



SARAS

Refining & Power

Stabilimento di Sarroch (Cagliari)

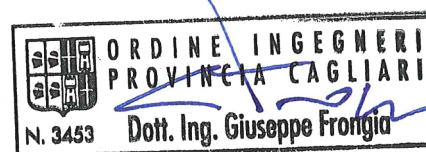
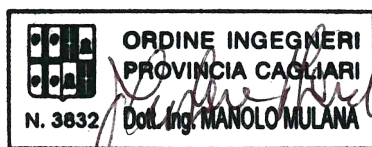
**Impianto Complesso
Raffineria, IGCC e Impianti Nord**

**NUOVI SERBATOI DI STOCCAGGIO GASOLI
ST209 e ST210**

**Studio di Impatto Ambientale
D.Lgs. 152/2006**

Quadro di riferimento ambientale

AM-RTS10004



SARLUX Srl
Stabilimento di Sarroch (CA)

Impianto Complesso
Raffineria, IGCC e Impianti Nord

NUOVI SERBATOI DI STOCCAGGIO GASOLI
ST209 e ST210

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

COORDINAMENTO GENERALE:

SARTEC – Saras Ricerche e Tecnologie

Ing. Manolo Mulana

Ing. Giuseppe Frongia (I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.)

Gruppo di lavoro:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Mariano Agus

Ing. Enrica Batzella

Ing. Luigi Carta

Ing. Gianluca Melis

Ing. Andrea Onnis

Ing. Emanuela Spiga

Collaborazioni specialistiche:

Rumore: C.I.N.I.GEO. - Prof. Ing. Giorgio Massacci

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Consuelo Nicolò

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Mauro Casti

Aspetti faunistici: Dott. Maurizio Medda

Impatto odorigeno: Dott. Gian Luca Pittoni – Dott.ssa Barbara Sergi (SARTEC)

Rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Appr.
0	15/10/16	Emissione per procedura di VIA	IAT	Sartec	Sartec

SOMMARIO

D.1	INTRODUZIONE.....	11
D.2	CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE AMBIENTALE	13
D.2.1	CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI	13
D.2.1.1	Individuazione delle azioni di progetto.....	14
D.2.1.2	Individuazione degli aspetti ambientali	17
D.2.1.3	Componenti ambientali	19
D.2.1.4	Il quadro riassuntivo degli impatti	21
D.3	LO STATO QUALITATIVO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI.....	23
D.3.1	ATMOSFERA	23
D.3.1.1	Premessa.....	23
D.3.1.2	Inquadramento meteo-climatico	24
D.3.1.2.1	Caratteri climatologici generali	24
D.3.1.2.2	Precipitazioni	24
D.3.1.2.3	Temperatura	25
D.3.1.2.4	Anemologia.....	25
D.3.1.2.5	Stabilità dell'atmosfera	26
D.3.1.3	Livello qualitativo della componente	27
D.3.1.3.1	Qualità dell'aria a livello locale	27
D.3.1.3.1.1	Normativa di riferimento.....	27
D.3.1.3.1.2	Esiti dei rilevamenti della qualità dell'aria nel sito produttivo di Sarroch	30
D.3.2	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	36
D.3.2.1	Premessa.....	36
D.3.2.2	Inquadramento geomorfologico	36
D.3.2.3	Inquadramento geologico-strutturale	40
D.3.2.3.1	Inquadramento generale	40
D.3.2.3.2	Unità intrusiva di Villacidro - Facies Monte Lattias (VLDc): Leucosienograniti a biotite	42
D.3.2.3.3	Formazione di Pala Manna (PMN).....	43
D.3.2.3.4	Andesiti di Monte Arrubiu (MAB)	44
D.3.2.3.5	Corteo filoniano (fq).....	44
D.3.2.3.6	Formazione del Cixerri (CIX).....	44
D.3.2.3.7	Depositi Quaternari	45
D.3.2.3.7.1	Depositi pleistocenici	45
D.3.2.3.7.2	Depositi olocenici	46
D.3.2.3.7.3	Depositi di versante (a).....	46
D.3.2.3.7.4	Coltri eluvio-colluviali (b2)	46
D.3.2.3.7.5	Depositi alluvionali (ba).....	47
D.3.2.3.7.6	Depositi alluvionali terrazzati (bn)	47
D.3.2.3.7.7	Depositi antropici (ha; h1)	48
D.3.2.4	Tettonica	49
D.3.2.5	Inquadramento geopedologico	51
D.3.2.6	Caratteri geologici di dettaglio	52
D.3.2.6.1	Aspetti geomorfologici, geologici e stratigrafici	52
D.3.2.6.2	Modello tridimensionale del sottosuolo	59
D.3.2.6.3	Caratteri pedologici	72
D.3.2.6.4	Aspetti geotecnici	74
D.3.2.6.4.1	Caratteristiche geotecniche degli strati	75
D.3.2.6.4.2	Verifiche geotecniche agli SLU e agli SLE.....	76
D.3.2.7	Livello qualitativo della componente	77
D.3.3	AMBIENTE IDRICO.....	85

D.3.3.1	Premessa.....	85
D.3.3.2	Inquadramento idrogeologico.....	85
D.3.3.3	Inquadramento idrologico.....	90
D.3.3.4	Caratteri idrogeologici di dettaglio.....	92
D.3.3.5	Caratteri idrologici e idraulici di dettaglio.....	95
D.3.3.6	Livello qualitativo della componente.....	99
D.3.4	PAESAGGIO.....	100
D.3.4.1	Premessa.....	100
D.3.4.2	Tratti evolutivi del contesto paesaggistico.....	100
D.3.4.2.1	Il contesto storico-normativo.....	100
D.3.4.2.2	Elementi strutturanti la componente.....	102
D.3.5	VEGETAZIONE, FLORA ED ECOSISTEMI.....	104
D.3.5.1	Inquadramento geobotanico del territorio.....	104
D.3.5.2	Descrizione della vegetazione presente nel sito di intervento.....	105
D.3.6	FAUNA.....	109
D.3.6.1	Caratteristiche del profilo e dell'ecosistema faunistico presenti nell'area di intervento... ..	109
D.3.6.2	Verifica circa la presenza di aree sottoposte a tutela naturalistica.....	112
D.3.6.3	Profilo ed ecosistema faunistico dell'area in esame.....	114
D.3.6.3.1	Aspetti generali.....	114
D.3.6.3.2	Elenco delle specie faunistiche presenti nell'area di indagine.....	114
D.3.6.3.2.1	Classe uccelli.....	115
D.3.6.3.2.2	Classe mammiferi.....	122
D.3.6.3.2.3	Classe rettili.....	124
D.3.6.3.2.4	Classe anfibi.....	126
D.3.6.4	Verifica importanza ecosistemica dell'area d'intervento progettuale dalla carta della Natura della Sardegna.....	128
D.3.7	SALUTE PUBBLICA.....	131
D.3.7.1	Premessa.....	131
D.3.7.2	Stato di salute della popolazione dell'area di Sarroch.....	133
D.3.7.2.1	Lo studio epidemiologico della Regione Sardegna (anni 1981÷2001).....	133
D.3.7.2.2	I dati del progetto Sarroch Ambiente e Salute (anni 2000-2010).....	135
D.3.8	AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO.....	138
D.3.9	Premessa.....	138
D.3.10	La dinamica demografica e il sistema sociale provinciale.....	138
D.3.11	Analisi della mobilità nella provincia di Cagliari.....	144
D.3.12	Il contesto economico.....	150
D.3.12.1.1	Il contesto internazionale e nazionale.....	150
D.3.12.1.2	Il contesto regionale e della provincia di Cagliari.....	152
D.3.12.1.3	Le dinamiche demografiche di impresa nella provincia di Cagliari.....	153
D.3.13	RISORSE NATURALI.....	156
D.3.13.1	Premessa.....	156
D.3.13.2	Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto.....	157
D.3.13.2.1	Consistenza delle risorse naturali a livello locale.....	157
D.3.13.2.2	Consistenza delle risorse naturali a livello globale.....	157
D.4	ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI.....	159
D.4.1	ATMOSFERA.....	159
D.4.1.1	Principali fattori di impatto a carico della componente.....	159
D.4.1.1.1	Emissione di polveri e inquinanti atmosferici da movimento di automezzi.....	159
D.4.1.1.2	Emissioni non convogliate di COV.....	160
D.4.1.1.2.1	Emissioni di COV dai serbatoi.....	160
D.4.1.1.2.2	Emissioni fuggitive.....	160
D.4.1.1.3	Emissioni di composti odorigeni.....	161
D.4.1.2	Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello globale.....	162

D.4.1.3	Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale	163
D.4.1.3.1	Fase di costruzione	163
D.4.1.3.2	Fase di esercizio	164
D.4.1.3.3	Fase di dismissione	165
D.4.1.4	Eventuali effetti sinergici	165
D.4.1.5	Misure di mitigazione previste	166
D.4.2	SUOLO E SOTTOSUOLO	167
D.4.2.1	Premessa	167
D.4.2.2	Principali fattori di impatto a carico della componente	167
D.4.2.2.1	Trasformazione ed occupazione di superfici	168
D.4.2.2.2	Alterazione dei caratteri morfologici	171
D.4.2.2.3	Modifiche allo stato tensionale del sottosuolo	171
D.4.2.2.4	Rischio di dispersione accidentale di inquinanti	173
D.4.2.3	Sintesi valutativa degli impatti attesi	175
D.4.2.3.1	Fase di cantiere	175
D.4.2.3.2	Fase di esercizio	178
D.4.2.3.3	Fase di dismissione	179
D.4.2.4	Eventuali effetti sinergici	179
D.4.2.5	Misure di mitigazione previste	180
D.4.3	AMBIENTE IDRICO	182
D.4.3.1	Principali fattori di impatto a carico della componente	182
D.4.3.1.1	Potenziali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi superficiali	182
D.4.3.1.2	Potenziali interferenze con la dinamica della circolazione idrica sotterranea	182
D.4.3.1.3	Rischio di dispersione accidentale di inquinanti	183
D.4.3.1.4	Impermeabilizzazione di superfici	184
D.4.3.1.5	Scarichi idrici	184
D.4.3.2	Fase di cantiere	186
D.4.3.3	Fase di esercizio	187
D.4.3.4	Fase di dismissione	190
D.4.3.5	Eventuali effetti sinergici	190
D.4.3.6	Misure di mitigazione previste	190
D.4.3.6.1	Protezione dall'inquinamento delle risorse idriche superficiali e sotterranee	190
D.4.3.6.2	Interferenza con il regime idrico superficiale	191
D.4.3.6.3	Interferenza con il regime idrico sotterraneo	191
D.4.4	PAESAGGIO	192
D.4.4.1	Premessa	192
D.4.4.2	Sostenibilità ambientale	192
D.4.4.3	Qualità percettiva	194
D.4.4.4	Analisi del progetto in funzione delle principali categorie di impatti possibili sulla componente	195
D.4.5	VEGETAZIONE, FLORA ED ECOSISTEMI	200
D.4.5.1	Considerazioni generali	200
D.4.5.2	Eventuali effetti sinergici	200
D.4.5.3	Misure di mitigazione previste	201
D.4.6	FAUNA	202
D.4.6.1	Premessa	202
D.4.6.2	Fase di cantiere	202
D.4.6.2.1	Abbattimenti/mortalità di individui	202
D.4.6.2.2	Allontanamento delle specie	203
D.4.6.2.3	Perdita di habitat riproduttivo o di foraggiamento	204
D.4.6.2.4	Frammentazione ed insularizzazione di habitat	205
D.4.6.2.5	Criticità per presenza di aree protette	205
D.4.6.3	Fase di esercizio	205
D.4.6.3.1	Considerazioni generali	205
D.4.6.3.2	Inquinamento luminoso	206
D.4.6.4	Fase di dismissione	206
D.4.6.5	Misure di mitigazione previste	207

D.4.6.6	Eventuali effetti sinergici	207
D.4.6.7	Quadro sinottico degli impatti stimati per la componente faunistica	207
D.4.7	SALUTE PUBBLICA	209
D.4.7.1	Aspetti generali	209
D.4.7.2	Emissioni atmosferiche e qualità dell'aria	210
D.4.7.3	Rilasci accidentali di inquinanti nei terreni e nelle acque	211
D.4.7.4	Sicurezza e salute sul lavoro nell'ambito della fase costruttiva	211
D.4.7.5	Sicurezza e salute sul lavoro nell'ambito della fase di esercizio	212
D.4.7.6	Emissione di rumore	214
D.4.7.7	Effetti complessivi sulla componente	216
D.4.8	AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO	217
D.4.8.1	Premessa	217
D.4.8.2	Risultati economici attesi dall'azienda	218
D.4.8.3	Ricadute economiche del processo costruttivo a livello locale	218
D.4.8.4	Interferenze con l'ordinaria circolazione automobilistica durante il periodo costruttivo ...	219
D.4.8.4.1	Inquadramento della problematica	219
D.4.8.4.2	Misure di mitigazione previste	223
D.4.9	RISORSE NATURALI	224
D.5	PIANO DI MONITORAGGIO	225
BIBLIOGRAFIA	226

ELENCO DIDASCALIE TABELLE

Tabella 1 – Precipitazioni medie stagionali registrate nelle stazioni di Pula e Capoterra, nell'intervallo di anni 1922-2011 (Fonte: EAF, 1998; Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna – sito internet).....	25
Tabella 2 – Temperature medie mensili registrate nelle stazioni di Pula – Anni 1988÷2011 (Fonte: EAF, 1998; Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna – sito internet).....	25
Tabella 3 - Tabella degli inquinanti monitorati dalle centraline della qualità dell'aria dell'ARPAS: CENSA1, CENSA2, CENSA3	32
Tabella 4 - Tabella degli inquinanti monitorati dalle centraline della qualità dell'aria della SARLUX: Deposito Nazionale, Porto Foxi, Sarroch Parco, Villa D'Orri	32
Tabella 5 - confronto tra i valori limite di qualità dell'aria ambiente e i valori registrati dalla rete della Sarlux, ai sensi del D.Lgs 155/2010, per quanto riguarda SO ₂ e NO ₂ , PM ₁₀ , CO e ozono (Fonte PMC Sarlux, 2015).....	33
Tabella 6 - confronto tra i valori limite di qualità dell'aria ambiente e i valori registrati dalla rete Sarlux, ai sensi del D.Lgs 155/2010 per quanto riguarda SO ₂ e del DPR 322/71, abrogato dal D.L. 5/12, ma qui utilizzato come indicativo di valori guida, per quanto riguarda l'H ₂ S (Fonte PMC Sarlux, 2015)	33
Tabella 7 - Superamenti rilevati nelle centraline ubicate nell'area di Sarroch (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2014).....	35
Tabella 8 - Parametri geotecnici caratteristici	76
Tabella 9 – Valori del coefficiente di permeabilità dello strato superficiale dell'acquifero (piezometri prossimi all'area di progetto evidenziati in celeste)	88
Tabella 10 – Livelli assoluti della falda superficiale ed escursioni massime dell'anno 2015 in corrispondenza dell'area di progetto, desunti dalle tavole della morfologia piezometrica del piano di monitoraggio della falda per l'anno 2015	93
Tabella 11 - Elenco delle specie di avifauna presenti nell'area di indagine faunistica	115
Tabella 12 - Elenco delle specie di mammiferi presenti nell'area di indagine faunistica	122
Tabella 13 - Elenco delle specie di rettili presenti nell'area di indagine faunistica	124
Tabella 14 - Elenco delle specie di anfibi presenti nell'area di indagine faunistica	126
Tabella 15 - Popolazione residente in provincia di Cagliari e struttura familiare (Fonte: Comuni-Italiani)	139
Tabella 16 - Popolazione residente nei Comuni della Provincia di Cagliari anno 2011 (Fonte: ISTAT)	140
Tabella 17 - Indice di concentrazione territoriale (Pop. Res.; Fonte: ISTAT).....	142
Tabella 18 - Indice di invecchiamento Pop. di 65 anni e più per 100 abitanti (Fonte: ISTAT)..	142
Tabella 19 - Indice di vecchiaia (Fonte: ISTAT)	143
Tabella 20 - Indice di dipendenza totale (Fonte: ISTAT)	143
Tabella 21 – Popolazione residente nei Comuni appartenenti al territorio più prossimi allo Stabilimento Sarlux (Fonte: Comuniverso, elaborazione Ancitel su dati Istat)	144
Tabella 22 - Spostamenti giornalieri (compresa la quota intercomunale) generati dai comuni dell'Area Vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari).....	148
Tabella 23 - Spostamenti intercomunali giornalieri generati dai Comuni dell'Area vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari)	148
Tabella 24 - Spostamenti giornalieri (compresa la quota intercomunale) attratti dai comuni dell'Area Vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari).....	149

Tabella 25 - Spostamenti intercomunali giornalieri attratti dai Comuni dell'Area vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari)	150
Tabella 26 - Previsioni per l'economia italiana – Pil e principali componenti (Fonte Camera di Commercio di Cagliari su dati Istat)	151
Tabella 27 - Consistenza delle imprese registrate, iscrizioni e cessazioni. Anno 2015 (Fonte Camera di Commercio di Cagliari)	155
Tabella 28 – Consumi energetici in Italia in Milioni di Tep (Fonte, Unione Petrolifera su dati MISE).....	158
Tabella 29 - Area “Impianti SUD” Stabilimento Sarlux - Aree produttive per destinazione funzionale e superfici occupate dagli interventi in progetto.....	170
Tabella 30 - Principali modificazioni dell'assetto paesistico così come indicato dal DPCM 12/12/2005.....	196
Tabella 31 - Principali alterazioni dell'assetto paesistico così come indicato dal DPCM 12/12/2005.....	198
Tabella 32 – Quadro riassuntivo degli impatti sulla componente faunistica.....	208
Tabella 33 – Computo metrico estimativo delle opere	218
Tabella 34 – Flussi di traffico attesi da e verso il sito di cantiere.....	222

ELENCO DIDASCALIE FIGURE

Figura 1 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria presso il sito produttivo di Sarroch	31
Figura 2 – Posizione delle stazioni di misura di Sarroch (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2014).....	34
Figura 3 – Rilievi montuosi metamorfici (Punta Su Seinargiu) visti dalla strada perimetrale a monte dell'area di progetto interna al Parco Ovest dello Stabilimento Sarlux; a destra, con quote inferiori, rilievi granitici.....	38
Figura 4 – Carta geologico-mineraria della zona di <i>Punta de Su Seinargiu</i> (Caboï et alii, 1978), localizzata a ovest dell'area di progetto.....	39
Figura 5 – Area della raffineria Sarlux e area di progetto (in giallo) sulla Carta geologica della Sardegna in scala 1:200.000 (Carmignani et al., 1990).....	41
Figura 6 – Leucosienograniti a biotite, inequigranulari, affioranti a nord-ovest dell'area di progetto in prossimità della strada “Perimetrale Consortile” del CACIP.....	43
Figura 7 – Schema tettonico del Foglio geologico in scala 1:50.000 n. 565 “Capoterra” (il rettangolo evidenzia i rilievi affioranti a ovest e nord-ovest dell'area di progetto)	50
Figura 8 – Area di progetto (contorno rosso) su stralcio della carta dei suoli della Sardegna (Aru et al., 1990). Unità 26: paesaggi su alluvioni pleistoceniche; unità 14: paesaggi su vulcaniti acide; unità 35: aree urbanizzate e infrastrutture	52
Figura 9 – Area dello Stabilimento Sarlux su IGM in scala 1:25.000 (area di progetto con campitura verde), datata 1992	53
Figura 10 - Area Stabilimento Sarlux e corsi d'acqua attuali su modello ombreggiato del terreno con passo 1 m (area di progetto con campitura verde)	54
Figura 11 – Confronto delle foto aeree del 1977/78 (a sinistra) e del 2013 (a destra) (Portale web SardegnaFotoAeree).....	55
Figura 12 – Depositi alluvionali di “glacis” nei tagli stradali della strada che costeggia esternamente lo Stabilimento Sarlux, a ovest dell'area di progetto	58

Figura 13 – Cappellaccio di alterazione delle vulcaniti andesitiche a contatto con i sovrastanti depositi alluvionali quaternari, nel taglio stradale della strada che costeggia esternamente lo Stabilimento Sarlux, a circa 450 m a nord dell'area di progetto	58
Figura 14 – Contatto tra i depositi alluvionali quaternari e le andesiti (argillificate e con solchi di erosione tipo calanchi) della strada che costeggia esternamente lo Stabilimento Sarlux, a circa 450 m a nord dell'area di progetto	59
Figura 15 – Area ricoperta dal modello tridimensionale del sottosuolo ricostruito a partire dalle stratigrafie dei sondaggi del piano di caratterizzazione della Raffineria Sarlux eseguiti nel 2012. I cerchi rosa rappresentano le 68 stratigrafie utilizzate, i cerchi verdi tutte le altre stratigrafie del piano di caratterizzazione	62
Figura 16 – Sezioni geologiche del modello tridimensionale del sottosuolo e stratigrafie dei sondaggi utilizzate (cerchi rosa).....	62
Figura 17 – Modello 3d del suolo e del sottosuolo con ortofoto drappeggiata sul terreno e serbatoi in progetto (vista SE).....	63
Figura 18 - Modello 3d del suolo e del sottosuolo con ortofoto drappeggiata trasparente sul terreno e serbatoi in progetto (vista SE). Si noti che le vulcaniti andesitiche affiorano in taluni settori del modello, prevalentemente a est	64
Figura 19 - Modello 3d del suolo e del sottosuolo sul terreno e serbatoi in progetto (vista SE) .	65
Figura 20 – Sezioni geologiche del modello tridimensionale del sottosuolo di cui alla Figura 19, logs 3d e serbatoi in progetto (vista SE).....	66
Figura 21 - Sezioni geologiche del modello tridimensionale del sottosuolo di cui alla Figura 19, logs 3d e serbatoi in progetto (vista SW).....	67
Figura 22 – Isopache in metri della coltre alluvionale pedemontana quaternaria ottenute dal modello tridimensionale del suolo e del sottosuolo	68
Figura 23 - – Isopache della coltre alluvionale pedemontana quaternaria di cui alla Figura 22 sulla carta topografica IGM in scala 1:25.000. Si noti che l'alveo dell'originario corso d'acqua che passava nel settore orientale dell'area di progetto è stato riempito artificialmente con spessori di circa 10 metri in occasione della pregressa preparazione dei piazzali dal Parco Ovest.....	69
Figura 24 - Isopache in metri della parte superficiale alterata e/o fratturata delle vulcaniti andesitiche ottenute dal modello tridimensionale del suolo e del sottosuolo	70
Figura 25 - Sezione geologica orientata SW-NE (esagerazione verticale 2x) e serbatoi in progetto in scala reale.....	71
Figura 26 – Ubicazione delle indagini geognostiche e geotecniche (2016).....	75
Figura 27 – Superamento CLA dello Zn nei terreni (profondità: 0-1 m); area di progetto con contorno rosso	80
Figura 28 – Superamento CLA dello Zn nei terreni (profondità: 2-3 m); area di progetto con contorno rosso	80
Figura 29 – Superamento CLA del Benzo (a) antracene nei terreni (profondità: 2-3 m); area di progetto con contorno rosso	81
Figura 30 – Superamento CLA del Crisene nei terreni (profondità: 2-3 m); area di progetto con contorno rosso	81
Figura 31 - Superamento CLA della Somma IPA nei terreni (profondità: 2-3 m); area di progetto con contorno rosso	82
Figura 32 – Hot Spot di Idrocarburi pesanti nei terreni entro i primi 5 metri di profondità; area di progetto con contorno rosso	82

Figura 33 – Superamento CLA del Fe nella falda idrica superficiale; area di progetto con contorno rosso	83
Figura 34 - Superamento CLA del Mn nella falda idrica superficiale; area di progetto con contorno rosso	83
Figura 35 Superamento CLA degli Idrocarburi totali nella falda idrica superficiale; area di progetto con contorno rosso	84
Figura 36 – Classi di permeabilità dello strato superficiale dell’acquifero; area di progetto con campitura verde	89
Figura 37 – Linee isopiezometriche con equidistanza 2 m (misurazioni settembre 2006) su Stabilimento Sarlux e modello ombreggiato del terreno; area di progetto con campitura verde; piezometri in celeste	89
Figura 38 - Linee isopiezometriche con equidistanza 2 m (misurazioni ottobre 2010) su Stabilimento Sarlux e modello ombreggiato del terreno; area di progetto con campitura verde; piezometri in giallo	90
Figura 39 – Corsi d’acqua a nord e a sud dell’area di progetto	91
Figura 40 – Soggiacenza della falda riferita a settembre 2006 (m p.c.) nell’area dello Stabilimento Sarlux; area di progetto con contorno rosso	93
Figura 41 – Soggiacenza della falda riferita a ottobre 2010 (m p.c.) nell’area dello Stabilimento Sarlux; area di progetto con contorno rosso	94
Figura 42 – Linee isopiezometriche della falda superficiale – marzo 2015 (equidistanza 5 m) e area di progetto evidenziata in verde:	94
Figura 43 – Solco di ruscellamento concentrato nella parte orientale della scarpata artificiale del perimetro settentrionale dell’area di progetto	96
Figura 44 – Attraversamento fluviale, in località Nuraghe Liberno, alla base della recinzione dello Stabilimento Sarlux a circa 200 metri a ovest dall’area di progetto (Figura 45)	96
Figura 45 – Rete di drenaggio superficiale calcolata sulla base del dtm con passo 1 m della Regione Sardegna (rilievo Lidar), su modello ombreggiato del terreno; area di progetto con contorno rosso	97
Figura 46 – Bacini idrografici a monte dell’area di progetto, percorsi idraulici più lunghi (blu) e rete di drenaggio superficiale (azzurro) calcolata sulla base del dtm con passo 1 m della Regione Sardegna (rilievo Lidar) su modello ombreggiato del terreno; area di progetto con contorno rosso	98
Figura 47 – Rete di drenaggio modificata per l’area di progetto: i bacini idrografici interessati sono il numero 1 per il canale sul lato occidentale e i numeri 1a, 2, 3, 4, 5 e 6 per il canale sul lato settentrionale e quello orientale	98
Figura 48 - Rapporti di contiguità tra il primo nucleo della raffineria Sarlux e il centro urbano di Sarroch (Fonte: archivio storico Sarlux, anno 1965)	102
Figura 49 - Area di cantiere occupata da vegetazione sinantropica prevalentemente erbacea	107
Figura 50 - L’area su cui saranno realizzati i nuovi serbatoi vista da ovest	107
Figura 51 - L’area su cui saranno realizzati i nuovi serbatoi vista da est	108
Figura 52 - Inquadramento area d’intervento progettuale e ambito faunistico di rilevamento ..	111
Figura 53 - Carta della distribuzione delle tipologie di “aree protette” più prossime al sito di progetto	113
Figura 54 - Categorie di minaccia IUCN (BirdLife International, 2000)	119
Figura 55 - Struttura delle categorie IUCN adottate nella Lista Rossa 2012 degli Uccelli Nidificanti in Italia	120
Figura 56 - Mappa distribuzione del numero potenziale di specie di uccelli.	121

Figura 57 – Mappa distribuzione del numero potenziale di specie di mammiferi.....	123
Figura 58 – Mappa distribuzione del numero potenziale di specie di rettili.....	125
Figura 59 – Mappa distribuzione del numero potenziale di specie di anfibi.....	127
Figura 60 – Valore ecologico dell’area d’indagine faunistica e delle zone oggetto di intervento progettuale.....	129
Figura 61 – Sensibilità ecologica dell’area d’indagine faunistica e delle zone oggetto di intervento progettuale	130
Figura 62 - Andamento della popolazione residente in Provincia di Cagliari (Fonte: ISTAT; elaborazione: tuttitalia.it)	139
Figura 63 - Spostamenti generati (in uscita da Cagliari – Fonte PUM).....	146
Figura 64 - Spostamenti attratti (in entrata a Cagliari – Fonte PUM).....	146
Figura 65 - Principali assi di flusso dell’area vasta cagliaritano.....	147
Figura 66 - Area “Impianti SUD” Stabilimento Sarlux - Aree produttive per destinazione funzionale e superfici occupate dagli interventi in progetto.....	169
Figura 67 - Ubicazione dei nuovi serbatoi (in rosso) in sovrapposizione all’ortofoto 1988 che mostra come il progetto si sviluppi in un contesto già conformato per la realizzazione di tali opere. Sono evidenti i terrazzamenti già realizzati su cui sorgeranno i serbatoi.	193
Figura 68 – Veduta del Parco serbatoi ovest. Si nota come il terreno abbia già subito gli interventi preliminari di scotico e regolarizzazione.....	193
Figura 69 - Vista recente dello Stabilimento dal mare (Fonte: archivio Sarlux, anno 2012).....	194
Figura 70 – Ubicazione del sito di betonaggio prescelto per l’approvvigionamento del calcestruzzo nell’ambito del processo costruttivo	220

D.1 INTRODUZIONE

Il Quadro di riferimento ambientale (QRA) riveste un ruolo centrale tra le informazioni contenute all'interno di uno Studio di Impatto Ambientale. Il QRA ha tra i suoi principali obiettivi quello di definire e descrivere l'ambito territoriale, inteso come sito ed area vasta, ed i sistemi ambientali interessati dal progetto nonché di individuare e quantificare, ove possibile con indicatori misurabili, i potenziali impatti ambientali indotti dalla realizzazione dell'opera.

Sulla base delle informazioni tratte dall'analisi del sistema ambientale e degli elementi di natura tecnico-gestionale scaturiti dalla progettazione, approfonditi all'interno del *Quadro di riferimento progettuale* (Elaborato AM-RTS10003), si è proceduto all'individuazione degli aspetti ambientali significativi (o fattori di impatto) e, in ultima analisi, dei potenziali impatti ambientali associati alla realizzazione di due nuovi serbatoi di stoccaggio gasoli nell'area Impianti SUD dello Stabilimento Sarlux Srl di Sarroch (CA).

Nel seguito sarà sviluppata, pertanto, una ricognizione generale sull'attuale qualità ambientale dell'ambito di intervento, approfondendo l'analisi relativamente alle componenti dell'ambiente potenzialmente esposte ad impatti significativi.

La valutazione di impatto ha preso in considerazione gli effetti positivi e negativi, diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, che la realizzazione del progetto comporta sull'ambiente, anche con riferimento ai possibili riflessi di natura socio-economica associabili alla realizzazione dell'intervento.

All'analisi degli aspetti ambientali, laddove ritenuto opportuno, si è accompagnata un'illustrazione delle misure previste per evitare o ridurre gli effetti negativi del progetto sull'ambiente.

Valutata la particolare categoria di opera e le caratteristiche dell'insediamento industriale entro cui si inserisce il progetto, lo SIA ha rivolto una particolare attenzione all'analisi delle componenti "Atmosfera e qualità dell'aria", "Suolo e sottosuolo" e "Ambiente idrico", elaborata sulla scorta della consistente quantità di informazioni disponibili. Ci si riferisce, in particolare, alle pluriennali attività di monitoraggio e controllo delle sorgenti emmissive e della qualità dell'aria nel sito di Sarroch nonché alle estensive attività di caratterizzazione delle matrici ambientali condotte da Sarlux nell'ambito degli adempimenti scaturiti, rispettivamente, dal provvedimento AIA e dalla normativa vigente in materia di siti contaminati.

Per quanto concerne le analisi relative alla stima degli impatti esercitati dall'intervento sul clima acustico, si rimanda alla relazione specialistica facente parte integrante del presente al presente SIA (Elaborato AM-RTS10008 "*Studio previsionale di impatto acustico*"), a firma di

tecnico competente in acustica ambientale ex legge 26 ottobre 1995, n. 447 (art. 2 commi 6 e 7). Il documento, nell'affrontare il tema dell'inserimento delle nuove sorgenti sonore previste dal progetto, si allinea con i criteri interpretativi adottati nell'ambito delle pregresse attività di monitoraggio acustico dello Stabilimento Sarlux.

Le interazioni dell'opera con la componente "Paesaggio" sono state esaminate affrontando in modo organico gli aspetti più propriamente normativi e quelli analitico-valutativi all'interno dell'allegata "*Analisi dell'inserimento nel contesto paesaggistico*" (Elaborato AM-RTS10007).

L'analisi ambientale include, per gli aspetti pertinenti, l'esame dei principali impatti sinergici indotti dalla proposta realizzazione di due nuovi serbatoi di gasolio in rapporto alle forzanti antropiche che scaturiscono dall'operatività del polo petrolchimico di Sarroch.

A conclusione ed a compendio dell'analisi ambientale, lo SIA è corredato da un documento di analisi sistematica degli aspetti ambientali (o fattori di impatto) del progetto e delle relative misure di mitigazione nonché di riepilogo dei principali effetti ambientali introdotti dall'intervento a carico delle componenti ambientali di interesse (Elaborato AM-RTS10005 "*Quadro riassuntivo degli impatti attesi*"). Valutato che una rappresentazione schematica degli effetti indotti dal progetto, così come strutturata nei suddetti prospetti riepilogativi, risulta necessariamente incompleta e riduttiva rispetto all'estesa ed articolata analisi sviluppata all'interno degli elaborati a corredo dell'istanza di VIA, si sottolinea l'importanza che dette informazioni riassuntive siano utilizzate dall'Autorità procedente e dal pubblico esclusivamente ai fini di una disamina speditiva delle potenziali interazioni del progetto con l'ambiente. Trattasi, infatti, di considerazioni e valutazioni estrapolate dall'analisi ambientale complessiva, più diffusamente sviluppata e argomentata nelle relazioni allegare al progetto definitivo ed allo SIA.

Completa lo Studio di impatto ambientale, infine, una relazione di sintesi in linguaggio non tecnico rivolta alla consultazione da parte del pubblico (Elaborato AM-RTS10006 "*Sintesi non tecnica*").

D.2 CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE AMBIENTALE

D.2.1 Criteri di individuazione degli impatti

A valle dell'analisi della situazione di partenza, finalizzata alla ricostruzione della qualità ambientale complessiva, entro la quale si inserisce l'intervento proposto, ed in coerenza con le indicazioni della direttiva 85/337/CEE e successive modifiche, la fase di individuazione e stima degli impatti indotti dalla realizzazione del progetto è stata condotta, per ciascuna componente ambientale ritenuta significativa, con riferimento ai seguenti criteri generali:

- valutazione della qualità delle componenti ambientali, con particolare riferimento allo stato di conservazione ed alla loro esposizione a pressioni antropiche, anche in rapporto a specifici indicatori e/o standard normativi di riferimento, laddove individuabili;
- valutazione della sensibilità intrinseca delle componenti ambientali, correlata alla qualità e capacità di rigenerazione delle risorse naturali;
- stima della portata intrinseca degli impatti, in relazione, ad esempio, all'estensione dell'area geografica interessata;
- stima della magnitudo dell'impatto in relazione anche alla qualità/sensibilità della componente ambientale sulla quale lo stesso agisce;
- stima della probabilità dell'impatto;
- stima della durata, frequenza e reversibilità dell'impatto.

Preliminarmente all'esposizione del processo di individuazione generale degli effetti ambientali si ritiene opportuno richiamare alcune definizioni, già incluse nel Glossario generale dello SIA (cfr. Elaborato AM-RTS10001 – Premessa), mutate dal Regolamento CE 761/2001 sull'adesione volontaria delle organizzazioni ad un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS II):

- *Azioni di progetto*: attività che scaturiscono dalla realizzazione dell'opera nelle diverse fasi di vita dell'intervento (fase decisionale e costruzione, fase di esercizio ordinario, fase di dismissione);
- *Aspetto ambientale (o fattore di impatto)*: elemento delle azioni di progetto suscettibile di interagire con l'ambiente;
- *Impatto ambientale*: qualsiasi modificazione, positiva o negativa, dello stato delle categorie ambientali, conseguente al manifestarsi degli aspetti ambientali.

Il legame esistente tra aspetti e impatti è dunque un legame di causa – effetto: gli aspetti ambientali possono essere letti come le cause degli impatti sull'ambiente, mentre gli impatti vanno interpretati come le conseguenze che possono prodursi a seguito del manifestarsi degli aspetti ambientali. Peraltro non tutti gli aspetti ambientali sono necessariamente suscettibili di innescare effetti percepibili o comunque significativi sull'ambiente ed, inoltre, alcuni di questi possono essere adeguatamente controllati prevedendo opportune misure progettuali o accorgimenti gestionali atti a mitigarne adeguatamente le conseguenze ambientali.

Con tali presupposti, sotto il profilo metodologico, possono individuarsi le seguenti fasi del procedimento di analisi:

- individuazione delle principali azioni di progetto nelle diverse fasi di vita dell'opera;
- individuazione dei prevedibili aspetti ambientali (ad ogni azione di progetto possono corrispondere teoricamente molteplici aspetti ambientali);
- individuazione delle componenti "bersaglio" sulle quali possono originarsi effetti (positivi o negativi) a seguito del manifestarsi degli aspetti ambientali del progetto;
- individuazione e stima delle potenziali ricadute (impatti) su ciascuna componente conseguenti agli aspetti ambientali (ad ogni aspetto ambientale possono corrispondere molteplici impatti ambientali);
- individuazione di possibili misure di mitigazione degli impatti significativi o, qualora ciò non sia possibile, di eventuali misure compensative.

D.2.1.1 Individuazione delle azioni di progetto

L'analisi delle caratteristiche tecniche dell'intervento ha condotto all'individuazione delle seguenti azioni di progetto principali, distinte per ciascuna fase di vita dell'opera:

Fase di costruzione

Nell'ambito della fase temporanea legata al processo costruttivo è possibile individuare le seguenti azioni principali di progetto:

- Installazione del cantiere;
- Trasporto in sito della componentistica dei nuovi serbatoi di stoccaggio e dei materiali da costruzione;
- Preparazione preliminare delle aree di lavorazione attraverso lavori di scortico della coltre superficiale;
- Allestimento viabilità di servizio nuovi serbatoi;
- Approntamento opere di drenaggio ed allontanamento acque meteoriche;

- Creazione di sottofondo ed approntamento delle fondazioni serbatoi;
- Creazione di sottofondo bacini di contenimento;
- Assemblaggio degli elementi metallici costituenti i serbatoi;
- Allestimento bacini di contenimento a tenuta in c.a. (pareti e fondo);
- Approntamento rete fognature oleose e collegamento alla rete esistente;
- Assemblaggio meccanico del piping ed opere accessorie (pensiline, supporti tubazioni, giunzioni, valvole motorizzate, motori per agitatori);
- Esecuzione dei collegamenti alle linee in mandata / aspirazione esistenti;
- Realizzazione della rete antincendio e collegamento alla rete esistente;
- Approntamento delle apparecchiature e dei collegamenti elettrici;
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione;
- Esecuzione di controlli non distruttivi in corso d'opera e collaudi di funzionalità;
- Verniciatura e coibentazioni;
- Collaudo finale e messa in esercizio.

Tutte le azioni di cantiere possono classificarsi come di breve/media durata (verosimilmente circa 24 mesi) e frequenza media (cicli di lavorazione giornalieri di 8 ore).

Fase di esercizio ordinario

Come illustrato all'interno del Quadro di riferimento progettuale, i due nuovi serbatoi per prodotti di Categoria "C" saranno destinati a contenere gasolio. Le principali funzioni assolte dai serbatoi attengono allo stoccaggio ed alla corretta formulazione dei prodotti petroliferi al fine di sottoporli a successivi affinamenti o alla vendita. Si precisa che, al fine di consentire i normali cicli manutentivi, i serbatoi saranno resi tra loro interscambiabili realizzando tutte le connessioni necessarie a tale scopo.

Per tale fase temporale sono state conseguentemente individuate le seguenti azioni di progetto:

- Caricamento del gasolio contenente zolfo (ST-209);
- Caricamento del gasolio desolfurato (ST-210);
- Periodiche operazioni di ricircolazione del prodotto, atte a favorire la miscelazione ed omogeneizzazione;
- Miscelazione del prodotto tramite agitatori meccanici (mixer);

- Periodico drenaggio dell'accumulo d'acqua che nel tempo si stratifica nella parte bassa dei serbatoi e scarico nella fognatura acque oleose;
- Periodica additivazione del gasolio con chemicals finalizzata al conseguimento delle specifiche di prodotto richieste dal mercato;
- Invio del gasolio contenente zolfo (ST-209), alternativo o simultaneo nelle diverse linee, dal serbatoio verso le apposite pompe di carica agli esistenti impianti di desolforazione (MCH-1, U700, U400);
- Invio del gasolio desolfurato (alternativo o simultaneo nelle diverse linee) dal serbatoio verso le apposite pompe di carica con successivo vettoriamento ai pontili o ad altri serbatoi interni, per miscelazione o preparazione carichi per pensiline caricamento autobotti;
- Esecuzione di periodiche attività di manutenzione ordinaria/straordinaria e drenaggio di fondo.

Fase di dismissione

Al termine di ciclo di vita utile dei nuovi serbatoi, nell'ottica di prevenire adeguatamente i rischi di deterioramento della qualità ambientale e paesaggistica conseguenti ad un potenziale abbandono delle strutture e degli impianti, sarà assicurata la dismissione delle opere ed il conseguente ripristino delle aree interessate. Le principali attività correlate a tale fase di vita degli interventi, di seguito elencate ed illustrate con maggiore dettaglio nel Piano di dismissione allegato al progetto (Elaborato 0901-GA-67152-E), sono alquanto simili a quelle proprie della fase di costruzione:

- Installazione del cantiere;
- Rimozione completa dei prodotti attraverso drenaggio e successiva aspirazione dei residui di fondo;
- Disconnessione delle linee di mandata / aspirazione e chiusura ermetica delle terminazioni dei tubi non più utilizzabili;
- Bonifica del serbatoio dalla presenza di vapori di idrocarburi;
- Verifica strumentale della presenza di vapori di idrocarburi, ispezione preliminare e successiva bonifica/pulizia dei serbatoi dai residui di prodotto;
- asportazione della coibentazione dei serbatoi;
- demolizione dei muri dei bacini di contenimento dei serbatoi;
- demolizione serbatoi a mezzo di macchinari da taglio (p.e. escavatori con cesoie in acciaio);

- smantellamento piping, pensiline, strutture metalliche, ecc.;
- ridimensionamento dei materiali metallici con presse e cesoie pneumatiche per facilitare il carico su automezzo;
- asportazione basamenti serbatoi e opere di fondazione, vasche e pavimentazioni in cls;
- gestione separata dei diversi flussi di materiali originati dalla demolizione e successivo avvio a recupero e/o a smaltimento (c.d. demolizione selettiva);
- esecuzione di interventi di ripristino morfologico, successiva posa di strato di terreno vegetale e messa a dimora di essenze coerenti con il contesto vegetazionale locale in corrispondenza delle aree da ripristinare.

Analogamente a quanto rilevato per la fase di costruzione, tutte le azioni precedentemente individuate possono classificarsi come di breve durata (verosimilmente pari a circa 6/12 mesi) e frequenza media (cicli di lavorazione giornalieri di 8 ore).

D.2.1.2 Individuazione degli aspetti ambientali

I potenziali aspetti ambientali, o fattori causali di impatto, ritenuti prevalenti e associati alle azioni di progetto precedentemente individuate, anche in questo caso distinti per fase di vita dell'opera, sono riconducibili a:

Fase di costruzione

- Trasformazione ed occupazione di superfici conseguente all'installazione del cantiere, alla realizzazione della nuova viabilità di servizio dei serbatoi ed all'approntamento dei bacini di contenimento;
- Occupazione di volumi in conseguenza dell'innalzamento dei serbatoi fino all'altezza di progetto di circa 18 metri sul p.c. (a lungo termine);
- Locali alterazioni dei preesistenti caratteri morfologici degli ambiti di intervento conseguenti alla preparazione del piano di imposta delle fondazioni dei serbatoi e dei bacini di contenimento (a lungo termine);
- Locali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi superficiali, quantunque si tratti di un sito profondamente trasformato rispetto alla configurazione naturale;
- Locali interferenze con la dinamica della circolazione idrica sotterranea;
- Creazione di nuove superfici impermeabili a seguito dell'allestimento dei bacini di contenimento;

- Locale alterazione della preesistente copertura vegetale dei terreni in corrispondenza, in particolare, dell'area di cantiere e deposito dei materiali di scavo (a breve-medio termine, in funzione dei programmi di infrastrutturazione della aree interessate);
- Emissione di polveri e inquinanti in atmosfera derivanti dalle operazioni di movimento terra ed alle emissioni gassose associate al transito ed all'esercizio dei mezzi d'opera (effetti a breve-medio termine);
- Consumo/impiego di risorse (materiali di cava, per la sistemazione delle strade e dei sottofondi dei bacini di contenimento), avente carattere permanente;
- Interferenza con l'ordinaria circolazione automobilistica conseguente al transito dei mezzi di cantiere lungo la viabilità principale di accesso allo Stabilimento Sarlux (S.S. 195);
- Emissione di rumori e vibrazioni conseguenti principalmente al transito ed esercizio dei mezzi d'opera (effetti a breve-medio termine), alla movimentazione dei materiale ed elementi costruttivi nonché alla lavorazione in sito ed assemblaggio della componentistica dei serbatoi e degli impianti e linee accessori;
- Produzione di rifiuti solidi conseguente all'esercizio del cantiere (a breve-medio termine);
- Rischio di perdite accidentali di rifiuti liquidi (p.e. perdite di carburante dai mezzi d'opera);
- Rischio di eventi incidentali con ambito di influenza interna e/o esterna al sito di cantiere.

Fase di esercizio

- Occupazione di superfici originata dall'allestimento permanente delle aree interessate dalle nuove opere;
- Occupazione di volumi in conseguenza dell'innalzamento dei serbatoi fino all'altezza di progetto di circa 18 metri sul p.c. (a lungo termine);
- Incremento delle potenzialità di stoccaggio di prodotti combustibili (a lungo termine);
- Potenziale emissioni non convogliate e fuggitive di COV dalle linee di prodotto e dai serbatoi;
- Potenziali emissioni di composti odorigeni;
- Impermeabilizzazione di superfici;
- Modifiche allo stato tensionale del sottosuolo (introduzione di carichi artificiali, distribuiti e concentrati);
- Incremento nelle portate degli scarichi nella rete acque meteoriche e acque oleose;
- Emissione di rumori conseguenti al saltuario funzionamento degli agitatori e delle valvole motorizzate (a lungo termine);

- Produzione di rifiuti solidi e liquidi conseguenti alle periodiche attività di manutenzione serbatoi (a lungo termine);
- Rischio di rilasci accidentali di prodotto in fase libera nel sottosuolo;
- Rischio di incidenti (incendi, esplosioni, propagazioni di nubi tossiche);
- Introduzione di sorgenti luminose notturne;
- Efficientamento produttivo del complesso Raffineria+IGCC.

Fase di dismissione

- Occupazione di suolo conseguente all'installazione del cantiere (a breve termine);
- Rischi di eventi incidentali a seguito di una conduzione non appropriata delle operazioni di decommissioning dei serbatoi e delle linee di aspirazione/mandata;
- Rischi di rilasci di residui di prodotto sul suolo e sottosuolo a seguito di eventi incidentali;
- Locali alterazioni dei preesistenti caratteri morfologici conseguenti alle attività di ripristino delle superfici trasformate (di carattere permanente);
- Locale ripristino della copertura vegetale dei terreni in corrispondenza delle aree oggetto di recupero ambientale (di carattere permanente);
- Interferenza con l'ordinaria circolazione automobilistica conseguente al transito dei mezzi di trasporto dei materiali scaturiti dalle operazioni di disassemblaggio e demolizione degli impianti (a breve termine);
- Emissione di rumori e vibrazioni conseguenti all'esecuzione degli interventi di demolizione e disassemblaggio delle opere (effetti a breve termine);
- Emissione di polveri e inquinanti in atmosfera derivanti dalle operazioni di movimento terra ed al transito ed all'esercizio dei mezzi d'opera (a breve termine);
- Produzione di rifiuti conseguente all'esercizio del cantiere (a breve termine).

D.2.1.3 Componenti ambientali

Le componenti ambientali (e sotto-componenti) sulle quali possono potenzialmente incidere, direttamente o indirettamente, gli aspetti ambientali precedentemente richiamati sono state così individuate:

ATMOSFERA, con riferimento a:

- Clima e qualità dell'aria a livello globale
- Qualità dell'aria a livello locale

SUOLO E SOTTOSUOLO, in relazione a:

- Unità pedologiche e qualità dei suoli
- Unità geomorfologiche
- Unità geologico-tecniche

AMBIENTE IDRICO, in relazione a:

- Sistemi idrici superficiali
- Sistemi idrici sotterranei

PAESAGGIO, con particolare riferimento a:

- Struttura dell'ecomosaico
- Percezione visuale, valenze sceniche e panoramiche
- Tessiture territoriali storiche e patrimonio identitario
- Funzionalità ecologica, idraulica ed equilibrio idrogeologico

VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI in relazione a:

- Specie arbustive e arboree
- Specie erbacee
- Fauna terrestre
- Avifauna, chiropteri e insetti

SALUTE PUBBLICA

- Salute e qualità della vita della popolazione

AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO

- Livelli occupazionali e tessuto imprenditoriale locali

- Trasporti e mobilità

CONSISTENZA DELLE RISORSE NATURALI NON RINNOVABILI

- Consistenza delle risorse naturali a livello locale
- Consistenza delle risorse naturali a livello globale

D.2.1.4 Il quadro riassuntivo degli impatti

All'interno dell'Elaborato AM-RTS10005 sono individuati e descritti i rapporti di causa-effetto intercorrenti tra i principali fattori di impatto individuati (positivi e/o negativi) e le componenti ambientali "bersaglio".

Al fine di pervenire alla determinazione della significatività degli aspetti ambientali ed al giudizio di merito sugli impatti attesi, i primi sono esaminati in rapporto ai seguenti elementi di valutazione:

- Processi di relazione con altri elementi e sistemi ambientali in relazione al fattore/i di impatto;
- Caratteri che definiscono la specifica sensibilità dell'elemento ambientale nei confronti del fattore/i d'impatto;
- Alterazioni indotte e/o potenzialmente inducibili in seguito all'interferenza con il fattore di impatto (a breve/medio/lungo termine);
- Connotazione dell'impatto (positivo/negativo);
- Probabilità del manifestarsi dell'impatto ambientale alla luce delle mitigazioni adottabili;
- Elementi che definiscono la rilevanza del fattore di impatto;
- Eventuali effetti cumulativi e relazioni con altri fattori di impatto sia legati all'intervento valutato sia estranei ad esso.

Ai fini dell'attribuzione del giudizio sulle caratteristiche e l'entità degli effetti ambientali attesi sulle varie componenti ambientali, si è fatto ricorso ad una rappresentazione cromatica atta a descriverne la portata in modo qualitativo.

Con tali presupposti, sono state utilizzate due differenti scale cromatiche, una per gli effetti positivi e una per quelli negativi. La valutazione della significatività degli impatti conseguenti a ciascun aspetto considerato, è stata condotta sulla base di due criteri: il primo tiene conto dell'entità dell'impatto sulle varie categorie ambientali (in base ai criteri di valutazione più sopra enunciati), mentre il secondo esprime una misura della sua persistenza.

L'applicazione del primo criterio consente di definire l'impatto lieve, medio o alto. Il secondo criterio invece classifica un impatto come reversibile nel breve periodo, reversibile nel medio/lungo periodo oppure irreversibile.

In definitiva sono possibili le seguenti combinazioni:

- 1) impatto lieve – reversibile nel breve periodo;
- 2) impatto lieve – reversibile nel medio/lungo periodo;
- 3) impatto lieve – irreversibile;
- 4) impatto medio – reversibile nel breve periodo;
- 5) impatto medio – reversibile nel medio/lungo periodo;
- 6) impatto medio – irreversibile;
- 7) impatto alto – reversibile nel breve periodo;
- 8) impatto alto – reversibile nel medio/lungo periodo;
- 9) impatto alto – irreversibile.

La rappresentazione cromatica degli impatti attraverso due matrici di sintesi, relative alla fase di costruzione ed a quella di esercizio dell'opera, consente un'immediata e sintetica individuazione degli elementi critici di impatto su cui focalizzare l'attenzione ai fini di una appropriata gestione e controllo.

Come espresso in sede introduttiva, l'approccio "qualitativo" non deve essere comunque inteso come una semplificazione del problema, in quanto i prospetti riepilogativi e la matrice riassuntiva degli impatti costituiscono esclusivamente uno strumento di sintesi della più articolata analisi e rappresentazione contenuta degli elaborati tecnici a corredo dell'istanza di VIA.

D.3 LO STATO QUALITATIVO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

D.3.1 Atmosfera

D.3.1.1 Premessa

L'analisi della componente ambientale "Atmosfera", nell'introdurre per completezza di trattazione le caratteristiche meteo-climatiche del territorio in esame, focalizza l'analisi sulla ricostruzione dell'attuale qualità dell'aria nel sistema insediativo di Sarroch, principale ricettore urbano rispetto alle emissioni che scaturiscono dall'operatività dello Stabilimento Sarlux e delle altre unità produttive operanti nell'area industriale.

Ai fini della valutazione di impatto (cfr. par. D.4.1), l'analisi è incentrata sulla stima delle emissioni non convogliate attese di COV nonché sull'analisi modellistica delle immissioni odorigene ad opera dei due serbatoi di gasolio in progetto. Tale stima è sviluppata all'interno di uno specifico documento allegato al presente SIA (cfr. Elaborato AM-RT10013), redatto secondo i canoni in uso per l'esecuzione delle campagne di monitoraggio sistematicamente condotte nell'ambito delle prescrizioni scaturite dall'Autorizzazione Integrata Ambientale dello Stabilimento Sarlux. Al riguardo si ritiene opportuno evidenziare fin d'ora che, in accordo con i criteri valutativi adottati in sede di AIA, i serbatoi di prodotti petroliferi "a tetto fisso" non sono individuabili come punti di emissione convogliata di inquinanti atmosferici. In tali installazioni, infatti, la fase di rilascio di composti (in particolare VOC) dagli sfiati presenti sul tetto dei serbatoi è discontinua ed associata alle operazioni di caricamento. Per tali componenti di impianto l'aspetto propriamente emissivo è inoltre riferibile a limitati rilasci fisiologici, in particolare dai circuiti di alimentazione e scarico, classificabili come "emissioni fuggitive" (si veda al riguardo anche il Quadro di riferimento progettuale per quanto attiene alla descrizione dell'aspetto ambientale ed alle misure di controllo/monitoraggio da tempo implementate presso lo Stabilimento Sarlux).

Con riferimento alla scala globale di valutazione, infine, atteso che le opere in progetto non alterano le potenzialità produttive del complesso IPPC Sarlux, si può ragionevolmente ritenere che il potenziale impatto emissivo di gas climalteranti associato alla realizzazione dei nuovi serbatoi sia del tutto trascurabile.

D.3.1.2 Inquadramento meteo-climatico

D.3.1.2.1 Caratteri climatologici generali

Al fine di delineare i caratteri climatici dell'area vengono nel seguito analizzati e descritti i principali parametri meteorologici: temperatura, piovosità e ventosità.

Il territorio in esame mostra caratteri orografici omogenei comuni all'arco pedemontano cagliaritano. Questa omogeneità orografica determina possibili correlazioni con le informazioni provenienti da numerose stazioni meteorologiche vicine.

Nello specifico, le informazioni sugli aspetti meteorologici sono state desunte da:

- raccolta di elaborazioni dal titolo “Caratteristiche diffusive dell’atmosfera” pubblicata congiuntamente da ENEL e Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare (SMAM);
- pubblicazione on line a cura della Global Historical Climatology Network (GHCN), in cui sono riportati dati termometrici e pluviometrici mensili medi, relativi a numerosi anni di osservazione;
- Dati acquisiti dallo studio sull’Idrologia superficiale della Sardegna elaborato dall’Ente Autonomo Flumendosa del 1998 (oggi Ente Acque Sardegna).

Le stazioni termo-pluviometriche più prossime e rappresentative rispetto alla zona in esame sono quelle di Pula e Capoterra.

Le informazioni sugli aspetti anemologici sono state ricavate dalla raccolta di elaborazioni effettuate nell’ambito della collaborazione tra ENEL e Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare con riferimento ai dati rilevati nella stazione di dell’aeroporto di Cagliari Elmas (stazione meteorologica A.M. 560), per la quale sono disponibili i dati relativi al periodo di osservazione da gennaio 1951 a dicembre 1991.

D.3.1.2.2 Precipitazioni

Dall’esame dei dati pluviometrici disponibili, riferiti alle stazioni meteorologiche di Pula e Capoterra (Tabella 1), si evince che le precipitazioni annue complessive (media tra i dati delle due stazioni) ammontano a circa 500 mm. Le maggiori precipitazioni (in media ~370 mm) cadono nel semestre autunno-inverno, mentre nel semestre primavera-estate cadono in media ~130 mm di pioggia. Il mese meno piovoso è quello di luglio, in cui le precipitazioni sono pari a 2.5 mm.

Tabella 1 – Precipitazioni medie stagionali registrate nelle stazioni di Pula e Capoterra, nell'intervallo di anni 1922-2011 (Fonte: EAF, 1998; Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna – sito internet)

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annuale	Numero osservazioni
Pula	57.5	57.6	48.6	40.9	29.5	8.5	2.4	6.8	34.2	55.0	64.0	71.0	472	80
Capoterra	61.7	59.1	51.7	48.5	31.1	11.1	2.6	7.5	37.2	68.8	78.6	73.1	535	78

D.3.1.2.3 Temperatura

Relativamente ai dati termometrici si dispone di poche misurazioni (20 anni) e solo sulla stazione di Pula, dove la media annuale è di 17,4 °C. I mesi più caldi sono luglio e agosto, con medie rispettivamente di 25 e 26 °C; il periodo con le temperature medie mensili più elevate si estende da giugno (22,5 °C) a settembre (22,6 °C). I mesi più freddi sono dicembre, gennaio e febbraio con temperature medie mensili di 11 °C.

Tabella 2 – Temperature medie mensili registrate nelle stazioni di Pula – Anni 1988÷2011 (Fonte: EAF, 1998; Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna – sito internet)

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annuale	Numero osservazioni
Pula	10.4	10.4	12.4	14.4	18.2	22.5	25.6	26.0	22.6	19.1	14.5	11.1	17.4	20

D.3.1.2.4 Anemologia

I dati storici disponibili, riferiti alla stazione dell'Aeronautica Militare di Cagliari-Elmas, mostrano una dominanza dei venti del quadrante di NW (corrispondenti al 30% delle frequenze sul complesso per le direzioni di provenienza dai 292,5° ai 337,5°), caratterizzati da velocità in prevalenza moderate (tra 5 e 12 nodi). Tale direzione è nettamente prevalente poiché è quella del caratteristico vento sinottico che investe la Sardegna sulla costa occidentale.

Si ha un secondo massimo relativo per venti da N; le frequenze corrispondono a circa il 13% del totale per le direzioni di provenienza comprese tra 337,5° e 22,5°. Si rileva inoltre che i venti da S e SE, collegati alle situazioni di bel tempo estivo quando spira brezza verso i rilievi più vicini, si presentano con una frequenza non trascurabile pari all'11%.

Le calme di vento sono significative e rappresentano circa il 20% delle rilevazioni per la stazione di Cagliari.

L'andamento nelle varie stagioni ripete quello rilevato durante l'anno con prevalenza dei venti da NW che si presentano con frequenze comprese tra il 34% della stagione invernale e il 28%

della stagione autunnale. Nella stagione estiva le correnti da sud di brezza costituiscono il secondo massimo relativo con frequenza del 17%.

Le calme anemologiche prevalgono in inverno (26%) e in autunno (25%).

D.3.1.2.5 Stabilità dell'atmosfera

La stabilità è un indice della turbolenza atmosferica. Le condizioni di stabilità sono definite secondo la classificazione di Pasquill, che prevede sei classi con le caratteristiche riportate nel prospetto seguente.

Velocità del vento a 10 m [m/s]	Radiazione solare			Notte: copertura del cielo	
	Forte	Moderata	Debole	≥4/8	≤3/8
< 2	A	A – B	B		
2 – 3	A - B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D
Categoria di radiazione incidente	Insolazione				
	[Langley min-1]		[W/m²]		
Forte	I > 1,0		I > 700		
Moderata	0,5 ≤ I ≤ 1,0		350 ≤ I ≤ 700		
Debole	I < 0,5		I < 350		

Le caratteristiche che contraddistinguono le varie classi sono definite come segue:

- Classe A: situazione estremamente instabile, turbolenza termodinamica molto forte, shear del vento molto debole.
- Classe B: situazione debolmente instabile, turbolenza termodinamica forte, shear del vento debole.
- Classe C: situazione moderatamente instabile, turbolenza termodinamica media, shear del vento moderato.
- Classe D: situazione neutra (adiabatica e pseudoadiabatica), turbolenza termodinamica debole, shear del vento moderato-forte.
- Classe E: situazione debolmente stabile, turbolenza termodinamica molto debole, shear del vento forte.

- Classe F+G: situazione stabile o molto stabile, turbolenza termodinamica assente, shear del vento molto forte.

Le nebbie sono state classificate in una classe a parte data la particolare struttura dell'atmosfera, generalmente caratterizzata da un'inversione di temperatura.

La stabilità atmosferica e le distribuzioni congiunte delle frequenze di stabilità dell'atmosfera e di classe di velocità del vento in relazione alla direzione di provenienza forniscono un quadro completo delle condizioni di dispersione degli inquinanti aerodispersi nell'area.

Nell'area in esame la condizione di neutralità, corrispondente alla classe di stabilità D, è la più frequente durante l'anno (48%), seguita dalla stabilità moderata e forte (classe F+G, 22%).

L'analisi dei dati di distribuzione dei venti per la classe di stabilità più frequente (classe di stabilità D) permette di stabilire che la situazione più frequente è costituita dai venti con direzione NW (frequenza 34%) con intensità comprese prevalentemente tra 8 e 23 nodi.

I venti da SE costituiscono un secondo massimo relativo e si presentano con frequenza pari al 14%. Considerando tutte le possibili direzioni di provenienza ed includendo le calme di vento, l'intensità media del vento per la classe di stabilità D nel periodo estivo è di circa 6,5 m/s.

Per lo stato di atmosfera stabile, corrispondente alla classe F+G, la situazione più rappresentativa è la calma di vento con il 54% di frequenza.

D.3.1.3 Livello qualitativo della componente

D.3.1.3.1 Qualità dell'aria a livello locale

D.3.1.3.1.1 Normativa di riferimento

Il progressivo fenomeno dell'inquinamento atmosferico ha reso indispensabile l'adozione di precise norme volte a tutelare la salute dei cittadini.

In data antecedente all'emanazione di leggi e decreti, a difesa della qualità e salubrità dell'aria, la magistratura penale faceva riferimento alla norma generale contenuta nell'articolo 674 del Codice di Procedura Penale secondo cui *“chiunque, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumi atti ad offendere, imbrattare o molestare persone è punito con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda fino a lire 400.000”*.

Il primo vero provvedimento legislativo emanato in Italia sulle fonti di inquinamento atmosferico è la L. 615 del 1966: *“Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico”*. La legge si poneva il compito di regolare l'esercizio degli impianti di riscaldamento, degli impianti industriali e dei

mezzi motorizzati; in parte è stata abrogata dalla successiva legislazione ed attualmente il campo di applicazione è limitato ai soli impianti di riscaldamento ad uso civile.

Con il D.P.C.M. del 28 marzo 1983 *“Limiti di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi agli inquinanti dell’aria nell’ambiente esterno”* sono definiti i limiti di concentrazione degli inquinanti nell’ambiente esterno e, per essi, è previsto un monitoraggio costante. Per la prima volta inoltre sono stati fissati metodi di campionamento, analisi e verifica.

Nel 1988, recependo più direttive Comunitarie fu emanato il D.P.R. 203 *“Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di tutela della qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della legge 16.04.1987 n. 183”*.

In esso si precisa che: *“è inquinamento atmosferico ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell’aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell’aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell’uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell’ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali e pubblici e privati”*.

Con l’emanazione del Decreto Legislativo n. 351 del 4 agosto 1999, che recepisce e dà attuazione alla Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente, tutta la normativa italiana vigente in materia subisce un sostanziale aggiornamento. Il Decreto definisce i principi per:

- a) stabilire gli obiettivi per la qualità dell’aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l’ambiente nel suo complesso;
- b) valutare la qualità dell’aria ambiente sul territorio nazionale in base a criteri e metodi comuni;
- c) disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell’aria ambiente e far sì che siano rese pubbliche, con particolare riferimento al superamento delle soglie d’allarme;
- d) mantenere la qualità dell’aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

Il D.Lgs 351 rinvia a successivi decreti del Ministro dell’Ambiente, da emanare in recepimento di ulteriori disposti Comunitari (Direttive Figlie), l’assunzione di:

- e) valori limite e delle soglie d’allarme per gli inquinanti elencati nell’allegato I;
- f) margine di tolleranza fissato per ciascun inquinante di cui all’allegato I, le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- g) termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;

h) valore obiettivo per l'Ozono e gli specifici requisiti per il monitoraggio, valutazione, gestione ed informazione.

Con le stesse modalità sono stabiliti, per ciascun inquinante per il quale sono previsti un valore limite e una soglia di allarme:

- a) i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria ambiente ed i criteri e le tecniche di misurazione, con particolare riferimento all'ubicazione e al numero minimo dei punti di campionamento e alle metodiche di riferimento per la misura, il campionamento e l'analisi;
- b) i criteri riguardanti l'uso di altre tecniche di valutazione della qualità dell'aria ambiente, in particolare la modellizzazione, con riferimento alla risoluzione spaziale per la modellizzazione, ai metodi di valutazione obiettiva ed alle tecniche di riferimento per la modellizzazione;
- c) le modalità per l'informazione da fornire al pubblico.

Innovativo è l'approccio alla "valutazione della qualità dell'aria ambiente", di competenza delle regioni, che deve essere effettuata sia attraverso la misurazione dei vari inquinanti, sia attraverso tecniche modellistiche.

Particolare riguardo è rivolto all'informazione al pubblico, che deve essere resa regolarmente, in modo chiaro, comprensibile ed accessibile.

In seguito, sotto l'impulso del Legislatore Comunitario, altri tre importanti provvedimenti sono intervenuti a disciplinare la materia, di per sé estremamente complessa:

- il D.P.C.M. 8 marzo 2002 recante "Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione";
- il D.M. 2 aprile 2002 n. 60, recante "Recepimento della direttiva 1999/30/Ce del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/Ce relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";
- la Legge 1 giugno 2002 n. 120, recante "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997". Il protocollo mira in particolare alla riduzione entro il 2012 dell'8% dei gas serra rispetto ai livelli del 1990.

Con la pubblicazione del D.Lgs. 155 del 13 agosto 2010, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", la legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico si è definitivamente allineata alla legislazione europea.

Il nuovo atto normativo interiorizza le previsioni della Direttiva e, nell'abrogare tutti i precedenti testi normativi a partire dal D.P.C.M. 28 marzo 1983 fino al più recente D.Lgs. 152/2007, racchiude in una unica norma le Strategie Generali, i Parametri da monitorare, le Modalità di Rilevazione, i Livelli di Valutazione, i Limiti, Livelli Critici e Valori Obiettivo di alcuni parametri, nonché i Criteri di Qualità dei dati.

Gli aspetti innovativi del D.Lgs. 155 del 13 agosto 2010 possono essere così riassunti:

- indica la necessità di individuazione dei livelli di responsabilità in ordine alla valutazione della qualità dell'aria, degli organismi di approvazione dei sistemi di misura, di garanzia delle misure, del coordinamento nazionale e con gli organismi comunitari;
- indica come obbligatori il rispetto dei limiti e soglie di allarme per i parametri Biossido di Zolfo e Monossido di Carbonio e prevede proroga per il rispetto dei limiti per i parametri Biossido di Azoto e Benzene dal 2010 al 2015 con obbligo di predisposizione di piani che dimostrino il rientro nei limiti alla data del 2015; è altresì prevista proroga per l'applicazione del limite del parametro PM10 al 11 giugno 2011 sempre in presenza di un piano di rientro nei limiti a quella data;
- introduce la determinazione del parametro PM2.5 con obiettivi di riduzione alla sua esposizione entro il 2020, obbligo di livello esposizione da rispettare entro il 2015; valore obiettivo da rispettare al 2010 e valori limite da rispettare entro il 2015 ed entro il 2020;
- prevede, inoltre, un regime di sanzioni in caso di violazione delle disposizioni adottate a livello nazionale, indicate come effettive, proporzionate e dissuasive.

D.3.1.3.1.2 Esiti dei rilevamenti della qualità dell'aria nel sito produttivo di Sarroch

Come evidenziato all'interno del Quadro di riferimento progettuale, le attività di monitoraggio della qualità dell'aria, espressamente prescritte dal provvedimento di VIA dell'impianto IGCC e dall'Autorizzazione Integrata Ambientale dell'Impianto Complesso Raffineria, IGCC e Impianti NORD Sarlux, sono documentate semestralmente da uno specifico studio sulla dispersione degli inquinanti atmosferici. In tale studio, tra le altre informazioni, è prodotto un confronto tra i dati stimati attraverso simulazione modellistica e i dati misurati al suolo dalle esistenti centraline di monitoraggio della rete ARPAS e della rete Sarlux. Tale confronto fornisce un'indicazione di quanto le emissioni della Raffineria Sarlux "Impianti SUD" incidono sul dato misurato.

In Figura 1 si riporta l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria nell'area produttiva di Sarroch.

La Figura 1 e la Tabella 4 mostrano rispettivamente i parametri monitorati dalle centraline di controllo della qualità dell'aria dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente e quelli di riferimento per la rete di monitoraggio della Raffineria Sarlux.



Figura 1 – Rete di monitoraggio della qualità dell'aria presso il sito produttivo di Sarroch

Tabella 3 - Tabella degli inquinanti monitorati dalle centraline della qualità dell'aria dell'ARPAS: CENSA1, CENSA2, CENSA3

<i>CENSA1</i>	<i>CENSA2</i>	<i>CENSA3</i>
SO2	SO2	SO2
NOX	NOX	NOX
NO	NO	NO
NO2	NO2	NO2
PM10	PM10	PM10
-	PM2.5	PM2.5
O3	O3	O3
H2S	H2S	H2S
-	CO	CO
-	BENZENE	BENZENE
-	TOLUENE	TOLUENE
-	ETILBENZENE	ETILBENZENE
-	mp-XILENE	mp-XILENE
-	o-XILENE	o-XILENE

Tabella 4 - Tabella degli inquinanti monitorati dalle centraline della qualità dell'aria della SARLUX:
Deposito Nazionale, Porto Foxi, Sarroch Parco, Villa D'Orri

<i>DEPOSITO NAZIONALE</i>	<i>PORTO FOXI</i>	<i>SARROCH PARCO</i>	<i>VILLA D'ORRI</i>
SO2	SO2	SO2	SO2
NO2	NO2	NO2	NO2
CO	CO	CO	CO
O3	O3	O3	O3
H2S	H2S	H2S	H2S
NMHC	NMHC	NMHC	NMHC
CH4	CH4	CH4	CH4
PM10 (Dato giornaliero)	PM10 (Dato giornaliero)	PM10 (Dato giornaliero)	PM10 (dato orario)

Dall'analisi dei dati per il 2015 relativi alla rete Sarlux emerge che i valori limite di qualità dell'aria ambiente sono stati rispettati.

I dati rilevati dalla rete Sarlux nel 2015 sono riepilogati nella Tabella 5 e nella Tabella 6.

Tabella 5 - confronto tra i valori limite di qualità dell'aria ambiente e i valori registrati dalla rete della Sarlux, ai sensi del D.Lgs 155/2010, per quanto riguarda SO₂ e NO₂, PM₁₀, CO e ozono (Fonte PMC Sarlux, 2015)

CONFRONTO TRA VALORI LIMITE E VALORI REGISTRATI [µg/m ³] (D.Lgs 155/2010)										
Inquinante		SO₂		NO₂		PM₁₀		CO		
Stazione		Valore limite orario 350 [µg/m ³]*	Valore limite di 24 ore 125 [µg/m ³]**	Valore limite orario 200 [µg/m ³ ***	Valore limite sulla media annuale 40 [µg/m ³]	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco di un anno		Valore limite di 24 ore 50 [µg/m ³ ****	Media massima giornaliera su 8 ore 10 [µg/m ³]	
RETE SARAS		Numero di superamenti	Numero di superamenti	Numero di superamenti	Valore registrato	Valore registrato	Valore limite	Numero di superamenti	Numero di superamenti	
RETE SARAS	Villa d'Orri	0	0	0	2	40	17	40	0	0
	Porto Foxi	0	0	0	6	40	21	40	2	0
	Sarroch	0	0	0	6	40	26	40	7	0
	Dep. Nazionale	0	0	0	5	40	21	40	2	0

- * Valore limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile.
** Valore limite di 24 ore da non superare più di 3 volte per anno civile.
*** Valore limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile.
**** Valore limite di 24 ore da non superare più di 35 volte nell'anno civile

Tabella 6 - confronto tra i valori limite di qualità dell'aria ambiente e i valori registrati dalla rete Sarlux, ai sensi del D.Lgs 155/2010 per quanto riguarda SO₂ e del DPR 322/71, abrogato dal D.L. 5/12, ma qui utilizzato come indicativo di valori guida, per quanto riguarda l'H₂S (Fonte PMC Sarlux, 2015)

Inquinante		SO₂		H₂S			
Stazione		Valore limite per la protezione degli ecosistemi - Anno civile 20 [µg/m ³]		Valore limite della media giornaliera 40 [µg/m ³]*		Valore limite delle media oraria da non superare più di una volta nell'arco di 8 ore - 100 [µg/m ³]*	
RETE SARAS		Valore anno civile	Valore limite Anno civile	Numero superamenti	Valore limite	Numero superamenti	Valore limite
RETE SARAS	Villa d'Orri	1	20	0	40	2*	100
	Porto Foxi	7	20	4	40	28*	100
	Sarroch	7	20	0	40	0	100
	Dep. Nazionale	6	20	0	40	0	100

*Utilizzati come valori guida indicativi i valori del DPR 322/71, abrogato dal D.L. 5/12, in quanto la normativa italiana ed europea non prevede alcun valore limite.

Con riferimento ai riscontri acquisiti dalla rete di monitoraggio ARPAS, si riportano di seguito i dati riferiti all'ultimo Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria in Sardegna disponibile (Anno 2014), pubblicato dalla stessa ARPAS.

I dati sono stati ottenuti considerando come periodo di rilevamento quello compreso tra il 01/01/2014 e il 31/12/2014 per i seguenti inquinanti: benzene, idrogeno solforato, biossido di zolfo, PM₁₀, PM_{2,5}, biossido di azoto, monossido di carbonio, ozono.

Nell'area industriale di Sarroch la rete di monitoraggio, al 2014, ha fatto riferimento a tre stazioni di misura: più specificatamente la CENSA3 e la CENSA2 sono sistemate a protezione del centro abitato, la prima all'interno dell'area urbana, la seconda alla periferia dell'abitato; la CENSA1 è ubicata ad ovest dell'area industriale (Figura 2).

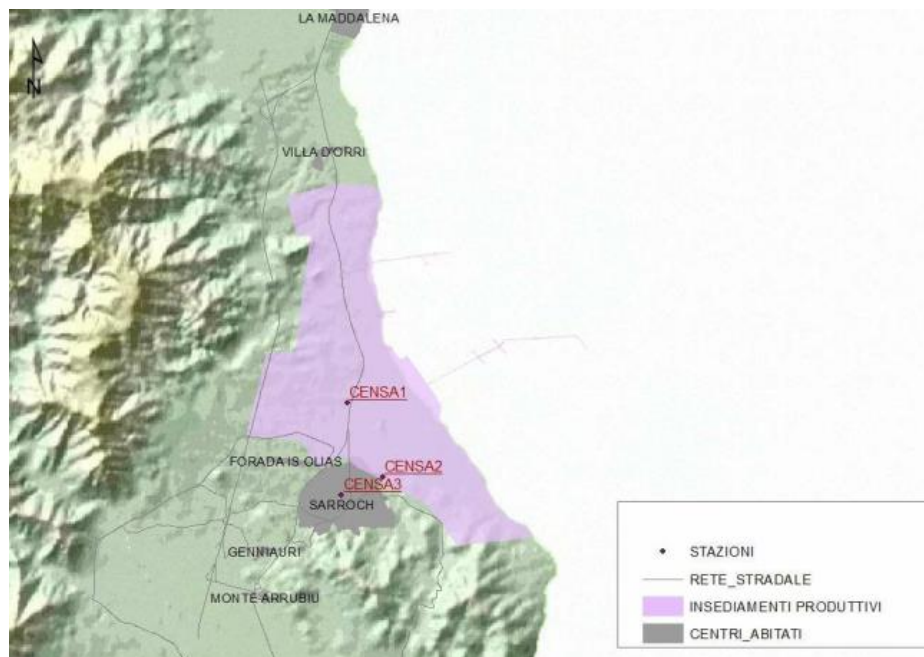


Figura 2 – Posizione delle stazioni di misura di Sarroch (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2014)

Le stazioni di misura hanno registrato alcuni superamenti dei limiti relativi per il solo parametro ozono, eccedendo nel numero massimo di superamenti indicato dalla normativa:

- Per la soglia di informazione per l'O₃ (180 µg/m³ sulla media oraria): due superamenti nella CENSA3;
- Per il valore obiettivo per l'O₃ (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): 27 superamenti della media triennale nella stazione CENSA1 (48 annuali), 20 nella CENSA2 (30 annuali) e 35 nella CENSA3 (47 annuali);
- Per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per il PM₁₀ (50 µg/m³ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 20 superamenti nella CENSA1, 4 nella CENSA2 e 3 nella CENSA3.

Gli altri inquinanti monitorati presentano valori nella norma (Tabella 7).

Tabella 7 - Superamenti rilevati nelle centraline ubicate nell'area di Sarroch (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2014)

Comune	Stazione	C6H6	CO	NO2			O3			PM10		SO2			PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU/T
		5	10	200	400	40	180	240	120	50	40	350	500	125	27
				18					25	35		24		3	
Sarroch	CENSA1	-	-						27 ⁴⁸	20					-
	CENSA2								20 ³⁰	4					
	CENSA3						2		35 ⁴⁷	3					

Tabella 20 – Riepilogo dei superamenti rilevati – Area di Sarroch

D.3.2 Suolo e sottosuolo

D.3.2.1 Premessa

Ai fini della descrizione della componente ambientale in esame, le informazioni stratigrafiche e idrogeologiche di base sono tratte dagli studi e letteratura geologici riferiti al territorio di interesse nonché dalle risultanze delle attività di caratterizzazione geologico-ambientale condotte nell'area Impianti SUD Sarlux.

Per la definizione dello schema geologico della regione, si è esteso lo studio oltre i limiti direttamente interessati dal progetto, realizzando un'indagine finalizzata alla valutazione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrologiche e idrogeologiche del più vasto ambito in esame.

D.3.2.2 Inquadramento geomorfologico

L'area ospitante lo Stabilimento Sarlux è localizzata nel settore meridionale della Sardegna, nella porzione di territorio compresa tra il basso Sulcis e la linea di costa sud-occidentale del Golfo di Cagliari, in territorio di Sarroch (CA). In particolare, l'area di progetto fa parte del parco serbatoi di Raffineria ad ovest della S.S. 195 (c.d. "Parco Ovest"), sito tra la stessa S.S. 195 (a est) e la strada perimetrale dell'agglomerato industriale di Sarroch (a ovest), in località *Maria Palmas*.

L'area di studio fa parte della piana costiera a est del massiccio del Sulcis. Il complesso montuoso è costituito da un'ossatura di rocce metamorfiche e magmatiche paleozoiche, interessate da intensi processi di spianamento in differenti periodi geologici. Nel Sulcis, questi processi hanno originato un vero e proprio altopiano, successivamente smembrato dall'erosione lineare. L'altopiano, originato da movimenti di sollevamento, è stato successivamente inciso da una vistosa paleovalle, di cui rimangono tracce nei pressi dello spartiacque attuale che separa la testata del *Rio Mannu di Santadi* dal *Rio Gutturu Mannu* a NE e del *Rio di M. Nieddu* a W.

La morfologia dell'area è quella della fascia pedemontana terrazzata, che raccorda da ovest verso est i rilievi montuosi con i depositi di spiaggia del litorale. I modesti terrazzamenti fluviali che la caratterizzano testimoniano l'alternanza di fasi erosive a fasi di deposizione più o meno intense da parte dei locali corsi d'acqua, in concomitanza alle principali variazioni del livello del mare. Una chiara scarpata di faglia delimita il passaggio tra le rocce metamorfiche paleozoiche e le alluvioni quaternarie terrazzate, interrotte dai conetti andesitici collegati all'apparato vulcanico di Sarroch-Pula (Figura 4) (Massoli - Novelli, 1965)

Il Sulcis nord-orientale è una regione estremamente tormentata, benché l'altitudine media non sia elevata. Si tratta di un vero paesaggio montuoso caratterizzato da forti dislivelli, ripide pareti e valli profonde, determinato dalle orogenesi caledonica ed ercinica e dall'intrusione di un batolite granitico nei sedimenti paleozoici, che furono quindi ancora sconvolti e talvolta metamorfosati. I graniti furono messi in posto nella fase distensiva dell'orogenesi ercinica, durante il Carbonifero medio-superiore.

A volte il granito costituisce topograficamente la parte alta, in altri casi accade il contrario. Tale situazione, come ben spiegato dal Pelletier (1960), è dovuta a motivi di carattere strutturale, legati alle modalità di insediamento del batolite granitico, oltreché alla presenza di facies particolarmente in quarzate. Laddove il batolite granitico, con le sue gibbosità ed apofisi, ha sollevato maggiormente la copertura scistosa, l'erosione ha agito più rapidamente, determinandone la venuta a giorno, come è avvenuto ad esempio a *P.ta de sa Grutta Arrubia* (3 km a ovest dell'area di intervento); in altri casi, invece, lo scisto in quarzato oppure attraversato da filoni di quarzo che ne hanno irrobustito la struttura, si è conservato a formare vette e dorsali (*P.ta de Su Seinargiu, Guardia de Is Biancus*, ecc.), a pochi chilometri a ovest del sito.

La tettonica ha guidato altresì l'idrografia e ciò è dimostrato dall'andamento rettilineo dei corsi d'acqua, dal loro parallelismo secondo direzioni prestabilite e dall'allineamento degli spartiacque, che ha guidato la formazione dei bacini di raccolta. L'approfondimento recente del massiccio del Sulcis è stato, infatti, operato lungo le linee di debolezza strutturale, verosimilmente per processi di erosione selettiva. Le valli attuali seguono pertanto le lineazioni, gli assi di scistosità ed i contatti tettonici.

In fotografia aerea la zona appare chiaramente suddivisa nelle quattro formazioni geologiche fondamentali (Figura 4; Elaborato AM-IAS10006 - Carta geologica). La rottura di pendio, le forme tondeggianti, l'erosione fluviale con valli ad U, le colture agricole, sviluppate solo in quest'area, permettono di riconoscere la formazione delle alluvioni quaternarie. Il contatto con gli scisti, interrotto da un lembo di quaternario che si inoltra in essi, segue l'allineamento NE-SW. Unica anomalia topografica è il cono andesitico di *Cuccuru S. Marco*, ubicato a circa 1700 metri a SW dell'area di intervento.

La formazione scistosa appare molto aspra e accidentata, con forti dislivelli e valli incise a V. Al suo interno si notano parecchie strutture e allineamenti. Quello che sembra essere il principale allineamento è dato dalle creste che vanno da *Su Sperrimu* a *S'Arcu de Antoni Zoppu*, in direzione circa N-S, con varie ondulazioni, interrotte circa a metà da una struttura semicircolare

con la concavità diretta a W. Una struttura WNW-ESE che parte da *P.ta de Su Seinargiu*, costituisce il ramo S dell'emiciclo.

A nord di *Punta de Su Seinargiu*, si nota un'evidente e lunga frattura diretta NE-SW, dove un potente filone, in affioramento lungo circa 230 metri, in fotografia aerea appare come un muro messo in evidenza dall'erosione differenziale. Tale filone è una mineralizzazione a barite prevalente in ganga quarzosa.

Tra gli scisti, quasi parallelamente al contatto con i depositi quaternari, affiora una sottile lingua di granito, caratterizzata da toni grigi più chiari. I contatti non sono però in generale distinguibili, perché obliterati dai detriti e dalla vegetazione.

A nord dell'area di studio, è visibile il forte contrasto di forme tra le formazioni granitiche, attraversate dalle gallerie della strada CACIP c.d. "Perimetrale Consortile", caratterizzate localmente da aspri affioramenti rocciosi privi di vegetazione, e quelle metamorfiche, nella parte occidentale più interna, contraddistinte da rilievi dolci coperti dalla vegetazione. In generale, il paesaggio granitico è caratterizzato da scarpate e versanti estremamente ripidi e in genere spogli. Il paesaggio metamorfico, invece, è inciso con forza dall'azione erosiva che ha disseccato il rilievo monotono in valli incassate.



Figura 3 – Rilievi montuosi metamorfici (Punta Su Seinargiu) visti dalla strada perimetrale a monte dell'area di progetto interna al Parco Ovest dello Stabilimento Sarlux; a destra, con quote inferiori, rilievi granitici

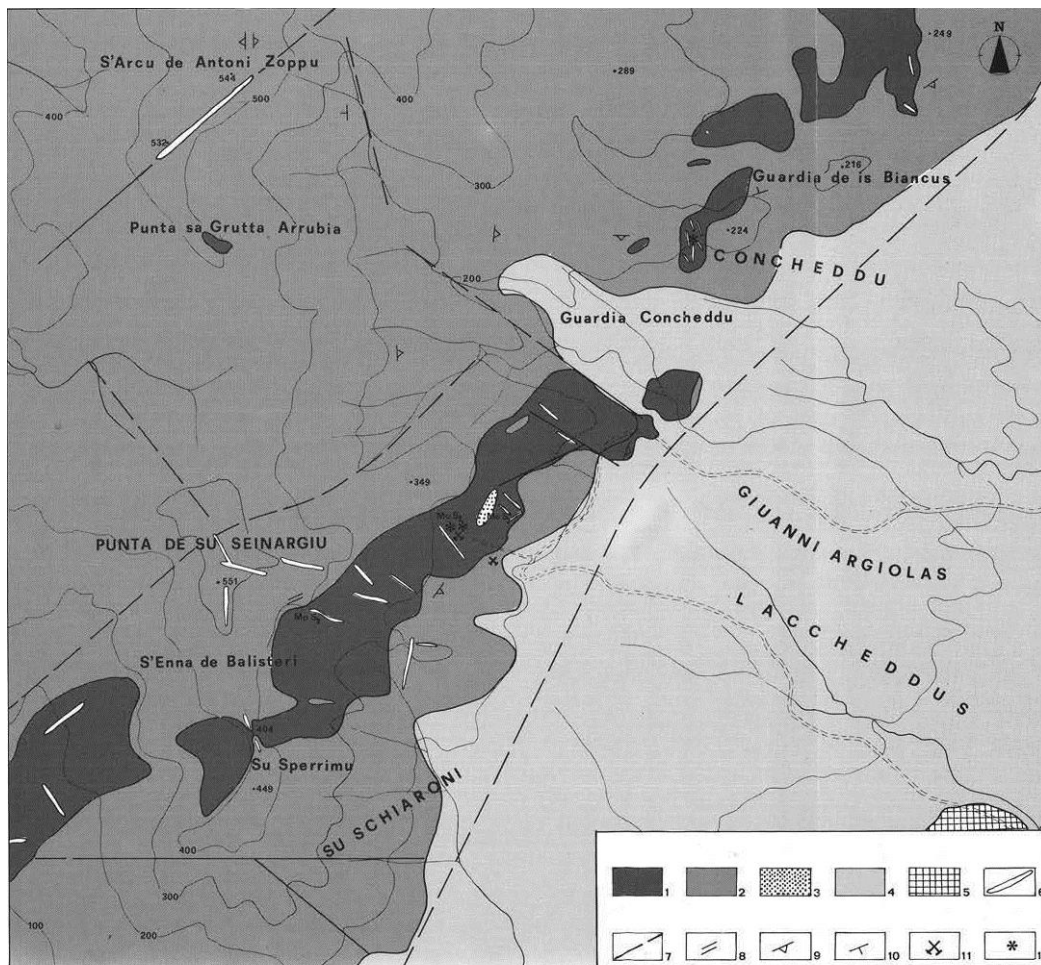


Fig. 3. — CARTINA GEOLOGICO-MINERARIA DELLA ZONA DI P.TA DE SU SEINARGIU (rilevatori R. Massoli-Novelli e G. Sanna) - Scala 1 : 10.000.
Legenda: 1. Graniti. 2. « Scisti » ordoviciano-siluriani (?). 3. Differenziati aptitici. 4. Alluvioni quaternarie. 5. Andesiti e conglomerati andesitici. 6. Filoni di quarzo talvolta mineralizzati. 7. Faglie evidenti o possibili. 8. Strati verticali. 9. Strati molto inclinati. 10. Strati poco inclinati. 11. Gallerie di ricerca. 12. Trincee di ricerca.

Figura 4 – Carta geologico-mineraria della zona di *Punta de Su Seinargiu* (Caboi et alii, 1978), localizzata a ovest dell'area di progetto

Il drenaggio è di tipo rettangolare: questo fatto ben si accorda con le numerose strutture presenti e fa pensare che sia proprio la tettonica ad aver esercitato un controllo sul reticolo idrografico, per cui una buona parte dei corsi d'acqua che scendono dallo spartiacque N-S, caratteristici per il loro andamento rettilineo, sembrerebbe impostati su faglie o fratture.

Il tipo di argilloscisto presente nell'area appare abbastanza omogeneo, almeno in relazione alle numerose varietà di facies petrografiche che caratterizzano le coltri a contatto dei batoliti granitici della Sardegna. Nel caso in esame si tratta di una roccia di colore grigio nelle fratture fresche, tendente al marrone su quelle ossidate, piuttosto fratturata, debolmente scistosa. Nel fondovalle gli scisti si presentano compatti, di notevole durezza, ben stratificati in grandi bancate. Nei punti relativamente più elevati, ad esempio a *Guardia de Is Biancus*, possono comparire filoni quarzosi discordanti e ben evidenti a causa dell'erosione selettiva. Tali filoni

presentano salbande ancora silicee di colore rossastro, talora inglobanti elementi di scisto; anche tale silice, talvolta a guisa di vero “crostone”, preserva dall'erosione gli scisti circostanti.

L'affioramento di granito nella zona in esame ha la forma di una digitazione orientata NE-SW, emergente a mezza costa tra gli scisti, chiaramente collegata all'intrusione del batolite principale del Sulcis, comunemente considerato di età ercinica (Cocozza et al., 1974). La roccia tende ad apparire metasomatizzata a contatto con i filoni a quarzo e a quarzo + molibdenite, assumendo un aspetto biancastro, minore compattezza, per evidente trasformazione dei componenti soprattutto feldspatici.

D.3.2.3 Inquadramento geologico-strutturale

D.3.2.3.1 Inquadramento generale

Il basamento della zona di studio è costituito fondamentalmente da tre complessi litoidi: gli scisti grigi ordoviciano-siluriani, il granito ercinico e le vulcaniti oligo-mioceniche. I graniti formano un rilievo a se stante, a est delle metamorfiti, e, come già citato, si insinuano altresì in queste ultime come una lunga digitazione, con direzione SW-NE (Figura 4; Elaborato AM-IAS10006 - Carta geologica). Le formazioni geologiche che formano una sottile coltre sulle rocce del basamento sono le alluvioni quaternarie (Figura 5). A nord-ovest dall'area di progetto affiorano i granitoidi tardo-ercinici (Carbonifero superiore-Permiano) (n. 26), che fanno parte del complesso plutonico occupante circa un terzo della superficie dell'Isola. A sua volta, il plutone è parte del grande batolite sardo-corso. Il Batolite è notoriamente composito e si è messo in posto in un intervallo di tempo lungo, pari a circa 40 milioni di anni (da circa 320 a circa 280 Ma). In un tale intervallo di tempo, i cambiamenti del quadro geodinamico si sono riflessi sui caratteri strutturali e composizionali delle diverse intrusioni. Nel Batolite sardo-corso, infatti, sono distinguibili due associazioni principali: una magnesio-potassica di età viseana-namuriana, presente solo nella Corsica settentrionale, e una calcalcalina riferibile essenzialmente al Carbonifero superiore-Permiano inferiore, la quale costituisce la quasi totalità dei granitoidi della Corsica meridionale e della Sardegna (Orsini, 1980).

Per quanto concerne i rapporti tra messa in posto dei vari plutoni e la tettonica ercinica, Ghezzi et alii (1982) hanno distinto tra plutoniti sin-, tardo- e post-tettoniche con riferimento all'ultima fase deformativa ercinica, ritenuta da questi Autori ancora compressiva e, quindi, collocata all'interno della dinamica collisionale della catena. Tuttavia, solo le età radiometriche e le strutture esibite dai granitoidi appartenenti all'associazione magnesio-potassica della Corsica settentrionale sono compatibili con una messa in posto durante un regime compressivo ercinico ancora attivo.

Nella Carta geologica della Sardegna in scala 1:200.000, le plutoniti sono state distinte prevalentemente in base alla composizione modale procedendo dai vari termini più femici a quelli più sialici; questa successione, a grandi linee, corrisponde anche alla successione cronologica delle intrusioni come individuata da Ghezzi & Orsini (1982).

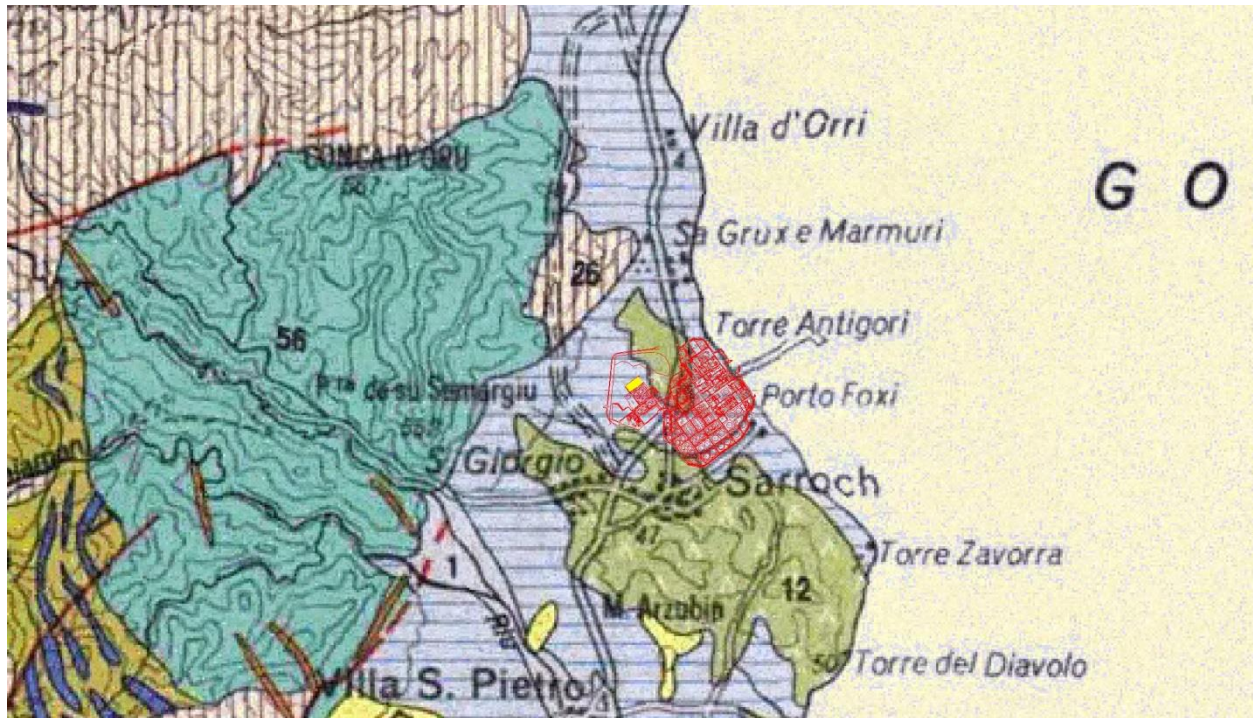


Figura 5 – Area della raffineria Sarlux e area di progetto (in giallo) sulla Carta geologica della Sardegna in scala 1:200.000 (Carnignani et al., 1990)

Nel Sulcis sud-orientale, e in particolare nel Foglio geologico “Capoterra”, la successione paleozoica si chiude con la *Formazione di Pala Manna*, un’unità vulcano-sedimentaria sinorogena (*flysch* ercinico tipo Culm) di probabile età eo-carbonifera, costituita da metarenarie, quarziti alternate a metargilliti, liditi, metaepiclastiti, metavulcaniti, metaconglomerati monogenici e poligenici, quarziti listate contenenti olistoliti anche di grandi dimensioni. Questi materiali si sono depositi nell’avanfossa della catena ercinica in migrazione e sono stati ripresi negli ultimi movimenti traslativi.

Nei rilievi di *P.ta de Su Seinargiu* e *Monte Flumini Binu*, situati a SW e W rispettivamente dall’area di progetto, sono presenti mineralizzazioni di molibdenite. Quella di *Punta de Su Seinargiu* è incassata in una lingua di granito diretta NE-SW affiorante da una copertura scistosa.

Di seguito si descrivono le formazioni affioranti nell’area di studio dal basso verso l’alto stratigrafico.

D.3.2.3.2 Unità intrusiva di Villacidro - Facies Monte Lattias (VLD_c): Leucosienograniti a biotite
Tale facies dell'Unità intrusiva di Villacidro costituisce la massa intrusiva più estesa di tutto il Sulcis e caratterizza il settore occidentale e meridionale del Foglio geologico in scala 1:50.000 "Capoterra". In realtà è costituita da due masse intrusive principali, identiche in composizione e distinguibili fondamentalmente per i caratteri tessiturali, unificate per comodità di rappresentazione cartografica del foglio in una singola unità plutonica.

Di questi due importanti plutoni, il primo è rappresentato dalla massa intrusiva di M. Lattias - M. Genna Spina che culmina a N con i rilievi di M. Arcosu (Sez. Capoterra) e si estende nel settore di Santadi con le propaggini più meridionali dei plutoni di M. Nieddu e Pantaleo. Il secondo tipo invece caratterizza i rilievi posti a N di Santa Margherita di Pula (P.ta Sa Cresia - M. Barone) a partire dalla zona della Caserma della Forestale di Piscinamanna - M. Bagadiu (Sez. Villa San Pietro).

Entrambi i plutoni sono sostanzialmente leucosienograniti a biotite di colore bianco-rosato (giallo-verdastro per alterazione) a grana medio-grossa e tessitura isotropa all'osservazione macroscopica, con struttura equigranulare per i primi e tendenzialmente inequigranulare porfirica per quelli del settore a N di Pula (Figura 6). I costituenti fondamentali sono ortoclasio peritico, microclino, quarzo, plagioclasio (oligoclasio) e biotite in quantità non superiori al 3-4% in volume. Fra i minerali accessori, oltre alle solite fasi minerali, spicca in particolare la fluorite, in plaghe anedrali di solito associate ai feldspati.

La roccia granitica nella vicina Punta su Seinargiu tende ad apparire metasomatizzata a contatto con i filoni a quarzo e a quarzo+molibdenite, assumendo un aspetto biancastro, minore compattezza, per evidente trasformazione dei componenti soprattutto feldspatici. La composizione fondamentale è dunque data, in ordine decrescente di abbondanza, da quarzo, ortoclasio, microclino, biotite. Accessori comuni sono magnetite e rutilo, raro lo zirconio. Frequenti nel quarzo le microfratture e le inclusioni soprattutto liquido-gassose. Non di rado, anche nel granito fresco, compaiono piccoli nidi o stelline di molibdenite; non sembra che tale molibdenite di impregnazione, e neanche d'altra parte quella insediata nei filoncelli quarzosi, siano legate in modo preferenziale ad una delle due facies di granito, poiché sia il granito a grana grossa sia quello a grana media risultano interessati dalla mineralizzazione (Caboi *et al.*, 1978).

Le età radiometriche disponibili variano da 289±1 Ma a 274±9 Ma (Del Moro *et alii*, 1975; Cocherie, 1978; Cocherie, 1985; Castorina & Petrini, 1989).



Figura 6 – Leucosienograniti a biotite, inequigranulari, affioranti a nord-ovest dell’area di progetto in prossimità della strada “Perimetrale Consortile” del CACIP

D.3.2.3.3 Formazione di Pala Manna (PMN)

Questa unità litostratigrafica è una potente successione terrigena, costituita da irregolari alternanze di metarenarie, quarziti scure e metapeliti grigie. A questi litotipi sono intercalati livelli da metrici fino a decametrici di quarziti nere (liditi) sottilmente stratificate, metaconglomerati, metabrecce e olistoliti, in cui sono rappresentate buona parte delle formazioni paleozoiche sottostanti.

Nelle alternanze pelitico-arenacee sono state osservate varie strutture sedimentarie, quali *flute-cast*, laminazioni convolute e incrociate. Talvolta è possibile riconoscere porzioni di sequenze torbidity e altre strutture di ri-sedimentazione testimoniate da *mud-flow*, *debris flow*, *slumping*, ecc. I livelli di metaconglomerati costituiscono affioramenti con scarsa continuità laterale e con spessori che possono arrivare ad alcune decine di metri. Gli elementi clastici sono rappresentati da liditi, quarziti, metarenarie, metacalcari silicizzati, metavulcaniti e raramente metacalcari nodulari. Le dimensioni dei clasti sono molto variabili, da 1 cm ad alcune decine di cm; essi sono sia dispersi in un’abbondante matrice pelitico-arenacea, sia granulo-sostenuti. È probabile che gli elementi carbonatici fossero molto più numerosi di quanto si possa rilevare attualmente: sono presenti, infatti, numerose cavità probabilmente dovute alla completa dissoluzione di clasti calcarei.

A volte i banchi di metaconglomerati e metabrecce presentano contatti erosivi alla base e mostrano spessori variabili da alcuni decimetri a oltre 30-40 m. Vengono interpretati come *debris flow* (Teichmüller, 1931; Barca & Maxia, 1982; Spalletta & Vai, 1982; Barca & Spalletta, 1985). Sia nelle metasiltiti sia nelle metarenarie, inoltre, si ritrovano caratteristici blocchi isolati (olistoliti) di liditi e metacalcari, di dimensioni da decimetriche a ettometriche.

D.3.2.3.4 Andesiti di Monte Arrubiu (MAB)

Queste vulcaniti, in passato oggetto di studi geopetrografici da parte di Massoli Novelli (1965; 1967; 1969) e, più recentemente, petrologici di Conte (1997), affiorano nel settore di Sarroch e Pula. Si tratta di corpi lavici a chimismo andesitico in colate, spesso autobrecciate (brecce di esplosione), con autoclasti andesitici angolosi (MAB). Le lave andesitiche, di cui spesso è riconoscibile una fluidalità magmatica sub-orizzontale, si presentano di colore da grigio scuro a grigio verde-violaceo, con struttura porfirica definita da fenocristalli di plagioclasti, anfiboli e pirosseni, immersi in una massa di fondo microcristallina. Spesso sono interessate da un'alterazione idrotermale diffusa principalmente di tipo propilitico, con formazione di epidoti e zeoliti, queste ultime sovente in splendide associazioni ben cristallizzate.

Sulla base delle datazioni assolute cui si fa riferimento nel paragrafo precedente, questo complesso andesitico si sarebbe messo in posto nell'Oligocene superiore (Chattiano).

D.3.2.3.5 Corteo filoniano (fq)

Tutto il batolite sardo-corso è interessato da un corteo filoniano di rocce ipoabissali a chimismo basico, intermedio ed acido, caratterizzate da complessi rapporti con le rocce incassanti costituite da plutoniti e con minore frequenza, da metamorfiti. Le orientazioni dei corpi ipoabissali variano da N-S fino a NNW-SSE.

Le datazioni disponibili per queste manifestazioni indicano età radiometriche (metodo Rb-Sr) comprese tra 298 ± 4 e 268 ± 4 Ma per i dicchi calcalcinali e quelli peralluminosi (Vaccaro *et alii*, 1991), e 228 ± 3 Ma (Baldelli *et alii*, 1987) per quelli alcalini.

D.3.2.3.6 Formazione del Cixerri (CIX)

Questa formazione (Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969; Barca & Palmerini, 1973; Barca *et alii*, 1973) è costituita da un'alternanza di arenarie quarzose grigio-verdastre, arenarie siltose a cemento carbonatico, argille marnoso-siltose, livelli o lenti di conglomerati poligenici a prevalenti clasti di basamento paleozoico e di rocce carbonatiche mesozoiche. Sono presenti strutture

sedimentarie tipo impronte di carico, solchi di erosione, *graded bedding* e stratificazione parallela ed obliqua, mentre nelle facies arenaceo-siltose si rinvengono frequentemente *burrows* ed altri tipi di bioturbazioni.

L'età di questa formazione è riferita all'Eocene medio - ?Oligocene.

D.3.2.3.7 Depositi Quaternari

Nel Foglio Capoterra e nel Foglio Pula sono presenti due principali unità deposizionali, separate da una importante superficie di erosione che corrisponde ad un periodo di incisione e di terrazzamento.

Il sintema più recente è notoriamente più complesso e articolato e corrisponde ai depositi messi in posto durante l'Olocene. I depositi olocenici sono compresi in una grande unità che è stata a sua volta suddivisa in sottunità corrispondenti ai vari ambienti deposizionali e in parte al loro grado di attività (depositi di conoide alluvionale, di pianura alluvionale, dell'alveo attuale, etc.). In questa unità sono, inoltre, compresi i depositi di origine antropica. L'altra unità è rappresentata principalmente da depositi alluvionali pedogenizzati e terrazzati, che passano lateralmente a depositi detritici di versante e di conoide alluvionale.

D.3.2.3.7.1 Depositi pleistocenici

Subsintema di Portoscuso (PVM₂)

Il subsintema di Portoscuso (PVM₂) è costituito prevalentemente da depositi di ambiente alluvionale e da depositi di versante.

I depositi alluvionali sono prevalentemente costituiti da ghiaie grossolane, più di rado da blocchi, a spigoli subangolosi e subarrotondati, raramente arrotondati. Essi presentano strutture incrociate concave in genere piatte e di limitata ampiezza (Poggio dei Pini, Azienda Agricola Medda-Obino, cave dismesse di Sa Carruba Durci).

I sedimenti alluvionali descritti corrispondono comunemente a conoidi alluvionali più o meno appiattite deposte da corsi d'acqua allo sbocco delle valli che incidono i rilievi del Sulcis, sia sul lato costiero meridionale (tra Capoterra e Pula), sia all'interno delle conche di Narcao e Santadi. A nord, in prossimità dei versanti aumentano sia la dimensione dei clasti sia la percentuale di elementi spigolosi. In alcune località, come Sa Perda Soritta, i clasti sono angolosi anche perché provenienti dall'erosione di rocce metamorfiche con elevate percentuali di elementi quarziticci. Data la limitata distanza dai rilievi montani, essi localmente hanno dato origine a conoidi incanalate, con le facies sedimentarie caratterizzate da un'estrema monotonia

composizionale. Lo spessore totale può anche superare i 10 m, ma più frequentemente è di alcuni metri.

Questi sedimenti si presentano sempre fortemente smembrati dall'erosione e terrazzati ai lati dei letti fluviali attuali e/o dei depositi alluvionali olocenici. Le scarpate variano da qualche metro sino ad alcune decine di metri di altezza. I depositi detritici sono caratterizzati da clasti mediamente grossolani, a spigoli angolosi, disposti sia in strati sia in lenti decimetriche. Essi si originarono ai piedi dei versanti modellati su rocce del basamento, sviluppando dei *talus* ai piedi dei rilievi e coni di detrito in corrispondenza di canali. Si tratta però di depositi che sono stati in larga parte erosi durante l'approfondimento delle valli post-glaciali e, per questo motivo, talora affiorano in aree limitate e non cartografabili alla scala del rilevamento e/o possono inoltre essere presenti al di sotto delle coperture oloceniche.

D.3.2.3.7.2 Depositi olocenici

Sono rappresentati sia dai sedimenti attuali sia da sedimenti messi in posto durante le modificazioni dell'ambiente fisico olocenico e, dunque, caratterizzate da gradi variabili di inattività e seppellimento. Tra questi depositi sono inoltre compresi quelli alluvionali terrazzati, posti a quote inferiori rispetto al terrazzo pleistocenico. I depositi più rappresentati sono quelli di conoide e di pianura alluvionale, che presentano relazioni di variazione laterale di facies, ed inoltre depositi di versante. La natura di questi sedimenti e la relazione laterale tra le varie facies è, infatti, alquanto complessa.

D.3.2.3.7.3 Depositi di versante (a)

Si tratta di depositi detritici costituiti da clasti angolosi in genere di spessore limitato (alcuni metri) osservati sulle pendici dei rilievi calcarei e più limitatamente su quelli del substrato paleozoico.

Gli affioramenti più estesi si rinvengono sui versanti ad ovest dei rilievi di Capoterra, e a nord-ovest di Villa San Pietro.

D.3.2.3.7.4 Coltri eluvio-colluviali (b2)

Si tratta di depositi in cui sono presenti percentuali variabili di sedimenti fini (sabbia e silt) più o meno pedogenizzati ed arricchiti della frazione organica, mescolati con sedimenti più grossolani, in genere detriti da fini a medi. L'elevata presenza della frazione organica indica che si tratta di sedimenti derivati dall'erosione del suolo durante l'Olocene e mescolati a sedimenti

provenienti per degradazione fisica direttamente dal substrato. Il loro spessore è in genere esiguo (qualche metro).

D.3.2.3.7.5 Depositi alluvionali (ba)

I corsi d'acqua sono di modesta estensione e a carattere tipicamente torrentizio, dunque caratterizzati da forti alternanze stagionali.

I corsi d'acqua principali sono il Rio Santa Lucia, il Rio di San Gerolamo, il Rio Mannu di Villa San Pietro, il Rio di Monte Nieddu ed il Rio Su Tintioni. Tra questi corsi, tutti a carattere torrentizio, sono presenti numerosi altri con grado di attività dell'alveo estremamente variabile.

I sedimenti alluvionali sono in genere grossolani e/o molto grossolani e raramente sono presenti intercalazioni di lenti sabbiose. La stratificazione è in genere caratterizzata da livelli piano-paralleli o a stratificazione incrociata concava molto piatta, a testimoniare le dinamiche di un corso a canali intrecciati. Lo spessore di questi sedimenti è molto variabile e localmente supera i 5 m.

In prossimità dei versanti montuosi, i sedimenti all'interno degli alvei possono essere anche molto grossolani e localmente sono presenti affioramenti di substrato. In alcuni casi sono stati osservati letti molto grossolani. La limitatezza degli affioramenti ha impedito talora la loro riproduzione cartografica.

D.3.2.3.7.6 Depositi alluvionali terrazzati (bn)

Si tratta di depositi alluvionali grossolani, con limitate lenti e livelli di sabbie e di ghiaie fini a stratificazione incrociata concava, oppure massivi, simili a quelli che si osservano lungo gli alvei attuali.

Nell'area di studio una serie di corsi d'acqua a regime stagionale torrentizio, orientati circa W-E, incidono i depositi alluvionali terrazzati (bna), rappresentati da ghiaie con subordinate sabbie.

Questi depositi sono posti ai lati dei letti attuali e in genere non sono interessati dalle dinamiche fluviali in atto nel letto ordinario. Tratti di quest'unità possono però essere interessati da fenomeni alluvionali durante eventi idrometeorici eccezionali.

È quanto si è verificato in alcune località non distanti da Capoterra durante gli eventi idrometeorici del novembre 1999 e dell'ottobre 2008. La rarità di tali eventi ha fatto venir meno la necessaria attenzione verso queste aree cosiddette a rischio che sono state talora oggetto di espansione edilizia. Le antiche pianure alluvionali, molto più estese di quelle attuali, forniscono informazioni certe su importanti eventi idrometeorici avvenuti in passato, che hanno riattivato

settori molto ampi delle pianure e dei conoidi alluvionali. In molti casi questi sedimenti hanno rappresentato i letti di piena straordinaria fino al secolo scorso.

Tra essi sono considerati anche i depositi alluvionali debolmente terrazzati sui fondi vallivi attuali, come quelli presenti lungo i corsi del Rio Mannu di Villa S. Pietro, il Rio di Monte Nieddu e del Rio Su Tintioni, tutti ubicati sul versante meridionale del massiccio del Sulcis, e sui lati del Rio Mannu di Narcao.

Nei pressi dei rilievi, i sedimenti di fondovalle si raccordano a conoidi alluvionali anche discretamente inclinate (ad es., a S di Capoterra o nei dintorni di Cuccuru San Marco). In questi casi alcuni livelli ghiaiosi sono matrice-sostenuti.

Data la vicinanza al mare del versante, e la limitatezza dell'estensione di questi depositi, raramente essi si presentano suddivisi in terrazzamenti minori. In alcune aree però, a quote progressive sul *thalweg*, sono presenti scarpate di erosione fluviale discretamente rettilinee, che testimoniano fasi di approfondimento delle valli seguite da aggradazione di sedimenti grossolani. Lo spessore dei sedimenti è, in genere, difficilmente valutabile, ma in alcune sezioni, in fronti di cave o lungo scarpate di erosione fluviale, può superare i 5 m.

Tra i depositi fluviali olocenici sono presenti anche sedimenti più fini affioranti a N di Villa San Pietro. In questa zona, all'uscita del Rio Monte Nieddu, sono stati individuati tratti di antichi meandri debolmente incisi all'interno del terrazzo pleistocenico. Essi sono alterati da alfisuali ad orizzonte B_t discretamente rubefatto.

D.3.2.3.7.7 Depositi antropici (ha; h1)

Si tratta di materiali detritici derivati prevalentemente dall'attività mineraria (h1m), discariche industriali (h1j), materiali di riporto e aree bonificate (h1r), in generale depositi e manufatti antropici (ha).

I depositi dell'attività mineraria sono stati accumulati sui versanti e sui fianchi delle vallecole presenti in vicinanza degli scavi minerari. Nel territorio appartenente al Foglio Capoterra tali depositi sono ben rappresentati oltre che a San Leone, presso Capoterra, a S di Nuxis, a SE di Piscinas e a NE di Narcao.

A nord dell'area di studio sono altresì presenti i depositi della discarica controllata di Flumini Binu.

D.3.2.4 Tettonica

L'attuale assetto strutturale del Sulcis, e in particolare del Foglio "Capoterra", è soprattutto una conseguenza degli effetti di una tettonica fragile che si è manifestata attraverso varie fasi a carattere sia distensivo sia compressivo già a partire dalla messa in posto dei granitoidi tardo-ercinici fino al Pliocene-Pleistocene.

Le unità tettoniche della Sardegna centro-meridionale, "impilate" durante le fasi collisionali e di ispessimento crostale dell'orogenesi ercinica, durante il Carbonifero Superiore ed il Permiano, sono state interessate da un'importante tettonica distensiva post-collisionale (Malavieille, 1993) con conseguente assottigliamento della crosta ed esumazione delle rocce metamorfiche. Questa fase estensionale è testimoniata da:

- sviluppo nel basamento paleozoico di strutture indicanti sia un raccorciamento verticale sia un'estensione orizzontale a tutte le scale. Ciò si manifesta con faglie normali a basso angolo, superfici di clivaggio localmente penetrative (*extensional crenulation cleavage*), pieghe con piani assiali sub-orizzontali e faglie normali ad alto angolo che intersecano le strutture precedenti;
- sviluppo di alti strutturali bordati da zone di taglio dirette, faglie normali a basso angolo che determinano l'affioramento delle unità tettoniche più profonde dell'edificio a falde;
- messa in posto del batolite granitico e del relativo corteo filoniano, oltre che dei prodotti effusivi in parte ad essi coevi;
- concomitante sviluppo di bacini molassici intracontinentali permo-carboniferi sul basamento paleozoico eroso e tettonicamente denudato.

I principali lineamenti sono caratterizzati da un sistema di faglie dirette, talora a componente trascorrente, orientato prevalentemente N-S e NW-SE, subordinatamente E-W e NE-SW, che attraversa la maggior parte delle formazioni geologiche presenti nel Foglio Capoterra. Queste direzioni sono ben figurate dal sistema filoniano permiano, anche se talora assumono direzioni varie probabilmente in relazione a specifici fenomeni di controllo strutturale.

L'orogenesi ercinica ha definito i lineamenti tettonici della zona. Su scala regionale questa orogenesi si è manifestata con un sistema plicativo ad assi variamente orientati (in particolare: NW-SE; N-S; E-W; NE-SW).

Nel Sulcis-Iglesiente l'orogenesi ercinica ha avuto effetti di tipo compressivo, con pieghe serrate o piani assiali variamente inclinati, fino a subverticali. Nella zona in esame, la grande piega anticlinale con asse diretto originariamente N-S ben visibile a S'Arcu de Antoni Zoppu è da imputare con tutta probabilità a questa orogenesi. A tale piega è probabilmente associata una faglia, di cui sembra di poter individuare il piano (sia pure mascherato dall'erosione e dal

notevolissimo detrito) nella stessa direzione. Tale faglia, impostatasi dopo l'intrusione del batolite granitico, sembra essere dovuta al fatto di trovarsi in zona di collasso tettonico (lombo estremo della fossa del Campidano).

L'intrusione granitica, avvenuta nelle ultime fasi dell'orogenesi, avrebbe determinato:

- il sollevamento in blocchi dell'anticlinale (P.ta de Su Seinargiu - S'Enna de Balistreri - Sa Grutta Arrubia);
- faglie, fratture e pieghe in genere NW-SE, NE-SW, provocando l'ondulazione dell'allineamento N-S.

Successivamente, la tettonica disgiuntiva avutasi in Sardegna in connessione con l'orogenesi alpina, potrebbe avere ripreso tali vecchie faglie.

L'allineamento del contatto Paleozoico-Quaternario secondo la direzione NE-SW, unitamente alla struttura presentata dalla digitazione di granito contenente la mineralizzazione di molibdenite nella Punta de su Seinargiu, sono da ricollegare a tali eventi tettonici. La tettonica ha avuto quindi un ruolo fondamentale nel controllo delle mineralizzazioni della zona, prevalentemente a carattere filoniano, insediate in fratture aventi direzioni corrispondenti a quelle sopra citate (Cabo *et al.*, 1978).

Lo schema tettonico del Foglio geologico "Capoterra" è visibile in Figura 7.

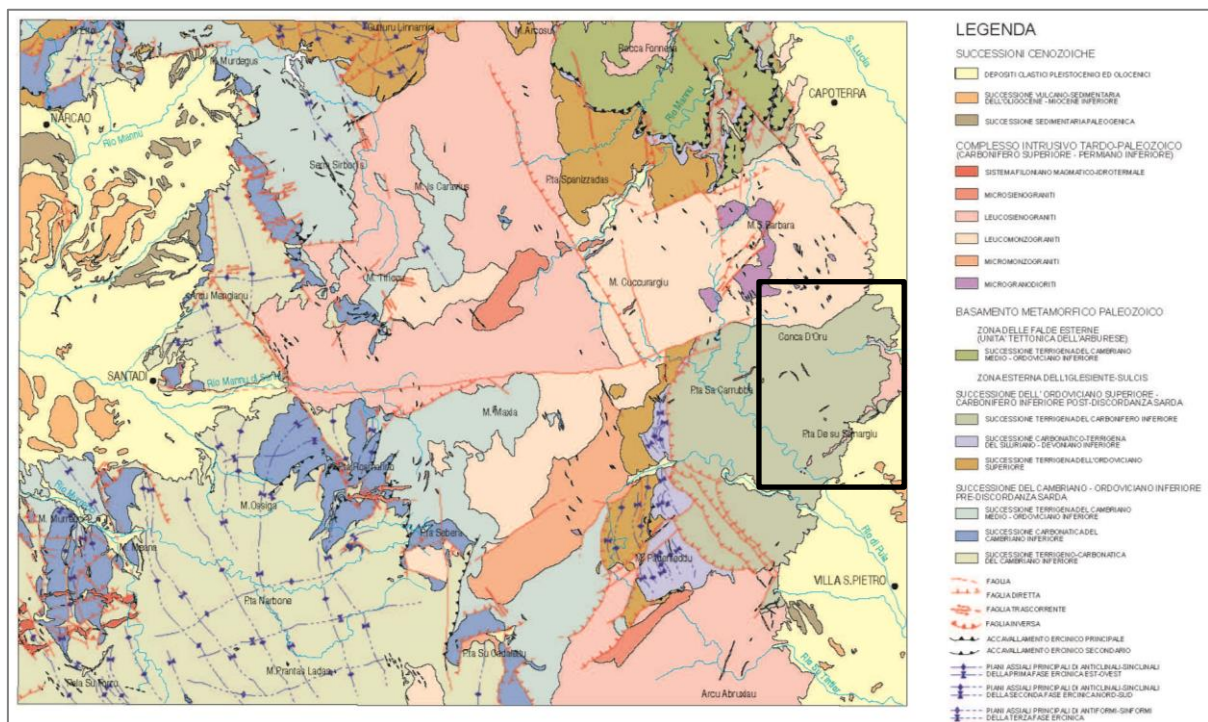


Figura 7 – Schema tettonico del Foglio geologico in scala 1:50.000 n. 565 "Capoterra" (il rettangolo evidenzia i rilievi affioranti a ovest e nord-ovest dell'area di progetto)

D.3.2.5 Inquadramento geopedologico

Nell'area di studio (Figura 8), i suoli di interesse sono quelli dei paesaggi su alluvioni del Pleistocene e quelli dei paesaggi sulle rocce effusive acide (unità cartografiche rispettive: 26 e 14), oltre a una vasta area occupata da infrastrutture industriali (unità cartografica: 35).

Le **formazioni alluvionali pleistoceniche** sono rappresentate da vari livelli di glaciai, il cui grado di alterazione e cementazione è direttamente proporzionale all'età. In effetti, tutta l'area a contorno è caratterizzata da questi depositi, fortemente pedogenizzati e cementati sia da argille illuviali o di neoformazione costituite soprattutto da ossidi di ferro, alluminio e manganese, liberati dall'idrolisi dei silicati in condizioni di riduzione e precipitati irreversibilmente in fase di ossidazione. Infatti, tutti i glaciai più vecchi sono a drenaggio impedito, ossia non vi è alcuna relazione tra la superficie e le acque profonde.

I suoli su questo paesaggio alluvionale presentano un'evoluzione assai spinta, con formazione di profili A-Bt-C e A-Btg-Cg, ossia con orizzonti argillici ben evidenziati. A tratti sono cementati per la presenza di ferro, alluminio e silice in relazione alla maggiore o minore età del suolo stesso. Nonostante l'abbondanza di scheletro, questi suoli presentano rilevanti problemi di drenaggio, che rappresentano una delle principali limitazioni all'uso agricolo.

Sono suoli profondi, con tessitura da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa. Le limitazioni sono relative all'eccesso di scheletro e al drenaggio assai lento. Sono compresi nelle classi di capacità d'uso III e IV.

Gli **affioramenti andesitici** sono caratterizzati da forme collinari, sulle quali i suoli formano tipici profili A-Bw-C, A-C e A-Bk-C, spesso con caratteri vertici e talora con orizzonti di accumulo di carbonati. La fertilità generale è sempre elevata, con qualche limitazione dovuta alla tessitura e alla permeabilità. La loro suscettività è prevalentemente agricola, con alta idoneità per le colture irrigue intensive, sia erbacee sia arboree.

I suoli predominanti su questo substrato sono Inceptisuoli e subordinatamente Vertisuoli. Sono da profondi a mediamente profondi, con tessitura da argilloso-sabbiosa ad argillosa. Le limitazioni d'uso concernono la tessitura fine, il drenaggio lento e, a tratti, l'eccesso di carbonati. La classe di capacità d'uso dei suoli è la II.

Per maggiori dettagli sui caratteri pedologici dell'area di studio, si rimanda al paragrafo D.3.2.6.3.

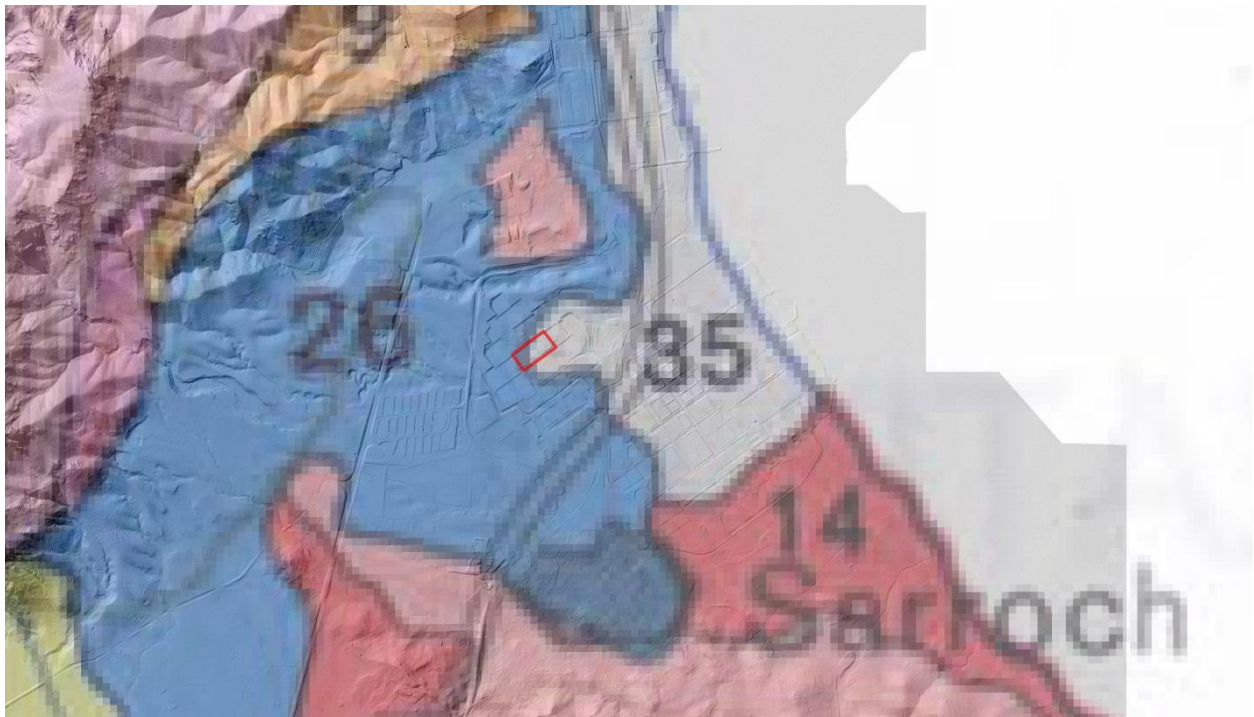


Figura 8 – Area di progetto (contorno rosso) su stralcio della carta dei suoli della Sardegna (Aru et al., 1990). Unità 26: paesaggi su alluvioni pleistoceniche; unità 14: paesaggi su vulcaniti acide; unità 35: aree urbanizzate e infrastrutture

D.3.2.6 Caratteri geologici di dettaglio

D.3.2.6.1 Aspetti geomorfologici, geologici e stratigrafici

L'area di progetto (al netto delle aree di cantiere e deposito terre da scavo) occupa una superficie complessiva di circa 3 ettari ed è contraddistinta da una morfologia pianeggiante con quota media di circa 44 m s.l.m. L'area è delimitata a nord da una scarpata su deposito alluvionale di altezza pari a circa 4-5 m, sovrastata da una strada sterrata adiacente all'attuale recinzione fiscale dello Stabilimento.

Il Parco serbatoi Ovest dello Stabilimento Sarlux è localizzato sulla fascia pedemontana, che raccorda da ovest verso est i rilievi montuosi con i depositi di spiaggia del litorale. La continuità del deposito di glaci che caratterizza la fascia è interrotta dalla strada perimetrale dell'agglomerato industriale, che costeggia la recinzione occidentale delle pertinenze Sarlux. La morfologia dell'area del Parco Ovest è stata inoltre profondamente modificata attraverso la creazione di piazzali rettangolari, terrazzati nei depositi pedemontani, destinati ad ospitare serbatoi di stoccaggio di prodotti petroliferi in funzione delle esigenze produttive della raffineria. Allo stato attuale, il numero di serbatoi realizzati ed operativi è pari a 8.

Per quanto precede, anche i preesistenti corsi d'acqua interni alle pertinenze dello Stabilimento sono stati rettificati in funzione della nuova conformazione morfologica. Nello specifico, i sistemi

di deflusso incanalato che originariamente attraversavano l'area di progetto non sono più presenti; in particolare, come visibile in Figura 9, il corso d'acqua che attraversava il settore nord-orientale dell'area di progetto è stato colmato nel suo tratto immediatamente a monte e attualmente insiste su un alto morfologico orientato NW-SE, come visibile dal modello ombreggiato del terreno (Figura 10).

Anche da un esame comparato delle foto aeree storiche disponibili¹ (Elaborato AM-IAS10012), si evince come la modificazione morfologica nell'area del Parco Ovest sia avvenuta dopo il 1977. In tale anno, infatti, sono distintamente individuabili gli alvei dei corsi d'acqua che attraversavano l'area. La porzione dello Stabilimento Sarlux a est della SS 195 in quell'anno era già presente ma oscurata in foto aerea (Figura 11).

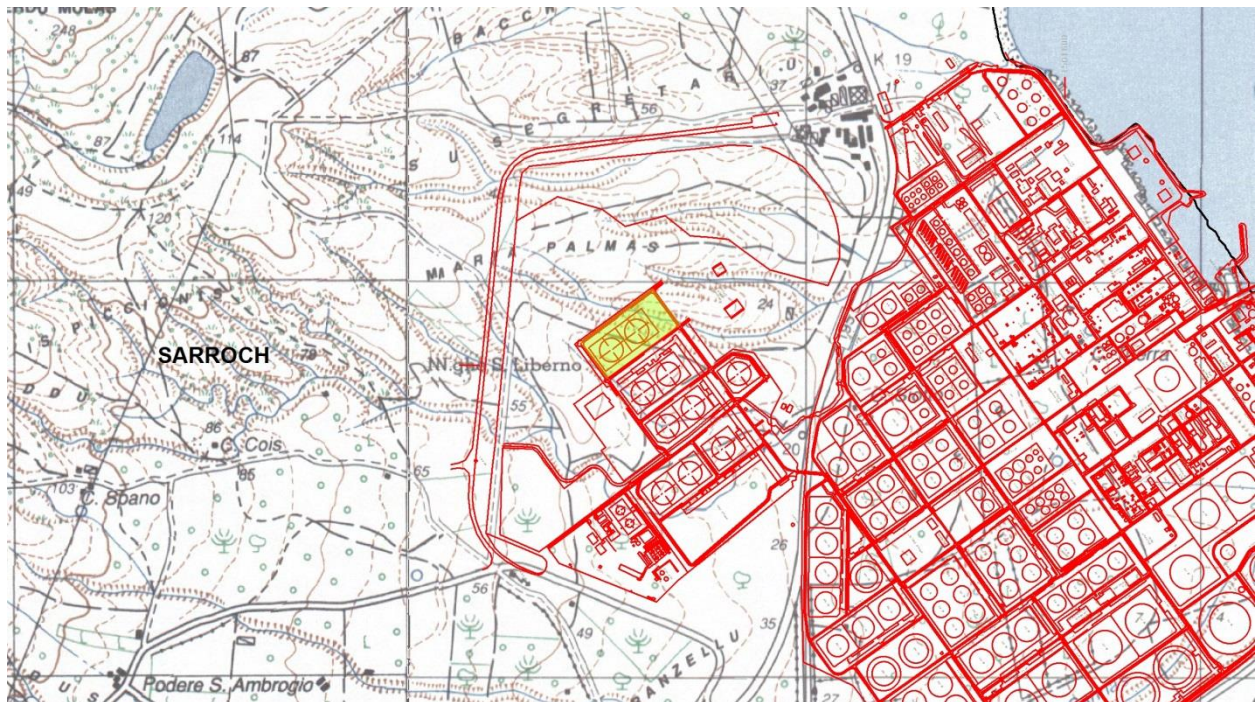


Figura 9 – Area dello Stabilimento Sarlux su IGM in scala 1:25.000 (area di progetto con campitura verde), datata 1992

¹ <http://www.sardegnaoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/>



Figura 10 - Area Stabilimento Sarlux e corsi d'acqua attuali su modello ombreggiato del terreno con passo 1 m (area di progetto con campitura verde)

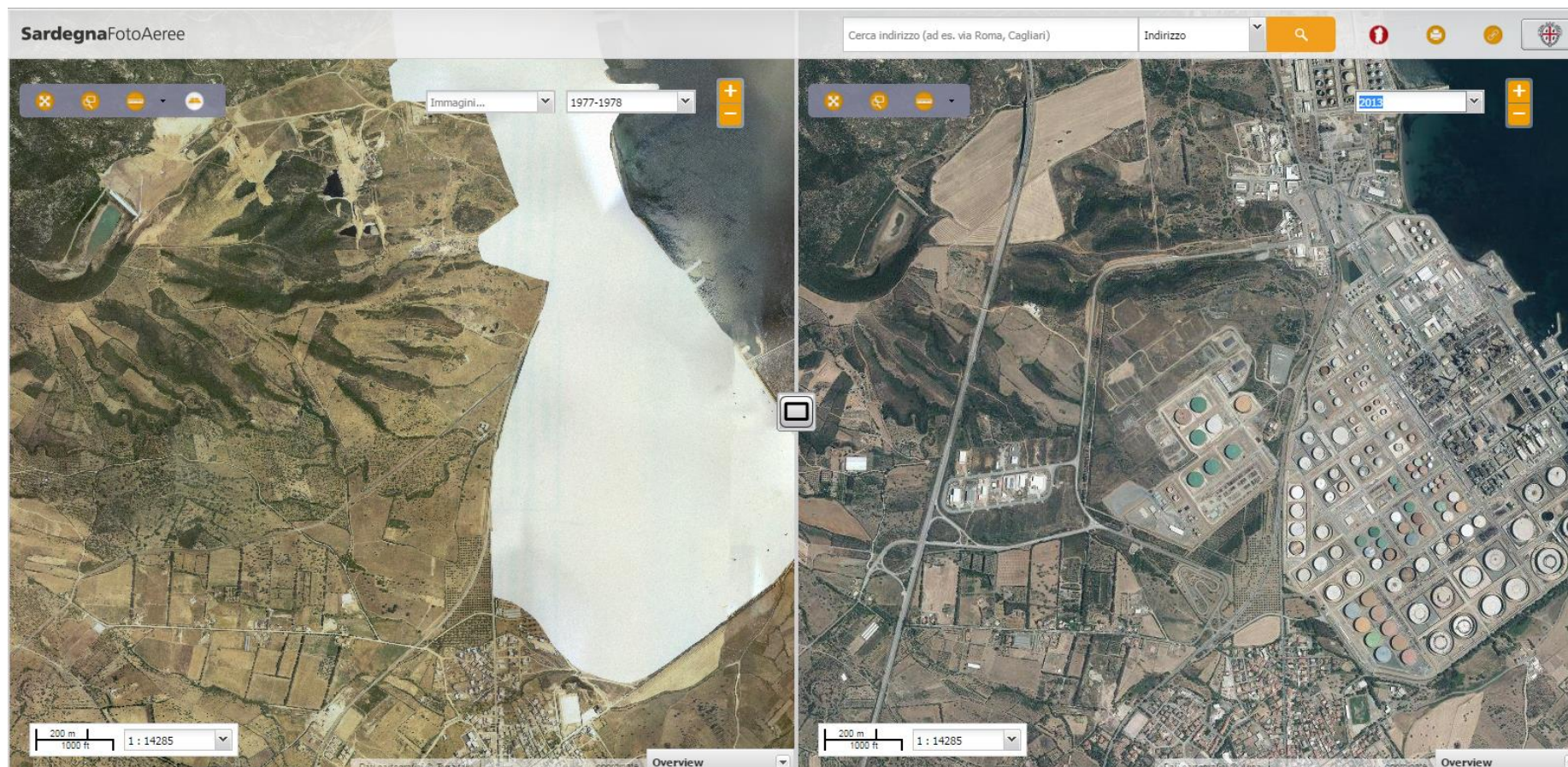


Figura 11 – Confronto delle foto aeree del 1977/78 (a sinistra) e del 2013 (a destra) (Portale web SardegnaFotoAeree)

Sotto il profilo geologico, il sito di progetto è inquadrabile nel distretto vulcanico di Sarroch, esteso entro un'area di lunghezza approssimativa pari a 15 km e larghezza di 6 km con orientamento NW-SE. Il distretto è situato all'estremità sud occidentale della Fossa del Campidano, in corrispondenza di un basso strutturale limitato a ovest dei rilievi cristallini ercinici e dai terreni paleozoici ad est dal Golfo di Cagliari.

L'analisi stratigrafica del sito mostra le seguenti unità litostratigrafiche (dalle più antiche alle più recenti):

- 1) metarenarie quarzose della *Formazione di Pala Manna* (Ordoviciano-Siluriano), localizzate a W e NW dell'area di progetto e formanti la testata dello spartiacque superficiale del bacino idrografico. Questa litologia si presenta localmente densamente fratturata, con associato disfacimento meccanico che si sviluppa lungo gli assi delle principali direzioni di frattura tettonica primaria orientate NW-SE e E-W;
- 2) complesso Vulcanico (Oligo-Miocene), rappresentato nell'area da lave a chimismo andesitico e dacitico. Tale complesso costituisce il basamento portante dell'intero bacino idrogeologico di Sarroch ed emerge in maniera asimmetrica sia a nord sia a sud del bacino, costituendo uno spartiacque sia superficiale sia sotterraneo;
- 3) depositi continentali clastici del Quaternario, costituiti da depositi poligenici ed eterometrici, caratterizzati da complesse interdigitazioni e anisotropie, poggiati in discordanza angolare sia sulle rocce vulcaniche oligo-mioceniche sia sulle rocce metamorfiche del Paleozoico. La fonte primaria di tali depositi è il disfacimento dei rilievi paleozoici e del basamento vulcanico.

Questi depositi quaternari sono stati suddivisi nelle seguenti unità:

- a) deposito pedemontano pleistocenico, formante un "glacis", costituito da uno scheletro di clasti spigolosi, con scarso o nullo grado di arrotondamento, in matrice argillosa fortemente ossidata e diffusamente concrezionata con ossidi e idrossidi di ferro e manganese. La potenza di questo deposito varia da pochi decimetri a qualche decina di metri. Gli spessori decametrici sono visibili nei tagli stradali della strada che costeggia esternamente il confine occidentale dello Stabilimento Sarlux, a est della strada "Perimetrale Consortile" (Figura 12);
- b) depositi delle alluvioni antiche terrazzate (*Subsistema di Portoscuso*), costituito da ciottoli poligenici di rocce metamorfiche e vulcaniche, di dimensione pluricentriche, arrotondati, immersi in matrice limo-argillosa-sabbiosa con screziature vari colori e noduli di ferro e manganese; si presenta con una struttura compatta a volte debolmente cementata;

- c) depositi costieri recenti, costituiti da depositi continentali rimaneggiati ad opera dei corsi d'acqua, presentano granulometria variabile sabbioso-ghiaioso-ciottolosa con scarsa e sporadica presenza di materiale fine. Questi depositi clastici sono distribuiti lungo tutta la fascia costiera a partire dalla linea di battigia fino ad alcune centinaia di metri verso l'entroterra;
- c) depositi alluvionali sabbiosi-ciottolosi recenti e sedimenti palustri fini limoso-argillosi, si presentano misti a frammenti organici algali e organogeni di gasteropodi di ambiente salmastro e frustoli legnosi; l'insieme di queste caratteristiche indicano un ambiente di formazione transizionale quale un paleostagno o laguna di retrospiaggia, dovuto al continuo rimaneggiamento sia dei depositi continentali che marini da parte del moto ondoso. Questi depositi sono distribuiti in modo discontinuo lungo la fascia costiera, con potenze che variano da 0,5 a quasi 10 metri.

I depositi alluvionali, situati a nord dell'affioramento andesito localizzato nei dintorni del Nuraghe sito a circa 2 km a nord dell'area di progetto, presentano potenze variabili tra i 40 e i 50 m e sono composti da ghiaie con elementi eterometrici arrotondati, di dimensioni centimetriche e pluridecimetriche, di natura prevalentemente granitica, scistosa e quarzítica, in matrice sabbiosa, da grossolana a fine, con contenuto variabile di materiale argilloso.limoso. Tali depositi qui poggiano direttamente sul basamento cristallino granitico che può presentare nella parte alta fenomeni di "arenizzazione".

I depositi alluvionali, situati a sud dell'affioramento andesitico e nell'area di studio, hanno una potenza di alcune decine di metri e ricoprono quasi totalmente le vulcaniti oligo-mioceniche, costituite da andesiti, andesiti basaltiche e formazioni piroclastiche a conglomerati di varie dimensioni.

Il contatto tra i depositi alluvionali e le vulcaniti andesitiche è ben visibile nel taglio stradale della strada perimetrale dello Stabilimento Sarlux, a circa 450 m a nord dell'area di progetto, dove la parte più superficiale della vulcanite presenta un elevato grado di alterazione per argillificazione e pertanto presenta dei solchi di ruscellamento concentrato tipo "calanchi" (Figura 13-Figura 14).



Figura 12 – Depositi alluvionali di “glacis” nei tagli stradali della strada che costeggia esternamente lo Stabilimento Sarlux, a ovest dell’area di progetto



Figura 13 – Cappellaccio di alterazione delle vulcaniti andesitiche a contatto con i sovrastanti depositi alluvionali quaternari, nel taglio stradale della strada che costeggia esternamente lo Stabilimento Sarlux, a circa 450 m a nord dell’area di progetto



Figura 14 – Contatto tra i depositi alluvionali quaternari e le andesiti (argillificate e con solchi di erosione tipo calanchi) della strada che costeggia esternamente lo Stabilimento Sarlux, a circa 450 m a nord dell'area di progetto

D.3.2.6.2 Modello tridimensionale del sottosuolo

Nell'ambito del presente studio, il sottosuolo dell'area di progetto è stato ricostruito attraverso l'elaborazione di un modello tridimensionale ottenuto utilizzando le stratigrafie dei sondaggi eseguiti nell'ambito del Piano di caratterizzazione della Raffineria Sarlux, ricadenti in un'area di circa 443.000 m² (Figura 15). Tali sondaggi saranno citati nel seguito secondo la codifica utilizzata nel predetto Piano. I litotipi attraversati dai sondaggi sono stati schematizzati in 3 unità litostratigrafiche, dall'alto verso il basso:

- 1) Deposito pedemontano interdigitato a alluvioni antiche (Pleistocene);
- 2) Andesiti fratturate con orizzonte superficiale di alterazione (Oligo-Miocene);
- 3) Andesiti integre (Oligo-Miocene).

Il terreno di riporto è stato inglobato nel deposito pedemontano per via delle sue simili caratteristiche di composizione.

Per la ricostruzione del modello 3D, sono state utilizzate n. 68 stratigrafie caratterizzate da una profondità variabile nell'intervallo 5 m÷47,20 m, ma per la maggior parte di profondità pari a 10 m. Il passo orizzontale del modello è di 15 metri, mentre quello verticale è di 1 m. Il modello è stato ottenuto con il metodo della "triangolazione", che utilizza una rete di triangoli per determinare i valori dei nodi della griglia.

In Figura 17, Figura 18 e Figura 19 si riporta il modello del suolo e del sottosuolo così ottenuto evidenziando il posizionamento dei nuovi serbatoi in progetto.

Dal modello tridimensionale sono state poi ricavate le sezioni geologiche lungo i perimetri dell'area modellizzata, lungo la verticale N-S e diagonalmente NW-SE e NE-SW (Figura 16, Figura 20, Figura 21).

Il modello e tutte le sezioni geologiche, anche in 2 dimensioni, sono consultabili in una scala più appropriata nell'Elaborato AM-IAS10008.

Il modello evidenzia che la coltre quaternaria del deposito pedemontano, interdigitato con i depositi alluvionali, giace sulle vulcaniti alterate e/o molto fratturate, a loro volta sovrastanti le vulcaniti litoidi poco fratturate. La coltre quaternaria presenta uno spessore variabile da 0 a 16 m: gli spessori massimi (>10 m) sono raggiunti nei settori NE e NW dell'area modellizzata.

Considerando l'area di progetto, la coltre sedimentaria alluvionale presenta due nette differenze di spessore: nel settore orientale, la coltre raggiunge almeno 10 metri (sondaggio S199) secondo un allineamento generale NW-SE, coincidente con il riempimento dell'originario alveo fluviale (Figura 23), avvenuto a seguito della sistemazione morfologica dell'area; tale riempimento è un riporto artificiale della coltre alluvionale, visibile anche nel modello ombreggiato del terreno (Figura 10), sia a monte sia nell'area di progetto. Invece, nel settore occidentale dell'area, lo spessore della coltre è esiguo, variando tra 0,4 e 1,4 m (sondaggi S174, S182, S183, S184).

Questo contrasto di spessore è evidente nella sezione geologica SW-NE (Figura 25 e Elaborato AM-IAS10008), parallela ai limiti dell'area di progetto e passante per entrambi i serbatoi. Da tale sezione si evince come il serbatoio 210 sia posizionato sulla coltre alluvionale esigua, nel settore occidentale dell'area di progetto; il serbatoio 209 è, invece, posizionato sulla coltre alluvionale più spessa, fino a 7.3 metri, derivante da riporto del materiale alluvionale, che è di almeno 10 metri più a est dello stesso serbatoio nell'area di progetto. Tale differenza di spessore è attribuibile al pregresso riporto di materiale alluvionale per il riempimento dell'alveo del corso d'acqua che passava nel settore nord-orientale dell'area di progetto. Tali interventi hanno determinato un livellamento orizzontale dell'area che invece in origine presentava una pendenza verso sud-est, con quote del fondo dell'alveo comprese tra 35 e 45 m s.l.m. nell'area di progetto. Nella sua conformazione originaria, la quota dell'area era compresa tra 30 e 55 m s.l.m., a fronte di una attuale quota media di circa 44 m s.l.m. Da tali evidenze emerge che sulla porzione orientale dell'area è stato riportato materiale per uno spessore di almeno 10 metri, mentre nella restante parte sono stati scavati almeno 5÷10 metri di alluvioni.

Per quanto attiene alla porzione più superficiale delle vulcaniti andesitiche, che si presenta da molto fratturata ad alterata con argillificazione, il suo spessore nell'area di progetto è variabile da 0 ad almeno 9,6 metri. In particolare, la potenza massima si registra nel sondaggio S174,

dove in realtà le andesiti poco fratturate e/o alterate non sono state intercettate fino alla profondità di 10 metri. Gli spessori maggiori sono pertanto localizzati principalmente nel settore sudoccidentale e subordinatamente in quello nordorientale dell'area di progetto; mentre nella parte centrale, la potenza varia tra 0 e 7 metri.

Il modello tridimensionale, unitamente alle sezioni geologiche interpolate, sono congruenti con le indagini geognostiche di profondità fino a 30 metri eseguite nell'ambito delle attività di caratterizzazione geotecnica del sito di progetto (cfr. Studio geognostico, Luglio 2016).

Infatti, le suddette indagini hanno evidenziato come il terreno di riporto (inglobato nel primo strato del modello tridimensionale) mostri spessori esigui nel sottosuolo del serbatoio occidentale (ST-210), fino a 2.2 m; le stratigrafie utilizzate per il modello mostrano nella sezione geologica SW-NE ai bordi dello stesso serbatoio uno spessore di 1.2÷1.5 m della coltre alluvionale + riporto (Figura 25).

In corrispondenza dei bordi del serbatoio ST209, lo spessore del primo strato alluvionale registrato dalle indagini geotecniche varia da 2.00-2.30 m (sondaggi ST209_2- ST209_3) a 7.60 m (sondaggio ST209-1), in accordo con la suddetta sezione geologica SW-NE che mostra un aumento di spessore dal bordo occidentale a quello orientale del serbatoio, compreso tra 2.10 e 7.30 m. Il sondaggio centrale ST209-4, che registra uno spessore della coltre alluvionale di 3.80 è anch'esso congruente con lo spessore misurabile nella sezione geologica di Figura 25, pari a circa 4.80 m.

Anche il cappellaccio di alterazione delle andesiti, infine, mostra uno spessore congruente con quello del modello del sottosuolo, essendo variabile approssimativamente tra 5.5 e 9 metri secondo i sondaggi dell'indagine geotecnica.

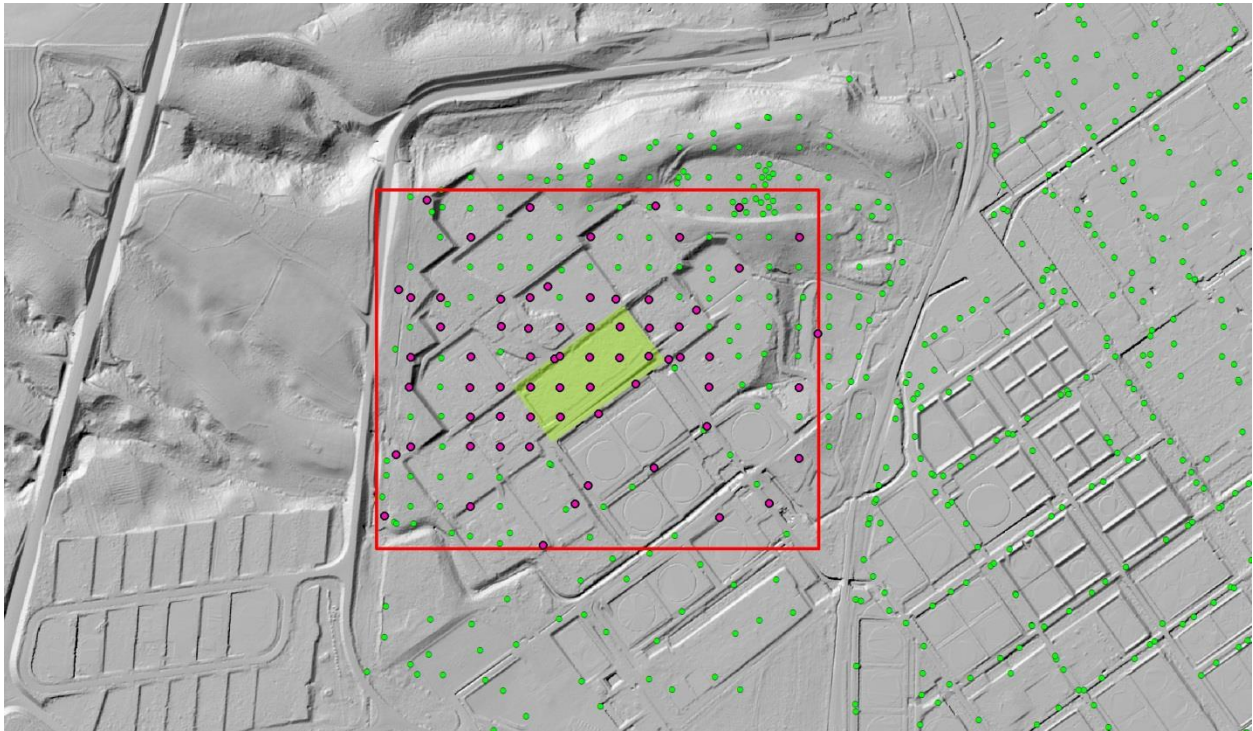


Figura 15 – Area ricoperta dal modello tridimensionale del sottosuolo ricostruito a partire dalle stratigrafie dei sondaggi del piano di caratterizzazione della Raffineria Sarlux eseguiti nel 2012. I cerchi rosa rappresentano le 68 stratigrafie utilizzate, i cerchi verdi tutte le altre stratigrafie del piano di caratterizzazione

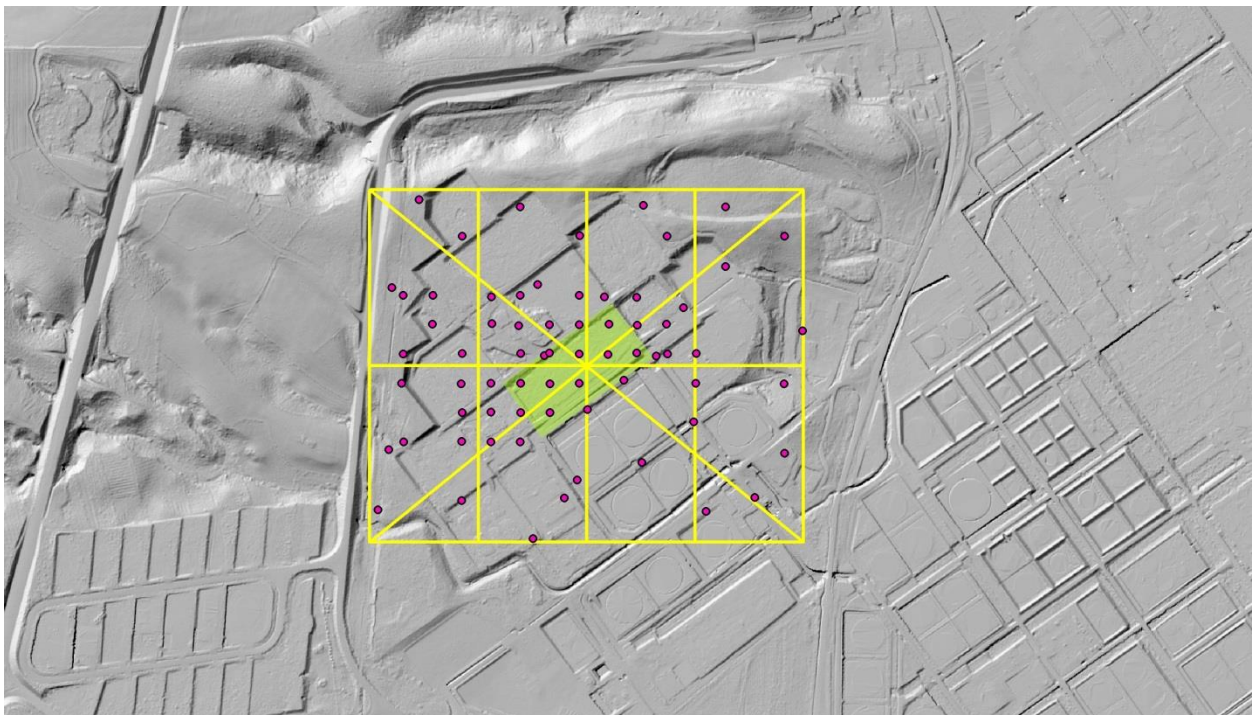


Figura 16 – Sezioni geologiche del modello tridimensionale del sottosuolo e stratigrafie dei sondaggi utilizzate (cerchi rosa)

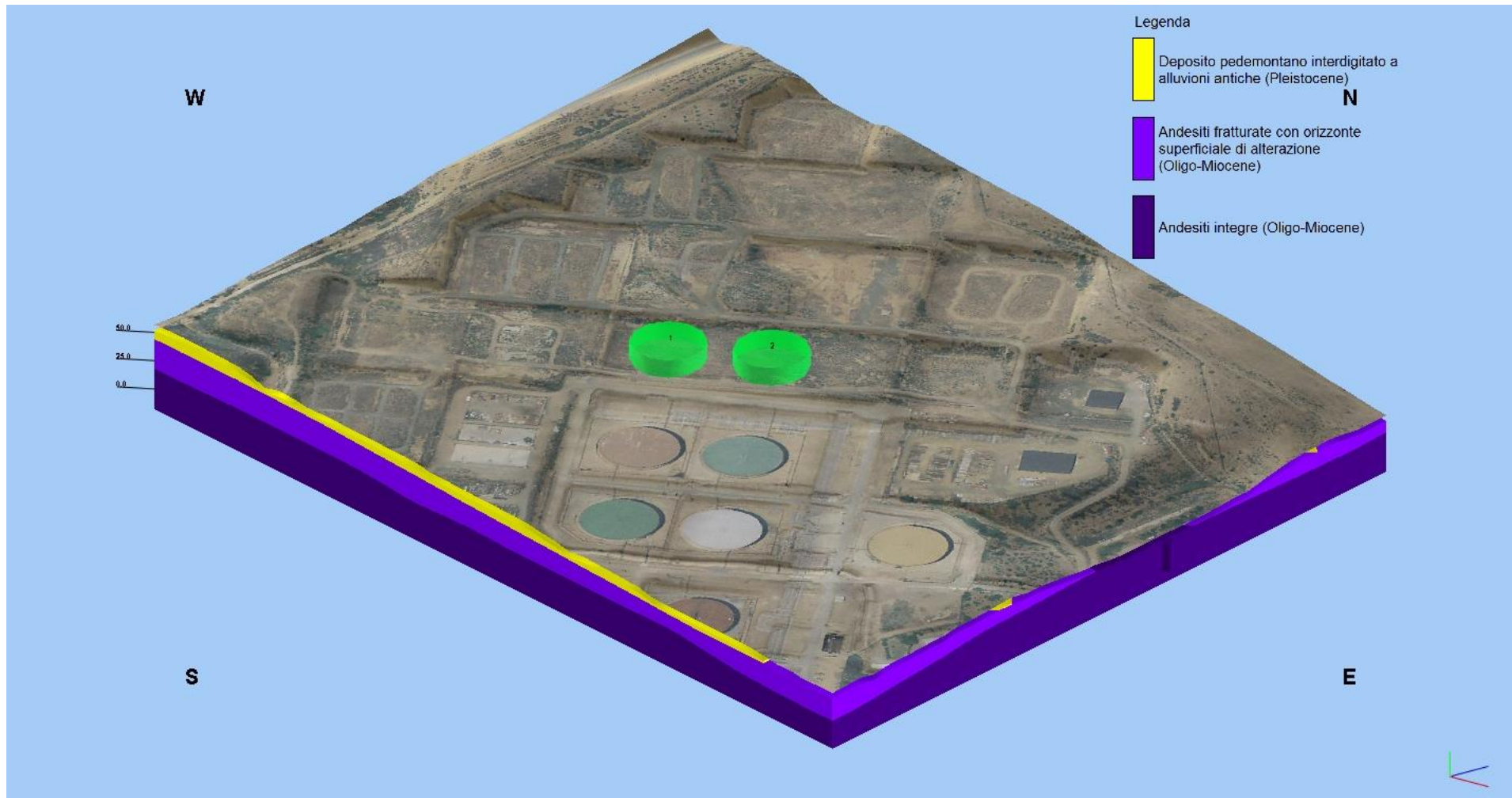


Figura 17 – Modello 3d del suolo e del sottosuolo con ortofoto drappeggiata sul terreno e serbatoi in progetto (vista SE)

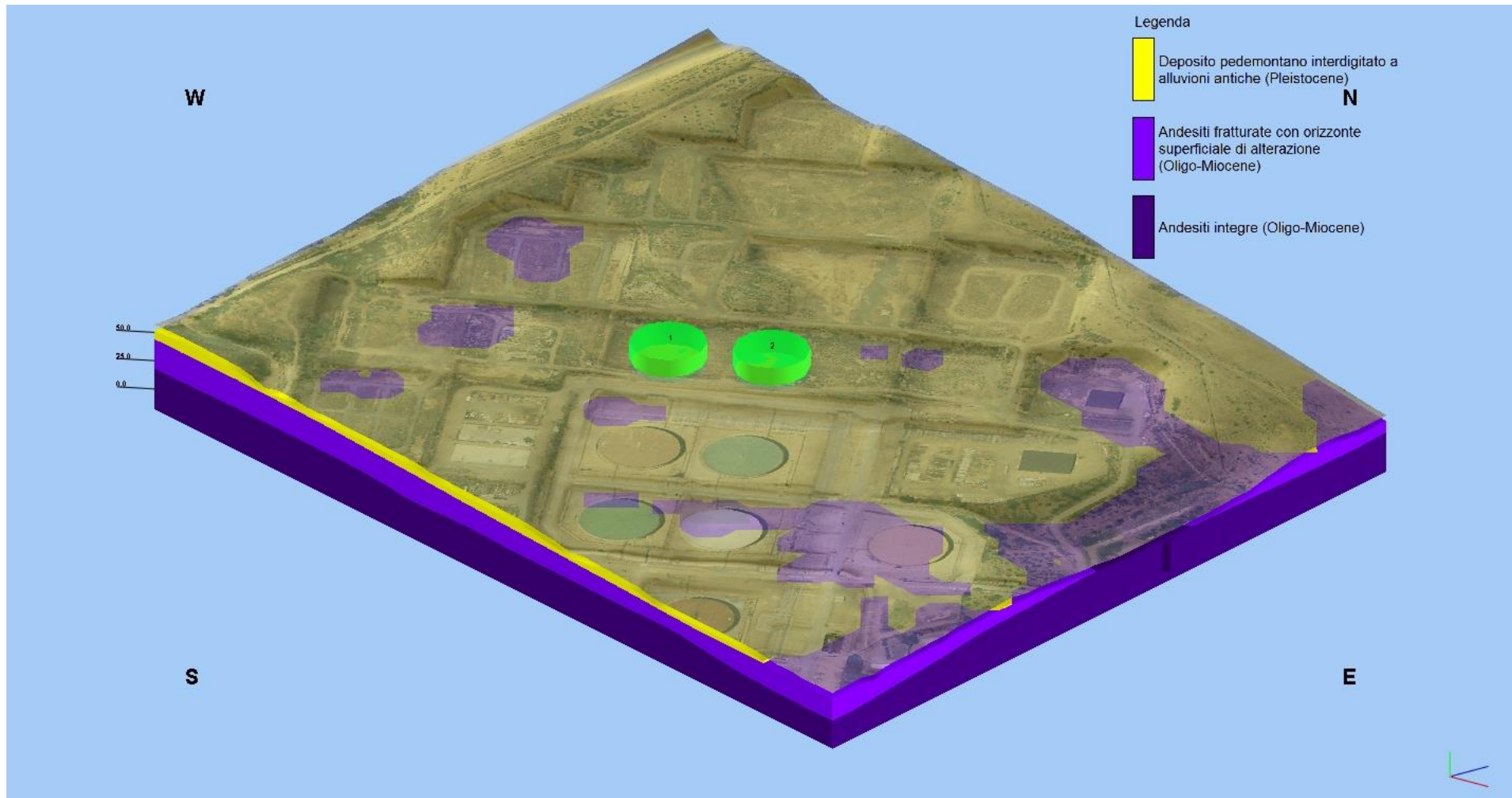


Figura 18 - Modello 3d del suolo e del sottosuolo con ortofoto drappeggiata trasparente sul terreno e serbatoi in progetto (vista SE). Si noti che le vulcaniti andesitiche affiorano in taluni settori del modello, prevalentemente a est

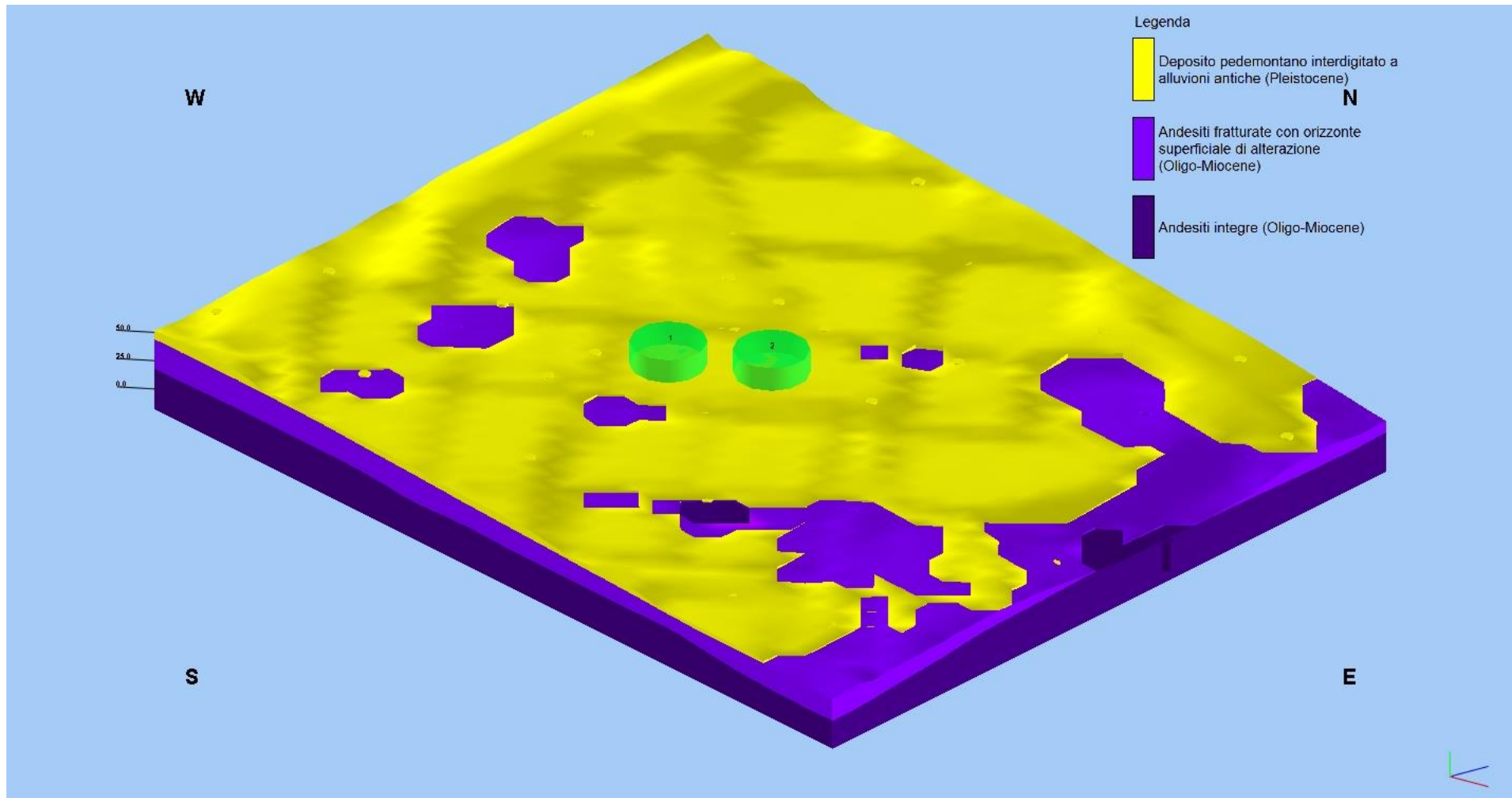


Figura 19 - Modello 3d del suolo e del sottosuolo sul terreno e serbatoi in progetto (vista SE)

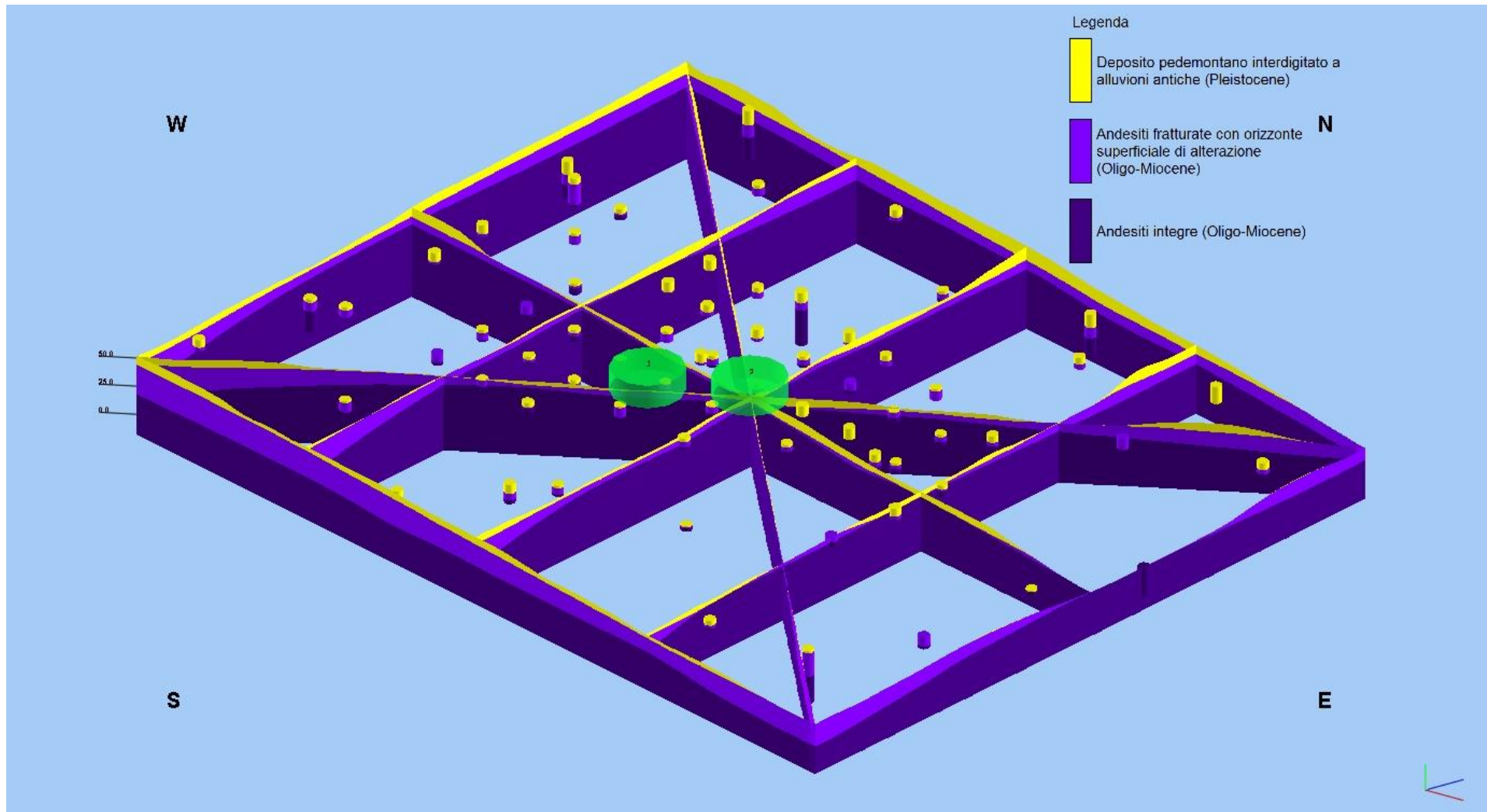


Figura 20 – Sezioni geologiche del modello tridimensionale del sottosuolo di cui alla Figura 19, logs 3d e serbatoi in progetto (vista SE)

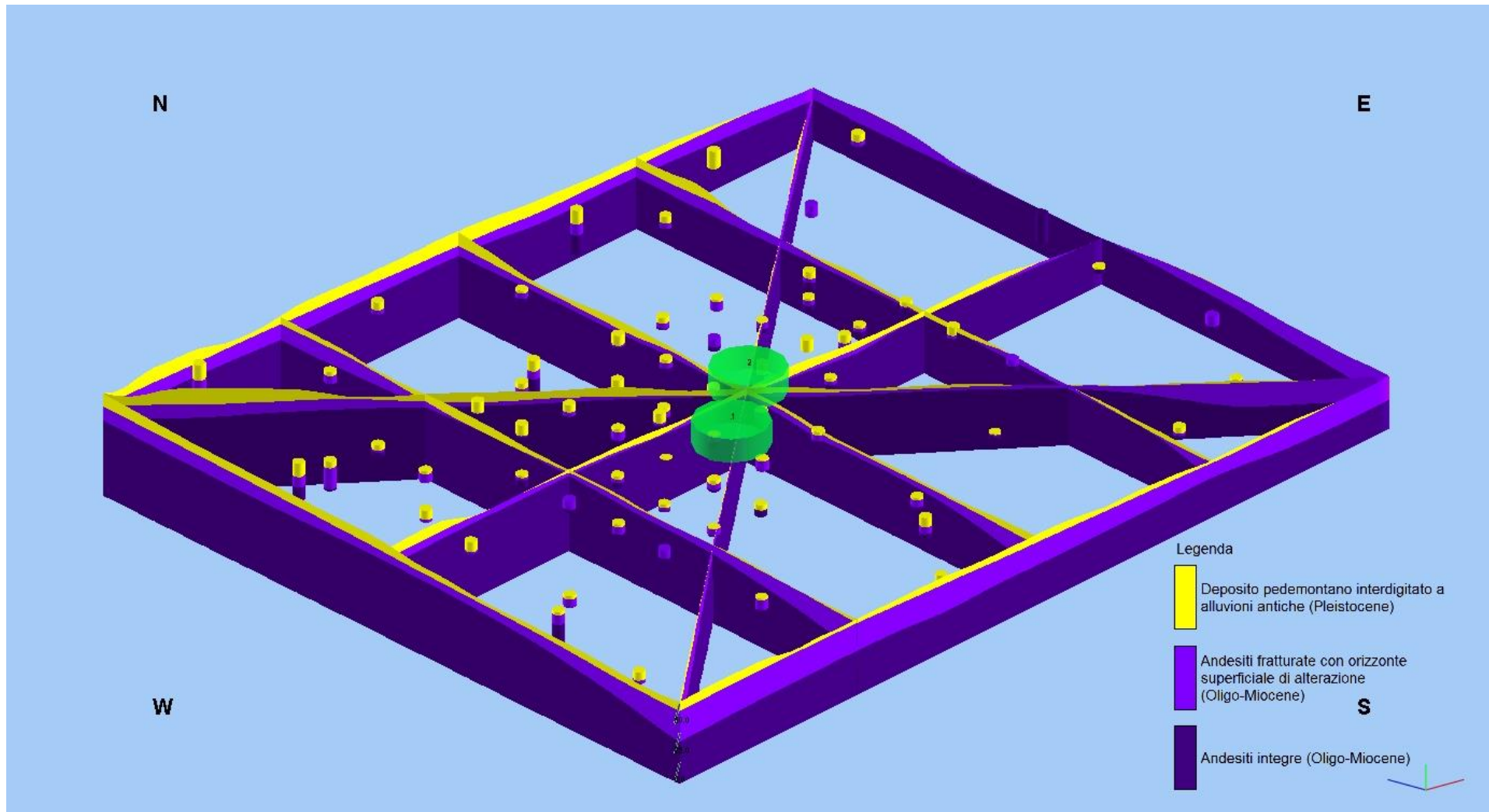


Figura 21 - Sezioni geologiche del modello tridimensionale del sottosuolo di cui alla Figura 19, logs 3d e serbatoi in progetto (vista SW)

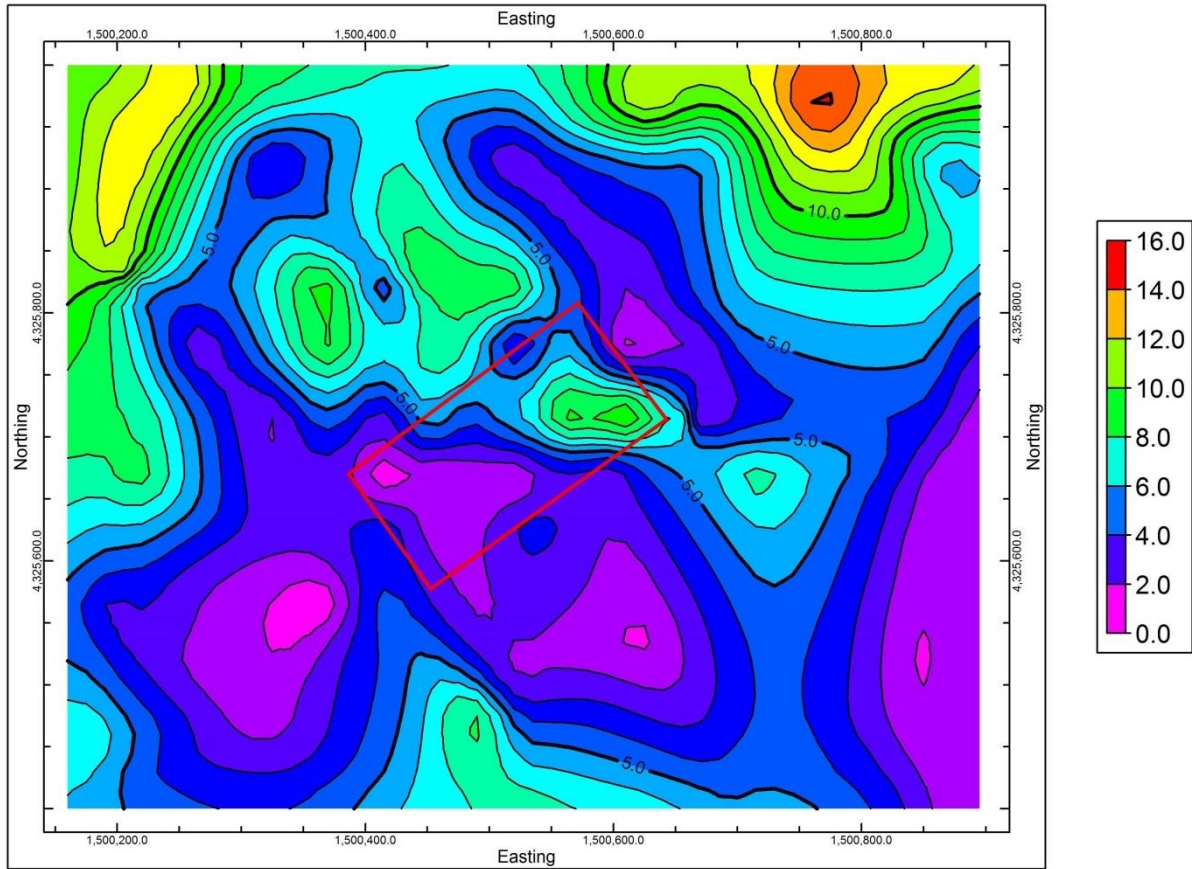


Figura 22 – Isopache in metri della coltre alluvionale pedemontana quaternaria ottenute dal modello tridimensionale del suolo e del sottosuolo

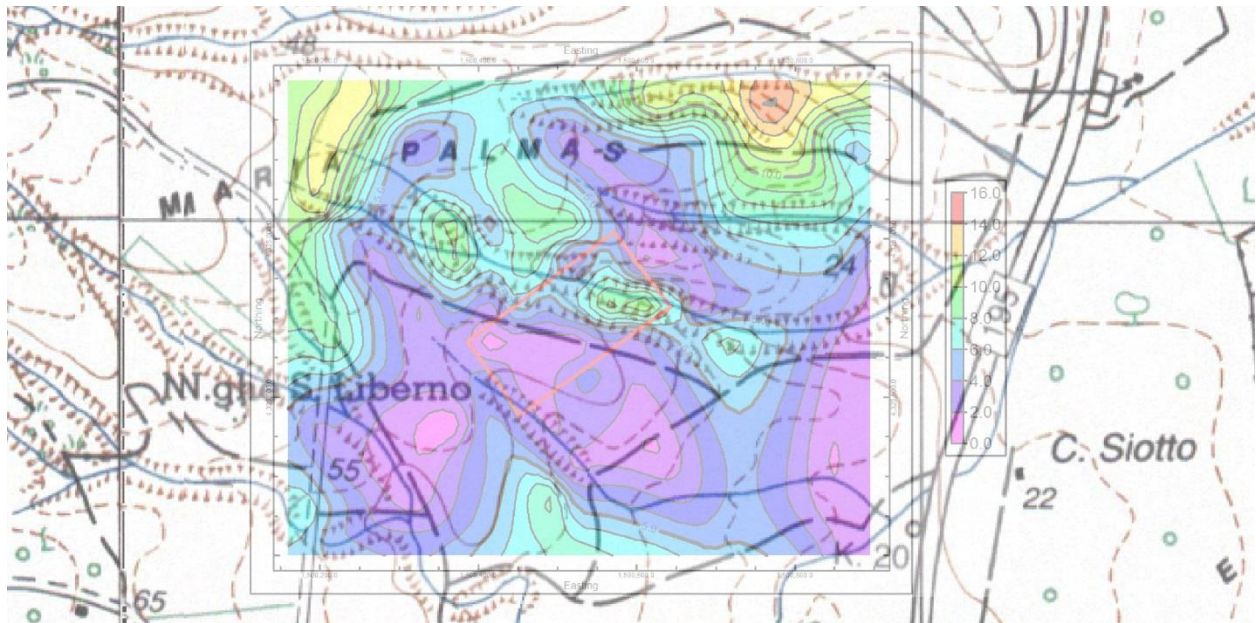


Figura 23 - – Isopache della coltre alluvionale pedemontana quaternaria di cui alla Figura 22 sulla carta topografica IGM in scala 1:25.000. Si noti che l'alveo dell'originario corso d'acqua che passava nel settore orientale dell'area di progetto è stato riempito artificialmente con spessori di circa 10 metri in occasione della pregressa preparazione dei piazzali dal Parco Ovest

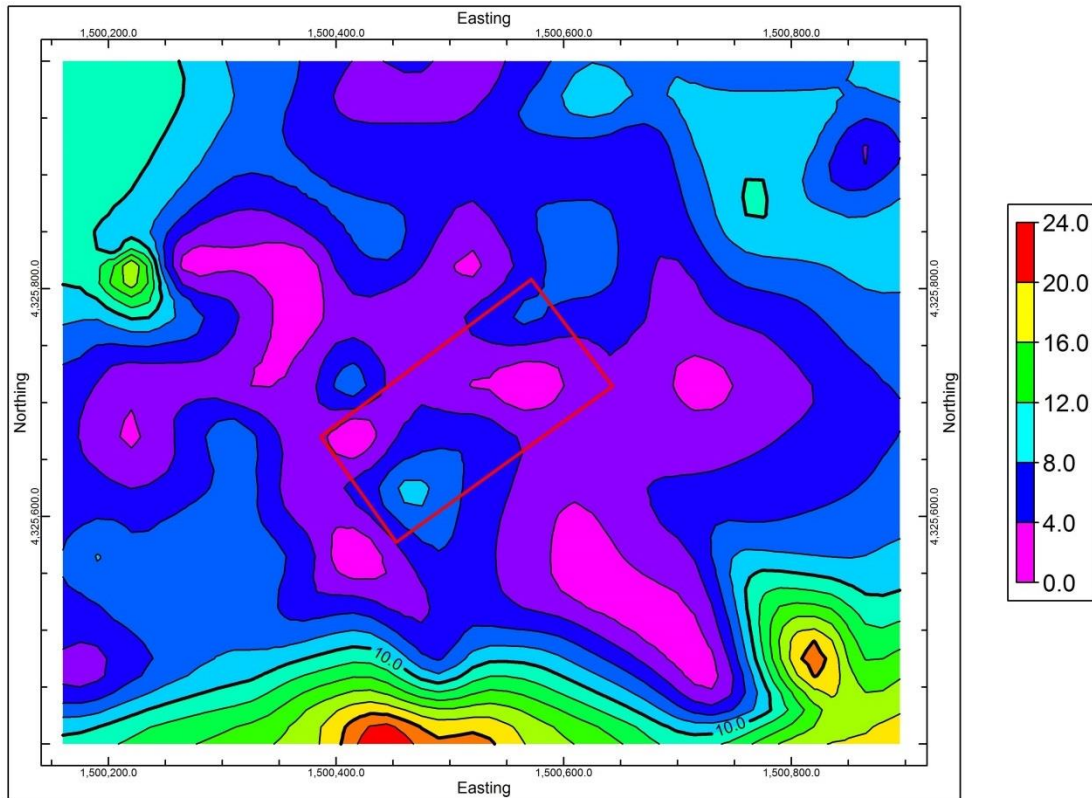


Figura 24 - Isopache in metri della parte superficiale alterata e/o fratturata delle vulcaniti andesitiche ottenute dal modello tridimensionale del suolo e del sottosuolo

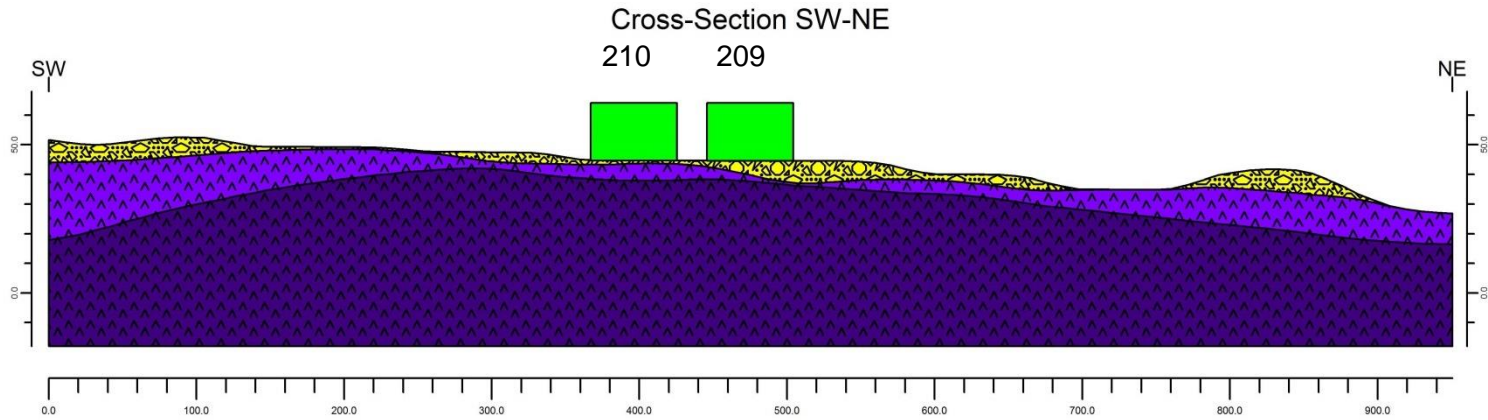


Figura 25 - Sezione geologica orientata SW-NE (esagerazione verticale 2x) e serbatoi in progetto in scala reale

D.3.2.6.3 Caratteri pedologici

Le informazioni che seguono sono basate sullo studio pedologico facente parte del piano di caratterizzazione dello Stabilimento Sarlux.

Come evidenziato in precedenza, la costruzione del sito industriale ha comportato una modificazione morfologica consistente del territorio, con scavi e riporti che vanno da pochi centimetri a svariati metri.

I suoli dell'area possono essere suddivisi due categorie:

- 1) i suoli sul materiale di riporto;
- 2) i suoli sui glacis.

I **suoli sui materiali di riporto** sono assai eterogenei e formati per lo più da materiale incoerente; altri sono dei materiali prelevati da suoli esistenti che conservano la struttura e le caratteristiche originali. Sono, infatti, prodotti derivati da orizzonti A con struttura poliedrica sub-angolare, con porosità elevata e drenaggio normale. In altri casi, si tratta di materiali di cava o di orizzonti C di varia natura, caratterizzati da una permeabilità elevata per quelli più ghiaiosi e bassa per i materiali che provengono o da orizzonti Bt formatisi sui vecchi glacis, o orizzonti Cd e i conglomerati delle andesiti. Gli orizzonti Bt, pur presentando una struttura poliedrica angolare originaria o suddivisa in aggregati anche molto piccoli, sono caratterizzati da scarsa permeabilità. Con il tempo, questi si ricompatteranno in una struttura massiva a drenaggio impedito. Gli orizzonti C provenienti dai conglomerati, essendo costituiti in parte da argille espandibili, conserveranno una bassa permeabilità.

I **suoli formatisi sui glacis** sono caratterizzati dalla presenza di un Orizzonte Bt o Btg seguito da un Orizzonte C o Cg. La tessitura dell'orizzonte Bt è argillosa o argillo-sabbiosa, la struttura è massiva o prismatica grossolana. La porosità è quasi completamente obliterata dall'argilla illuviale. Elevata è quasi sempre la percentuale di screziature, talvolta associata alla presenza di concrezioni ferro-manganesifere, che conferiscono al suolo una elevata cementazione ed una impermeabilità totale o quasi. Questo aspetto assume un'importanza fondamentale, in quanto venendo a mancare una permeabilità verticale, i pochi flussi idrici superficiali si muovono in senso orizzontale. Secondo la Soil Taxonomy, questi suoli potrebbero appartenere agli ordini degli Alfisuoli o Ultisuoli, rispettivamente ai grandi gruppi *Palxalfs* o *Palxerults*. L'esatta classificazione nei sistemi taxonomici può essere eseguita solo attraverso analisi specifiche.

I suoli che derivano dai conglomerati sono molto alterati con profili del tipo A-C e talvolta A-B2t-C o A-Bw-C. La forma più evoluta è quella dei profili del tipo A-Bt-C con evidenti argille illuviali e screziature. Una parte delle argille potrebbe appartenere ancora a quelle con reticolo espandibile.

Gli altri profili sono nettamente meno evoluti e potrebbero essere delle forme di ringiovanimento, sino all'affioramento in superficie del substrato pedogenetico (profilo A-C). In quest'ultimo caso le argille dominanti sono perlopiù appartenenti al gruppo delle montmorilloniti. Queste si formano prevalentemente su substrati ricchi in basi e in ambienti caratterizzati da un'alternanza di climi umidi e secchi, una o più volte all'anno. Tali suoli presentano delle ampie fessure nei periodi secchi, che scompaiono durante i periodi piovosi. Al momento del rigonfiamento delle argille, scompare quasi la porosità e il drenaggio è molto limitato.

Sbancamenti e riporti durante i lavori di impianto hanno spesso modificato il profilo originario.

Sotto l'aspetto tassonomico i suoli appartengono a più ordini:

- Alfisuoli con profilo A-B2t-C;
- Inceptsuoli con profilo A-Bw-C;
- Entisuoli con profilo A-C;
- Vertisuoli con profilo A-C.

Il carattere vertico è comune a tutti i sottogruppi di ciascun ordine (*vertic Palexeralf*, *vertic Xerochrepts*, *vertic Xerothents*).

I suoli sulle andesiti hanno tutti caratteri vertici e la forma più evoluta è data dai Vertisuoli. Essi hanno un'elevata percentuale di argilla, nella quale è predominante il gruppo delle montmorilloniti. Presentano delle spaccature allo stato secco, e degli specchi di slittamento (*slickensides*) nelle facce degli aggregati. La porosità è molto bassa, per cui il drenaggio è molto lento allo stato umido.

Il substrato litoide è dato da andesiti parzialmente alterate nella parte più superficiale. La fratturazione è modesta, e non molto diffusa. Le fratture più antiche sono spesso ricche in ossidi di ferro e manganese con piccole formazioni di argilla che diminuiscono fortemente la circolazione dell'acqua.

Nell'area di progetto, le aree di sedime dei nuovi serbatoi si caratterizzano per la presenza di suoli poco profondi, generalmente al disotto dei 10/15 cm, e scarsamente evoluti. Le pregresse attività di regolarizzazione morfologica delle aree di pertinenza del Parco Ovest hanno, infatti, profondamente alterato l'originaria conformazione dei terreni e le caratteristiche della copertura pedogenetica, asportando e/o coprendo i suoli originari.

D.3.2.6.4 Aspetti geotecnici

Le indagini geognostiche e geotecniche eseguite in corrispondenza delle aree di sedime dei nuovi serbatoi secondo lo schema di Figura 26 (cfr. Studio geologico e geotecnico, Luglio 2016), hanno identificato le seguenti unità geotecniche dall'alto verso il basso fino alla profondità di 30 metri:

- 1) **terreno di riporto**, fino a 2.20 m da p.c., costituito dalle ghiaie con blocchi e matrice sabbiosa con limo ed argilla. Il grado di addensamento varia da basso a medio;
- 2) **deposito di "glacis"**, al di sotto del riporto fino a 7.60 m p.c, costituito da sedimenti alluvionali continentali di versante, rappresentati da ghiaie e blocchi in matrice sabbiosa con limo ed argilla. Sono caratterizzati da un grado di addensamento da medio a elevato, sono frequenti valori "a rifiuto" delle prove penetrometriche dinamiche SPT, laddove sono intercettati i blocchi. Tale formazione è presente solo in corrispondenza del Serbatoio orientale (ST209), con spessore variabile in relazione all'originario andamento topografico ed alle pregresse operazioni di gradonatura del versante;
- 3) **coltre superficiale del substrato lapideo**, tra 2.0 m (max 7.6 m) e 3.3 m (max 9.7 m). Si tratta della facies superficiale del substrato vulcanico con grado di alterazione (argillificazione) molto elevato e progressivamente degradante verso il basso. In questo livello è possibile distinguere due facies:
 - superiore, particolarmente alterata con struttura non più riconoscibile o solo localmente riconoscibile, generalmente umida, ossidata e di colore variabile dal giallastro al marroncino. Il grado di consistenza varia da basso a medio;
 - inferiore, con struttura sempre riconoscibile e presenza di livelli semilapidei; il grado di coesione è sempre elevato o molto elevato;
- 4) **substrato roccioso**, al di sotto della coltre superficiale fino alle massime profondità indagate, rappresentato dalla roccia andesitica da molto fratturata a fratturata. E' possibile distinguere in essa due livelli:
 - un livello superficiale, debolmente o mediamente alterato, con due famiglie di giunti, nella prima da obliqui a molto inclinati, nella seconda sub-verticali, generalmente serrati o debolmente beanti (1-2 mm); il materiale di riempimento, laddove presente, è argilloso. Le pareti sono debolmente rugose o lisce, quasi sempre ossidate con superficie scalfibile da punta d'acciaio. Il grado di resistenza del campione intatto è medio o medio-basso;
 - un livello inferiore intatto (privo di alterazione), caratterizzato dalla presenza di due famiglie di giunti, nella prima da obliqui a molto inclinati, nella seconda sub-verticali,

generalmente serrati e privi di materiale di riempimento, localmente cementati da calcite. Le pareti sono debolmente rugose o lisce ma debolmente ossidate con superficie appena scalfibile da punta d'acciaio. Il grado di resistenza del campione intatto è elevato.

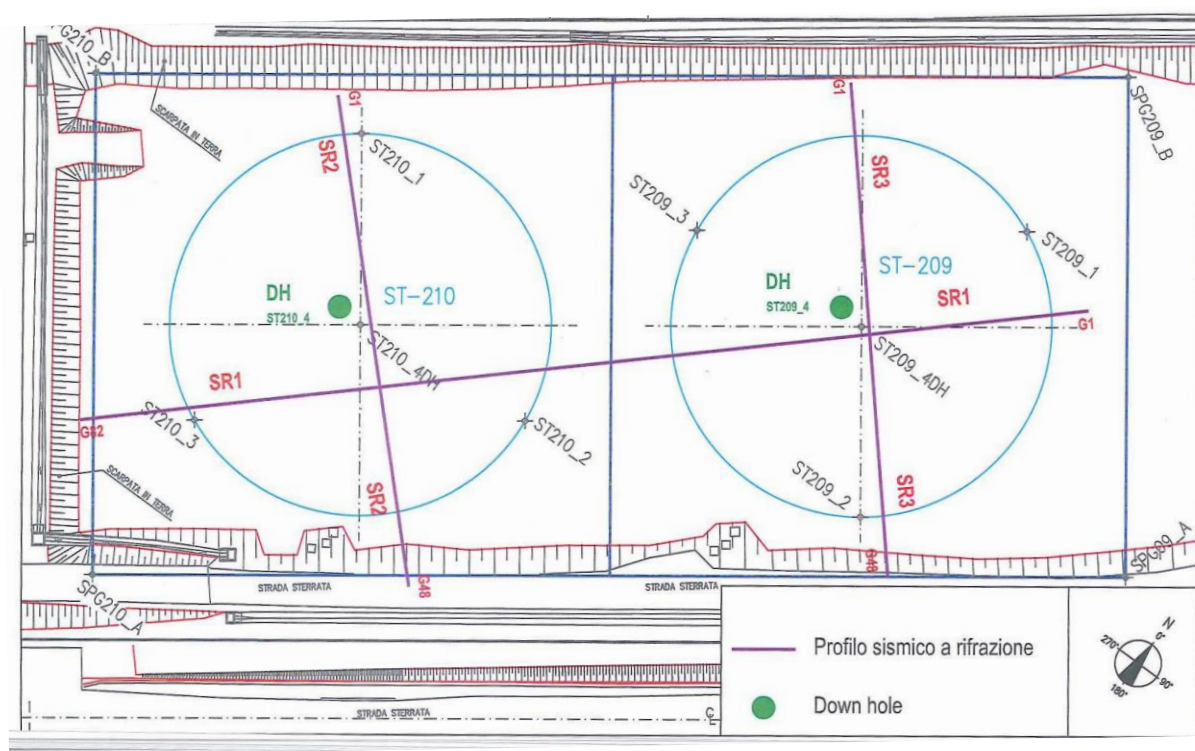


Figura 26 – Ubicazione delle indagini geognostiche e geotecniche (2016)

D.3.2.6.4.1 Caratteristiche geotecniche degli strati

In corrispondenza dello strato 2) nel modello geotecnico, dato dai depositi di glaciai, sottostanti il terreno di riporto artificiale, le prove penetrometriche dinamiche SPT hanno fornito un numero di colpi pari a $N_{SPT} = 10$ colpi/30cm, con valori puntuali fino a 20 colpi/30cm.

Entro le coltri inferiore e superiore del substrato roccioso (strato 3), il numero di colpi registrato, pari a circa $N_{SPT} = 10$ colpi/30cm a 2 m p.c. è crescente con la profondità, andando sistematicamente a rifiuto al di sotto dei 10 m da piano campagna. Tuttavia, alcuni dei valori di N_{SPT} riscontrati potrebbero essere stati influenzati dalla presenza di ciottoli di grandi dimensioni.

La densità relativa (DR), calcolata secondo la formula di Skempton (1986) a partire dai dati delle prove SPT per i depositi di "glaciai" ha fornito valori variabili tra il 30% ed il 60%. L'angolo di attrito interno, ricavato sulla base della stima della densità relativa, utilizzando la formula di Bolton (1986) e considerando la presenza di fine nella matrice del materiale, ha dato un valore medio dell'ordine dei 32°. L'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche in termini di

resistenza al taglio non drenata per i materiali a grana fine delle coltri, calcolata secondo la correlazione proposta da Kulhawy e Mayne (1990), ossia $C_u = 5 \cdot N_{SPT}$, ha fornito valori variabili tra 50 kPa e 150 kPa nella coltre superficiale e variabili 150 kPa e 250 kPa nella coltre inferiore, con diversi valori locali superiori a 250 kPa al di sotto degli 8-10 m p.c.: tali valori sono in buon accordo con i dati disponibili da prove di laboratorio TXUU.

Il substrato roccioso (strato 4), nella sua parte intatta, è caratterizzato da valori di resistenza a compressione σ_c di circa 10 MPa tra 6 m e 8 m da p.c., al di sotto degli 8 m da p.c. sono mediamente nell'intervallo 15 ÷ 30 MPa, con locali valori > 50 MPa; nella parte alterata, l'unico dato disponibile fornisce un valore di $\sigma_c = 1$ MPa.

In accordo alla normativa vigente, i valori dei parametri geotecnici caratteristici presi in considerazione dallo studio geotecnico sono riportati in Tabella 8

Tabella 8 - Parametri geotecnici caratteristici

STRATO	γ	ϕ'_k	c'_k	c_{u_k}	E_{op}
	kN/mc	°	kPa	kPa	MPa
Riporto	-	-	-	-	-
Glacis	18	32	0	-	14÷30
Coltre Superficiale	18	-	-	60÷150	12÷30
Coltre Inferiore	18	-	-	150÷250	30
Substrato roccioso alterato	19	37	40	500	50
Substrato roccioso alterato	21	45	150	>> 1000	500

D.3.2.6.4.2 Verifiche geotecniche agli SLU e agli SLE

Le verifiche agli Stati Limite Ultimo (SLU), secondo le NTC 2008 in accordo all'approccio DA1-C2, hanno dato i seguenti risultati, per le fondazioni dei serbatoi, ipotizzate ad anello, con sviluppo fuori piano pari a 10 volte la larghezza:

- 1) la verifica di capacità portante in campo sismico $E_d < R_d$ è soddisfatta, poiché il valore di progetto dell'azione $E_d = 155$ kPa e il valore di progetto della resistenza $R_d = 730$ kPa;
- 2) la verifica del collasso per scorrimento sul piano di posa è soddisfatta;
- 3) la verifica di stabilità globale si assume implicitamente verificata.

Le verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE) hanno fornito i valori dei cedimenti previsti al centro e al bordo dei serbatoi sotto i carichi della prova idraulica, al di sotto dei limiti generalmente raccomandati in letteratura per questo tipo di serbatoi. Tuttavia i cedimenti stimati dovranno essere confrontati coi valori di cedimento tollerabili, impiegati per la progettazione geometrica e strutturale del serbatoio stesso e delle connessioni. Se necessario, i collegamenti definitivi delle tubazioni potranno essere eseguiti al completamento della prova idraulica, per

mitigare gli effetti dei cedimenti che si verificano durante la prova idraulica lungo il perimetro sul rendimento delle connessioni in esercizio.

Analogamente, per le opere di fondazione dei muri del bacino di contenimento, tutte le verifiche geotecniche hanno dato esito positivo.

D.3.2.7 Livello qualitativo della componente

La ricostruzione dell'attuale qualità dei terreni presso lo Stabilimento Sarlux scaturisce dall'attuazione del Piano di caratterizzazione elaborato ai sensi della vigente normativa sui siti contaminati (cfr. Quadro di riferimento progettuale par. C.3.4.1.8). In particolare, il Piano ha previsto n. 879 punti di campionamento e l'analisi chimica su 3428 campioni di terreno, per un valore medio di 4 campioni di terreno in ciascun punto di indagine.

Sui campioni sono state eseguite le seguenti analisi:

- su 2740 campioni le analisi complete corrispondenti a 42 parametri, tra i quali elementi inorganici nell'eluato, nel suolo secco e i parametri organici;
- su 688 campioni, prelevati in base alle risultanze dello screening in campo con strumentazione PID (*Photoionization detector*) e/o evidenze di inquinamento, sono state eseguite le analisi dei soli parametri organici.

Per la valutazione dello stato di contaminazione dei suoli si è proceduto al confronto delle risultanze delle analisi chimiche con la Concentrazione Limite Accettabile (CLA) di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 1 al DM 471/99, oggi rifluito nel D.Lgs. 152/2006. Si sottolinea che, in ragione delle intervenute variazioni normative rispetto alla data di esecuzione del richiamato PdC dello Stabilimento, nel seguito ogni richiamo alle CLA deve intendersi riferito alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1 colonna B (siti a uso industriale) e Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte quarta del D.Lgs. 152/2006 (Codice dell'Ambiente).

Complessivamente, sono state comparate con le concentrazioni limite di riferimento, 80262 determinazioni relative a 2646 campioni di terreno. Nell'esame dei risultati analitici sono stati individuati i valori di concentrazione superiori ai valori limite accettabili, denominati "superamenti", ed i valori di concentrazione superiori di dieci volte gli stessi limiti, denominati "hot spot". I risultati della caratterizzazione sono brevemente illustrati di seguito.

Il numero di superamenti delle soglie è stato pari a 208, con una percentuale sul totale delle determinazioni analitiche dello 0,26%; invece, per quanto riguarda gli hot spot, il numero ottenuto è stato uguale a 26 con una percentuale dello 0,03%.

Nello strato superficiale del terreno (topsoil) non si è riscontrata contaminazione dovuta a PCB, diossine, componenti organici volatili (COV) e idrocarburi leggeri, è inoltre esclusa la presenza di fibre di amianto.

La contaminazione dei terreni è contenuta e riguarda prevalentemente gli Idrocarburi pesanti (C>12). I superamenti sono stati riscontrati soprattutto in prossimità dell'area del "Parco Serbatoi Ovest" mentre all'interno dello Stabilimento la distribuzione è piuttosto omogenea. La quasi totalità della contaminazione è stata riscontrata in corrispondenza dei primi tre metri di sondaggio.

I contaminanti che hanno presentato una frequenza di "superamenti" e "hot spot" superiore alla media sono stati: Idrocarburi pesanti (C>12), Vanadio e Zinco. Altri contaminanti come Piombo, Rame, Cobalto, Cadmio, Nichel, Cromo totale, Crisene, Benzo (a) antracene, Sommatoria IPA, hanno dato luogo a un numero più contenuto di "superamenti" e solo per il Rame di "hot spot"; mentre, per Cianuri liberi, Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene, Sommatoria BTEX, Pirene, Benzo (b) fluorantene, Benzo (k) fluorantene, Benzo (a) pirene, Indenopirene, Dibenzo (a,h) antracene, Benzo (g,h,i) perilene, o,m,p-metilfenolo, fenolo, Idrocarburi leggeri <C12, PCB, non sono stati riscontrati superamenti dei valori limite.

La maggior parte dei sondaggi con un numero di superamenti oltre la media (3 superamenti/sondaggio) è ubicata in prossimità dell'area della bonifica del "Parco Ovest" e nelle aree di stoccaggio.

L'area del "Parco Ovest", dove sono stati riscontrati il maggior numero di superamenti nel terreno, si trova all'interno delle pertinenze dello Stabilimento ma non è interessata dall'attività produttiva (si vedano le Figure successive).

Si rileva la presenza di NAPL nella zona a ridosso delle aree dei serbatoi a monte idrogeologico della "strada II". Più precisamente in corrispondenza dell'area omogenea E (serbatoi di benzine, kerosene e virgin nafta), dell'area omogenea H (serbatoi di gasoli e oli combustibili) e a ridosso della strada II. Il volume totale di NAPL presente viene stimato tra 425 e 637 m³, ed è costituito principalmente da benzine e secondariamente da gasoli e kerosene.

Le sorgenti di inquinamento da NAPL si identificano nella zona dei serbatoi delle aree omogenee "E" ed "H", ubicate a est della S.S. 195, contenenti rispettivamente benzine, kerosene e virgin nafta, la prima e gasolio, la seconda a oli combustibili. Si evidenzia, infatti, la corrispondenza spaziale tra tipologie dei prodotti di NAPL e l'ubicazione delle aree omogenee in cui sono ubicati i serbatoi delle stesse tipologie di prodotto. La presenza e la dissoluzione del prodotto libero rappresenta a sua volta una fonte pressoché continua di contaminazione delle acque di falda.

Per quanto attiene specificamente al sito di progetto, non sono stati rilevati superamenti e *hot spots* sia nei terreni sia nelle acque di falda.

In prossimità dell'area, si evidenziano solo i seguenti superamenti delle CLA nei **terreni**:

- Zinco (CLA=1500 mg/kg) nel suolo superficiale (0-1 m; 1-2 m), in corrispondenza del sondaggio SS185, ubicato a 86 metri a SE dallo spigolo sud-orientale dell'area di progetto (Figura 27-Figura 28);
- Benzo (a) antracene (CLA=10 mg/kg), Crisene (CLA=50 mg/kg) e Sommatoria IPA (CLA=100 mg/kg) nel suolo profondo (2-3 m), in corrispondenza del sondaggio SS013, localizzato 134 m a SE del perimetro meridionale dell'area di progetto (Figura 29-Figura 30-Figura 31);
- idrocarburi pesanti C>12 (CLA=750 mg/kg) nei primi 5 metri dei sondaggi SS288, SS289, SS302, SS305, SS320, SS479, SS483, SS484, SS485, SS486 e SS492, ubicati a circa 240 m a NE dell'area di progetto (Figura 32). Per intervenire su tale contaminazione è stato predisposto un progetto di bonifica nel 2007, modificato successivamente nel 2008.

Analogamente per le **acque di falda**, si evidenziano, in prossimità dell'area di progetto, i seguenti superamenti delle CLA:

- Ferro (CLA=200 µg/l) e Manganese (CLA=50 µg/l) in corrispondenza del piezometro PZ012, ubicato a est dell'area, quindi a valle idrogeologica (Figura 33-Figura 34);
- Idrocarburi totali (CLA=350 µg/l) in corrispondenza del piezometro PZ003, localizzato a SW dell'area di progetto (Figura 35).

In considerazione dell'andamento della falda idrica, il centro abitato di Sarroch, ubicato a sud del sito non è interessato da potenziali fenomeni di contaminazione idrica sotterranea. Pertanto, fuori dal perimetro dello Stabilimento, l'unico recettore ambientale potenzialmente esposto alla contaminazione è rappresentato dal mare, verso il quale la falda defluisce naturalmente.



Figura 27 – Superamento CLA dello Zn nei terreni (profondità: 0-1 m); area di progetto con contorno rosso



Figura 28 – Superamento CLA dello Zn nei terreni (profondità: 2-3 m); area di progetto con contorno rosso



Figura 29 – Superamento CLA del Benzo (a) antracene nei terreni (profondità: 2-3 m); area di progetto con contorno rosso



Figura 30 – Superamento CLA del Crisene nei terreni (profondità: 2-3 m); area di progetto con contorno rosso



Figura 31 - Superamento CLA della Somma IPA nei terreni (profondità: 2-3 m); area di progetto con contorno rosso

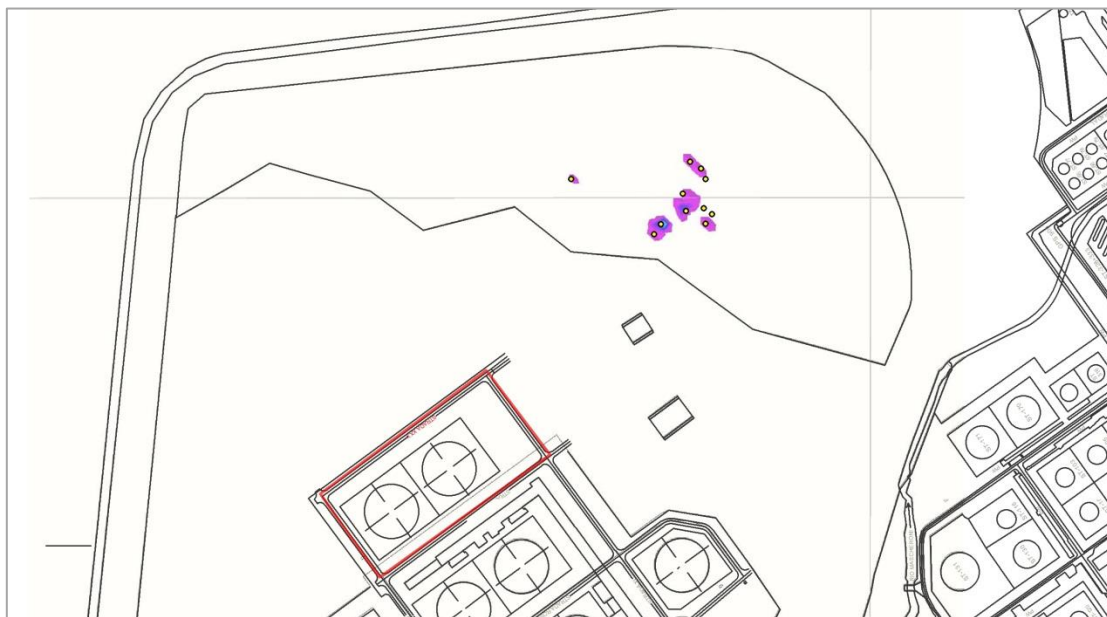


Figura 32 – Hot Spot di Idrocarburi pesanti nei terreni entro i primi 5 metri di profondità; area di progetto con contorno rosso



Figura 33 – Superamento CLA del Fe nella falda idrica superficiale; area di progetto con contorno rosso



Figura 34 - Superamento CLA del Mn nella falda idrica superficiale; area di progetto con contorno rosso



Figura 35 Superamento CLA degli Idrocarburi totali nella falda idrica superficiale; area di progetto con contorno rosso

D.3.3 Ambiente idrico

D.3.3.1 Premessa

In analogia con quanto segnalato a proposito della componente ambientale “Suolo e sottosuolo”, la descrizione che segue è stata sviluppata attraverso una rielaborazione e contestualizzazione delle informazioni idrologiche ed idrogeologiche disponibili in letteratura nonché di quelle acquisite direttamente da Sarlux nell’ambito del processo di caratterizzazione delle matrici ambientali nell’area dello Stabilimento ai sensi della normativa vigente in materia di siti contaminati.

D.3.3.2 Inquadramento idrogeologico

Nell’area di Sarroch, coesistono due acquiferi distinti e separati: uno superficiale di tipo freatico o confinato e uno profondo di tipo confinato. Il primo è ricaricato essenzialmente per infiltrazione diretta delle acque meteoriche in corrispondenza delle fasce “pedo-collinari”, mentre il secondo segue circuiti idrogeologici indipendenti più ampi e complessi, attualmente non studiati.

L’area dello Stabilimento Sarlux è caratterizzata in generale da litologie a medio-alta permeabilità per porosità, rappresentate dai depositi alluvionali interdigerati ai detriti di falda del Pleistocene-Olocene. La permeabilità di questi depositi è dovuta alla presenza di strati e lenti ciottoloso-sabbiosi in alternanza con livelli argillosi; i primi possono ospitare falde acquifere più o meno suddivise in livelli separati da orizzonti impermeabili, di limitata importanza e d’interesse locale.

I depositi alluvionali giacciono sulle vulcaniti andesitiche, che rappresentano il basamento nell’area di studio e sono alterate e/o argillificate nella parte superficiale, formando il cosiddetto “cappellaccio”. La falda superficiale circola nelle formazioni andesitiche fratturate sottostanti il cappellaccio e, verso mare, nelle formazioni ciottolose in matrice limo-argillosa e sabbiose della fascia alluvionale costiera. Le formazioni alluvionali sono caratterizzate da permeabilità media per porosità ($k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s); localmente, vi sono presenti livelli a granulometria più grossolana, a maggiore permeabilità ($k = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s), correlabili, dal punto di vista geomorfologico, con i paleoalvei: queste sub-unità idrogeologiche costituiscono degli assi di drenaggio che condizionano la morfologia della falda e sono individuabili anche dall’andamento delle linee isopiezometriche.

Per quanto attiene all’area vasta, i granitoidi del Complesso intrusivo tardo-paleozoico, il complesso magmatico filoniano e le vulcaniti presentano una permeabilità medio-bassa (per porosità e fratturazione). Sono invece caratterizzati da permeabilità bassa (per porosità e fratturazione) la successione terrigena metamorfica del Cambriano-Ordoviciano Inferiore-

Carbonifero Inferiore e i depositi alluvionali dell'Eocene-Oligocene della Formazione del Cixerri.

Relativamente all'acquifero andesitico, di interesse per il presente studio, i valori di permeabilità per fratturazione sono variabili da medio-bassi a medi. La campagna geognostico-stratigrafica del sito realizzata nell'ambito del Piano di Caratterizzazione del 2012² ha permesso di distinguere tre livelli all'interno di tale complesso roccioso: il più superficiale è la coltre di alterazione, variabile in spessore ed estensione, detto "cappellaccio", che giace o passa in continuità a un consistente spessore di roccia fratturata (principale acquifero del bacino), a sua volta sovrastante una roccia lapidea con struttura cristallina, poco fratturata. La presenza del "cappellaccio" può comportare una diminuzione della permeabilità, con formazione di una falda superficiale nelle coperture quaternarie soprastanti.

L'acquifero artesiano profondo è presente solo dopo 40÷60 metri di andesite lapidea con struttura lapidea integra poco fratturata, il che fa ritenere che quest'ultima ne rappresenti il tetto impermeabile di confinamento.

La falda superficiale presenta un dominio di flusso fortemente controllato dai due spartiacque sotterranei (alti strutturali della vulcanite andesitica basale sia in destra che in sinistra orografica), che registrano peraltro un notevole restringimento della sezione del bacino idrogeologico in corrispondenza dell'abitato di Sarroch, ubicato sul lato destro orografico del bacino, su un versante di vulcanite andesitica sub-affiorante. Un ulteriore controllo direzionale e cinetico della falda nel suo ultimo tratto di percorrenza è dato da una serie di assi di drenaggio preferenziali perpendicolari o quasi al mare.

Nell'ambito del presente studio, la morfologia della falda superficiale è stata ricostruita attraverso l'interpolazione delle misurazioni dei livelli idrici dei piezometri del piano di caratterizzazione dello Stabilimento Sarlux (Figura 37, Figura 38). La falda presenta una direzione di deflusso generale da ovest verso est, con variazioni di direzione locale in prossimità della costa. Sono individuabili principalmente due assi di alimentazione, di cui uno a NE e a E e un asse di drenaggio a est dell'area di progetto. Si può notare anche un cono di depressione, dovuto all'emungimento dei pozzi della barriera idraulica, a circa 700 metri a est dell'area di progetto (Elaborato AM-IAS10011 – Carta idrogeologica).

Per quanto attiene ai parametri idrogeologici dell'acquifero, lo strato più superficiale dell'acquifero, che costituisce l'interfaccia tra la superficie piezometrica e la frangia capillare, è stato indagato con prove "*Bail test*" nell'ambito della fase di caratterizzazione. Le prove sono

² Piano di Caratterizzazione Raffineria Saras di Sarroch (CA) - D.M. 471/99. Risultati del piano di indagine. Relazione descrittiva. SARTEC Spa – 12/12/2012

state interpretate secondo il metodo di *Hvorslev* e secondo il metodo di *Bower & Rice* (Bower, H., and R.C. Rice, 1980; Hvorslev, 1951). I risultati sono riportati nella Tabella 9 e presentano lo stesso ordine di grandezza delle prove di pompaggio eseguite sui pozzi di emungimento nell'ambito dello stesso studio. Si riporta in Figura 36 la distribuzione puntuale delle classi di permeabilità determinate nei vari piezometri: in prossimità dell'area di progetto, la porzione più superficiale dell'acquifero presenta una permeabilità dell'ordine di 10^{-6} m/s.

Per maggiori dettagli relativamente all'area di progetto, si rimanda al paragrafo D.3.3.4 (Caratteri idrogeologici di dettaglio).

Tabella 9 – Valori del coefficiente di permeabilità dello strato superficiale dell'acquifero (piezometri prossimi all'area di progetto evidenziati in celeste)

Piezometro	METODO DI HVORSLEV (m/s)	METODO DI BOUWER & RICE (m/s)	Data
PZ01	1.18E-07	9.08E-08	10/9/2006
PZ03	1.05E-06	8.00E-07	10/9/2006
PZ05	1.12E-05	1.09E-05	10/9/2006
PZ08	3.67E-06	2.77E-06	10/9/2006
PZ11	3.03E-07	2.47E-07	10/9/2006
PZ12	2.24E-06	1.72E-06	10/9/2006
PZ15	1.59E-06	1.22E-06	10/9/2006
PZ17	2.01E-05	1.55E-05	10/9/2006
PZ18	1.57E-06	1.20E-06	10/9/2006
PZ22	6.15E-07	4.75E-07	10/9/2006
PZ28	1.71E-06	1.32E-06	10/9/2006
PZ29	2.85E-07	2.17E-07	10/9/2006
PZ33	8.50E-05	6.54E-05	10/9/2006
PZ34	2.27E-05	1.75E-05	10/9/2006
PZ36	1.92E-06	1.46E-06	10/9/2006
PZ38	2.70E-06	2.12E-06	10/9/2006
PZ39	8.21E-05	6.31E-05	10/9/2006
PZ40	1.30E-07	1.01E-07	10/9/2006
PZ41	4.03E-07	3.08E-07	10/9/2006
PZ42	1.32E-06	1.02E-06	10/9/2006
PZ47	2.24E-04	1.72E-04	10/9/2006
PZ49	2.58E-06	1.98E-06	10/9/2006
PZ54	8.47E-08	6.58E-08	10/9/2006
PZ58	1.14E-06	8.88E-07	10/9/2006
PZ60	1.30E-06	1.01E-06	10/9/2006
PZ63	2.28E-06	1.77E-06	10/9/2006
PZ70	5.02E-07	3.93E-07	10/9/2006
PZ74	6.86E-06	5.49E-06	10/9/2006
PZ76	1.62E-07	1.27E-07	10/9/2006
PZ77	1.35E-05	1.05E-05	10/9/2006
PZ82	1.55E-05	1.21E-05	10/9/2006
PZ85	1.09E-06	8.37E-07	10/9/2006
PZ86	9.16E-07	7.16E-07	10/9/2006
PZ86b	8.52E-07	6.65E-07	4/6/2006
PZ87	1.97E-07	1.49E-07	10/9/2006
PZ88	2.21E-06	1.70E-06	10/9/2006
PZ89	6.67E-07	6.03E-07	10/9/2006
PZ89b	8.22E-07	6.49E-07	4/6/2006
PZ01Ebis	1.52E-07	1.17E-07	10/9/2006
PZ02E	1.68E-06	1.29E-06	10/9/2006
PZ03E	1.45E-06	1.11E-06	10/9/2006

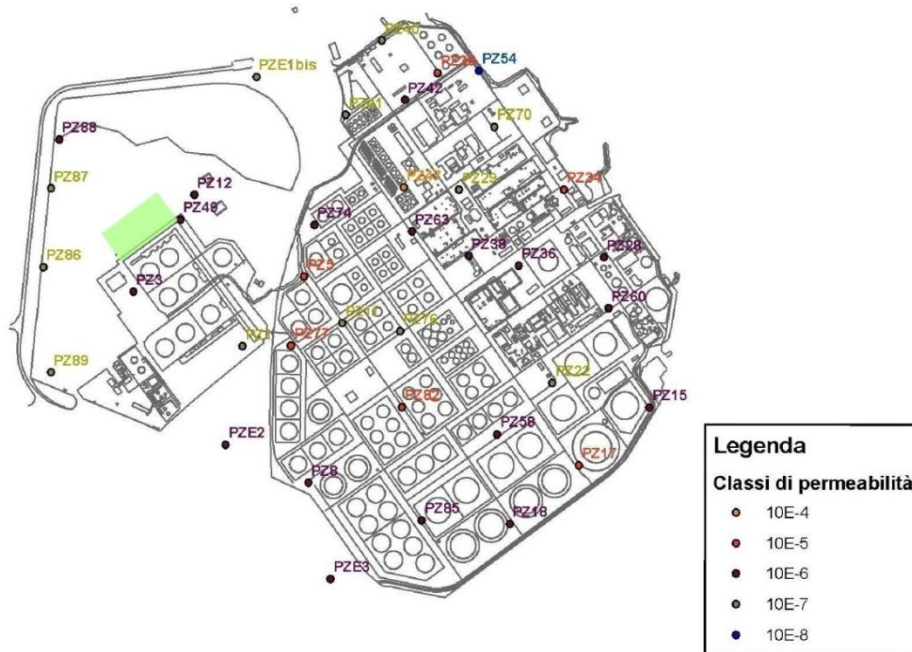


Figura 36 – Classi di permeabilità dello strato superficiale dell’acquifero; area di progetto con captivazione verde

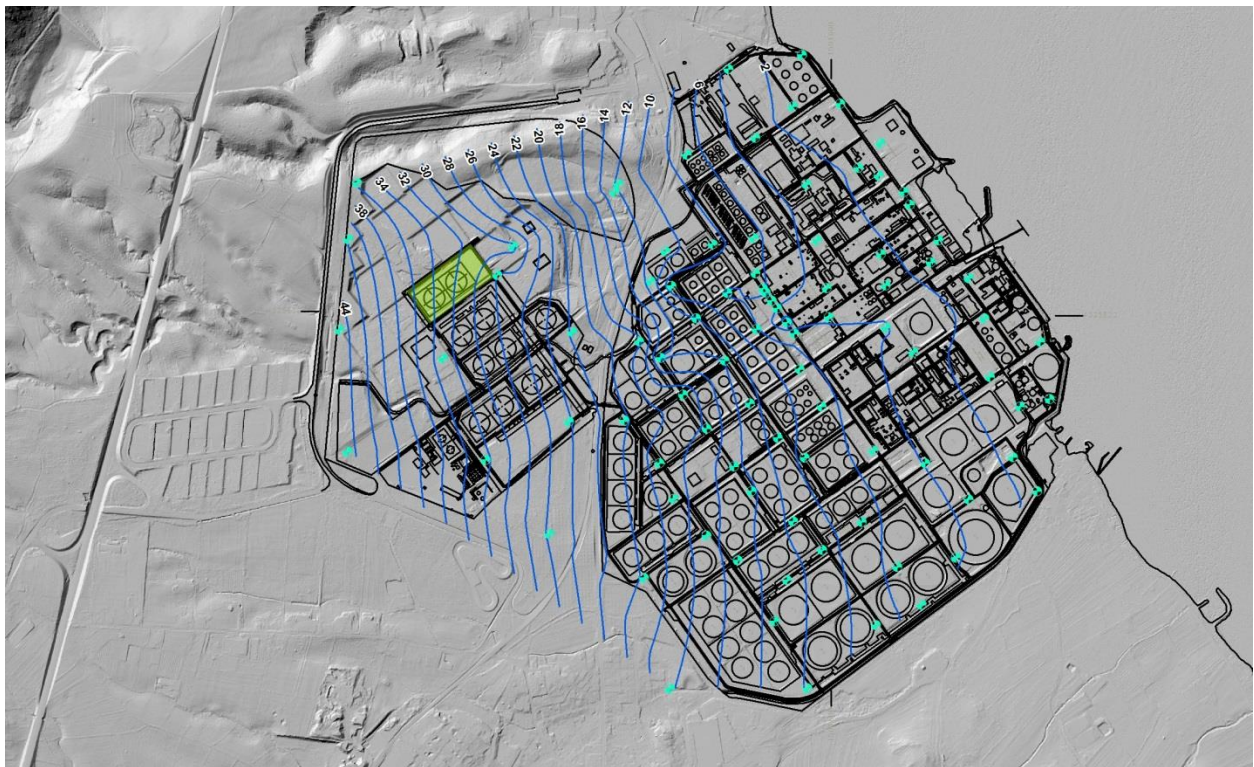


Figura 37 – Linee isopiezometriche con equidistanza 2 m (misurazioni settembre 2006) su Stabilimento Sarlux e modello ombreggiato del terreno; area di progetto con captivazione verde; piezometri in celeste

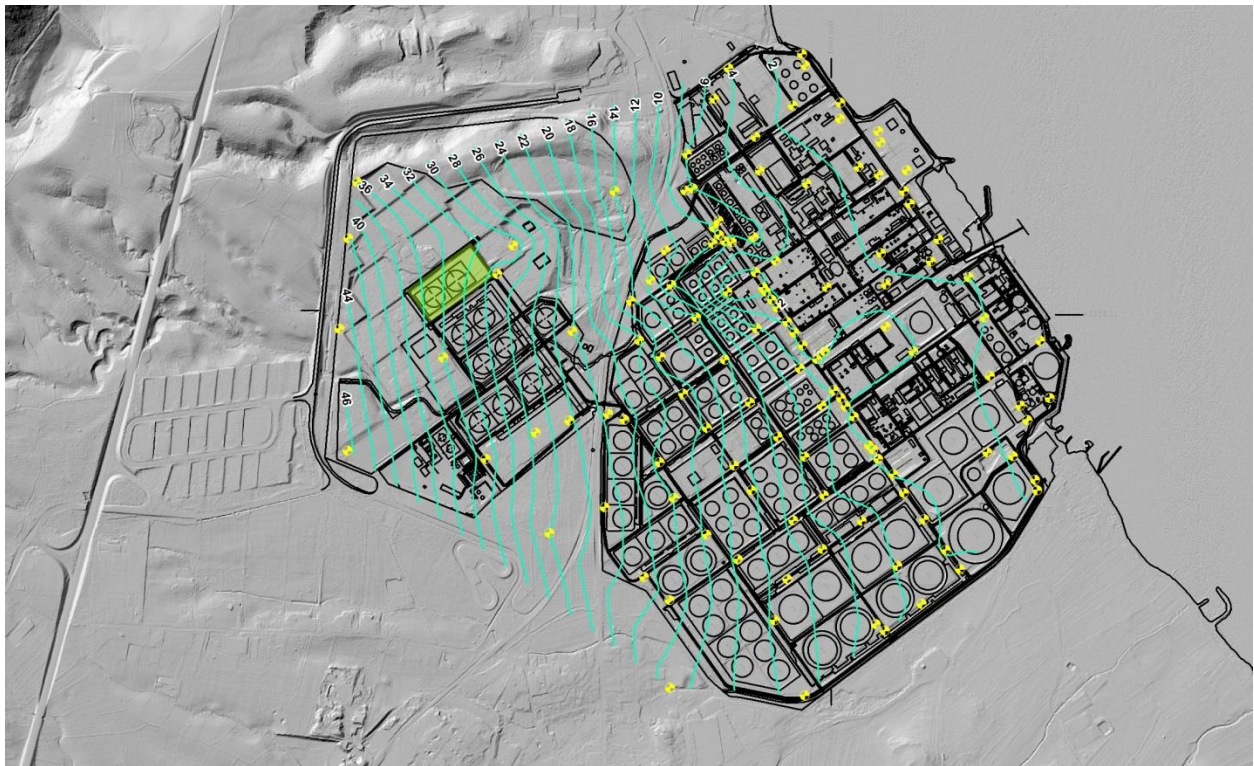


Figura 38 - Linee isopiezometriche con equidistanza 2 m (misurazioni ottobre 2010) su Stabilimento Sarlux e modello ombreggiato del terreno; area di progetto con campitura verde; piezometri in giallo

D.3.3.3 Inquadramento idrologico

L'area di studio è interessata da una serie di corsi d'acqua minori, compresi tra il *Rio di San Girolamo* a nord e il *Rio di Pula* a sud, aventi origine nel massiccio metamorfico paleozoico a ovest e sfocianti verso est, a mare.

A nord-ovest del sito di progetto, il rilievo granitico attraversato dalle gallerie della strada CACIP a 4 corsie denominata "Perimetrale Consortile" forma uno spartiacque orientato circa E-W che divide le acque di scorrimento superficiale che affluiscono al corso d'acqua *Bacch'e Linna* da quelle che affluiscono nel *Flumini Binu*, ubicati rispettivamente a sud e a nord delle stesse gallerie (Figura 39). Il *Bacch'e Linna* sfocia a mare a est scorrendo nella parte settentrionale della zona industriale della Saras; il *Flumini Binu* sfocia ugualmente a mare, ma immediatamente a nord dello Stabilimento Sarlux (Figura 39).

I due corsi d'acqua presentano un *pattern* tipicamente dendritico nei settori di monte dei bacini imbriferi, in cui affiorano le rocce metamorfiche, e meandriforme nella piana prossima alla foce a partire dai ponti della strada "Perimetrale Consortile". Il *Flumini Binu* presenta nella piana a est della strada "Perimetrale Consortile" un alveo in parte rettificato artificialmente, per la presenza della ex discarica controllata di *Flumini Binu* e delle infrastrutture Sarlux. Anche il

Bacch'e Linna ha un corso parzialmente rettificato, poiché si presenta rettilineo e con il fondo dell'alveo cementato, nell'ultimo tratto che attraversa l'area dello Stabilimento Sarlux prima di sfociare a mare sotto *Torre Antigori*.

L'area meridionale dello Stabilimento Sarlux, di interesse per il presente studio, ricade all'interno di tre microbacini idrografici che si sviluppano parallelamente da ovest verso est: quello settentrionale è il bacino del *Riu de Maria Palmas*, che dalla vallata in località *Su Segretariu* si dirige verso mare sfociando sotto Torre Antigori; quello centrale è il bacino del *Rio Mascheroni* (sulla C.T.R. denominato *Riu Brillante*) che attraversa il Parco Ovest Sarlux per sfociare a mare; quello meridionale è il bacino del *Rio Cannas*, che lambisce l'abitato di Sarroch. I tre corsi d'acqua sono solitamente asciutti o con portate limitate e misurabili solo al verificarsi di eventi meteorici di particolare intensità (Figura 39).

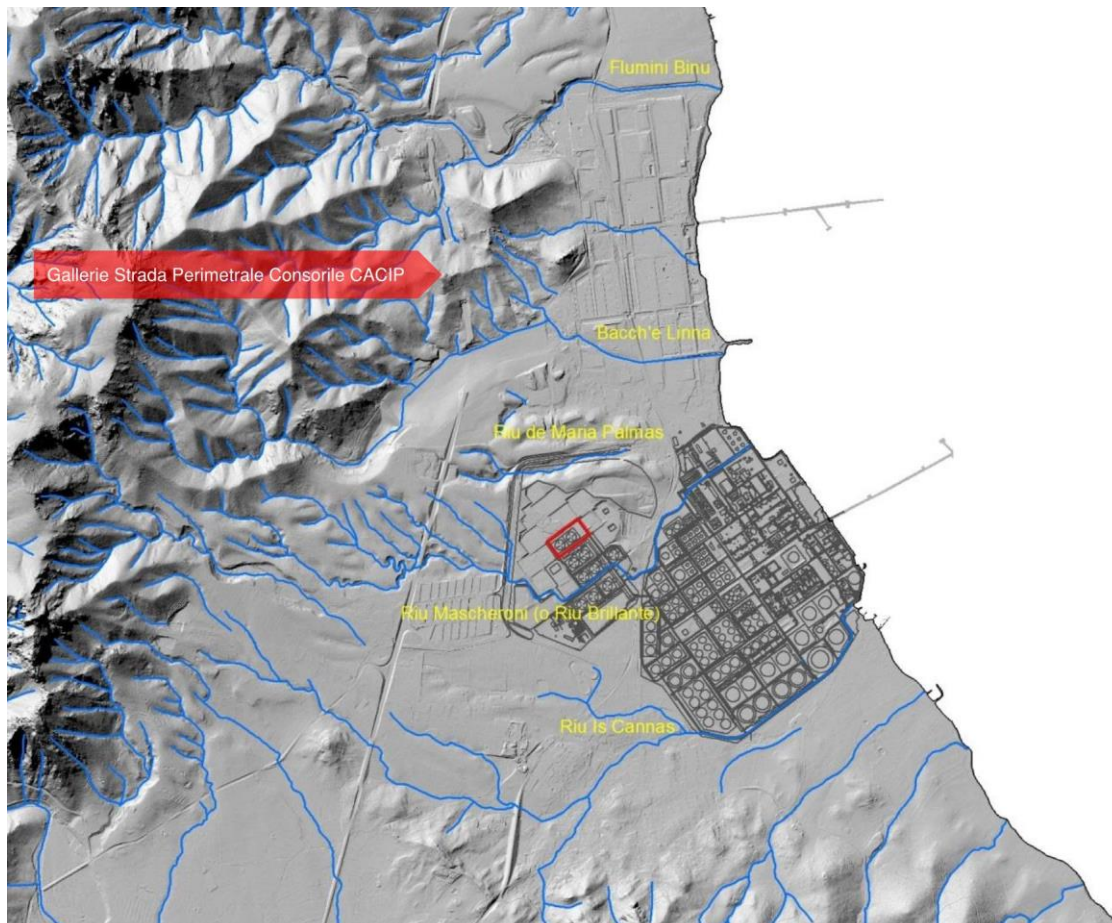


Figura 39 – Corsi d'acqua a nord e a sud dell'area di progetto

Il bacino del *Rio Mascheroni* ha una superficie di 2.77 km², mentre quello del *Rio Cannas* ha una superficie di 7.15 km². I bacini idrografici sono delimitati a est dal mare, a nord e a sud dagli spartiacque dei rilievi vulcanici andesitici, affioranti a nord e a sud, e a ovest dagli affioramenti

delle metarenarie paleozoiche. I corsi d'acqua sono stati modificati profondamente durante la costruzione delle infrastrutture stradali e degli edifici industriali dello Stabilimento.

L'altitudine varia da 551 m s.l.m. raggiunti sulla cima più alta dalla cortina di rilievi di *Punta de su Seinargiu* (551 m) e *S'Arcu de Antoni Zoppu* (551 m), che la delimitano ad ovest, fino al livello del mare a est. La distanza coperta tra i rilievi occidentali e la costa è di circa 4 km. Nel bacino idrografico prevalgono le basse quote della piana costiera, con una brusca variazione altimetrica ad ovest dovuta ai ripidi versanti dei rilievi paleozoici.

Per maggiori dettagli, relativamente all'idrografia inerente all'area di progetto, si rimanda al paragrafo D.3.3.5 (Caratteri idrologici di dettaglio).

D.3.3.4 Caratteri idrogeologici di dettaglio

Sottraendo dalle quote del modello digitale del terreno (passo 1 m) quelle della superficie piezometrica interpolata (passo 5 m), per ciascun anno di misurazione, si è ottenuta la soggiacenza della falda dal piano di campagna, che è risultata compresa tra circa 10 m e 14 m, procedendo da ovest verso est (Figura 40-Figura 41). Il confronto tra i livelli idrici assoluti registrati nell'anno 2015, desunti dalle linee isopiezometriche della falda disponibili per i vari periodi di misurazione (rif. Sarlux – Attività di monitoraggio della falda – Anno 2015), ha permesso di ricavare, per quell'anno, l'escursione massima della falda in corrispondenza dell'area di progetto. Il livello assoluto varia da 40 m s.l.m. a 36.5 m s.l.m. in corrispondenza del vertice occidentale dell'area di progetto (monte idrogeologico) e da 30 a 27 m s.l.m. in corrispondenza di quello orientale (valle idrogeologica), raggiungendo il massimo tra marzo e aprile (alla fine della stagione piovosa) e il minimo tra agosto e settembre (nel periodo secco), considerando l'anno idrologico. Nell'anno idrologico precedente, il valore di gennaio 2015 era inferiore a quello di agosto 2015, evidenziando un apporto pluviometrico ritardato e/o inferiore oppure un maggior pompaggio dai pozzi circostanti (ad esempio quelli della barriera idraulica). Nell'area di progetto, l'escursione della falda durante il 2015 è stata pari a 3.0 ÷ 4.5 m.

Tabella 10 – Livelli assoluti della falda superficiale ed escursioni massime dell'anno 2015 in corrispondenza dell'area di progetto, desunti dalle tavole della morfologia piezometrica del piano di monitoraggio della falda per l'anno 2015

Mese di monitoraggio (anno 2015)	Livello assoluto falda (m s.l.m.) – Vertice ovest area progetto	Livello assoluto falda (m s.l.m.) – Vertice est area progetto
Gennaio	35.5	27.0
Febbraio	38.5	29.5
Marzo	40.0	29.5
Aprile	38.5	30.0
Maggio	38.0	29.5
Giugno	38.0	29.0
Luglio	36.5	29.0
Agosto	36.5	28.5
Settembre	36.5	28.5
Ottobre	38.5	29.5
Novembre	38.0	29.5
Dicembre	37.5	29.0
Escursione massima	4.50	3.0

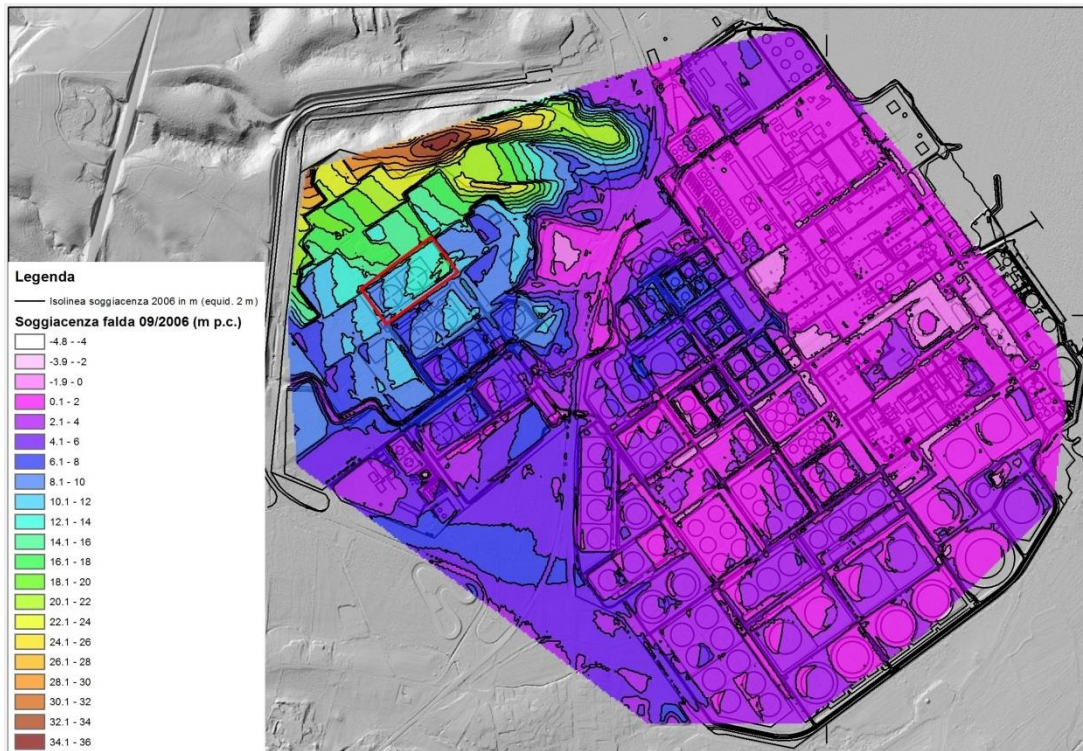


Figura 40 – Soggiacenza della falda riferita a settembre 2006 (m p.c.) nell'area dello Stabilimento Sarlux; area di progetto con contorno rosso

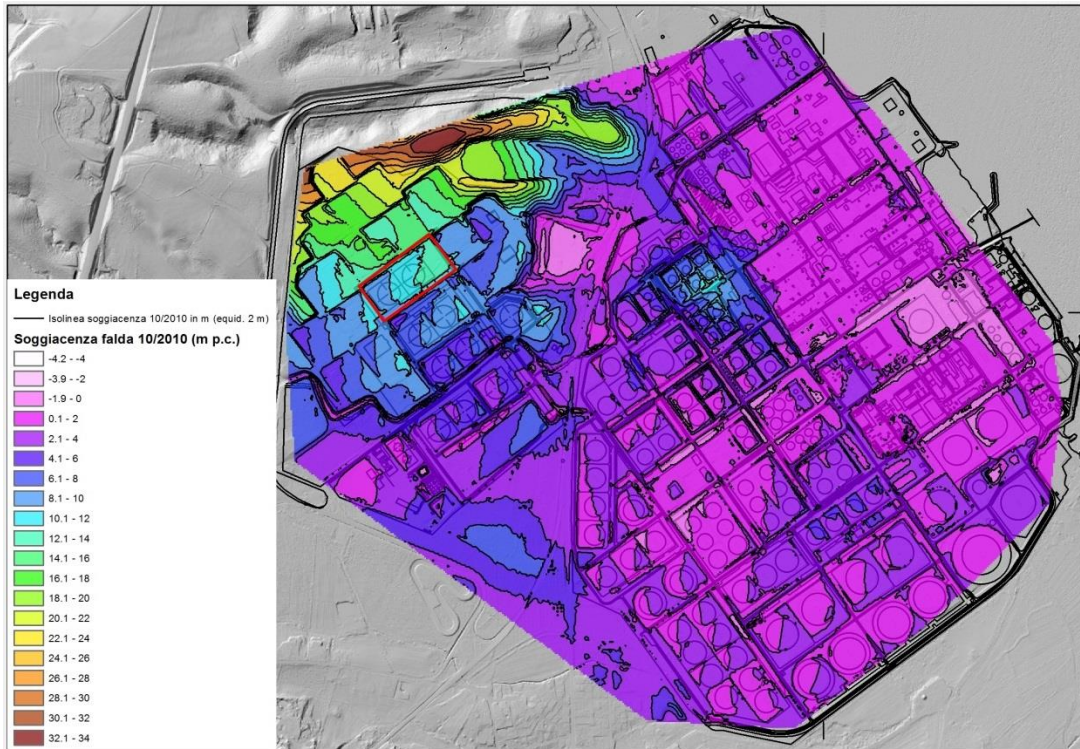


Figura 41 – Soggiacenza della falda riferita a ottobre 2010 (m p.c.) nell'area dello Stabilimento Sarlux; area di progetto con contorno rosso

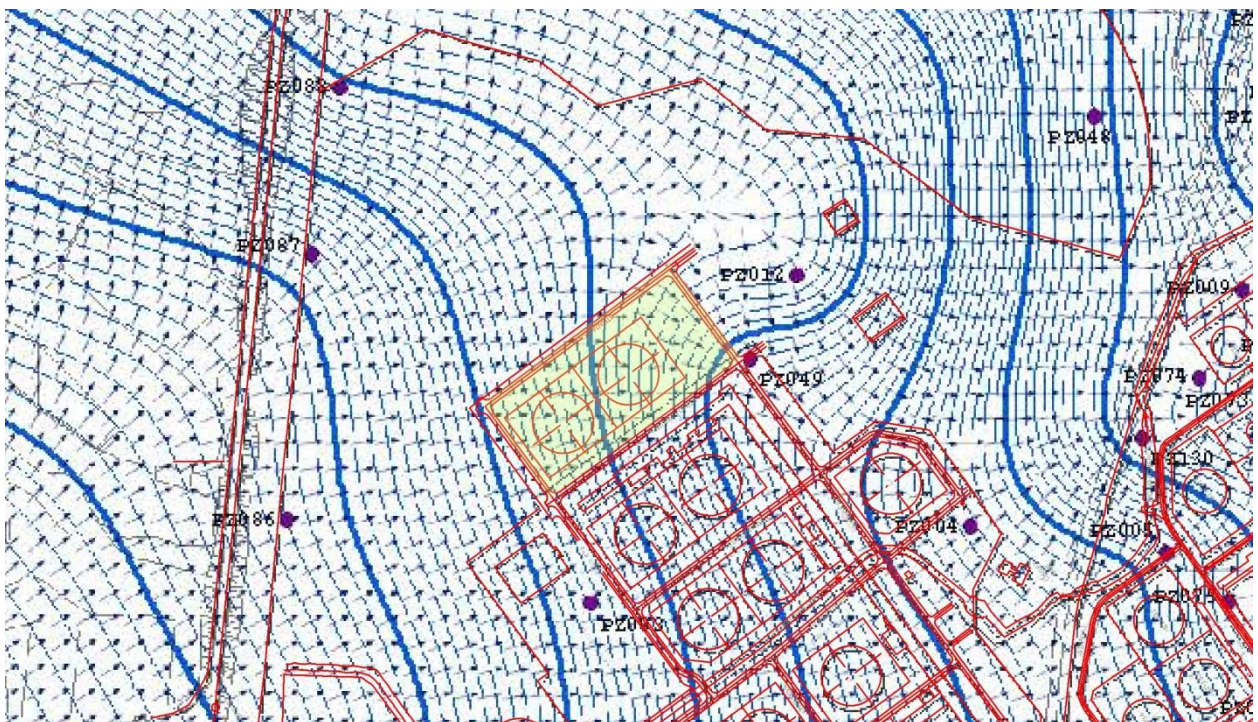


Figura 42 – Linee isopiezometriche della falda superficiale – marzo 2015 (equidistanza 5 m) e area di progetto evidenziata in verde:

Nella Figura 42 si può osservare che nel periodo di marzo 2015, allorquando il livello piezometrico ha presentato il suo più elevato livello assoluto, la soggiacenza della falda era compresa tra circa 7 e 12 m p.c. (rispettivamente, circa 38 e 32 m s.l.m.), secondo la direzione di flusso della falda tra i limiti ovest ed est dei due serbatoi.

D.3.3.5 Caratteri idrologici e idraulici di dettaglio

Il Parco serbatoi Ovest dello Stabilimento Sarlux è attraversato dal *Rio Mascheroni (o Riu Brillante)*, il cui andamento è rettificato in funzione dei perimetri dei piazzali ivi ricavati. In particolare, l'area di progetto è localizzata tra il suddetto Rio e il *Riu Maria Palmas* a nord, che dalla località *Su Segretariu* sfocia a sud di *Torre Antigori*, a circa 1,3 km a nord-est del sito di progetto (Figura 39).

Come evidenziato al paragrafo D.3.2.6, i corsi d'acqua che in origine attraversavano l'area di progetto non sono più esistenti. In particolare, quello che attraversava il settore nord-orientale dell'area di progetto è stato colmato a monte dell'area e attualmente coincide con un alto morfologico orientato NW-SE (Figura 9 - Figura 10). Gli alvei originari sono visibili nella carta topografica IGM serie 25 (Figura 9-Figura 10). I principali sistemi di deflusso incanalato ancora riconoscibili nell'area del Parco Ovest attraversano la base della recinzione delle pertinenze Sarlux tramite appositi manufatti idraulici (Figura 44). Tali corsi d'acqua afferiscono a bacini imbriferi esterni a quelli che interessano il sito di intervento.

Per quanto precede, il sito di intervento, così come buona parte dell'area del Parco Ovest, attualmente non sono intersecati da corsi d'acqua naturali.

In relazione agli attuali fenomeni di drenaggio superficiale, le analisi propedeutiche alla progettazione hanno evidenziato come la scarpata artificiale sul materiale ciottoloso di riporto delimitante a NW l'area di progetto presenti, in vari punti, solchi di ruscellamento concentrato, visibili sul campo ed evidenziati anche dal modello digitale del terreno con passo 1 m (Figura 43).

Per assicurare un'efficace regimazione delle acque di corrivazione superficiale, che consenta di preservare adeguatamente l'area di progetto da significativi fenomeni di ruscellamento, si è proceduto al calcolo delle portate di massima piena afferenti ai bacini idrografici sottesi dal sito di progetto. A tal fine si è eseguito uno studio idrologico di un'area sufficientemente ampia dal punto di vista idraulico, elaborando le celle del modello digitale del terreno con passo 1 m della Regione Sardegna (dtm 1 m), attraverso i plugin *ArchHydro Tools* e *Hec-GeoHMS* di ArcGIS 9.0. Le elaborazioni idrologiche hanno permesso di ricostruire con accettabile approssimazione i bacini idrografici di interesse e la rete di drenaggio attuale (Figura 45).



Figura 43 – Solco di ruscellamento concentrato nella parte orientale della scarpata artificiale del perimetro settentrionale dell'area di progetto



Figura 44 – Attraversamento fluviale, in località Nuraghe Liberno, alla base della recinzione dello Stabilimento Sarlux a circa 200 metri a ovest dall'area di progetto (Figura 45)

La situazione attuale della rete di drenaggio superficiale e i bacini idrografici afferenti all'area di progetto sono rappresentati in Figura 46.

Con riferimento alla perimetrazione dei bacini rappresentati in Figura 46, è stata

progettualmente prevista la costruzione di un canale di guardia sul lato occidentale dell'area, drenante le acque del bacino n. 1 e di un canale drenante le acque dei bacini 1a, 2, 3, 4, 5 e 6, che recapiti le acque presso l'attuale punto di confluenza a valle.

Al fine di intercettare le acque di ruscellamento sulla piattaforma della nuova strada di servizio (lato NW) la pendenza trasversale della carreggiata sarà diretta verso il canale di guardia a monte.

Le acque così raccolte affluiranno al corso d'acqua che scorre in parallelismo alla S.S. 195 in direzione sud-nord, che costituisce il recapito delle acque meteoriche che attraversano l'area del Parco Ovest anche nella situazione attuale (Figura 45).

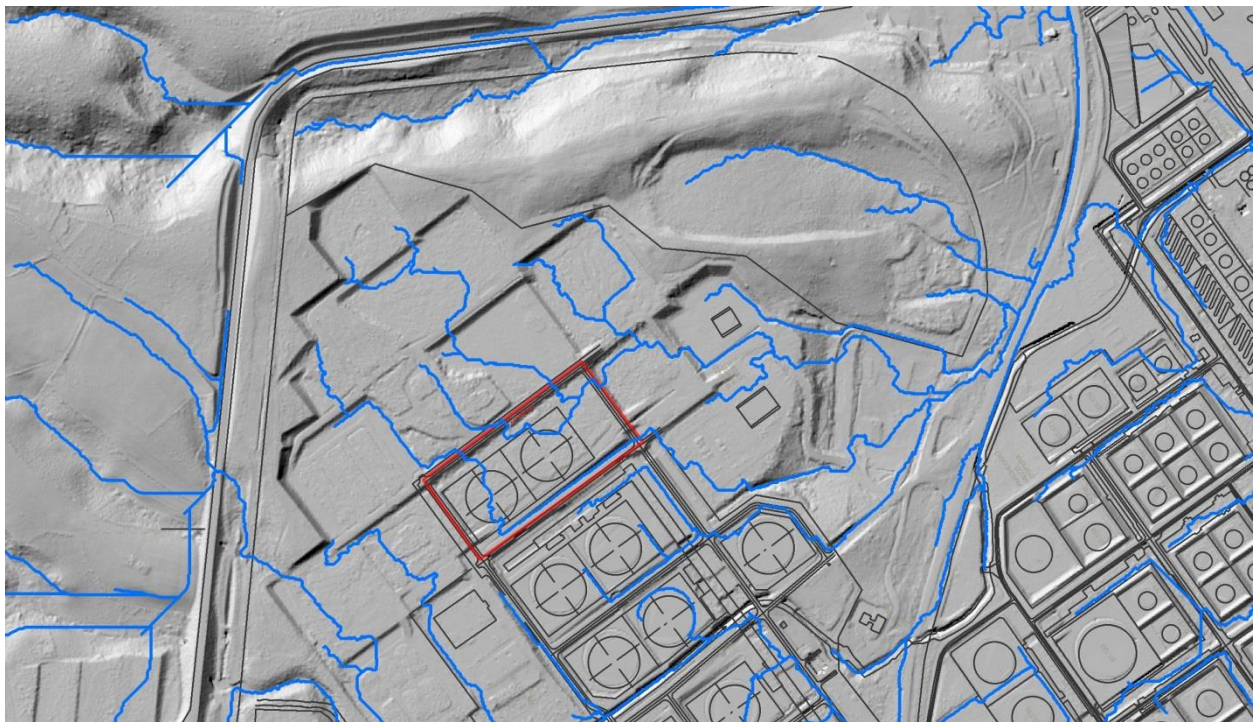


Figura 45 – Rete di drenaggio superficiale calcolata sulla base del dtm con passo 1 m della Regione Sardegna (rilievo Lidar), su modello ombreggiato del terreno; area di progetto con contorno rosso



Figura 46 – Bacini idrografici a monte dell'area di progetto, percorsi idraulici più lunghi (blu) e rete di drenaggio superficiale (azzurro) calcolata sulla base del dtm con passo 1 m della Regione Sardegna (rilievo Lidar) su modello ombreggiato del terreno; area di progetto con contorno rosso

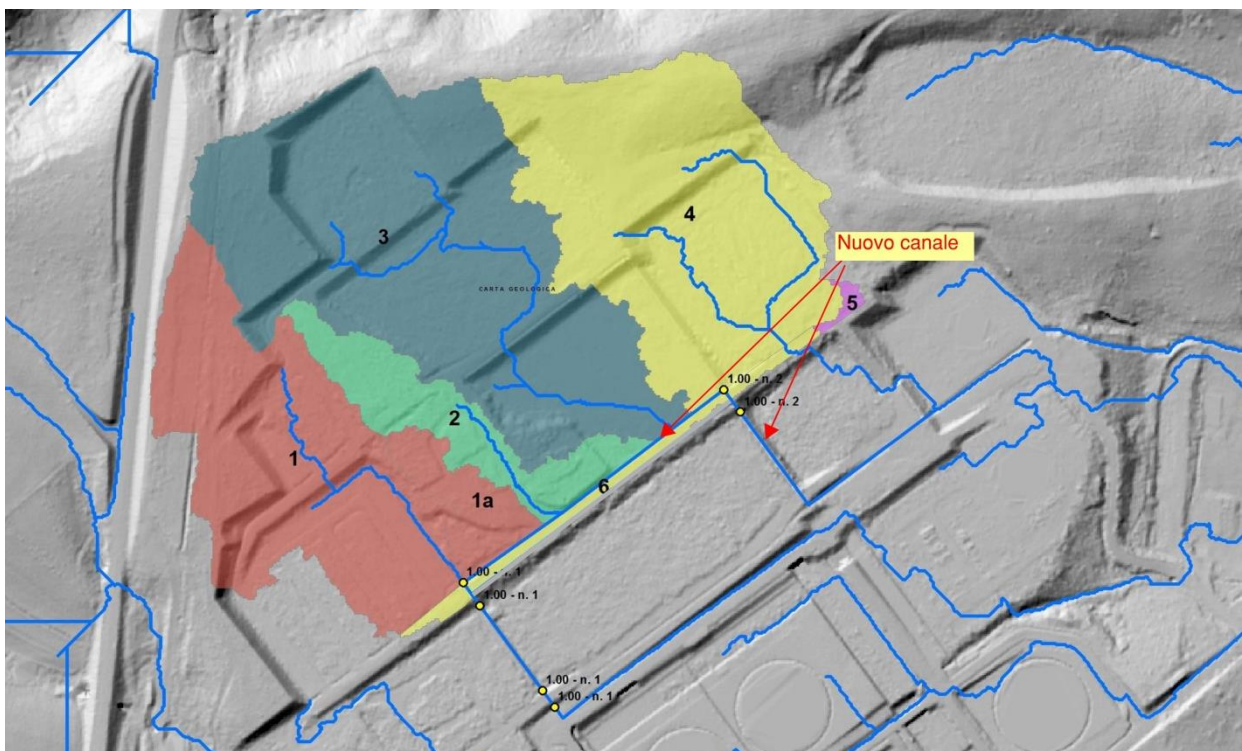


Figura 47 – Rete di drenaggio modificata per l'area di progetto: i bacini idrografici interessati sono il numero 1 per il canale sul lato occidentale e i numeri 1a, 2, 3, 4, 5 e 6 per il canale sul lato settentrionale e quello orientale

D.3.3.6 Livello qualitativo della componente

Si rimanda alle considerazioni espresse a proposito della componente Suolo e sottosuolo (cfr. par. D.3.2.7).

D.3.4 Paesaggio

D.3.4.1 Premessa

La definizione contenuta nell'art.1 della Convenzione Europea per il Paesaggio introduce un concetto dinamico e non assoluto di Paesaggio: *“una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”*.

Recentemente, anche in funzione del carattere unitario attribuito al paesaggio con l'art. 2 della Convenzione, si è affermato un altro concetto importante nel complesso delle possibili declinazioni del termine, riferito ai paesaggi “degradati”. Infatti, la conseguenza del riconoscimento del ruolo centrale dell'uomo nel delineare il paesaggio, è che tutte le espressioni dell'ambiente antropico possono ricondursi all'accezione di paesaggio, così pure i paesaggi industriali.

La Regione Sardegna, nel solco di tale lettura moderna del termine e nell'ambito delle attività dell'Osservatorio della Pianificazione Urbanistica e Qualità del Paesaggio, ha prodotto, di concerto con il Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche per il Territorio del Politecnico di Torino, le *“Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna”*, pubblicate nel 2015 dall'Osservatorio della Pianificazione Urbanistica e della Qualità del Paesaggio della RAS come allegato alla Deliberazione G.R. 24/12 del 19.5.2015.

Riguardo ai paesaggi industriali in senso ampio, tali Linee Guida saranno prese come riferimento costante nelle considerazioni successive. L'assunto di partenza dell'analisi sviluppata sulla componente nell'ambito del presente SIA si focalizza sul fatto che il progetto dei due nuovi serbatoi di gasolio si inserisce in un consolidato paesaggio industriale di storia decennale.

Nel rimandare all'allegata Analisi dell'inserimento nel conteso paesaggistico (Elaborato AM-RTS10007) per un esame approfondito dei rapporti che il progetto intrattiene con la componente, si riporta di seguito una sintetica descrizione dei tratti costitutivi del contesto paesaggistico in esame e, più oltre (par. D.4.4), una schematica individuazione dei potenziali effetti indotti sul sistema paesistico di riferimento.

D.3.4.2 Tratti evolutivi del contesto paesaggistico

D.3.4.2.1 Il contesto storico-normativo

Il progetto ricade in un territorio storicamente plasmato, sia in senso ambientale che sociale e percettivo, dalla presenza delle attività petrolchimiche che operano, senza soluzione di

continuità, da circa cinquant'anni. Per una corretta comprensione delle dinamiche socio-economiche alla base delle trasformazioni che hanno dato forma alla componente, appare pertanto appropriato richiamare il complesso tema dello sviluppo degli insediamenti industriali.

Nel secondo dopoguerra, più precisamente tra la fine degli anni '50 e i primissimi anni '60 del novecento, la nazione si trovò a dover affrontare in modo risoluto il problema dello sviluppo economico, soprattutto nei territori del Mezzogiorno. In quegli anni avvenne una sorta di "rivoluzione culturale", che portò all'adozione di un modello di sviluppo assolutamente impensabile prima, che riconosceva nel processo di industrializzazione la migliore scelta per trasformare il volto dell'economia nazionale e soprattutto del Meridione.

Nel 1950, con la Legge n. 646, venne istituita la Cassa per il Mezzogiorno con il compito di realizzare, nelle zone depresse del Sud, una serie di opere straordinarie finalizzate a favorirne il progresso socio-economico. L'obiettivo del Legislatore fu di individuare porzioni del territorio nazionale ove promuovere una concentrazione industriale intensiva in aree di elevata suscettività (Aree di Sviluppo Industriale - ASI), unitamente ad una concentrazione industriale minore in alcuni territori di più limitata suscettività (Nuclei di Industrializzazione - NI) differenti dalle ASI per le dimensioni più contenute e per la tipologia di imprese da insediare (piccole e medie).

La titolarità urbanistico-organizzativa dell'area di progetto, ricadente nell'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari, fa capo al Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari - CACIP (già CASIC). Il Consorzio venne istituito con Decreto del Presidente della Repubblica n. 1410 del 04/11/1961, ai sensi dell'art. 21 della legge 29/07/1957 n. 634, mentre per effetto della legge 05/10/1991 n. 317, art. 36, 4° comma, divenne Ente Pubblico Economico. A seguito dell'emanazione della citata L.R. 10/2008, nel novembre 2008 il CASIC evolve nel Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari.

L'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari si articola in tre zone di agglomerazione (Elmas, Macchiareddu e Sarroch) ed è stata una delle prime aree industriali a nascere nel meridione d'Italia in virtù della citata legge n. 634 del 1957.

La zona di agglomerazione industriale di Sarroch, in cui si situano gli interventi in oggetto, ha avuto uno sviluppo prevalentemente legato all'attività petrolchimica ed energetica e presenta un'estensione di circa 754 ettari. Più precisamente la zona è occupata per il 90% dalle attività della Saras S.p.A. - Società Anonima Raffinerie Sarde (oggi in capo alla controllata Sarlux Srl). Come evidenziato nella Premessa al presente SIA, la Saras, nata nel 1962, inizia la costruzione del proprio stabilimento nel 1963, avvia l'attività con il primo carico di greggio già nel 1965 e inaugura ufficialmente l'impianto a metà del giugno 1966.

D.3.4.2.2 Elementi strutturanti la componente

Valutato che il progetto ricade interamente nell'area di pertinenza dell'Agglomerato Industriale di Sarroch, il suo contesto paesaggistico di stretta prossimità è costituito, da un lato, da aree industriali consolidate in cui l'attività si svolge da decenni e, dall'altro, da aree di completamento appartenenti al comparto, non ancora interessate in modo diretto da più invasivi processi di infrastrutturazione produttiva ma predisposte ad accoglierli sin dalla seconda metà degli anni '80 (cfr. Elaborato AM-IAS10012 - *Sovrapposizione interventi su ortofoto storiche*).

Dal punto di vista paesaggistico, il sito di progetto non intrattiene strette relazioni con il contesto e, per poter definire i rapporti tra i vari elementi, occorre spostarsi ad una scala paesaggistica più appropriata. In tale prospettiva si ritiene quindi necessario estendere l'analisi della componente all'intero stabilimento petrolchimico, interpretando i rapporti con il territorio in cui nacque e si sviluppò.

L'area su cui sorse lo Stabilimento Sarlux, individuata nella vecchia cartografia IGM con il toponimo *Tuerra*, comprendeva il tratto di costa pianeggiante tra la *Torre Antigori* e *Porto Foxi* in territorio comunale di Sarroch. Il piccolo centro abitato, al tempo della nascita dell'impianto, contava poco più di 2700 abitanti e, fin da subito, si instaurano stretti rapporti di contiguità spaziale con il primo nucleo della raffineria; l'impianto, infatti, sorse ad una distanza dall'abitato di circa un chilometro (Figura 48).

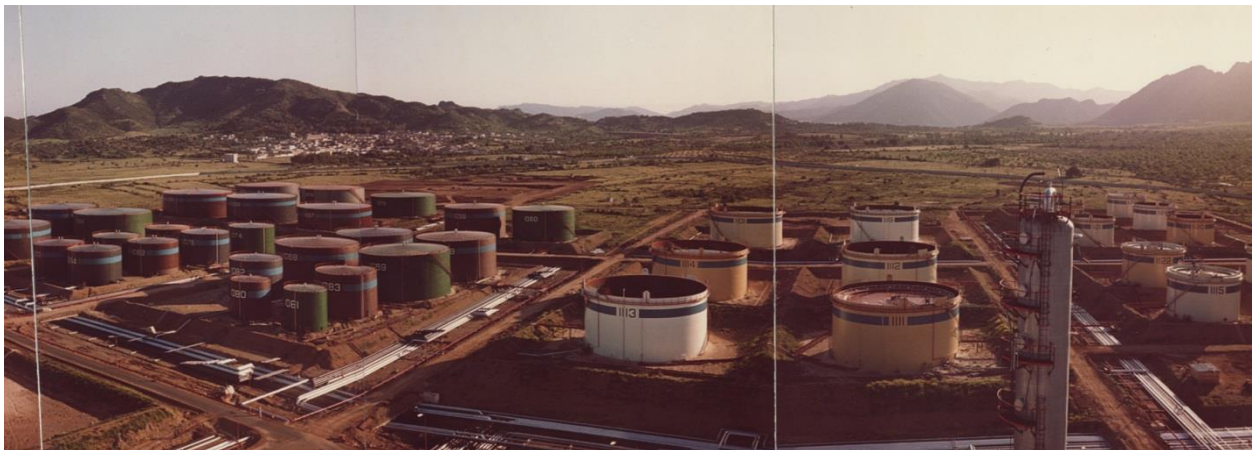


Figura 48 - Rapporti di contiguità tra il primo nucleo della raffineria Sarlux e il centro urbano di Sarroch (Fonte: archivio storico Sarlux, anno 1965)

Nel rimandare per approfondimenti all'Elaborato AM-RTS10007 (*Analisi dell'inserimento nel contesto paesaggistico*), si ritiene opportuno evidenziare come il centro di Sarroch fosse, ai

tempi della nascita del polo petrolchimico, economicamente depresso e caratterizzato da marcati fenomeni di spopolamento ed emigrazione. Il nuovo polo industriale portò con forza sul territorio i nuovi modelli sociali e di sviluppo, producendo importanti effetti sull'economia e sui costumi dei centri limitrofi, primo fra tutti Sarroch: gli effetti più eclatanti furono una notevole espansione demografica, il richiamo dei numerosi emigrati e l'innalzamento del livello di istruzione medio.

La realizzazione dell'impianto si instaurò sul sistema del tessuto insediativo storico, caratterizzato da sistemi di organizzazione dello spazio e delle attività localizzati lungo la stretta fascia pianeggiante che caratterizza il lato occidentale del Golfo degli Angeli, unico contesto in cui era possibile praticare l'agricoltura di sostentamento tipica dei centri dell'area, essendo questa sovrastata da un'impervia zona collinare, destinata a pascolo ovino brado.

Il moderno processo di infrastrutturazione industriale si è dunque impostato su questo sistema tradizionale, sotto la spinta di mirate strategie di sviluppo delineate a livello istituzionale (cfr. paragrafo D.3.4.2.1), analogamente a quanto riscontrato in altre porzioni del territorio regionale. Il risultato dell'applicazione rigida di tali criteri di localizzazione, prettamente ingegneristici, e i poteri conferiti ai consorzi in nome della celerità del processo di avvio della produzione, è stato la sovrapposizione degli spazi industriali ai sistemi paesaggistici preesistenti.

Tale processo va evidentemente letto in rapporto ai valori, aspirazioni sociali e sensibilità ambientale che contraddistinguevano gli anni in cui sorse l'insediamento industriale di Sarroch, radicalmente differenti rispetto alla visione moderna e sostenibile del concetto di sviluppo.

Il progetto in sé, in particolare, ricade in un luogo che può definirsi estromesso da decenni rispetto alle fisiologiche dinamiche territoriali, in quanto inserito nelle pertinenze dello Stabilimento Sarlux, ove, per la particolare natura delle lavorazioni che vengono eseguite, la fruizione pubblica è rigidamente interdetta.

D.3.5 Vegetazione, flora ed ecosistemi

D.3.5.1 Inquadramento geobotanico del territorio

Nell'analizzare la componente floristico-vegetale delle aree su cui ricade l'intervento, si ritiene opportuno fornire, innanzitutto, un inquadramento geobotanico dell'area vasta secondo i criteri della fitosociologia dinamica o sinfitosociologia. Tale approccio consiste nell'analisi integrata dei fattori ambientali abiotici (clima, litologia, geomorfologia, suolo, etc.) e della componente botanica. L'unità di base della sinfitosociologia è il sigmeto o serie di vegetazione, definita da Poldini & Sburlino (2005) come l'insieme di "tutte le associazioni legate da rapporti dinamici (sia di tipo regressivo che evolutivo) che si rinvengono all'interno di una tessella o unità ambientale". Il primo termine indica "una porzione di territorio ecologicamente omogenea capace di sostenere una determinata tipologia di vegetazione stabile o climax" (Rivas-Martínez, 1976), mentre il termine di "unità ambientale", che può essere considerato sinonimo di tessella, è stato proposto da Blasi et al. (2000) come elemento di base della gerarchizzazione del paesaggio.

Al fine di consentire un univoco sistema di individuazione e classificazione delle unità ambientali, la sinfitosociologia adotta i sistemi di classificazione proposti e perfezionati nel tempo da Rivas-Martínez e collaboratori, sia per quanto riguarda l'inquadramento bioclimatico (Rivas-Martínez, 1995; Rivas-Martínez et al., 1999; Rivas-Martínez & Rivas-Saenz, 1996-2009) che quello biogeografico (Ladero Alvarez et al., 1987; Rivas-Martínez et al., 2004).

Per quanto riguarda la caratterizzazione bioclimatica, la maggior parte del territorio sardo presenta un macrobioclima mediterraneo e bioclima pluvistagionale oceanico. L'area di studio, sulla base dei dati climatici delle stazioni di Pula, ricade nell'ambito del termotipo termomediterraneo superiore e ombrotipo secco inferiore (Bacchetta et al, 2006).

La Sardegna, secondo quanto proposto da Ladero Álvarez et al. (op. cit.), può essere inquadrata dal punto di vista biogeografico nell'ambito della Regione Mediterranea e, più precisamente, nella Subregione del Mediterraneo occidentale, Superprovincia Italo-Tirrenica, Provincia Sardo-Corsa. Una suddivisione della Subprovincia sarda in più settori, su base fisiografica e floristica, è stata proposta per gran parte del territorio sardo nelle schede di distretto del PFAR (Piano Forestale Ambientale Regionale). Per quanto riguarda l'area su cui ricade il Parco Eolico, Bacchetta et al. (2007) la includono nel settore Sulcitano-Iglesiente e nel sottosettore Sulcitano.

Sulla base di tale inquadramento, la carta delle serie di vegetazione dello stesso PFAR, e la successiva carta delle serie della vegetazione della Sardegna (Bacchetta et al., 2009) hanno

individuato, nel territorio che comprende l'abitato di Sarroch e le aree industriali più a nord, due unità ambientali, che si differenziano in funzione del substrato.

Nelle aree collinari o comunque con suoli poco evoluti, si è indicata la potenzialità per la "serie sarda, termomediterranea dell'olivastro", che ha come tappa matura le boscaglie termoxerofile dell'associazione *Asparago albi-Oleetum sylvestris*. Le specie dominanti sono *Olea europaea* var. *sylvestris* e *Pistacia lentiscus*, a cui si possono accompagnarsi *Euphorbia dendroides*, *Asparagus albus*, *Chamaerops humilis* e *Ceratonia siliqua*.

La prima tappa di sostituzione è rappresentata dalla macchia dell'associazione *Pistacio-Chamaeropetum humilis*, con *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis* e *Calicotome villosa*. L'ulteriore degrado della vegetazione porta allo sviluppo di garighe dei *Rosmarinetea officinalis* o, soprattutto in seguito ai ripetuti incendi, di cisteti dominati da *Cistus monspeliensis*, inquadrati nella classe *Cisto-Lavanduletea*.

Nelle aree pianeggianti, caratterizzate da suoli più profondi ed evoluti è stata invece indicata la potenzialità per la "serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera", che ha come tappa matura i boschi climatofili del *Galio scabri-Quercetum suberis*. Lo strato arboreo e quello arbustivo, oltre che da *Quercus suber* sono formati da *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* e *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*. La prima tappa di sostituzione è rappresentata dalle macchie alte dell'*Erico arboreae-Arbutetum unedonis*, mentre le comunità di gariga che derivano da un ulteriore degrado rientrano nella tipologia dei cisteti calcifughi della classe *Cisto-Lavanduletea*.

D.3.5.2 Descrizione della vegetazione presente nel sito di intervento

Il sito individuato per la costruzione dei due nuovi serbatoi ricade interamente all'interno dell'area industriale, così come l'area individuata per la logistica di cantiere ed il deposito delle terre da scavo.

All'interno di questa esistono limitati spazi occupati da formazioni naturali e seminaturali, in particolare macchie a olivastro e lentisco, oltre a settori interessati da opere di rimboschimento. Nelle aree più vicine al sito di intervento, dove è presente una copertura vegetale, si osserva un'assoluta prevalenza di comunità erbacee perenni, con una più ridotta presenza di cisteti a *Cistus monspeliensis*. Le sclerofille sono qua e là presenti, ma in formazioni basse e diradate. A nord-ovest delle superfici destinate alla realizzazione dei serbatoi e ad area di cantiere, in particolare, si possono osservare cespuglieti dominati da *Olea europaea* var. *sylvestris*, con presenza di *Pistacia lentiscus* e *Calicotome villosa*. Si tratta di formazioni basse e discontinue che non hanno le caratteristiche floristiche e strutturali delle vere e proprie boscaglie

dell'*Asparago albi-Oleetum sylvestris*, ma rappresentano uno stadio di evoluzione della copertura vegetale non ancora maturo.

Nell'area di cantiere ed in quella di deposito delle terre e rocce da scavo si osserva una tipologia di prato perenne ampiamente diffusa in vari settori dell'area industriale (Figura 49). Le specie dominanti sono *Daucus carota* e *Piptatherum miliaceum* ssp. *miliaceum*, la prima è considerata da Rivas-Martínez & Rivas-Saenz (1996-2009) un taxon caratteristico della classe *Artemisietea vulgaris*, che include le comunità, ruderali e nitrofile, dominate da alte graminacee perenni e cardi, che crescono in aree soleggiate nei territori mediterranei e temperati della Regione Olartica. In ambito termomediterraneo, su suoli profondi e nitrificati, in aree soggette ad elevata pressione antropica, spesso intensamente pascolate, si sviluppano le comunità dell'alleanza *Bromo-Piptatherion miliacei*, inclusa nella classe degli *Artemisietea vulgaris*. Sono caratteristiche dell'alleanza il già citato *P. miliaceum* e la camefita *Dittrichia viscosa*, altra specie particolarmente abbondante nell'area di cantiere. Nel complesso, pertanto, la vegetazione di questo settore è chiaramente inquadrabile tra le comunità indicatrici di un forte degrado ed è priva di qualsiasi interesse conservazionistico.

L'area individuata per la costruzione dei serbatoi si presenta allo stato attuale quasi del tutto priva di vegetazione (Figura 50). L'eliminazione della vegetazione ha determinato il taglio di erbe arbusti, fra i quali prevalentemente cisti e, in minor misura, esemplari di *Calicotome villosa* e *Olea europaea* var. *sylvestris*. In merito a questi ultimi, si deve precisare come si trattasse di esemplari di modeste dimensioni ed in numero insufficiente a costituire una macchia continua. Allo stato attuale permangono alcuni lembi di vegetazione erbacea (Figura 51) che si possono inquadrare, così come quelli osservati nell'area di cantiere, nell'alleanza *Bromo-Piptatherion miliacei*.

Accanto alle specie dominanti, sopra citate, sono state individuate soltanto specie tipiche delle aree antropizzate, soggette a incendio e/o pascolo. Mancano del tutto, nelle aree di intervento e in quelle adiacenti, specie di interesse conservazionistico o fitogeografico.



Figura 49 - Area di cantiere occupata da vegetazione sinantropica prevalentemente erbacea



Figura 50 - L'area su cui saranno realizzati i nuovi serbatoi vista da ovest



Figura 51 - L'area su cui saranno realizzati i nuovi serbatoi vista da est

D.3.6 Fauna

D.3.6.1 Caratteristiche del profilo e dell'ecosistema faunistico presenti nell'area di intervento

Nel seguito saranno illustrate le caratteristiche dell'ecosistema e del profilo faunistico rilevate nelle aree in cui è prevista l'installazione dei due nuovi serbatoi di gasolio.

A valle della ricostruzione della prevedibile composizione faunistica, si è proceduto ad analizzare le problematiche attinenti alla compatibilità del progetto in rapporto al profilo faunistico del territorio di interesse, sia relativamente alla fase di cantiere che di esercizio, individuando e stimando gli impatti negativi potenziali sulla componente ambientale e suggerendo, laddove necessario, le misure di mitigazione più opportune.

L'indagine faunistica ha previsto l'esecuzione di alcuni mirati sopralluoghi nell'area di intervento; contestualmente all'attività di ricognizione sul campo si è proceduto alla consultazione di materiale bibliografico e degli strati informativi di interesse tramite GIS.

Per quanto evidenziato in premessa, le *check-list* delle specie rilevate, di seguito riportate, scaturiscono dalle indagini sul campo eseguite nelle aree specifiche d'interesse, condotte nell'ultima decade del mese di giugno 2016.

Si sottolinea che il periodo in cui sono stati svolti i sopralluoghi è particolarmente favorevole alla contattabilità di alcune specie appartenenti alla classe degli Uccelli, in particolar modo quelle appartenenti all'avifauna nidificante (generalmente rilevabile maggiormente nel periodo di aprile-giugno) e di altre specie appartenenti alle classi degli Anfibi, dei Rettili e dei Mammiferi.

In definitiva, al fine di procedere alla formulazione delle considerazioni e valutazioni richieste nell'ambito del presente SIA, i dati raccolti sul campo sono stati integrati attraverso la consultazione bibliografica dei sopracitati studi recenti condotti nell'area circostante, di quelli di area vasta e su scala regionale; laddove non disponibili, le idoneità potenziali faunistiche sono state verificate mediante modelli ambientali.

Le specie oggetto di indagine sul campo e nella fase di ricerca bibliografica, appartengono ai quattro principali gruppi sistematici dei Vertebrati terrestri, Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi; la scelta di tali gruppi faunistici rispetto ad altri gruppi di vertebrati o di invertebrati, è stata determinata esclusivamente sulla base della potenziale presenza di alcune specie in relazione alle caratteristiche del territorio, ed anche per la loro maggiore sensibilità alla presenza dell'uomo, oltreché in funzione delle specifiche tecniche costruttive e di esercizio dei serbatoi e della rete viaria di servizio in progetto.

Durante i sopralluoghi sono stati eseguiti rilievi fotografici come supporto descrittivo per la ricostruzione delle caratteristiche generali del territorio indagato.

Assunto che l'intervento in oggetto prevede la localizzazione di entrambi i serbatoi all'interno di un'area a destinazione industriale e in adiacenza ad altri serbatoi già operativi, l'area di indagine è coincisa con il lotto oggetto d'intervento progettuale (Figura 52).

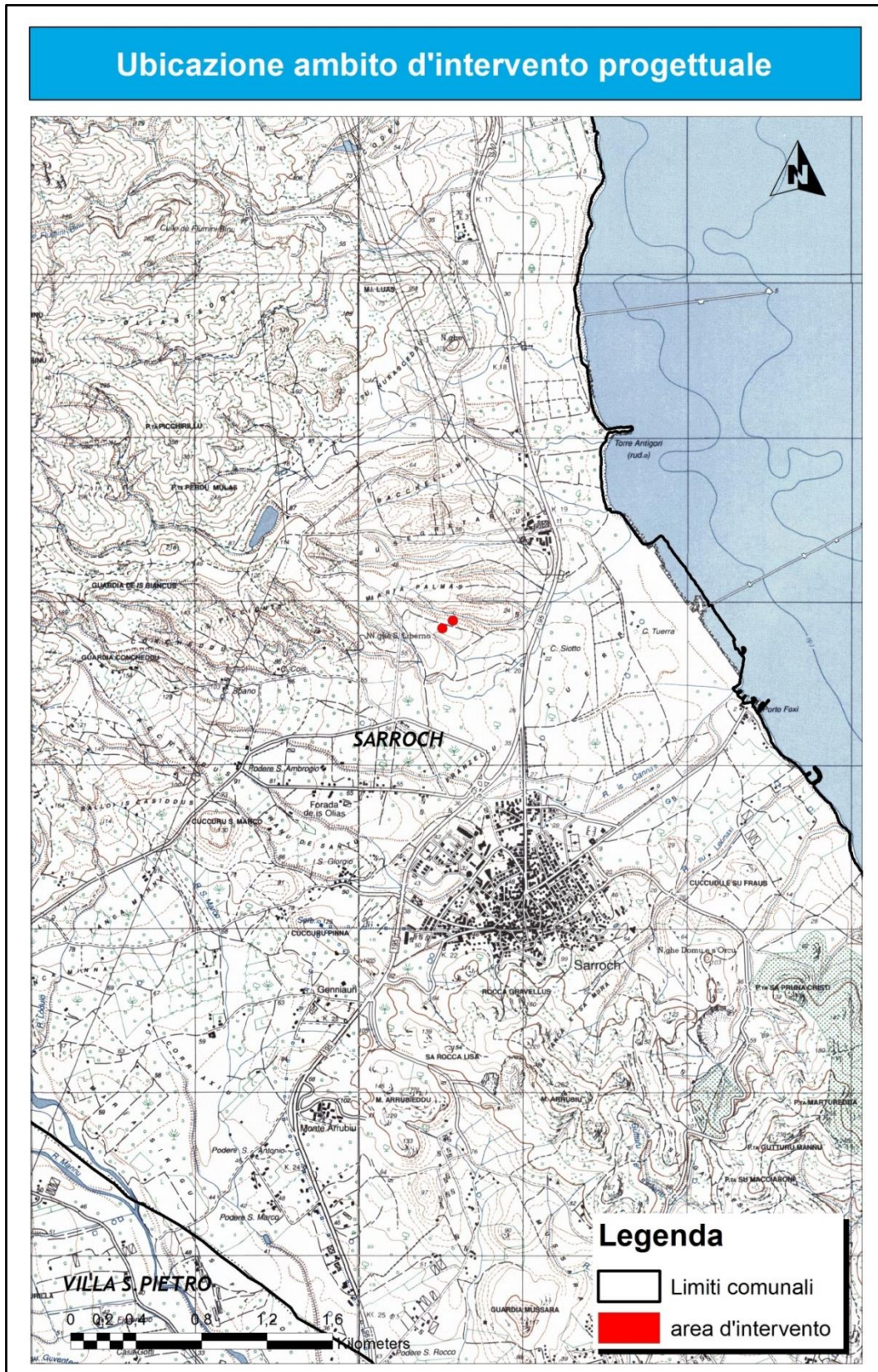


Figura 52 - Inquadramento area d'intervento progettuale e ambito faunistico di rilevamento

D.3.6.2 Verifica circa la presenza di aree sottoposte a tutela naturalistica

L'area individuata per l'installazione dei due nuovi serbatoi ed annesse infrastrutture di servizio non ricade all'interno di nessuna tipologia di area protetta individuata dalle normative comunitarie, nazionali e regionali (Figura 53).

In particolare è stato verificato che il più vicino SIC si riferisce alla "*Foresta di Monte Arcosu*", distante circa 4,5 km dal sito d'intervento. Nell'ambito territoriale di interesse sono assenti Zone di Protezione Speciale (ZPS), Important Bird Areas (IBA) ed aree protette richiamate dalla L.N. 394/91.

Per quanto attiene ai rapporti con zone protette ai sensi della L.R. 31/89, il sito di intervento dista circa 1,8 km dal "*Parco Regionale del Sulcis*" (*Gutturu Mannu*) e circa 7,5 km dall'area di rilevante interesse naturalistico denominata "*S'Arcu de Antoni Sanna*"; riguardo invece a quanto indicato dalla Legge Regionale 23/98, relativa alla protezione della fauna selvatica, sono presenti nell'area vasta due istituti: un'oasi di protezione faunistica, denominata "*Is Cannoneris*", i cui confini distano circa 3,5 km dal sito in esame, ed un'area autogestita di caccia denominata "*Is Gilladas*" distante da questo circa 4,5 km. Quest'ultima tipologia di area, regolamentata dalla suddetta L.R., pur non essendo un'area protetta in quanto al suo interno si svolge l'attività venatoria riservata ai soli soci, è comunque fonte di informazione a livello locale circa la presenza/assenza di specie di interesse venatorio e conservazionistico come la *Pernice sarda* e la *Lepre sarda*.

Attualmente la perimetrazione di tutti gli Istituti Faunistici è stata rielaborata a seguito della stesura del Piano Faunistico Venatorio Provinciale e si è in attesa dell'approvazione del Piano Faunistico Venatorio Regionale dal quale si dedurranno le scelte gestionali e di conservazione in materia di fauna selvatica.

Si evidenzia infine che le aree protette ex L.R. 23/98 sopra richiamate sono geograficamente sovrapposte e incluse nell'ambito geografico montano-forestale del Sulcis.

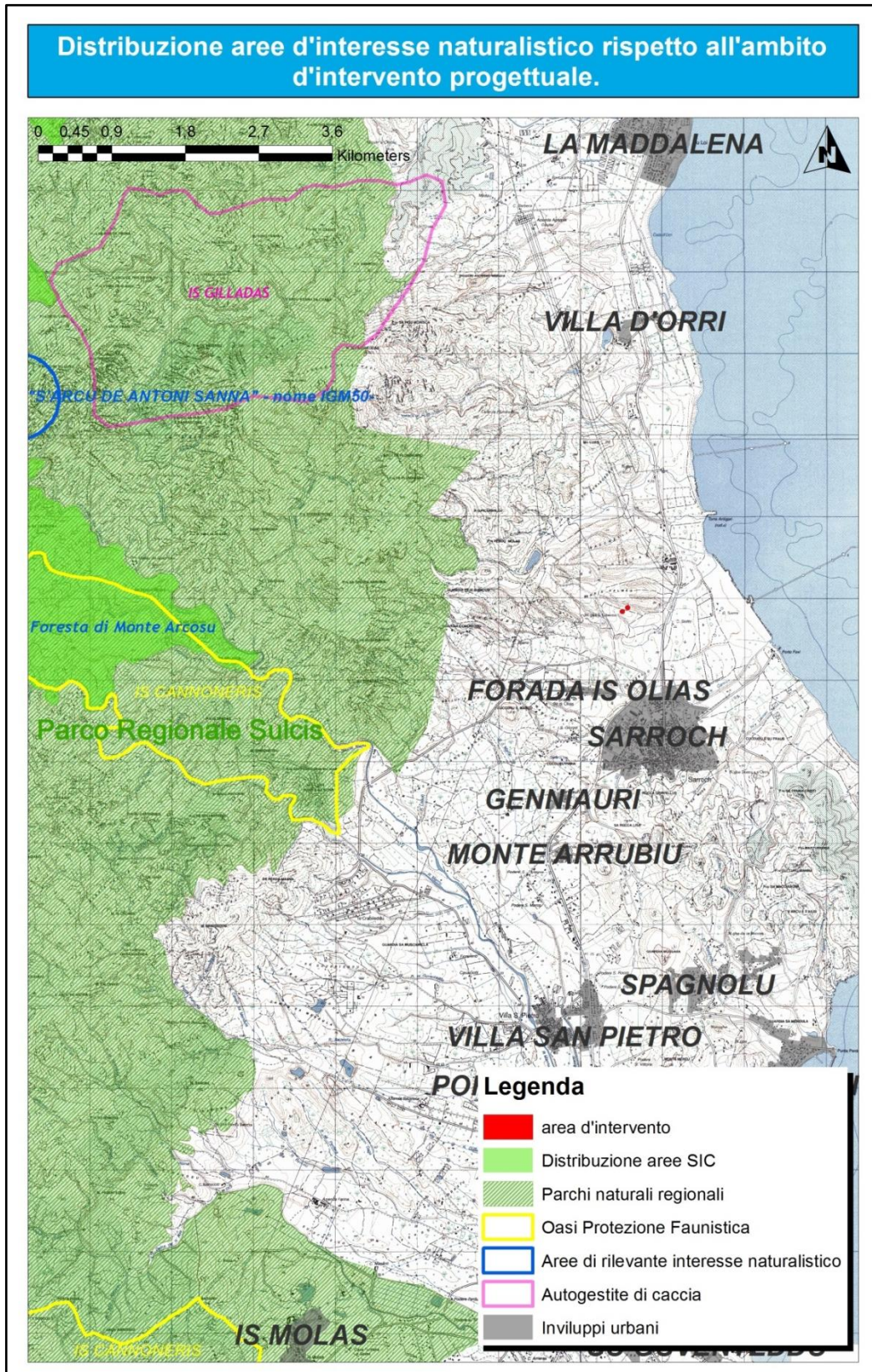


Figura 53 - Carta della distribuzione delle tipologie di "aree protette" più prossime al sito di progetto

D.3.6.3 Profilo ed ecosistema faunistico dell'area in esame

D.3.6.3.1 Aspetti generali

Come accennato in precedenza, le caratteristiche faunistiche presenti nelle aree di interesse sono state verificate all'interno dei limiti dell'area di stretta pertinenza degli interventi in progetto. Ciò in ragione del fatto che le aree contermini risultano comunque ricadere in ambito industriale e pertanto, di fatto, condizionate da tale destinazione d'uso. La valutazione dei potenziali impatti sulla componente faunistica, sia nella fase di cantiere che di esercizio, attiene in ogni caso all'area d'intervento ed alle superfici immediatamente circostanti.

I rilievi condotti sul campo, le caratteristiche ambientali delle superfici ricadenti all'interno dell'area di indagine faunistica e la consultazione del materiale bibliografico, hanno consentito di individuare e descrivere il profilo faunistico suddiviso nelle 4 classi di vertebrati terrestri, in accordo con quanto riportato nei paragrafi seguenti. Per ciascuna classe è stato evidenziato lo status conservazionistico secondo le categorie IUCN e/o l'inclusione nell'allegato delle specie protette secondo la L.R. 23/98. Per la classe degli uccelli sono indicate, inoltre, altre categorie quali SPEC, cioè priorità di conservazione, l'inclusione o meno negli allegati della Direttiva Uccelli e lo status conservazionistico riportato nella Lista Rossa degli Uccelli nidificanti in Italia aggiornata al 2012.

D.3.6.3.2 Elenco delle specie faunistiche presenti nell'area di indagine

Nella Tabella 11 sono riportate le specie di uccelli rilevate in occasione dei rilievi sul campo. In Figura 56 è invece indicato il numero di specie potenziali in relazione alle caratteristiche ambientali che contraddistinguono l'area oggetto d'intervento.

D.3.6.3.2.1 Classe uccelli

Tabella 11 - Elenco delle specie di avifauna presenti nell'area di indagine faunistica

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
CHARADRIFORMES									
1. <i>Larus michahellis</i>	Gabbiano reale zampegiale	14	SB par	II/2		LC	LC		P
PASSERIFORMES									
2. <i>Saxicola torquata</i>	Saltimpalo	C	SB, Mreg , W?			LC	VU		P
3. <i>Sylvia sarda</i>	Magnanina sarda	M 7	SB, M?	I		LC	LC		
4. <i>Sylvia undata</i>	Magnanina	M 3	SB, M?	I	2	NT	VU		
5. <i>Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto	M 4	SB, M?			LC	LC		
6. <i>Sylvia atricapilla</i>	Capinera	11	SB, Mreg , W			LC	LC		P
7. <i>Muscicapa striata</i>	Pigliamosche	11	Mreg Breg		3	LC	LC		P
8. <i>Corvus corone</i>	Cornacchia grigia	11	SB, M?	II/2		LC	LC		
9. <i>Passer hispaniolensis</i>	Passera sarda	M 1	SB			LC	VU		
10. <i>Carduelis chloris</i>	Verdone	16	SB, Mreg , W			LC	NT		P
11. <i>Carduelis carduelis</i>	Cardellino	11	SB, Mreg			LC	NT		P

Per quanto riguarda la classificazione e la nomenclatura riportata nella Tabella 11, utilizzata per definire il profilo corologico avifaunistico dell'area di indagine, la stessa è tratta da *Boano e Brichetti* (1989) e *Boano et al.* (1990). Di seguito sono riportate le abbreviazioni che riguardano le categorie corologiche:

A1 – cosmopolita: propria delle specie presenti in tutte le principali regioni zoogeografiche;

A2 – sub cosmopolita: delle specie assenti da una sola delle principali regioni zoogeografiche;

B – paleartico/paleo tropicale/australasiana: delle specie la cui distribuzione interessa le regioni Paleartica, Afrotropicale, Orientale ed Australasiana. Spesso le specie che presentano questa distribuzione, nella Paleartica sono limitate alle zone meridionali;

C – paleartico/paleotropicale: delle specie distribuite ampiamente nelle regioni Paleartica, Afrotropicale e Orientale. Anche la maggior parte di queste specie presenta una distribuzione ridotta alle zone meridionali della regione Paleartica;

D1 – paleartico/afrotropicale: delle specie ad ampia distribuzione nelle due regioni;

E – paleartico/orientale: delle specie la cui distribuzione interessa le regioni Paleartica ed Orientale. Alcune specie (acquatiche) hanno una distribuzione estesa ad una limitata parte della regione Australasiana.

F1 – oloartica: propria delle specie ampiamente distribuite nelle regioni Neartica e Paleartica;

F2 – artica: come sopra, ma limitata alle regioni artiche circumpolari. Alcune specie marine possono estendere il loro areale verso sud lungo le coste atlantiche; le specie nidificanti in Italia appartenenti a questa categoria hanno una chiara distribuzione boreoalpina;

I1 – olopaleartica: propria delle specie la cui distribuzione include tutte le sottoregioni della Paleartica;

I2 – euroasiatica: come sopra, ad esclusione dell’Africa settentrionale;

I3 – eurosibirica: come sopra, con l’ulteriore esclusione dell’Asia centrale a sud del 50° parallelo; nelle regioni meridionali sono limitate alle sole regioni montuose;

I4 – eurocentroasiatica: delle specie assenti dalla Siberia. In Europa la loro distribuzione è prevalentemente meridionale.

L1 – europea (sensu lato): delle specie la cui distribuzione, principalmente incentrata sull’Europa, può interessare anche l’Anatolia ed il Maghreb, oltre ad estendersi ad est degli Urali fino all’Ob;

L2 – europea (sensu stricto): distribuzione limitata all’Europa od a parte di essa;

M1 – mediterraneo/turanica: propria delle specie la cui distribuzione mediterranea si estende ad est fino al bassopiano aralo-caspico;

M3 – mediterraneo/atlantica: delle specie la cui distribuzione interessa anche le zone costiere atlantiche europee. Nel Mediterraneo presentano una distribuzione prevalentemente occidentale;

M4 – mediterraneo/macaronese: delle specie presenti anche nelle isole dell’Atlantico orientale (Azzorre, Canarie e Madera);

M5 – olomediterranea: delle specie la cui distribuzione interessa tutta la sottoregione mediterranea definita in termini bioclimatici;

M7 – W/mediterranea: delle specie distribuite nel settore occidentale del Mediterraneo.

Per quanto riguarda la classificazione e la nomenclatura utilizzata per definire il profilo fenologico avifaunistico dell'area di indagine, in accordo con quanto adottato nell'elenco degli uccelli della Sardegna (*Grussu M., 2001*), le sigle adottate hanno i seguenti significati:

S – sedentaria, specie o popolazione legata per tutto l'anno alla Sardegna;

M – migratrice, specie o popolazione che passa in Sardegna annualmente durante gli spostamenti dalle aree di nidificazione a quelle di svernamento senza nidificare o svernare nell'Isola;

B – nidificante, specie o popolazione che porta a termine il ciclo riproduttivo in Sardegna;

W – svernante, specie o popolazione migratrice che passa l'inverno o gran parte di questo in Sardegna, ripartendo in primavera verso le aree di nidificazione;

E – specie presente con individui adulti durante il periodo riproduttivo senza nidificare, o con un numero di individui nettamente superiore alla popolazione nidificante;

A – accidentale, specie che capita in Sardegna in modo sporadico;

reg. – regolare

irr. – irregolare

? – indica che lo status a cui è associato è incerto.

In merito alle SPEC, in Tabella 11 sono indicati con un numero da 1 a 3 quelle specie la cui conservazione risulta di particolare importanza per l'Europa (*BirdLife International 2004*). Laddove ciò non sia indicato significa che la specie non rientra tra le categorie SPEC. La priorità decresce da 1 a 3 secondo il seguente schema:

SPEC 1 - specie globalmente minacciate e quindi di particolare importanza conservazionistica a livello globale.

SPEC 2 - specie che non hanno uno stato di conservazione favorevole e la cui popolazione è concentrata in Europa.

SPEC 3 - specie che non hanno uno stato di conservazione favorevole in Europa, ma le cui popolazioni non sono concentrate in Europa. Le specie non contrassegnate da alcuna categoria presentano popolazioni o areali concentrati in Europa e sono caratterizzate da un favorevole stato di conservazione (SPEC4 e non-SPEC). Il livello di importanza conservazionistica su scala europea è indicato dalla categoria SPEC mentre l'urgenza dell'azione di conservazione è valutata sulla base del grado di minaccia in relazione alle categorie assegnate per ognuna delle specie rilevabili dal Libro Rosso IUCN secondo lo schema proposto nella Figura 54.

A livello nazionale, lo stato di minaccia delle specie riscontrate è evidenziato dalla categorie evidenziate secondo la *Lista Rossa 2011 degli uccelli nidificanti in Italia (Peronace et. al., 2012)* che adotta le medesime categorie della precedente lista rossa IUCN e con lo schema riproposto in Figura 55. Le specie incluse nella direttiva 79/409/CEE (oggi 147/2009) e successive modifiche, sono suddivise in vari allegati. Nell'allegato 1 sono comprese le specie soggette a speciali misure di conservazione dei loro habitat per assicurare la loro sopravvivenza e conservazione; le specie degli allegati 2 e 3 possono essere cacciate secondo le leggi degli Stati interessati. Infine anche la citata L.R. 23/98, che contiene le norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio dell'attività venatoria in Sardegna, prevede un allegato nel quale sono indicati un elenco delle specie di fauna selvatica particolarmente protetta e, contrassegnate da un asterisco, le specie per le quali la Regione Sardegna adotta provvedimenti prioritari atti ad istituire un regime di rigorosa tutela dei loro habitat.

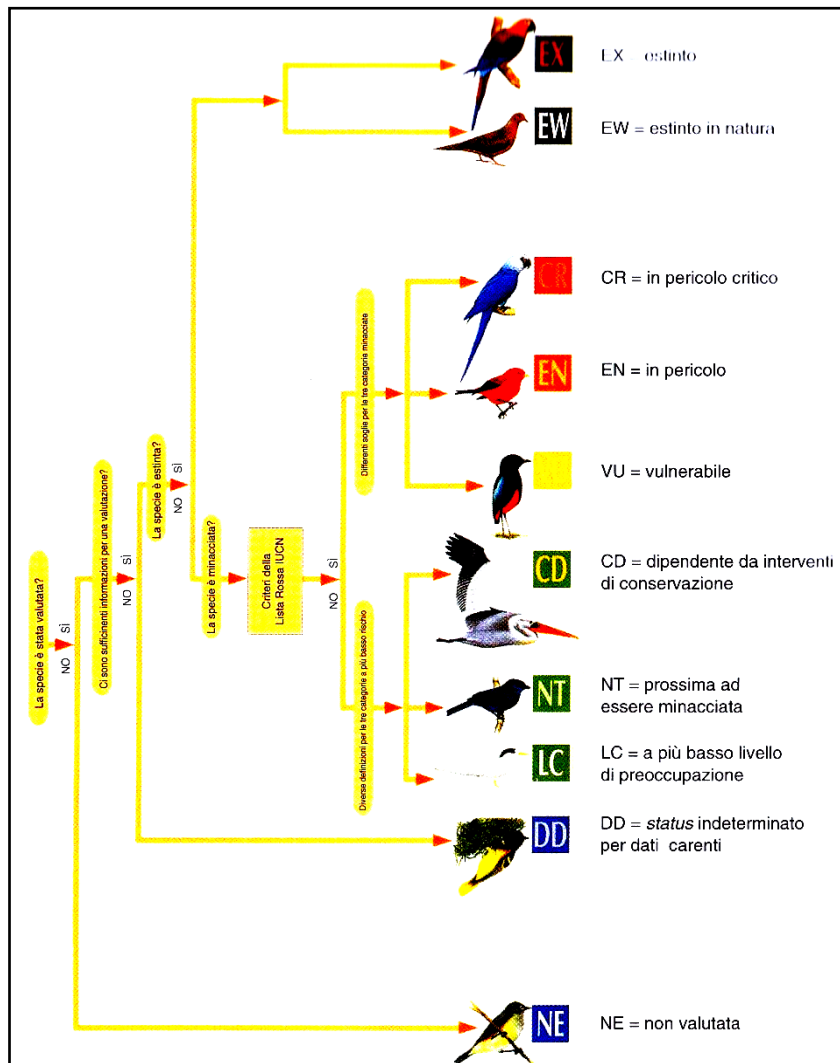


Figura 54 - Categorie di minaccia IUCN (BirdLife International, 2000)

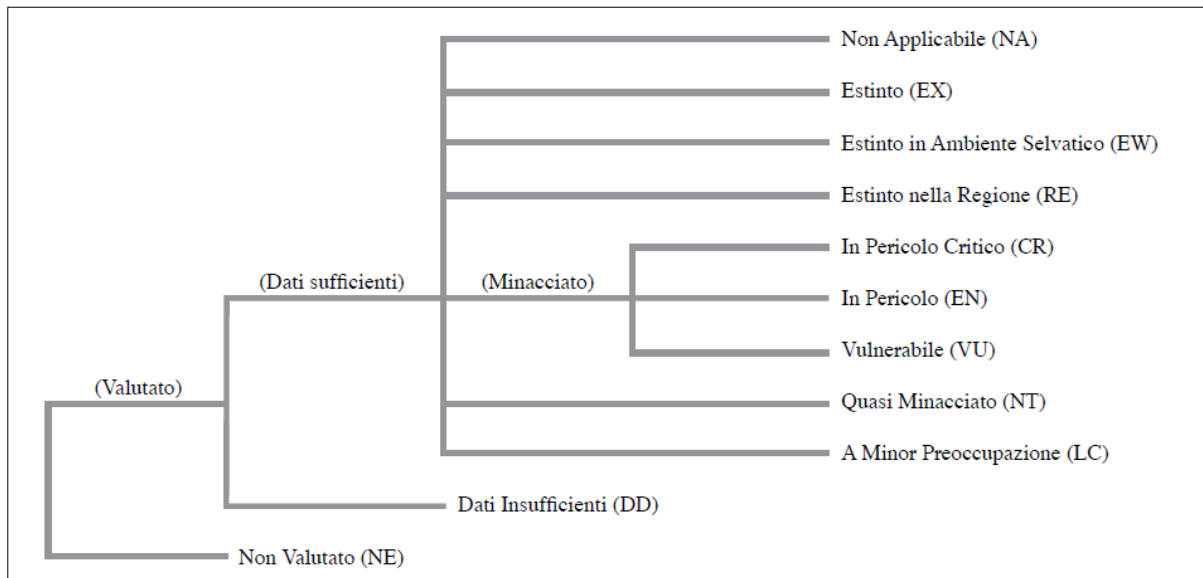


Figura 55 - Struttura delle categorie IUCN adottate nella Lista Rossa 2012 degli Uccelli Nidificanti in Italia

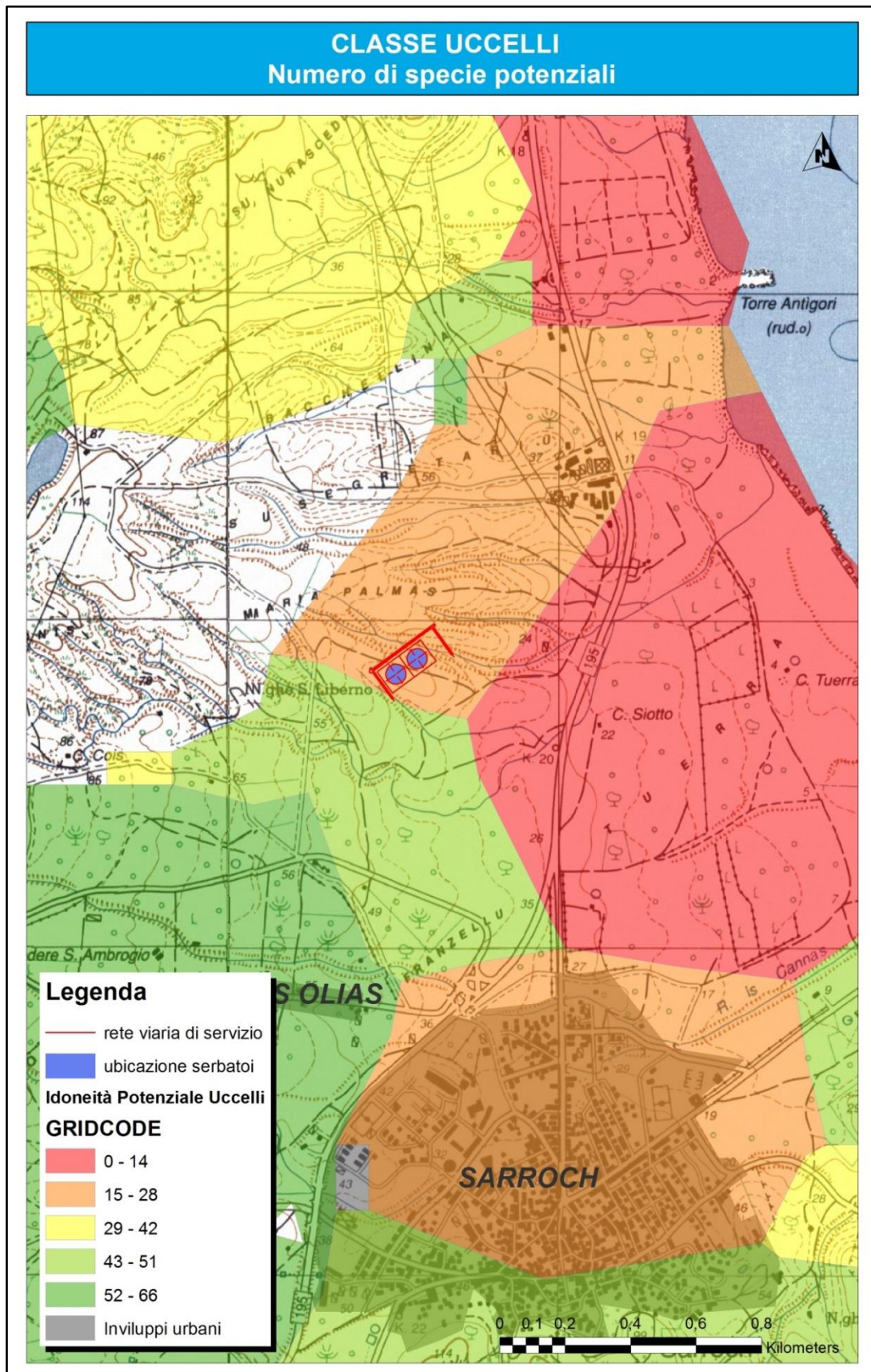


Figura 56 - Mappa distribuzione del numero potenziale di specie di uccelli.

Nome File: AM-RTS10004_SIA - Quadro di riferimento ambientale.docx

D.3.6.3.2.2 Classe mammiferi

Tra i mammiferi carnivori, in relazione alle caratteristiche ambientali rilevate sul campo, si evidenzia medio-bassa la probabilità di presenza della *Volpe sarda*; verosimilmente assenti si ritengono la *Martora*, la *Donnola* ed il *Gatto selvatico*. Sono presenti, inoltre, la *Lepre sarda* ed il *Coniglio selvatico*, specie accertate a seguito della raccolta di informazioni in loco ed in relazione preliminare consultazione dei dati di abbattimento delle autogestite di caccia presenti nella zona.

Il *Riccio europeo* è da ritenersi specie potenzialmente presente soprattutto nei settori che comprendono le aree in cui è maggiormente diffusa la macchia mediterranea; densità più basse sono, al contrario, ipotizzabili nei restanti settori, a causa delle caratteristiche degli ambienti particolarmente omogenei ed in cui le aree rifugio sono limitate agli elementi vegetali spontanei con elementi arbustivi isolati.

Tabella 12 - Elenco delle specie di mammiferi presenti nell'area di indagine faunistica

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
CARNIVORI					
1. <i>Vulpes vulpes ichnusae</i>	Volpe sarda		LC	LC	
INSETTIVORI					
3. <i>Erinaceus europaeus italicus</i>	Riccio		LC	LC	
LAGOMORFI					
4. <i>Oryctolagus cuniculus huxleyi</i>	Coniglio selvatico		NT		
CHIROTTERI					
3. <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrello nano	All. IV	LC	LC	
4. <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrello albolimbato	All. IV	LC	LC	
5. <i>Hypsugo savii</i>	Pipistrello di Savi	All. IV	LC	LC	
7. <i>Tadarida teniotis</i>	Molosso di Cestoni	All. IV	LC	LC	

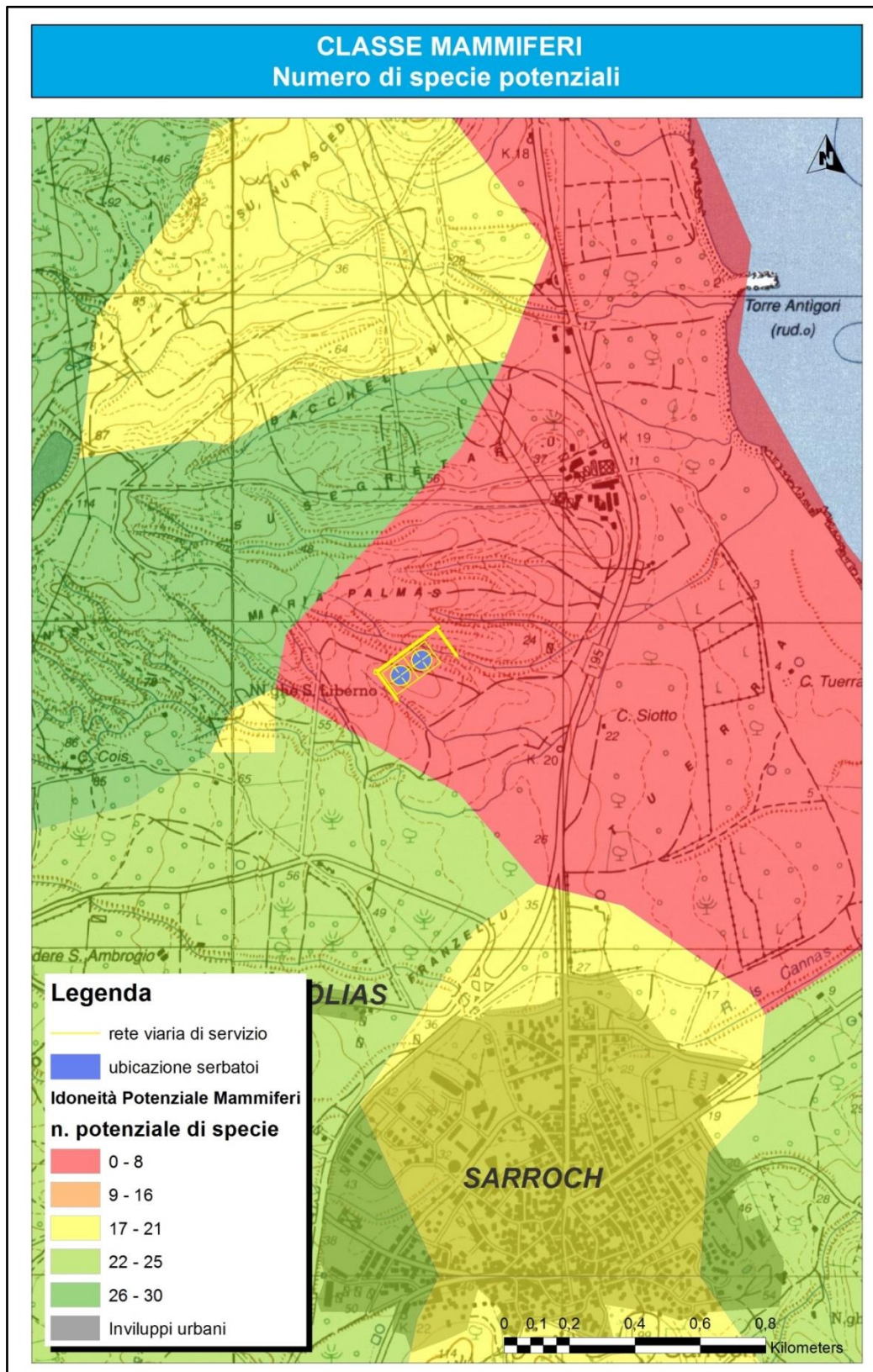


Figura 57 – Mappa distribuzione del numero potenziale di specie di mammiferi.

D.3.6.3.2.3 Classe rettili

Tra le specie di rilievo elencate in Tabella 13, quella di maggiore importanza conservazionistica, in quanto endemismo, risulta essere la *Lucertola tirrenica* (endemismo sardo) che nell'Isola risulta essere una specie comune e discretamente diffusa. Le celle vuote riportate in Tabella 13 indicano che la specie corrispondente non rientra in nessuna categoria di minaccia o non è richiamata negli allegati delle normative indicate. La Figura 58 riporta la distribuzione del numero potenziale di specie di rettili.

Tabella 13 - Elenco delle specie di rettili presenti nell'area di indagine faunistica

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
SQUAMATA					
1. <i>Podarcis sicula</i>	Lucertola campestre	All. IV	LC	LC	
2. <i>Podarcis tiliguerta</i>	Lucertola tirrenica	All. IV	NT	LC	All. 1
3. <i>Chalcides chalcides</i>	Luscengola comune		LC	LC	
4. <i>Hierophis viridiflavus</i>	Biacco	All. IV	LC	LC	All. 1

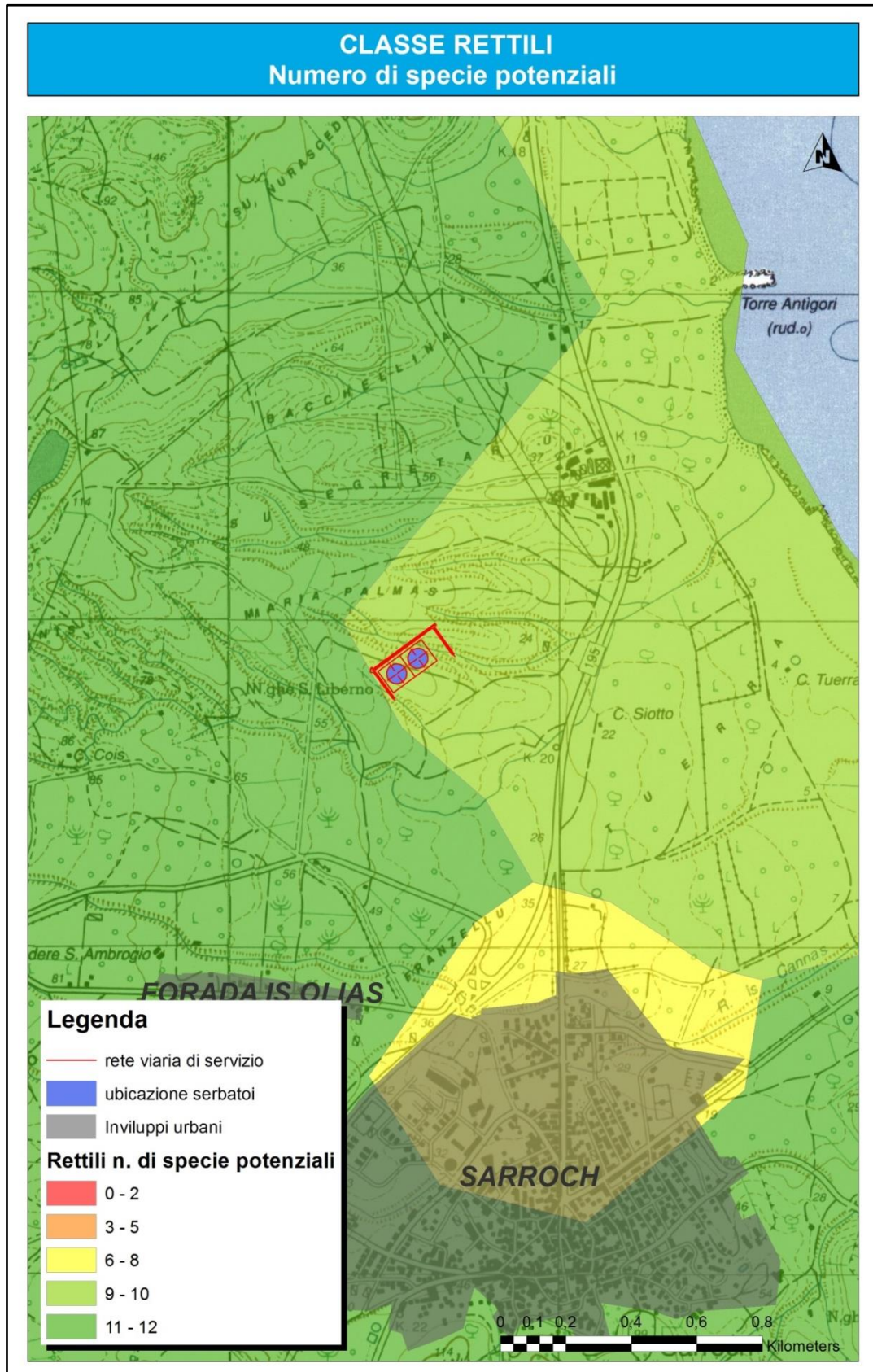


Figura 58 – Mappa distribuzione del numero potenziale di specie di rettili

D.3.6.3.2.4 Classe anfibi

Per quanto riguarda le specie di anfibi (Tabella 14) si esclude la presenza di specie di notevole importanza conservazionistica quali tutti i *geotritoni*, del *Tritone sardo* e del *Discoglossus sardo*; ciò in quanto, come già esposto, sono assenti le condizioni ecosistemiche idonee a tali specie nell'area in esame. È ritenuta poco probabile la presenza del *Rospo smeraldino* ed assente invece la *Raganella sarda*, in quanto assenti ecosistemi d'acqua dolce. La mappa di distribuzione del numero potenziale di specie di anfibi è riportata in Figura 59.

Tabella 14 - Elenco delle specie di anfibi presenti nell'area di indagine faunistica

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
<i>ANURA</i>					
1. <i>Bufo viridis</i>	Rospo smeraldino	All. IV	LC	LC	

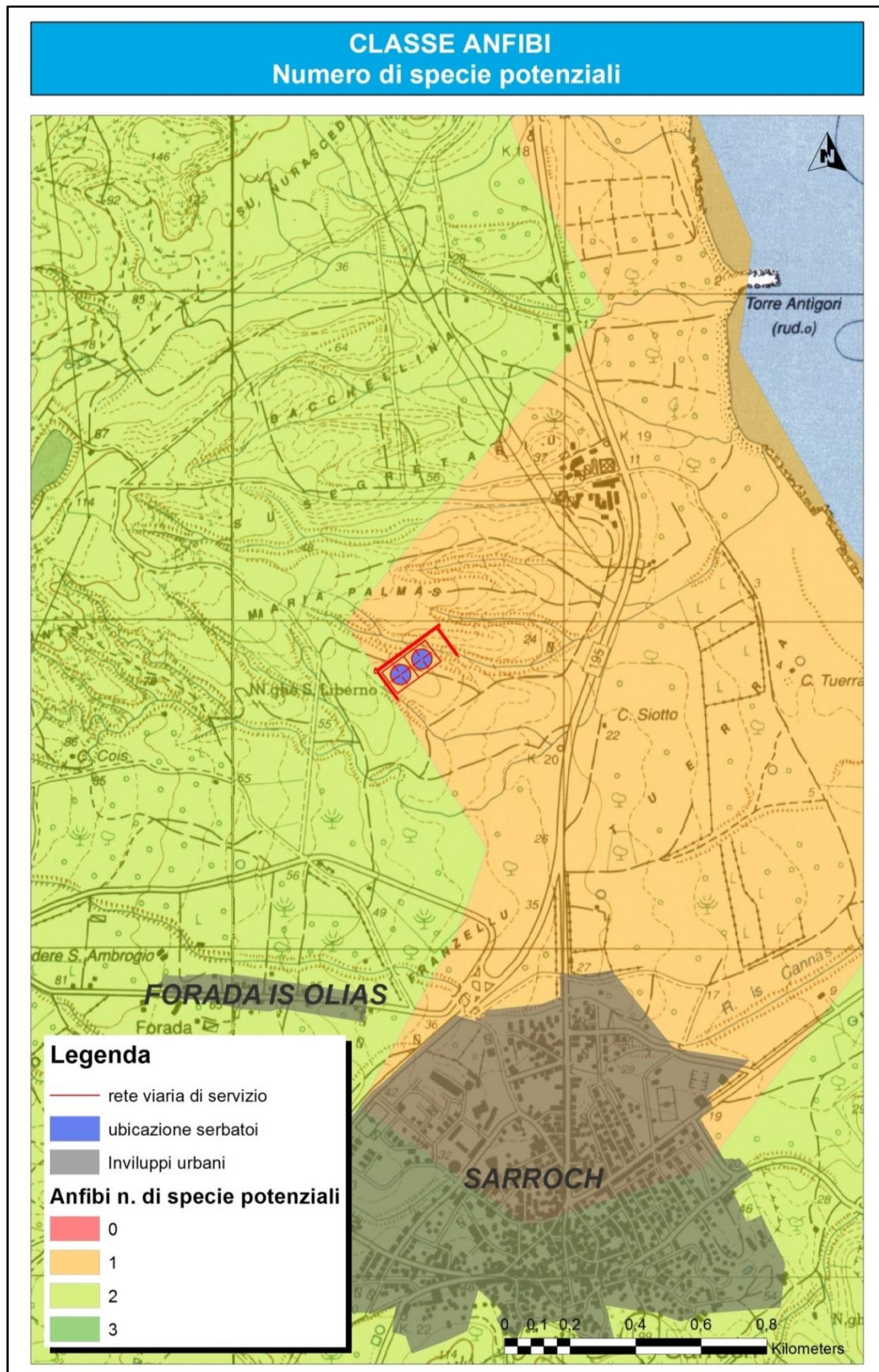


Figura 59 – Mappa distribuzione del numero potenziale di specie di anfibi

Nome File: AM-RTS10004_SIA - Quadro di riferimento ambientale.docx

D.3.6.4 Verifica importanza ecosistemica dell'area d'intervento progettuale dalla carta della Natura della Sardegna

I tematismi estrapolati dalla Carta della Natura della Regione Sardegna evidenziano che l'area in esame ricade in un ambito ambientale in cui il *Valore Ecologico VE* è valutato "basso" (Figura 60). L'attribuzione di questo valore discende dall'impiego di un set d'indicatori quali la presenza di aree e habitat segnalati in direttive comunitarie, le componenti di biodiversità degli habitat (numero di specie floristiche e faunistiche) ed alcuni parametri attinenti all'ecologia del paesaggio come la superficie, la rarità e la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi.

Dalla stessa carta tematica è possibile estrapolare anche la *Sensibilità Ecologica SE* (Figura 61), che indica invece quanto un biotopo sia soggetto al rischio di degrado. La valutazione tiene conto della presenza di specie animali o vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione.

Come evidenziato dalle carte tematiche seguenti, il sito di intervento ricade in un'area che sotto il profilo ecosistemico risulta essere di scarsa rilevanza in quanto profondamente modificata a causa della destinazione d'uso spiccatamente industriale che da decenni contraddistingue una parte del territorio costiero del comune di Sarroch.

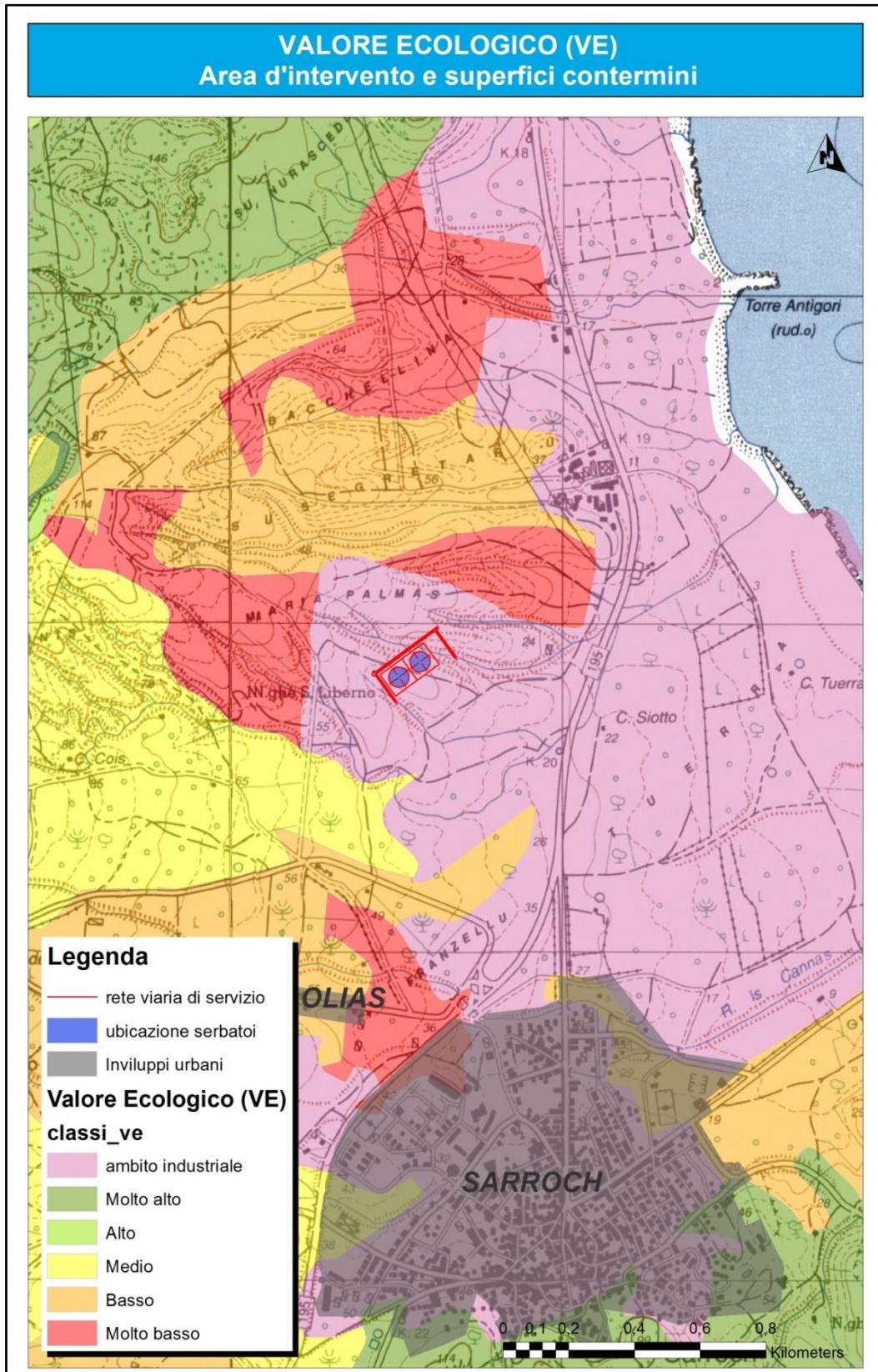


Figura 60 – Valore ecologico dell'area d'indagine faunistica e delle zone oggetto di intervento progettuale

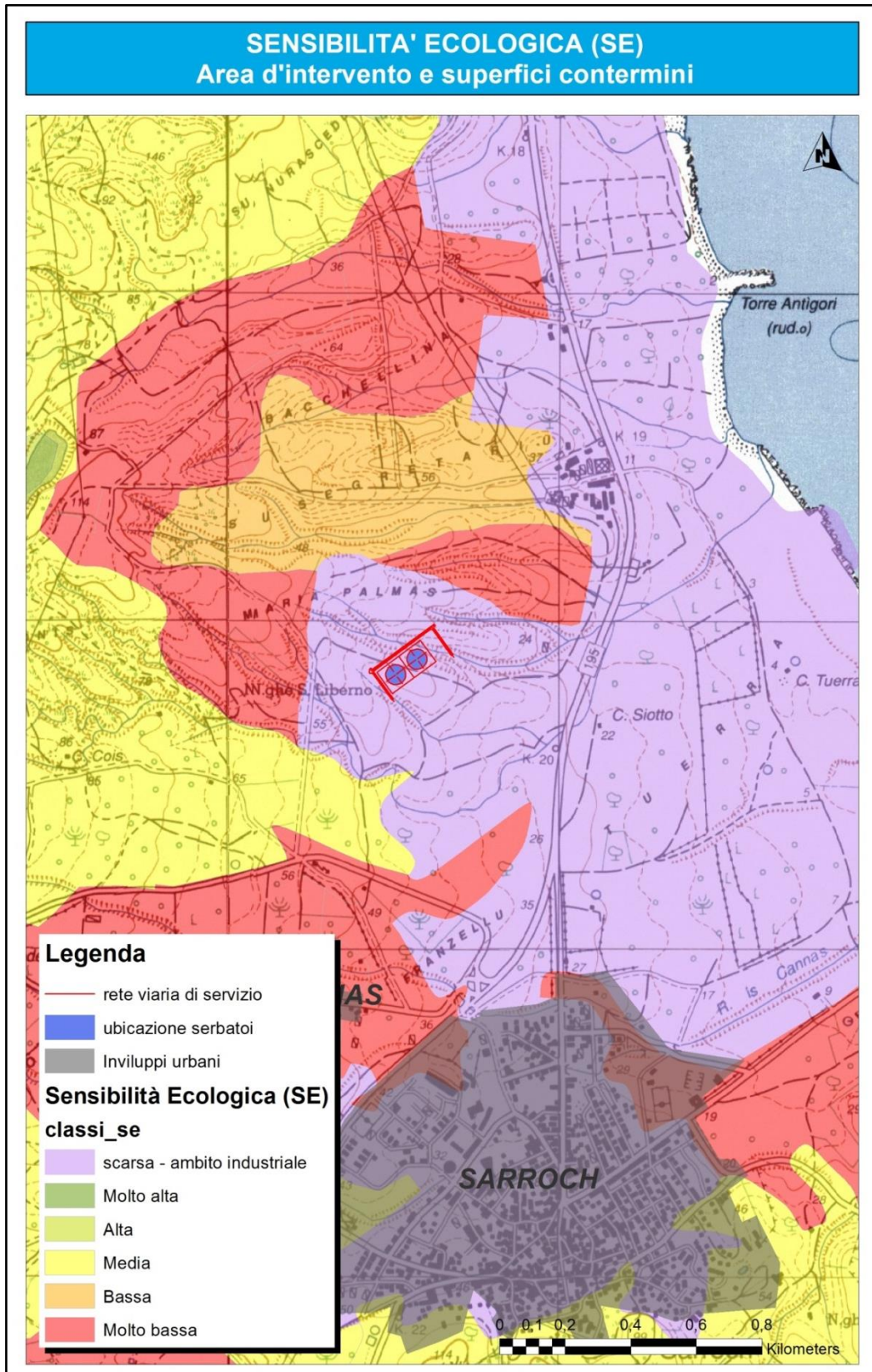


Figura 61 – Sensibilità ecologica dell'area d'indagine faunistica e delle zone oggetto di intervento progettuale

D.3.7 Salute pubblica

D.3.7.1 Premessa

Per le finalità di individuazione e valutazione degli impatti ambientali del progetto, il tema della Salute pubblica sarà analizzato in rapporto ai potenziali effetti dell'intervento alla scala locale, potendosi considerare trascurabili gli effetti indiretti incrementali su scala planetaria, associati al bilancio delle emissioni di gas-serra, in rapporto all'attuale quadro emissivo del sistema Raffineria + IGCC Sarlux.

Con tali presupposti, a livello locale, i potenziali riflessi del progetto sulla componente in esame devono correlarsi principalmente ai seguenti aspetti ambientali, analizzati in dettaglio in specifiche sezioni del presente SIA (Quadri progettuale e/o ambientale) o nell'allegata *Analisi di rischio di incidente rilevante* (Elaborato OPI16012STRIR-E02):

- Effetti sulla qualità dell'aria, per effetto dell'introduzione di nuovi punti di emissione non convogliata di COV, da valutarsi in termini di variazione del quadro emissivo dello Stabilimento Sarlux tra lo scenario attuale e quello di progetto (cfr. par. D.4.1.3);
- rischi di alterazione della qualità dei terreni e delle acque, superficiali e sotterranee, a seguito di eventi accidentali (rilasci e dispersioni al suolo di prodotto in fase libera);
- emissione di rumore associata al processo costruttivo ed alla fase gestione dei nuovi serbatoi di gasolio (Elaborato AM-RTS10009 – Studio previsionale di impatto acustico);
- sicurezza e salute sul lavoro, in relazione ai rischi di infortuni e malattie professionali a carico degli addetti, sia in fase di costruzione che di esercizio, nonché al rischio industriale legato ai processi ed ai prodotti utilizzati/stoccati in Stabilimento, con effetti potenziali sul personale operante presso il sito industriale e sulla popolazione.

Ai fini della ricostruzione dell'attuale stato qualitativo della componente, nel seguito si farà riferimento ai dati pubblicati sullo stato di salute delle popolazioni del territorio in esame e dell'area di Sarroch in particolare. I primi dati disponibili, riferiti al ventennio 1981÷2001, sono scaturiti da uno specifico studio condotto promosso dal Ministero della Salute sulle popolazioni residenti in aree interessate da poli industriali, minerari e militari della regione Sardegna pubblicato nel 2005³.

³ Regione Autonoma della Sardegna – Ass.to dell'Igiene e Sanità e dell'Assistenza sociale. Rapporto sullo stato di salute delle popolazioni residenti in aree interessate da poli industriali, minerari e militari della regione Sardegna – Sintesi preliminare

Anche sotto l'impulso dei dati emersi dal citato rapporto, a partire dal 2005 è stato avviato il progetto "Sarroch Ambiente e Salute", del quale si riportano nel seguito le più recenti evidenze. Il Progetto Sarroch Ambiente e Salute è un piano integrato di studi epidemiologici e di interventi di sanità pubblica promosso e diretto dall'Amministrazione del comune di Sarroch e realizzato con il contributo di ricercatori delle Università di Firenze e Udine, dell'Azienda sanitaria e della Università di Cagliari.

Il Progetto si pone l'obiettivo di studiare e individuare soluzioni per migliorare le condizioni ambientali, la salute e la qualità della vita dei cittadini di Sarroch. Nella fase iniziale il Progetto risultava composto di:

1. **Un Rapporto sullo stato di salute degli abitanti:** ha avuto lo scopo di verificare lo stato di salute della popolazione residente. Uno studio di epidemiologia descrittiva che ha visto coinvolti un'equipe di esperti di diverse Istituzioni Regionali e Nazionali.
2. **Linee guida sui disturbi respiratori nell'infanzia:** per la diagnosi e il trattamento dei disturbi respiratori dell'infanzia, in cui si descrive come devono agire i medici per individuare tutti i casi di asma e per trattarli nel modo più efficace, contengono inoltre raccomandazione sul comportamento da tenere da parte di tutti i cittadini.
3. **Monitoraggio della qualità dell'aria:** il controllo delle emissioni è stato effettuato da una rete di rilevamento atmosferico composta da quattro centraline fisse e da una mobile, gestite dalla Provincia di Cagliari. Una centralina mobile di proprietà del Comune di Sarroch. Dieci centraline di proprietà dell'Industria. Per l'intera durata dello studio sono stati attivati sul territorio venti punti di rilevazione passiva, capaci di fornire un quadro più completo della qualità dell'aria del territorio comunale.
4. **Uno studio trasversale sulla popolazione scolastica di Sarroch e Burcei:** i bambini delle Scuole Elementari e i ragazzi delle Scuole Medie di Sarroch e di Burcei, hanno partecipato ad uno studio di approfondimento sulla salute respiratoria dell'infanzia in relazione ai livelli giornalieri degli inquinanti (tramite esami spirometrici).
5. **Uno studio biomolecolare sugli addotti al DNA:** un'indagine biomolecolare sugli addotti al DNA in relazione all'esposizione a Idrocarburi Policiclici Aromatici e al Benzene, alla ricerca di marcatori di danno al DNA (tramite brushing nasale).

Corre l'obbligo di evidenziare, inoltre, che, sebbene il tema della qualità della vita di una popolazione sia strettamente legato all'equilibrio psico-fisico delle persone, lo stesso non può essere disgiunto dal livello di sviluppo economico di un territorio. In tal senso, gli effetti sul benessere economico delle persone riverberano effetti indiretti sulla stessa salute pubblica di

una popolazione. Per l'analisi di questi ultimi aspetti si rimanda alle considerazioni esposte a proposito della componente "Ambiente socio-economico" (cfr. par. D.4.8).

D.3.7.2 Stato di salute della popolazione dell'area di Sarroch

D.3.7.2.1 Lo studio epidemiologico della Regione Sardegna (anni 1981÷2001)

Le aree indagate dallo studio in esame sono i poli industriali di Portoscuso, San Gavino, Sarroch, Ottana, Porto Torres, Tortolì, il comprensorio del sughero e Macomer; i poli minerari storici dell'arburese, guspinese e dell'iglesiente; i siti militari di Capo Teulada, La Maddalena e del Salto di Quirra; le città e conurbazioni di Cagliari, Nuoro, Olbia, Oristano e Sassari.

In queste aree risiedevano 849.937 abitanti al censimento 2001 (rispetto ad una popolazione dell'isola che mediamente nel periodo indagato assommava a 1.638.384). Di questi, il 27% appartenevano alla città di Cagliari ed il 20% all'area della città di Sassari. Nel quinquennio 1997-2001 si sono registrati 35.870 decessi nei Comuni indagati. Il tasso di mortalità varia dai valori intorno al dieci per mille di Ottana, Salto di Quirra, Cagliari e La Maddalena a quelli inferiori al sei per mille di Sarroch e Olbia. Sono discrepanze in parte legate alla diversa composizione per età delle popolazioni, in parte dovute a reali differenze nei profili di mortalità. Anche l'ospedalizzazione è diversamente distribuita, con valori più alti a Cagliari, nel Sulcis e nell'Ogliastra e minimi a Sassari ed Olbia. In questo caso le discrepanze derivano dall'offerta di posti letto e dalle alternative al ricovero, oltre che un diverso profilo nel bisogno di cura.

Lo studio di riferimento si è posto come obiettivo generale la valutazione dei singoli siti per mezzo di una metodologia valida e applicata in modo uniforme alle diverse aree considerate.

In particolare, esso si è proposto di descrivere il profilo di mortalità e di prevalenza di una serie di malattie o raggruppamenti diagnostici nel periodo più recente possibile, valutare il rischio di malattia in prossimità dei siti potenzialmente nocivi ed esaminare l'evoluzione temporale della mortalità nel ventennio 1981-2001 al fine di individuare possibili linee di tendenza futura. L'indagine ha riguardato 279.668 decessi di residenti in Sardegna presenti nell'archivio ISTAT delle certificazioni di causa di morte 1981-2001 e 1.062.742 ricoveri di residenti, di cui 45.984 (4,3%) avvenuti in strutture ospedaliere site fuori regione. I dati di ricovero ospedaliero derivano dall'archivio regionale delle schede di dimissione ospedaliera (SDO) 2001-2003.

Sono analizzate: la mortalità generale, con 12 cause non tumorali che divengono 24 quando si considerano i ricoveri; i tumori maligni, con 21 cause tumorali e 23 per i ricoveri; i tumori infantili nel loro complesso. Per le cause che risultano in eccesso o in difetto è stata condotta un'analisi geografica che valuta le variazioni di mortalità o ricovero in un cerchio di raggio predefinito centrato sull'area a rischio. L'analisi temporale è invece condotta per cinque periodi 1981-1983,

1984-88, 1989-93, 1994-98, 1999-2001 e descrive l'evoluzione del rischio di malattia e le sue tendenze future.

Alla data del censimento 2001, l'area riferita al polo industriale di Sarroch, comprendente i Comuni di Assemini, Sarroch, Capoterra e Villa San Pietro, contava una popolazione di 52.385 abitanti (censimento 2001).

Dall'analisi del ventennio 1981÷2001 emerge, in primo luogo, come i dati di mortalità del comune di Sarroch siano risultati inferiori rispetto alla media regionale: uomini -13% (50 decessi in meno rispetto alla media regionale) donne -10% (30 decessi in meno rispetto alla media regionale). Tale circostanza è da attribuirsi, principalmente, alla minore incidenza delle malattie cardiovascolari (45 morti in meno rispetto alla media regionale per infarto ed ictus in vent'anni).

Se si considerano i decessi per tumore, di contro, Sarroch supera leggermente la media regionale (uomini +4% in vent'anni, donne +2% in vent'anni). Nel periodo di tempo considerato, a Sarroch si è verificato in media un decesso per tumore in più all'anno rispetto alla media regionale, con maggiore rappresentatività, tra gli altri, dei decessi per tumore al fegato ed ai polmoni per gli uomini e di quelli allo stomaco ed all'utero per le donne.

Sulla base della mortalità ISTAT 1997-2001 e sulle schede di ricovero ospedaliero 2001-2003, nell'area di Sarroch si registravano eccessi tra gli uomini del 10% per i ricoveri per m. respiratorie e del 13/24% per la mortalità e i ricoveri per t. polmonare, mentre gli eccessi tra le donne sono dell'ordine del 10/16% per le m. respiratorie e intorno al 20% per i ricoveri per tumore polmonare.

La mortalità per cause evitabili è aumentata rispetto alla media regionale solo relativamente alle donne (+8%), in particolare per le cause legate alla diagnosi precoce (+30%).

Usando come riferimento la mortalità osservata nelle popolazioni residenti in un cerchio di 40km centrato sul comune di Capoterra, invece della mortalità media regionale non si osservano grandi differenze. E' degno di nota l'appiattimento del rischio per tumore polmonare tra gli uomini: risulta infatti solo il 2% in eccesso se ci si riferisce allo standard locale contro il 16% di aumento se ci si riferisce allo standard regionale. I tumori del sistema linfoematopoietico mostrano invece eccessi del 24% usando lo standard locale contro un eccesso del 10% con lo standard regionale.

Tuttavia tenendo conto del livello di deprivazione materiale, i rischi per tumore polmonare aumentano (+24% negli uomini) e quelli per tumori del sistema linfoematopoietico si mantengono sui livelli dello standard regionale.

I tassi di mortalità variano nel territorio intorno a Sarroch sostanzialmente per le cause respiratorie, l'insieme dei tumori maligni e il tumore polmonare tra gli uomini. In tutti i casi il

pattern mostra degli eccessi localizzati all'interno della zona a rischio di Sarroch e per la città di Cagliari. Nel caso delle malattie respiratorie si apprezza anche il rischio aumentato ad ovest verso l'area del Sulcis e a nord verso l'iglesiente. Anche per i ricoveri e ricoverati emerge un forte pattern geografico con rischi localizzati all'area in studio e alla città di Cagliari per i tumori maligni ed il tumore polmonare tra gli uomini.

Gli andamenti temporali nel ventennio 1981-2001 mostrano, rispetto alla media regionale, un aumento della mortalità per tutte le cause (-4% nel 1981-83 e +16% nel 1999-2001) nelle donne, mentre tra gli uomini la mortalità per tutte le cause è nella media regionale nell'ultimo periodo ma era inferiore nel 1981-1983 (-12%). Questi andamenti si ritrovano per l'insieme dei tumori maligni mentre per le malattie respiratorie si osserva un incremento rispetto alla media regionale rispetto ai primi anni ottanta. Non si osservano andamenti in diminuzione rispetto alla media regionale se non per le malattie circolatorie negli uomini.

Gli andamenti per coorte di nascita 1904-48 mostrano la generale tendenza alla diminuzione dei rischi, ma con un differenziale a scapito delle coorti dei nati dopo il 1929 rispetto al valore regionale. Questo andamento è presente anche per i tumori maligni mentre le cause respiratorie negli uomini mostrano per tutte le coorti un livello costantemente superiore al livello regionale.

D.3.7.2.2 I dati del progetto Sarroch Ambiente e Salute (anni 2000-2010)

Utilizzando l'archivio delle schede di dimissione ospedaliera della regione per il periodo 2001-2010, il progetto Sarroch Ambiente e Salute ha aggiornato il quadro della mortalità e fornito informazioni più aderenti alla situazione attuale, valutando il numero di malati presenti nella popolazione di Sarroch.

Il progetto mette in risalto come vi siano malattie che mostrano una minor frequenza nella popolazione sarrochese rispetto alla regione. Dal citato rapporto del 2006 emerge che la mortalità per tutte le cause è inferiore alla media regionale di dieci punti percentuali; nel ventennio 1981-2001 si sono registrati circa 80 decessi in meno della media regionale. Tale circostanza è legata prevalentemente alla minor frequenza di decessi per cause cardiocircolatorie (circa 45 decessi attribuibili in meno).

La prevalenza di malattie dell'apparato circolatorio (19 casi in meno nel periodo 2001-2005 e 52 casi in meno nel 2006-2010, sempre considerando tutte le diagnosi nella scheda SDO) si mantiene stabilmente al di sotto della media regionale. Tale dato è particolarmente evidente per la malattia coronarica (27% in meno negli uomini e 30% nelle donne).

Con riferimento alle malattie neoplastiche, nel periodo 2001-2005, si ha un eccesso del 12%, nei ricoveri per gli uomini (fegato 4 casi in eccesso; sistema respiratorio 3 casi; vescica 2 casi; sistema nervoso centrale 2 casi; sistema linfoematopoietico 7 casi). Tale dato si attenua considerando i dati relativi ai ricoverati (1.6%).

Per il sesso femminile non si registrano eccessi per i tumori nel loro complesso (stomaco 4 casi in eccesso; colon-retto 1 caso; osso e tessuto connettivo e melanoma 2 casi; utero 4 casi e leucemie 5 casi).

Nel periodo 2006-2010, l'eccesso di ricoveri si riduce al 4% negli uomini, ma resta costante o aumenta come ricoverati (5,1% - 1,6%) (stomaco 3 casi; prostata 1 caso e sistema linfoematopoietico 2 casi).

Per il sesso femminile si registra un eccesso intorno al 4% per i ricoverati (stomaco 2 casi; melanoma 1 caso; sistema nervoso centrale 1 caso; leucemie 6 casi; mammella 2 ricoveri).

In relazione alle malattie respiratorie, nel loro complesso la mortalità ISTAT 1981-2001 mostrava un eccesso del 3,6% negli uomini e del 16% nelle donne, con un andamento stabile tra gli uomini ma in crescita nelle donne dal 1980 in poi.

I ricoveri e i ricoverati nel periodo 2001-2005 mostrano incrementi rispetto alla media regionale negli uomini per la patologia asmatica (13% - 29%) mentre per le donne si registrano eccessi per le malattie respiratorie croniche (11%).

Nel periodo successivo (2006-2010) tali eccessi scompaiono completamente.

I bambini costituiscono un sottogruppo della popolazione particolarmente suscettibile ai disturbi respiratori per la maggior irritabilità dell'albero bronchiale. Nella popolazione scolastica di Sarroch, diversi studi epidemiologici hanno documentato nel periodo 2006-2007 un eccesso di patologia di tipo ostruttivo e la sua correlazione con la qualità dell'aria.

Nei ricoveri 2006-2010 non si rilevano più eccessi per patologia asmatica nella fascia di età 0-14 anni, rispetto alla media regionale.

Per quanto riguarda le altre patologie, si registravano nel 2001-2005 ricoveri in eccesso sulla media regionale per le malattie del sangue (complessivamente 19 casi in eccesso considerando tutte le diagnosi nella scheda SDO), e nelle donne le malattie dell'apparato digerente (13 casi in eccesso).

Nel periodo successivo 2006-2010 permane un eccesso per le malattie del sangue, che si riduce rispetto al precedente periodo, e si registrano 12 casi in eccesso sulla media regionale. Nelle donne non si rilevano più eccessi per le malattie dell'apparato digerente. È degno di nota

l'eccesso nel periodo più recente dei ricoveri per cause traumatiche (34 in più rispetto alla media regionale).

Le verifiche epidemiologiche condotte si pongono l'obiettivo di chiarire eventuali associazioni tra le malattie tumorali, e in particolare i tumori del sistema linfo-ematopoietico e le malattie del sangue, e la qualità delle matrici ambientali, con particolare riferimento alla qualità dell'aria.

La valutazione costante dei dati epidemiologici ha consentito di documentare un'evoluzione favorevole dello stato di salute della popolazione di Sarroch, ciò con particolare riferimento al miglioramento registrato per le patologie respiratorie nel bambino e dell'adulto.

D.3.8 Ambiente socio-economico

D.3.9 Premessa

La sintetica analisi del contesto demografico e socio-economico di seguito esposta focalizza l'attenzione sui tratti salienti dell'area vasta di Cagliari, assumendo come informazioni principali di riferimento i dati resi disponibili *on-line* dal portale ISTAT.

L'obiettivo è quello di fornire una visione d'insieme della struttura socio-economica del territorio in esame, tenuto conto dell'attuale momento di transizione verso un nuovo assetto territoriale provinciale. Infatti, fino a quando non si procederà al riassetto delle funzioni e dei temi più strettamente legati al reimpiego e alla logistica, permane lo scenario delle otto province, venutesi a creare a seguito della riforma iniziata con la L.R. 4/1997 e divenute reali nel corso del 2006, sebbene formalmente cancellato dal referendum abrogativo del maggio 2012.

Allo scopo di analizzare la componente socio-economica è stato ritenuto utile inquadrare il contesto di riferimento dal livello internazionale e nazionale a quello locale. Riguardo alla descrizione degli aspetti demografici è apparso significativo fornire un inquadramento al livello provinciale, incentrando l'attenzione sui Comuni più strettamente ricadenti nel territorio in cui si situa lo Stabilimento Sarlux (Sarroch, Villa S. Pietro, Pula e Capoterra), sia per motivi geografici che legati alle dinamiche del lavoro; conseguentemente ci si riferirà al sottoinsieme provinciale costituito dal sistema locale del lavoro di Cagliari (di cui fa parte il Comune di Sarroch in cui ricade l'area di studio).

Lo studio delle dinamiche demografiche si basa su dati Istat; al riguardo, oltre a quelli in valore assoluto e alla densità abitativa, sono stati analizzati i più noti ed emblematici indici demografici, come ad esempio l'Indice di Vecchiaia e l'Indice di Dipendenza.

La descrizione del contesto economico di riferimento è basata su una recente pubblicazione della Banca d'Italia e su un report economico previsionale per l'anno 2016 elaborato dalla Camera di Commercio di Cagliari.

D.3.10 La dinamica demografica e il sistema sociale provinciale

I più recenti dati ufficiali disponibili (fonte ISTAT: 15° censimento generale della popolazione e delle abitazioni – Anno 2011) indicano, per la nuova provincia di Cagliari, una popolazione complessiva di 552.303 unità, con una densità demografica di 120,8 abitanti per km². Il territorio provinciale si presenta come il più esteso della regione (circa il 20% della superficie totale) nonché il più densamente popolato, riferendosi al periodo di tempo delimitato dagli ultimi due orizzonti temporali di censimento.

Infatti, il precedente numero di abitanti censito nel 2011 era di 543.477 unità, corrispondente a 119 abitanti per km² (a fronte di 68 come media regionale) e oltre il 33% dell'intera popolazione regionale.

Il tasso di variazione provinciale relativo al periodo intercensuario 2001÷2011 evidenzia un trend demografico in ascesa, con un tasso di crescita medio annuo pari a 1,6%; trend in linea con il medesimo dato del precedente intervallo intercensuario (nel periodo 1991÷2001 è stato circa di 1,6%).

Tabella 15 - Popolazione residente in provincia di Cagliari e struttura familiare (Fonte: Comuni-Italiani)

Anno	Residenti	Variazione	Famiglie	Componenti per Famiglia	%Maschi
2001	540.477	-	-	-	-
2002	545.807	1,00%	-	-	48,80%
2003	548.485	0,50%	203.124	2,70	48,80%
2004	550.697	0,40%	206.343	2,67	48,80%
2005	553.101	0,40%	210.286	2,63	48,90%
2006	555.409	0,40%	214.547	2,59	48,90%
2007	557.679	0,40%	219.874	2,54	48,90%
2008	559.820	0,40%	223.706	2,50	48,80%
2009	561.080	0,20%	227.400	2,47	48,80%
2010	563.180	0,40%	231.373	2,43	48,80%

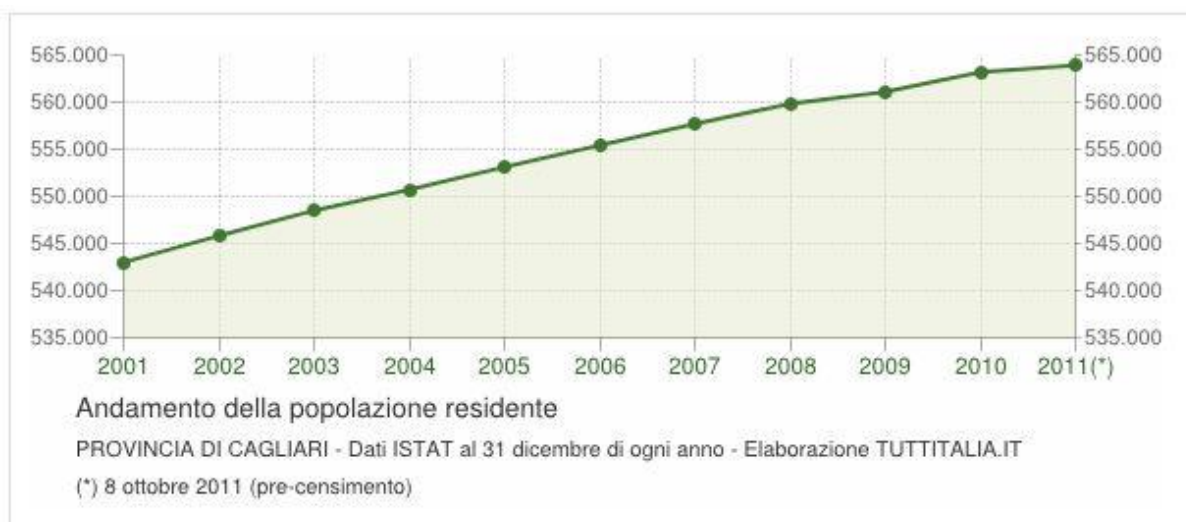


Figura 62 - Andamento della popolazione residente in Provincia di Cagliari (Fonte: ISTAT; elaborazione: tuttitalia.it)

Lo studio diacronico dell'andamento della popolazione residente mostra un trend di crescita, con una variazione bassa ma pressoché costante. Tale fenomeno (Tabella 15 e Figura 62), indica come la Provincia di Cagliari costituisca ancora un potente polo attrattore nell'intera realtà sarda.

Il dettaglio della popolazione residente e la composizione familiare dei Comuni appartenenti alla Provincia è riportato in Tabella 16.

Tabella 16 - Popolazione residente nei Comuni della Provincia di Cagliari anno 2011 (Fonte. ISTAT)

	<i>popolazione residente - TOT</i>	<i>popolazione residente - M</i>	<i>popolazione residente - F</i>
Armungia	492	250	242
Assemini	26.688	13.106	13.582
Ballao	878	455	423
Barrali	1.139	587	552
Burcei	2.898	1.474	1.424
Cagliari	150.727	69.219	81.508
Capoterra	23.375	11.703	11.672
Castiadas	1.515	775	740
Decimomannu	7.849	3.948	3.901
Decimoputzu	4.311	2.169	2.142
Dolianova	9.433	4.789	4.644
Domus de Maria	1.689	864	825
Donori	2.120	1.060	1.060
Elmas	8.970	4.431	4.539
Escalaplano	2.272	1.193	1.079
Escolca	626	316	310
Esterzili	727	348	379
Gergei	1.299	663	636
Gesico	888	455	433
Goni	508	264	244
Guamaggiore	1.054	519	535
Guasila	2.777	1.380	1.397
Isili	2.848	1.396	1.452
Mandas	2.242	1.113	1.129
Maracalagonis	7.545	3.856	3.689
Monastir	4.510	2.205	2.305
Mon serrato	20.565	9.836	10.729
Muravera	5.209	2.596	2.613
Nuragus	945	458	487
Nurallao	1.360	687	673
Nuraminis	2.609	1.305	1.304
Nurri	2.282	1.175	1.107

	<i>popolazione residente - TOT</i>	<i>popolazione residente - M</i>	<i>popolazione residente - F</i>
Orroli	2.400	1.214	1.186
Ortacesus	936	481	455
Pimentel	1.197	611	586
Pula	7.171	3.614	3.557
Quartu Sant'Elena	69.295	33.618	35.677
Quartucciu	12.825	6.298	6.527
Sadali	923	470	453
Samatzai	1.722	860	862
San Basilio	1.284	660	624
San Nicolò Gerrei	850	427	423
San Sperate	7.991	3.996	3.995
San Vito	3.836	1.905	1.931
Sant'Andrea Frius	1.820	944	876
Sarroch	5.203	2.607	2.596
Selargius	28.774	13.922	14.852
Selegas	1.434	695	739
Senorbì	4.787	2.359	2.428
Serdiana	2.626	1.334	1.292
Serri	681	340	341
Sestu	19.937	10.015	9.922
Settimo San Pietro	6.539	3.264	3.275
Seulo	897	470	427
Siliqua	4.000	1.985	2.015
Silius	1.269	688	581
Sinnai	16.679	8.290	8.389
Siurgus Donigala	2.082	1.006	1.076
Soleminis	1.859	931	928
Suelli	1.136	573	563
Teulada	3.790	1.944	1.846
Ussana	4.294	2.149	2.145
Uta	7.868	3.983	3.885
Vallermosa	1.948	992	956
Villa San Pietro	2.015	1.013	1.002
Villanova Tulo	1.160	605	555
Villaputzu	4.855	2.438	2.417
Villasalto	1.128	549	579
Villasimius	3.466	1.745	1.721
Villasor	6.869	3.403	3.466
Villaspeciosa	2.407	1.197	1.210

La struttura della popolazione provinciale sarà brevemente indagata facendo ricorso ad alcuni tra i più significativi indici demografici calcolati dall'ISTAT e riferiti alla Provincia di Cagliari;

come periodo di riferimento sono stati scelti i cinque anni dalla costituzione della “nuova” Provincia sino al 2010, costituente l’ultimo orizzonte temporale di disponibilità del dato ISTAT.

Gli indici demografici, con la loro potenzialità di porgere una lettura sintetica delle principali caratteristiche della struttura di una popolazione (età media, percentuale di giovani e così via), permettono di evidenziare il rapporto tra le diverse componenti della popolazione (giovani, anziani, popolazione in età attiva) nonché di raccogliere informazioni sulla sua distribuzione nello spazio.

Tabella 17 - Indice di concentrazione territoriale (Pop. Res.; Fonte: ISTAT)

	Cagliari (prov.)	Sardegna	Isole	Italia
2006	28,7	31,3	32,1	29,6
2007	28,3	31,2	32,0	29,4
2008	28,1	31,2	31,8	29,2
2009	28,0	31,2	31,7	29,2
2010	27,8	31,2	31,7	29,8

L’indice di concentrazione territoriale nella Provincia di Cagliari, esplicitante il fenomeno dell’inurbazione, si mostra distante dalla media sarda e delle altre regioni insulari (Tabella 17); ciò sta a significare che la popolazione è dispersa in un’area urbana che supera i limiti comunali del capoluogo, estendendosi nei comuni limitrofi. Questa è una caratteristica dei centri urbani maggiori; infatti, ragionando sulla realtà regionale, appare chiaro come gli altri capoluoghi non posseggano una simile caratteristica portando il valore regionale dell’indice correttamente ad elevarsi rispetto a quanto riscontrabile nel capoluogo.

Tabella 18 - Indice di invecchiamento Pop. di 65 anni e più per 100 abitanti (Fonte: ISTAT)

	Cagliari (prov.)	Sardegna	Isole	Italia
2006	16,7	18,0	18,1	19,9
2007	17,1	18,4	18,3	20,0
2008	17,5	18,7	18,4	20,1
2009	17,9	19,1	18,6	20,2
2010	-	-	-	-

L’indice di invecchiamento dà conto di quale porzione della popolazione possa definirsi anziana e il dato provinciale, in cui circa 18 persone su cento sono over 65, risulta lievemente migliore delle medie regionali e nazionali ed in linea con i valori dell’Italia Insulare (Tabella 18).

Tabella 19 - Indice di vecchiaia (Fonte: ISTAT)

	Cagliari (prov.)	Sardegna	Isole	Italia
2006	132,4	142,0	119,8	141,7
2007	137,4	146,9	122,9	142,8
2008	141,1	150,9	125,4	143,4
2009	144,6	154,8	127,5	144,0
2010	-	-	-	-

L'indice di vecchiaia stima il grado di invecchiamento di una popolazione e descrive il peso della popolazione anziana sul totale. Esso si definisce come il rapporto di composizione tra la popolazione anziana (65 anni e oltre) e la popolazione più giovane (0-14 anni); valori superiori a 100 indicano una maggiore presenza di soggetti anziani rispetto ai giovanissimi. È un indicatore abbastanza grossolano ma efficace, poiché nell'invecchiamento di una popolazione si ha generalmente un aumento del numero di anziani e contemporaneamente una diminuzione del numero dei soggetti più giovani, ed in questo modo numeratore e denominatore variano in senso opposto esaltando l'effetto dell'invecchiamento della popolazione. Il dato provinciale, sebbene peggiore rispetto al contesto dell'Italia Insulare, risulta migliore sia rispetto al panorama regionale che nazionale (Tabella 19).

Tabella 20 - Indice di dipendenza totale (Fonte: ISTAT)

	Cagliari (prov.)	Sardegna	Isole	Italia
2006	41,5	44,2	49,8	51,6
2007	42,1	44,6	49,6	51,7
2008	42,7	45,2	49,5	51,9
2009	43,4	45,8	49,6	52,2
2010	-	-	-	-

L'indice di dipendenza strutturale rappresenta il carico sociale ed economico della popolazione non attiva (0-14 anni e 65 anni ed oltre) su quella attiva (15-64 anni). È un indicatore di rilevanza economica e sociale e rappresenta il numero di individui non autonomi per ragioni demografiche ogni 100 individui potenzialmente attivi.

Un indice di dipendenza alto è sinonimo di un numero elevato di ragazzi e anziani di cui la popolazione attiva deve occuparsi complessivamente, ma dato il generale quadro di invecchiamento della popolazione italiana ed il raggiunto momento di crescita zero, si può senza tema di smentita affermare che, nel contesto in esame l'indice cresce al crescere dell'invecchiamento della popolazione.

La *performance* dell'indicatore calcolato per la Provincia di Cagliari si mostra di gran lunga la migliore se confrontata con il panorama regionale, nazionale o con l'Italia Insulare, attestando una sostanziale dinamicità demografica della Provincia (Tabella 20).

Vista la complessità e l'estensione della Provincia di Cagliari, che arriva a comprendere circa 10 tra le entità territoriali delle regioni storiche sarde, appare di interesse focalizzare l'attenzione sulle dinamiche demografiche dei comuni più strettamente afferenti al territorio in cui è ubicato lo Stabilimento Sarlux, appartenenti al Sistema Locale del Lavoro di Cagliari⁴ (Tabella 21).

La distribuzione territoriale della popolazione si mostra particolarmente concentrata nell'area urbana di Cagliari, questa comprende i comuni di Cagliari, Quartu Sant'Elena, Selargius, Assemini, Capoterra, Monserrato, Sestu, Quartucciu ed Elmas ospitando circa il 65% di tutta la popolazione provinciale e circa il 22% di quella regionale (Tabella 21).

Tabella 21 – Popolazione residente nei Comuni appartenenti al territorio più prossimi allo Stabilimento Sarlux (Fonte: Comuniverso, elaborazione Ancitel su dati Istat)

Comuni area urbana Cagliari	Pop. Res. 2011	Pop. Res. 2016	Pop. Res. 2016 Prov. CA	Pop. Res. 2016 Dato regionale
Cagliari	150.727	154.460	561.289	1.658.138
Capoterra	23.375	23.661		
Pula	7.171	7.422		
Sarroch	5.203	5.244		
Villa San Pietro	2.015	2.098		

Tra i comuni di più stretto interesse, Villa San Pietro presenta il più alto tasso di crescita demografica nel periodo 2011÷2016 (+4.12%), seguito da Pula (+3.50%), Capoterra (+1.22%) e Sarroch (+0.79%).

D.3.11 Analisi della mobilità nella provincia di Cagliari⁵

All'interno della provincia di Cagliari è possibile individuare un sistema della mobilità costituito da corridoi plurimodali per la comunicazione di scala regionale, in cui si individuano in particolare:

- la generatrice Cagliari – Oristano – Sassari lungo la fossa del Campidano;

⁴ Per precisione va notato che uno dei comuni annoverati in tale raggruppamento non appartiene alla Provincia di Cagliari bensì a quella del Medio Campidano (Serramanna).

⁵ La maggior parte delle informazioni del presente paragrafo sono tratte dal PUM del Comune di Cagliari, così come le immagini e le tabelle in esso presenti

- le generatrici Cagliari – Villamassargia – Iglesias e Cagliari – Villamassargia - Carbonia – Portoscuso, che si sviluppano lungo la valle del Cixerri e in parte lungo il versante settentrionale della catena montuosa del Sulcis;
- un insieme di bacini di mobilità in cui si svolge la maggior parte degli spostamenti giornalieri delle comunità che vi risiedono, per i quali si osserva un differente grado di autocontenimento e un differente livello di gravitazione verso bacini maggiormente urbanizzati.

Sulla base di tali relazioni è stato possibile individuare i campi che caratterizzano la mobilità all'interno del territorio provinciale: il campo della mobilità di gravitazione del bacino urbano di Cagliari, la cui influenza si estende oltre l'ambito provinciale; il campo della mobilità di autocontenimento del bacino del Sulcis-Iglesiente, in cui è presente una mobilità interna di gravitazione verso i centri urbani di Carbonia e Iglesias e verso il centro a specializzazione industriale di Portoscuso; il campo della mobilità di autocontenimento del bacino del Medio Campidano, in cui si osservano forti relazioni con la provincia di Oristano; il campo della mobilità nel bacino del Sarrabus - Gerrei – Trexenta e, inoltre, una serie di direttrici di comunicazione tra bacini di mobilità tra cui:

- la Decimomannu – Villacidro – Guspini di collegamento tra il campo urbano di Cagliari e il Medio Campidano occidentale;
- la Decimomannu – Senorbì – Isili e la direttrice plurimodale Senorbì – Cagliari di collegamento tra il campo urbano di Cagliari, la Trexenta e il Gerrei;
- un insieme di itinerari provinciali di collegamento tra luoghi interni e luoghi costieri tra cui la direttrice Siliqua – Santadi – Giba - Sant'Anna Arresi.

Assodato che il capoluogo sardo costituisce il maggior attrattore di spostamenti dai comuni limitrofi, si può sinteticamente affermare che lo schema viario dell'area cagliaritano si è consolidato negli anni a supporto proprio degli spostamenti monodirezionali di penetrazione verso il centro di Cagliari, creando così delle impedenze verso le relazioni trasversali sia a livello territoriale di area vasta che a livello urbano.

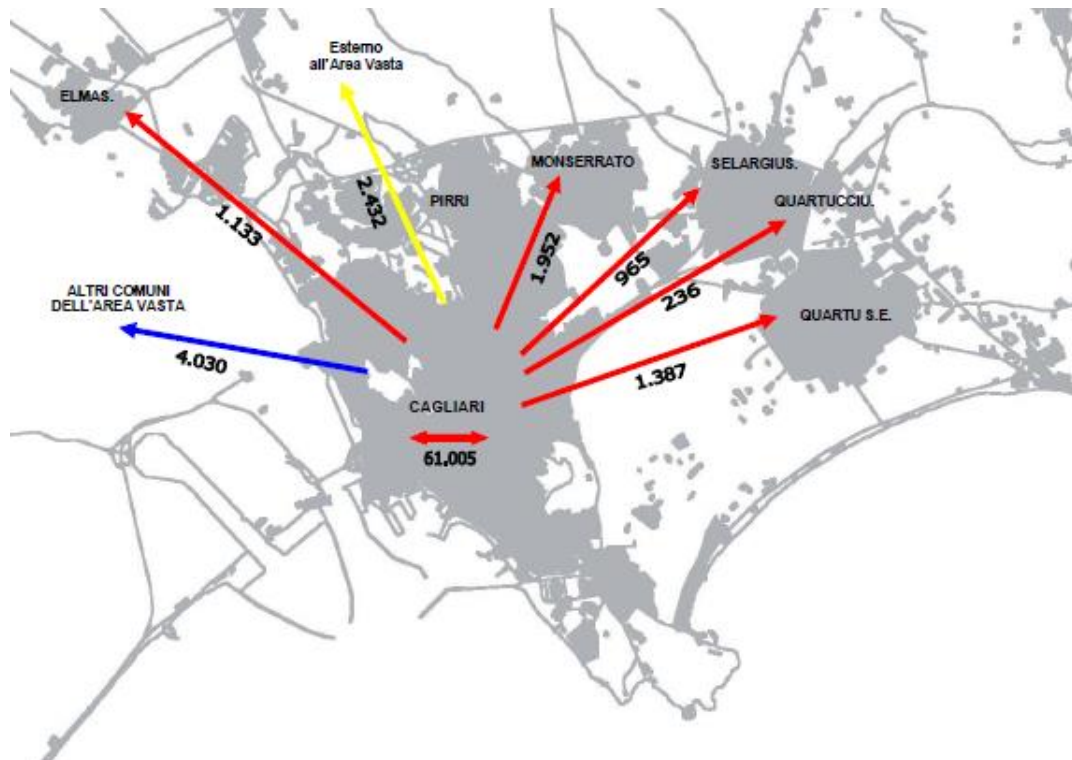


Figura 63 - Spostamenti generati (in uscita da Cagliari – Fonte PUM)

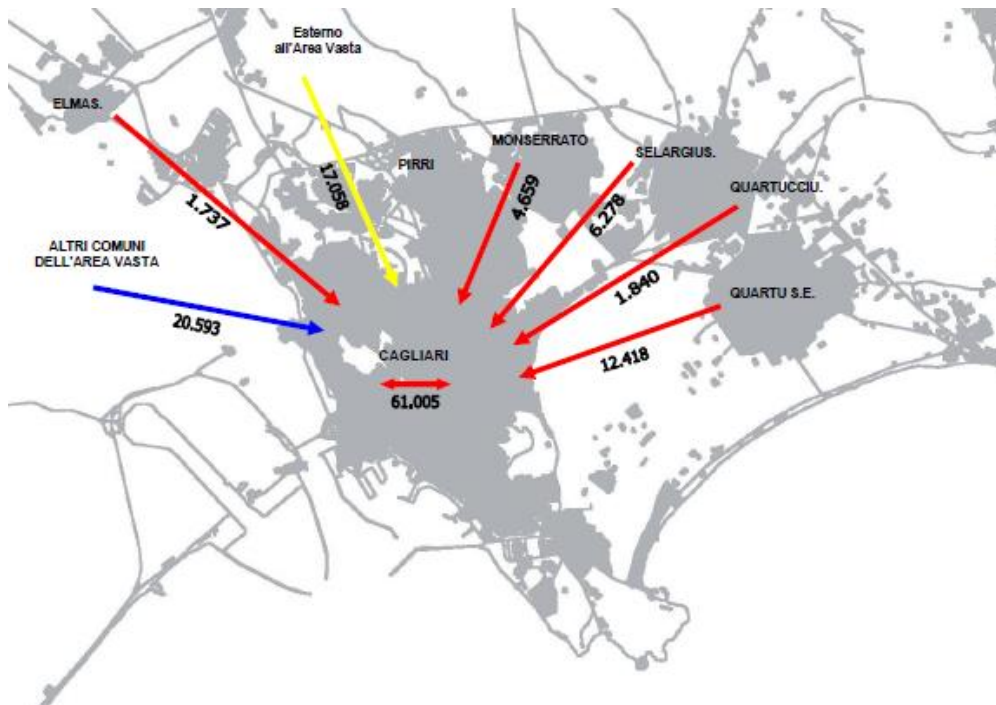


Figura 64 - Spostamenti attratti (in entrata a Cagliari – Fonte PUM)

Come desumibile dalla Figura 65, tale schema si caratterizza per una netta prevalenza di assi radiali con assetto monocentrico rispetto agli assi trasversali.

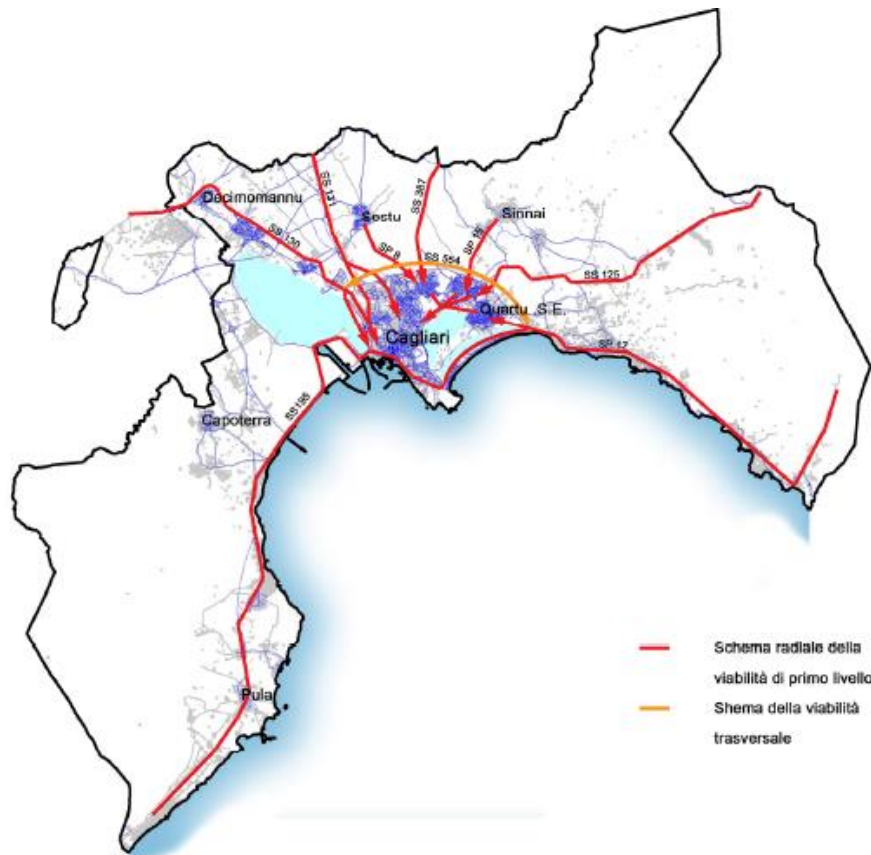


Figura 65 - Principali assi di flusso dell'area vasta cagliaritana

A livello di area vasta lo schema a raggiera è costituito dai seguenti assi (in senso orario a partire dal versante costiero sud-occidentale):

- S.S. 195, principale direttrice costiera SW;
- Nuova via San Paolo;
- S.S. 130 (viale Elmas),
- S.S. 131 (viale Monastir);
- S.S. 387 (Dolianova),
- S.S. 125 (Orientale sarda);
- S.P. 17 (viale Poetto).

Come risulta dalla Figura 65 gli spostamenti complessivi generati sono 186.248, di cui 76.278 per studio e 109.970 per lavoro. Cagliari genera il maggior numero di viaggi (circa 72.000) mentre il comune che fa registrare il numero minore è Villa San Pietro con poco meno di 800. La generazione dei comuni è stata studiata dal PUM attraverso il calcolo e l'interpretazione dell'indice di generazione ottenuto come rapporto tra gli spostamenti effettuati e i residenti che

restituisce una misura del numero di spostamenti pro-capite del comune. Questo indicatore, calcolato per gli spostamenti complessivi, assume il valore più alto a Selargius, (0,51) ed Elmas (0,49). I valori più bassi sono invece Sarroch (0,42) e Maracalagonis (0,39). Cagliari, con 0,44, si colloca a metà graduatoria.

Tabella 22 - Spostamenti giornalieri (compresa la quota intercomunale) generati dai comuni dell'Area Vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari)

Generazione Lav.+Studio		Generazione Studio		Generazione Lavoro	
Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti
Cagliari	71.939	Cagliari	27.189	Cagliari	44.750
Quartu S.E.	32.048	Quartu S.E.	13.862	Quartu S.E.	18.186
Selargius	13.992	Selargius	5.967	Selargius	8.025
Assemini	11.612	Assemini	4.828	Assemini	6.784
Capoterra	10.277	Capoterra	4.322	Capoterra	5.955
Monsezzato	9.843	Monsezzato	4.109	Monsezzato	5.734
Sestu	7.286	Sinnai	3.204	Sestu	4.253
Sinnai	6.555	Sestu	3.033	Sinnai	3.351
Quartucciu	4.802	Quartucciu	2.005	Quartucciu	2.797
Elmas	3.847	Elmas	1.592	Elmas	2.255
Decimomannu	2.945	Decimomannu	1.325	Pula	1.734
Pula	2.865	Maracalagonis	1.265	Decimomannu	1.620
Settimo S. P.	2.641	Settimo S. P.	1.232	Settimo S. P.	1.409
Maracalagonis	2.609	Pula	1.131	Maracalagonis	1.344
Sarroch	2.204	Sarroch	889	Sarroch	1.315
Villa San Pietro	783	Villa San Pietro	325	Villa San Pietro	458
Totale	186.248	Totale	76.278	Totale	109.970

Tabella 23 - Spostamenti intercomunali giornalieri generati dai Comuni dell'Area vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari)

Generazione Lav.+Studio		Generazione Studio		Generazione Lavoro	
Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti
Quartu S.E.	16.906	Quartu S.E.	4.875	Quartu S.E.	12.031
Cagliari	10.934	Selargius	3.068	Cagliari	9.041
Selargius	9.353	Assemini	2.205	Selargius	6.285
Assemini	6.538	Capoterra	1.906	Monsezzato	4.519
Monsezzato	6.319	Cagliari	1.893	Assemini	4.333
Capoterra	6.167	Monsezzato	1.800	Capoterra	4.261
Sinnai	3.985	Sinnai	1.518	Sestu	2.647
Sestu	3.946	Sestu	1.299	Sinnai	2.467
Quartucciu	3.367	Quartucciu	1.182	Quartucciu	2.185
Elmas	2.428	Elmas	832	Elmas	1.596
Settimo S. P.	1.734	Settimo S. P.	641	Settimo S. P.	1.093
Decimomannu	1.486	Maracalagonis	574	Decimomannu	1.059
Maracalagonis	1.474	Sarroch	430	Maracalagonis	900
Pula	886	Decimomannu	427	Pula	502
Sarroch	817	Pula	384	Sarroch	387
Villa San Pietro	531	Villa San Pietro	155	Villa San Pietro	376
Totale	76.871	Totale	23.189	Totale	53.682

La situazione cambia sensibilmente se l'indice viene calcolato considerando soltanto gli spostamenti intercomunali. In questo caso i valori più elevati individuano i casi in cui i residenti sono costretti a recarsi fuori dal proprio comune per svolgere le attività di studio e di lavoro.

Selargius è il comune nel quale l'indice è più elevato (0,34) insieme ad Elmas e Quartucciu (0,31). In coda alla classifica si trovano invece Sarroch (0,16), Pula (0,14) e Cagliari (0,07). Il valore relativo al centro di Sarroch, in particolare, indica che gli abitanti trovano le opportunità di lavoro e studio prevalentemente nel territorio del comune.

Gli spostamenti complessivamente attratti dai 16 comuni sono 205.021, di cui 85.153 per studio e 119.868 per lavoro. Il ruolo attrattore del comune di Sarroch, con 3.338 spostamenti per lavoro, è estremamente significativo, in particolare se rapportato ai comuni esterni all'area metropolitana di Cagliari (spostamenti attratti / popolazione residente = 0.63) .

Considerando i soli spostamenti intercomunali (Tabella 25), la capacità attrattiva del territorio di Sarroch per finalità lavorative emerge con maggiore evidenza, a testimonianza dalla rilevanza del polo petrolchimico ed energetico nell'ambito delle dinamiche della mobilità a livello provinciale.

Tabella 24 - Spostamenti giornalieri (compresa la quota intercomunale) attratti dai comuni dell'Area Vasta per lavoro e studio (Fonte PUM Cagliari)

Attrazione Lavoro+Studio		Attrazione Studio		Attrazione Lavoro	
Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti
Cagliari	122.011	Cagliari	48.007	Cagliari	74.004
Quartu S.E.	19.633	Quartu S.E.	9.749	Quartu S.E.	9.884
Monsezzato	10.293	Monsezzato	6.940	Assemini	5.852
Assemini	8.685	Selargius	4.196	Elmas	4.360
Selargius	8.320	Assemini	2.833	Sestu	4.133
Sestu	6.045	Capoterra	2.484	Selargius	4.124
Elmas	5.757	Sestu	1.912	Monsezzato	3.353
Capoterra	4.923	Sinnai	1.765	Sarroch	3.338
Sarroch	3.900	Decimomannu	1.761	Capoterra	2.439
Decimomannu	3.494	Elmas	1.397	Pula	2.002
Sinnai	3.195	Pula	1.047	Quartucciu	1.754
Pula	3.049	Quartucciu	963	Decimomannu	1.733
Quartucciu	2.717	Maracalagonis	722	Sinnai	1.430
Maracalagonis	1.387	Settimo S. P.	628	Maracalagonis	665
Settimo S. P.	1.256	Sarroch	562	Settimo S. P.	628
Villa San Pietro	356	Villa San Pietro	187	Villa San Pietro	169
Totale	205.021	Totale	85.153	Totale	119.868

Tabella 25 - Spostamenti intercomunali giornalieri attratti dai Comuni dell'Area vasta per lavoro e studio
(Fonte PUM Cagliari)

Attrazione Lavoro+Studio		Attrazione Studio		Attrazione Lavoro	
Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti	Comune	Spostamenti
Cagliari	61.006	Cagliari	22.711	Cagliari	38.295
Monerrato	6.769	Monerrato	4.631	Quartu S.E.	3.729
Quartu S.E.	4.491	Selargius	1.297	Elmas	3.701
Elmas	4.338	Decimomannu	863	Assemini	3.401
Selargius	3.681	Quartu S.E.	762	Sestu	2.527
Assemini	3.611	Elmas	637	Sarroch	2.410
Sestu	2.705	Pula	300	Selargius	2.384
Sarroch	2.513	Assemini	210	Monerrato	2.138
Decimomannu	2.035	Sestu	178	Decimomannu	1.172
Quartucciu	1.282	Quartucciu	140	Quartucciu	1.142
Pula	1.070	Sarroch	103	Pula	770
Capoterra	813	Sinnai	79	Capoterra	745
Sinnai	625	Capoterra	68	Sinnai	546
Settimo S. P.	349	Settimo S. P.	37	Settimo S. P.	312
Maracalagonis	252	Maracalagonis	31	Maracalagonis	221
Villa San Pietro	104	Villa San Pietro	17	Villa San Pietro	87
Totale	95.644	Totale	32.064	Totale	63.580

D.3.12 Il contesto economico

D.3.12.1.1 Il contesto internazionale e nazionale

Relativamente al contesto economico internazionale e nazionale, al quale deve necessariamente orientarsi l'interesse dell'industria petrolifera, il Fondo Monetario Internazionale stima per l'economia mondiale una crescita del 3,4% nel 2016 (superiore rispetto al dato del 2015 - 3,1%), mentre per il 2017 si attende un tasso di crescita leggermente maggiore, pari al 3,6%. Sulle previsioni hanno inciso principalmente tre fattori: il rallentamento e riequilibrio dell'economia cinese, il calo dei prezzi delle materie prime e le tensioni in alcune grandi economie.

La crescita è distribuita in modo eterogeneo e con intensità differenti nelle varie aree. Nelle economie avanzate si registra una ripresa modesta e irregolare del prodotto interno lordo, che complessivamente passa dall'1,9% del 2015 al 2,1% nel 2016 e 2017. Per i Paesi emergenti la ripresa sarà più graduale di quanto previsto, con una crescita del 4,3% nel 2016 (rispetto al 4% del 2015) e del 4,7% nel 2017.

Positive le prospettive del FMI per l'Italia, che stima una crescita del 1,3% nel 2016 con una leggera flessione nel 2017 (+1,2%).

I stime del FMI sono tendenzialmente simili a quanto previsto dall'Istat. Anche per l'Istituto Nazionale di Statistica il Pil mondiale tende a risalire al 3,4% nel 2016, dopo il calo registrato nel 2015 (3%). Si amplia la divergenza tra i paesi emergenti, che rallentano ulteriormente nel 2015 per poi crescere nuovamente negli anni successivi, e le economie avanzate che consolidano, tra il 2015 e 2016, la crescita dal 1,9 al 2,3%.

Anche per l'area Euro si confermano le previsioni di crescita del Pil, che si attesta all'1,5% nel 2015 per poi crescere nei due anni successivi fino all'1,8%. Secondo l'Istat l'espansione del prodotto interno è sostenuta dalla domanda interna, mentre la ripresa dell'occupazione migliora i livelli del reddito disponibile e dei consumi.

Migliorano le previsioni Istat sull'economia italiana. Dopo una fase recessiva, il Pil nazionale nel 2015 cresce dello 0,9% rispetto all'anno precedente, per salire nelle previsioni fino al 1,4% previsto nei due anni successivi.

Sulla ripresa incide l'aumento della domanda interna al netto delle scorte, trainata dalla spesa delle famiglie, che contribuisce alla crescita del Pil per lo 0,7%. Dopo un temporaneo calo registrato ad inizio anno 2015, i consumi privati crescono in media dello 0,8%, grazie al miglioramento delle condizioni sul mercato del lavoro, del reddito disponibile e del clima di fiducia dei consumatori. La dinamica positiva della spesa delle famiglie prosegue anche nel biennio successivo, fino a raggiungere rispettivamente l'1,2% nel 2016 e l'1,1% nel 2017.

In crescita nel 2015 anche gli investimenti (+1,1%), dopo un periodo di marcata contrazione. La previsione per il 2016 è per una ripresa degli investimenti ancora più evidente (+2,6%), attribuibile secondo l'Istat agli incentivi previsti sui maxi-ammortamenti per macchinari e attrezzature previsti dal disegno di legge di Stabilità. In aumento anche il clima di fiducia dei consumatori e positive le stime sulla produzione industriale e ordinativi delle imprese.

Segnali positivi anche per il mercato del lavoro e l'occupazione: secondo le previsioni Istat, le unità di lavoro registreranno un aumento dello 0,6% nel 2015 e 0,9% nel 2016, *“legata in parte agli effetti positivi della decontribuzione per le nuove assunzioni a tempo indeterminato introdotta nel 2015 ed estese, seppure in misura inferiore, al 2016”*.

Tabella 26 - Previsioni per l'economia italiana – Pil e principali componenti (Fonte Camera di Commercio di Cagliari su dati Istat)

	2015	2016	2017
PIL	0,9	1,4	1,4
DOMANDA INTERNA (INCLUDE LE SCORTE)	1,0	1,3	1,4
Spesa delle famiglie residenti e ISP	0,8	1,2	1,1
Investimenti fissi lordi	1,1	2,6	3,0
CONTRIBUTI ALLA CRESCITA DEL PIL			
Domanda interna (al netto variazione scorte)	0,7	1,2	1,2
Domanda estera netta	-0,1	0,1	0,1
Unità di lavoro	0,6	0,9	0,7
Tasso di disoccupazione	12,1	11,5	11,3

D.3.12.1.2 Il contesto regionale e della provincia di Cagliari

A livello regionale, nel 2015 si sono irrobustiti i segnali di ripresa dell'economia regionale che avevano iniziato a manifestarsi nell'anno precedente; permangono elementi di debolezza soprattutto in quei contesti che maggiormente hanno risentito della prolungata crisi. Le stime rilasciate da Prometeia indicano una crescita, ancorché lieve, del prodotto regionale, dopo la contrazione registrata negli ultimi anni (Fonte Banca d'Italia, 2016).

Alla difficoltà delle imprese regionali nell'intercettare la domanda estera, i cui benefici sono rimasti circoscritti principalmente ai comparti petrolifero e alimentare, si sta gradualmente affiancando un rafforzamento di quella interna, in particolare per consumi e investimenti.

L'attività nel settore industriale si è intensificata. Secondo le indagini della Banca d'Italia condotte all'inizio dell'anno in corso, nel 2015 si è osservata una crescita della produzione e degli ordini, soprattutto nel comparto agroalimentare, e un incremento degli investimenti produttivi. Dopo un calo prolungato, l'attività nel settore delle costruzioni si è stabilizzata: alla flessione degli investimenti nel settore residenziale si è contrapposto un aumento di quelli pubblici; il mercato immobiliare ha mostrato i primi segnali di ripresa. Le imprese del commercio hanno beneficiato della lieve crescita dei consumi, che tuttavia rimangono su livelli ancora contenuti; si è confermata l'espansione nel settore turistico e anche i flussi di passeggeri e merci negli scali portuali e aeroportuali dell'isola sono aumentati.

I livelli occupazionali sono cresciuti e si è rafforzata la domanda di lavoro per le forme contrattuali più stabili. La crescita delle opportunità di impiego si è riflessa in un calo del tasso di disoccupazione, diminuito per la prima volta dopo tre anni; rimane elevata la quota di coloro che sono alla ricerca di lavoro da più di dodici mesi.

Le probabilità di trovare un'occupazione si sono ridotte ulteriormente per i più giovani e allo stesso tempo è diminuita la partecipazione di questi alla formazione universitaria offerta dagli atenei regionali; al contrario, aumenta il numero degli studenti sardi che scelgono di iscriversi in università al di fuori dell'Isola.

Nella Provincia di Cagliari, secondo i dati elaborati dall'Istituto Guglielmo Tagliacarne, il settore dei Servizi contribuisce per oltre il 55% alla costituzione del valore aggiunto locale (in termini assoluti 11.044 milioni di euro). Seguono il commercio (24%), l'industria (11,6%), le costruzioni (5,7%) e il settore agricolo (3,2%). La provincia produce quasi il 40% del valore aggiunto regionale.

Per comprendere il contesto in relazione al 2015 e poter fare una proiezione al 2016 è necessaria una comparazione con i dati relativi al 2014.

In quell'anno (ultimo dato disponibile) si registra una diminuzione del valore aggiunto provinciale dello 0,9% rispetto all'anno precedente, pari a 98 milioni di euro. Il calo è inferiore alla media regionale (-1,2%) e in contro tendenza con il dato nazionale, dove si registra una crescita dello 0,2%.

D.3.12.1.3 Le dinamiche demografiche di impresa nella provincia di Cagliari

Sono 69.356 le imprese registrate alla Camera di commercio di Cagliari nell'anno 2015, di cui 58.657 attive (l'84,6% del totale), 6.783 inattive, e 3.916 con procedure concorsuali, in scioglimento e liquidazione.

Considerando la nuova ripartizione provinciale, il 73,5% delle imprese ha sede nel territorio della provincia di Cagliari (in termini assoluti 50.960 unità) e rispettivamente il 12,9 e 13,6% nel Medio Campidano (8.950) e nella zona Carbonia-Iglesias (9.446).

Le imprese artigiane costituiscono poco più del 20% del totale.

Tenendo conto anche delle unità locali, nel caso di imprese pluri localizzate che operano in luoghi diversi dalla sede legale, il numero di unità registrate nel Registro delle imprese di Cagliari sale a 82.998 (che rappresentano il 41,5% del totale regionale), di cui 69.356 sedi di imprese e 13.642 unità locali. Seguono nella classifica regionale Sassari (67.814 localizzazioni, pari al 33,9% del totale), Nuoro (32.393, pari al 16,2%) e Oristano (16.663, che corrisponde all'8,3% del totale delle localizzazioni in Sardegna).

Secondo i dati del Registro delle imprese, nella distribuzione per settore economico, il commercio continua a detenere il maggior numero di attività registrate (19.136 unità che corrisponde a 27,6% sul totale). Seguono il settore agricolo e attività connesse (16,8% del totale), costruzioni (12,5%) e le attività manifatturiere, energia e minerarie (7,1%).

Analizzando i dati sulla natalità e mortalità, nel corso del 2015 il numero delle nuove iscrizioni di aziende è pari a 4.084, superiore rispetto alle 3.414 cessazioni (escluse quelle d'ufficio): il saldo è pertanto di 670 unità, che corrisponde a un tasso di +0,98%, superiore rispetto sia al dato regionale (+0,91%) che nazionale (+0,75%). In termini assoluti la storica provincia di Cagliari (territorio di competenza della Camera di commercio) si posiziona al 17° posto nella graduatoria provinciale per saldo tra iscrizioni e cessazioni. Il tasso di crescita, tuttavia, è dovuto esclusivamente all'incremento delle imprese non classificate, mentre tutti i principali comparti subiscono un calo: in particolare in "rosso" le attività manifatturiere (-3%, che corrisponde a 150 unità produttive in meno), il settore turistico (servizi di alloggi e ristorazione, -2,2% pari a -110), costruzioni (-1,8%, corrispondenti a -158) e le attività commerciali (-0,9%, pari a -169 imprese,

leggermente meglio rispetto al -1,6% registrato nel 2014). In lieve diminuzione le imprese del settore agricolo e le attività finanziarie e assicurative.

Decisamente negativo il saldo del comparto artigiano: -312 imprese (differenza tra 715 nuove iscrizioni e le 1.027 chiusure non d'ufficio), che in termini percentuali corrisponde a -2,19%, in tendenza con l'andamento negativo registrato su tutto il territorio regionale.

La flessione coinvolge quasi tutti i settori e, considerati i più rappresentativi, risulta più sostenuta per le imprese di trasporto e magazzinaggio (-4,8%), per il settore delle costruzioni (-2,8% leggermente meglio rispetto al -3,5% del 2014), il commercio (-1,7%) e l'industria in senso stretto (attività manifatturiere, che perdono quasi il 3% delle imprese).

Sotto il profilo della natura giuridica delle imprese, si evidenzia nel 2015 un ulteriore avanzamento delle società di capitali, +4,1% rispetto all'anno precedente, e da segnalare il ritorno al segno positivo, dopo diversi anni di ribasso, per le imprese individuali che crescono del +0,1%. Ancora in diminuzione le società di persone (-0,7 %). Il dato conferma un orientamento ormai consolidato da diversi anni tra gli imprenditori locali, di affidarsi a forme giuridiche più strutturate e solide, considerate maggiormente adatte ad attrarre investitori e ad intercettare incentivi e agevolazioni come nel caso delle start-up e pmi innovative. In termini percentuali, le imprese individuali costituiscono poco più del 57% del totale, seguono le società di capitali (22,8%, quasi un punto in più rispetto al 2014), le società di persone (16,1%) e le altre forme giuridiche che raggiungono il 4,1%.

Nel 2015 le imprese giovanili, dove il controllo e la proprietà è detenuta in prevalenza da persone di età inferiore ai 35 anni, risultano essere 6.614 unità, pari a quasi al 9,5% del totale delle imprese.

Si tratta prevalentemente di attività del settore commerciale, agricolo e costruzioni. Nel corso dell'anno, l'incremento è stato pari al 13,3%, superiore rispetto al 13 e 11,9% rispettivamente del tasso regionale e nazionale. Il saldo positivo, infatti, è di 774 imprese, risultante dalla differenza tra le 1.280 nuove iscritte e 774 cessazioni (escluse le chiusure d'ufficio). Contrariamente a quanto emerso nell'analisi sul sistema imprenditoriale in generale, l'aumento delle imprese giovanili interessa quasi tutti i principali settori economici: 170 unità in più nel commercio (corrispondente a +8,6%), 77 nel settore Agricoltura e attività connesse (+9,7%) e 30 nel settore edilizia (+3,5%). In lieve diminuzione il settore turistico (alloggi e ristorazione) che perde 6 imprese nel saldo tra iscritte e cessate nel 2015.

Tabella 27 - Consistenza delle imprese registrate, iscrizioni e cessazioni. Anno 2015 (Fonte Camera di Commercio di Cagliari)

Settore	Registrate	Iscrizioni	Cessazioni	Saldo
A Agricoltura, silvicoltura pesca	11.683	422	457	-35
B Estrazione di minerali da cave e miniere	55	0	0	0
C Attività manifatturiere	4.729	89	239	-150
D Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	58	0	1	-1
E Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti	153	3	6	-3
F Costruzioni	8.649	294	452	-158
G Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di auto	19.136	857	1.026	-169
H Trasporto e magazzinaggio	1.956	28	115	-87
I Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	4.938	138	248	-110
J Servizi di informazione e comunicazione	1.639	94	98	-4
K Attività finanziarie e assicurative	1.117	62	66	-4
L Attività immobiliari	1.170	30	44	-14
M Attività professionali, scientifiche e tecniche	1.737	67	97	-30
N Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	2.166	107	117	-10
P Istruzione	376	6	11	-5
Q Sanità e assistenza sociale	573	5	17	-12
R Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	583	23	36	-13
S Altre attività di servizi	2.385	111	128	-17
X Imprese non classificate	6.253	1.748	256	1.492
Totale	69.356	4.084	3.414	670

D.3.13 Risorse naturali

D.3.13.1 Premessa

Il concetto di risorse naturali racchiude oggi al suo interno le materie prime (minerali, biomassa e risorse biologiche), i comparti ambientali (aria, acqua, suolo), le risorse di flusso (energia eolica, geotermica, mareomotrice e solare), nonché lo spazio fisico, ovvero la superficie terrestre. Un'ulteriore definizione le distingue in "rinnovabili", ovvero in linea teorica non esauribili con lo sfruttamento, e "non rinnovabili" (ad esempio il carbone, il petrolio, il gas naturale, i prodotti per l'edilizia etc.).

Nel corso della sua storia, il pianeta ha incrementato la varietà e la disponibilità delle risorse, manifestatasi attraverso una sempre maggiore complessità di organizzazione, accumulo e distribuzione delle stesse, dal cui delicato equilibrio dipende il sostentamento di tutte le forme di vita animale e vegetale.

Peraltro, negli ultimi cinquant'anni, un non razionale utilizzo, seppur determinante ai fini dello sviluppo economico a cui si è assistito, nonché la velocità d'impiego su scala globale, hanno comportato un progressivo depauperamento delle risorse del pianeta, manifestatosi attraverso una sempre minore disponibilità di materie prime e un persistente degrado dei vari comparti ambientali.

In tal senso i Paesi più evoluti, ed in particolare l'Unione Europea, quest'ultima fortemente dipendente dalle risorse provenienti da altri continenti, hanno impostato una politica finalizzata alla riduzione degli impatti ambientali negativi e nel contempo mirata a bilanciare lo sviluppo economico attraverso un migliore utilizzo delle risorse.

La suddetta strategia prevede una serie di iniziative finalizzate al:

- miglioramento della conoscenza dell'utilizzo delle risorse e dell'impatto negativo causato su scala globale;
- impostazione degli strumenti idonei per il monitoraggio e successivo rapporto dei progressi compiuti;
- promozione dell'applicazione di indirizzi e processi strategici in merito;
- sensibilizzazione di tutti i soggetti interessati in merito agli eventuali impatti negativi conseguenti all'uso avventato delle risorse.

Con tali presupposti, un utilizzo razionale delle fonti energetiche fossili rappresenta indubbiamente un fattore chiave nella strategia per l'uso sostenibile delle risorse naturali.

D.3.13.2 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto

D.3.13.2.1 Consistenza delle risorse naturali a livello locale

Per le finalità del presente SIA, a livello locale, il sistema delle risorse naturali può ragionevolmente identificarsi con la risorsa suolo, da cui discende lo sviluppo economico tradizionale del territorio, legato prevalentemente ai settori produttivi agricoli e dell'agroindustria, nonché delle attività zootecniche. Agli aspetti concernenti il consumo di suolo, inoltre, si associano i processi di prevenzione e controllo del rischio idrogeologico.

Nel caso in esame, peraltro, l'intervento si localizza interamente entro le pertinenze dell'esistente Stabilimento Sarlux, in ambiti espressamente asserviti all'insediamento e conduzione di impianti industriali, escludendo ogni eventuale conflitto d'uso con altre possibili destinazioni funzionali.

D.3.13.2.2 Consistenza delle risorse naturali a livello globale

L'aspetto legato alla salvaguardia delle risorse naturali è ritenuto significativo valutato che il progetto si inquadra nell'ambito di una strategia generale di efficientamento gestionale di una esistente importante raffineria di petrolio.

Il petrolio ha rappresentato storicamente la più importante voce dei consumi energetici italiani. In termini quantitativi i consumi petroliferi hanno soddisfatto negli ultimi anni una domanda media di energia di circa 70 Mtep, con una riduzione della sua quota di mercato dal 50% al 34% nel periodo 2000÷2014⁶, determinata principalmente dalla diffusione delle fonti energetiche rinnovabili (Tabella 28).

Il settore petrolifero rappresenta uno dei principali componenti dell'economia nazionale. Due dei suoi comparti in particolare, la raffinazione e la rete di distribuzione e commercializzazione, sono di importanza strategica in campo energetico per l'Italia sia in termini economici che sociali.

⁶ Unione Petrolifera – Relazione annuale 2015

Tabella 28 – Consumi energetici in Italia in Milioni di Tep (Fonte, Unione Petrolifera su dati MISE)

	2000	2005	2008	2009	2010	2012	2013	2014(*)
Combustibili solidi	12.8	17	16.7	13	14.9	16.6	14.2	13.5
Gas naturale(*)	57.9	70.7	69.5	63.9	68.1	61.4	57.4	50.7
Importazioni nette di energia elettrica	9.8	10.8	8.8	9.9	9.7	9.5	9.3	9.6
Petrolio(*)	92	85.2	79.3	73.3	72.2	62.2	58.3	57.3
Fonti rinnovabili	12.9	13.6	17	20.2	22.9	26.6	33.8	35.3
TOTALE	185.4	197.3	191.3	180.3	187.8	176.3	173	166.4

Come evidenziato nel documento del Gruppo Tecnico IPPC, incaricato della redazione delle linee guida per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili, il settore della raffinazione ha garantito al mercato italiano un approvvigionamento sicuro di prodotti petroliferi quali combustibili per i trasporti, l'industria e il riscaldamento, migliorando nel contempo le prestazioni ambientali.

Nel Quadro di riferimento progettuale, a proposito dell'aspetto concernente il consumo di materie prime in ingresso al ciclo produttivo Sarlux, si è evidenziato come queste ultime siano costituite principalmente dal petrolio grezzo e, in piccole quantità, da oli combustibili e da altri idrocarburi semilavorati. La raffinazione di oli minerali (petrolio) è soggetta ad una specifica autorizzazione, che nel caso di Sarlux fissa una quantità massima pari a 18 milioni di tonnellate all'anno.

D.4 ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI

D.4.1 Atmosfera

D.4.1.1 Principali fattori di impatto a carico della componente

D.4.1.1.1 Emissione di polveri e inquinanti atmosferici da movimento di automezzi

La fase di cantiere, analogamente a quanto riscontrabile per qualunque sito costruttivo di interventi infrastrutturali, sarà all'origine, in particolare durante i periodi secchi, dell'emissione di polveri a seguito della realizzazione delle opere civili e di movimentazione dei materiali.

Tenuto conto delle caratteristiche geomeccaniche dei substrati di sedime dell'impianto, le operazioni di scavo potranno avvenire attraverso l'impiego di mezzi meccanici convenzionali (motolivellatrici, escavatori cingolati).

Da quanto detto emerge come le principali sorgenti di emissione di polveri siano riconducibili, prevalentemente, alle seguenti cause e/o attività elementari:

- asportazione della coltre superficiale;
- apertura/livellamento di piste e piazzali;
- scavo con mezzi meccanici;
- stoccaggio temporaneo del materiale di scavo;
- movimentazione e caricamento su camion dei materiali.

Nel seguito, l'aspetto delle emissioni gassose da traffico veicolare associato all'operatività del cantiere è preso in esame per completezza di trattazione, potendosi considerare un fattore scarsamente significativo in rapporto alla stima degli effetti sulla qualità dell'aria che caratterizza il territorio di interesse. Considerato il limitato numero di mezzi pesanti che quotidianamente saranno impegnati nel processo costruttivo (al massimo circa 8 trasporti/d in andata e ritorno per circa 4 mesi, periodo di massima intensità dei flussi veicolari – cfr. par. D.4.8.4), ogni effetto sulla qualità dell'aria può ritenersi ragionevolmente di bassa entità, temporaneo (può manifestarsi prevalentemente dalle 07:00 alle 17:00, ossia nell'orario di lavoro) nonché reversibile nel breve termine.

D.4.1.1.2 Emissioni non convogliate di COV

D.4.1.1.2.1 Emissioni di COV dai serbatoi

Come evidenziato all'interno del Quadro di riferimento progettuale (Elaborato AM-RTS10003 – par. C.3.4.1.4.2), l'emissione di COV dal parco stoccaggio prodotti petroliferi dello Stabilimento Sarlux rappresenta circa il 30% delle emissioni complessive di COV dell'area Impianti SUD.

I serbatoi del reparto stoccaggio dell'area Impianti SUD si distinguono in serbatoi a tetto fisso e serbatoi a tetto galleggiante. I primi, previsti in progetto, sono considerati sorgenti emmissive quando sono in fase di riempimento. In tale circostanza, infatti, i prodotti in fase aeriforme, evaporati dalla fase liquida dei prodotti stoccati, vengono spinti verso l'esterno del serbatoio attraverso gli sfiati posizionati sul tetto.

Nell'ambito di una generale strategia di ottimizzazione delle prestazioni ambientali dello Stabilimento Sarlux, da tempo in atto, l'adozione di serbatoi a tetto fisso per lo stoccaggio di gasolio è coerente con le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) concernenti la raffinazione di petrolio e di gas, ai sensi della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle emissioni industriali di cui alla Decisione di Esecuzione della Commissione del 9 ottobre 2014 (decisione 2014/738/Ue – GUUE L. 307/2014).

D.4.1.1.2.2 Emissioni fuggitive

Come evidenziato all'interno del Quadro di riferimento progettuale, l'aspetto ambientale riguarda la potenziale sussistenza di emissioni fisiologiche, non tecnicamente convogliabili, risultanti da una perdita graduale di tenuta da parte delle apparecchiature designate a contenere/movimentare i prodotti, quali p.e. valvole e flange (c.d. Emissioni fuggitive).

Le sostanze presenti nelle emissioni fuggitive dall'impianto Sarlux sono riferibili, in via generale, ai Composti Organici Volatili (COV), costituiti da idrocarburi leggeri, in grado di evaporare nelle ordinarie condizioni ambientali e di processo.

Nel contesto dell'attività di un impianto industriale, e nello specifico degli impianti di raffinazione, gli aspetti legati all'individuazione, quantificazione e, più in generale, alla gestione delle emissioni fuggitive investono molteplici questioni di carattere ingegneristico ed ambientale. Nello specifico, assumono rilievo: aspetti legati alla sicurezza in impianto, in relazione a potenziali pericoli di esplosione associati alla presenza di fluidi infiammabili, aspetti afferenti alla tutela della salute dei lavoratori nelle specifiche aree operative, aspetti ambientali inerenti gli effetti delle emissioni sulla qualità dell'aria. Non ultimo, tali perdite di prodotto in atmosfera possono incidere in maniera sensibile l'efficienza dello stesso processo produttivo, per effetto degli sprechi di materia ad esse associati.

Sotto il profilo più strettamente ambientale, l'accresciuta sensibilità rispetto a tali tematiche ha contribuito allo sviluppo di strumenti di valutazione dell'emissione di Stabilimento sempre più raffinati, tali da consentire il passaggio da un livello di stima di massima, basata su bilanci globali di materia, ad una quantificazione più accurata. Tale avanzamento è divenuto imprescindibile anche in ragione dell'evoluzione normativa, con particolare riferimento a quella IPPC, che impone che la prevenzione dell'inquinamento sia garantita attraverso l'implementazione delle migliori tecniche disponibili.

In particolare, in ambito nazionale, il documento "*Elementi per l'emanazione delle Linee Guida per l'identificazione delle migliori tecniche disponibili – Sistemi di monitoraggio*" prevede esplicitamente la necessità di pianificare l'impegno di risorse adeguate per identificare, monitorare, quantificare e ridurre le emissioni diffuse, tra le quali sono ricomprese quelle di tipo fuggitivo.

Al riguardo, la procedura Smart LDAR mista applicata in Sarlux prevede, in sintesi:

- l'indagine visiva di tutte le componenti di processo oggetto di indagine con una termocamera ad infrarossi specifica (termocamere FLIR serie GasFind);
- la quantificazione, mediante campionatori portatili, delle perdite riscontrate con l'indagine visiva;
- il campionamento e la successiva inferenza statistica delle componenti accessibili trovate non in perdita nell'indagine visiva;
- l'analisi statistica dei dati raccolti, la stima del flusso di massa totale dei gas emessi ed infine
- la registrazione di tutti i dati relativi al monitoraggio in un sistema informativo dedicato⁷.

D.4.1.1.3 Emissioni di composti odorigeni

Il problema della valutazione dell'impatto olfattivo originato da impianti industriali di varia natura è un tema particolarmente sentito dalla collettività ed è causa spesso di lamentele mosse dalle popolazioni residenti contro la presenza nel territorio di installazioni produttive, esistenti o future. Benché le emissioni odorigene sgradevoli non siano necessariamente associabili a rischi di tipo tossicologico, permane il problema della bassa accettabilità sociale della molestia olfattiva, che può inficiare la qualità della vita delle comunità interessate.

L'emissione di composti volatili maleodoranti è intrinseca a una molteplicità di processi industriali; tra questi sono più frequentemente fonte di molestia olfattiva gli impianti di

⁷ Fonte: PMC Impianto Sarlux – Allegato 11 – Anno 2015

trattamento, smaltimento e/o recupero rifiuti, gli allevamenti zootecnici, gli impianti di trattamento acque reflue, di lavorazione di scarti di origine animale e vegetale, di verniciatura, di produzione mangimi, ecc.

Nel caso specifico, in coerenza con le prassi valutative adottate in sede di procedimento di AIA dello Stabilimento Sarlux, è stata ritenuta di interesse la stima dell'impatto olfattivo associato alla realizzazione dei due nuovi serbatoi di gasolio. A tal fine è stata eseguita una simulazione modellistica della dispersione degli odori che ha valutato l'impatto odorigeno su bersagli ubicati nel centro urbano di Sarroch.

Valutato che la normativa nazionale non prevede norme specifiche e valori limite in materia sia di emissioni sia di immissione di odori, la valutazione dell'impatto odorigeno ha previsto una verifica rispetto agli standard di riferimento riportati dalla normativa tedesca e inglese.

D.4.1.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello globale

Come evidenziato all'interno del Quadro di riferimento progettuale, le attività svolte nello Stabilimento di Sarroch (raffinazione del petrolio grezzo, produzione di energia elettrica e produzione di prodotti chimici) rientrano nel campo di applicazione della Direttiva europea "Emission Trading".

Il calcolo delle emissioni di CO₂ nello Stabilimento Sarlux viene effettuato sulla base di un apposito Piano di monitoraggio, definito in accordo con le specifiche Linee guida europee ed italiane. Il monitoraggio si fonda sul rilievo dei consumi di combustibili e sull'applicazione di fattori di emissione specifici per ogni combustibile.

I dati emissivi evidenziano come le emissioni di CO₂ presentino un generale trend di riduzione, iniziato nel 2010, in linea con gli investimenti da tempo intrapresi in tema di risparmio energetico.

Con specifico riferimento alla prevista realizzazione di due nuovi serbatoi di gasolio nel parco stoccaggio dello Stabilimento - Impianti SUD, atteso che l'intervento è funzionale ad una razionalizzazione delle fasi deposito e movimentazione prodotti all'interno dello Stabilimento, inteso ad aumentare la flessibilità operativa del processo industriale, lo stesso non incide in nessun modo sugli aspetti legati alle emissioni di CO₂.

Per quanto precede, valutato che i contributi associati ai processi di costruzione e dismissione possono ritenersi non significativi in rapporto all'attuale bilancio emissivo del complesso Raffineria, IGCC e Impianti NORD, **ogni potenziale effetto dell'intervento sul clima globale è da ritenersi trascurabile in tutte le fasi di vita dell'opera.**

D.4.1.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale

D.4.1.3.1 Fase di costruzione

Durante il periodo di costruzione dei nuovi serbatoi, a seguito delle operazioni di preparazione preliminare delle aree di intervento nonché delle attività di trasporto dei materiali, allestimento delle aree ed assemblaggio dei componenti impiantistici potrà configurarsi un locale e lieve decadimento della qualità dell'aria da attribuire alle seguenti forme di impatto, peraltro caratteristiche di qualunque cantiere edile:

- emissione di polveri in atmosfera;
- incremento delle emissioni da traffico veicolare, movimento automezzi e impiego attrezzature di lavoro.

All'origine delle emissioni di polveri, in particolare, saranno tutte le attività di movimento terra quali: lavori di scavo, sbancamento e rinterro per l'allestimento del piazzale e degli strati di fondazione dei serbatoi; lavori di scavo per l'approntamento delle trincee degli oleodotti; scavi di sbancamento e/o regolarizzazione della viabilità di servizio; movimentazione e stoccaggio provvisorio di materiali (in particolare rocce, terre, suolo vegetale).

Uno dei principali indicatori atti a descrivere la significatività dell'aspetto ambientale correlato all'emissione di polveri è certamente il tempo associato alle lavorazioni più problematiche, quali la preparazione del piazzale e l'allestimento della viabilità (vedasi Progetto definitivo - Elaborato 0901-GA-67153-E - Cronoprogramma).

La limitata durata delle predette fasi di lavorazione (circa 5 mesi) unitamente alla particolare ubicazione delle aree interessate dagli scavi, all'interno delle pertinenze dello Stabilimento Sarlux, ad alcune centinaia di metri dai confini di proprietà della Proponente ed a significativa distanza dai più vicini nuclei abitativi, consentono ragionevolmente di ritenere che la significatività degli effetti associati alla dispersione di polveri all'esterno dello Stabilimento sarà alquanto limitata.

Riguardo alle emissioni derivanti dall'incremento del traffico, possono anch'esse ritenersi estremamente contenute, soprattutto in considerazione del modesto movimento di automezzi medio giornaliero necessario al trasporto delle componenti impiantistiche e dei materiali edili (cfr. par. D.4.8.4).

In termini di estensione spaziale, l'emissione di polveri da attività di cantiere esercita i suoi effetti ambientali principali entro distanze di poche centinaia di metri dalle zone di lavorazione.

Alquanto più contenuta, per contro, sarà l'area di influenza significativa delle emissioni di inquinanti da traffico, in ragione del limitato numero di mezzi operativi previsti.

In definitiva, considerata la configurazione “concentrata” del cantiere, unitamente all'adozione delle misure di mitigazione più oltre individuate, i predetti fattori causali di impatto, e conseguentemente **i relativi effetti ambientali, sono da ritenersi adeguatamente controllabili, di lieve entità e totalmente reversibili a conclusione del processo costruttivo.**

D.4.1.3.2 Fase di esercizio

Come evidenziato all'interno dell'*Analisi di rischio di incidente rilevante* allegata all'istanza di VIA, redatta ai sensi del D.Lgs. 105/2015, il proposto intervento non determina significativi incrementi dei quantitativi di prodotti petroliferi stoccati presso lo Stabilimento Sarlux - Impianti SUD.

In particolare la modifica comporta un incremento di “Prodotti petroliferi e combustibili alternativi” di cui all'Allegato 1 – Parte 2 al D. Lgs. 105/15 pari a 84.460 t, corrispondente ad un incremento percentuale del 4,3%.

A questa modesta incidenza del progetto, in termini di variazione dei quantitativi di prodotti petroliferi presenti in Stabilimento, corrisponde una sostanziale bassa significatività degli incrementi delle emissioni di COV attese.

Considerato che le emissioni di COV riferibili ai serbatoi di gasolio ST207 e ST208, aventi le medesime caratteristiche costruttive e dimensionali di quelli in progetto ed ubicati in posizione ad essi limitrofa, sono quantificate da Sarlux in 47.174 kg/anno⁸, l'incremento atteso delle emissioni di COV rappresenterebbe, con accettabile approssimazione, appena il 4% rispetto al totale associato allo Stabilimento Impianti SUD (1.168.611 kg/anno di COV, tra emissioni convogliate e non).

D'altro canto, come evidenziato all'interno del Quadro di riferimento progettuale (par. C.3.4.1.4.2), a fronte di tali modeste variazioni delle emissioni di COV attese a seguito della realizzazione del progetto, nell'immediato futuro è prospettabile una consistente riduzione del quantitativo totale di COV emessi in atmosfera dallo Stabilimento Impianti SUD.

Con riferimento alla principale sorgente di emissione di COV (sezione API-TAS), infatti, le programmate attività di copertura delle vasche API dell'impianto di trattamento acque di scarico,

⁸ Per le emissioni diffuse dai serbatoi di stoccaggio si utilizza il modello “TANKS”, fonte: Environmental Protection Agency, Agenzia di protezione ambientale U.S.A.; per le emissioni diffuse da spedizioni prodotti e da vasche di trattamento acque reflue si utilizzano rispettivamente formule specifiche di fonte E.P.A. e A.P.I. (American Petroleum Agency).

attualmente in fase di attuazione, assicureranno una riduzione di circa l'80% del contributo di COV ascrivibile a tale sezione impiantistica, contribuendo ad una riduzione delle emissioni complessive della Raffineria di circa il 50%.

Ai fini della valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria in fase di esercizio, infine, sono certamente d'ausilio le risultanze dell'allegato studio sull'impatto olfattivo dei due nuovi serbatoi (Elaborato AM-RTS10008), inteso a valutare il contributo delle nuove sorgenti sulle immissioni di composti odorigeni in rapporto allo stato di fatto (*Assetto Standard*).

In particolare, dai risultati scaturiti dal suddetto studio emerge come non sia prevedibile alcun contributo all'impatto olfattivo ad opera dei due nuovi serbatoi. Ciò nelle ipotesi che le emissioni dei nuovi serbatoi siano confrontabili con quelle misurate nei serbatoi simili già installati nello Stabilimento Sarlux.

Con riferimento alle implicazioni delle emissioni atmosferiche sulle problematiche di sicurezza industriale e salute nei luoghi di lavoro si rimanda alle considerazioni espresse a proposito degli impatti sulla componente "salute pubblica" (cfr. par. D.4.7.4).

Per tutto quanto precede, l'impatto sulla qualità dell'aria associato all'operatività dei due nuovi serbatoi di gasolio è da ritenersi trascurabile.

D.4.1.3.3 Fase di dismissione

Impatti del tutto analoghi alla fase di costruzione, per caratteristiche di durata e persistenza, potranno verificarsi in sede di dismissione dell'impianto, a seguito delle operazioni di demolizione/disassemblaggio dei serbatoi ed annesso piping, rimozione dei bacini di contenimento e delle strade, rimodellamenti morfologici nonché recupero ambientale.

Anche in questo caso, per tutte le ragioni anzidette, l'impatto è da ritenersi di rilevanza contenuta, spazialmente localizzato nelle aree di cantiere, di carattere temporaneo e discontinuo in funzione dei cicli di lavorazione previsti e totalmente reversibile al termine dei lavori.

D.4.1.4 Eventuali effetti sinergici

In ragione delle considerazioni più sopra espresse circa l'assenza di nuovi punti di emissione convogliata e la modesta rappresentatività dei nuovi componenti (flange, valvole, ecc.) potenzialmente all'origine di emissioni fuggitive, in rapporto all'attuale quadro emissivo che caratterizza l'area industriale di Sarroch, non si ravvisano apprezzabili effetti sinergici a carico della qualità dell'aria per effetto della realizzazione degli interventi in progetto.

D.4.1.5 Misure di mitigazione previste

Al fine di realizzare un adeguato controllo delle emissioni di polveri in fase di realizzazione e dismissione dei nuovi serbatoi potranno risultare sufficienti alcuni accorgimenti di “buona gestione” del cantiere quali, solo per citarne alcuni:

- l’opportuna limitazione della velocità dei mezzi di trasporto dei materiali inerti;
- in giornate particolarmente secche e ventose, la periodica bagnatura dei cumuli di materiale inerte provvisoriamente stoccato in loco o, eventualmente, delle piste e dei piazzali;
- l’appropriata conduzione delle operazioni di carico-scarico dei materiali inerti (p.e. limitando l’altezza di caduta del materiale dalla benna);
- la razionalizzazione delle attività di cantiere al fine di limitare la durata delle lavorazioni provvisorie.

In relazione al potenziale incremento delle emissioni da traffico veicolare durante il processo costruttivo, quali misure di mitigazione, possono ritenersi sufficienti le ordinarie procedure di razionalizzazione delle attività di trasporto dei materiali (impiego di mezzi ad elevata capacità ed in buono stato di manutenzione generale).

Nell’ambito della fase di esercizio si ritengono efficaci, ai fini del controllo delle potenziali emissioni fuggitive, le misure ed accorgimenti già implementati da Sarlux in ordine al sistematico monitoraggio delle perdite ed attuazione delle attività manutentive previste dal programma LDAR.

D.4.2 Suolo e sottosuolo

D.4.2.1 Premessa

Sotto il profilo degli effetti a carico della componente in esame, va in primo luogo osservato come, sulla base del quadro di conoscenze al momento ricostruito, non siano state ravvisate problematiche di carattere geologico, geomorfologico e geotecnico che possano di per sé pregiudicare la realizzazione ed il corretto esercizio dei nuovi serbatoi per prodotti di categoria “C” in progetto. Quanto precede fatta salva l’esecuzione a regola d’arte delle lavorazioni e la rigorosa gestione operativa degli impianti, secondo le procedure già in uso presso lo Stabilimento Sarlux.

Considerate le dimensioni dei serbatoi e la natura dei prodotti contenuti, l’impatto sulla componente geologica si rivela potenzialmente significativo, ma comunque efficacemente mitigato dalle scelte localizzative, tecnologiche e realizzative operate. Al riguardo va evidenziato, in particolare, come l’intervento si situi all’interno dello stabilimento Sarlux, entro un’area già interessata dal deposito di prodotti petroliferi e da oltre 25 anni modificata sotto il profilo morfologico, in accordo con le esigenze funzionali connesse alle strategie aziendali di gestione della potenzialità di stoccaggio.

Le pregresse operazioni di terrazzamento del sito, con la formazione di piazzali, piste e scarpate, hanno indotto inevitabilmente modificazioni sul ruscellamento superficiale diffuso e incanalato nonché sulle caratteristiche della copertura pedologica. Le dinamiche di ruscellamento diffuso, in particolare, saranno opportunamente regolate attraverso la realizzazione di un canale di guardia, con recapito a valle delle acque in corrispondenza di un esistente impluvio (cfr. Progetto definitivo – Elaborato 0901-CB-15106-A).

Di seguito si esplicitano nel dettaglio i principali impatti sulla componente, in fase di cantiere e in fase di esercizio.

D.4.2.2 Principali fattori di impatto a carico della componente

Gli impatti potenziali sulla componente scaturiscono principalmente dal manifestarsi dei seguenti fattori causali di impatto (o aspetti ambientali), di seguito analizzati.

- Trasformazione ed occupazione di superfici;
- Alterazione dei caratteri morfologici;
- Modifiche allo stato tensionale del sottosuolo (introduzione di carichi artificiali, distribuiti e/o concentrati);
- Rischi di dispersione accidentale di inquinanti in fase solida/liquida.

D.4.2.2.1 Trasformazione ed occupazione di superfici

Sotto questo profilo occorre ribadire come le nuove opere in progetto insisteranno entro le pertinenze dell'esistente stabilimento Sarlux (c.d. Parco Ovest), in corrispondenza di un comparto impiantistico da tempo asservito al deposito di prodotti petroliferi e confinante con il deposito doganale ("Deposito Nazionale").

L'esame delle foto aeree e satellitari storiche disponibili attesta, in tutta evidenza, come il Parco Ovest sia stato interessato, da oltre 25 anni, da invasivi interventi di sistemazione morfologica delle aree ed infrastrutturazione che ne hanno modificato sensibilmente la configurazione originaria (Elaborato AM-IAS10012 – Sovrapposizione interventi su ortofoto storiche). Tali interventi hanno inciso profondamente, inoltre, sulle caratteristiche della copertura pedogenetica originaria, pressoché localmente scomparsa nel piazzale interessato dal posizionamento degli interventi in progetto. In particolare, in origine la quota dell'area di intervento era compresa tra 30 e 55 m s.l.m., mentre attualmente la quota media è pari a circa 44 m s.l.m.. In base alle analisi e valutazioni condotte, nella porzione orientale del sito fu riportato materiale per uno spessore di almeno 10 metri, mentre nella restante parte furono scavati almeno 5÷10 metri di alluvioni. L'esecuzione di tali movimenti di terra comportò, in definitiva, l'asportazione del suolo su gran parte dell'area e la copertura di estese superfici in corrispondenza degli alvei dei corsi d'acqua che attraversavano l'area. Per quanto precede, attualmente sono presenti in sito suoli poco profondi e non evoluti, sul riporto o sul glacis scavato, che è praticamente affiorante.

La realizzazione dei nuovi serbatoi di gasolio e delle opere accessorie funzionali al loro esercizio (bacini di contenimento, tubazioni per prodotti liquidi, reti idriche, ecc.) comporta inevitabilmente una occupazione permanente di superfici (pari a circa 3 ettari) ed una modifica della preesistente copertura del suolo. D'altro canto, l'entità di tale fattore di impatto deve essere necessariamente commisurata alla destinazione spiccatamente industriale del sito, trattandosi di ambiti ben lontani dalle originarie condizioni di naturalità e intrinsecamente vocati a processi di profonda infrastrutturazione per fini produttivi.

Al fine di pervenire ad una appropriata valutazione della rilevanza del fattore di impatto, la Tabella 29 riporta l'estensione delle superfici occupate dall'esistente area "Impianti SUD" dello Stabilimento Sarlux (Raffineria + IGCC), scorporate per destinazione funzionale, e quelle interessate dal proposto progetto; l'occupazione delle aree è distinta in base al carattere di durata dell'aspetto ambientale (temporaneo o permanente). Le superfici sono individuabili schematicamente in Figura 66.



Figura 66 - Area "Impianti SUD" Stabilimento Sarlux - Aree produttive per destinazione funzionale e superfici occupate dagli interventi in progetto

I dati evidenziano come la superficie occupata permanentemente dalle nuove opere sia scarsamente rappresentativa, se rapportata all'intera dimensione del comparto industriale Sarlux "Impianti SUD" (circa 3 ettari su 190 ettari complessivi - circa l' 1.6%). Tale considerazione può ritenersi ancora valida limitando l'analisi alle sole superfici asservite allo stoccaggio di materie prime e prodotti (circa 3 ettari su 108 ettari complessivi - circa il 2.7%).

Tabella 29 - Area "Impianti SUD" Stabilimento Sarlux - Aree produttive per destinazione funzionale e superfici occupate dagli interventi in progetto

Attuale configurazione dello Stabilimento Sarlux – Complesso Raffineria + IGCC	
Produzione prodotti petroliferi	~ 235.200 m ²
Produzione energia elettrica (IGCC)	~ 73.000 m ²
Stoccaggio materie prime e prodotti (lato est S.S. 195)	~ 977.700 m ²
Stoccaggio materie prime e prodotti (Parco Ovest)	~ 108.500 m ²
Stoccaggio Gas Liquefatti (sfere e sigari GPL)	~ 69.300 m ²
Stoccaggio prodotti liquidi (Deposito Nazionale)	~ 47.700 m ²
Spedizione prodotti via terra	~ 47.800 m ²
Servizi Ausiliari	~ 167.500 m ²
Uffici, officine e magazzini	~ 88.500 m ²
Area ditte in appalto	~ 72.300 m ²
Superfici complessivamente occupate dallo Stabilimento Sarlux "Impianti SUD" (al netto del terminale marittimo)	~1.887.500 m²
Progetto di realizzazione di due nuovi serbatoi di gasolio	
Nuovi serbatoi, bacini di contenimento e canalizzazioni (occupazione permanente)	~25.000 m ²
Viabilità di servizio (occupazione permanente)	~ 3.000 m ²
Area di cantiere (occupazione temporanea)	~10.000 m ²
Area di deposito terre da scavo in attesa di riutilizzo (occupazione temporanea)	~10.000 m ²
Superfici complessivamente occupate dal progetto (comprensive dell'area di cantiere da sgomberare al termine dei lavori)	~48.000 m²

Corre l'obbligo di evidenziare come le aree asservite alla logistica di cantiere ed al deposito terre da scavo saranno opportunamente sgomberate al termine delle lavorazioni per essere riportate alle condizioni preesistenti all'intervento.

Sotto il profilo spaziale, gli effetti riferibili alla sottrazione di superfici hanno una rilevanza prevalentemente circoscritta all'ambito ristretto di intervento, trattandosi di un sito da tempo asservito all'operatività dell'industria petrolchimica. Tale circostanza contribuisce a confinare la portata del fattore di impatto alla scala esclusivamente locale, valutato altresì che il progetto non prelude a nuove occupazioni di territorio in aree esterne al perimetro dello Stabilimento.

Va infine rilevato come l'occupazione di superfici sia un fattore di impatto potenzialmente reversibile solo nel lungo periodo, in funzione dell'evoluzione generale del contesto economico e sociale e dei piani aziendali della Società proponente.

D.4.2.2.2 Alterazione dei caratteri morfologici

Come accennato in precedenza, l'installazione dei nuovi due serbatoi interesserà un'area con caratteristiche morfologiche sostanzialmente idonee ad ospitare gli interventi, essendo già stata terrazzata, verosimilmente negli anni '80 del novecento (cfr. Elaborato AM-IAS10012 - Sovrapposizione interventi su ortofoto storiche), in funzione degli originari piani di sviluppo del "Parco Ovest". Le principali modifiche previste alla preesistente morfologia si riferiscono alla necessità di una preventiva preparazione del piazzale, da realizzarsi attraverso l'asportazione della coltre superficiale e la successiva regolarizzazione delle aree.

Ulteriori modifiche marginali conseguiranno all'approntamento della viabilità perimetrale, necessarie per conferire al profilo stradale le opportune pendenze.

Si tratta, in ogni caso, di interventi estremamente circoscritti e scarsamente apprezzabili in rapporto allo stato attuale ed all'estensione complessiva delle aree occupate dallo Stabilimento Sarlux.

Per quanto espresso a proposito dell'aspetto ambientale concernente la trasformazione ed occupazione di superfici, il fattore di impatto in esame assume carattere permanente e potrà risultare in parte reversibile solo nel lungo termine, allorquando si dovessero presentare i presupposti per la dismissione dei nuovi serbatoi. Allo stesso modo, la portata del fattore di impatto può ragionevolmente circoscriversi all'ambito locale ristretto.

D.4.2.2.3 Modifiche allo stato tensionale del sottosuolo

In primo luogo va ribadito come, dal punto di vista **geomorfologico**, nelle aree di ubicazione dei nuovi serbatoi in progetto non si ravvisino fenomeni franosi, né quiescenti né in atto. I versanti dei confini dei terrazzi appaiono stabili e non si rilevano su di essi fenomeni di dissesto né di subsidenza; solo le scarpate lungo il perimetro nord presentano in taluni punti dei solchi di

erosione incisi da parte delle acque di ruscellamento, le quali si concentrano in occasione di eventi meteorici intensi. Per prevenire tali fenomeni il progetto prevede un'adeguata regimazione delle acque superficiali (cfr. par. D.4.2.5).

Le aree di intervento sono altresì ampiamente esterne rispetto ad ambiti individuati dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) come "aree di pericolosità da frana" e pericolosità "idraulica".

Per quanto attiene ai nuovi serbatoi, sulla base dei dati stratigrafici dei sondaggi e delle indagini geotecniche propedeutiche al progetto definitivo, sono prevedibili fondazioni di tipo superficiale ad anello. Le verifiche agli Stati Limite Ultimo (SLU), secondo le NTC 2008 in accordo all'approccio DA1-C2, hanno dato i seguenti risultati, per una fondazione ad anello, con sviluppo fuori piano pari a 10 volte la larghezza:

- 1) la verifica di capacità portante in campo sismico $E_d < R_d$ è soddisfatta, poiché il valore di progetto dell'azione $E_d = 155 \text{ kPa}$ e il valore di progetto della resistenza $R_d = 730 \text{ kPa}$;
- 2) la verifica del collasso per scorrimento sul piano di posa è soddisfatta;
- 3) la verifica di stabilità globale si assume implicitamente verificata.

Le verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE) hanno fornito i valori dei cedimenti previsti al centro e al bordo dei serbatoi sotto i carichi della prova idraulica, al di sotto dei limiti generalmente raccomandati in letteratura per questo tipo di serbatoi.

Il modello tridimensionale del sottosuolo, ricostruito nell'ambito del presente SIA a partire dai numerosi sondaggi disponibili, ed i più recenti sondaggi eseguiti ai fini della caratterizzazione geotecnica hanno evidenziato nell'area di intervento la variabilità di spessore da 1 a 10 metri circa dei depositi alluvionali tra i settori ovest ed est dell'area di progetto, e in particolare, da 1.5 a 7.3 m ai bordi dei serbatoi rispettivamente a ovest ed est. Infatti, i depositi alluvionali raggiungono almeno 10 metri di potenza nella parte occidentale dell'area, secondo un allineamento generale NW-SE, coincidente con il riempimento dell'originario alveo fluviale, a monte e a valle idraulica dell'area di progetto, avvenuto dopo la sistemazione morfologica dell'area. Per quanto attiene alla parte più superficiale delle vulcaniti andesitiche, che si presenta da molto fratturata ad alterata con argillificazione, il suo spessore nell'area di progetto è variabile da 0 a circa 10 metri e, al di sotto dei serbatoi, indicativamente tra 5 e 9 m.

D.4.2.2.4 Rischio di dispersione accidentale di inquinanti

Nell'ambito del processo costruttivo, il rischio di rilasci di sostanze inquinanti (p.e. carburanti dei mezzi d'opera o altri preparati impiegati nelle fasi di lavorazione) è associabile al verificarsi di eventi incidentali o ad una eventuale non corretta gestione dei rifiuti prodotti in fase di cantiere.

La fase di cantiere non presuppone, peraltro, la produzione di ingenti quantità di rifiuti e/o di residui contraddistinti da particolare pericolosità. Si rammenta, al riguardo, come le attività di caratterizzazione ambientale condotte nel sito di intervento ai termini della normativa vigente in materia di siti contaminati, non abbiano evidenziato uno stato di compromissione delle matrici ambientali terreni ed acque sotterranee (cfr. par. D.3.2.7). Nello specifico, tutti i composti inquinanti oggetto di verifica hanno presentato tenori al di sotto delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) previste per i siti con destinazione d'uso industriale dal D.Lgs. 152/06. Ne consegue che, ai termini della normativa vigente (D.Lgs. 152/26 e s.m.i. e D.M. 161/2012), le terre da scavo generate nell'ambito del processo costruttivo potranno essere riutilizzate per riempimenti, ripristini o rilevati, in funzione delle esigenze scaturite dalla progettazione (vedasi *Piano di utilizzo terre e rocce da scavo* – Elaborato AM-RTS10009).

Per il materiale di scavo in esubero rispetto alle necessità costruttive del cantiere (circa 11.500 m³), costituito prevedibilmente da 8700 m³ circa da terreni alluvionali di riporto e 2800 m³ circa da depositi alluvionali di glaciais, il progetto prevede il riutilizzo nell'ambito delle attività di bonifica dei terreni avviate nelle aree del Parco Ovest, all'interno del sito Sarlux – Impianti SUD di Sarroch (CA), planimetricamente individuate negli elaborati grafici allegati e nelle Figure riportate al capitolo I.8 del Piano di utilizzo. Tali attività di bonifica, infatti, a fronte delle attività di asportazione dei terreni risultati contaminati a seguito del processo di caratterizzazione ambientale, richiedono la disponibilità di materiali da utilizzare per riempimenti e riconformazione morfologica.

In relazione ai rifiuti originabili dal processo costruttivo, si stima la produzione di residui caratteristici dell'esercizio dei comuni cantieri edili operanti all'interno di siti industriali, quali, solo per citarne alcuni: metalli, materiali a base cementizia, rifiuti di rivestimenti, adesivi, sigillanti e impermeabilizzanti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, contenitori esausti, legno.

I rischi associati a rilasci di sostanze inquinanti nell'ambiente durante il processo costruttivo possono essere adeguatamente controllati e gestiti attraverso l'adozione di rigorose procedure a carico degli appaltatori, di norma previste per tutte le ditte esterne operanti nello Stabilimento Sarlux.

Come a più riprese rimarcato all'interno del presente SIA, durante la fase di esercizio dei nuovi serbatoi, la possibilità di trasferimento nel suolo e nel sottosuolo di sostanze inquinanti contenute nei prodotti petroliferi stoccati, nonché nei chemicals impiegati nelle fasi di preparazione dei prodotti per la vendita finale, o per successive fasi di trattamento, è esclusivamente da ascrivere al verificarsi di eventi incidentali, quali:

- perdite/stillicidi di prodotto dai serbatoi o dalle tubazioni di aspirazione / mandata;
- sovrariempimento dei serbatoi;
- fenomeni di incendio e/o esplosione.

Al fine di prevenire il verificarsi di questi eventi e/o minimizzare la portata delle conseguenze possibili, il progetto interiorizza le soluzioni tecniche più avanzate messe a disposizione dallo stato dell'arte in materia, in continuità con le procedure in uso presso lo Stabilimento Sarlux di Sarroch, come scaturite dall'esperienza gestionale e dalle prescrizioni impartite in sede di procedura di Autorizzazione Integrata Ambientale.

In tal senso, gli accorgimenti tecnici e le procedure funzionali a garantire l'efficienza e la sicurezza dei processi industriali, come più diffusamente evidenziato all'interno dell'*Analisi di rischio di incidente* rilevante, si rivelano efficaci anche ai fini della protezione delle matrici ambientali.

I residui della fase di esercizio scaturiranno principalmente dalle periodiche attività di manutenzione da condurre sui serbatoi, sulle opere stradali e sui bacini di contenimento. I rifiuti tipici risultanti dalle periodiche attività di manutenzione programmata degli impianti o nell'ambito della riparazione di guasti si riferiscono alle seguenti tipologie:

materiali coibenti (contaminati e non)
Rifiuti eterogenei di piccole dimensioni (stracci, plastica, legno, materiali ferrosi)
terra e rocce
contenitori esausti contaminati (fusti, lattine, bottiglie)
Rifiuti di ferro, acciaio e ghisa
Rifiuti di metalli non ferrosi o loro leghe
Spezzoni di cavo elettrico
Sigillanti
Grassi lubrificanti
Oli di lavaggio
Imballaggi non contaminati
Stracci (contaminati e non)

Avuto riguardo del manifestarsi degli aspetti ambientali più sopra individuati, di seguito si esplicitano i principali effetti attesi sulla componente in fase di cantiere, di esercizio e dismissione dei nuovi serbatoi di gasolio.

D.4.2.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi

D.4.2.3.1 Fase di cantiere

Per tutto quanto espresso in precedenza, valutate le intrinseche caratteristiche di idoneità del sito prescelto per l'installazione dei due nuovi serbatoi, già profondamente trasformato nelle sue componenti costitutive (morfologia e copertura del suolo in particolare) e, di fatto, tale da non richiedere significativi interventi di preparazione preventiva, gli effetti del processo costruttivo sulla componente in esame risulteranno alquanto contenuti.

I potenziali impatti di interesse sono di seguito individuati.

Potenziale perdita di risorsa suolo e introduzione di fattori di dissesto

Come evidenziato dalle indagini geotecniche eseguite ai fini della progettazione, le aree di sedime dei nuovi serbatoi si caratterizzano per la sostanziale assenza di suoli.

In tale contesto, valutate le caratteristiche dei fattori di impatto più sopra esaminati e lo stato di degrado della componente pedologica, è da ritenere che gli effetti sulla componente saranno di entità alquanto limitata.

Ciò in ragione degli aspetti, a più riprese evidenziati negli elaborati di progetto e del SIA e di seguito sinteticamente richiamati:

- la copertura superficiale dell'area presenta caratteristiche qualitative estremamente distanti da quelle dei suoli che contraddistinguono i settori agricoli esterni al perimetro dello Stabilimento Sarlux; le pregresse attività di regolarizzazione morfologica delle aree di pertinenza del Parco Serbatoi Ovest hanno, infatti, profondamente alterato l'originaria conformazione dei terreni e le caratteristiche della copertura pedogenetica, asportando e/o ricoprendo i suoli originari;
- l'occupazione permanente di suolo associata alla realizzazione del progetto è ben localizzata e scarsamente rappresentativa, sia in termini assoluti (~ 3,0 ettari complessivi al netto delle superfici di cantiere) che relativi, in rapporto all'estensione dell'area occupata dallo Stabilimento Sarlux e dalle stesse aree asservite allo stoccaggio di idrocarburi;
- gli interventi di modifica morfologica e di progettazione della viabilità di servizio ai serbatoi si accompagnano a specifiche azioni di regolazione dei deflussi superficiali orientate alla prevenzione dei fenomeni di dissesto.

In conclusione si può affermare che la realizzazione degli interventi progettuali previsti, opportunamente accompagnati da mirate azioni di gestione/regolazione delle acque superficiali, determinano sulla componente pedologica un **impatto complessivamente Trascurabile**.

Destabilizzazione geotecnica dei substrati

Le idonee caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta dei serbatoi assicurano effetti sostenibili in termini di preservazione delle condizioni di stabilità geotecnica dei substrati.

Nello specifico, si riepilogano di seguito i presupposti alla base della precedente valutazione:

- dal punto di vista geomorfologico, nelle aree di ubicazione dei nuovi serbatoi non si ravvisano fenomeni franosi, né quiescenti né in atto. I versanti sul perimetro dell'area appaiono stabili, a meno di localizzati solchi di erosione ad opera delle acque di ruscellamento che si concentrano in occasione di eventi meteorici intensi;

- le informazioni geologico-tecniche disponibili non hanno evidenziato problematiche che possano precludere la realizzazione dell'intervento o che non possano essere affrontate con opportuni accorgimenti progettuali: il modello geologico del sottosuolo ha evidenziato tra i due serbatoi una differenza di spessore della coltre alluvionale, al di sopra dello strato alterato per argillificazione delle vulcaniti andesitiche. Le verifiche geotecniche agli stati limite ultimi e di esercizio (SLU e SLE) sono state soddisfatte sia per le fondazioni superficiali dei serbatoi ipotizzate ad anello, sia per le opere di fondazione dei muri dei bacini di contenimento;
- le verifiche sui cedimenti dei terreni di fondazione dei serbatoi sono state, anch'esse, tutte positivamente verificate, fornendo i valori previsti al centro e al bordo degli stessi sotto i carichi della prova idraulica, al di sotto dei limiti generalmente raccomandati in letteratura per questo tipo di serbatoi.

Per tutto quanto precede è da ritenere che **gli effetti degli interventi sulla componente litologico-geotecnica possano ritenersi Trascurabili.**

Ogni potenziale effetto destabilizzante, inoltre, è totalmente reversibile nel lungo periodo alla rimozione dei carichi applicati.

Alterazione dell'integrità delle risorse geomorfologiche

Come espresso in precedenza, la realizzazione degli interventi in progetto esercita i propri effetti di alterazione morfologica entro superfici di estensione estremamente limitata e circoscritta, inducendo modificazioni riconoscibili ed apprezzabili alla sola scala del sito e, dunque, totalmente estranee alle dinamiche geomorfologiche del paesaggio, contraddistinte da una scala ed un ambito di relazione estremamente superiori.

Trattandosi, inoltre, di ambiti marcatamente antropizzati, in cui nel tempo sono state totalmente obnubilate le forme geologiche originarie, deve ragionevolmente ritenersi che **gli effetti a carico della componente geomorfologica possano ritenersi Trascurabili**, quantunque siano di carattere permanente e verosimilmente irreversibili.

Potenziale decadimento della qualità dei terreni

Tale aspetto, potenzialmente originabile da dispersioni accidentali di fluidi e/o residui solidi nell'ambito del processo costruttivo (p.e. come olii e carburanti dai macchinari utilizzati per i lavori), presenta una bassa probabilità di accadimento e configura, inoltre, effetti contenuti in

ragione delle caratteristiche di bassa vulnerabilità dei substrati, trattandosi di formazioni rocciose contraddistinte da valori di permeabilità medio-bassi. La base delle alluvioni, aventi nel sito una permeabilità media per porosità ($1 \cdot 10^{-6}$ m/s) è data dal cappellaccio di alterazione delle rocce andesitiche, argillificato e quindi dotato di bassissima permeabilità. Tali circostanze lasciano dunque ipotizzare, in questa fase, un rischio alquanto limitato di rapido trasferimento dei potenziali inquinanti verso gli strati più profondi (Elaborato AM-IAS10011– Carta idrogeologica).

Ad ogni buon conto, nell'ambito della fase costruttiva saranno adottati appropriati accorgimenti per minimizzare la probabilità di accadimento di eventi incidentali nonché attuate specifiche procedure per la tempestiva messa in sicurezza delle aree in caso di sversamenti di sostanze inquinanti.

Per quanto precede l'impatto in esame può ritenersi, oltre che adeguatamente controllabile, di **entità Lieve e reversibile nel breve periodo.**

D.4.2.3.2 Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio, alcuni degli impatti evidenziati nell'ambito del processo costruttivo si affievoliscono, fino a risultare del tutto inavvertibili.

In condizioni di "funzionamento normale" (o funzionamento "ordinario"), infatti, la fase di operatività dei serbatoi non configura fattori di impatto significativi a carico della componente ambientale in esame, se si eccettua il pieno manifestarsi dei carichi agenti sui substrati per effetto dei cicli di riempimento e svuotamento dei serbatoi.

Con tali presupposti possono ritenersi sostanzialmente trascurabili gli effetti sull'integrità delle *Unità geomorfologiche* e sulle *Unità geopedologiche e qualità dei terreni*.

I potenziali effetti ambientali maggiormente significativi a carico della componente in esame, ancorché mitigabili e controllabili, devono ascrivere esclusivamente al verificarsi degli eventi incidentali richiamati al paragrafo D.4.2.2.4.

Come desumibile dalla scheda di prodotto e dalla *Analisi di rischio di incidente rilevante* (cfr. Elaborato OPI16012STRIR-E02 e Quadro di riferimento progettuale dello SIA), peraltro, le problematiche associate allo stoccaggio e trasferimento del gasolio e *chemicals* attraverso le linee tubi attengono principalmente a questioni legate al rischio industriale, in ragione delle loro caratteristiche di liquidi infiammabili e suscettibili di formare in aria miscele esplosive. Tali

prodotti, inoltre, se dispersi nelle matrici ambientali configurano rischi per la salute umana e per gli ecosistemi.

I rischi di perdita accidentale di prodotti dalle nuove installazioni, peraltro, sono da ritenersi alquanto improbabili in ragione degli efficaci presidi tecnici ed accorgimenti gestionali individuati al paragrafo D.4.2.5, nel Quadro di riferimento progettuale (par. C.6.7) e nella citata *Analisi di rischio di incidente rilevante*, ai quali si rimanda per maggiori dettagli.

Per quanto precede **possono considerarsi Trascurabili o nulli gli impatti a carico delle Unità pedologiche e geomorfologiche** mentre **permangono di entità Lieve gli effetti a carico delle Unità geologico-geotecniche interessate.**

D.4.2.3.3 Fase di dismissione

In tale fase di vita dell'opera, gli effetti sulle componenti geologico-geotecniche e sulle caratteristiche dei suoli subiranno un generale decadimento fino a diventare **Trascurabili o nulli**. Ciò in conseguenza:

- dell'eliminazione dei principali carichi gravanti sui terreni (serbatoi);
- dell'asportazione, laddove richiesto, delle strutture e dei materiali inerti di riporto utilizzati per la costruzione di strade e l'allestimento delle fondazioni e bacini di contenimento;
- del ripristino della coltre di copertura pedologica superficiale attraverso l'impiego di suoli con caratteristiche granulometriche ed edafiche compatibili con quelle naturalmente presenti nei siti di intervento. Tali azioni assicureranno la rapida colonizzazione delle superfici da parte della vegetazione spontanea.

D.4.2.4 Eventuali effetti sinergici

Valutate le caratteristiche localizzative degli interventi, previsti all'interno delle pertinenze dell'esistente Stabilimento Sarlux, ed alla modesta incidenza degli stessi, in termini di nuove superfici occupate per lo stoccaggio di prodotti petroliferi, si può ragionevolmente ritenere che il progetto proposto non induca un apprezzabile aggravio dei fattori di pressione già agenti sulla componente suolo e sottosuolo.

In particolare si ritengono scarsamente significativi i valori assunti dai seguenti indicatori ambientali, di interesse ai fini della stima degli impatti cumulativi (cfr. par. D.4.2.2.1):

- superficie intervento / superficie totale area "Impianti SUD" = 1.6 %;
- superficie intervento / superficie totale parco serbatoi = 2.7 %;

- quantità incrementale di prodotto stoccato / attuale capacità di stoccaggio complessiva di prodotti petroliferi e combustibili alternativi = 4.3 % (cfr. *Analisi di rischio di incidente rilevante*).

D.4.2.5 Misure di mitigazione previste

Come evidenziato nei paragrafi precedenti, la prevista realizzazione di n. 2 nuovi serbatoi di gasolio entro le pertinenze dello Stabilimento Sarlux di Sarroch non prefigura significativi effetti ambientali a carico della componente “Suolo e sottosuolo”, ulteriori o diversi rispetto a quelli che già si manifestano attualmente ad opera delle installazioni industriali operative presso il Sito industriale.

Ai fini di un adeguato contenimento degli impatti ha inciso in maniera determinante, inoltre, l’appropriata scelta del sito, localizzato entro un ambito interno al complesso Raffineria + IGCC Impianti SUD e da oltre 25 anni modificato nelle sue componenti costitutive (con particolare riferimento a quella morfologica e di copertura del suolo) per finalità strategiche aziendali legate alle allora prevedibili esigenze di espansione degli stoccaggi di prodotti petroliferi.

Con tali premesse, si ritiene che le principali misure di mitigazione prospettate dal progetto debbano riferirsi ai numerosi accorgimenti tecnico-costruttivi e gestionali orientati alla **prevenzione e protezione dagli eventi incidentali**, aventi efficacia anche ai fini della protezione delle matrici ambientali. Tali misure possono sinteticamente ricondursi alle seguenti, meglio individuate nel *Quadro di riferimento progettuale* e nella *Analisi di rischio di incidente rilevante* (Elaborato OPI16012STRIR-E02):

- installazione di serbatoi con doppio fondo entro bacini di contenimento impermeabili atti a contenere $\frac{1}{4}$ del volume contenuto nei serbatoi;
- alloggiamento delle linee di trasferimento prodotti entro pipeway pavimentate e impermeabilizzate;
- adozione di sistemi di controllo automatizzato finalizzati ad evidenziare “movimenti inaspettati” dei livelli dei serbatoi, dovuti, per esempio, ad errati allineamenti oppure a perdite di contenimento del prodotto, attraverso la generazione di un “allarme di incongruenza”;
- visualizzazione dello stato dei serbatoi in sala controllo e possibilità di comandare da remoto le valvole preposte a regolare l’ingresso e l’uscita dei prodotti;
- adozione dei più efficaci sistemi antincendio messi a disposizione dello stato dell’arte, costituiti da sistemi fissi di estinzione schiuma e di anello fisso di raffreddamento ad acqua del fasciame e del tetto fisso;

- esecuzione alla regola dell'arte degli impianti e collegamenti elettrici al fine di assicurare l'adeguatezza rispetto alle condizioni operative di utilizzo e la continuità elettrica con la rete di terra equipotenziale;
- rigorosa applicazione delle procedure ambientali e di sicurezza già implementate presso lo Stabilimento Sarlux, sia in condizioni di funzionamento normale che di emergenza.

Con riferimento all'aspetto ambientale legato all'**introduzione di potenziali fattori di dissesto idrogeologico**, si ritiene che lo stesso risulti opportunamente mitigato dai seguenti accorgimenti implementati dal progetto:

- costruzione di canali di guardia idonei allo smaltimento delle portate di massima piena delle acque di ruscellamento diffuso dei bacini imbriferi a monte dell'area di progetto;
- sistematica manutenzione delle opere di drenaggio idrico in fase di esercizio dell'impianto;
- progettazione della tipologia fondazionale più idonea per limitare cedimenti differenziali significativi in funzione del modello geologico e geotecnico ricostruiti in modo dettagliato.

Come **criteri generali di conduzione del cantiere** si provvederà a:

1. garantire ed accertare:
 - a. la periodica revisione e la perfetta funzionalità di tutte le macchine ed apparecchiature di cantiere, in modo da minimizzare i rischi per gli operatori, le emissioni anomale di gas e la produzione di vibrazioni e rumori;
 - b. il rapido intervento per il contenimento e l'assorbimento di eventuali sversamenti accidentali di rifiuti liquidi e/solidi interessanti acqua e suolo;
 - c. la gestione, in conformità alle leggi vigenti in materia, di tutti i rifiuti prodotti durante l'esecuzione delle attività e opere;
2. ridurre al minimo indispensabile per la realizzazione dei lavori gli spazi destinati allo stoccaggio temporaneo dei materiali costruttivi e delle terre e rocce movimentate.

D.4.3 Ambiente idrico

D.4.3.1 Principali fattori di impatto a carico della componente

D.4.3.1.1 Potenziali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi superficiali

Come evidenziato in precedenza (par. D.3.3), si ribadisce come nelle aree di sedime dei nuovi serbatoi non sia ravvisabile alcun rischio idraulico. Le aree a rischio idrogeologico sono, infatti, individuabili entro ambiti esterni a quelli dei bacini idrografici afferenti ai sistemi di deflusso incanalato più prossimi al sito di progetto (*Rio Is Cannas e Rio Mascheroni*) (cfr. par. D.3.3.5). Nelle aree di intervento, inoltre, il sistema idrografico superficiale originario è stato da tempo profondamente alterato nelle sue dinamiche per effetto dei progressi interventi di allestimento dell'area del Parco Serbatoi Ovest. Tali interventi hanno determinato, a seguito della costruzione di strade, canalizzazioni, terrazzamenti e recinzioni, la pressoché totale scomparsa e/o interruzione degli impluvi naturali preesistenti. In particolare, i due alvei dei corsi d'acqua che erano presenti nel settore nordorientale dell'area e in quello sudoccidentale dell'area di progetto sono stati completamente riempiti nell'ambito delle operazioni di rimodellazione dell'area oltre 25 anni fa (Elaborato AM-IAS10012).

L'esigenza di preservare le nuove opere da fenomeni di dilavamento per effetto delle acque superficiali, in particolare in concomitanza di eventi meteorici intensi, ha comunque imposto la progettazione di opere di regolazione dei deflussi (canali di guardia) atte ad intercettare le portate idriche e recapitarle verso gli esistenti compluvi naturali. Ciò al fine di scongiurare fenomeni di dissesto in corrispondenza delle opere stradali, delle scarpate esistenti sul perimetro settentrionale dell'area e dei bacini di contenimento dei serbatoi, ed assicurarne adeguate condizioni di sicurezza operativa e durabilità.

I nuovi interventi, peraltro, non alterano le dinamiche di recapito a valle delle acque superficiali. In particolare, gli stessi non determinano incrementi delle portate di piena nelle sezioni di smaltimento degli esistenti compluvi in corrispondenza della S.S. 195, costituenti il recapito naturale delle acque drenate già nella situazione attuale, priva di regimazione, dell'area di progetto.

D.4.3.1.2 Potenziali interferenze con la dinamica della circolazione idrica sotterranea

Come evidenziato in sede di descrizione della componente (paragrafo D.3.3.2), nell'area di Sarroch, coesistono due acquiferi distinti e separati: uno superficiale, di tipo freatico o confinato, e uno profondo di tipo confinato. Il primo è ricaricato essenzialmente per infiltrazione diretta delle acque meteoriche in corrispondenza delle fasce "pedo-collinari", mentre il secondo segue circuiti idrogeologici indipendenti più ampi e complessi, attualmente non studiati.

La falda superficiale circola nelle formazioni andesitiche fratturate, sottostanti il loro cappellaccio di alterazione, e, verso mare, nelle formazioni ciottolose in matrice limo-argillosa e sabbiose della fascia alluvionale costiera. Le formazioni alluvionali sono caratterizzate da permeabilità media per porosità ($k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s), e localmente, vi sono presenti livelli a granulometria più grossolana, a maggiore permeabilità ($k = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s), correlabili, dal punto di vista geomorfologico, con i paleoalvei. Tali sub-unità idrogeologiche costituiscono degli assi di drenaggio che condizionano la morfologia della falda e sono individuabili anche dall'andamento delle linee isopiezometriche.

L'acquifero artesiano profondo è presente solo dopo 40÷60 metri di andesite con struttura lapidea integra poco fratturata, il che fa ritenere che quest'ultima ne rappresenti il tetto impermeabile di confinamento.

La falda presenta una direzione di deflusso generale da ovest verso est, con variazioni di direzione locale in prossimità della costa. Sono individuabili principalmente due assi di alimentazione, di cui uno a NE e ad E, e un asse di drenaggio a est dell'area di progetto. Si può notare anche un cono di depressione, dovuto all'emungimento dei pozzi della barriera idraulica esistente, a circa 700 metri a est dell'area di progetto (Elaborato AM-IAS10011).

Il livello assoluto della falda varia da 40 m s.l.m. a 36.5 m s.l.m. in corrispondenza del vertice occidentale dell'area di progetto (monte idrogeologico) e da 30 m s.l.m. a 27 m s.l.m. in corrispondenza di quello orientale (valle idrogeologica), raggiungendo il massimo tra marzo e aprile (alla fine della stagione piovosa) e il minimo tra agosto e settembre (nel periodo secco), considerando l'anno idrologico. Nell'area di progetto, l'escursione della falda durante il 2015 è stata pari a 3÷4.5 m. Allorquando, nell'intervallo temporale considerato, il livello piezometrico ha presentato il suo più elevato livello assoluto, la soggiacenza della falda era compresa tra circa 7 e 12 m p.c. (rispettivamente, circa 38 e 32 m s.l.m.), secondo la direzione di flusso della falda, tra i limiti ovest ed est dei due serbatoi in progetto.

Per quanto sopra, considerata la tipologia di scavo della fondazione, di tipo superficiale (profondità indicativa 2.5 m dal p.c.), e l'escursione annuale della falda, la probabilità di interferenza dello scavo della fondazione diretta con la falda idrica sotterranea appare potersi escludere in corrispondenza dei nuovi serbatoi di gasolio.

D.4.3.1.3 Rischio di dispersione accidentale di inquinanti

Al riguardo si ritengono valide le considerazioni già espresse a proposito della componente ambientale Suolo e sottosuolo (cfr. par. D.4.2.2.4).

D.4.3.1.4 Impermeabilizzazione di superfici

Come meglio evidenziato all'interno del Quadro di riferimento progettuale, l'allestimento delle aree di sedime dei due nuovi serbatoi e degli annessi presidi ambientali e di sicurezza (bacini di contenimento) determinerà l'impermeabilizzazione di una superficie pari a circa 3 ettari.

L'incremento di superficie impermeabilizzata in rapporto a quella già attualmente esistente in corrispondenza dell'area Impianti SUD dello Stabilimento Sarlux è valutabile in appena l' 1.5 % (cfr. par. D.4.2.2.1).

D.4.3.1.5 Scarichi idrici

In accordo con quanto riportato negli elaborati di progetto e descritto nel Quadro di riferimento progettuale del presente SIA (cfr. par. C.4.2.6), la prevista realizzazione di due nuovi serbatoi di gasolio contempla i seguenti interventi finalizzati ad assicurare un'appropriata gestione dei flussi idrici, potenzialmente contaminati e non, afferenti alle superfici di intervento.

- allestimento rete di allontanamento acque potenzialmente contaminate provenienti dai bacini di contenimento dei nuovi serbatoi;
- predisposizione rete di drenaggio ed allontanamento dei contributi idrici afferenti ad aree esterne ai bacini di contenimento serbatoi.

Nello specifico, le **acque contaminate con potenziale presenza di idrocarburi** raccolte primariamente dai pozzetti interni ai bacini di contenimento, tramite una rete composta da condutture, pozzetti di collettamento e valvole di sezionamento (Drenaggio della fognatura oleosa), confluiranno entro uno dei due comparti costituenti l'esistente vasca di raccolta denominata "Apino Parco Ovest". Tale vasca recapita costantemente i reflui verso l'impianto di trattamento centrale (TAS) dello Stabilimento Impianti SUD.

L'apporto verso la vasca di raccolta "Apino Parco Ovest" è temporalmente discontinuo ed avviene sotto controllo diretto degli operatori (cfr. Quadro di riferimento progettuale par. C.4.2.6.2). Con tali presupposti, è escluso che la realizzazione dei due nuovi serbatoi comporti un aggravio per i sistemi di collettamento e le unità di trattamento, in termini di portate istantanee convogliate, valutato che i serbatoi si inseriscono in accordo con le attuali modalità operative e non scaricano contemporaneamente ma in successione.

Il circuito che raccoglie le **acque meteoriche** al Parco Serbatoi Ovest (Drenaggio della fognatura acque meteoriche) è composto da canalette, ad alveo cementato ed in terra, da

tubazioni e pozzetti di collettamento che raccolgono le acque afferenti a superfici escluse da contaminazione (strade, scarpate, aree non produttive, ecc.)

Anche queste acque vengono coltate con continuità all'Apino Parco Ovest. Come accennato in precedenza, il volume di raccolta dell'Apino Parco Ovest è suddiviso in due sotto-unità (o comparti) di accumulo. La prima è costantemente allineata con le portate potenzialmente contaminate provenienti dai bacini di contenimento dei serbatoi (regolate in ogni bacino attraverso manovra dell'operatore su valvole *Keystone*) e convoglia direttamente gli apporti alla fognatura oleosa e, dunque, all'impianto di trattamento (TAS). La seconda unità è provvista di sifone per il pescaggio dal fondo e recapita al *Rio Mascheroni* tramite valvola manuale solo in caso di eventi meteorici consistenti. Tale scarico è censito con il codice "81" nel dispositivo di Autorizzazione Integrata Ambientale del complesso Raffineria + IGCC ed evidenziato nella planimetria 0901-CB-15105-A.

La realizzazione degli interventi in progetto determinerà modeste variazioni sui flussi idrici afferenti al sistema di collettamento ed accumulo delle acque meteoriche, come di seguito evidenziato.

1. La pista tubi sede delle linee di trasferimento prodotti, estese dagli attuali terminali dei serbatoi ST207 e ST208 fino ai nuovi serbatoi ST209 e ST210, sarà pavimentata e dotata di canaletta laterale per il deflusso delle acque verso l'Apino Parco Ovest. Questo potenziale incremento di portata è, di fatto, controllato a mezzo di opportune paratie da posizionarsi nei punti più bassi della pista tubi, atte a trattenere le acque di prima pioggia e, tramite foro calibrato, consentire il trasferimento a valle delle acque con portata laminata;
2. Il previsto canale di guardia, da ubicarsi a monte sul lato ovest del sito di progetto ("Tipo W" in tavola 0901-CB-15106-A del progetto definitivo) veicolerà le acque di ruscellamento verso l'Apino Parco Ovest. Questo contributo, peraltro, è bilanciato dai minori apporti delle acque provenienti dai terrazzamenti a monte, intercettati da un ulteriore canale di guardia ("Tipo N"), recapitante presso un compluvio naturale (cfr. Progetto definitivo – Elaborato 0901-CB-15106-A), nonché del previsto collettamento al circuito fognature oleose (con deflusso discontinuo e regolato) degli apporti zenitali afferenti alle superfici dei bacini di contenimento dei nuovi serbatoi.

D.4.3.2 Fase di cantiere

Effetti sull'idrografia e sulla qualità delle acque superficiali

Con riferimento alle operazioni di preparazione delle aree di sedime dei nuovi serbatoi e di scavo/riporto associati alla realizzazione della viabilità di servizio, per quanto più sopra espresso, non si ravvisano potenziali impatti a carico del reticolo idrografico.

Le nuove opere si collocano, infatti, in corrispondenza di un terrazzo artificiale da tempo allestito per le finalità sottese dalla presente proposta progettuale, in corrispondenza del quale le naturali condizioni di deflusso sono state profondamente alterate.

In definitiva, durante il processo costruttivo, gli impatti sulle acque superficiali possono essere considerati minimi. Quantunque le operazioni di movimento terra determinino, infatti, una temporanea modificazione morfologica e della copertura del terreno, favorendo locali fenomeni di ristagno e/o divagazione dei rivoli di scorrimento superficiale, i singoli interventi presentano un carattere estremamente localizzato e temporaneo e sono destinati ad esaurirsi al completamento delle opere. La prevista realizzazione di un canale di guardia a monte degli interventi determina inevitabilmente una locale modificazione delle preesistenti dinamiche di deflusso che si rivela, peraltro, sostanzialmente ininfluenza sull'entità e caratteristiche delle portate idriche recapitate a valle.

In concomitanza con eventi piovosi, non possono escludersi eventuali fenomeni di dilavamento di materiali fini in corrispondenza delle aree di lavorazione non ancora stabilizzate ed oggetto di ripristino ambientale (cumuli di materiale, piazzali, scarpate). Tali fenomeni sono, in ogni caso, da ritenersi scarsamente significativi in considerazione del carattere occasionale degli stessi. Apprezzabili fenomeni di trasporto solido a valle, peraltro, sono riscontrabili anche attualmente, in ragione delle caratteristiche di copertura del suolo (scarsa o assente) che caratterizzano i siti di intervento.

Sempre in tale fase costruttiva, inoltre, l'impatto riconducibile all'accidentale dispersione di inquinanti come olii o carburanti dei mezzi operativi può considerarsi certamente trascurabile, assumendo che esso verrà efficacemente controllato.

Sulla base di quanto sopra si può ritenere che l'impatto a carico dei sistemi idrografici sia di Entità trascurabile.

Effetti sui sistemi idrogeologici e sulla qualità delle acque sotterranee

In virtù delle caratteristiche idrogeologiche locali, l'allestimento delle aree individuate per il posizionamento dei nuovi serbatoi e la realizzazione viabilità di servizio non comporteranno alcuna interferenza diretta con gli acquiferi sotterranei. Lo spessore massimo interessato dagli scavi, infatti, sarà alquanto contenuto e il piano di posa dei serbatoi (indicativamente 2.5 m dal p.c.) sensibilmente superiore rispetto al livello idrico sotterraneo riscontrato nell'area di installazione dei serbatoi.

L'impatto sull'assetto idrogeologico è da considerarsi del tutto trascurabile anche in rapporto all'estensione delle nuove superfici impermeabilizzate, valutata la considerevole estensione del bacino idrogeologico che alimenta la falda e la sostanziale assenza di importanti processi di occupazione/artificializzazione di superfici a monte idrogeologico dell'area industriale di Sarroch. Tali circostanze conducono ad escludere ogni apprezzabile modificazione delle dinamiche di deflusso sotterraneo.

Il posizionamento delle opere, a valle idrogeologica, rispetto alle opere di captazione idrica sotterranea individuabili nel settore agricolo occidentale rispetto allo Stabilimento Sarlux (fonte ISPRA) induce a ritenere del tutto trascurabili le interferenze tra il progetto e la qualità delle risorse idriche oggetto di prelievo.

Durante la fase di realizzazione delle opere, l'accidentale dispersione di inquinanti, come olii e carburanti dai macchinari utilizzati per i lavori, in assenza di adeguato controllo, potrebbe localmente arrecare pregiudizio alla qualità dei substrati. A tal riguardo si può asserire che tale rischio sia estremamente basso, in virtù delle considerazioni già esposte al paragrafo D.4.2.3.1 a proposito della componente Suolo e sottosuolo.

Per tutto quanto precede, si può ritenere che l'impatto degli interventi di cantiere sulle dinamiche idrogeologiche locali sia sostanzialmente Trascurabile.

D.4.3.3 Fase di esercizio

Effetti sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee

Come evidenziato a proposito della componente Suolo e sottosuolo, durante la fase di operatività dei serbatoi, il principale impatto potenziale a carico dell'integrità delle acque superficiali e sotterranee è associabile al rischio di eventi incidentali che comportino la dispersione di prodotto (*gasolio e/o chemicals*) all'esterno delle aree confinate. Le statistiche

disponibili indicano tra le cause principali alla base di tali eventi il verificarsi di fenomeni di incendio e/o esplosione⁹.

Come evidenziato all'interno del Rapporto di sicurezza e nel Quadro di riferimento progettuale, peraltro, il rischio associato a tali eventi può essere ritenuto accettabile ed adeguatamente controllabile, alla luce degli accorgimenti tecnici previsti dal progetto e delle rigorose misure gestionali implementate presso lo Stabilimento Sarlux. A tale riguardo va, infatti, rimarcato che:

- Sarlux è provvista di un dettagliato Rapporto di Sicurezza (RdS) redatto in ossequio alla normativa vigente in materia di stabilimenti "a rischio di incidente rilevante";
- Il RdS è aggiornato con periodicità quinquennale in accordo con la normativa applicabile (D.Lgs. 334/99 e ss.mm.ii.) e contempla ogni tipologia di rischio associato all'impiego di tutte le tipologie di sostanze pericolose caratterizzate da diverso grado di infiammabilità, da tossicità e da pericolosità per l'ambiente;
- In base alla quantità e tipologie di sostanze presenti e ai processi in cui sono utilizzate, sono stati identificati, i possibili eventi e scenari incidentali, quali incendi, esplosioni, nubi di gas tossici, rilasci di sostanze pericolose sul suolo o in mare;
- lo Stabilimento è soggetto a sistematiche visite periodiche da parte degli organi preposti finalizzate al rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi e alla verifica dello stato di avanzamento delle prescrizioni emerse in corso di istruttoria del RdS e dei sopralluoghi eseguiti;
- nell'ambito delle fasi di implementazione del RdS sono stati verificati i fattori di contenimento presenti in grado di ridurre sia il numero degli incidenti, sia l'entità potenziale degli incidenti, quali:
 - misure tendenti a ridurre il Numero degli Incidenti (es. strumentazioni di controllo e sicurezza, procedure di esercizio e di manutenzione, addestramento del personale);
 - misure tendenti a ridurre l'Entità Potenziale degli Incidenti (es. sistemi di protezione antincendio e i sistemi antincendio fissi, ecc.).
- Per quanto attiene specificamente alle scelte progettuali:
 - i nuovi serbatoi di stoccaggio saranno provvisti di bacini di contenimento di dimensioni conformi alle norme tecniche applicabili atti a contenere eventuali rilasci accidentali di prodotto;
 - le tubazioni di trasferimento di gasolio e dei chemicals, in aspirazione e mandata, si sviluppano entro canalizzazioni in cemento armato impermeabilizzate e ispezionabili;

⁹ Chang J.I., Lin C. A study of storage tank accidents. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 19 (2006) 51–59

- o lo Stabilimento Sarlux e l'area del parco serbatoi sono provvisti dei più efficaci sistemi antincendio in rapporto alle caratteristiche delle sostanze impiegate nel processo produttivo (sistemi di raffreddamento ad acqua e sistemi di estinzione a schiuma).

In relazione al previsto incremento delle superfici afferenti alle fognature oleose, valutato che l'apporto idrico dei bacini di contenimento ha carattere discontinuo e regolabile previo intervento degli operatori Sarlux, le portate di picco delle acque potenzialmente contaminate convogliate all'esistente impianto Trattamento Acque di Scarico non subiranno sostanziali variazioni rispetto alla configurazione attuale.

Come evidenziato al paragrafo D.4.3.1.5, inoltre, la realizzazione degli interventi in progetto determinerà modeste variazioni sui flussi idrici afferenti al sistema di collettamento ed accumulo delle acque meteoriche non contaminate. Per quanto precede si può ritenere che l'aspetto ambientale in esame non induca sostanziali rischi aggiuntivi a carico della componente in esame.

In virtù di quanto precede, ogni potenziale rischio di decadimento qualitativo dei sistemi idrici superficiali e sotterranei in fase di esercizio è da ritenersi di Lieve entità e adeguatamente controllabile laddove le opere siano realizzate, gestite e mantenute a regola d'arte e siano strettamente adottate le procedure previste per la prevenzione e la gestione degli eventi incidentali. Considerata l'elevata persistenza ambientale delle sostanze impiegate nel processo produttivo Sarlux, ogni eventuale impatto a carico della qualità delle risorse superficiali e sotterranee sarebbe peraltro reversibile solo nel lungo periodo.

Altri effetti sui sistemi idrogeologici

In fase di esercizio permangono i potenziali impatti conseguenti all'impermeabilizzazione di superfici, già esaminati nell'ambito dell'analisi delle fasi di cantiere.

Per quanto già espresso al paragrafo D.4.3.1.4, circa la scarsa rappresentatività delle nuove aree impermeabilizzate in rapporto all'estensione del bacino idrogeologico di riferimento, lo scarso sviluppo insediativo a monte idrogeologico dell'area industriale di Sarroch nonché la sostanziale irrilevanza di tali superfici in rapporto all'estensione complessiva dell'area Impianti SUD, **si può ritenere che l'impatto degli interventi sulle dinamiche idrogeologiche locali**

sia sostanzialmente Trascurabile e potenzialmente reversibile nel lungo periodo, alla dismissione delle opere.

D.4.3.4 Fase di dismissione

Per quanto espresso a proposito della fase di cantiere, le operazioni di smantellamento dei serbatoi e delle infrastrutture accessorie configurano impatti temporanei e reversibili nel breve termine a carico dei sistemi idrologici superficiali e sotterranei.

Il processo di dismissione, infatti, presuppone l'esecuzione di attività del tutto simili a quelle di costruzione. Una particolare attenzione dovrà, in ogni caso, essere prestata alla preventiva bonifica e messa in sicurezza dei serbatoi e delle linee di mandata/aspirazione prodotti liquidi, al fine di minimizzare il rischio incendio / esplosione ed escludere accidentali rilasci di fluidi all'esterno.

D'altro canto, una volta ultimate le operazioni di bonifica dei serbatoi si perverrà all'eliminazione delle principali sorgenti di rischio a carico dei sistemi idrici superficiali e sotterranei.

D.4.3.5 Eventuali effetti sinergici

Per tutto quanto precede, i potenziali effetti sinergici indotti dall'intervento sulla componente ambientale in esame sono principalmente misurabili in termini di aumentata capacità di stoccaggio di prodotti petroliferi del complesso Raffineria + IGCC Sarlux di Sarroch.

Valutato che l'attuale potenzialità di accumulo dei serbatoi di prodotti petroliferi e combustibili alternativi presso lo Stabilimento è pari a circa 2.000.000 t, l'incremento di potenzialità attesa (+84.460 t) è pari a circa il 4.3% (cfr. *Analisi di rischio di incidente rilevante*).

Con riferimento ai maggiori volumi attesi di acque oleose, considerato il limitato incremento atteso degli stoccaggi di prodotti petroliferi, tale aspetto può ragionevolmente ritenersi scarsamente significativo (cfr. par. D.4.2.2.1).

D.4.3.6 Misure di mitigazione previste

D.4.3.6.1 Protezione dall'inquinamento delle risorse idriche superficiali e sotterranee

Al riguardo, come evidenziato a proposito della componente "Suolo e sottosuolo", si ritiene che le principali misure di mitigazione siano riferibili ai numerosi accorgimenti tecnico-costruttivi e gestionali orientati alla **prevenzione e protezione dagli eventi incidentali**. Tali misure, meglio individuate nel Quadro di riferimento progettuale e nella *Analisi di rischio di incidente rilevante*, sono sinteticamente riepilogate al paragrafo D.4.2.5.

D.4.3.6.2 Interferenza con il regime idrico superficiale

Per quanto espresso sopra, è ragionevole escludere che la realizzazione ed esercizio dei nuovi serbatoi configuri rischi concreti di decadimento della qualità dei corpi idrici superficiali o alterazione delle preesistenti dinamiche di deflusso superficiale o incanalato.

In fase costruttiva, l'impatto riconducibile all'accidentale dispersione di inquinanti, come olii o carburanti, verso i corsi d'acqua dell'area industriale, può considerarsi trascurabile laddove siano rigorosamente adottati criteri di buona tecnica e macchinari in buono stato di manutenzione.

Al fine di minimizzare il contatto tra le acque di corrivazione e le principali aree di lavorazione, durante la fase di realizzazione delle opere di fondazione saranno attuati tutti gli accorgimenti volti a limitare qualsiasi forma di richiamo delle acque di ruscellamento verso gli scavi.

In fase di esercizio, in particolare, il potenziale impatto sui sistemi idrici è da considerarsi del tutto trascurabile, laddove siano osservate le indispensabili procedure di monitoraggio, controllo e manutenzione degli impianti e/o le più appropriate pratiche comportamentali nell'ambito degli ordinari processi di gestione operativa delle nuove installazioni.

D.4.3.6.3 Interferenza con il regime idrico sotterraneo

Considerata la bassa significatività del fattore di impatto, unitamente alla sua trascurabile probabilità di manifestarsi, non si prevedono specifiche misure di mitigazione.

D.4.4 Paesaggio

D.4.4.1 Premessa

Seguendo l'approccio valutativo proposto dalle Linee Guida regionali sui paesaggi industriali (RAS, 2015), per il presente progetto possono identificarsi quattro macro-ambiti interpretativi per l'analisi dei potenziali impatti sulla componente: l'interruzione dei processi ambientali e l'irreversibilità degli interventi (connessi agli aspetti di sostenibilità ambientale ed integrazione territoriale), la perdita di qualità scenico percettiva dei paesaggi ed, infine, l'erosione del patrimonio naturale e culturale.

Valutata la particolare importanza e attinenza, saranno affrontati in modo esteso gli aspetti legati alla sostenibilità (paragrafo D.4.4.2) e della qualità percettiva (paragrafo D.4.4.3). Per quanto attiene alle tematiche legate all'integrazione territoriale ed alla conservazione del patrimonio culturale si rimanda alle considerazioni espresse nell'Elaborato AM-RTS10007 (*Analisi dell'inserimento nel contesto paesaggistico*).

D.4.4.2 Sostenibilità ambientale

Seguendo l'approccio operativo delle Linee Guida RAS sui paesaggi industriali, il principale tema, in termini di sostenibilità ambientale, è individuato nella difesa della biodiversità e della connettività ambientale. Entrambi gli spunti possono ritenersi marginali rispetto al progetto e perciò non pienamente attinenti al caso in esame. Infatti, data la lunga storia del sito, gli equilibri che si sono instaurati con il contesto lo vedono escluso dai processi di connettività ambientale legati ai principali flussi (energetici, di materia o semplicemente idraulici).

In questa logica valutativa, uno dei temi principali diventa così il risparmio di suolo, come condizione necessaria e sufficiente per il mantenimento della resilienza ambientale necessaria ad una ripresa della qualità ecologica, in una ipotetica prospettiva futura di recupero paesaggistico-ambientale. In tal senso, nell'individuazione del sito, il criterio generale è stato quello dell'applicazione di stringenti criteri progettuali di contiguità, ispirati ai concetti di concentrazione e integrazione dell'insediamento industriale, nonché di gestione e riduzione del rischio di incidente rilevante (cfr. Quadro di riferimento progettuale – Capitoli C.7 e C.9).

Con tale impostazione, il progetto dei nuovi serbatoi si sviluppa in continuità con l'area di stoccaggio dei prodotti petroliferi (Parco Ovest), occupando terreni oggetto di pregresse importanti trasformazioni morfologiche (Figura 67).



Figura 67 - Ubicazione dei nuovi serbatoi (in rosso) in sovrapposizione all'ortofoto 1988 che mostra come il progetto si sviluppi in un contesto già conformato per la realizzazione di tali opere. Sono evidenti i terrazzamenti già realizzati su cui sorgeranno i serbatoi.



Figura 68 – Veduta del Parco serbatoi ovest. Si nota come il terreno abbia già subito gli interventi preliminari di scotico e regolarizzazione

Infine, la scelta di predisporre due serbatoi di grandi dimensioni per stoccare le quantità di prodotto richieste (~100.000 m³) piuttosto che un numero più elevato di serbatoi di taglia inferiore, è funzionale, oltre che al perseguimento di obiettivi di efficienza tecnico-economica anche agli obiettivi di valenza ambientale sottesi dal risparmio di suolo.

D.4.4.3 Qualità percettiva

Nei progetti infrastrutturali, il tema della qualità percettiva è uno dei più complessi da affrontare, soprattutto per i fattori culturali che intervengono nella definizione dei significati e delle immagini spaziali che sottendono la definizione di “qualità percepita” dalle comunità locali.

Gli indirizzi generali individuati dalle citate Linee Guida RAS in tema di conservazione della qualità percettiva sono tre: la salvaguardia dell’integrità dei paesaggi non ancora trasformati, l’attenzione alla sensibilità visiva dei luoghi e al mantenimento delle qualità panoramiche, il controllo del disordine visivo e la cura dei bordi.

Gli elementi dello Stabilimento Sarlux caratterizzanti il fenomeno percettivo a distanza sono sostanzialmente tre: gli elementi verticali più elevati (i camini e le torce, queste ultime ben visibili soprattutto la notte); i serbatoi del GPL (le cosiddette “sfere”), riconoscibili non tanto per la dimensione quanto piuttosto per la colorazione chiara che produce un significativo effetto di contrasto con la fitta vegetazione arborea e arbustiva dei rilievi collinari retrostanti; le restanti componenti impiantistiche, comprendenti i serbatoi del gasolio, gli oleodotti, gli elementi verticali più bassi e le altre strutture.



Figura 69 - Vista recente dello Stabilimento dal mare (Fonte: archivio Sarlux, anno 2012)

Il progetto dei due serbatoi, nonostante le significative caratteristiche dimensionali che contraddistinguono i volumi di progetto, risulta pressoché invisibile dagli ambiti percettivi principali. Ciò per effetto di fattori legati alla distanza ed alla posizione di secondo piano rispetto a tali punti panoramici (si pensi ai belvedere della città di Cagliari), sia per il mascheramento che sarà conseguito mediante opportune tonalità di colorazione (cfr. elaborati AM-RTS10007 e AM-IAS10014).

Nell'elaborazione del progetto in esame si possono riconoscere tutti gli indirizzi precedentemente citati, eccezion fatta per quello relativo alla salvaguardia dei paesaggi intatti e non trasformati, che risulta non pertinente viste le caratteristiche di storico uso industriale dell'area. L'obiettivo del controllo del disordine visivo è conseguito attraverso la scelta progettuale, già illustrata, di realizzare due serbatoi di grande taglia per proseguire la metrica del parco serbatoi esistente e rispettarne i canoni dimensionali e cromatici.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'esame dell'elaborato AM-RTS10007, dove il tema della qualità della percezione visiva è analizzato in modo più esteso e articolato.

D.4.4.4 Analisi del progetto in funzione delle principali categorie di impatti possibili sulla componente

A compendio delle analisi contenute nell'Elaborato AM-RTS10007, si riporta di seguito una sintetica descrizione degli effetti previsti sul sistema paesaggistico. L'analisi è articolata secondo i criteri indicati dal D.M. 12/12/2005 per gli interventi soggetti ad autorizzazione paesaggistica, adempimento comunque non richiesto per il progetto in esame.

Tabella 30 - Principali modificazioni dell'assetto paesistico così come indicato dal DPCM 12/12/2005

Principali modificazioni	Presente (si/no)	Entità	Motivazione
<i>Modificazioni della morfologia</i>	no	nulla	L'area di progetto è interna ad uno stabilimento industriale ed è già stata conformata per accogliere nuove unità di stoccaggio
<i>Modificazioni della compagine vegetale</i>	no	nulla	L'area di progetto è interna ad uno stabilimento industriale ed è già stata conformata per accogliere nuove unità di stoccaggio
<i>Modificazioni dello skyline naturale o antropico (profilo dei crinali, profilo dell'insediamento)</i>	sì	molto bassa	I serbatoi in progetto presentano una quota fuori terra analoga alle installazioni già presenti e non risultano in competizione visiva con lo skyline naturale. Lo skyline antropico non subisce sostanziali modifiche, trattandosi di installazioni omogenee alle esistenti in termini di forma, dimensione e colore
<i>Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico con ricadute sull'assetto paesistico;</i>	no	nulla	L'intervento insiste in un contesto in cui le dinamiche idrauliche naturali sono state profondamente modificate.

Principali modificazioni	Presente (si/no)	Entità	Motivazione
<i>Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico o panoramico;</i>	no	molto bassa	Il sistema paesistico convive con gli usi industriali del territorio da circa 50 anni; per tali ragioni, può affermarsi che il Polo petrolchimico contribuisca a definirne la struttura consolidata
<i>Modificazioni dell'assetto insediativo-storico;</i>	no	nulla	non attinente
<i>Modificazioni dei caratteri tipologici, materici, coloristici, costruttivi, dell'insediamento storico (urbano, diffuso, agricolo);</i>	no	nulla	non attinente
<i>Modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e colturale;</i>	no	nulla	non attinente
<i>Modificazioni dei caratteri strutturanti del territorio agricolo</i>	no	nulla	non attinente

Tabella 31 - Principali alterazioni dell'assetto paesistico così come indicato dal DPCM 12/12/2005

Principali alterazioni	Presente (si/no)	Entità	Motivazione
<i>Intrusione (inserimento in un sistema paesaggistico elementi estranei ed incongrui ai suoi caratteri peculiari compositivi, percettivi o simbolici per es. capannone industriale, in un'area agricola o in un insediamento storico).</i>	no	nulla	Gli interventi sono in completa sincronia con il contesto industriale nel quale si inseriscono
<i>Suddivisione (per esempio, nuova viabilità che attraversa un sistema agricolo, o un insediamento urbano o sparso, separandone le parti);</i>	no	nulla	L'area di progetto è interna ad uno stabilimento industriale e posizionata in aderenza ad un ambito già interessato da installazioni analoghe
<i>Frammentazione (per esempio, progressivo inserimento di elementi estranei in un'area agricola, dividendola in parti non più comunicanti);</i>	no	nulla	Valgono le considerazioni precedenti
<i>Riduzione (progressiva diminuzione, eliminazione, alterazione, sostituzione di parti o elementi strutturanti di un sistema, per esempio di una rete di canalizzazioni agricole, di edifici storici in un nucleo di edilizia rurale, ecc.);</i>	no	nulla	L'area di progetto si presenta profondamente trasformata, avendo subito importanti interventi di modificazione morfologica e denaturalizzazione
<i>Eliminazione progressiva delle relazioni visive, storico-culturali, simboliche di elementi con il</i>	no	nulla	Gli interventi sono interni ad uno stabilimento industriale in aree già

Principali alterazioni	Presente (si/no)	Entità	Motivazione
<i>contesto paesaggistico e con l'area e altri elementi del sistema;</i>			preposte ad ospitare nuovi volumi di stoccaggio
<i>Concentrazione (eccessiva densità di interventi a particolare incidenza paesaggistica in un ambito territoriale ristretto);</i>	no	nulla	Valgono le considerazioni espresse ai punti precedenti
<i>Interruzione di processi ecologici e ambientali di scala vasta o di scala locale</i>	no	nulla	Valgono le considerazioni espresse ai punti precedenti
<i>Destutturazione (quando si interviene sulla struttura di un sistema paesaggistico alterandola per frammentazione, riduzione degli elementi costitutivi, eliminazione di relazioni strutturali, percettive o simboliche, ...)</i>	no	nulla	Il sistema paesistico convive con gli usi industriali dell'area di progetto da circa 50 anni.
<i>Deconnotazione (quando si interviene su un sistema paesaggistico alterando i caratteri degli elementi costitutivi).</i>	no	nulla	Valgono le considerazioni espresse ai punti precedenti

D.4.5 Vegetazione, flora ed ecosistemi

D.4.5.1 Considerazioni generali

Tutti gli interventi previsti ricadono in uno dei poli industriali più importanti della Sardegna, all'interno del quale sono state esercitate importanti trasformazioni, sia sotto l'aspetto del paesaggio naturale che, più in particolare, nella componente vegetazionale.

Nell'area del Parco Serbatoi Ovest dello Stabilimento Sarlux, all'esterno dell'attuale "recinzione fiscale", pur essendosi conservati lembi di vegetazione arborea e, puntualmente, formazioni seminaturali, si osserva, anche nelle aree vegetate, la prevalenza di aspetti sinantropici e la presenza solo sporadica di aspetti di vegetazione "forestale", fra cui prevalgono i cisteti.

In corrispondenza dei siti di intervento mancano del tutto comunità vegetali evolute o ad elevata naturalità, così come non si riscontrano aspetti vegetazionali di interesse conservazionistico.

Non sono individuabili, inoltre, entità floristiche rare o minacciate meritevoli di tutela.

Sotto l'aspetto ecosistemico, il mosaico è frammentato dalla presenza di strade e manufatti che fanno parte integrante dell'area industriale (si veda al riguardo l'allegata Carta dell'uso del suolo – Elaborato AM-IAS10010).

In considerazione di queste caratteristiche, si ritiene che le opere in progetto non possano determinare alcun tipo di impatto negativo su specie e comunità vegetali di interesse conservazionistico o fitogeografico, né possano alterare l'ecomosaico e la struttura del paesaggio. Per quanto espresso in precedenza, tali considerazioni possono ritenersi valide in tutte le fasi di vita delle opere (costruzione, esercizio e dismissione).

D.4.5.2 Eventuali effetti sinergici

Sulla base di quanto riscontrato nell'ambito delle ricognizioni condotte, circa l'assenza di comunità vegetali evolute, o ad elevata naturalità, nelle aree di intervento, valutato altresì che l'intervento è previsto all'interno delle pertinenze della raffineria Sarlux entro ambiti profondamente trasformati, non sono individuabili apprezzabili effetti cumulativi rispetto ai processi antropici in atto nel territorio, ascrivibili alla sottrazione/compromissione della copertura vegetale e/o potenziale induzione di squilibri ecosistemici per effetto del pregresso sviluppo industriale e insediativo.

D.4.5.3 Misure di mitigazione previste

Per quanto più sopra espresso circa l'assenza di impatti significativi a carico della componente ambientale in esame, non si ritiene opportuno prevedere specifiche misure di mitigazione.

D.4.6 Fauna

D.4.6.1 Premessa

Sulla base di quanto più sopra esposto in rapporto al profilo faunistico che caratterizza il sito di intervento (cfr. par. D.3.6), sono di seguito individuate e valutate le possibili tipologie di impatto e suggerite le eventuali misure di mitigazione, in funzione delle specie faunistiche riscontrate e di quelle potenziali. La valutazione ha preso in esame le attività previste sia nella fase di cantiere che in quella di esercizio dei nuovi serbatoi.

Tra i potenziali impatti negativi si è ritenuto opportuno prendere in considerazione i seguenti:

- abbattimenti (mortalità) di individui;
- allontanamento della fauna;
- perdita di habitat riproduttivi o di alimentazione;
- frammentazione e/o insularizzazione degli habitat.

D.4.6.2 Fase di cantiere

D.4.6.2.1 Abbattimenti/mortalità di individui

Con riferimento agli Anfibi, in relazione alle caratteristiche delle aree oggetto di intervento, non si prevedono abbattimenti/mortalità significativi per l'unica specie ritenuta potenzialmente presente (*Rospo smeraldino*); ciò in quanto la viabilità di servizio e le superfici occupate dai due serbatoi non interferiscono con habitat di significativa rilevanza per la specie. Quantunque le aree interessate dalle attività di cantiere possano essere interessate dalla presenza dell'anfibio anuro, tuttavia tali superfici sarebbero frequentate maggiormente durante il periodo notturno, quello in cui è concentrata la maggiore attività trofica; risulterebbe pertanto poco probabile una apprezzabile mortalità causata dal passaggio di mezzi pesanti o dalla predisposizione delle superfici di lavorazione operata dal personale di cantiere. Inoltre, si sottolinea che l'intervento non prevede l'intercettazione di zone umide, laddove potrebbe segnalarsi la presenza di specie più legate agli ambienti acquatici. Tali conclusioni si ritengono valide anche per tutte le altre superfici oggetto di intervento che sono soggette ad occupazione temporanea.

Relativamente ai Rettili si prevedono abbattimenti/mortalità limitatamente a specie quali la *Lucertola tirrenica*, la *Luscengola*, la *Lucertola campestre* ed il *Bianco* che possono frequentare le superfici di intervento per ragioni trofiche; peraltro, va considerata l'attitudine alla mobilità di tali specie che garantisce alle stesse una facilità di spostamento e fuga, in relazione alla percezione del pericolo determinata dalla presenza del personale e degli automezzi impiegati durante le fasi cantiere. Ciò riduce notevolmente il rischio di mortalità, limitato ai soli individui che trovano riparo in rifugi momentanei nella cavità del suolo. Le azioni di cantiere sul territorio

idoneo per le specie si svolgeranno, inoltre, su una limitata superficie rispetto a quella potenzialmente disponibile nell'area di indagine faunistica.

Non si prevedono abbattimenti/mortalità per le specie di mammiferi riscontrate o potenzialmente presenti; le aree potrebbero essere frequentate da tutte le specie di mammiferi individuate in precedenza; tuttavia la rapida mobilità unitamente ai ritmi di attività prevalentemente notturni delle stesse, consentono di ritenere che il rischio di mortalità sia pressoché nullo o, in ogni caso, molto basso.

Allo stesso modo, durante la fase di cantiere non si prevedono apprezzabili abbattimenti/mortalità per le specie di uccelli riscontrate o potenzialmente presenti. Ancorché le aree di intervento possano essere frequentate da alcune delle specie di avifauna riportate nella Tabella 11. Come osservato per i mammiferi, la rapida mobilità delle stesse conduce a ritenere che il rischio di mortalità sia pressoché nullo o, in ogni caso, molto basso.

D.4.6.2.2 Allontanamento delle specie

In relazione agli Anfibi, le aree interessate dal processo costruttivo non interessano superfici ad elevata idoneità per la specie di anuro potenzialmente presente. Il *Rospo smeraldino*, infatti, pur potendo utilizzare tali aree prevalentemente nelle ore notturne, in quelle diurne seleziona habitat più umidi e/o freschi in cui trova rifugio; inoltre la sottrazione di aree, in termini di superficie ed idoneità, non comporterebbe impatti significativi sulla conservazione della popolazione locale della specie.

Con riferimento ai Rettili, le aree interessate dalle fasi di cantiere presentano una potenziale idoneità per la *Lucertola tirrenica*, la *Luscengola*, la *Lucertola campestre* ed il *Biacco*. Tali superfici sono utilizzate essenzialmente come aree di alimentazione. Le azioni previste nella fase di cantiere possono causare l'allontanamento di individui delle suddette specie. Quantunque tale impatto sia di carattere permanente ed irreversibile, a seguito della sottrazione definitiva del suolo, tuttavia in relazione alle caratteristiche ambientali generali del territorio in esame ed alla dimensione della superficie occupata, l'entità dell'impatto è ritenuta accettabile in quanto non determinerà significative ripercussioni negative sullo stato di conservazione locale delle popolazioni delle specie di cui sopra.

Per quanto attiene ai Mammiferi, le aree occupate dalle fasi di cantiere interessano superfici a potenziale idoneità per tutte le specie riportate in Tabella 12. Le azioni previste nella fase di cantiere possono causare certamente l'allontanamento di individui soprattutto per quanto riguarda il *Coniglio selvatico*, che durante le ore diurne trovano rifugio nei nuclei isolati di vegetazione più fitta. Tale impatto lo si ritiene comunque non significativo in relazione alla

consistenza delle popolazioni presenti nell'area d'intervento. A ciò va infine aggiunto che le aree di intervento non sono prossime a zone di rifugio di particolare importanza per le specie.

In relazione agli Uccelli, le aree occupate dal processo costruttivo interessano superfici a potenziale idoneità per alcune delle specie riportate in Tabella 11. Conseguentemente le azioni previste nella fase di cantiere possono certamente causare l'allontanamento di specie avifaunistiche presenti negli habitat precedentemente descritti. Anche in questo caso, tale impatto lo si ritiene comunque di bassa significatività in relazione alla presenza di specie comuni, alla consistenza delle popolazioni ed all'importanza conservazionistica delle stesse.

D.4.6.2.3 Perdita di habitat riproduttivo o di foraggiamento

Relativamente agli Anfibi, le superfici interessate dal processo costruttivo non interessano habitat riproduttivi e/o di importanza trofica ad elevata idoneità; in particolare, gli ambienti interessati risultano non idonei per la *Raganella sarda* mentre potrebbero esserlo per il *Rospo smeraldino* come aree di foraggiamento.

Tuttavia si evidenzia come il totale complessivo delle superfici sottratte rappresenti una percentuale non significativa rispetto all'esteso ambito di diffusione della specie su scala regionale e locale. Inoltre, trattasi di una specie che presenta uno stato di conservazione ritenuto favorevole, sia a livello nazionale sia europeo.

Con riferimento ai Rettili, le superfici occupate stabilmente e temporaneamente dalle opere in progetto non interessano habitat riproduttivi, ma, eventualmente, di utilizzo trofico unicamente per il *Biacco*, la *Lucertola tirrenica*, la *Lucertola campestre* e la *Luscengola*. Al riguardo si evidenzia che il computo complessivo delle superfici sottratte in maniera permanente rappresenta una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo presente in settori locali attigui. In definitiva, si ritiene che la sottrazione delle superfici oggetto di intervento non prefiguri criticità in termini di perdita dell'habitat. Trattasi, inoltre, di specie il cui status conservazionistico è ritenuto favorevole sia a livello nazionale che europeo e che risultano essere comuni anche a livello regionale.

Le superfici interessate dagli interventi in fase di cantiere non interessano habitat riproduttivi ma unicamente idonei all'attività trofica delle specie di mammiferi indicate in Tabella 12. Per quanto sopra espresso circa le caratteristiche delle superfici sottratte, non sono individuabili criticità in termini di perdita dell'habitat per specie che godono di uno stato di conservazione ritenuto favorevole sia a livello nazionale che europeo.

In relazione agli Uccelli, nell'evidenziare come le aree di intervento interessino habitat riproduttivi e/o di foraggiamento per specie quali, ad esempio, la *magnanina*, l'*occhiocotto* ed il *cardellino*, si ribadisce come l'estensione delle superfici sottratte sia scarsamente significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo disponibile nelle aree circostanti al livello locale. A ciò si aggiunga che le specie avifaunistiche indicate godono di uno stato di conservazione ritenuto favorevole sia a livello nazionale che europeo.

D.4.6.2.4 Frammentazione ed insularizzazione di habitat

Relativamente agli Anfibi, sulla base delle caratteristiche degli interventi previsti per la fase di cantiere, sono da escludersi fenomeni di frammentazione e/o insularizzazione di habitat, peraltro idoneo potenzialmente per il solo *Rospo smeraldino*; ciò in ragione del fatto che si tratterà di interventi circoscritti e di ridotte dimensioni in termini di superficie occupata.

Trattandosi di interventi localizzati e inseriti in ambiti di tipo a gariga, particolarmente diffusi nell'area vasta, il problema legato all'eventuale frammentazione/insularizzazione di habitat può ritenersi non significativo anche per le classi dei Rettili, Mammiferi e Uccelli.

D.4.6.2.5 Criticità per presenza di aree protette

In rapporto all'attuale normativa vigente, di carattere europeo, nazionale e regionale, gli interventi previsti nella fase di cantiere non saranno condotti all'interno di aree di importanza conservazionistica per la specie faunistiche di interesse, né in contesti prossimi alle stesse, tali da lasciar presagire significativi effetti diretti o indiretti sulle aree oggetto di tutela.

D.4.6.3 Fase di esercizio

D.4.6.3.1 Considerazioni generali

Le modalità di esercizio dei nuovi serbatoi di gasolio, in condizioni di funzionamento ordinarie, non prefigurano l'insorgenza di aspetti ambientali significativi a carico della componente faunistica. In particolare, non si ritiene possano verificarsi fenomeni di allontanamento e/o fuga da parte delle specie più sopra individuate che possano influire sullo stato di conservazione delle popolazioni locali.

L'utilizzo delle strade di servizio previste in progetto è limitato alle sole attività di controllo ordinarie; pertanto anche il traffico di automezzi può ritenersi trascurabile e tale da non determinare apprezzabili rischi di mortalità per le specie più esposte, con particolare riferimento alla classe degli anfibi.

Alla luce delle considerazioni già espresse per la fase di cantiere, valutate le caratteristiche delle superfici sottratte in modo permanente, l'impatto in esame è da ritenersi nel complesso scarsamente significativo.

D.4.6.3.2 Inquinamento luminoso

L'impiego di fonti luminose artificiali determina una certa mortalità sulla componente invertebrata, quali gli insetti notturni, in conseguenza della temperatura superficiale che raggiungono le lampade impiegate per l'illuminazione, o per l'attrazione che la presenza abbondante di insetti esercita su predatori notturni come i chiroteri; alcuni di questi ultimi inoltre risultano essere sensibili alla presenza di luce artificiale o risultare particolarmente visibili a predatori notturni.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto si ritiene necessario indicare delle misure mitigative quali:

- Impiego della luce artificiale solo dove strettamente necessaria
- Ridurre al minimo la durata e l'intensità luminosa
- Utilizzare lampade schermate chiuse
- Impedire fughe di luce oltre l'orizzontale
- Impiegare lampade con temperatura superficiale inferiore ai 60°
- Limitazione del cono di luce all'oggetto da illuminare, di preferenza illuminazione dall'alto

L'efficienza delle misure mitigative proposte è da ritenersi media.

D.4.6.4 Fase di dismissione

Al momento della cessazione dell'attività produttiva, nell'ambito del processo di dismissione degli impianti, si manifesteranno impatti del tutto simili a quelli della fase di costruzione. Gli effetti di disturbo sulla componente scaturiscono, principalmente, dall'occupazione di suolo per l'installazione del cantiere, dall'attività di bonifica e disassemblaggio dei serbatoi e degli oleodotti nonché dallo smantellamento dei bacini di contenimento e della viabilità di servizio.

Come più sopra espresso a proposito della componente floristico-vegetazionale, durante tale fase, peraltro, saranno estremamente affievoliti gli effetti associati all'occupazione e

denaturalizzazione di superfici e, in definitiva, di habitat idoneo al popolamento di specie faunistiche.

A conclusione delle operazioni di ripristino ambientale, l'impatto sulla componente faunistica sarà sostanzialmente positivo e misurabile nella restituzione delle precedenti superfici denaturalizzate ad una condizione ecologicamente più prossima a quella originaria.

D.4.6.5 Misure di mitigazione previste

Si elencano di seguito le misure di mitigazione più sopra individuate, a contenimento dei potenziali fenomeni di inquinamento luminoso a carico della componente faunistica:

- Impiego della luce artificiale solo dove strettamente necessaria
- Ridurre al minimo la durata e l'intensità luminosa
- Utilizzare lampade schermate chiuse
- Impedire fughe di luce oltre l'orizzontale
- Impiegare lampade con temperatura superficiale inferiore ai 60°
- Limitazione del cono di luce all'oggetto da illuminare, di preferenza illuminazione dall'alto.

D.4.6.6 Eventuali effetti sinergici

Valutate le caratteristiche ecologiche degli ambiti di intervento, estremamente impoverite a seguito dello storico utilizzo industriale, della dimensione contenuta delle nuove superfici occupate e della sostanziale aderenza dei nuovi interventi ad ambiti già interessati dalla presenza di impianti e infrastrutture di pertinenza della raffineria Sarlux, non sono individuabili significativi effetti cumulativi a carico della componente in esame.

D.4.6.7 Quadro sinottico degli impatti stimati per la componente faunistica

Nella Tabella 32 sono riepilogati gli impatti presi in considerazione nella fase di cantiere (F.C.) e nella fase di esercizio (F.E.) per ognuna delle classi faunistiche, valutati in base alle precedenti considerazioni. I giudizi riportati tengono conto delle misure mitigative eventualmente proposte per ognuno degli impatti analizzati.

Tabella 32 – Quadro riassuntivo degli impatti sulla componente faunistica

TIPOLOGIA IMPATTO	COMPONENTE FAUNISTICA								
	Anfibi		Rettili		Mammiferi		Uccelli		
	F.C.	F.E.	F.C.	F.E.	F.C.	F.E.	F.C.	F.E.	
Mortalità/Abbattimenti	Molto basso	Assente	Molto Basso	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Allontanamento	Assente	Assente	Basso	Assente	Molto basso	Assente	Molto basso	Assente	Assente
Perdita habitat riproduttivo e/o di alimentazione	Molto basso	Molto basso	Molto basso	Molto basso	Molto basso	Molto basso	Molto basso	Molto basso	Molto basso
Frammentazione dell'habitat	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Insularizzazione dell'habitat	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Presenza di aree protette	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

D.4.7 Salute pubblica

D.4.7.1 Aspetti generali

L'analisi della componente investe questioni legate alla salute, sicurezza e qualità della vita delle popolazioni che vivono ed operano nel territorio nonché del personale presente nello Stabilimento e di quello incaricato del processo costruttivo, trattandosi di un intervento afferente ad un importante polo petrolchimico ed energetico.

Peraltro, come a più riprese evidenziato all'interno del presente SIA, il proposto progetto di costruzione di ulteriori due serbatoi per lo stoccaggio di prodotti petroliferi di Categoria "C", non altera la capacità produttiva della Raffineria, né tantomeno la produzione di energia elettrica dell'impianto IGCC, ma è funzionale al miglioramento della flessibilità operativa del ciclo di produzione (vedasi il documento introduttivo al presente SIA – Elaborato AM-RTS10001 e il Quadro di riferimento progettuale – Elaborato AM-RTS10003).

A livello locale, i potenziali riflessi del progetto sull'integrità della componente in esame devono riferirsi principalmente ai seguenti potenziali aspetti ambientali, analizzati in dettaglio nelle specifiche sezioni del presente SIA, alle quali si rimanda per maggiori approfondimenti:

- emissione di inquinanti atmosferici e odori (emissioni non convogliate e fuggitive) e conseguenti effetti sulla qualità dell'aria (cfr. paragrafo D.4.1 e Quadro di riferimento progettuale);
- scarichi idrici (cfr. par. D.4.3.1.5);
- produzione e gestione delle terre e rocce da scavo in fase di cantiere nonché dei rifiuti scaturiti dal processo costruttivo e dalle ordinarie attività manutentive degli impianti (cfr. par. D.4.2.2.4);
- aspetti legati al rischio industriale (cfr. Quadro di riferimento progettuale), connessi principalmente alle caratteristiche di infiammabilità dei prodotti petroliferi, alla base di potenziali riflessi sulla qualità dell'aria e delle matrici ambientali terreni e acque (superficiali e sotterranee) nonché sulla sicurezza delle popolazioni e degli operatori (cfr. Elaborato OPI16012STRIR-E02 - *Analisi di rischio di incidente rilevante*);
- introduzione di nuove sorgenti di rumore e potenziali riflessi sul clima acustico (Elaborato AM-RTS10008 – *Studio previsionale di impatto acustico*).

Per le finalità di analisi sulla componente in esame, nel rimandare alle richiamate sezioni e relazioni specialistiche dello SIA per maggiori approfondimenti, saranno nel seguito riepilogati i principali elementi alla base del percorso valutativo.

D.4.7.2 Emissioni atmosferiche e qualità dell'aria

Come evidenziato all'interno del Quadro di riferimento progettuale (Elaborato AM-RTS10003), il conseguimento dell'Autorizzazione Integrata Ambientale da parte dello Stabilimento Sarlux ha segnato una tappa significativa nel processo di efficientamento produttivo e di contestuale ottimizzazione delle prestazioni ambientali e di sicurezza degli impianti. Quanto precede, in una prospettiva di continuo miglioramento dei principali indicatori ambientali, come documentato dalla Dichiarazione EMAS Sarlux, elaborata annualmente ai sensi del Regolamento di gestione 2009/1221, nonché dalle risultanze delle sistematiche attività di monitoraggio condotte in accordo con le prescrizioni scaturite dall'AIA.

Al fine di prevenire il verificarsi di disfunzioni e/o eventi incidentali, le nuove installazioni saranno realizzate in accordo con i più avanzati standard tecnici applicabili nell'industria petrolifera, nonché in coerenza con le migliori tecnologie disponibili in materia di raffinerie di petrolio e gas, per le attività elencate nell'allegato I del D.Lgs. 18 febbraio 2005 n. 59 e ss.mm.ii.

Atteso che l'impatto prevedibile sulla qualità dell'aria dei nuovi serbatoi è da ritenersi scarsamente apprezzabile, sia in senso assoluto sia in rapporto al quadro emissivo complessivo associato sistema Raffineria + IGCC (si veda al riguardo anche la relazione sull'impatto olfattivo allegata al presente SIA - Elaborato AM-RTS10008), si ritiene utile richiamare i principali accorgimenti implementati dal progetto e/o dalla gestione operativa Stabilimento Sarlux al fine di assicurare un appropriato controllo dell'aspetto ambientale in questione:

- minimizzazione del numero di serbatoi installati in rapporto alla capacità di stoccaggio richiesta, compatibilmente con le specifiche previste dagli standard costruttivi in uso;
- appropriata e rigorosa gestione operativa dello stoccaggio, della movimentazione dei prodotti e di altri materiali utilizzati in raffineria per ridurre la possibilità di sversamenti, rifiuti, emissioni in aria e in acqua;
- sistematica modifica o sostituzione dei componenti impiantistici da cui si originano le perdite di composti organici volatili;
- attuazione di un monitoraggio sistematico, con metodi e strumentazione appropriati, degli aspetti legati a:
 - emissioni atmosferiche,
 - qualità dell'aria e odori;
 - controllo delle emissioni fuggitive con metodo LDAR.

Con riferimento alla principale sorgente di emissione di COV (sezione API-TAS), in particolare, è opportuno evidenziare come le programmate attività di copertura delle vasche API, attualmente in fase di attuazione, assicureranno una riduzione di circa l'80% del contributo di COV ascrivibile a tale sezione impiantistica, contribuendo ad una drastica riduzione delle emissioni complessive di COV dello Stabilimento Impianti SUD (- 50% circa).

D.4.7.3 Rilasci accidentali di inquinanti nei terreni e nelle acque

In termini di minimizzazione del rischio di perdite di prodotto allo stato liquido, con conseguenti potenziali ripercussioni negative sulla qualità delle matrici ambientali acque (superficiali e sotterranee) e terreni, le soluzioni tecniche intraprese sono state improntate alla massima cautela, prevedendo l'adozione di serbatoi con doppio fondo, in accordo con le prassi da tempo in uso presso lo Stabilimento, la realizzazione di bacini di contenimento impermeabili in c.a., il passaggio delle linee di trasferimento dei prodotti all'interno di canalizzazioni impermeabili e ispezionabili, l'attuazione di sistematiche procedure di ispezione per la verifica di integrità dei serbatoi, il sistematico controllo da remoto dei parametri operativi delle linee dei prodotti al fine di individuare tempestivamente ogni anomalia di funzionamento.

I numerosi punti di monitoraggio delle acque sotterranee presenti all'interno dello Stabilimento, e nell'area del Parco Ovest in particolare, e le frequenze di campionamento ed analisi previste, inoltre, consentiranno di evidenziare eventuali anomalie che lascino presupporre rilasci accidentali di prodotto.

D.4.7.4 Sicurezza e salute sul lavoro nell'ambito della fase costruttiva

Al fine di definire un'organizzazione dei lavori di costruzione capace di assicurare e mantenere nel tempo le migliori condizioni di lavoro a tutela dell'integrità fisica dei lavoratori, in accordo con quanto previsto dalla vigente normativa in materia (D.Lgs. 81/2008), il progetto è corredato dei *Piani di sicurezza e coordinamento* predisposti per ciascun serbatoio (Elaborati PS-007-16 e PS-008-16).

Nei documenti, ai quali si rimanda per maggiori dettagli, sono state analizzate le singole lavorazioni, individuati, analizzati e valutati i rischi come pure gli apprestamenti, le attrezzature e i provvedimenti di tutela idonei a garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei Lavoratori.

I P.S.C. precisano le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla possibile presenza simultanea e/o successiva delle diverse Imprese, Lavoratori Autonomi e Personale della Committente nelle medesime aree di Raffineria interessate dai lavori in oggetto. I Piani, inoltre,

hanno lo scopo di informare tutti i lavoratori coinvolti nell'esecuzione delle opere sull'organizzazione, sui regolamenti e sulle procedure della Committente, sui pericoli e sui rischi specifici connessi all'ambiente ed all'attività dello Stabilimento Sarlux, in modo da poter:

- pianificare e organizzare, se del caso, tutte le misure di prevenzione e protezione, sia generali che particolari, di propria competenza e responsabilità, sulla base della conoscenza dei luoghi in cui si opera;
- cooperare con la Committente e le altre Imprese o Lavoratori Autonomi impegnati nelle lavorazioni all'interno dello stesso cantiere per rendere operative le misure di prevenzione e protezione individuate;
- coadiuvare il coordinamento delle attività e delle misure di prevenzione e protezione soprattutto nel caso in cui vi siano interferenze fra i propri lavori e quelli delle altre imprese.

Durante l'esecuzione delle opere, se si rendesse necessario, i Piani potranno essere modificati e integrati con suggerimenti e annotazioni dei piani di lavoro aziendali generali e particolareggiati, per quante sono le imprese e i lavoratori autonomi impegnati nelle attività.

D.4.7.5 Sicurezza e salute sul lavoro nell'ambito della fase di esercizio

Con riferimento alla gestione delle problematiche di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro, il Gruppo Saras ha da tempo avviato un percorso di miglioramento progressivo degli standard e dei risultati, riconoscendo alla sicurezza un valore strategico nel proprio agire aziendale. In questo contesto, l'implementazione di un Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro ha introdotto la misura delle prestazioni e la pianificazione di obiettivi e traguardi di miglioramento. Seguendo un percorso analogo a quanto intrapreso per il Sistema di Gestione Ambientale, nel dicembre 2007, il sito di Sarroch ha ottenuto la certificazione del proprio Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro rispetto allo standard OHSAS 18001:2007. I criteri standardizzati di gestione della sicurezza sono alla base del D.Lgs 334/99 (Seveso II), che ha comportato l'adozione di un Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS) per la prevenzione degli Incidenti Rilevanti del complesso Raffineria + IGCC. Per utilizzare sinergicamente le parti comuni ai Sistemi di Gestione, il SGS di Sarlux, integrato con il Sistema di Gestione per la Prevenzione degli Incidenti Rilevanti, secondo i dettami del D.M. 09/08/2000, è stato integrato con il Sistema di Gestione Ambientale.

Il Sistema di Gestione della Sicurezza per la prevenzione di incidenti rilevanti (SGS) prevede l'adozione di strumenti per la gestione della sicurezza per le attività industriali a rischio di incidente rilevante. I principali strumenti di gestione sono:

- il Rapporto di Sicurezza (RDS);
- il Piano di Emergenza Interno (PEI);
- il Piano di Emergenza Esterno (PEE).

Il Rapporto di Sicurezza del Sito di Sarroch, è stato predisposto per la prima volta nel 1989 ed è aggiornato con cadenza quinquennale al fine di recepire tutte le variazioni impiantistiche effettuate nel tempo. Esso contiene un'accurata ed approfondita analisi delle attività svolte dal Gruppo Saras, in relazione al rischio ad esse associato.

Attraverso la predisposizione del Piano di Emergenza Interno (PEI), l'azienda ha individuato procedure da adottare e comportamenti da seguire perché un ipotetico evento incidentale venga gestito con la massima efficacia e minimizzazione delle conseguenze grazie ad un intervento coordinato.

Infatti, il PEI è finalizzato a:

- prevenire e limitare i danni alle persone e soccorrere gli eventuali infortunati;
- controllare gli eventi incidentali, limitando le dimensioni degli effetti;
- prevenire e limitare i danni all'ambiente;
- prevenire e limitare i danni al patrimonio aziendale.

Il **Piano di Emergenza Esterno (PEE)** è coordinato dalla Prefettura di Cagliari e redatto attraverso un iter istruttorio che ha coinvolto numerosi enti locali e i rappresentanti delle forze dell'ordine e di pronto intervento, tra cui Regione, Provincia, Comune di Sarroch, Vigili del Fuoco e ASL.

Il Piano interessa nel suo complesso l'area industriale di Sarroch e prende in considerazione ipotesi di eventi incidentali che interessino uno dei siti presenti nell'area, facenti capo alle diverse società insediate e dai quali possano derivare conseguenze dannose per l'esterno degli stabilimenti.

Il PEE, stabilisce le modalità e tempistiche di intervento, prevedendo:

- la gestione diretta dell'evento all'interno del sito produttivo;
- il controllo del territorio esterno interessato;
- l'attività di informazione ed assistenza ai cittadini (infrastrutture stradali, strutture sanitarie, mezzi di informazione).

D.4.7.6 Emissione di rumore

Le principali sorgenti sonore connesse agli interventi previsti dal progetto in esame sono rappresentate dai motori degli agitatori meccanici richiesti ai fini della miscelazione dei prodotti. In particolare, sono previsti n. 2 agitatori meccanici per ciascuno dei due nuovi serbatoi. Sulla base delle informazioni rese disponibili da Sarlux, le specifiche richieste al fornitore delle apparecchiature prevedono un livello di pressione sonora massimo di 80 dB(A), riferito alla distanza di 1 metro dalla sorgente. In accordo con le ordinarie dinamiche gestionali dei serbatoi, correlate ai cicli di riempimento e scarico, gli agitatori dei due serbatoi potranno funzionare contemporaneamente per una durata temporale di circa 8 h/giorno.

E' prevista, inoltre, l'installazione di alcune valvole motorizzate atte a regolare l'ingresso ed uscita dei prodotti. In base ai normali cicli di carico e scarico, le valvole motorizzate possono raggiungere un tempo di funzionamento complessivo, riferito all'intero arco della giornata, pari a 30'.

In ragione della non contemporaneità di funzionamento delle valvole e dell'istantaneità del fenomeno acustico generato da ciascuna di esse, il contributo sonoro delle valvole è stato ritenuto trascurabile ai fini delle analisi di impatto.

Nel rimandare all'esame dello studio specialistico a firma di tecnico competente in acustica ambientale (art. 2, commi 6 e 7, L. 447/95), per maggiori dettagli in relazione dell'impatto acustico indotto dalla costruzione ed esercizio dei due nuovi serbatoi, si riportano di seguito alcune considerazioni conclusive del richiamato documento.

Ai fini dell'analisi della problematica in esame deve rilevarsi necessariamente come il clima acustico che attualmente caratterizza le aree circostanti gli impianti del complesso Raffineria + IGCC Sarlux di Sarroch (CA) sia sostanzialmente riconducibile alla combinazione di due contributi principali: un primo contributo, avente predominanti caratteristiche di stazionarietà, riconducibile all'esercizio degli impianti della raffineria, ed un secondo contributo, avente carattere fluttuante, riconducibile sostanzialmente al traffico veicolare e alle attività antropiche del centro urbano di Sarroch.

Al riguardo, si ritiene utile richiamare quanto emerso a seguito dell'ultima campagna fonometrica eseguita da Sarlux (2015), in ottemperanza a quanto disposto dal Piano di Monitoraggio e Controllo allegato alla Autorizzazione Integrata Ambientale per l'esercizio dell'impianto definito "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC)" (Prot. DSA-DEC-2009-0000230 del 24.03.2009). Il PMC ha l'obiettivo di verificare, con adeguata periodicità, il rispetto dei limiti assoluti di emissione e di immissione previsti dalla classificazione acustica vigente nel territorio Comunale di Sarroch, e procedere all'eventuale individuazione di

adeguate misure di mitigazione, laddove fosse riscontrato un superamento dei limiti imputabile alla rumorosità generata dagli impianti. In particolare, le elaborazioni condotte nell'ambito dell'ultima campagna fonometrica, condotta nel luglio 2015, i cui risultati sono riportati nel documento denominato "*Monitoraggio acustico complesso raffineria - Anno 2015*", hanno evidenziato che, sebbene in alcune postazioni prossime al centro abitato di Sarroch, si siano verificati dei superamenti del limite assoluto di immissione, tuttavia, detti superamenti non possano essere imputati agli impianti della raffineria, bensì ai fenomeni acustici caratteristici del centro urbano, principalmente riconducibili al traffico veicolare. Alla luce di tali risultati, per gli scopi del presente SIA, si è proceduto ad una valutazione dell'incidenza del contributo sonoro riconducibile alle nuove sorgenti sonore in progetto, rispetto a quello attualmente imputabile agli impianti Sarlux, desumibile dai risultati del monitoraggio acustico 2015. Sulla base delle caratteristiche acustiche delle nuove sorgenti sonore previste dal progetto in argomento, è stato quindi stimato il contributo sonoro riconducibile al loro esercizio. Detto contributo è stato successivamente confrontato con il contributo sonoro attualmente apportato al campo sonoro dall'esercizio degli impianti della raffineria. La valutazione è stata condotta sia con riferimento alla fase di esercizio sia con riferimento alla fase di cantiere, sulla base delle indicazioni di progetto. La stima dei livelli sonori attesi è stata effettuata, in via semplificata, tenendo conto esclusivamente del decadimento del rumore per effetto della legge della divergenza geometrica, assumendo l'ipotesi che le nuove sorgenti sonore siano assimilabili a sorgenti puntiformi che emettono in regime di propagazione libero. Tale ipotesi, giustificata dalle significative distanze che separano il centro urbano di Sarroch dalla prevista ubicazione delle nuove sorgenti sonore, è da intendersi cautelativa, non essendo stato considerato alcun ulteriore effetto di attenuazione.

Il confronto ha evidenziato che i livelli di pressione sonora attesi nelle postazioni normalmente oggetto di monitoraggio acustico, riconducibili all'introduzione delle nuove sorgenti sonore previste dal progetto in esame, sono significativamente inferiori rispetto ai livelli attualmente riscontrabili nelle stesse postazioni per effetto dell'esercizio degli impianti della raffineria. In base alle verifiche condotte e sulla base delle ipotesi operative assunte, l'introduzione delle nuove sorgenti sonore, pertanto, non apporta alcun contributo apprezzabile al campo sonoro complessivo che attualmente caratterizza le aree circostanti la raffineria e prossime al centro abitato di Sarroch.

D.4.7.7 Effetti complessivi sulla componente

Per tutto quanto precede si può ragionevolmente ritenere che la realizzazione del proposto progetto di realizzazione di n. 2 nuovi serbatoi di gasolio presso il Parco stoccaggio di raffineria non determini l'insorgenza di fattori di rischio a carico della salute umana che, sulla base delle attuali conoscenze, non siano efficacemente controllabili per effetto delle soluzioni tecniche adottate e dalle procedure di gestione uso presso lo Stabilimento Sarlux.

Allo stesso modo, sulla base delle analisi e valutazioni condotte, si può ragionevolmente escludere che il progetto induca un apprezzabile incremento dei potenziali fattori rischio a carico della salute umana rispetto alla situazione impiantistica *ex-ante*.

D.4.8 Ambiente socio-economico

D.4.8.1 Premessa

A livello locale, il proposto progetto di realizzazione di due nuovi serbatoi per prodotti petroliferi di Categoria "C" all'interno dello Stabilimento Sarlux, configura benefici economici misurabili in termini di rafforzamento della competitività della realtà impiantistica di Sarroch, con conseguenti positivi risvolti sul consolidamento degli attuali livelli occupazionali.

Le ricadute a livello locale sono misurabili anche in termini di indotto generato dalle attività di realizzazione ed ordinaria gestione dei due nuovi serbatoi, a vantaggio degli operatori economici specializzati del territorio (occupazione indiretta).

In particolare Sarlux, in continuità l'approccio seguito fin dalla nascita dello Stabilimento, si impegnerà a privilegiare, per quanto possibile e nel rispetto della normativa vigente, l'utilizzo di forza lavoro e di imprenditoria locale purché siano soddisfatti i necessari requisiti tecnico-qualitativi ed economici.

Nel seguito si riportano i numeri occupazionali maggiormente significativi della realtà Sarlux, utili per cogliere appieno i positivi risvolti economici e sociali sottesi dal proposto intervento orientato all'efficientamento produttivo dello Stabilimento.

- ~1.200 dipendenti Sarlux presso lo Stabilimento di Sarroch;
- ~90% uomini; ~ 10% donne;
- Età media: ~42 anni; oltre l'85% ha un diploma o Laurea;
- circa il 30% viene dal territorio (Sarroch, Villa S. Pietro, Pula e Capoterra); ~ 60% dall'Hinterland cagliaritano; ~ 10% da Milano;
- dei lavoratori provenienti dal territorio, oltre il 50% sono residenti a Sarroch;
- ~2.000 i lavoratori delle ditte di appalto, che arrivano a 4.000 nei periodi di grandi manutenzioni;
- Sarlux paga le tasse in Sardegna, avendo la sua sede legale sull'Isola.

Le ricadute economiche del progetto saranno nel seguito sommariamente quantificate, sulla base dei dati tecnico-progettuali attualmente disponibili. Le seguenti stime possono essere, in ogni caso, sufficientemente realistiche per le finalità sottese dal presente Studio.

Si procederà, infine, ad analizzare i possibili effetti sulla circolazione automobilistica a seguito dell'incremento di traffico pesante, da e verso la Raffineria, sotteso dal processo costruttivo dei nuovi serbatoi.

D.4.8.2 Risultati economici attesi dall'azienda

Come evidenziato in sede introduttiva, il progetto è funzionale al perseguimento delle linee strategiche orientate a rafforzare la posizione nel mercato ed il risultato economico dell'azienda attraverso l'ottimizzazione dei processi di trattamento grezzi caratterizzati da difficile lavorazione.

D.4.8.3 Ricadute economiche del processo costruttivo a livello locale

In accordo con quanto riportato negli elaborati di progetto, il computo metrico estimativo delle opere può essere sintetizzato secondo le voci riportate in Tabella 33.

Tabella 33 – Computo metrico estimativo delle opere

Pos.	Categoria lavori	Importo totale opere
1	LAVORI EDILI PER NUOVI SERBATOI	5.800.000,00
1 A	PREPARAZIONE DEI TERRENI SCAVI REINTERRI	300.000,00
2	SERBATOI GASOLIO	8.700.000,00
3	ANTINCENDIO SERBATOI	50.000,00
4	MISCELATORI MECCANICI	60.000,00
5	NUOVE TUBAZIONI DA/A SERBATOI	4.200.000,00
6	OPERE ELETTRICHE E ILLUMINAZIONE	920.000,00
7	OPERE DI STRUMENTAZIONE	850.000,00
8	INGEGNERIA – DIREZIONE LAVORI	3.500.000,00
	IMPORTO TOTALE	24.380.000,00

Sulla base delle esperienze operative pregresse relative a lavori similari realizzati nel sito Sarlux, realisticamente si prospetta che parte delle opere possano essere affidate a ditte locali.

Stimata una durata dei lavori di costruzione dei due serbatoi di circa 24 mesi, si prevede di impegnare mediamente in cantiere il seguente personale:

	Unità / mese
Personale tecnico	6
Personale appaltatori	
Diretti meccanici	50÷60
Diretti civili	25÷30
Diretti elettrostrumentali	6÷10
Indiretti	10÷12

Può dunque stimarsi un numero complessivo di addetti coinvolti in fase di cantiere pari a circa 100 unità per un totale di risorse impegnate pari a circa 51.000 giorni x uomo.

D.4.8.4 Interferenze con l'ordinaria circolazione automobilistica durante il periodo costruttivo

D.4.8.4.1 Inquadramento della problematica

Nell'ambito delle fasi di realizzazione di importanti interventi infrastrutturali, gli effetti sul sistema dei trasporti possono rappresentare un aspetto ambientale non trascurabile, in ragione del significativo numero di veicoli potenzialmente coinvolti nel processo costruttivo.

Il principale impatto potenziale si riferisce agli effetti indotti dal movimento di autoarticolati e automezzi di cantiere sul traffico veicolare transitante sulle strade ordinarie (strade statali, provinciali, e comunali). Tale impatto può essere definito come il grado di disagio percepito dagli automobilisti fruitori nella viabilità ordinaria per effetto del numero e frequenza di passaggi dei veicoli pesanti transitanti durante le fasi di realizzazione.

Peraltro, relativamente al caso specifico, tali impatti potranno essere verosimilmente contenuti in relazione alle seguenti circostanze:

- estrema prossimità del sito di betonaggio individuato per l'approvvigionamento del calcestruzzo (Calcestruzzi S.p.A. di Sarroch, distante circa 2 km dal sito di intervento), la cui fornitura tramite betoniere rappresenterà una delle principali cause del flusso veicolare da e verso il cantiere (Figura 70);
- assenza di flussi di terre e rocce da scavo all'esterno dello Stabilimento Sarlux, in quanto tutto il materiale scavato sarà riutilizzato per interventi di reinterro, costruzione di rilevati e/o rimodellamento morfologico all'interno delle pertinenze Sarlux (cfr. Elaborato AM-RTS10009 - Piano di utilizzo terre e rocce da scavo).



Figura 70 – Ubicazione del sito di betonaggio prescelto per l'approvvigionamento del calcestruzzo nell'ambito del processo costruttivo

Sulla base delle analisi e valutazioni condotte in sede di progetto, l'aspetto relativo ai volumi di traffico attesi a seguito delle fasi di trasporto delle principali categorie di materiali, da e verso il cantiere, può essere descritto in base ai seguenti indicatori:

- n. medio passaggi /giorno;
- totale km percorsi.

Come si evince dai dati riportati in Tabella 34, il numero medio di viaggi/giorno attesi (comprensivi del ritorno a vuoto) è alquanto contenuto (indicativamente n. 8 viaggi / giorno, in condizione di totale sovrapposizione delle fasi costruttive indicate). Tale volume di traffico graverà principalmente sulla S.S. 195, trattandosi di una strada a due corsie di traffico che rappresenta un percorso obbligato per raggiungere lo Stabilimento Sarlux da qualunque destinazione dell'Isola. Peraltro, valutato che il numero giornaliero medio di veicoli pesanti che attualmente viaggiano da e verso lo Stabilimento Sarlux è pari a circa 300¹⁰, l'incremento di traffico nella fase transitoria di cantiere (stimata in circa 2 anni) può ritenersi scarsamente significativo (appena + 3% circa) e di carattere transitorio.

¹⁰ Elaborazione dati ricavati da Dichiarazione Ambientale Sarlux Anno 2015, paragrafo 4.3.2 - Trasporti

In termini di totale km percorsi le fasi più significative si riferiscono al trasporto delle lamiere e del *piping* che, nell'ipotesi, più conservativa avverrà via nave attraverso lo scalo marittimo di Porto Torres (nord Sardegna) per poi proseguire su gomma fino a Sarroch. In tale scenario i componenti costruttivi dei serbatoi saranno trasportati presso il sito di cantiere lungo un percorso stradale di circa 260 km che interesserà, prevalentemente, la principale arteria viaria dell'Isola (S.S. 131 "Carlo Felice").

Tabella 34 – Flussi di traffico attesi da e verso il sito di cantiere

<i>Flusso di materiali</i>	<i>Da /a</i>	<i>Strade interessate</i>	<i>N. trasporti</i>	<i>N. viaggi</i>	<i>Tot.</i>	<i>Durata lavorazioni (d)</i>	<i>Viaggi / d (valore medio)</i>	<i>Viaggi /sett (valore medio)</i>	<i>km totali percorsi</i>
Lamiere	Porto Torres - Cantiere (o Porto Cagliari – Cantiere)	SS 131 - SS 195	104	208		80	2,60	13,02	54.167
Tubazioni e materiali di piping	Porto Torres - Cantiere (o Porto Cagliari – Cantiere)	SS 131 - SS 195	35	71		130	0,54	2,72	18.417
Cavi e materiali elettrici e di strumentazione	Porto Cagliari / Cantiere	SS 195	25	50		200	0,25	1,25	1.750
Materiali per opere in C.A.	Porto Cagliari / Cantiere	SS 195	10	20		290	0,07	0,34	700
Betoniere	Sarroch-Cantiere	SS 195	580	1160		290	4,00	20,00	2.320

D.4.8.4.2 Misure di mitigazione previste

Come espresso in precedenza, gli impatti sulla viabilità associati al traffico indotto dal progetto proposto possono riferirsi, principalmente, al transito di veicoli pesanti, in relazione alle conseguenti limitazioni e disagi al normale transito veicolare.

Valutata la modesta incidenza dei trasporti prefigurati dal processo costruttivo sulle attuali condizioni di traffico gravanti sulla S.S. 195, non si ritiene di prevedere particolari misure di mitigazione ai fini del contenimento dei possibili impatti.

D.4.9 Risorse naturali

Come evidenziato nel Quadro di riferimento progettuale ed a più riprese nel presente SIA, il tema dell'uso sostenibile delle risorse naturali riveste da tempo un'importanza centrale nella definizione delle scelte strategiche e delle politiche di investimento della Sarlux nonché nell'ordinaria gestione dei propri processi.

In ragione delle considerazioni espresse nell'ambito dell'analisi dei potenziali effetti del progetto sui comparti ambientali aria, acqua e suolo, l'intervento proposto non altera in termini apprezzabili i principali indicatori di qualità delle matrici ambientali o le principali linee di impatto ascrivibili alle attuali condizioni operative del sistema Raffineria + IGCC Sarlux. In particolare, il progetto per la costruzione di n. 2 nuovi serbatoi di gasolio non introduce fattori impatto diversi o ulteriori rispetto a quelli già riscontrabili nella preesistente configurazione dello Stabilimento. Gli effetti incrementali attesi sull'ambiente, inoltre, alla luce dei presidi tecnico – gestionali previsti dal progetto o ordinariamente implementati presso lo Stabilimento, sono complessivamente da ritenersi di entità scarsamente significativa rispetto a quelli riconducibili all'esistente configurazione degli impianti Sarlux.

Nell'ambito della **fase di cantiere**, laddove sarà necessario procedere ad operazioni di scavo e riporto ed impermeabilizzazione di superfici, i potenziali effetti sul sistema delle risorse naturali devono prevalentemente ascrivere all'occupazione di suolo ed alle annesse modifiche morfologiche.

Come a più riprese rimarcato, l'intervento non presuppone l'occupazione di superfici non già trasformate, trattandosi di aree interne alle pertinenze Sarlux, ed inoltre prospetta un totale riutilizzo delle terre e rocce da scavo per operazioni di reinterro, costruzione di rilevati e /o rimodellamenti morfologici.

Per quanto attiene alla **fase di esercizio**, l'aspetto concernente l'ottimale sfruttamento delle materie prime in ingresso al sistema è centrale nelle strategie di costante ottimizzazione dell'efficienza e flessibilità della Raffineria Sarlux.

Al raggiungimento di tali traguardi concorrono l'elevata complessità impiantistica della Raffineria, l'integrazione della stessa con l'impianto IGCC destinato alla produzione di energia elettrica e le azioni di miglioramento continuo delle prestazioni ambientali ed energetiche del sistema.

D.5 PIANO DI MONITORAGGIO

Sulla base delle analisi e valutazioni condotte nell'ambito della redazione del presente SIA, atteso che l'intervento in esame non prospetta il manifestarsi di aspetti ambientali significativi, ulteriori e diversi rispetto a quelli già esaminati nell'ambito del procedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale o scaturiti dall'analisi ambientale propedeutica al mantenimento del sistema comunitario di ecogestione e audit EMAS della Sarlux – Impianti SUD; valutato, inoltre, che le analisi condotte non hanno evidenziato un aggravio significativo degli effetti ambientali attesi rispetto alla situazione *ex-ante*, si ritiene che le attività di autocontrollo in essere da parte di Sarlux (cfr. Quadro di riferimento progettuale – cap. C.3.5) rispondano efficacemente all'esigenza di assicurare un appropriato monitoraggio delle prestazioni ambientali dello Stabilimento anche nella configurazione di progetto.

BIBLIOGRAFIA

- Angelina, P. & alii – ISPRA, 2009. *Il progetto Carta della Natura - Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat alla scala 1:50.000.*
- Baldelli C., Bigazzi G., Elter F.M. & Macera P., 1987. *Description of a Permo-Trias alkaline lamprophyre embedded into the micaschists of garnet-staurolite-kyanite grade of north-eastern Sardinia island.* I.G.C.P. Project n°5, Newsletter, **7**, 8-10, Padova. Barca & Palmerini, 1973.
- Banca d'Italia, 2016. *Economie Regionali - L'Economia della Sardegna.*
- Barca S. & Maxia M., 1982. *Assetto stratigrafico e tettonico del Paleozoico del Sarrabus occidentale.* In: Carmignani L., Cocozza T., Ghezzi C., Pertusati P.C. & Ricci C.A. (Eds.), Guida alla Geologia del Paleozoico sardo. Società Geologica Italiana. Guide Geologiche Regionali: 87-93, Cagliari.
- Barca S., Maxia C. & Palmerini V., 1973. *Sintesi sulle attuali conoscenze relative alla Formazione del Cixerri (Sardegna sud-occidentale).* Boll. Serv. Geol. d'It., **94**, 307-318, Roma.
- Barca S. & Spalletta C., 1985. *Nuove osservazioni sul conglomerato di Villasalto.* Giorn. di Geol., **46**, 25-32, Bologna.
- Bralia A., Ghezzi C., Guasparri G. & Sabatini G., 1981. *Aspetti genetici del batolite sardo-corso.* Rend. Soc. It. Min. Petr., **38**, 701-764, Milano. Ghezzi & Orsini, 1982.
- Caboi Raffaele, Massoli-Novelli Raniero & Sanna Giorgio, 1978. *La mineralizzazione a molibdenite di P.ta de su Seinargiu (Sarroch – Sardegna meridionale).* Rend. Soc. Min. e Petrol., **34** (1), 167-186.
- Camera di Commercio di Cagliari, 2016. *Relazione previsionale e programmatica per il 2016 - Allegato alla determinazione del Commissario Straordinario n. 5 del 25 febbraio 2016.*
- Carmignani L. (Coordinatore) (1996) - *Carta Geologica della Sardegna (scala 1:200.000).* A cura del Servizio Geologico Nazionale, Regione Autonoma della Sardegna. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Cao C., Puddu P. & Pazzaglia G., 1969. *Determinazione statistica delle curve di possibilità pluviometrica: applicazione alle piogge di durata inferiore alle 24 ore in Sardegna.* Atti del Convegno Nazionale su l'Idrologia e la sistemazione dei piccolo bacini, Roma – 6-7 giugno 1969. Ist. di Idr. e Costr. Idr., Univ. St. Cagliari, **39**, 293-315.
- Castorina F. & Petrini R., 1989. *Radiometric geochronology: some constraints to the isochron method by an iterative least-square approach.* Geochemical Journal, **23**, 101-109, Nagoya.
- Chang J.I., Lin C. A study of storage tank accidents. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 19 (2006) 51–59

Cocozza T., Jacobacci A., Nardi R. & Salvadori I., 1974. *Schema stratigrafico strutturale del Massiccio Sardo-Corso e minerogenesi della Sardegna*. Mem. Soc. Geol. It., **13**, 85-186.

Cocherie A., 1985. *Interaction manteau-croûte: son rôle dans la genèse d'associations plutoniques calcoalcalines, contraintes géochimiques (éléments en traces et isotopes du strontium et de l'oxygène)*. Doc. B.R.G.M., **90**, pp. 246, Orléans.

Cocherie A., 1978. *Géochimie des terres rares dans les granodiorites*. Thèse 3.me cycle, Univ. Rennes.

Conte A.M., 1997. *Petrology and geochemistry of Tertiary calcalkaline magmatic rocks from the Sarroch district (Sardinia, Italy)*. Period. Min., **66**, 63-100, Roma.

Del Moro A., Di Simplicio P., Ghezzi C., Guasparri G., Rita F. & Sabatini G., 1975. *Radiometric data and intrusive sequence in the Sardinian Batholith*. N. Jb. Miner. Abh., **126**, 28-44, Stuttgart.

Di Simplicio P., Ferrara G., Ghezzi C., Guasparri G., Pellizzer R., Ricci C.A., Rita F. & Sabatini G., 1975. *Il metamorfismo e il magmatismo paleozoico nella Sardegna*. Rend. Soc. It. Min. Petr., **30** (1974), 979-1068, Milano.

Ghezzi C., Guasparri G., Riccobono F., Sabatini G., Pretti S. & Uras I., 1981. *Le mineralizzazioni a molibdeno associate al magmatismo intrusivo ercinico della Sardegna. I rapporti con le plutoniti ed i fenomeni di alterazione-mineralizzazione*. Rend. Soc. It. Miner. Petrol., **38** (1), 133-145, Milano.

Ghezzi C. & Orsini J.B., 1982. *Lineamenti strutturali e composizionali del batolite ercinico Sardo-Corso in Sardegna*. In: «Guida alla Geologia del Paleozoico» (1982).

Grussu M., 2001. *Elenco degli uccelli della Sardegna aggiornato al 2001*. Aves Ichnusae (GOS), **4** (I-II).

Malavieille J., 1993. *Late orogenic extension in mountain belts: insights from the Basin and Range and the Late Paleozoic Variscan belt*. Tectonics, **12**, 1115-1130, Washington.

Massoli Novelli R., 1965. *Studio geopetrografico dell'area vulcanica di Sarroch. Nota I - Le andesiti*. La Ricerca Scientifica, **8** (6), 1577-1596, Roma.

Massoli Novelli R., 1969. *Studio geopetrografico dell'area vulcanica di Sarroch-Pula (Cagliari). Nota III - Su un filone dacitico*. Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, **38** (1968), (3-4), 203-212, Cagliari.

Massoli Novelli R., 1967. *Studio geopetrografico dell'area vulcanica di Sarroch. Nota II - I conglomerati vulcanici*. Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari, **37** (1-2), 125-141, Cagliari.

Ministero dell'Ambiente – Direzione per la Conservazione della Natura, Università di Roma “La Sapienza” – Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, 2002. *Rete Ecologica Nazionale*.

Mura A., Osservatorio Industriale della Sardegna, 2002. *L'impatto economico della Saras in Sardegna*.

Orsini J.B., 1980. *Le batholite Corso-Sarde: anatomie d'un batholite hercynien. Composition, structure, organisation d'ensemble. Sa place dans la chaine varisque française*. Ph.D. thesis, Université de Aix-Marseille.

Pecorini G. & Pomesano Cherchi A., 1969. *Ricerche geologiche e biostratigrafiche sul Campidano meridionale (Sardegna)*. Mem. Soc. Geol. It., **8** (1968), 421-451, Roma.

Pelletier I., 1960. *Le relief de la Sardaigne*. Rev. Géogr., **13**, pp. 484, Lyon.

Peronace V., Cecere J.G., Gustin M., Rondinini C., 2011. *Lista Rossa 2011 degli Uccelli Nidificanti in Italia*. Avocetta 36: 11-58 (2012).

Piga E. & Liguori G., 1985. *Il regime delle piogge intense in Sardegna*. Raccolta di dati. Atti della Fac. Ing, Univ. St. Cagliari, **27**.

Poli G., Ghezzi C. & Conticelli S., 1989. *Geochemistry of granitic rocks from the Hercynian Sardinia-Corsica batholith: Implication for magma genesis*. Lithos, **23**, 247-266, Amsterdam. Orsini, 1980.

Regione Autonoma della Sardegna, 2005. *Rapporto sullo stato di salute delle popolazioni residenti in aree interessate da poli industriali, minerari e militari della Regione Sardegna - Sintesi preliminare*.

Saras S.p.A., 2013. *Rapporto Ambiente Salute e Sicurezza 2013*.

Saras S.p.A., 2016. *Consolidated financial statements of Saras Group and separate financial statements of Saras SpA for the year ended 31st december 2015*.

Sarlux Srl, 2014. *Dichiarazione Ambientale 2014*.

Sarlux Srl, 2015. *Dichiarazione Ambientale 2015*.

MATTM, 1994. *Decreto di compatibilità ambientale concernente l'impianto di gassificazione di idrocarburi pesanti e produzione di energia elettrica in cogenerazione (IGCC) nella raffineria Saras di Sarroch (CA)*. Dec/VIA/2025 del 28/12/1994.

MATTM, 2009. *Provvedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale per l'esercizio dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione e Ciclo Combinato (IGCC)" della società Saras S.p.A. sito in Sarroch (CA)*. DSA-DEC-2009-0000230 del 24/03/09 e ss.mm.ii..

Sartec S.p.A. per Saras S.p.A., 2012. *Piano di Caratterizzazione Raffineria Saras di Sarroch (CA) - D.M. 471/99*.

Sartec S.p.A. per Sarlux Srl, 2015. *Piano di Monitoraggio Ambientale - Anno 2015.*

Sartec S.p.A. per Sarlux Srl, 2014. *Piano di Monitoraggio Ambientale - Anno 2014.*

Sartec S.p.A. per Sarlux Srl, 2014. *Relazione di riferimento ai sensi del DM 272/2014 per lo Stabilimento Sarlux di Sarroch (CA).*

Sartec S.p.A. per Saras S.p.A., 2007. *Progetto di bonifica Hot Spot Area Parco Ovest Stabilimento Saras di Sarroch (CA) – Ottobre 2007.*

Sartec S.p.A. per Saras S.p.A., 2007. *Domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale ai sensi del D.Lgs. n. 59 del 18 febbraio 2005 e relativi allegati.*

Sartec S.p.A. per Sarlux Srl, 2016. *Progetto di bonifica dei suoli - Stabilimento Sarlux di Sarroch (CA).*

Sito web Istituto Nazionale di Statistica – ISTAT: <http://www.istat.it/it/>

Sito web Unione Petrolifera: <http://www.unione petrolifera.it>

Sito web Wall Street Italia: <http://www.wallstreetitalia.com/guide/guida-petrolio/>

Sirchia A., 1986. *L'industria sul mare – Storia, immagini, documenti dell'area industriale di Cagliari.* Pubblicazione a cura dell'ufficio stampa CASIC.

Spalletta C. & Vai G.B., 1982. *Contatto Devoniano pelagico flysch ercinico a Villasalto (Gerrei).* In: Carmignani L., Coccozza T., Ghezzi C., Pertusati P.C. & Ricci C.A. (Eds.), *Guida alla Geologia del Paleozoico Sardo.* Società Geologica Italiana. Guide Geologiche Regionali, 117-118, Cagliari.

Spegnesi M. & Serra L., Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione Conservazione Natura - Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (ISPRA), 2003. *Uccelli d'Italia.*

Società Herpetologica Italica, 2006. *Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia.*, Ed. Polistampa.

Teichmüller, 1931. *Zur Geologie des Tyrrhenisgebietes. Teil 1: Alte und junge Krustenbewegungen im südlichen Sardinien.* Abh. Gas. Wiss. Göttingen, math-phys. Kl., **3** (V), 857-950, Göttingen.

Unione Petrolifera, 2015. *Relazione Annuale 2015.*

Unione Petrolifera, 2016. *Data Book 2016 - Energia e petrolio.*

Università degli Studi di Cagliari – Dipartimento di Biologia ed Ecologia Animale, 2005. *Progetto di censimento della Fauna Vertebrata eteroterma, per la redazione di un ATLANTE delle specie di Anfibi e Rettili presenti in Sardegna.*

Vaccaro C., Atzori P., Del Moro A., Oddone M., Traversa G. & Villa I., 1991. *Geochronology and Sr isotope geochemistry of late-hercynian dykes from Sardinia*. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.: 71, 221-230, Zürich.