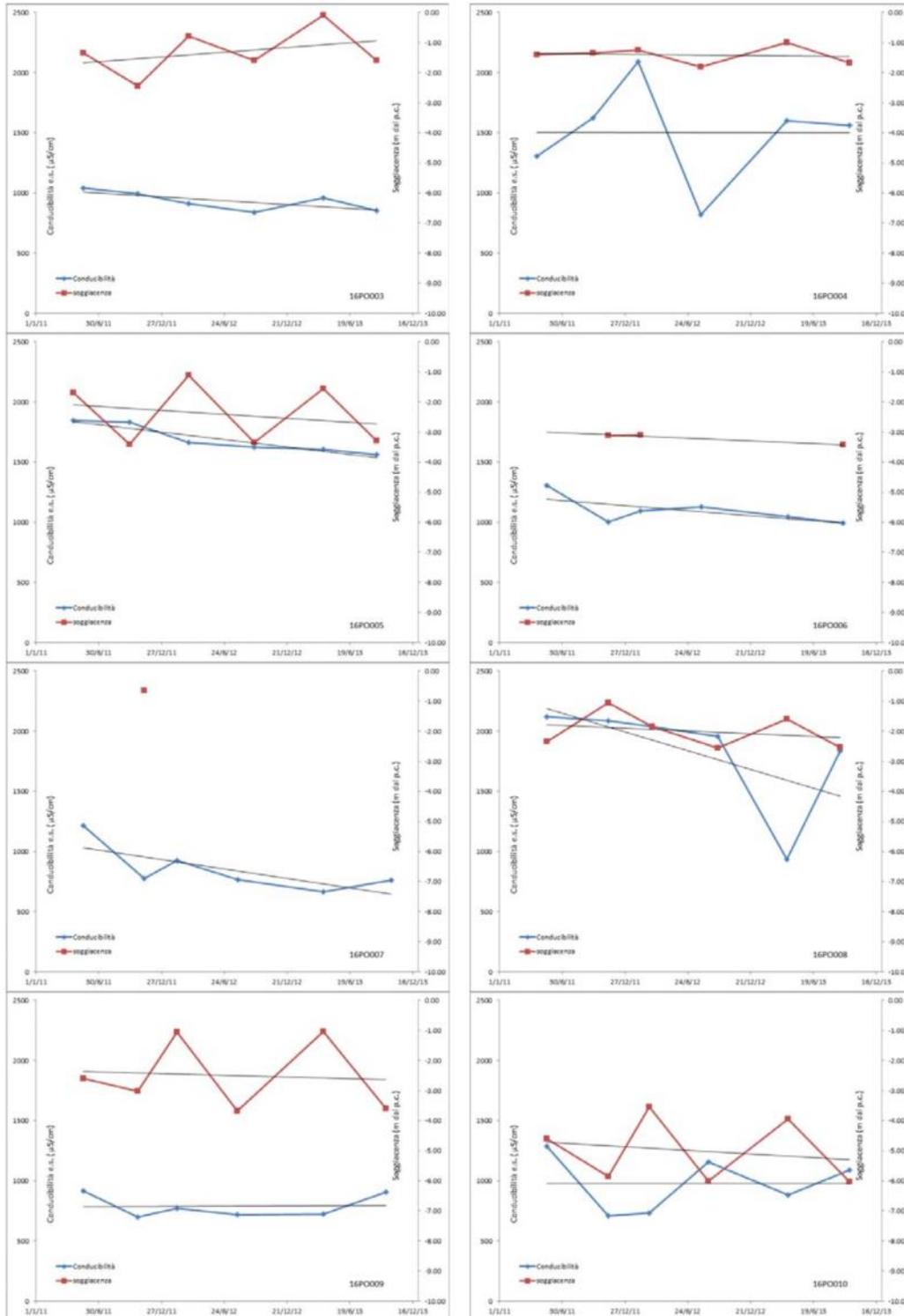
PROGETTO / IMPIANTO

SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE
SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD

Pag. 129 di 173

Rev.
0

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE IDROGEOLOGICA





PROGETTISTA



COMMESSA

5663

UNITÀ

000

LOCALITA'

REGIONE SARDEGNA

Doc. RT-002

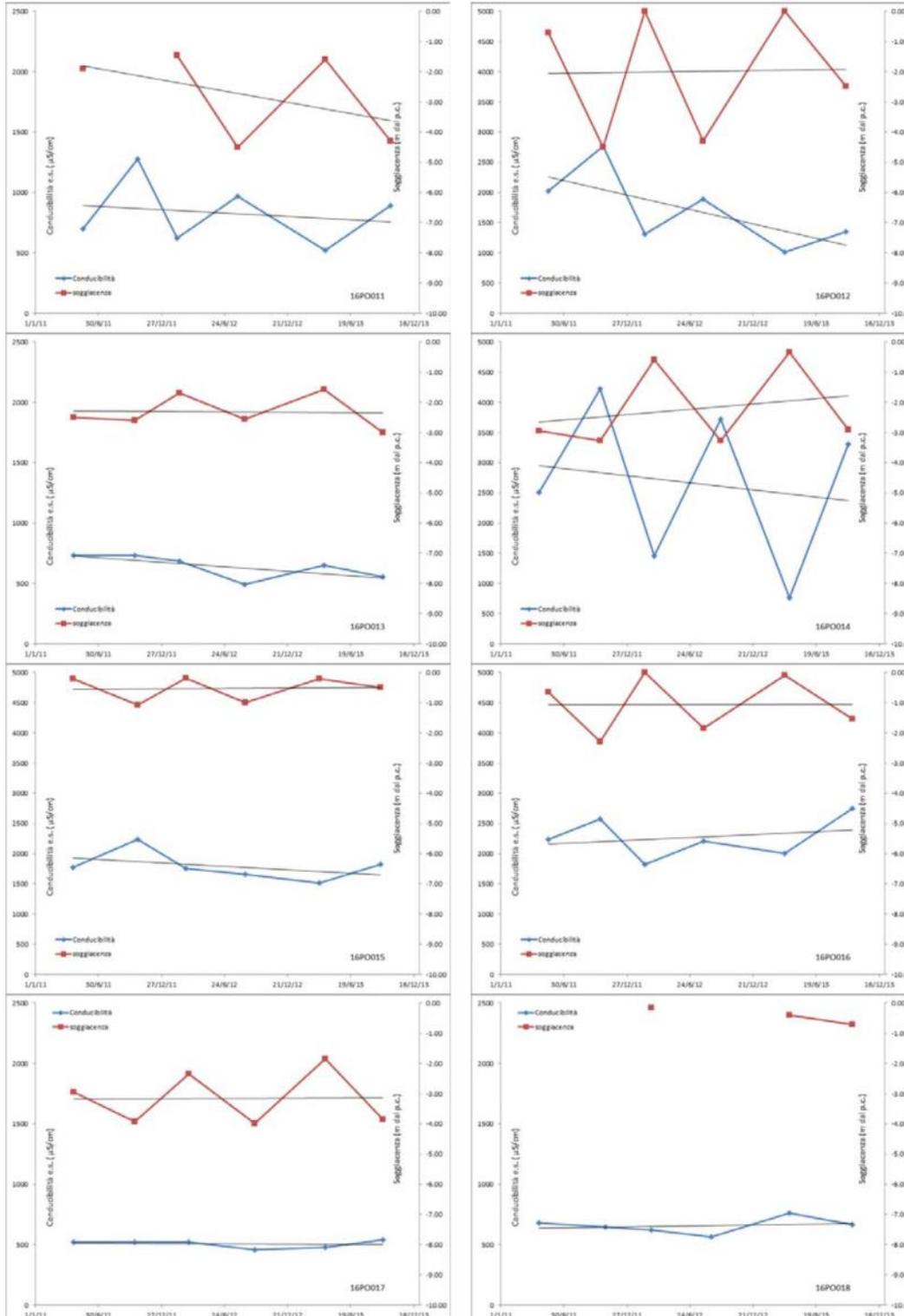
PROGETTO / IMPIANTO

SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE
SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD

Pag. 130 di 173

Rev.
0

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE IDROGEOLOGICA



	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 131 di 173	Rev. 0

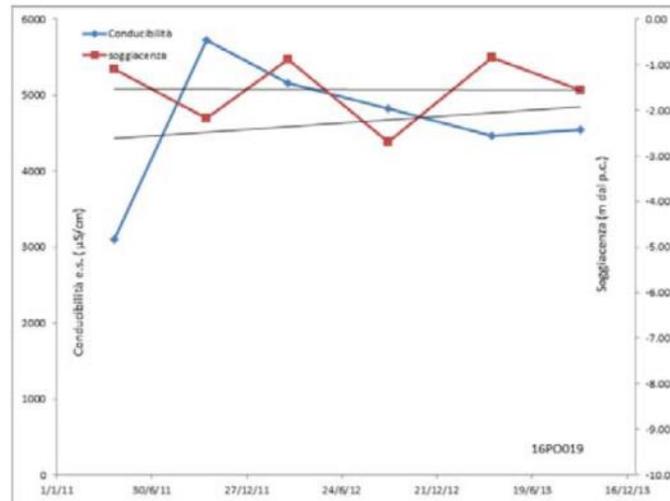


Figura 4.40: Monitoraggio Chimico e Quantitativo - Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) del Cixerri (ID 1611) - Anni 2011-2013 (RAS, 2014)

4.2.3 Bacino del Sulcis

Il settore terminale di tracciato della Bretella del Sulcis (TR09) attraversa complessi acquiferi di età quaternaria e terziaria del Bacino del Sulcis (Figura 4.41), discussi in dettaglio nel seguito, in particolare:

- CI Detritico-alluvionale plio-quaternario del Sulcis (n°14): rappresentato dall'acquifero superficiale di Carbonia-Golfo di Palmas, impostato principalmente (come lungo la valle del Cixerri) nei sedimenti pleistocenici del subsistema di Portoscuso (PVM2) e sedimenti olocenici;
- CI delle Vulcaniti Oligo Mioceniche del Sulcis (n°30): l'acquifero è ospitato nella successione vulcanica miocenica che affiora estesamente nell'area del bacino del Sulcis, ricoperta stratigraficamente dai depositi sedimentari quaternari di cui al punto precedente;
- CI Detritico-carbonatico eocenico di Carbonia (n°26): la successione sedimentaria Paleogenica (Formazione del Cixerri, Lignitifero e Miliolitico) è sede di un acquifero profondo e in pressione, denominato Carbonia (CIS 2611).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 132 di 173	Rev. 0

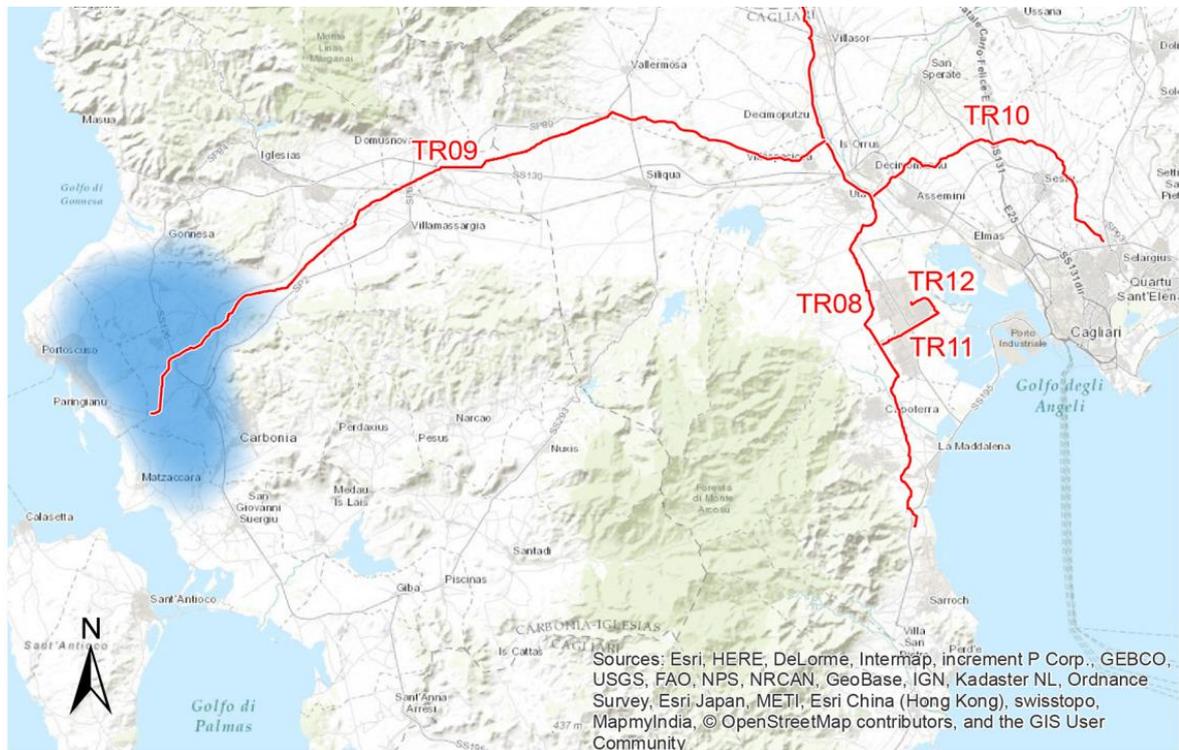


Figura 4.41: Macro-Area Idrogeologica del Bacino del Sulcis e Localizzazione del Tracciato (Tratto Interessato TR09)

4.2.3.1 Dati Stratigrafici e Sezioni Geologiche

4.2.3.1.1 Depositi Quaternari

Il subsistema di Portoscuso (PVM2) è costituito da depositi di ambiente alluvionale (PVM2a), di ambiente eolico (PVM2b) e di versante (PVM2c), spessointercalati tra loro. In prossimità del tracciato i depositi alluvionali (PVM2a) affiorano principalmente a Ovest di Carbonia, e lungo la strada Paringianu-Flumentepido. Lo spessore totale di questi sedimenti può superare i 10 m, ma più frequentemente è solo di alcuni metri. I depositi eolici (PVM2b) affiorano nell'area circostante l'abitato di Carbonia fino a Portoscuso, Is Gannaus e S. Giovanni Suergiu e presso M. Margiani.

I depositi olocenici sono rappresentati dai sedimenti attuali e recenti messi in posto durante le modificazioni dell'ambiente fisico avvenute nell'Olocene. I depositi più rappresentati sono quelli di pianura alluvionale, che mostrano passaggi progressivi a quelli di conoide alluvionale. Vi sono compresi anche depositi alluvionali terrazzati posti a quote inferiori rispetto ai terrazzi pleistocenici. Ben rappresentati sono anche i depositi costieri, che spesso si intercalano con quelli alluvionali.

Le colonne stratigrafiche delle successioni quaternarie che ospitano l'acquifero superficiale sono riportate nella seguente figura (ISPRA, non datato, Foglio 564 Carbonia).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 133 di 173	Rev. 0

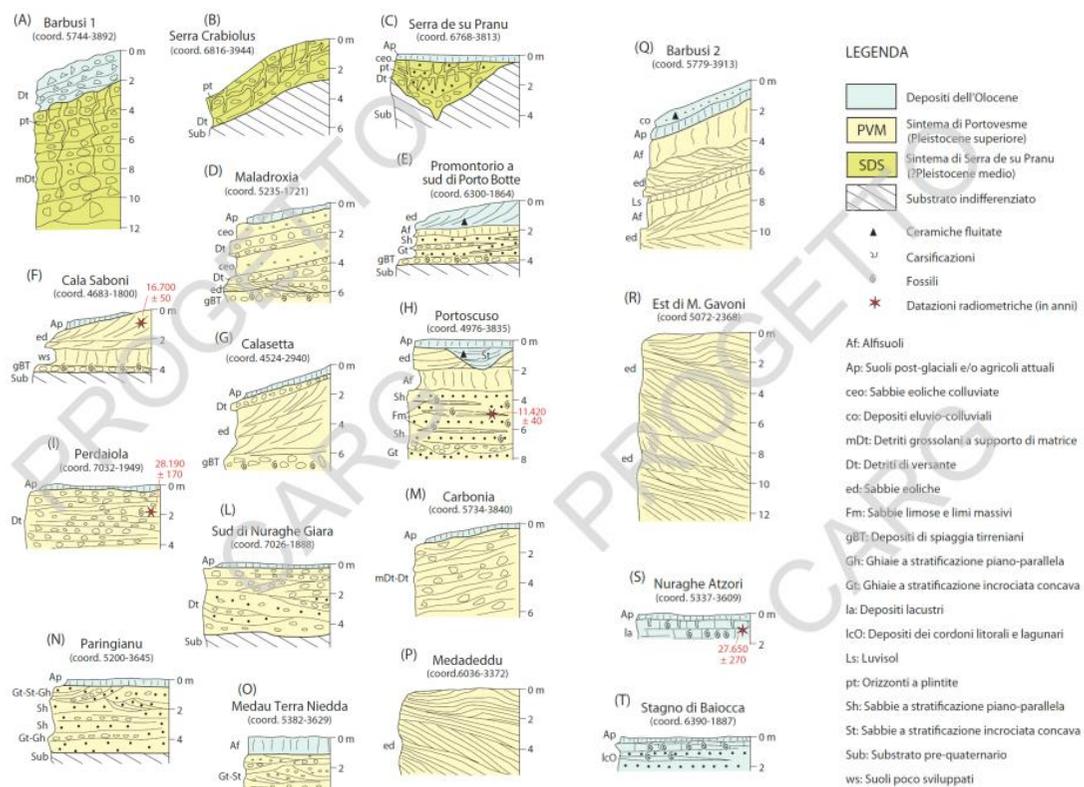
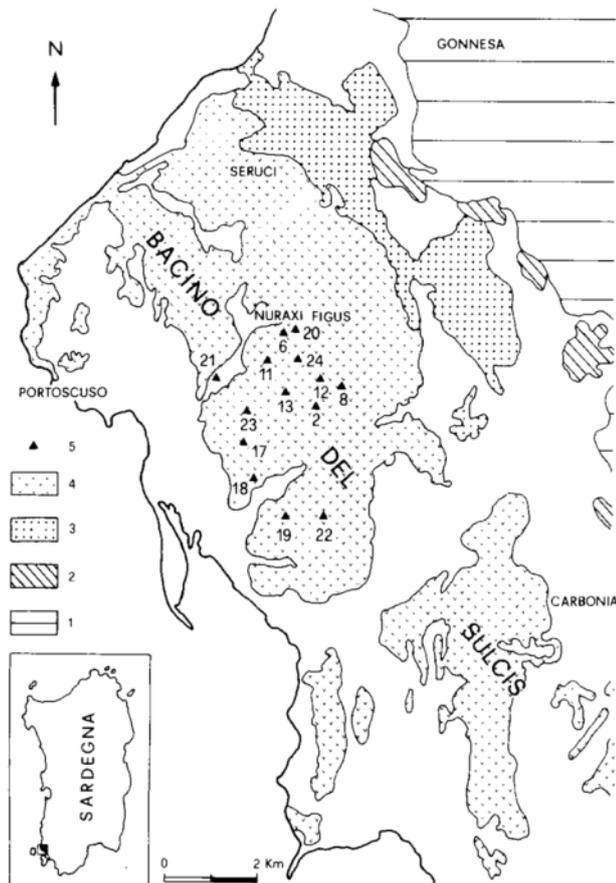


Figura 4.42: Stratigrafie dei Depositi Quaternari del Foglio 564 Carbonia

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 134 di 173	Rev. 0

4.2.3.1.2 Successione Vulcanica Miocenica

La successione vulcanica miocenica del Sulcis è discordante sulla Formazione del Cixerri e sulle sottostanti formazioni ed è ricoperta da depositi quaternari descritti al paragrafo precedente. La successione vulcanica affiora in corrispondenza dei rilievi collinari del Sulcis (punto n.4 nella seguente Figura 4.43) mentre nell'area costiera e lungo i principali corsi d'acqua è ricoperta dai depositi alluvionali quaternari.



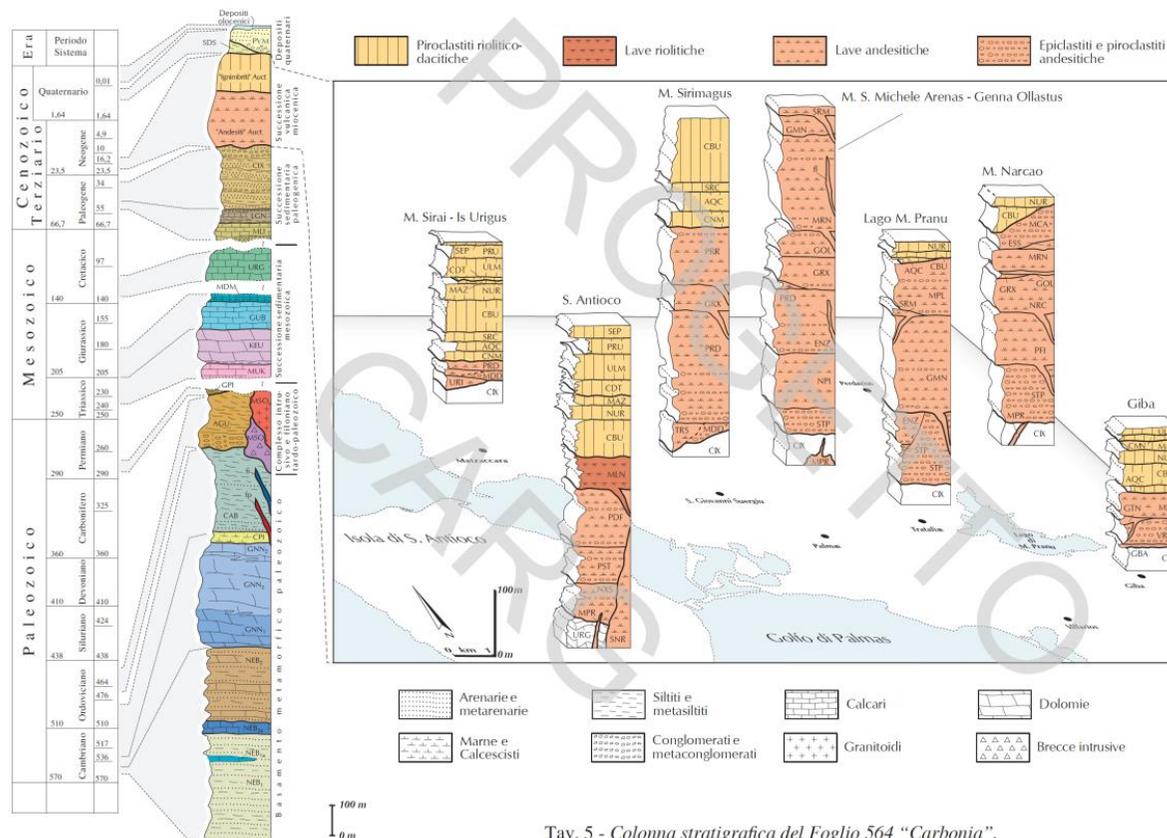
Legenda: (1) Basamento Paleozoico; (2) Sedimenti marini eocenici; (3) Depositi continentali della Formazione del Cixerri (Eocene Medio-Oligocene Inferiore?); (4) Vulcaniti calc-alkaline oligo-mioceniche; (5) Sondaggi.

Figura 4.43: Schema Geologico del Bacino del Sulcis (Murru e Salvadori, 1987)

I depositi vulcanici sono costituiti da colate laviche, domi lavici e piroclastitimesi in posto in condizioni subaeree e da epiclastiti e subordinati filoni.

La distinzione principale all'interno della successione vulcanica miocenica è quella tra le vulcaniti di composizione intermedia ("Andesiti" Auct.) che costituiscono la base della

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 136 di 173	Rev. 0



Tav. 5 - Colonna stratigrafica del Foglio 564 "Carbonia".

Figura 4.45: Colonna Stratigrafica del Foglio 564 Carbonia con Dettaglio della Successione Vulcanica Miocenica

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 137 di 173	Rev. 0

4.2.3.1.3 Successione Sedimentaria Paleogenica

La successione eocenico-oligocenica della Sardegna Sud-Occidentale corrisponde ad un ciclo sedimentario trasgressivo-regressivo. La trasgressione marina, limitata esclusivamente alle aree più occidentali del Sulcis (e documentata solo tramite sondaggi) è molto rapida rispetto alla fase regressiva che è intervallata da ritmiche ingressioni marine di breve durata. La lenta fase regressiva è responsabile della sedimentazione in ambienti paralicci di livelli e banchi di lignite ("Bacino lignitifero del Sulcis" Auct.).

Procedendo da W verso E la successione paleogenica diventa meno potente (Figura 4.46). I sondaggi della Carbosulcis S.p.A. hanno evidenziato che

- nelle aree occidentali del bacino sono presenti tutti i termini della successione eocenica-oligocenica (dal basso verso l'alto: "Calcarei a macroforaminiferi" Auct., Miliolitico Auct., Lignitifero Auct., Formazione del Cixerri);
- procedendo da W verso E scompaiono progressivamente i termini inferiori della successione e il basamento paleozoico è ricoperto prima direttamente dal Miliolitico (Carbonia, Piolas, Bacu Abis, etc.), successivamente dal Lignitifero (Serbariu, Perdaxius, Pesus, Domusnovas, Tanca Aru) e quindi dalla Formazione del Cixerri (Pesus, Narcao, Nuxis, Siliqua, Uta, etc.); tale contatto diretto tra la Formazione del Cixerri e il basamento paleozoico è già stato evidenziato nelle stratigrafie discusse per la Piana del Cixerri (Paragrafo 4.4).

La distribuzione di queste formazioni indica chiaramente che la trasgressione marina veniva da W (Figura 4.46).

Il complesso acquifero è delimitato a Nord-Est dagli affioramenti del basamento paleozoico e mentre verso Sud-Ovest si immerge con giacitura a basso angolo al di sotto delle vulcaniti oligo-mioceniche rendendo difficile individuarne i limiti. Nelle aree più vicine alla costa il complesso acquifero risulta essere ricoperto sia dall'acquifero detritico-alluvionale plio-quadernario che dall'acquifero delle vulcaniti oligo mioceniche descritti in precedenza.

Le litologie costituenti la successione sedimentaria eocenica (Figura 4.46) sono prevalentemente marnoso-argillose, pressoché impermeabili, al cui interno sono presenti lenti e livelli arenaceo-conglomeratici a permeabilità più elevata con spessore fino a 20-30 m che possono contenere acquiferi generalmente in pressione. L'unità del Miliolitico (alla base dell'acquifero) è costituita prevalentemente da calcari e calcari arenacei con alla base conglomerati poligenici e verso il tetto arenarie quarzose a cemento carbonatico. Lo spessore dell'unità è di circa 50 m e l'unico affioramento, di ridotte dimensioni, si trova nel Comune di Carbonia, dove è individuato un alto strutturale del basamento. L'unità sovrastante (Lignitifero) è costituita da argille, arenarie, marne e calcari con abbondanza di materia organica e alla base un livello conglomeratico. Lo spessore dell'unità è di circa 20 m e affiora esclusivamente nell'area a est di Carbonia. L'unità a tetto del complesso acquifero (Formazione del Cixerri) è costituita da arenarie, marne argille siltose e conglomerati e subordinati calcari lacustri. La Formazione del Cixerri (n°3 in Figura 4.43) non costituisce affioramenti estesi; se ne ritrovano in prossimità dell'abitato di Flumentepido, ai piedi del Monte Sirai e ad est di

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 138 di 173	Rev. 0

Carbonia. Lo spessore è variabile fino ai 300 m circa (210-320m nei sondaggi riportati da Murru e Salvadori (1987) nel Bacino del Sulcis, localizzazione in Figura 4.43).

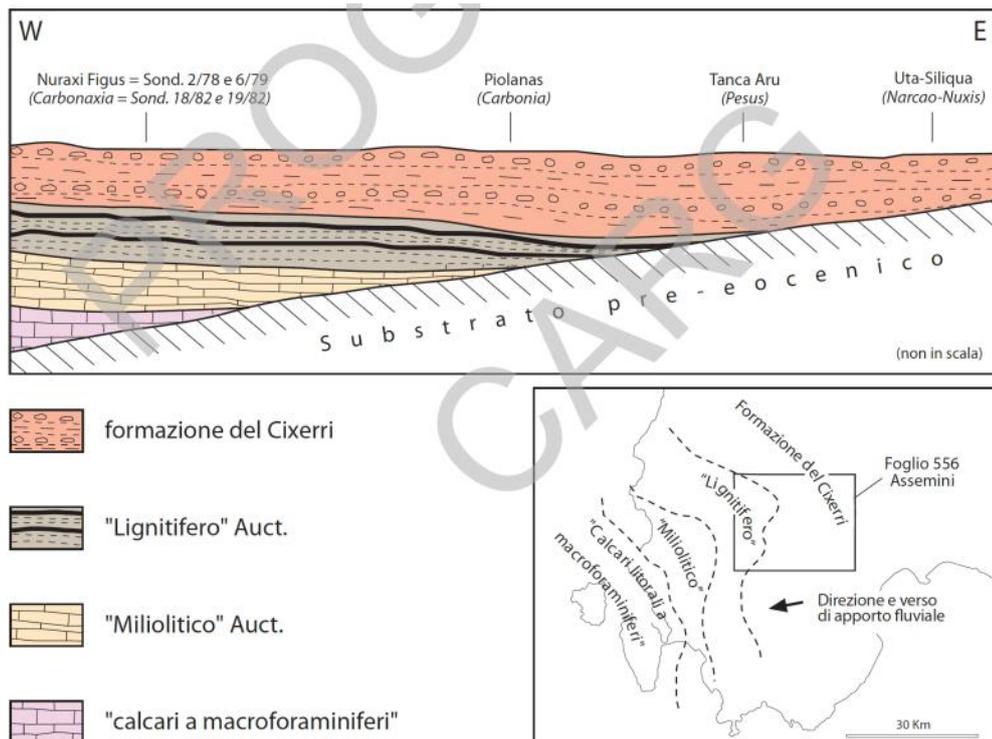


Figura 4.46: Schema dei Rapporti stratigrafici di Aggradazione delle Formazioni Paleogene sul Substrato del Sulcis-Iglesiente e del Cixerri

4.2.3.2 Parametri Idrodinamici, Chimici e Soggiacenza della Falda

Permeabilità delle Formazioni

Tre sondaggi CasMez (pozzi D, E, F, in Figura 4.47 da ISPRA, non datato, Foglio 564 Carbonia) sono stati eseguiti presso S. Giovanni Suergiu (a circa 8 km a sud del tracciato, nella zona centrale del Foglio Carbonia). Tutti hanno raggiunto le rocce andesitiche terziarie a profondità comprese tra 55 m e 103 m e in tutti i casi sono state individuate falde sia nei depositi quaternari che nelle vulcaniti, con portate sempre notevoli (sino a 25-30 l/sec).

Dai risultati delle prove di emungimento (ISPRA, non datato, Foglio 564 Carbonia) risulta che gli acquiferi alluvionali sono quelli che possiedono le caratteristiche più omogenee di permeabilità e trasmissività, mentre dalle vulcaniti e dagli scisti si ricavano valori assai variabili, in genere bassi, in relazione alla intensità di fessurazione. Anche i calcari, seppure in grado minore, forniscono parametri idrodinamici variabili per le stesse ragioni, ma in questo caso i valori sono sempre piuttosto elevati.

Nei **depositi alluvionali ghiaiosi** la permeabilità accertata è di $0,7-0,8 \times 10^{-4}$ m/s e la trasmissività di $0,6 \times 10^{-3}$ m²/s su uno spessore del mezzo saturo di 8 m.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 139 di 173	Rev. 0

Le **vulcaniti** sono caratterizzate da una permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa, funzione del grado di fratturazione della roccia serbatoio. Nel caso di ingimbriti ed espandimenti lavici tale fratturazione può essere più marcata e dare luogo ad una maggiore permeabilità, mentre nel caso di livelli piroclastici ed epiclastici o cupole di ristagno la permeabilità è più bassa, a causa di una fratturazione meno estesa e rilevante. Sulla base delle prove di emungimento a portata costante eseguite su alcuni pozzi profondi (ISPRA, non datato, Foglio 564 Carbonia):

- le “ignimbriti” (parte superiore della successione vulcanica) hanno permeabilità che varia da 0,16 a $0,016 \times 10^{-4}$ m/s e trasmissività altrettanto varia, da 0,35 a $1,4 \times 10^{-3}$ m²/s;
- per le “andesiti” è stata determinata una permeabilità di 2×10^{-6} m/s ed una trasmissività di $1,8 \times 10^{-4}$ m²/s su 84 m di saturazione.

Le potenze del mezzo saturo comprese tra 80 e 200 m.

Per ciò che concerne la **successione sedimentaria eocenica**, non sono disponibili dati quantitativi da prove di pompaggio ma possono essere assegnati valori di permeabilità:

- medi per porosità nei termini arenacei e conglomeratici;
- medio-alti per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici;
- bassi per porosità nei termini argillosi.

In base al PUC del Comune di Carbonia (Comune di Carbonia, 2009), le formazioni geologiche nell’area di Carbonia nel complesso presentano un grado di permeabilità generalmente da scarsamente permeabile ($10^{-9} < k < 10^{-4}$ m/s) a mediamente permeabile ($10^{-4} < k < 10^{-2}$ m/s). In funzione del grado di permeabilità possono le unità affioranti sono state così distinte:

- Da altamente ($k > 10^{-2}$ m/s) a mediamente ($10^{-4} < k < 10^{-2}$ m/s) permeabile:
 - Unità dei terreni e delle alluvioni Oloceniche;
 - l’Unità carbonatica Cambriana.
- Da mediamente ($10^{-4} < k < 10^{-2}$ m/s) a scarsamente permeabile ($10^{-9} < k < 10^{-4}$ m/s):
 - Unità vulcanica ignimbritica Miocenica;
 - Unità detritico alluvionale Miocenica;
 - Unità delle alluvioni Pleistoceniche;
 - Unità detritico alluvionale Eocenica;
 - Unità detritico carbonatica Eocenica.
- Da scarsamente permeabile ($10^{-9} < k < 10^{-4}$ m/s) a impermeabile ($k < 10^{-9}$ m/s):
 - Unità vulcanica andesitica Oligo-Miocenica;
 - Unità magmatica Paleozoica;
 - Unità vulcanica piroclastica Miocenica;
 - Unità metamorfica superiore Paleozoica;
 - Unità metamorfica inferiore Paleozoica.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 140 di 173	Rev. 0

Piezometria e Direzione di Flusso

Il tratto terminale del tracciato nella zona di Carbonia-Portoscuso attraversa il bacino del Rio Flumentepido (Figura 4.47). **La soggiacenza della falda superficiale si colloca raramente oltre i 5 m e l'andamento dei deflussi segue, in linea di massima, la morfologia superficiale** (ISPRA, non datato, Foglio 564 Carbonia). La distribuzione dei pozzi, per lo più impostati nelle coltri alluvionali quaternarie e più raramente nelle litologie paleozoiche e terziarie, non è omogenea.

Nel bacino del Flumentepido i pozzi controllati sono stati 163 (una parte dei quali fuori dal Foglio Carbonia). La **falda risulta localizzata nei depositi alluvionali** in coincidenza dell'asse del bacino e nell'area di Arcu sa Tiria. Tralasciando il settore orientale del bacino, racchiuso dagli affioramenti paleozoici, molto fuori dall'area del Foglio, dove l'acqua è localizzata nei depositi olocenici, consideriamo la zona centrale, settore ad E di Cortoghiana (ancora fuori dai limiti ma ad essi più prossima) e dell'abitato di Flumentepido.

Si tratta di un'area piuttosto ampia impostata sui depositi quaternari. La cadente idraulica si mantiene quasi sempre su valori decisamente bassi (2-2,5%), salvo poi aumentare decisamente in prossimità di due faglie principali (faglie di M. Ulmus e di M. Sirai, Figura 4.47), che isolano questo settore da quello occidentale, raggiungendo valori superiori al 6%. Queste faglie costituiscono due soglie idrauliche. Non sono presenti assi di drenaggio marcati e la morfologia evidenzia un asse di alimentazione con direzione NNW-SSE. A SW dell'abitato di Flumentepido si ha un'area con morfologia dolce, dove la falda è impostata su depositi quaternari.

Per l'acquifero impostato sulle vulcaniti, nonostante la scarsità dei pozzi, è possibile ricostruire le caratteristiche principali. Si tratta di una falda superficiale su mezzo fessurato, di modesta potenza, con un gradiente decisamente basso (0,5-1%) che può aumentare localmente. Questa caratteristica è giustificabile per locali variazioni di spessore della falda, piuttosto che per variazioni della permeabilità. L'andamento delle isofreatiche assume una direzione meridiana con la concavità rivolta verso monte, che indica un asse di alimentazione con deflusso radiale (ISPRA, non datato, Foglio 564 Carbonia).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0002	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 141 di 173	Rev. 0

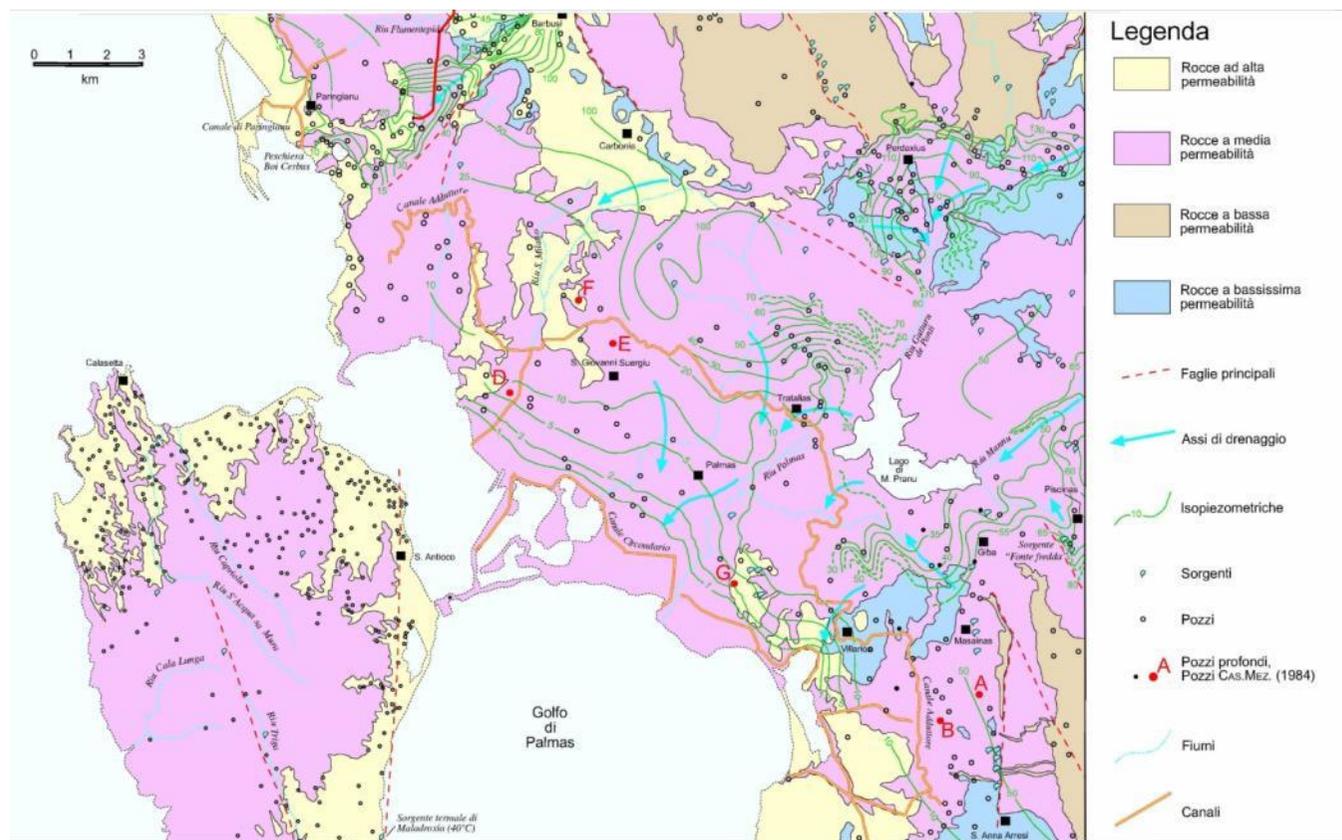


Figura 4.47: Schema Idrogeologico del Foglio 564 Carbonia e in Rosso la Localizzazione del Tracciato

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 142 di 173	Rev. 0

Monitoraggio Chimico e Quantitativo

Per il CIS Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Carbonia – Golfo di Palmas (ID 1411, Figura 4.48) le misure di soggiacenza della falda per l'anno 2011, riassunte in RAS(2013), sono relative a 2 (14PO001 e 14PO006) dei 6 punti di monitoraggio presenti (Figura 4.48). Tali dati indicano, sebbene localizzati non in prossimità del tracciato, indicano in ogni caso la presenza di una falda subsuperficiale (all'incirca tra 1 e 2,5 m da p.c.) con variazioni stagionali di lieve entità (10-30 cm) (Tabella 4.16).

1411-Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Carbonia - Golfo di Palmas

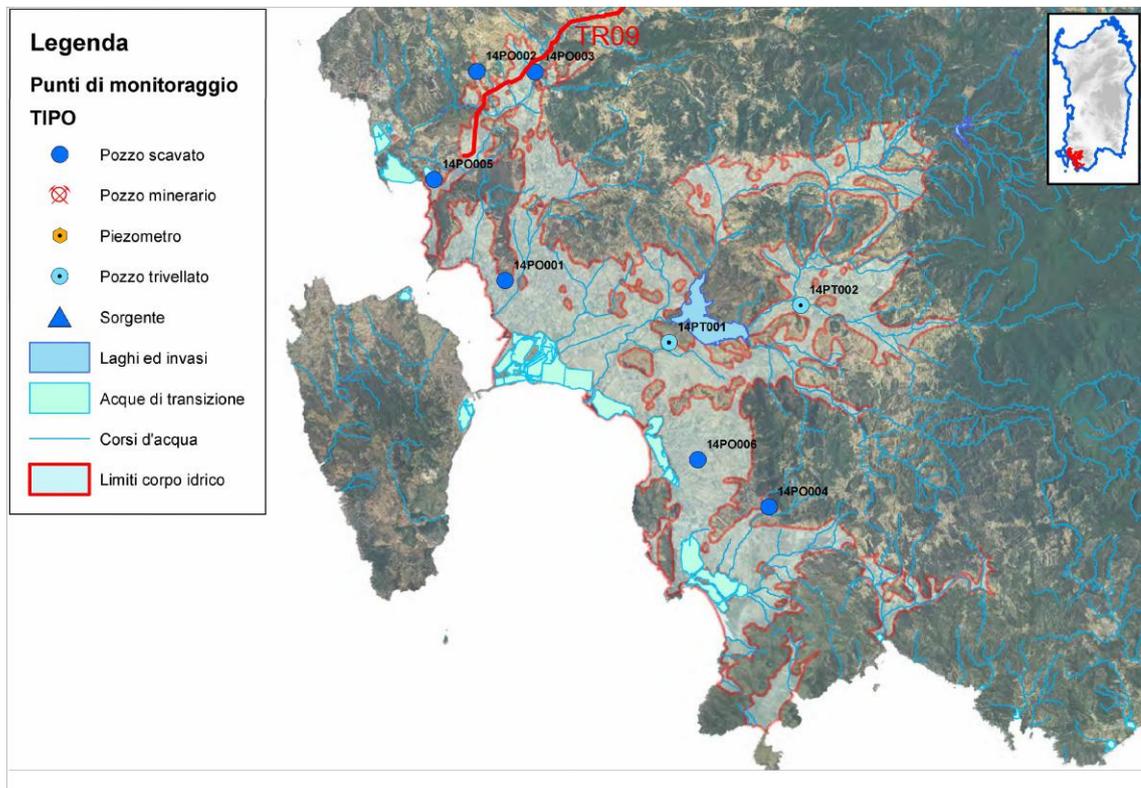


Figura 4.48: Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) di Carbonia-Golfo di Palmas (ID 1411)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 143 di 173	Rev. 0

Tabella 4.16: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo– Corpo Idrico Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Carbonia – Golfo di Palmas- ID 1411 (RAS, 2013)

Punto di monitoraggio	coord X	coord Y	Comune	Data Misura (Mag 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Dic 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
14PO001	1455524	4329331	San Giovanni Suergiu	18/05/2011	0,95	05/12/2011	1,11
14PO002	1454010	4340655	Carbonia				
14PO003	1457128	4340639	Carbonia				
14PO004	1469722	4317113	Sant'Anna Arresi				
14PO005	1451696	4334798	San Giovanni Suergiu				
14PO006	1465883	4319647	Masainas	18/05/2011	2,25	05/12/2011	2,55

I trend degli anadamenti piezometrici disponibili per gli anni 2011-2013 nell'Appendice A (Sintesi del monitoraggio 2011/2013 - Schede percorsa idrico) del Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (RAS, 2014) confermano, nei due punti monitorati, valori di soggiacenza sono da circa 1 m a 3 m da p.c, considerando le variazioni stagionali (si veda "Monitoraggio Quantitativo nella Figura seguente).

I monitoraggi quantitativi indicano che i parametri Conducibilità elettrica specifica (CES), Cloruri (Cl⁻), e Solfati (SO₄) presentano superamenti dei valori soglia (D.Lgs 30/2009) in diversi punti di monitoraggio.

Per il CIS di Carbonia-Golfo di Palmas, RAS (2016) conclude che i monitoraggi quantitativi e qualitativi effettuati non evidenziano pressioni significative sullo stato chimico e sullo stato quantitativo del corpo idrico.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 144 di 173	Rev. 0

Corpo idrico 1411 - Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Carbonia - Golfo di Palmas

Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Sorveglianza	7	6*

*14PO006: solo monitoraggio quantitativo

parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	2412	5350	-	1591	2	33,3%	SI
Cl (mg/L)	250	188	111	1404	-	104	4	66,7%	SI
SO ₄ (mg/L)	250	188	157	428,0	-	138	1	16,7%	SI

* Limite di confidenza superiore al 95% della media

** L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Nota: il limite di confidenza superiore al 95% della media non è stato determinato poiché i campioni sono stati monitorati solo per un anno.

Monitoraggio quantitativo

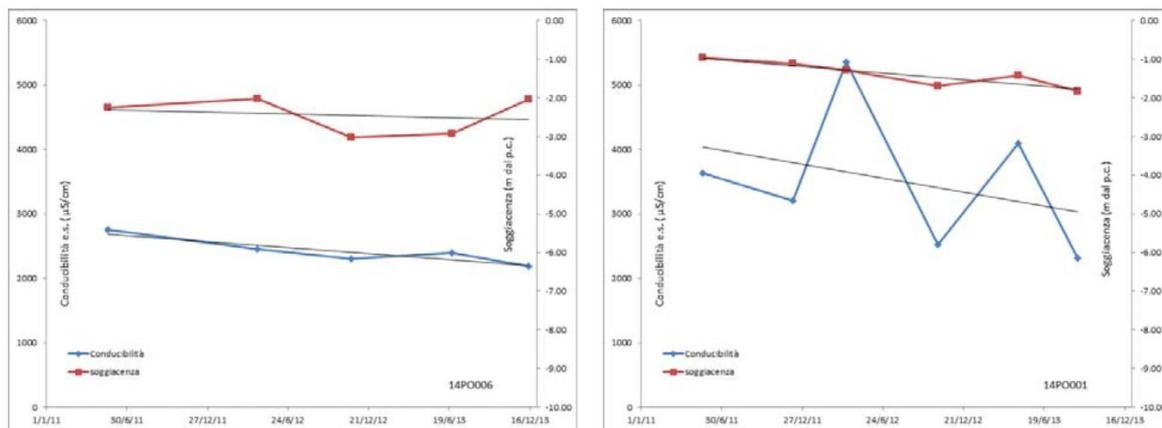


Figura 4.49: Risultati del Monitoraggio 2011-2013 del Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) di Carbonia-Golfo di Palmas (ID 1411), da RAS (2014)

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 145 di 173	Rev. 0

Per il CIS delle Vulcaniti Oligo Mioceniche del Sulcis (CIS 3011) le misure di soggiacenza della falda per l'anno 2011, riassunte in RAS (2013), sono relative a 2 (30PZ002 e 30PT004) dei 7 punti di monitoraggio presenti (Figura 4.50).

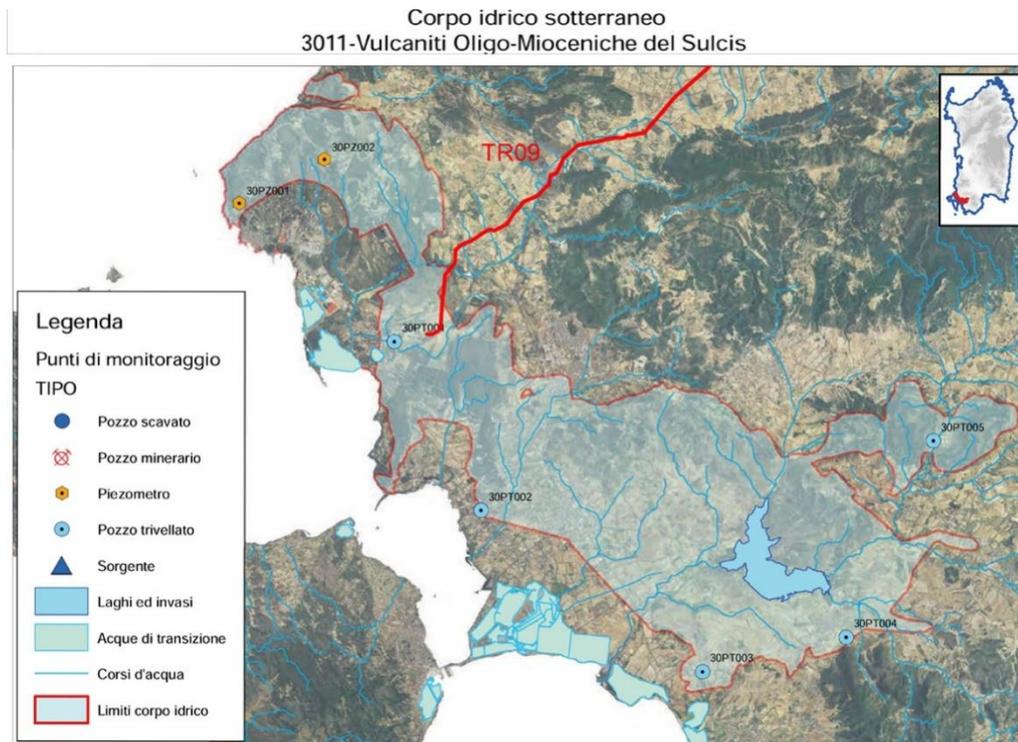


Figura 4.50: Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis (ID 3011)

I dati di soggiacenza disponibili (Tabella 4.17) indicano la presenza di una falda localizzata tra circa 10 e 20 m da p.c. con variazioni stagionali (monitoraggio semestrale) dell'ordine di 1m.

Tabella 4.17: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – Corpo Idrico delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis- ID 3011 (RAS, 2013)

Punto di monitoraggio	Coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Giu 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Dic 2011)	Soggiacenza Falda (m dal p.c.)
30PZ001	1446133	4341054	Portoscuso				
30PZ002	1449363	4342727	Portoscuso	15/06/2011	11,60	05/12/2011	12,37
30PT001	1452037	4335761	Portoscuso	15/06/2011	n.r.	05/12/2011	n.r.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 146 di 173	Rev. 0

Punto di monitoraggio	Coord X	Coord Y	Comune	Data Misura (Giu 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)	Data Misura (Dic 2011)	Soggiacena Falda (m dal p.c.)
30PT002	1455344	4329308	San Giovanni Suergiu				
30PT003	1463788	4323146	Giba				
30PT004	1469250	4324468	Giba	15/06/2011	23,05	05/12/2011	21,95
30PT005	1472568	4331994	Narcao				

La seguente Figura riporta i risultati del monitoraggio chimico e quantitativo (andamento soggiacenza e conducibilità) sui punti di monitoraggio operativo presenti al 2013 (RAS, 2014). Dall'analisi dei grafici si evince che i valori di soggiacenza variano da circa 10-12 m da p.c. per il pozzo 30PZ002 e tra 20-23 m per il pozzo 30PT004 considerando le variazioni stagionali.

I monitoraggi quantitativi indicano che i parametri Conducibilità elettrica specifica (CES), Nitrati (NO₃), Ammonio (NH₄), Cloruri (Cl⁻), e Solfati (SO₄) presentano superamenti dei valori soglia (D.Lgs 30/2009) in diversi punti di monitoraggio.

Tuttavia, per il CIS delle Vulcaniti Oligo Mioceniche del Sulcis, i monitoraggi quantitativi e qualitativi effettuati non evidenziano pressioni significative sullo stato chimico e sullo stato quantitativo (RAS, 2016).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 147 di 173	Rev. 0

Corpo idrico 3011 - Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis

Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Sorveglianza	7	7

parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	3107	10140	-	2003	2	28,6%	SI
NO ₃ (mg/L)	50,0	37,5	21,1	83,0	-	15,0	2	28,6%	NO
NH ₄ (mg/L)	0,50	0,38	0,13	1,17	-	0,03	1	14,3%	SI
Cl (mg/L)	250	188	939	3710	-	528	6	85,7%	SI
SO ₄ (mg/L)	250	188	146	476	-	79,5	1	14,3%	SI

* Limite di confidenza superiore al 95% della media

** L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Nota: limite di confidenza superiore al 95% della media non calcolabile su un solo anno di monitoraggio

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 148 di 173	Rev. 0

Monitoraggio quantitativo

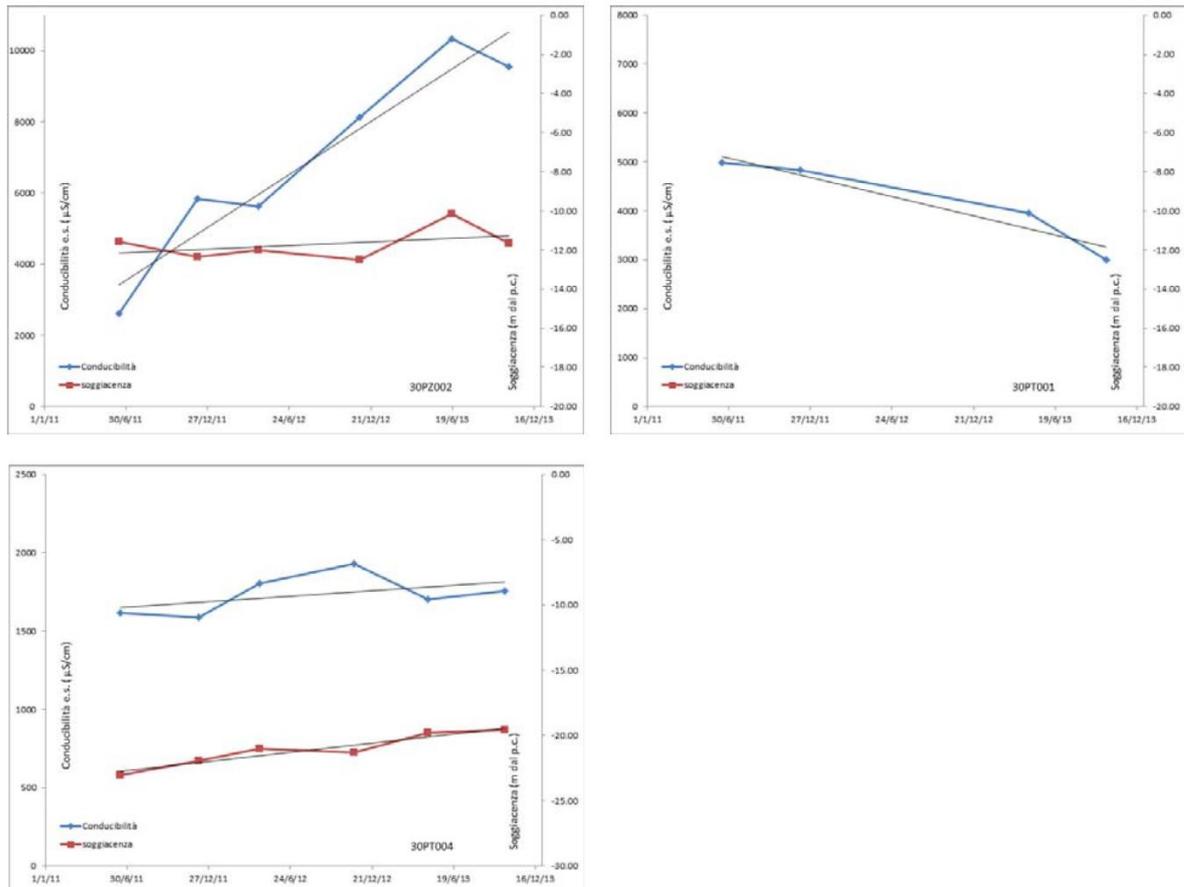


Figura 4.51: Risultati del Monitoraggio 2011-2013 del Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis (ID 3011), da RAS (2014)

Per il CIS Detritico Carbonatico Eocenico di Carbonia (CIS 2611) le misure di soggiacenza della falda per l'anno 2011, riassunte in RAS (2013), sono relative a 3 punti di monitoraggio presenti (Figura 4.52). I valori di soggiacenza riportati sono variabili dai primi m da p.c. (0.5-2 m d p.c. in 26PT001 e 26PT002) a 10-15 m da p.c. in 26PT003 (Tabella 4.18).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 149 di 173	Rev. 0

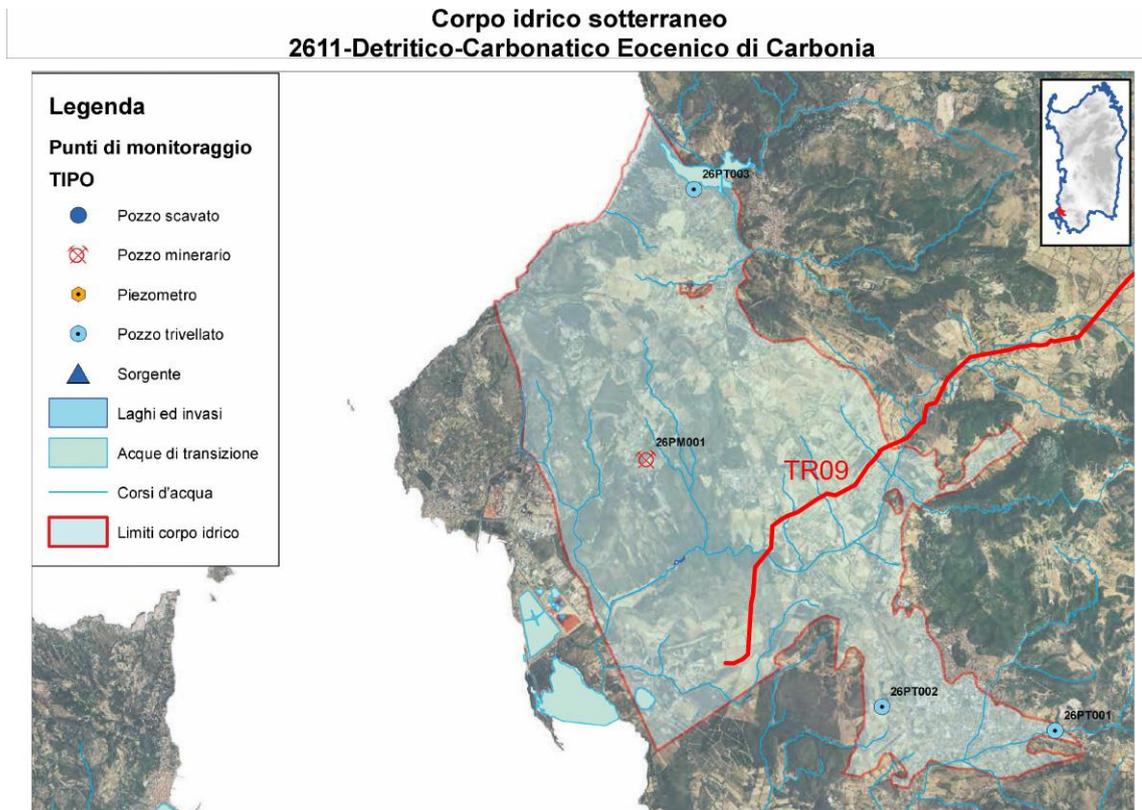


Figura 4.52: Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) Detritico Carbonatico di Carbonia (ID 2611)

Tabella 4.18: Dati 2011 di Soggiacenza per le Stazioni di Monitoraggio Quantitativo – Corpo Idrico Detritico-Carbonatico Eocenico di Carbonia- ID 2611 (RAS, 2013)

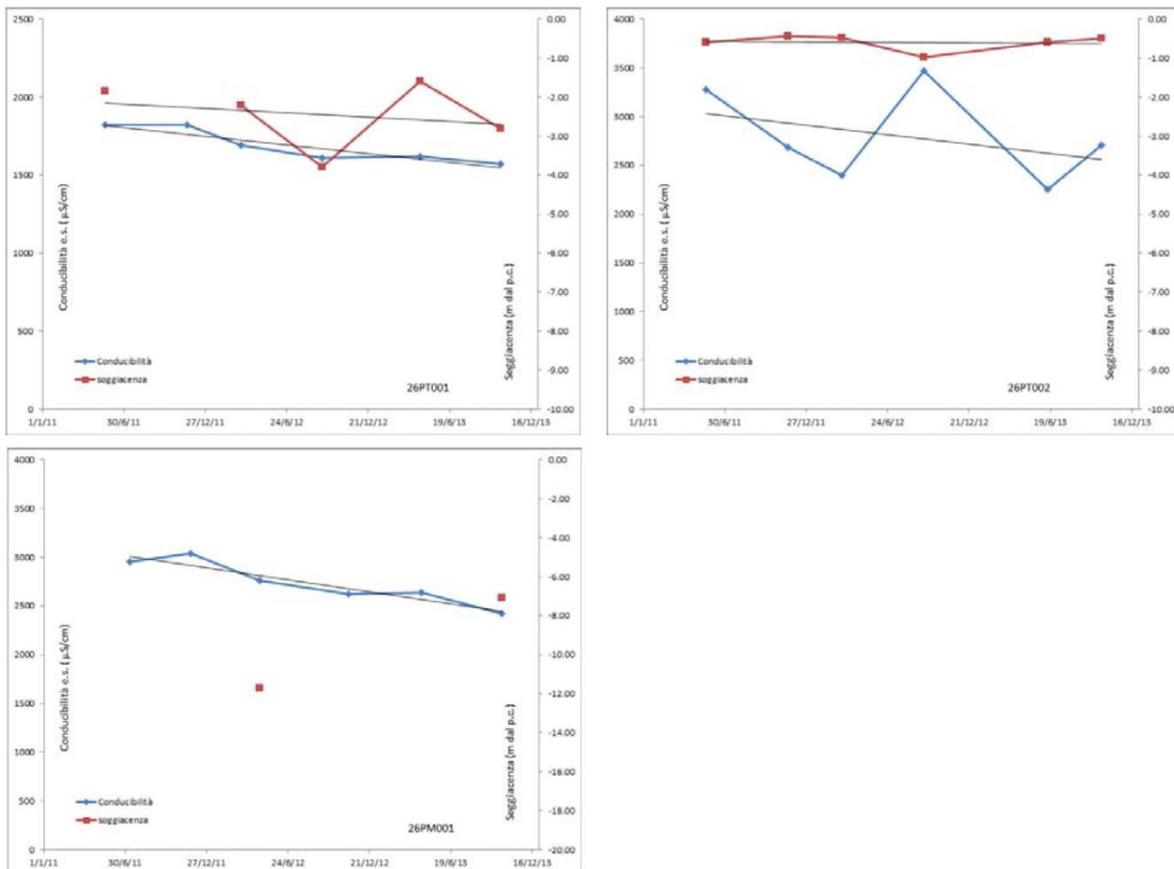
punto di monitoraggio	coord X	coord Y	Comune	Monitoraggio Quantitativo	Frequenza quantitativo	n. cicli anno	Data I ciclo	Soggiacenza m dal p.c. I ciclo	Data II ciclo	Soggiacenza m dal p.c. II ciclo
26PT001	1461050	4334492	Carbonia	SI	anno	2	19/05/2011	1,85	16/11/2011	n.r.
26PT002	1456965	4335056	Carbonia	SI	anno	2	19/05/2011	0,60	16/11/2011	0,43
26PT003	1452541	4347318	Gonnesa	SI	anno	2	05/07/2011	14,90	21/12/2011	9,90

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 150 di 173	Rev. 0

Dall'andamento della soggiacenza per gli anni 2011-2013 riportato in RAS (2014) mostrato nella figura seguente si evince che le variazioni dei valori di soggiacenza misurate nel corso dei 3 anni sopra indicati risultano inferiori al metro in 26PT002, pari a circa 2 m in 26PT001 e pari a circa 5 m in 26PM001 .

I risultati del monitoraggio chimico (Figura 4.53) effettuato sulla rete di monitoraggio presente al 2013 (5 punti) per gli anni 2011-2013 riportato in RAS (2014) indicano superamenti dei valori soglia (D.Lgs 30/2009) per i parametri Conducibilità elettrica specifica (CES), fluoruri (F⁻), cloruri (Cl⁻), ammonio (NH₄), solfati (SO₄), antimonio (Sb) e mercurio (Hg).

Monitoraggio quantitativo CIS 2611



	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 151 di 173	Rev. 0

Corpo idrico 2611 - Detritico-Carbonatico Eocenico di Carbonia

Monitoraggio chimico

Tipo di monitoraggio	n. totale di punti di monitoraggio	n. di punti monitorati
Operativo	5	5

parametri che superano il valore soglia D.Lgs 30/2009	Valore soglia	75% valore soglia	Media	Max	CL95*	Mediana	Numero di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	% di punti di monitoraggio che superano il valore soglia per il parametro	Potenziale origine naturale**
CES (mg/L)	2500	1875	2284	3470	2571	2401	2	40,0%	SI
NH ₄ (mg/L)	0,50	0,38	0,42	1,81	0,66	0,25	1	20,0%	SI
F (mg/L)	1,50	1,13	1,70	5,90	1,98	0,43	1	20,0%	SI
Cl (mg/L)	250	188	440	756	499	411	3	60,0%	SI
SO ₄ (mg/L)	250	188	283	1243	389	125	2	40,0%	SI
Sb (µg/L)	5,00	3,75	3,09	17,0	4,56	1,25	1	20,0%	SI
Hg (µg/L)	1,00	0,75	0,44	8,00	1,54	0,10	1	20,0%	SI

* Limite di confidenza superiore al 95% della media

** L'attribuzione di determinati superamenti dei valori soglia a cause antropiche o alla presenza di elevati valori di fondo di origine naturale verrà definita nel 2015 successivamente al completamento di un progetto finalizzato alla definizione dei valori di background naturale nelle acque dei corpi idrici sotterranei della Sardegna.

Figura 4.53: Risultati del Monitoraggio 2011-2013 del Corpo Idrico Sotterraneo (CIS) Detritico-Carbonatico Eocenico di Carbonia (ID 2611), da RAS (2014)

In base alle conclusioni riportate in RAS (2016) i monitoraggi quantitativi e qualitativi effettuati (fino al 2015)⁶ per il CIS 2611 evidenziano al 2016 pressioni significative sullo stato quantitativo del corpo idrico, come riportato nella seguente tabella.

Tabella 4.19: Pressioni significative individuate per il CIS 2611(RAS, 2016)

Cod_CIS	Denominazione	Pressioni Significative sullo Stato Chimico	Pressioni Significative sullo Stato Quantitativo
2611	Detritico-Carbonatico Eocenico di Carbonia		6.2 Acque Sotterranee – alterazione del livello o del volume d'acqua

⁶ Dati non disponibili

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 152 di 173	Rev. 0

4.3 Quadro Riassuntivo delle Principali Caratteristiche Idrogeologiche dei Litotipi

La tabella seguente riassume le caratteristiche di permeabilità (grado e tipologia) attribuiti ai diversi litotipi associati a ciascun complesso acquifero attraversato dal tracciato. I litotipi attraversati (in un intorno di 1 km a cavallo del tracciato) sono stati definiti sulla base delle tavole 1:10.000 associate alla Relazione Geologica (Doc.RT-0014). Le sigle e descrizioni associate ai diversi litotipi sono consistenti con quanto riportato nella Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000 (ROMA40) della Regione Autonoma della Sardegna (RAS, 2008)⁷.

I litotipi sono stati classificati all'interno di quattro diverse classi di permeabilità:

- Alta: $k > 10^{-3}$ m/s;
- Medio-alta: $10^{-3} > k > 10^{-5}$ m/s;
- Medio-bassa: $10^{-5} > k > 10^{-7}$ m/s;
- Bassa: $10^{-7} > k > 10^{-9}$ m/s.

Si è inoltre indicato il tipo di permeabilità dei litotipi distinguendo tra le principali tipologie di permeabilità per porosità, per fessurazione, per carsismo.

Le attribuzioni sono state effettuate in base alla analisi complessiva dei dati derivanti dalle prove di permeabilità, ove disponibili, dalle note illustrative ai fogli CARG, dalla documentazione relativa ai PUC e dalla restante bibliografia consultata come discusso nel Par. 4.2

⁷ Il Progetto "Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000" ha inteso realizzare una carta geologica omogenea ed estesa a tutta l'Isola, adeguata agli obiettivi di pianificazione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e conforme alle indicazioni del Servizio Geologico d'Italia. Per l'operatività l'Agenzia regionale Progemisa ha messo a disposizione il suo patrimonio di cartografia (Ricerche Minerarie di Base, 1980-1999; Progetto CARG, 1993-2008), conoscenze geologiche e professionalità. E' stata operata la revisione (soprattutto nelle aree più sensibili quali zone costiere, piane alluvionali), la mosaicatura e l'informatizzazione dei dati, compreso il passaggio dalla originaria base IGMI alla nuova base CTR GDB10k. La geologia è stata rappresentata al 1:25.000, scala di compromesso tra la disomogeneità del dato di base e la necessità di disporre una cartografia unica ed omogenea per l'intera Isola (58 Fogli in scala 1:50.000, comprendenti 197 Sezioni in scala 1:25.000). I layers in formato shapes della carta geologica RAS (2008), includono diversi tematismi come elementi areali, lineari, e puntuali, scaricabili dal geoportale della Regione Sardegna (<http://www.sardegna-geoportale.it/index.html>).

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA  D'APPOLONIA	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 153 di 173	Rev. 0

Tabella 4.20: Sintesi delle Caratteristiche di Permeabilità dei Litotipi Attraversati dal Tracciato

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Permeabilità K (m/s)				Tipo			Tronchi Interessati	Successione	Complesso Acquifero
			Alta (A) $K > 10^{-3}$	Medio-Alta (MA) $10^{-3} > K > 10^{-5}$	Medio-Bassa (MB) $10^{-5} > K > 10^{-7}$	Bassa (B) $10^{-7} > K > 10^{-9}$	Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)			
										TR		ID
	QUATERNARIO											
Depositi Antropici. Discariche per Inerti	Olocene	h1n	A				P			TR11/TR12, TR10, TR07	Depositi Antropici, di Spiaggia, Lacustri e Depositi Alluvionali Plio Quaternari	Complesso Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario (17)
Depositi antropici. Discariche minerarie.	Olocene	h1m	A				P			TR09		
Depositi Antropici. Materiali di Riporto e aree bonificate	Olocene	h1r	A				P			TR05, TR08, TR09		
Depositi Antropici. Saline e vasche di Salificazione	Olocene	h2			MB		P	F		TR11/TR12, TR10		
Depositi di Versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati.	Olocene	a		MA			P			TR08, TR09		
Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica.	Olocene	b2			MB		P			TR10, TR07, TR08, TR09		
Depositi alluvionali.	Olocene	b		MA			P			TR05, TR07, TR09		
Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie.	Olocene	ba	A				P			TR10, TR07, TR08, TR09		
Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille.	Olocene	bb			MB		P			TR10, TR06, TR05, TR07, TR08, TR09		
Depositi alluvionali. Limi ed argille.	Olocene	bc				B	P			TR10, TR06, TR05, TR07, TR08, TR09		
Depositi alluvionali terrazzati.	Olocene	bn			MB		P			TR07, TR09		
Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie.	Olocene	bna		MA			P			TR11/TR12, TR10, TR07, TR08, TR09		
Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille.	Olocene	bnb			MB		P			TR10, TR06, TR05, TR07, TR09		
Depositi alluvionali terrazzati. Limi ed argille.	Olocene	bnc				B	P			TR09		
Depositi lacustri. Calcari lacustri talvolta con gasteropodi polmonati.	Olocene	e2			MB		P			TR09		
Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi.	Olocene	e5				B	P			TR11/TR12, TR05		
Depositi eolici. Sabbie di duna ben classate.	Olocene	d	A				P			TR05		
Travertini, Depositi carbonatici stratificati, da compatti a porosi	Olocene	f1		MA			P			TR09		

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA  D'APPOLONIA	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 154 di 173	Rev. 0

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Permeabilità K (m/s)				Tipo			Tronchi Interessati	Successione	Complesso Acquifero
			Alta (A) K>10 ⁻³	Medio-Alta (MA) 10 ⁻³ >K>10 ⁻⁵	Medio-Bassa (MB) 10 ⁻⁵ >K>10 ⁻⁷	Bassa (B) 10 ⁻⁷ >K>10 ⁻⁹	Porosità (P)	Fratturazione (F)	Carsismo (C)			
Depositi di spiaggia antichi. Sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie, con subordinati depositi sabbioso-limosi e calcilutiti di stagno costiero. Spessore: fino a 3-4 m.	Pleistocene Sup. - Olocene	g		MA			P			TR		
Litofacies nel Subintema di Portoscuso. Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie.	Pleistocene	PVM2a	A				P			TR11/TR12, TR10, TR06, TR05, TR07, TR08, TR09		
Litofacies nel Subintema di Portoscuso. Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali.	Pleistocene	PVM2b		MA			P			TR07, TR09		
UNITA' DI CUCCURU ASPRU. Basalti.	Plio- Pleistocene	UCU			MB			F		TR07	Vulcaniti Plio Quaternarie	Complesso Acquifero delle Vulcaniti Plio- Pleistoceniche (21)
UNITA' DI GENNA SPINA. Rioliti e riolaciti.	Plio- Pleistocene	GPA			MB			F		TR07		
	TERZIARIO											
MARNE DI GESTURI. Marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali.	Miocene	GST				B	P			TR10, TR07	Unità detritico carbonatica miocenica superiore	Complesso acquifero Detritico-carbonatico oligo-miocenico del Campidano orientale (24)
FORMAZIONE DEL CIXERRI. Argille siltose di colore rossastro e bancate arenacee quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici poligenici debolmente cementati	Eocene medio-Oligocene	CIX				B	P	F		TR09	Formazione sedimentaria eocenica	
LITOFACIES DELLA FORMAZIONE DEL CIXERRI. BRECCIE di quarzo e liditi (diaspri neri) ben cementate, con noduli ferruginosi alla base	Eocene medio-Oligocene	CIXa				B		F		TR09		
LIGNITIFERO AUCT. Calcari di colore biancastro con resti di bivalvi e oognoni di carofite, breccie cementate e rari livelli carboniosi; a tetto, talvolta, livello decimetrico di calcare organogeno con resti di limnee.	Eocene Inf.-Medio (Ypresiano Sup. - Luteziano)	LGN			MB		P	F		TR09		
MILIOLITICO AUCT. Calcari e calcari arenacei, spesso ricchissimi in milioliti di ambiente lagunare.	Eocene Inf. (Ypresiano)	MLI		MA				F	C	TR09		
Litofacies nella formazione del MILIOLITICO AUCT. Talora, alla base conglomerati poligenici a prevalenti clasti di quarzo e liditi, verso alto arenarie quarzose a cemento carbonatico.	Eocene Inf. (Ypresiano)	MLIa			MB		P			TR09		
PIROCLASTITI DI SILIQUA. Depositi di flusso piroclastico, debolmente cementati e grossolanamente stratificati, costituiti da clasti angolosi di vario diametro e da lave andesitiche	Oligocene-Miocene	SQA			MB			F		TR09	Vulcaniti terziarie: Complesso Vulcanico di Siliqua	
Daciti porfiriche. Litofacies nelle DACITI e ANDESITI di MONTE SA PIBIONADA	Oligocene Sup	PBNa			MB			F		TR09		

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 155 di 173	Rev. 0

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Permeabilità K (m/s)				Tipo			Tronchi Interessati	Successione	Complesso Acquifero	
			Alta (A) $K > 10^{-3}$	Medio-Alta (MA) $10^{-3} > K > 10^{-5}$	Medio-Bassa (MB) $10^{-5} > K > 10^{-7}$	Bassa (B) $10^{-7} > K > 10^{-9}$	Porosità (P)	Frattura- zione (F)	Carsismo (C)				TR
Andesiti porfiriche. Litofacies nelle DACITI e ANDESITI di MONTE SA PIBIONADA	Oligocene Sup	PBNb			MB				F		TR09		
RIOLITI IPERACALINE DI MONTE ULMUS. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riolitico iperalcalino (GRUPPO DI CALA LUNGA)	Miocene Medio	ULM			MB				F		TR09	Vulcaniti Terziarie: Successione vulcanica miocenica del Sulcis	Complesso Acquifero delle Vulcaniti Oligo Mioceniche del Sulcis (ID 30) (CIS 3011)
COMENDITI AUCT. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica di tipo composito, a chimismo riolitico comenditico, da non saldati (tufi, tufi a lapilli) a densamente saldati (GRUPPO DI CALA LUNGA)	Miocene Medio	CDT			MB				F		TR09		
RIOLITI DI PARINGIANU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riolitico, con alternanze di depositi di caduta (GRUPPO DI CALA LUNGA)	Miocene Medio	PRU			MB				F		TR09		
RIOLITI DI NURAXI. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico (GRUPPO DI MONTE SIRAI)	Miocene Medio	NUR			MB				F		TR09		
RIOLITI DI SERUCI. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico (GRUPPO DI MONTE SIRAI)	Miocene ?Inf.- ?Medio	SRC			MB				F		TR09		
DACITI DI ACQUA SA CANNA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo dacitico, da non saldati ad incipientemente saldati, e depositi piroclastici di caduta (GRUPPO DI MONTE SIRAI)	Miocene Inf.	AQC			MB				F		TR09		
DACITI DI CORONA MARIA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo dacitico, da densamente saldati a tessitura eutassitica, a non saldati (tufi a lapilli pomice), con cristalli liberi di PI e Fa; spesso con livello vitrofirico (GRUPPO DI MONTE SIRAI)	Miocene Inf.	CNM			MB				F		TR09		
RIOLITI DI MONTE CROBU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico, da densamente saldati con tessitura eutassitica, a non saldati (tufi a lapilli..) (GRUPPO DI MONTE SIRAI)	Miocene ?Inf.- ?Medio	CBU			MB				F		TR09		
	MESOZOICO												
BUNTSANDSTEIN AUCT. Alternanza di arenarie, argilliti, siltiti, livelli marnosi con gesso e conglomerati poligenici alla base ("Verrucano" sensu Gasperi & Gelmini, 1979).	Triassico Medio	BUN			MB				F		TR09	Successione Detritica Triassica	

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 156 di 173	Rev. 0

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Permeabilità K (m/s)				Tipo			Tronchi Interessati	Successione	Complesso Acquifero
			Alta (A) K>10 ⁻³	Medio-Alta (MA) 10 ⁻³ >K>10 ⁻⁵	Medio-Bassa (MB) 10 ⁻⁵ >K>10 ⁻⁷	Bassa (B) 10 ⁻⁷ >K>10 ⁻⁹	Porosità (P)	Frattura- zione (F)	Carsismo (C)			
	PALEOZOICO											
Facies Punta de Peis de Pruna (UNITA' INTRUSIVA DI VILLACIDRO). Leucomonzograniti biotitici, a grana media o medio-fine, rosati, da equigranulari a moderatamente inequigranulari, tessitura isotropa. Litofacies di bordo da porfiriche a microgranulari.	Carbonifero Medio - Permiano	VLDdb			MB			F		TR08	Complesso intrusivo e filoniano tardo Paleozoico	Complesso acquifero granitoidi paleozoici (38)
FORMAZIONE DI PALA MANNA . Alternanza di metarenarie e metasiltiti con laminazioni incrociate e piano-parallele; localmente metaconglomerati ad elementi di liditi e rare metavulcaniti basiche cloritizzate e metavulcanoclastiti.	Carbonifero Inf.	PMN				B		F		TR08	Unità Metamorfica Superiore Paleozoica	--
FORMAZIONE DI GENNA MUXERRU . Metapeliti e metasiltiti nere carboniose con intercalazioni di liditi e metarenarie nere, con graptoliti.	Siluriano Inf.	MUX			MB			F		TR09		
Membro di Punta Arenas (FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO). Alternanze di strati decimetrici di metabrecce e metaconglomerati di colore verde, ad elementi eterometrici e non selezionati di vulcaniti basiche e metarenarie fini, e metasiltiti di colore grigio scuro e nero	Ordoviciano Sup.	RSM1			MB			F		TR09		
Membro di Cuccuruneddu (FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO). Alternanze ritmiche torbiditiche di strati centimetrici e decimetrici di metarenarie micacee e metasiltiti di colore grigio o nocciola, con laminazioni piano-parallele e incrociate, e strati di metapeliti.	Ordoviciano Sup.	RSM2			MB			F		TR09		
Membro di Punta S'Argiola (FORMAZIONE DI DOMUSNOVAS). Metasiltiti e metapeliti massive, spesso carbonatiche , di colore rosso-violaceo con frequenti livelli fossiliferi	Ordoviciano Sup.	DMV2				B		F		TR09		
FORMAZIONE DI PORTIXEDDU . Metasiltiti e metargilliti massive grigio-verdi scure, raramente rossastre, con rari livelli millimetrici piano-paralleli e orizzonti a noduli fosfatici bianchi;	Ordoviciano Sup.	PTX				B		F		TR09		
FORMAZIONE DI MONTE ORRI . Alternanze di metasiltiti e metarenarie medio-fini verdastre, quarzoso-feldspatiche	Ordoviciano Sup.	MRI				B		F		TR09		
Olistoliti nel Membro di Punta Sa Broccia (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). "Olistoliti" di metacalcari del Membro del Calcare ceroidi trasformati in skarn	Ordoviciano Sup.	gn				B		F		TR09		

 Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 157 di 173	Rev. 0

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Permeabilità K (m/s)				Tipo			Tronchi Interessati	Successione	Complesso Acquifero
			Alta (A) K>10 ⁻³	Medio-Alta (MA) 10 ⁻³ >K>10 ⁻⁵	Medio-Bassa (MB) 10 ⁻⁵ >K>10 ⁻⁷	Bassa (B) 10 ⁻⁷ >K>10 ⁻⁹	Porosità (P)	Frattura- zione (F)	Carsismo (C)			
Membro di Medau Murtas (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metarenarie e metasiltiti viola e verdi, con laminazioni piano-parallele, e subordinati metaconglomerati e brecce prevalentemente quarzose.	Ordoviciano ?Medio-Sup.	AGU3				B		F		TR09		
Membro di Rio Is Arrus (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metasiltiti e metapeliti di colore grigio con subordinate metarenarie.	Ordoviciano ?Medio-Sup	AGU2				B		F		TR09		
Membro di Punta Sa Broccia (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metaconglomerati e metabrecce eterometrici, poligenici, alternati a metasiltiti e metarenarie violacee.	Ordoviciano ?Medio-Sup	AGU1				B		F		TR09		
Membro di Riu Cea de Mesu (FORMAZIONE DI CABITZA) . Monotone alternanze di metasiltiti e metapeliti di colore verde e grigio con laminazioni parallele; nella parte basale sono presenti rari livelli di metarenarie a grana media con laminazioni tipo HCS.	Cambriano Medio – Ordoviciano Inf	CAB3				B		F		TR09		
Membro di Punta Su Funu (FORMAZIONE DI CABITZA) . Alternanze ritmiche di metasiltiti e metapeliti rosso-violacee verdi; subordinati livelli di metarenarie quarzoso-feldspatiche con laminazioni piano parallele e incrociate.	Cambriano Medio – Ordoviciano Inf	CAB2				B		F		TR09		
FORMAZIONE DI CAMPO PISANO . Alternanze di metacalcari, metacalcari marnosi rosati, metasiltiti grigie e metacalcari grigio-rosati a struttura nodulare, talora silicizzati, ricchi in frammenti di fossili.	Cambriano Inf.- Medio	CPI			MB			F		TR09	Unità Carbonatica Cambriana	Acquiferi Carbonatici Paleozoici (37)
Membro del Calcare ceroide (FORMAZIONE DI GONNESA) . Calcari grigi massivi, talora nerastrati, spesso dolomitizzati.	Cambriano Inf.	GNN2		MA				F	C	TR09		
Membro della Dolomia rigata (FORMAZIONE DI GONNESA) . Dolomie grigio chiare ben stratificate e laminate, spesso con laminazioni stromatolitiche, con noduli e livelli di selce scura alla base.	Cambriano Inf.	GNN1		MA				F		TR09		
Membro di Punta Manna (FORMAZIONE DI NEBIDA) . Metarenarie quarzose e siltiti, con laminazioni incrociate e piano-parallele, verso l'alto alternanze di calcari, talvolta ricchi in archeocati, e dolomie con bioturbazioni, spesso silicizzate.	Cambriano Inf.	NEB2				B		F		TR09	Unità Metamorfica Inferiore Paleozoica	--

 SGI Società Gasdotti Italia S.p.A.	PROGETTISTA  <small>consulenza, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 158 di 173	Rev. 0

LITOTIPO/FORMAZIONE	Età	Sigla	Permeabilità K (m/s)				Tipo			Tronchi Interessati	Successione	Complesso Acquifero
			Alta (A) $K > 10^{-3}$	Medio-Alta (MA) $10^{-3} > K > 10^{-5}$	Medio-Bassa (MB) $10^{-5} > K > 10^{-7}$	Bassa (B) $10^{-7} > K > 10^{-9}$	Porosità (P)	Frattura- zione (F)	Carsismo (C)			
Membro di Matoppa (FORMAZIONE DI NEBIDA) . Metarenarie e metasiltiti, con laminazioni piano-parallele, alternate a bancate decimetriche di metarenarie quarzose, con rari livelli carbonatici.	Cambriano Inf.	NEB1				B		F		TR09		
FORMAZIONE DELLE ARENARIE DI SAN VITO Alternanze di strati con spessore variabile da decimetrico fino al metro ed oltre, di arenarie medio fini, con laminazioni, ondulazioni e sottili intercalazioni di microconglomerati	Cambriano-Ordoviciano	SVI				B		F		TR09		

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 159 di 173	Rev. 0

5 CARTOGRAFIA IDROGEOLOGICA

Nella carta idrogeologica, in scala 1:10.000, vengono riportate, in una fascia di circa 1 km a cavallo dell'opera in progetto, le principali informazioni idrogeologiche: la classificazione delle litologie in funzione dei valori di permeabilità, la localizzazione di pozzi e sorgenti, i punti di monitoraggio della rete regionale, i corpi idrici di afferenza, le misure di soggiacenza della falda.

Si riporta di seguito una breve nota illustrativa alla lettura delle cartografie idrogeologiche allegata alla relazione.

Le cartografie idrogeologiche sono state redatte utilizzando come base cartografica le Carte Tecniche Regionali in scala 1:10.000 della Regione Sardegna.

È stato rappresentato, al di sopra della base cartografica, il tematismo della permeabilità dei litotipi attraversati dall'opera in progetto. Si sono distinti quattro diverse classi di permeabilità evidenziate utilizzando quattro colori riportati in legenda:

- Giallo: Alta: $k > 10^{-3}$ m/s;
- Arancio: Medio-alta: $10^{-3} > k > 10^{-5}$ m/s;
- Verde: Medio-bassa: $10^{-5} > k > 10^{-7}$ m/s;
- Marrone: Bassa: $10^{-7} > k > 10^{-9}$ m/s.

Oltre ai suddetti tematismi è stata riportata in carta, in una fascia di circa 1 km a cavallo dell'opera in progetto, la localizzazione dei pozzi afferenti alla Rete di Monitoraggio della Regione Sardegna e, in apposita fincatura nella parte bassa di ogni singola tavola, le variazioni di soggiacenza (valore minimo e massimo) misurati per l'anno 2011 (derivati da RAS, 2013, e ampiamente discussi nel testo) e sul periodo 2011-2015 (dati grezzi non pubblicati, forniti dalla Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna in data 13-01-17).

Nello specifico per l'area industriale di Macchiareddu, sono stati inoltre riportati in carta i "Pozzi a uso acquedottistico-potabile e piezometri RAS campionati (2012)" rappresentati nella Tavola 15 allegata alla Relazione Generale - Piano di Caratterizzazione dell'Agglomerato Industriale di Macchiareddu - Sito di Bonifica Interesse Nazionale Sulcis-Inglesiente Guspinese (Ottobre 2012).

Inoltre, è stata rappresentata la localizzazione dei pozzi censiti dalla Regione (S.I.R.A., Sistema Informativo Regionale Ambientale) all'interno di 3 macro-raggruppamenti in relazione al diverso uso, ove specificato nel database S.I.R.A.⁸. In particolare:

- i pozzi ad uso idropotabile o per consumo umano;
- i pozzi ad uso irriguo o zootecnico;
- i pozzi ad uso industriale, produttivo o altro.

⁸ La carta idrogeologica riporta nella categoria "uso non specificato" la localizzazione dei pozzi per i quali il database S.I.R.A. non specifica la destinazione d'uso.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 160 di 173	Rev. 0

Le tre categorie sopra indicate, derivano dal raggruppamento, come indicato nella seguente tabella, delle differenti denominazioni presenti nel database del S.I.R.A., in gruppi ritenuti omogenei in termini di destinazioni d'uso, al fine di una più agevole lettura delle carte.

Tabella 5.1: Riclassificazione dei Pozzi S.I.R.A. per Macro-Categoria d'Uso

USO IDROPOTABILE O CONSUMO UMANO	USO AGRICOLO O ZOOTECNICO	USO INDUSTRIALE/PRODUTTIVO O ALTRO
Denominazioni Database S.I.R.A.		
Acquedottistico	Abbeveraggio Bestiame	Antincendio
Domestico	Irriguo	Autolavaggio
Potabile	Irriguo e Zootecnico	Autolavaggio, Servizi Igienici, Antincendio, Irrigazione del Verde Aziendale
Uso Domestico	Irriguo e Domestico	Aziendale
	Uso Igienico e Simili (Zootecnico)	Industriale e Irriguo
	Zootecnico	Industriale (Servizi Impianti Antincendio)
	Zootecnico e Irriguo	Industriale e Antincendio
	Verde	Industriale (Servizi Igienici, Antincendio, Umidificazione Argille)
	Uso Zootecnico	Industriale (Produzione Mangimi e Servizi)
	Uso Irriguo	Industriale
	Igienico ed Assimilati - Irriguo	Irriguo e Lavaggio Mezzi
		Produttivo
		Uso Industriale
		Uso Igienico e Assimilati
		Igienico
		Igienico e Antincendio
		Igienico ed Assimilati
		Igienico ed Assimilati (Antincendio ed Industriale)
		Igienico ed Assimilati (Antincendio)
		Servizi Igienici
		Non Domestico
		Usi Vari
		Vario

In apposita fincatura nella parte bassa di ogni singola tavola sono stati inoltre indicati:

- le soggiacenze di riferimento interpolate dai dati dei pozzi presenti in fogli adiacenti o da dati di bibliografia, in caso di mancanza di valori per i pozzi riportati in ciascun foglio di interesse;
- i corpi idrici sotterranei cui afferiscono le misure di soggiacenza della falda, con il codice identificativo CIS riportato in relazione;

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 161 di 173	Rev. 0

- la macro area idrogeologica (Campidano di Oristano, Campidano di Cagliari, Valle del Cixerri, Bacino del Sulcis).

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITA' REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 162 di 173	Rev. 0

6 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE SUL TRACCIATO

Di seguito vengono descritti gli aspetti idrogeologici dei diversi tronchi del tracciato a Progetto.

La sottostante descrizione idrogeologica fa riferimento alla cartografia idrogeologica redatta, utilizzando come base cartografica le Carte Tecniche Regionali in scala 1:10.000 della Regione Sardegna, secondo quanto descritto al precedente Capitolo 5.

6.1 Bretella Oristano TR-05 (Macro-Area Campidano di Oristano)

La Bretella di Oristano parte dal terminale di ingresso gas di Oristano Porto, ubicato nella zona di Cirras, a meno di 300 metri, a NO, dallo stagno Pauli Grabiolas dove affiorano le litologie dei depositi pleistocenici di spiaggia antichi di permeabilità medio-alta.

Da qui in avanti, mantenendo la direzione Est Nord-Est fino al km 1+160, la condotta attraversa la litofacies del Subsistema di Portoscuso (PVM2a) di permeabilità alta, costituita da ghiaie alluvionali terrazzate del Pleistocene, fatto salvo l'attraversamento di una modestissima lente di depositi fluvio-lacustri di permeabilità bassa che si incontrano solo nei pressi del km 0+700.

Successivamente la condotta intercetta dapprima i depositi alluvionali sabbiosi e subito dopo i depositi alluvionali terrazzati, entrambi di permeabilità medio-bassa.

Il tracciato prosegue verso Est fino al km 1+900, per poi dirigersi a SE sino al km 3+000; in questo intervallo la condotta corre al limite dei depositi alluvionali di permeabilità medio bassa al confine con la litofacies del Subsistema di Portoscuso (PVM2a) di permeabilità alta. All'incirca in corrispondenza del km 3+300 il tracciato rientra all'interno della litofacies di Portoscuso, con direzione NE, restando sempre nei litotipi di permeabilità alta del PVM2a, salvo un breve attraversamento di depositi alluvionali di media permeabilità in prossimità del km 4+750, al km 5+818 e ai km 7+900. e 8+000.

Al km 9+671 è ubicato il PIDI n.4 di Palmas Arborea dal quale si stacca, in direzione ONO l'Allacciamento per Oristano.

In questo primo tratto della bretella il flusso di falda è diretto da Nord verso Sud mentre la soggiacenza della falda risulta di alcuni metri.

Successivamente il gasdotto procede invece in direzione ENE e al km 10+369 attraversa il canale adduttore Tirso-Arborea trovandosi nelle litologie ad alta permeabilità del PVM2a fino al punto di consegna della Stazione di lancio/ricevimento pig di Palmas Arborea, posta al km 13+494, salvo un breve percorso (di circa 300 metri) al km 12+200 nei depositi alluvionali olocenici di permeabilità medio alta del rio Pisc'e Mulleris.

In questa seconda parte della bretella, muovendosi verso il PIDI n.4 di Palmas Arborea, il deflusso di falda cambia orientamento con direzioni da Nord Est verso Sud-Ovest mentre la falda risulta più profonda, intorno a 8m dal piano campagna.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 163 di 173	Rev. 0

6.2 Allacciamento Oristano TR-06 (Macro-Area Campidano di Oristano)

Lo sviluppo della tubazione ha prevalente direzione SE-NO e si estende a partire del PIDI n.1 (km 0+000) al punto di Consegna DSO Oristano (km 3+050).

Partendo dal PIDI n.1, la condotta si trova nei depositi alluvionali di permeabilità medio-bassa fino a circa 150 metri prima dell'attraversamento della SP n. 57 Oristano–Palmas Arborea, che avviene al km 1+091. Successivamente, il metanodotto entra nella formazione a permeabilità alta del Subsistema di Portoscuso (PVM2a) più o meno fino al km 2+500, dopodiché si ritrova ancora nei depositi alluvionali terrazzati di permeabilità medio bassa fino al km 2+900. Da qui in avanti, fino all'arrivo, posto in corrispondenza del km 3+050, ritrova la formazione alluvionale terrazzata a permeabilità alta del Subsistema di Portoscuso (PVM2a).

Come per la seconda parte della bretella di Oristano TR-05, il deflusso di falda presenta una direzione da Nord Est verso Sud-Ovest e la soggiacenza della falda risulta dell'ordine di circa 5 metri dal piano campagna.

6.3 Dorsale Centro-Sud TR-07 (Macro-Aree Campidano di Oristano e Campidano di Cagliari)

Il tracciato della Dorsale Centro-Sud TR-07 è in gran parte impostato all'interno della piana del Campidano, che è una fossa tettonica colmata da una spessa sequenza di depositi sia di ambiente marino che lagunare ed anche continentale.

Come descritto nel Capitolo 4.2.1 dal punto di vista idrogeologico il complesso detritico alluvionale del Campidano è suddivisibile, sulla base di un limite idrogeologico, in due acquiferi: l'acquifero del Campidano di Oristano (settore NW) e l'acquifero del Campidano di Cagliari (settore SE). Lo spartiacque sotterraneo che delimita i due settori corrisponde alla soglia strutturale compresa tra il piccolo horst di Sardara ed il massiccio vulcanico del Monte Arcuentu, pressappoco all'altezza di S.Gavino Monreale, e separa i deflussi sotterranei del settore meridionale, con direzione da N verso S, da quelli del settore settentrionale di verso opposto.

Il tronco di gasdotto della Dorsale Centro-sud TR-07 ha inizio dalla Stazione di lancio/ricevimento pig di Villaspeciosa, e si sposta verso settentrione all'interno di un'area pianeggiante costituita dalle alluvioni a permeabilità medio bassa dell'alveo del Fiumini Mannu, nei territori comunali di Villaspeciosa e Decimoputzu. Il gasdotto permane in parallelo ed in destra idrografica al corso del Fiumini Mannu.

Questa condizione persiste più o meno fino al km 11+400 salvo un tratto di circa 400 m (dal km 3+300 al km 3+700) in cui la condotta attraversa un lembo di sedimenti più limoso-argillosi di permeabilità bassa, un altro di circa 1,5 km, tra il km 5+000 ed il km 6+500, in cui attraversa marginalmente i depositi alluvionali ghiaiosi a permeabilità alta e un tratto di circa 300m, al 10+600, di depositi impermeabili limoso-argillosi.

In questo tratto la morfologia dei depositi alluvionali ricorda la traccia di antichi meandri fluviali con canali abbandonati riempiti di sedimenti fini, in particolare a NO di Villaspeciosa e fino alla zona di Serramanna, oltre che nei dintorni di Uta (Dorsale Sud). Il deflusso di falda presenta una direzione da Nord Ovest verso Sud-Est e la sua soggiacenza risulta dell'ordine di alcuni metri (da 2-3) dal piano campagna.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operation & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 164 di 173	Rev. 0

Dal km 11+400, ad Ovest del centro di Serramanna, la condotta si dirige dapprima verso Nord-Ovest e successivamente verso Ovest in parallelo ed in destra idrografica al Torrente Leni, affluente del Fiumini Mannu, entrando, per circa 2 km, all'interno dei depositi alluvionali ad alta permeabilità costituiti da ghiaie da grossolane a medie di età olocenica.

Successivamente, dopo un percorso di un chilometro e mezzo (dal km 13+500 al 15km+000) in depositi di media permeabilità, si rientra nei depositi ad alta permeabilità dal km 15+000 fino al km 17+800.

Dal km 17+800 fino allo spartiacque sotterraneo che delimita i due settori della piana del Campidano, localizzabile presso San Gavino, al Km 26+500 in corrispondenza del PIL n. 4, il gasdotto attraversa depositi alluvionali a permeabilità medio alta, salvo un breve tratto di circa 400m a ridosso dell'attraversamento del Torrente Leni (km 20+100). È in corrispondenza di questo attraversamento che il tracciato del gasdotto curva per ridirigersi verso Nord.

Come detto a inizio paragrafo la direzione di flusso di falda in questo segmento del tratto TR-07 è in generale da Nord a Sud, salvo locali differenze dovute a drenaggi localizzati in corrispondenza dei rii attraversati. La soggiacenza della falda in questo tratto di bretella si mantiene ad alcuni metri (3-4m) dal piano campagna.

Dallo spartiacque sotterraneo sopra citato (al km 26+500) fino al km 35+00 si ha una prevalenza di depositi alluvionali terrazzati ghiaiosi e sabbiosi a permeabilità medio alta. Questa regolarità viene interrotta solo da alcuni passaggi minori (dell'ordine dei 100 metri) su depositi alluvionali terrazzati a granulometria più fine di permeabilità quindi minore (medio bassa). in corrispondenza dei km 27+200, 28+500, 33+000, 33+200 e 34+100, e da pochi tratti su depositi ghiaiosi più recenti di elevata permeabilità (km 30+700; 32+300).

Questa condizione di alternanza tra formazioni alluvionali terrazzate oloceniche a permeabilità medio alta (ghiaie con subordinate sabbie) e medio bassa (ghiaie con subordinati limi e argille) prosegue all'incirca fino al km 41+350 dove si ha attraversamento di un esteso sistema di piccoli corsi d'acqua canalizzati con direzione Ovest-Est (Riu Giuncu, Canale S'Acqua Cotta, ecc.) convoglianti le acque verso il Flumini Malu. Tale corso d'acqua viene attraversato al km 38+300, proseguendo poi la linea verso il PIDI n.7 che si incontra al km 39+200.

A partire dal km 41+350, per una decina di chilometri, il gasdotto attraversa formazioni caratterizzate da permeabilità da elevate a medio alte, costituite da litotipi ghiaiosi e sabbiosi del Subsistema di Portoscuso di età pleistocenica (PVM2a), a parte un tratto di circa 2 km ricoperto da alluvioni recenti grossolane in corrispondenza dell'attraversamento del riu Mogoro.

In corrispondenza del km 52+100, il gasdotto incontra la Formazione Cuccuru Aspru costituita da basalti più o meno subalcalini, di età pliocenico-pleistocenica, appartenenti all'Unità gerarchica Apparato vulcanico del Monte Arci. Questa formazione è caratterizzata da una permeabilità medio-bassa.

Nel tratto da S. Gavino a Uras la direzione di flusso è orientata da Est Sud-Est, dai versanti dei rilievi del M. Arci, a Ovest Nord Ovest, verso la piana di Terralba. Le

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 165 di 173	Rev. 0

piezometrie di questa zona risultano più profonde, da circa 4 metri presso S. Gavino a circa 10 metri presso Uras.

Proseguendo in direzione NO, la condotta rientra nella litofacies PVM2a, con permeabilità alta, e si mantiene su questa formazione fino al km 62+000, dove devia verso NNE, per raggiungere poi l'impianto n.13 (Stazione di lancio/ricevimento pig di Palmas Arborea), posto al km 71+817. Solo nella parte terminale tra il km 70 e l'impianto n.13 si attraversano depositi alluvionali olocenici lungo alcuni rii minori caratterizzati comunque da permeabilità medio alta.

Tra Uras e l'impianto di Palmas Arborea la direzione di falda assume una vergenza da Est ad Ovest, con soggiacenze che si approfondiscono fino a valori attorno a 20m dal piano campagna.

6.4 Dorsale Sud TR-08 (Macro-Area Campidano di Cagliari)

Questa dorsale, che corre all'incirca da Sud verso Nord, si sviluppa nella zona meridionale della piana del Campidano, dove le litologie predominanti sono rappresentate dai depositi alluvionali, di varia età, tipo ed ordine, associati ai cicli sedimentari continentali.

La Dorsale Sud ha inizio dal Terminal di ingresso gas di Sarroch, ubicato al confine nord-occidentale dell'omonima area industriale, nelle vicinanze della SS n.195 (Strada Sulcitana).

Nel suo percorso verso Nord fino quasi al PIDI n.3, posto al km 8+500 della linea, il tracciato attraversa, in sequenza, formazioni caratterizzate da permeabilità alta (litofacies a ghiaie terrazzate con subordinate sabbie del Subsistema di Portoscuso - PVM2a - del Pleistocene superiore) e da permeabilità medio alta (depositi alluvionali terrazzati dell'Olocene costituiti da ghiaie con subordinate sabbie).

Data la collocazione del tracciato tra collina e mare, il deflusso di falda risulta orientato verso la costa, da Ovest ad Est, con valori di soggiacenza delle falde sub superficiali tra 5 e 10 metri dal piano campagna.

Dopo il PIDI n.3 posto al km 8+500, il tracciato attraversa il Riu di Santa Lucia (al km 8+700), il cui alveo si presenta canalizzato e rettificato, per poi ritrovarsi ancora, per un lungo tratto di oltre 9 km, nella formazione ad alta permeabilità del Subsistema di Portoscuso (PVM2a).

Tra il km 14 e il km 16 il tracciato corre lungo il margine occidentale dell'area industriale di Macchiareddu, in questo tratto la permeabilità dei terreni è elevata e i livelli di falda risultano variabili e comunque maggiori di 10 m dal piano campagna.

Subito dopo il tracciato interessa i depositi alluvionali terrazzati ghiaiosi a media permeabilità fino all'attraversamento del Rio Cixerri (km 21+400). Tuttavia, tra il km 17+900 e il km 19+000 il gasdotto attraversa, in successione, quattro piccoli impluvi costituiti da depositi recenti ad alta permeabilità, appartenenti a corsi d'acqua senza nome, mantenendosi nel suo percorso parallelo, in destra, ad un canale artificiale. Qui i livelli della falda variano tra 5 e 15 metri dal piano campagna.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 166 di 173	Rev. 0

Superato il corso d'acqua, il cui alveo è formato da depositi recenti ad alta permeabilità con soggiacenza di falda intorno a 2 m dal piano campagna, il tracciato devia verso Est, entrando dapprima in una lente di sabbie con subordinati limi e argille di età olocenica, caratterizzata da permeabilità medio bassa, per poi flettere nuovamente verso Nord penetrando all'interno dei depositi alluvionali di bassa permeabilità costituiti da limi ed argille olocenici.

All'interno di quest'ultimo litotipo, passando ad Est dell'abitato di Uta, la condotta resta fino al km 24+500 in parallelismo con l'alveo del Flumini Mannu.

Da qui il gasdotto attraversa i depositi alluvionali di permeabilità medio bassa costituiti soprattutto da sabbie e subordinate argille, incontrando all'altezza del PIL/PIDI n.6, al km 25+600, limitate lenti di depositi poco permeabili.

Prosegue in direzione NNO, sempre all'interno dei depositi alluvionali sabbiosi con subordinati limi e argille superando, al km 25+900, l'alveo del Riu Mannu, nonché la strada statale SS n.130 al km 26+000, nel territorio comunale di Decimomannu, fino al punto d'arrivo, alla Stazione di lancio/ricevimento pig di Villaspeciosa impianto n.8, posto al km 28+368.

Dall'attraversamento del riu Cixerri alla alla Stazione di lancio/ricevimento pig di Villaspeciosa la direzione di falda è da Nord Nord Ovest - Sud Sud Est, mentre la falda si riscontra già a pochi metri dalla superficie.

6.5 Bretella Sulcis TR-09

Questo tratto di gasdotto, della lunghezza di 51 km, attraversa con direzione Est-Ovest dapprima la macro area idrogeologica della Piana di Cixerri e nella sua parte terminale entra nella macro area idrogeologica del Sulcis.

Il tracciato ha inizio dalla Stazione di lancio/ricevimento pig di Villaspeciosa e per 2 km si dirige verso SO per poi cambiare direzione. In questo tratto, che corre a Nord dell'abitato di Villaspeciosa, vengono attraversati i depositi alluvionali di permeabilità medio bassa costituiti da sabbie con subordinati limi ed argille di età olocenica. Fino al km 7+800 la condotta interessa depositi alluvionali terrazzati olocenici di diversa permeabilità da bassa a medio alta, a seconda del tenore in materiale fine. I dati dei pozzi mostrano una soggiacenza della falda di 2-3 metri dal piano campagna. La direzione di flusso della falda è da Nord Ovest a Sud Est.

Al km 7+800 il tracciato incontra in affioramento la formazione sedimentaria delle Arenarie di San Vito (SVI) caratterizzata da permeabilità bassa. Dopo circa 300 m, uscendo da questi litotipi, attraversa, per circa un mezzo chilometro, nuovamente depositi terrazzati a permeabilità media, rientrando però subito dopo nelle già citate SVI, che qui formano una piccola altura. Successivamente discende ed entra in una modesta vallecchia di un fosso senza nome, da cui esce attorno al km 9+000, per rientrare nelle unità alluvionali terrazzate a permeabilità media per qualche altro centinaio di metri.

Subito dopo, la condotta incrocia un modesto affioramento della Formazione del Cixerri (CIX), a bassa permeabilità costituita da argille siltose di colore rossastro e bancate arenacee quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici poligenici debolmente cementati di età Eocene medio-Oligocene.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 167 di 173	Rev. 0

Superata questa formazione, il tracciato si sposta nuovamente, in un'area blandamente ondulata solcata da piccoli impluvi, nei depositi alluvionali di permeabilità medio alta. Al km 9+800, all'interno della stessa formazione, è posizionato, il PIL n.2. Successivamente la condotta incontra nuovamente la Formazione del Cixerri in facies brecciosa (CIXa), sempre a permeabilità bassa, costituita da breccie di quarzo e liditi ben cementate, con noduli ferruginosi alla base, di età Eocene medio-Oligocene.

Da questo punto in avanti, fino al km 11+500, il gasdotto rientra nei depositi alluvionali terrazzati a permeabilità medio alta all'interno di un paesaggio a modesta ondulazione solcato da piccoli corsi d'acqua non sempre perenni.

Nelle poche decine di metri successive, percorrendo l'isoipsa dei 70 metri ai piedi di un pendio vergente verso Nord, dell'altura Serra di Tuvoi, il tracciato intercetta affioramenti di bassa permeabilità costituiti, nell'ordine, dalle Formazioni di Cixerri (CIX e CIXa) e della Formazione arenacea delle Arenarie di San Vito (SVI).

Superato l'impluvio del Gora Tuvoi, la condotta risale un versante rientrando nei terrazzi alluvionali a permeabilità medio alta fino al km 16+800.

In questa zona la direzione di falda passa da Nord-Ovest Sud Est a Nord Sud: dai rilievi settentrionali della piana di Cixerri verso il rio Cixerri. La soggiacenza di falda invece si mantiene a pochi metri dal piano campagna.

Dopo il km 16+800 il paesaggio abbandona la forma subpianeggiante delle vallate fluviali e diventa ondulato e collinare, in particolare a partire dalla località Su Furadroxiu Canna dove affiorano le Piroclastiti di Siliqua (SQA), una formazione a permeabilità medio bassa costituita da depositi di flusso piroclastico, debolmente cementati e grossolanamente stratificati.

Le piroclastiti proseguono fino al km 18+200 circa per poi rientrare nelle alluvioni terrazzate a permeabilità medio alta fino al PIL n.3 al km 20+190, il quale però si trova ubicato all'interno dei litotipi della Formazione del Cixerri (CIX) a permeabilità bassa.

Da questo punto in avanti, procedendo verso OSO fino al km 23+400 si ha un'alternanza ritmica, con estensioni areali comprese tra poche decine fino ad un paio di centinaia di metri di diverse formazioni, con prevalenza di formazioni a permeabilità alta e medio alta, come i litotipi ghiaiosi della formazione litofacies del Subsistema di Portoscuso PVM2a e i terrazzi alluvionali ghiaiosi, e subordinati intervalli di terreni a bassa permeabilità, degli affioramenti della formazione di Cixerri.

La morfologia di questa zona ricorda quella descritta in precedenza in quanto il reticolo idrografico, impostato lungo direttrici di faglia, si presenta molto inciso, con strette vallecole parallele tra loro, e questo obbliga il gasdotto, per alcuni chilometri, a salire e scendere di continuo, altalenandosi tra quote comprese tra 100 e i 120 metri. La direzione di falda si mantiene da Nord verso Sud e la sua soggiacenza permane di alcuni metri (tra 1,5 e 4m).

Dal km 23+400 al km 25+100 il tracciato entra nelle alluvioni ghiaiose terrazzate a permeabilità medio alta per passare poi, fino al km 26+600, a Nord dell'abitato di Musei, nei terreni ad alta permeabilità del Subsistema di Portoscuso in facies prevalentemente ghiaiosa (PVM2a) del Pleistocene superiore.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 168 di 173	Rev. 0

Dal km 26+600 al km 30+000 prosegue percorrendo terreni alluvionali terrazzati di permeabilità media, da medio alta a medio bassa, con soggiacenza di falda sempre di alcuni metri.

Raggiunto il km 30+000 la condotta incontra nuovamente, per circa 400 metri, in affioramento, le litologie a bassa permeabilità della formazione del CIX.

Da qui in avanti sino al km 38+100, vengono interessate alternativamente formazioni di bassa permeabilità, come la Formazione del Cixerri (CIX), e formazioni a medio bassa permeabilità come i depositi alluvionali terrazzati olocenici, salvo qualche passaggio nelle alluvioni attuali, caratterizzate da permeabilità alta, rinvenibili in concomitanza delle incisioni del reticolo idrografico. Il più esteso di questi tratti a permeabilità alta coincide con l'attraversamento al km 32+400 dell'alveo del Riu Cixerri, l'asta drenante più importante della Piana del Cixerri. La soggiacenza della falda freatica, di bassa portata, resta sempre di alcuni metri, circa 3m, dal piano campagna.

Proseguendo verso SO, la condotta correndo in un corridoio posto tra la ferrovia Carbonia-Domusnovas-Villamassargia, a Nord, e la SP n.310 (via Pedemontana) a Sud, attraversa, fino al km 40+000 circa, una successione di affioramenti di terreni a bassa permeabilità della Formazione del Cixerri (CIX) per poi proseguire, nei sedimenti a permeabilità medio alta delle alluvioni terrazzate fino al km 42+000.

Osservando il reticolo idrografico in quest'area è individuabile una linea spartiacque all'incirca al km 37 tra Barega a Nord e Corongiu a Sud, dove i fossi più orientali si dirigono verso Nord-Est, mentre quelli più occidentali, superati dal metanodotto, convogliano le loro acque verso Ovest e sono tributari del Rio Flumentepido. È indicativamente in corrispondenza di questo punto che il tracciato entra nella macro area idrogeologica del Sulcis.

Dal km 42+000 fino al km 43+400 la geologia affiorante è abbastanza complessa in quanto lungo il tracciato si rinviene una successione di piccoli lembi di diverse formazioni geologiche caratterizzate, tuttavia, da una comune permeabilità bassa (le più importanti: Formazione di Monte Argentu (AGU2) costituito da metasiltiti e metapeliti ordoviciane, Formazione di Portixeddu (PTX) dell'Ordoviciano sup., costituita da metasiltiti e metargilliti e Formazione Lignitifero aut. (LGN) dell'Eocene medio).

Oltrepassato l'attraversamento del Riu Flumentepido ritroviamo il Subsistema di Portoscuso in facies sabbiosa arenacea (PVM2b), a permeabilità medio alta, con soggiacenze della falda tra 1,5 e 2 metri dal piano campagna e direzione di flusso verso Ovest, cioè verso l'asta drenante del fiume Flumentepido.

Al km 46+500 del tracciato, in località Sedda Umbrosa, riaffiora la Formazione del Cixerri a permeabilità bassa, e successivamente i depositi permeabili del Subsistema di Portoscuso in facies ghiaiosa (PVM2a) e depositi alluvionali olocenici (b) dell'alveo del Sa Benazzu Mannu, nei pressi del km 46+900 all'altezza dell'abitato di Medau is Serafinis.

Proseguendo verso il suo punto di arrivo, il gasdotto si sposta verso Sud, nel territorio comunale di Carbonia, salendo bruscamente lungo un versante costituito da depositi a bassa permeabilità costituiti da flussi piroclastici in facies ignimbratica, della Formazione di Seruci (SRC) di età miocenica e delle Rioliti di Monte Crobu (CBU) del Miocene sup.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 169 di 173	Rev. 0

Superato il versante, attraversa la sommità di un corpo tabulare, Su Pranu de sa Gibudda, costituito prevalentemente dai litotipi permeabili del Subsistema di Portoscuso (PVM2a), presenti anche nella lenta discesa, da circa 80 metri a 34 metri, verso il km 51+000, dove è ubicata la Stazione di lancio/ricevimento pig di Carbonia-Portoscuso, punto di arrivo della bretella. La direzione di flusso permane verso Ovest verso la costa e le soggiacenze della falda restano a profondità tra 1,5 e 2 metri dal piano campagna.

6.6 Allacciamento Cagliari – Monserrato TR-10

La partenza di questo allacciamento è posta nel territorio comunale di Uta, in corrispondenza del PIDI n.1. Da questo punto la condotta si sposta verso NE attraversando un'area pianeggiante e/o subcollinare e prosegue poi, con una forma arcuata, aggirando lo stagno di Cagliari dopo aver cambiato direzione assumendo la direttrice NO-SE.

Al km 0+200 la condotta attraversa l'asta fluviale regimata e arginata del Flumini Mannu e, subito dopo, al km 0+346, un canale senza nome che corre parallelo all'argine sinistro del fiume, in senso idraulico. Qui la falda è subsuperficiale con soggiacenza di 1-2 metri dal piano campagna.

Il tracciato prosegue nei sedimenti alluvionali dapprima sabbiosi con subordinati limi e argille a permeabilità medio bassa, poi a partire dal km 1+100 fino al km 8+800 in depositi alluvionali terrazzati a permeabilità medio alta, costituiti da ghiaie con subordinate sabbie dell'Olocene. I dati dei pozzi presenti nell'area mostrano valori di soggiacenza dai 7 a 12 metri dal piano campagna.

Dal km 8+800 la condotta, fino al km 14+600, si trova a superare una sequenza alternata di formazioni caratterizzate da diversa permeabilità:

- formazione delle Marne di Gesturi a permeabilità bassa;
- depositi alluvionali terrazzati costituiti da ghiaie con subordinate sabbie a permeabilità medio alta;
- ghiaie alluvionali degli alvei dei corsi idrici (tra cui Riu di Sestu al km 13+100 e riu Cannas al km 15+800) a permeabilità alta;
- coltri eluvio colluviali in matrice fine a permeabilità medio bassa;
- ghiaie alluvionali terrazzate della formazione del Subsistema di Portoscuso a permeabilità alta.

In questo tratto la soggiacenza di falda passa da circa 7-8 metri di profondità a pochi metri dal piano campagna.

Dal km 14+600 al km 17+100 il tracciato percorre ampie zone di terreni a permeabilità medio alta dei depositi alluvionali terrazzati costituiti da ghiaie con subordinate sabbie alternate a lembi di Marne di Gesturi a permeabilità bassa. In questo tratto la falda risulta attestata tra 7 e 10m di profondità. Dal km 17+100 fino al punto di consegna, in corrispondenza del PIDI n.4 (DSO Monserrato), invece, prevalgono le zone di Marne di Gesturi a permeabilità bassa rispetto ai lembi di depositi alluvionali terrazzati di ghiaie con subordinate sabbie a permeabilità medio alta con livelli di falda rilevati a 18-23 metri dal piano campagna.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 170 di 173	Rev. 0

6.7 Bretella Cagliari TR11 e Allacciamento Cagliari – Macchiareddu TR-12

La Bretella Cagliari (TR11) ha origine nel Terminale di ingresso di Cagliari, ubicato all'interno dell'area industriale di Macchiareddu, in Comune di Assemini. Il breve tronco di gasdotto con direzione all'incirca SO prosegue in un'area pianeggiante lungo il bordo meridionale dell'area industriale di Macchiareddu fino a raggiungere il PIDI n. 2 di Macchiareddu.

Anche l'allacciamento Cagliari – Macchiareddu ha origine nel Terminale di ingresso di Cagliari, ma il tracciato si indirizza verso NO costeggiando la suddetta provinciale in località Tancamossa per poi riattraversarla e deviare verso SO per raggiungere il punto di consegna all'interno di un'area incolta adiacente ad impianti industriali.

La prima parte della bretella, così come l'intero tratto di allacciamento, interessano i depositi alluvionali terrazzati di permeabilità medio alta, costituiti da ghiaie con subordinate sabbie. La seconda parte della bretella si addentra anche nella facies ghiaiosa ad elevata permeabilità del Subsistema di Portoscuso (PVM2a),

Data la vicinanza allo Stagno di Cagliari la falda è subsuperficiale, a partire da un metro dal piano campagna. Si segnalano, in località Tancamossa, attività di risanamento ambientale delle acque sotterranee con emungimento continuo da pozzi che determinano locale depressione permanente del livello piezometrico.

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 171 di 173	Rev. 0

7 RIFERIMENTI

Arpa Sardegna, 2016, Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo Ottobre 2014 - Settembre 2015

Angelone M., C. Gasparini, M. Guerra, S. Lombardi, L. Pizzino, F. Quattrocchi, E. Sacchi, G.M. Zuppi, 2015, Fluid geochemistry of the Sardinian Rift-Campidano Graben (Sardinia, Italy): fault segmentation, seismic quiescence of geochemically "active" faults, and new constraints for selection of CO₂ storage sites, Applied Geochemistry, 20, 317–340

Barca S., C. Maxia, V. Palmerini, 1973, Sintesi sulle Attuali Conoscenze Relative alla Formazione del Cixerri (Sardegna Sud-Occidentale). Boll. Serv. Geolo. d'It., 94, 307-318, Roma

Bianco M., 2006, Studio di fenomeni di subsidenza localizzata (sinkhole) con applicazione di tecniche geofisiche integrate per la programmazione di interventi di protezione civile e di ridefinizione dell'uso del territorio, Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Cagliari

Comune di Carbonia, 2009, P.U.C. Piano Urbanistico Comunale in Adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale. Relazioni Specialistiche: Relazione Agronomica, Relazione Geologica, Febbraio

Comune di Oristano, 2015, P.U.C. 2009 Oristano– Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica – art. 8 c.2 delle Norme di Attuazione del PAI esteso a tutto il territorio comunale– Tavola 1R Relazione Geologica Geomorfologica, Dicembre

Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari - Comuni di Assemmini, Cagliari, Capoterra, Uta (CA), Piano di Caratterizzazione dell'Agglomerato Industriale di Macchiareddu - Sito di Bonifica Interesse Nazionale Sulcis-Inglesiente Guspinese, Tavola 15 "Pozzi a uso acquedottistico-potabile e piezometri RAS campionati (2012)" allegata alla Relazione Generale, Ottobre 2012

GhiglieriG., A. Carletti, S. Da Pelo, F. Cocco, A. Funedda, A. Loi, F. Manta, D. Pittalis, 2016, Three-dimensional hydrogeological reconstruction based on geological depositional model: A case study from the coastal plain of Arborea (Sardinia, Italy), Engineering Geology, 207, 103–114

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), non datato. Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 565 CAPOTERRA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), non datato. Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 564 CARBONIA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), non datato. Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 557 CAGLIARI

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), non datato. Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 556 ASSEMINI

	PROGETTISTA  <small>consulting, design, operations & maintenance engineering</small>	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 172 di 173	Rev. 0

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), non datato. Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 547 VILLACIDRO

ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), non datato. Fenomeni di Sprofondamento nella Regione Sardegna e Possibili Correlazioni con le Attività Minerarie

Longhitano S.G., L. Sabato, M. Tropeano, M. Murru, G. Carannante, L. Simone, A. Cilona, M. Vigorito, 2015, Outcrop reservoir analogous and porosity changes in continental deposits from an extensional basin: The case study of the upper Oligocene Sardinia Graben System, Italy, Marine and Petroleum Geology, 67, 439-459;

Murru M. e A. Salvadori (1987), Ricerche Stratigrafiche sul Bacino Paleogenico del Sulcis (Sardegna Sud-Occidentale), Geologica Rom., 26, 149-165, 2 fig, 4 tav., Roma

Pala A., Cossu M. (1994) Idrogeologia di un Settore del Campidano di Oristano. Rendiconti Seminario Facoltà Scienze Università di Cagliari, Vol. 64 Fasc. 1 (1994)

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2006, Piano di Tutela delle Acque (PTA), Piano Stralcio di Settore del Piano di Bacino. Linee Generali – Relazione di Sintesi e Cartografia correlata

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2008, Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000 (ROMA40)

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2009, POR Sardegna 2000-2006 –Asse I – Misura 1.7 – Azione C “Rete di Monitoraggio Qualitativa e Quantitativa delle Acque Sotterranee al Fine della Definizione dello Stato Ambientale dei Corpi Idrici Significativi ai Sensi del D.Lgs 152/06”

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2010, Caratterizzazione, Obiettivi e Monitoraggio dei Corpi Idrici Sotterranei della Sardegna.

Regione Autonoma Sardegna (RAS), 2013, Monitoraggio dei Corpi Idrici Sotterranei della Sardegna - Sintesi dei Risultati 2011

Regione Autonoma Sardegna (RAS), 2014, Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna – Progetto di Aggiornamento del Piano di Gestione- Allegato – Caratterizzazione, Obiettivi e Monitoraggio dei Corpi Idrici Sotterranei – Direttiva 2000/60/CE – D.Lgs 152/2006. Appendice A – Sintesi del monitoraggio 2011/2013 - Schede per corpo idrico.

Regione Autonoma della Sardegna (RAS), 2016, Riesame e Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna 2° Ciclo di pianificazione 2016 - 2021 Allegato No.2 - sez. No. 3 Caratterizzazione, Obiettivi e Monitoraggio dei Corpi Idrici Sotterranei.

Regione Autonoma della Sardegna - Autorità di Bacino (RAS - ADB), 2006, Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Relazione Generale, Interventi sulla Rete Idrografica e sui Versanti Legge 183/89 e Legge 267/98, Norme di Attuazione e Cartografia.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5663	UNITÀ 000
	LOCALITÀ REGIONE SARDEGNA	Doc. RT-0015	
	PROGETTO / IMPIANTO SISTEMA TRASPORTO GAS NATURALE SARDEGNA - SEZIONE CENTRO SUD PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE IDROGEOLOGICA	Pag. 173 di 173	Rev. 0

Secci R. (2010) Comparazione fra metodiche per la valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi. Applicazione all'acquifero del Sulcis Iglesiente. Tesi di Dottorato. Univeristà degli Studi di Cagliari

Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR, sito web: <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/notetecniche/nota2/index.asp>