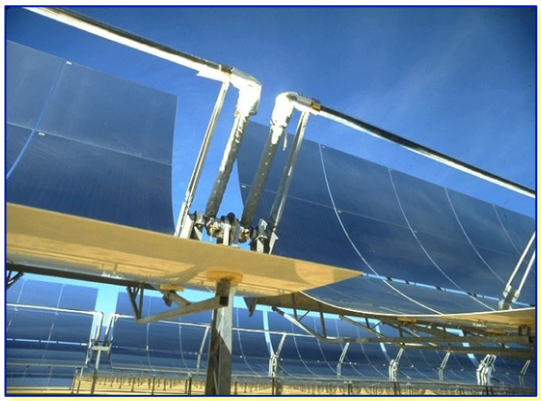
Proponente	
FLUMINI MANNU	**FLUMINI MANNU LIMITED** *Sede Legale: Bow Road 221 - Londra - Regno Unito* *Filiale Italiana: Corso Umberto I, 08015 Macomer (NU)*

Provincia di Cagliari

Comuni di Villasor e Decimoputzu

Nome progetto

Impianto Solare Termodinamico della potenza lorda di 55 MWe denominato *"FLUMINI MANNU"*



VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE

Titolo Documento:

VOLUME 3: "QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE"

Sviluppo:	
ENERGO GREEN renewables	***Energogreen Renewables S.r.l.*** *Via E. Fermi 19, 62010 Pollenza (MC)* *www.energogreen.com* *e-mail: info@energogreen.com*

Rev.	Data	Descrizione	Codice di Riferimento
			QAMB001
1	09/2013	Revisione emissione per Istanza di VIA	
0	07/2013	Emissione per Istanza di VIA	

Proprietà e diritti del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

Gruppo di lavoro Energogreen Renewables:

Energogreen Renewables Srl
Via E. Fermi, 19 - 62010 - Pollenza (MC)

1. *Dott. Ing. Cecilia Bubbolini*
2. *Dott. Ing. Loretta Maccari*
3. *Ing. Carlo Foresi*
4. *Dott. Ing. Devis Bozzi*

Consulenza Esterna:

- *Dott. Arch. Luciano Virdis: Analisi Territoriale*
- *Dott. Manuel Floris: "Rapporto Tecnico di Analisi delle Misure di DNI - Sito Flumini Mannu (CA)*
- *Dott. Agr. Vincenzo Satta: "Relazioni su Flora, Vegetazione, Pedologia e Uso del Suolo"*
- *Dott. Agr. Vincenzo Sechi: "Relazione faunistica"*
- *Dott. Agr. V. Satta e Dott. Agr. V. Sechi: "Relazione Agronomica"*
- *Dott. Geol. Euginio Pistolesi: "Indagine Geologica Preliminare di Fattibilità"*
- *Studio Associato Ingg. Deffenu e Lostia: "Documento di Previsione d'Impatto Acustico"*
- *Dott. Arch. Leonardo Annessi: Rendering e Fotoinserimenti*
- *Tecsa S.p.A.: "Rapporto Preliminare di Sicurezza"*

INDICE

1. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE 8

1.1. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI 9

1.2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA 11

1.2.1. Definizione dell'Area Vasta 13

1.2.2. Valutazione Effetti Cumulativi con Impianti Similari Realizzati o Proposti nelle Aree Circostanti 15

1.3. STIMA DEGLI IMPATTI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI 17

1.3.1. Atmosfera 20

1.3.1.1. Climatologia e Meteorologia 20

1.3.1.1.1. Irraggiamento - DNI (Direct Normal Irradiation) 33

1.3.1.2. Qualità dell'Aria - Descrizione e Caratterizzazione 38

1.3.1.2.1. Contenuto del Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente 45

1.3.1.2.2. Monitoraggio della qualità dell'aria 46

1.3.1.3. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione 53

1.3.1.3.1. Fase di Cantiere 53

1.3.1.3.2. Fase di Esercizio 57

1.3.2. Ambiente Idrico 61

1.3.2.1. Descrizione e Caratterizzazione 61

1.3.2.1.1. Idrologia 61

1.3.2.1.2. Stato qualitativo delle acque 66

1.3.2.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione 74

1.3.2.2.1. Idrologia 74

1.3.2.2.2. Qualità delle acque 74

1.3.2.2.3. Tutela quantitativa della risorsa idrica 78

1.3.2.2.4. Fase di cantiere 83

1.3.2.2.5. Fase di esercizio 83

1.3.3. Suolo e sottosuolo 85

1.3.3.1. Descrizione e Caratterizzazione 85

1.3.3.1.1. Inquadramento Geologico 85

1.3.3.1.2. Inquadramento Geomorfologico 89

1.3.3.1.3. Aspetti pedologici 90

1.3.3.1.4. Uso del suolo 91

1.3.3.1.5. Rischio di desertificazione 93

1.3.3.1.6. Sismicità 95

1.3.3.1.7. Idrogeologia dell'immediato sottosuolo 98

1.3.3.1.8. Stato di qualità ambientale delle acque sotterranee 99
1.3.3.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione 105
1.3.3.2.1. Occupazione del Suolo 105
1.3.3.2.2. Sversamenti accidentali di sostanze chimiche su suolo e sottosuolo 108
1.3.4. Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi 110
1.3.4.1. Descrizione e Caratterizzazione 110
1.3.4.1.1. Vegetazione 110
1.3.4.1.2. Flora 111
1.3.4.1.3. Fauna 126
1.3.4.1.4. Specie faunistiche presenti sul territorio "Area Vasta" 128
1.3.4.1.5. Avifauna di interesse naturalistico-scientifico 129
1.3.4.1.6. Monitoraggio nell'area di relazione diretta 129
1.3.4.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione 133
1.3.5. Paesaggio 135
1.3.5.1. Descrizione e Caratterizzazione 135
1.3.5.1.1. Aree Archeologiche ed Elementi Storico-Culturali 135
1.3.5.1.2. Inquadramento di Area Vasta 135
1.3.5.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione 141
1.3.5.2.1. Impatto nei confronti della presenza di segni storico-cultarali 141
1.3.5.2.2. Impatto Percettivo - Visivo 141
1.3.5.2.3. Stima dell'Impatto 147
1.3.5.3. Opere di mitigazione e sistemazione a verde dell'area 151
1.3.5.3.1. Descrizione generale 151
1.3.5.3.2. Attività Post-operam 157
1.3.6. Rumore 160
1.3.6.1. Caratterizzazione Ante-operam 160
1.3.6.1.1. Rilievi sul Ricettore R1 162
1.3.6.1.2. Rilievi sul Ricettore R2 165
1.3.6.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione 168
1.3.6.2.1. Fase di Cantiere 168
1.3.6.2.2. Fase di esercizio 171
1.3.7. Traffico 175
1.3.7.1. Descrizione e Caratterizzazione 175
1.3.7.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione 178
1.3.7.2.1. Fase di Cantiere 178
1.3.7.2.2. Fase di esercizio 178
1.3.7.2.3. Impatto sulla viabilità locale 179
1.3.8. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti 180
1.3.8.1. Stato Attuale 180
1.3.8.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione 180
1.4. PIANO DI MONITORAGGIO 185

1.4.1. Monitoraggio dello stato di conservazione delle opere a verde 185
1.4.2. Monitoraggio della Produzione di Rifiuti 185
1.4.3. Monitoraggio delle Attività di Manutenzione Effettuate..... 186
1.4.4. Monitoraggio delle Emissioni in Atmosfera e della Qualità dell'Acqua .. 186
1.5. PIANO DI DISMISSIONE 188
1.5.1. Decommissioning e Dismissione dell'Impianto 188
1.5.1.1. Decomissioning 189
1.5.1.2. Dismissione dell'impianto 191
1.5.1.2.1. Bonifica da materiali isolanti 191
1.5.1.2.2. Demolizione degli impianti e degli edifici 192
1.5.1.2.3. Edifici con struttura portante in c.a. 196
1.5.1.2.4. Edifici con struttura portante metallica 197
1.5.1.2.5. Demolizione opere interrate 198
1.5.1.1. Destinazione finale dei materiali di risulta 198
1.5.2. Ripristino delle Condizioni Iniziali del Sito 199
1.5.3. Aspetti Economici 200
1.5.4. Impatti Generati in Fase di Dismissione 201
1.5.4.1. Atmosfera 201
1.5.4.2. Ambiente Idrico 202
1.5.4.3. Suolo e sottosuolo 202
1.5.4.4. Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi 202
1.5.4.5. Rumore 203
1.5.4.6. Paesaggio 203
1.6. ASPETTI SOCIO ECONOMICI 204
1.6.1. Descrizione e Caratterizzazione 204
1.6.1.1. Aspetti Demografici e Insediativi 204
1.6.1.1.1. Il Comune di Villasor 204
1.6.1.1.2. Il Comune di Decimoputzu 205
1.6.1.1.3. Aspetti produttivi 207
1.6.1.1.4. Aspetti occupazionali 209
1.6.2. Valutazione delle Esternalità Ambientali 212
1.6.2.1. Esternalità Ambientali Negative 212
1.6.2.2. Esternalità Ambientali Positive 215
1.6.2.2.1. Il caso americano 215
1.6.2.2.2. Il Caso Spagnolo 227
1.6.2.1. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione 233
1.6.3. Valutazione dell'Impatto sul PIL e sull'Occupazione della Costruzione dell' Impianto CSP "Flumini Mannu" 235
1.7. STIMA FINALE DEGLI IMPATTI NON ELIMINABILI E LORO MITIGAZIONI 236

INDICE FIGURE

Figura 1: Inquadramento Area Impianto 11
Figura 2: Impianti "similari" realizzati o proposti circostanti - Distanze 16
Figura 3: Valore medio delle temperature massime mensili gennaio-dicembre (dati ARPAS anni 1951-1980) 21
Figura 4: Valore medio annuale di precipitazione (dati ARPAS anni 1951-1980) 22
Figura 5: Parametri caratterizzanti il vento (Direzione e Intensità) 24
Figura 6: Temperature medie mensili nei decenni 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009 26
Figura 7: Temperature medie nel decennio 1980-1989 27
Figura 8: Temperature medie nel decennio 1990-1999 27
Figura 9: Temperature medie nel decennio 2000-2009 27
Figura 10: Andamento della temperatura media mensile dal 1980 al 2012 28
Figura 11: Altezze di pioggia medie mensili nei decenni '80-'89, '90-'99, '00-'09 29
Figura 12: Numeri di giorni piovosi mensili nei decenni '80-'89, '90-'99, '00-'09 29
Figura 13: Altezze annue di pioggia dal 1980 al 2009 29
Figura 14: Velocità del vento medie mensili nei decenni '80-'89, '90-'99, '00-'09 30
Figura 15: Velocità del vento massime mensili nei decenni '80-'89, '90-'99, '00-'09 31
Figura 16: Velocità del vento nel decennio 1980-1989 31
Figura 17: Velocità del vento nel decennio 1990-1999 31
Figura 18: Velocità del vento nel decennio 2000-2009 32
Figura 19: Andamento della velocità del vento massima mensile dal 1980 al 2012 32
Figura 20: Andamento della velocità del vento media mensile dal 1980 al 2012 32
Figura 21: Andamento della velocità massima delle raffiche di vento dal 1980 al 2012 33
Figura 22: Irraggiamento solare normale diretto: valori mensili (febbraio 2004 - 27 aprile 2013) 37
Figura 23: Stazioni della rete di riferimento per la Sardegna 40
Figura 24: Disposizione territoriale delle stazioni della rete di monitoraggio dell'aria 41
Figura 25: PM10- Stazioni di Monitoraggio per classi del numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero (50 mg/m3 da non superare più di 35 volte per anno civile) 42
Figura 26: Medie annue delle concentrazioni degli inquinanti misurate in ciascuna stazione nel 2007 (Assessorato Difesa Ambiente 2008) 43
Figura 27: Valori del 98°% delle concentrazioni degli inquinanti misurate in ciascuna stazione nel 2007 (Assessorato Difesa Ambiente 2008) 44
Figura 28:Qualità dell'aria: zonizzazione del territorio regionale contenuta nel "Piano di prevenzione, conservazione e risanamento della qualità dell'aria ambiente in Sardegna" 46
Figura 29: Localizzazione delle stazioni di monitoraggio nell'area del Campidano centrale 47
Figura 30: Riepilogo dei dati stazione CENVS1 per l'anno 2012 48
Figura 31: Legenda del box plot usato nei grafici successivi 50

Figura 32: Statistica dei dati H_2S – Stazione di Villasor CENVS1-2012 50
Figura 33: Statistica dei dati PM10 – Stazione di Villasor CENVS1-2012 51
Figura 34: Statistica dei dati SO_2 – Stazione di Villasor CENVS1-2012 51
Figura 35: Statistica dei dati NO_2 – Stazione di Villasor CENVS1-2012 52
Figura 36: Bacini idrografici Regione Sardegna 62
Figura 37: Bacino Idrografico Flumini Mannu - Inquadramento Area Impianto 62
Figura 38: Bacino idrografico del Flumini Mannu 65
Figura 39: Corpi idrici monitorati per le diverse categorie di acque superficiali 67
Figura 40: Stazioni di monitoraggio operanti sui corsi d'acqua 69
Figura 41: Calcolo SECA 69
Figura 42: Classificazione dei corsi d'acqua monitorati 70
Figura 43: U.I.O. Flumini Mannu -Stazioni di monitoraggio fiume Flumini Mannu 71
Figura 44: Stato chimico corsi d'acqua anni 2002-2006 72
Figura 45: Conformità agli SQA del DM 56/09 - sostanze prioritarie 73
Figura 46: Esempio di evaporation pond in una centrale CSP 78
Figura 47: Alternativa attività post-operam: aree ipotetiche utilizzabili 82
Figura 48: Principali complessi geologici della Sardegna 86
Figura 49: Carta Geologica Sardegna 87
Figura 50: Inquadramento di dettaglio impianto su Carta Geologica 88
Figura 51: Esempio pascolo bovino presente all'interno dell'Area di Progetto 91
Figura 52: Particolare del suolo all'interno dell'Area di Progetto 92
Figura 53: Campi di frumento abbandonati ed invasi dalle piante infestanti all'interno dell'Area di Progetto 92
Figura 54: Classi di sensibilità alla desertificazione (ESAI) - Inquadramento zona impianto 95
Figura 55: Valori coefficienti sismici territorio Sardegna La sismicità della regione. 97
Figura 56: Inquadramento pozzi ISPRA 99
Figura 57: Inquadramento Area Impianto - Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario 100
Figura 58: Posizioni del collettore – posizione on-focus e di defocus 106
Figura 59: Carta dei tipi e delle unità fisiografiche d'Italia 137
Figura 60: Macrounità di paesaggio regionale 138
Figura 61: Tabella determinazione impatto paesistico dei progetti - Linee Guida PTPR Lombardia 150
Figura 62: Modello Planovolumetrico - Dettaglio Power Block vista Sud-Est 153
Figura 63: Presa Fotografica dal Ponte su Gora Piscina Longa (Nord Area Impianto) 153
Figura 64: Presa Fotografica dal Ponte su Gora Piscina Longa (Nord Area Impianto) - Fotoinserimento senza opere di mitigazione 154
Figura 65: Presa Fotografica dal Ponte su Gora Piscina Longa (Nord Area Impianto) - Fotoinserimento con opere di mitigazione 154
Figura 66: Prese Fotografiche unite dal Ponte su Canale Riu Nou (Est Area Impianto) 155
Figura 67: Prese Fotografiche unite dal Ponte su Canale Riu Nou (Est Area Impianto) -

Fotoinserimento senza opere di mitigazione 155
Figura 68: Prese Fotografiche unite dal Ponte su Canale Riu Nou (Est Area Impianto) - Fotoinserimento con opere di mitigazione interne 155
Figura 69: Prese Fotografiche unite dal Ponte su Canale Riu Nou (Est Area Impianto) - Fotoinserimento con opere di mitigazione 156
Figura 70: Camino Termovalorizzatore A2A di Brescia - Esempio colorazione strutture elevate 156
Figura 71: Potenziali ricettori individuati 161
Figura 72: Ricettore 1 - Posizionamento microfono 163
Figura 73: Ricettore 2 - Posizionamento microfono 165
Figura 74: Riepilogo dati sorgenti sonore considerate 172
Figura 75: Viabilità di collegamento tra il sito (cerchio rosso) e l'area portuale di Cagliari 175
Figura 76: Riepilogo veicoli in uscita da Cagliari (Giugno 2011) [Fonte: Statistiche dati di traffico - Comune di Cagliari] 176
Figura 77: Livello prestazione arteria Racc.SS195/E25 [Fonte: Statistiche dati di traffico - Comune di Cagliari] 177
Figura 78: Modalità di posa dei cavi interrati: a trifoglio e in piano 181
Figura 79: Rappresentazione della fascia di rispetto D.P.A. per cavi interrati disposti in piano 182
Figura 80: Rappresentazione della fascia di rispetto D.P.A. per cavi interrati disposti a trifoglio 183
Figura 81: Andamento del valore aggiunto in provincia di Cagliari, in Sardegna e in Italia tra il 2007 e il 2010 (valori percentuali) 208
Figura 82: Tasso di occupazione in provincia di Cagliari, in Sardegna e in Italia (valori percentuali: anni 2006-2011) 210
Figura 83: Tasso di disoccupazione in provincia di Cagliari, in Sardegna e in Italia (valori percentuali anni 2006-2011) 210
Figura 84: Andamento dell'occupazione collegata alla costruzione, manutenzione e gestione dell'impianto CSP da 100 MWe 224
Figura 85: Prodotto interno lordo generato dalla costruzione egestione dell'impianto CSP da 100 MWe 225
Figura 86: Impatto indotto dalla centrale CSP da 100 MWe sul PIL dello stato del Nevada 226
Figura 87: Percentuale dettagliata di investimento che rimane in Spagna per un impianto con stoccaggio 229
Figura 88: Contributo percentuale al PIL per altri settori economici durante la costruzione. 229
Figura 89: Ripartizione per settore di attività dei posti di lavoro creati dall'industria CSP in Spagna 231
Figura 90: Bilancio macroeconomico del CSP in Spagna nel 2010 232
Figura 91: Potenziale di creazione dei nuovi posti di lavoro in un impianto CSP da 50MW 233
Figura 92: Impianto CSP a torre in California (USA) 234

INDICE TABELLE

Tabella 1: MATRICE CAUSA-CONDIZIONI-EFFETTO 19
Tabella 2: Impatto sulla qualità dell'aria - elementi introduttivi 53
Tabella 3: Emissione orarie mezzi di cantiere 55
Tabella 4: Valutazione preliminare dello stato quantitativo effettuata nel PTA 103
Tabella 5: Confronto CSP-FV a parità di energia prodotta in un anno 108
Tabella 6: Elenco delle specie di uccelli nidificanti individuate nell'area di relazione diretta 132
Tabella 7: Elenco delle specie migratorie e comunque non nidificanti individuate nell'area di relazione diretta 132
Tabella 8: Sensibilità Paesistica del Sito 147
Tabella 9: Grado di incidenza paesistica del progetto 149
Tabella 10: Dati ricettori 160
Tabella 11: Elenco macchinari impiegati in fase di cantiere 168
Tabella 12: Livelli di rumorosità a distanza desiderata 170
Tabella 13: Valori di immissione sonora in dB(A) – estratto Tabella C del DPCM 14/11/97 171
Tabella 14: Riepilogo valori sui ricettori 173
Tabella 15: Confronto tra i livelli attesi e i livelli di legge 173
Tabella 16: Bilancio demografico anno 2012 Comune di Villasor (Sito Web: http://demo.istat.it/) 205
Tabella 17: Bilancio demografico anno 2012 Comune di Decimoputzu (Sito Web: http://demo.istat.it/) 206
Tabella 18: Stima del costo delle esternalità ambientali negative di varie fonti di energia 214
Tabella 19: Sintesi degli impatti e delle misure di mitigazione adottate 236

1. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Il Quadro di Riferimento Ambientale individua, analizza e quantifica tutte le possibili interazioni del progetto con l'ambiente ed il territorio circostante.

Partendo dalla caratterizzazione e dall'analisi delle singole componenti ambientali, vengono descritti il sistema ambientale di riferimento e le eventuali interferenze con l'opera in progetto.

Nello specifico:

- si è cercato di analizzare accuratamente il contesto al fine di non escludere o sottovalutare a priori alcun effetto ambientale o socio-economico, derivante dall'intervento progettato;
- pur evidenziando le possibili interazioni e conseguenze secondarie e indotte connesse all'esercizio dell'opera, si è evitato nel contempo, sulla base di verifiche tecniche, di spingere lo studio su argomenti poco o per nulla significativi in relazione al problema in oggetto (ed alla sua scala);
- si sono cercate opere di mitigazione, intese anche come tecnologie e soluzioni progettuali meno impattanti, che possano limitare gli effetti negativi sull'ambiente che non siano eliminabili.

In pratica, la redazione del presente elaborato è stata effettuata:

1. Studiando il sito interessato dall'opera in progetto, sia a livello locale che ad una scala più ampia;
2. Analizzando le componenti ambientali potenzialmente soggette a interferenze prodotte dall'opera.

Delle componenti individuate si è proceduto con un esame più dettagliato dello stato attuale, l'identificazione e la stima degli impatti potenziali e la definizione delle opere di mitigazione, intese a differenti livelli.

1.1. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Lo Studio di Impatto Ambientale ha come obiettivo l'identificazione dei possibili effetti che un'opera può apportare all'ambiente in cui s'inserisce.

Con riferimento alle caratteristiche dell'opera e del sito di "installazione", si sono individuati gli argomenti da approfondire ed analizzare, suddividendo gli impatti rispetto alle varie componenti ambientali:

1. Atmosfera
2. Ambiente Idrico
3. Suolo e Sottosuolo
4. Vegetazione, Flora, Fauna e Ecosistemi
5. Paesaggio
6. Rumore
7. Traffico
8. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti
9. Aspetti Socio-economici.

Si è fatto ricorso alla cosiddetta matrice "Causa-Condizione-Effetto" per identificare preliminarmente, sulla base di considerazioni causa-effetto e di semplici scenari previsionali, gli impatti che la realizzazione del progetto potrebbe produrre.

La matrice collega le attività dell'impianto, sia in fase di cantiere che di esercizio, con le componenti ambientali sopra esposte e gli impatti potenziali, creando una griglia utilizzabile come base di partenza per le successive fasi di approfondimento e valutazione.

Dal risultato di questa fase deriva la costruzione dello scenario delle situazioni e correlazioni su cui è stata articolata l'analisi di impatto complessiva presentata nei capitoli successivi.

Lo studio si è concretizzato, quindi, nella verifica dell'incidenza di questi impatti potenziali in presenza delle effettive condizioni localizzative e progettuali e sulla base delle risultanze delle indagini settoriali, inerenti i diversi parametri ambientali.

Si precisa che la fase di dismissione dell'impianto, da definire dettagliatamente in

termini di fasi e svolgimento poco prima dell'esecuzione, può essere considerata simile, se non equivalente, alla fase di cantiere.

La dismissione, infatti, al pari della costruzione, avrà un carattere di temporaneità limitata (breve termine), vedrà in opera macchinari da cantiere e i trasporti per sgomberare l'area coincideranno con quelli effettuati per allestirla.

Per tale motivo nei successivi capitoli si sono descritte solamente le fasi di cantiere e di esercizio dell'impianto e si è dedicato un unico capitolo al piano di dismissione ed ai suoi potenziali impatti sulle varie componenti ambientali.

1.2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

L'area prescelta per la realizzazione dell'impianto solare termodinamico è ubicata nel territorio compreso fra i Comuni di Villasor e Decimoputzu, provincia di Cagliari, nella zona centro-meridionale del Campidano, la più vasta pianura della Sardegna, situata nella porzione sud-occidentale dell'Isola (Figura 1).

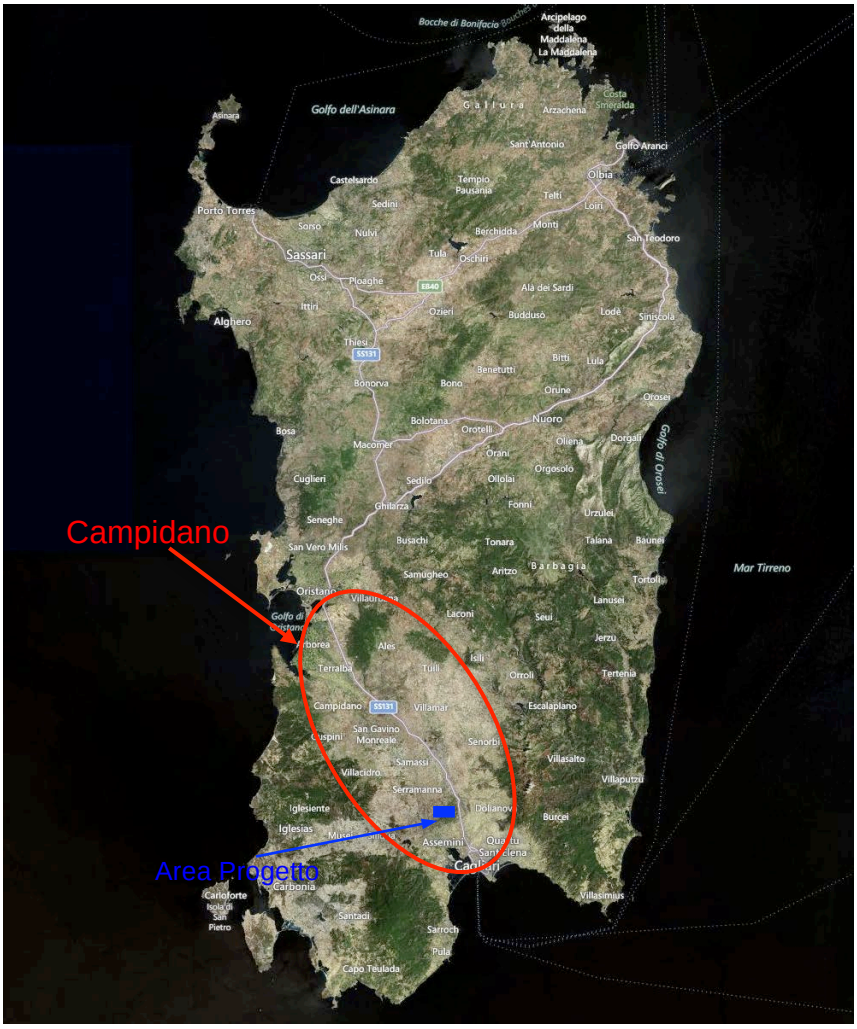


Figura 1: Inquadramento Area Impianto

L'area trova ubicazione, con quote da circa 33 a 53 m s.l.m., in una vasta zona sub pianeggiante nell'ambito della depressione campidanese.

Ad ovest si incontrano terreni collinari che costituiscono le prime propaggini del massiccio del Monte Linas (Perda de Sa Mesa 1.236 m s.l.m.).

L'area in oggetto in particolare ricade:

- nel quadrante I del Foglio 556 Villasor della Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000 dell'IGMI;
- nell'Ortofotocarta Regionale del Foglio 556 sezione n. 556030 in scala 1:10.000;
- nel Foglio 225 Guspini della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000;
- nel Foglio 556 Assemini della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

I centri abitati più vicini, tutti distanti intorno ai 5 km, sono Villasor, Vallermosa e Decimoputzu, ricadenti nella provincia di Cagliari.

Il collegamento alla rete elettrica nazionale si sviluppa tramite un elettrodotto interrato a 150 kV, secondo il progetto preliminare delle opere di rete, verso la cabina elettrica primaria esistente 150/15 kV denominata "Villasor 2" di proprietà Enel Distribuzione.

Per quanto riguarda le infrastrutture viarie presenti intorno all'area, si ricordano a Nord la Strada Statale 196 di Villacidro e a Ovest la Strada Statale 293 di Giba, inoltre, ad est la zona è percorsa da strade comunali e vicinali che collegano queste due arterie principali al sito.

La zona interessata dall'intervento è scarsamente urbanizzata, ma con evidenti segni di antropizzazione, con un utilizzo prevalentemente agricolo e pastorale.

Sono dominanti le colture di tipo erbaceo, in particolare foraggere, e l'utilizzo dei terreni per il pascolo; parte del territorio rimane abbandonato, si distinguono, infatti, i segni dell'inizio della desertificazione mediterranea.

Saranno previste opere di mitigazione naturali tramite l'inserimento di essenze vegetali come alberi e siepi, prediligendo specie autoctone o già presenti nel territorio circostante, che riescano ad ambientarsi senza difficoltà.

Si valuta l'ipotesi di utilizzare anche alberi da frutto, per poter integrare l'attività agricola con l'impianto a fonte rinnovabile e dar vita ad un'attività agricola collaterale alla produzione di energia mediante l'affidamento in gestione a ditte o consorzi locali, il che creerà ulteriori posti di lavoro.

Inoltre, non sono state riscontrate specie o habitat tutelati dalla Direttiva 92/43 CEE "habitat" o da altre normative vigenti, o che si possano considerare rari o minacciati di estinzione a livello globale o regionale, né che si possano considerare interessanti in quanto presenti in un ambito limite dal punto di vista biogeografico o ecologico.

1.2.1. DEFINIZIONE DELL'AREA VASTA

La definizione dell'area vasta, nel caso in oggetto, non può essere univoca, ma relazionata ai vari aspetti che si sono trattati.

L'identificazione di un'area vasta preliminare è dettata dalla necessità di definire, preventivamente, l'ambito territoriale di riferimento nel quale possono essere inquadrati tutti i potenziali effetti della realizzazione dell'opera e all'interno del quale realizzare tutte le analisi specialistiche per le diverse componenti ambientali di interesse.

Con riferimento alle componenti ambientali si sono definite le seguenti aree di riferimento soggette all'influenza della nuova costruzione e del suo esercizio.

1. Atmosfera: l'analisi della componente è stata condotta a livello generale attraverso la consultazione dei piani regionali riguardanti la qualità dell'aria e mediante un inquadramento delle condizioni meteoclimatiche dell'area d'interesse.
2. Ambiente Idrico: lo studio di questa componente ha preso in esame le risorse idriche superficiali e sotterranee. Per quanto concerne le risorse idriche superficiali l'analisi è stata condotta con riferimento ai corsi d'acqua presenti nella piana circostante l'area d'intervento. Anche per quanto riguarda le risorse idriche sotterranee si è fatto riferimento all'acquifero presente in corrispondenza della zona d'interesse.
3. Suolo e Sottosuolo: per quanto riguarda questa componente si sono presi in esame gli aspetti geologico-strutturali, geomorfologici e podologici e di uso del suolo. Un approfondimento a scala locale è stato effettuato per quanto riguarda la geologia e l'uso del suolo.
4. Ecosistemi naturali (vegetazione, flora e fauna): è stata condotta attraverso un inquadramento generale delle presenze faunistiche e vegetazionali e una caratterizzazione di dettaglio degli habitat presenti.
5. Paesaggio: si è tenuto conto sia degli aspetti storico-archeologici, sia degli aspetti legati alla percezione visiva. Nell'ambito dell'analisi storico-archeologica del territorio a livello locale, non sono stati individuati elementi storico-culturali ed archeologici prossimi all'area di prevista localizzazione della centrale (buffer di circa 4 km). Per gli aspetti paesaggistici generali sono

stati analizzati eventuali vincoli paesaggistici che interessano il sito in esame.

6. Rumore: si è ritenuto opportuno estendere l'area di valutazione dell'impatto acustico ad un area di circa 1 km intorno al sito di localizzazione della centrale.
7. Traffico: si è tenuto in considerazione principalmente il percorso dal Capoluogo, porto di Cagliari, fino al sito di ubicazione dell'intervento.
8. Radiazioni Ionizzanti e Non: l'opera non è fonte di radiazioni ionizzanti. Avendo considerato come fonti di radiazioni non ionizzanti la stazione di trasformazione MT/AT della centrale e l'elettrodotto di connessione alla Cabina Primaria "Villasor 2", si sono studiati l'area di progetto e il percorso di tale elettrodotto.
9. Aspetti Socio-economici: per quanto riguarda questi aspetti si è presa in considerazione la situazione dell'intera regione.

1.2.2. VALUTAZIONE EFFETTI CUMULATIVI CON IMPIANTI SIMILARI REALIZZATI O PROPOSTI NELLE AREE CIRCOSTANTI

Nell'analisi dell'area circostante il sito prescelto per l'installazione della centrale in progetto si è posta l'attenzione nella ricerca di altri impianti similari già presenti o proposti.

Premettendo che l'impianto termodinamico solare "Flumini Mannu" è un impianto classificato come "rinnovabile" (fonte solare) e che la grandezza in termini di potenza installata è dell'ordine delle decine di MegaWatt, con conseguente elevata estensione in termini di superficie occupata, si sono considerati "similari" gli impianti solari di grandezza in qualche modo confrontabile (MegaWatt o Superficie).

Il risultato è stato l'individuazione di n. 2 impianti "similari", ovvero:

1. Impianto denominato "Su Scioffu": impianto esistente composto da serre fotovoltaiche per una potenza complessiva di 20 MWe ed una superficie di circa 27 ettari, ubicato in località Su Scioffu, Villasor (CA);
2. Centrale Solare Termodinamica a torre "Sardinia Green Island": impianto solare termodinamico in progetto di potenza pari a 50 MWe da ubicarsi in località sa Nuxedda, Vallermosa (CA).

I due impianti sopradetti distano rispettivamente 8.500 e 5.500 metri circa dal sito in oggetto (Figura 2).

Tali distanze, vista anche l'orografia prettamente pianeggiante del territorio, sono state valutate molto elevate e tali da non comportare effetti cumulativi, in senso negativo, in nessuna delle componenti ambientali considerate.

Figura 2: Impianti "similari" realizzati o proposti circostanti - Distanze

1.3. STIMA DEGLI IMPATTI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI

Nei capitoli successivi sono riportati i potenziali impatti sulle diverse matrici ambientali correlabili alla realizzazione del Progetto.

Con riferimento alle potenziali interferenze ambientali identificate nel Quadro Progettuale, la stima degli impatti è stata approfondita per le seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Ambiente Idrico;
- Suolo e Sottosuolo;
- Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi;
- Paesaggio;
- Rumore;
- Traffico;
- Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti;
- Aspetti Socio-economici.

Individuato con esattezza l'ambito d'influenza, sono stati effettuati studi specialistici su ciascuna componente attraverso un processo generalmente suddiviso in tre fasi:

- caratterizzazione dello stato attuale;
- identificazione e stima degli impatti in fase di cantiere e di esercizio;
- definizione delle misure di mitigazione e compensazione, ove significativo.

La mitigazione e compensazione degli impatti rappresenta non solamente un argomento essenziale in materia di VIA, ma anche un fondamentale requisito normativo (Articolo 4 del DPCM 27 Dicembre 1988 e s.m.i.).

Questa fase consiste nel definire quelle azioni da intraprendere a livello di progetto per ridurre eventuali impatti negativi su singole variabili ambientali.

A livello generale possono essere previste le seguenti misure di mitigazione e di compensazione:

- evitare l'impatto completamente, non eseguendo un'attività o una parte di essa;
- minimizzare l'impatto, limitando la magnitudo o l'intensità di un'attività;

- rettificare l'impatto, intervenendo sull'ambiente danneggiato con misure di riqualificazione e reintegrazione;
- ridurre o eliminare l'impatto tramite operazioni di salvaguardia e di manutenzione durante il periodo di realizzazione e di esercizio dell'intervento;
- compensare l'impatto, procurando o introducendo risorse sostitutive.

Le azioni mitigatrici devono tendere, pertanto, a ridurre tali impatti avversi, migliorando contestualmente l'impatto globale dell'intervento proposto.
Per l'opera in esame l'identificazione delle misure di mitigazione e compensazione degli impatti è stata condotta con riferimento alle singole componenti ambientali e in funzione degli impatti stimati.

MATRICE CAUSA-CONDIZIONE-EFFETTO IMPIANTO SOLARE TERMODINAMICO "FLUMINI MANNU"

ATTIVITÀ DI PROGETTO

	FATTORI CAUSALI DI IMPATTO										
	Emissioni in Atmosfera	Emissioni Sonore da Mezzi, Macchinari e Componenti	Prelievi e Scarichi Idrici per Usi Civili	Prelievi e Scarichi Idrici per Usi Industriali	Spillamenti/Spandimenti	Produzione di Rifiuti	Interazioni con Habitat Naturali	Traffico indotto e Circolazione Automezzi	Occupazione di Suolo	Richiesta di Manodopera	Emissione Campi Elettromagnetici
FASE di CANTIERE											
Insediamento del Cantiere	O	O	O		O	O	O	O	O	O	
Approvvigionamento Materiali e Componenti	O	O					O	O	O	O	
Preparazione Area/Opere Civili	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
Montaggi elettromeccanici		O	O		O	O	O	O	O	O	
Ripristini	O	O	O		O	O	O	O	O	O	
FASE di ESERCIZIO											
Produzione di Energia	O	O	O	O	O	O	O		O	O	O
Attività di Manutenzione e Gestione	O	O	O		O	O	O	O	O	O	

IMPATTI POTENZIALI / COMPONENTI AMBIENTALI	Variazione delle Caratteristiche di Qualità dell'Aria	Consumo di Risorse Idriche	Contaminazione delle Acque per scarichi idrici, spillamenti/spandimenti	Contaminazione del Suolo	Limitazioni/perdite/interferenze di Uso dei Suoli	Impatti su Habitat Naturali ed Ecosistemi	Variazione della Rumorosità Ambientale	Impatti sul Paesaggio, Intrusione Visuale	Disturbi alla salute della popolazione esposta	Incremento Occupazionale - Incremento PIL	Disturbi alla Viabilità	Copertura del Fabbisogno Energetico
Atmosfera	O					O			O			
Ambiente Idrico		O	O									
Suolo e Sottosuolo				O	O							
Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi					O	O						
Paesaggio					O			O				
Rumore							O		O			
Traffico							O		O		O	
Radiazioni Ionizzanti e non									O			
Aspetti socio-economici										O	O	O

Tabella 1: MATRICE CAUSA-CONDIZIONI-EFFETTO

1.3.1. ATMOSFERA

1.3.1.1. Climatologia e Meteorologia

Il clima della Sardegna viene generalmente classificato come Mediterraneo Interno, caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde.

Le caratteristiche del clima sono determinate dalla presenza e disposizione dei sistemi orografici del bacino mediterraneo.

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

La distribuzione spaziale della media delle temperature è fortemente influenzata dal sistema orografico.

I periodi marzo-aprile e settembre-novembre rappresentano due marcate transizioni che delimitano le due stagioni climatiche tipiche delle regioni mediterranee.

Nella stagione invernale domina l'effetto dovuto al mare (con conseguente continentalità delle zone interne), mentre nella stagione estiva domina l'effetto stabilizzante delle aree anticicloniche con evidente gradiente nord-sud nei valori di temperatura.

A questi effetti si sommano sempre quelli dovuti alla struttura orografica, la cui complessa distribuzione è la principale fonte di variabilità locale di tutti i fenomeni meteorologici che interessano l'isola.

L'analisi delle medie annuali di precipitazione mette in evidenza la presenza di quattro zone piovose con medie annuali massime di precipitazione fino a 1100-1200 mm/anno: le aree a ridosso del Gennargentu (Barbagie, Ogliastra e zone limitrofe), la parte centrale della Gallura (a ridosso del Limbara), l'altopiano di Campeda ed infine l'Iglesiente.

La Nurra ed il Campidano si presentano come zone secche, assieme ad una terza, di più difficile delimitazione, localizzabile nella fascia centrale del Nord-Sardegna (attorno al bacino del Coghinas).

L'andamento mensile delle precipitazioni, analogamente a quanto osservato per le

temperature, evidenzia la presenza di due stagioni: una relativa al periodo che va da ottobre ad aprile, e l'altra che si estende da maggio a settembre.

Il passaggio fra le due stagioni è particolarmente marcato fra settembre ed ottobre, in corrispondenza del quale, per le zone piovose, si va da valori di 40-60 mm/mese a valori di 80-160 mm/mese, mentre risulta meno evidente il passaggio fra aprile e maggio.

Il massimo cumulato di precipitazione si ha a dicembre, e più di quattro quinti della pioggia totale annua si concentrano fra il mese di ottobre ed il mese di aprile.

Il minimo si ha nei mesi di luglio ed agosto, con qualche rara precipitazione sui rilievi.

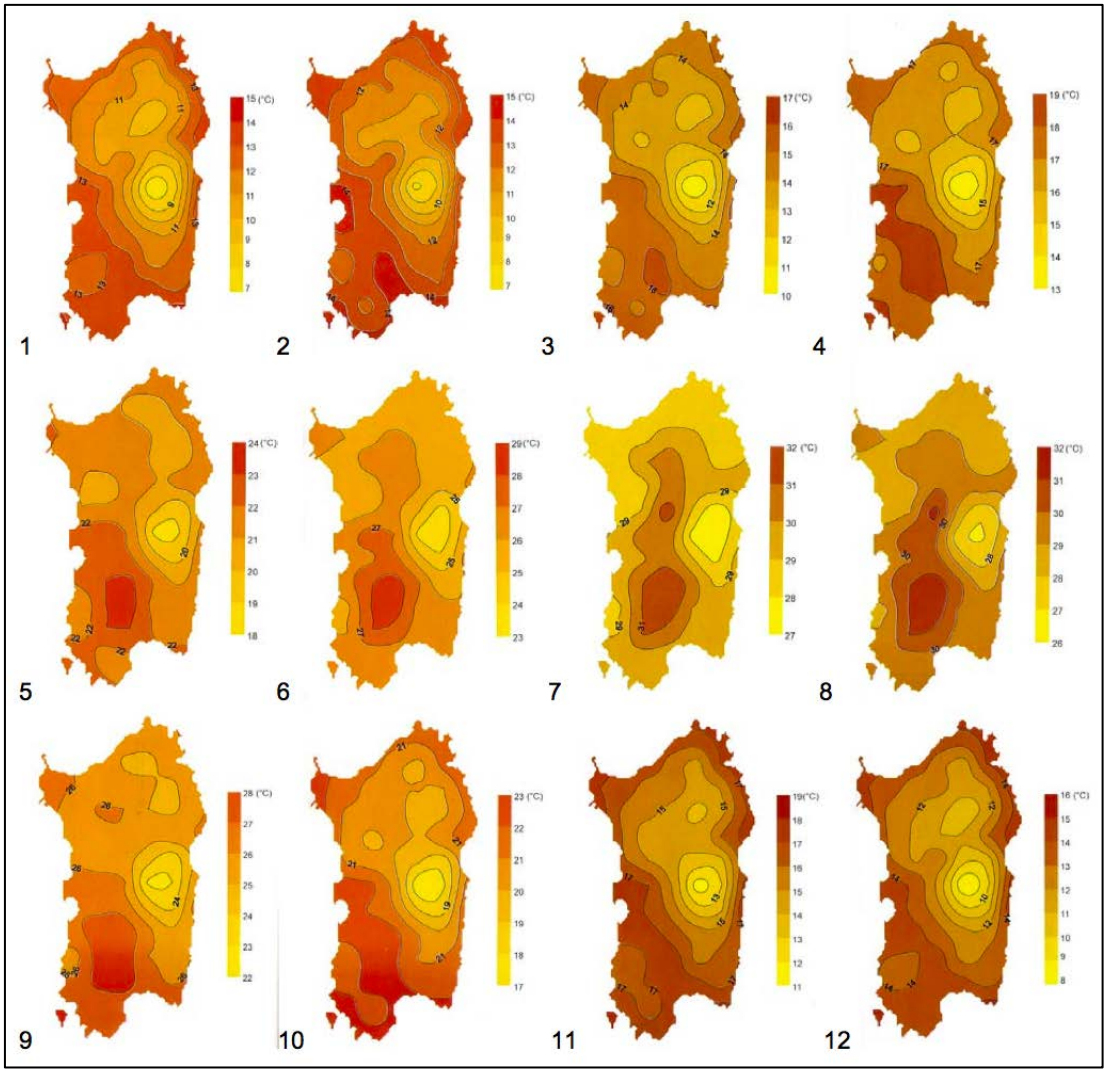


Figura 3: Valore medio delle temperature massime mensili gennaio-dicembre (dati ARPAS anni 1951-1980)

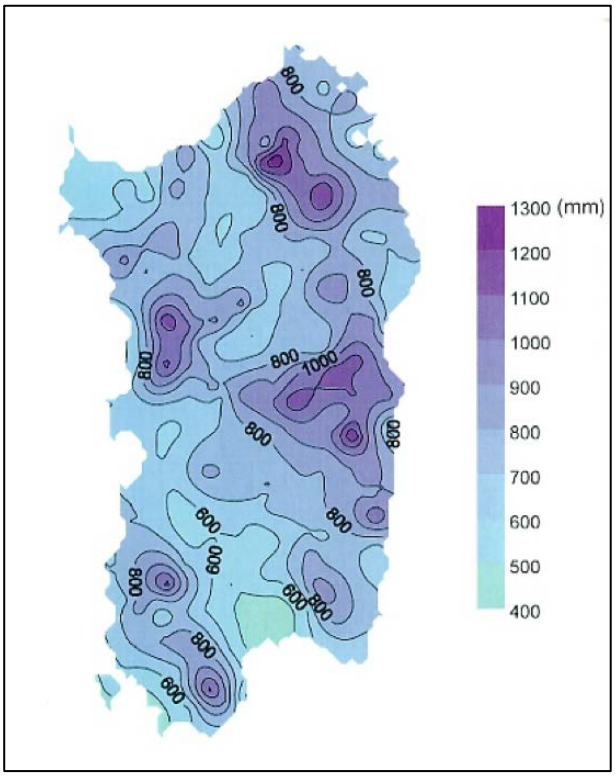


Figura 4: Valore medio annuale di precipitazione (dati ARPAS anni 1951-1980)

La piovosità della zona in esame individua una stagione secca e una stagione piovosa; la prima va dal mese di aprile a quello di settembre/ottobre, la seconda da ottobre/novembre a marzo.

La quantità di precipitazioni si attesta intorno a valori di 500 mm annui che giungono a terra con pochi eventi prevalentemente a carattere temporalesco e pomeridiano.

Villasor si presenta, comunque, come una della zone meno piovose dell'isola.

Il sito oggetto di studio si caratterizza per un clima sia mediterraneo che continentale.

La Sardegna è un'isola battuta dai venti, tra i quali predomina il Maestrale che spira da Nord-Ovest verso la costa occidentale.

Come è noto il vento rappresenta la velocità dell'aria ed è una grandezza vettoriale bidimensionale in quanto se ne considera solo la componente misurata su una superficie parallela a quella terrestre (convenzionalmente l'anemometro si trova a 10 m di altezza dalla superficie), non considerando la componente verticale in quanto di intensità trascurabile.

Di conseguenza, un dato di questo genere si compone di due parti: una direzione, espressa in gradi sessagesimali calcolati in senso orario a partire da nord

(*direzione*), e una velocità (*intensità*), espressa in m/s.

Quanto alla direzione si considera il verso di provenienza: per esempio 90° è vento da est, mentre 270° è vento da ovest.

Occorre notare che il vento in superficie è determinato, oltre che dalla situazione sinottica generale, e cioè dalla situazione dinamica e termodinamica di una notevole porzione del nostro emisfero, anche dalla geografia del luogo dove viene fatta la misura, tanto più in una regione dall'orografia complessa quale la Sardegna.

Un secondo problema è rappresentato dalle brezze che, essendo causate dalla differenza di temperatura fra terra e mare, sono di natura locale.

Infine la collocazione della stazione gioca un ruolo importante in quanto l'eventuale presenza di alberi, case o collinette nelle vicinanze può introdurre degli errori sistematici anche notevoli, in particolare nel vento di moderata intensità.

Di quanto sopra bisogna tenere conto ai fini del controllo sulla qualità del dato.

Infatti, se da una parte non è semplice determinare dei limiti climatologici, in particolare per la direzione, dall'altra non sono facilmente correlabili la direzione o la velocità misurate un certo giorno in una certa stazione con quelle del giorno precedente o del giorno successivo nella medesima stazione o con quelle dello stesso giorno nelle stazioni circostanti.

Per quel che riguarda l'analisi completa ai fini di una caratterizzazione climatologica, è da notare che calcolare separatamente le medie della direzione e della velocità può causare dei problemi, non solo pratici, ma anche d'interpretazione.

Pertanto le direzioni sono state suddivise in ottanti, corrispondenti agli otto venti della Rosa dei Venti classica, e le velocità in quattro fasce.

Inoltre, per ragioni di semplicità, sono stati assimilati alla calma di vento tutti gli eventi con velocità inferiore ai 1,5 m/s (la cosiddetta bava di vento), nonché il vento di direzione variabile in quanto esso è sempre un vento di debole intensità.

Tabella 2 - Suddivisione del vento per direzione di provenienza

Nome	Direzione di provenienza (geografica)	Direzione di provenienza [gradi sessagesimali]
Tramontana	nord	0° < d ≤ 22.5° 337.5° < d ≤ 360°
Grecale	nord-est	22.5° < d ≤ 67.5°
Levante	est	67.5° < d ≤ 112.5°
Scirocco	sud-est	112.5° < d ≤ 157.5°
Ostro	sud	157.5° < d ≤ 202.5°
Libeccio	sud-ovest	202.5° < d ≤ 247.5°
Ponente	ovest	247.5° < d ≤ 292.5°
Maestrale	nord-ovest	292.5° < d ≤ 337.5°

Tabella 3 - Suddivisione del vento per intensità

Fascia	Descrizione	Intensità [m/s]
0	Calma di vento	v ≤ 1.5
I	Vento di intensità moderata	1.5 < v ≤ 8.0
II	Vento di intensità intermedia	8.0 < v ≤ 13.5
II	Vento di forte intensità	v > 13.5

Figura 5: Parametri caratterizzanti il vento (Direzione e Intensità)

Per ogni combinazione di velocità, direzione e stazione è stata calcolata la frequenza con cui tale combinazione si è verificata nel periodo studiato (1951÷1993).

Vista la gran quantità di dati a disposizione, tali valori corrispondono, a tutti gli effetti, alla probabilità empirica di avere quel particolare vento in una data stazione.

Per quel che riguarda la fascia zero (calma di vento o vento variabile) non si sono ovviamente fatte distinzioni per direzioni di provenienza.

I dati utilizzati sono relativi al vento di massima intensità misurato nell'arco delle 24 ore e rappresentano l'istante della giornata in cui tale fenomeno ha raggiunto il suo massimo.

Ne discende che la statistica ottenuta si riferisce al comportamento del vento dominante in una giornata, ma non a quello misurato istante per istante.

Esaminando i dati registrati, si vede che i venti dominanti nell'Isola sono il Ponente e il Maestrale (ovest e nord-ovest), in particolare per quel che riguarda il vento di forte intensità (fascia III).

Alcune stazioni sono esposte a venti d'intensità elevata provenienti anche da direzioni diverse, un vento tipico della zona meridionale è lo Scirocco, proveniente da sud-est.

Per i venti di intensità intermedia, oltre al solito Ponente/Maestrale, si nota che anche i venti di provenienza meridionale ed orientale (Ostro, Scirocco, Levante) giocano un ruolo importante un po' in tutte le stazioni.

Diverso, invece, il caso dei venti di debole intensità, che possono essere fortemente

influenzati da fattori locali, quali le brezze, la geografia del luogo e la dislocazione della stazione.
E' questo il motivo per cui si osserva una distribuzione pressoché omogenea dei fenomeni.

Infine, è stata esaminata la distribuzione del vento nelle tre fasce nei vari mesi dell'anno.
Per quel che riguarda la direzione di provenienza non si è notato molto di nuovo.
Riguardo alle fasce invece, si è visto che, per quasi tutte le stazioni, il vento di intensità elevata (fascia III) è più frequente nei mesi invernali (dicembre-marzo) che in quelli estivi, con un marcato cambio di stagione fra aprile e maggio ed un altro più diluito fra settembre e novembre.
Fanno eccezione Guardiavecchia, Decimomannu ed Elmas, per i quali non si hanno sostanziali differenze fra i vari mesi.
Per il vento d'intensità intermedia (fascia II), si nota invece un regime sostanzialmente opposto, con maggiore presenza di vento di questa fascia nei mesi estivi (giugno-settembre), con dei cambi di stagione poco marcati.
Più difficile è, ancora una volta, l'analisi dei venti di intensità moderata (fascia I). Sembra, infatti, che qui siano presenti tre regimi diversi, il primo con un massimo in inverno (novembre-gennaio) comprendente le stazioni di Decimomannu, Elmas, il secondo con un massimo in estate (giugno-agosto) comprendente le stazioni di Capo Frasca, Capo Bellavista, Asinara e Fonni, e l'ultimo con un massimo nel periodo settembre-ottobre comprendente le stazioni di Spalmatoreddu (Carloforte), Alghero e Perdasdefogu.
Resta ovviamente da capire quanto i fattori locali influenzino tali regimi.
In particolare, occorre capire quanto è attribuibile ai regimi di brezza e quanto invece ai fattori geografici o alla dislocazione della stazione.

Andando nello specifico della zona dove ricade l'area d'impianto, i dati analizzati mostrano come la zona di Villasor e Decimoputzu sia battuta prevalentemente da Maestrale, vento che favorisce il carattere continentale dell'area.
La zona di Villasor e Decimoputzu seppur distante circa 20 km dal mare ha registrato escursioni termiche tipiche delle zone più interne della regione.

Rispetto al cagliaritano le minime invernali si mostrano più basse e le massime più alte durante i mesi estivi.

Da un'analisi dell'escursione termica si evidenzia un'accentuata variabilità termica: l'escursione diurna media si presenta più accentuata nel periodo estivo.

Per ottenere un quadro di massima dei principali dati metereologici della zona prescelta, sono stati utilizzati dati di archivi metereologici riferiti alla località di Villasor e Decimoputzu.

La stazione riporta i dati giornalieri relativi a Temperatura, Vento e Umidità.

Si hanno a disposizione i dati mensili dall'anno 1980 al 2000.

- TEMPERATURA

Nei seguenti grafici sono riportate le temperature medie mensili per gli anni 1980-2000, più precisamente il primo grafico riporta la temperatura media mensile suddivisa per decadi cioè anni '80, anni '90, anni '00.

I grafici successivi riportano l'andamento delle temperature massime, minime e medie nei decenni '80, '90, '00.

Si può notare come i valori massimi della temperatura si registrano tra fine giugno ed agosto con valore medio massimo nel decennio 2000-2009 che sfiora i 40°C.

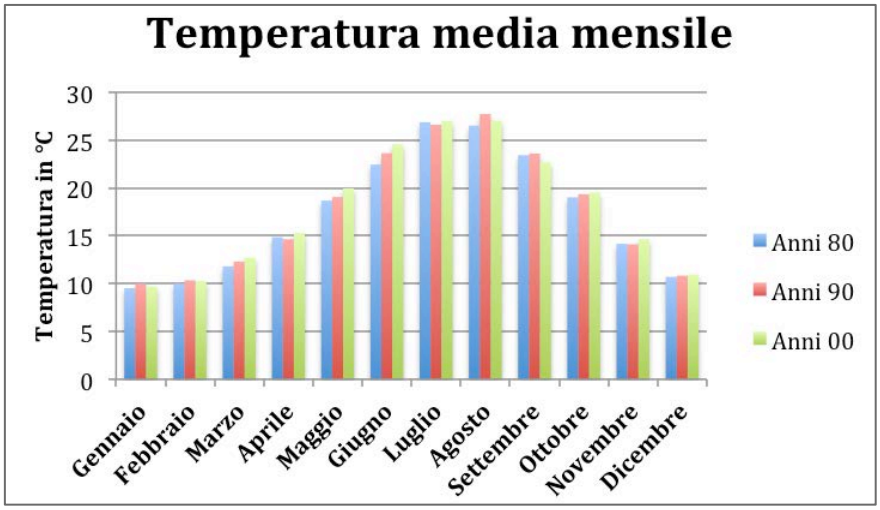


Figura 6: Temperature medie mensili nei decenni 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009

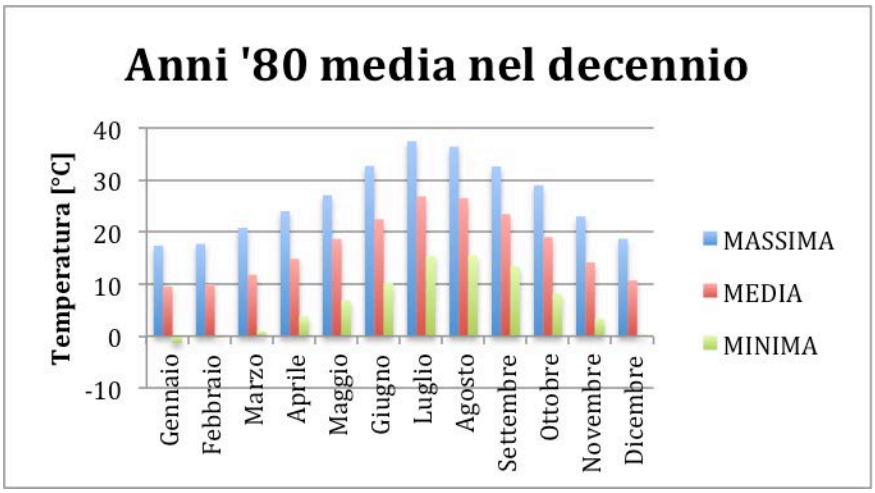


Figura 7: Temperature medie nel decennio 1980-1989

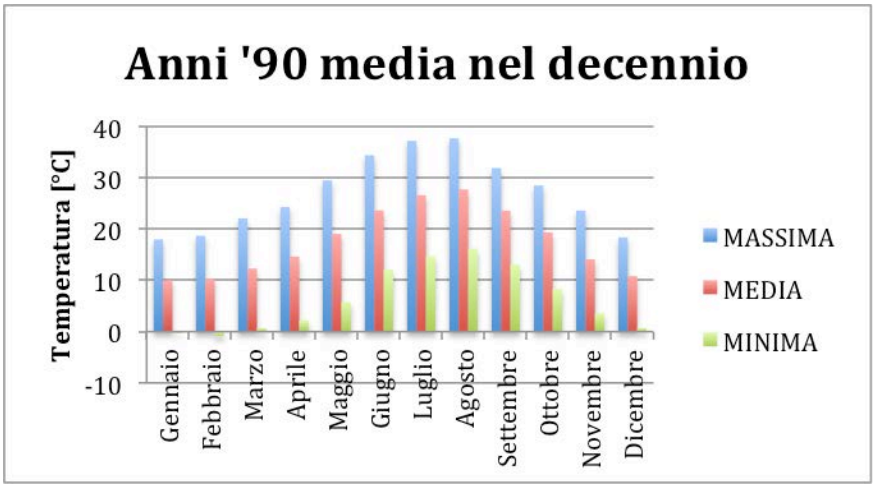


Figura 8: Temperature medie nel decennio 1990-1999

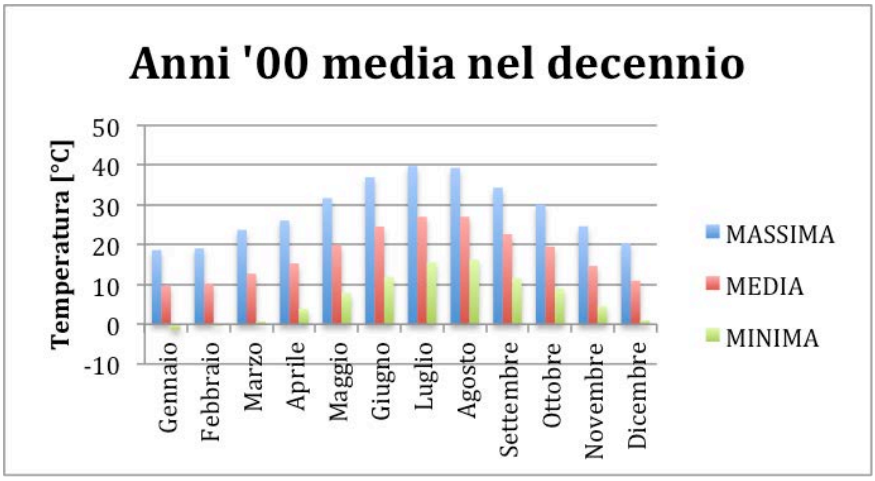


Figura 9: Temperature medie nel decennio 2000-2009

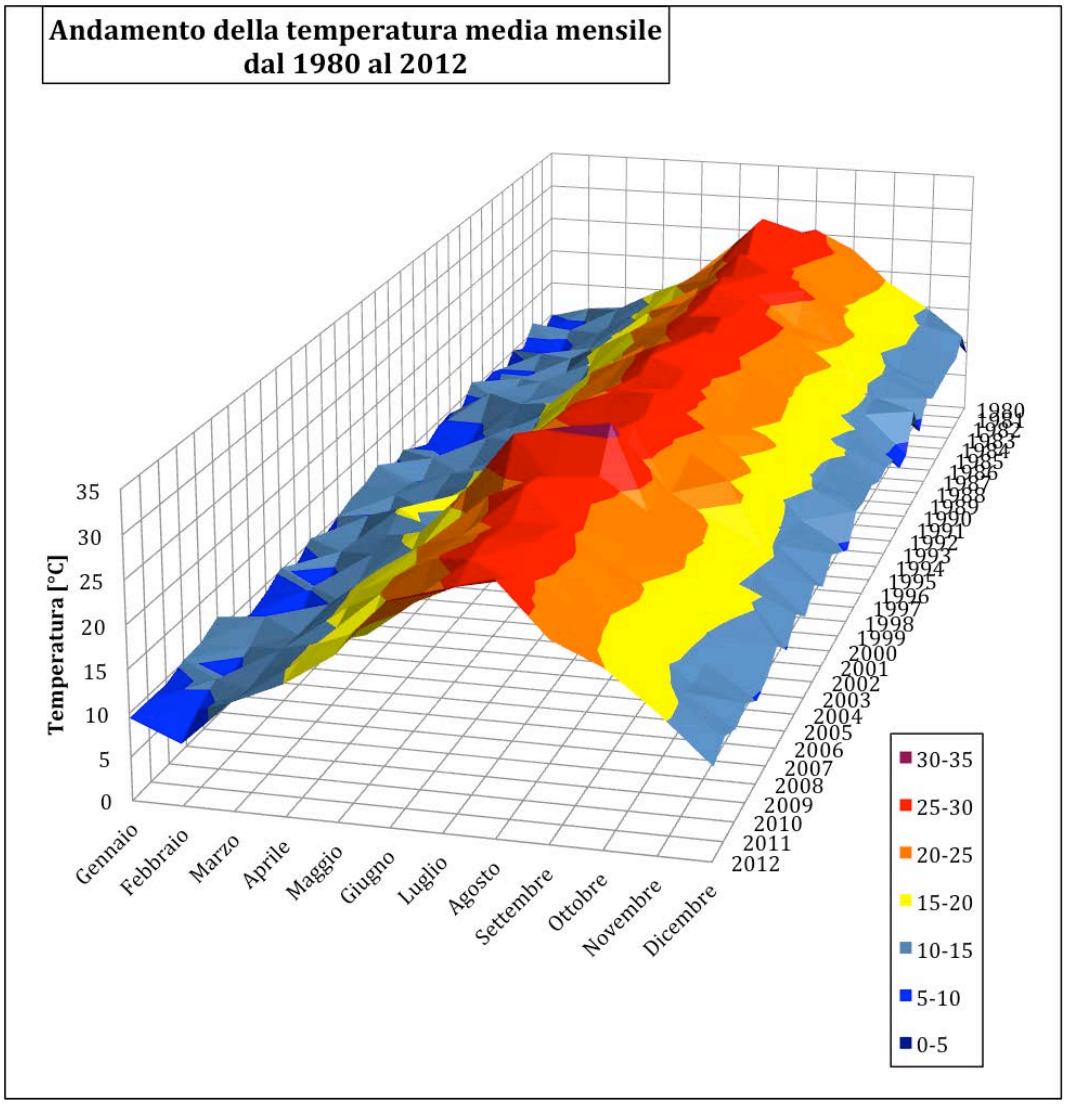


Figura 10: Andamento della temperatura media mensile dal 1980 al 2012

- <u>PRECIPITAZIONI</u>

Per quanto riguarda le precipitazioni, sono stati consultati gli annali idrologici della Regione Sardegna, nello specifico del bacino "Flumini Mannu", stazione di Villasor.

I dati presi in considerazione e rielaborati sono i millimetri di pioggia mensili del trentennio 1980-2009 e i relativi numeri di giorni di pioggia.

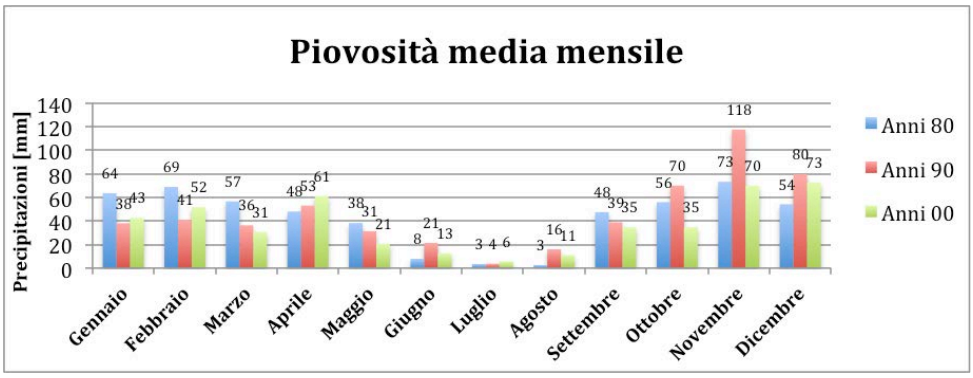


Figura 11: Altezze di pioggia medie mensili nei decenni '80-'89, '90-'99, '00-'09

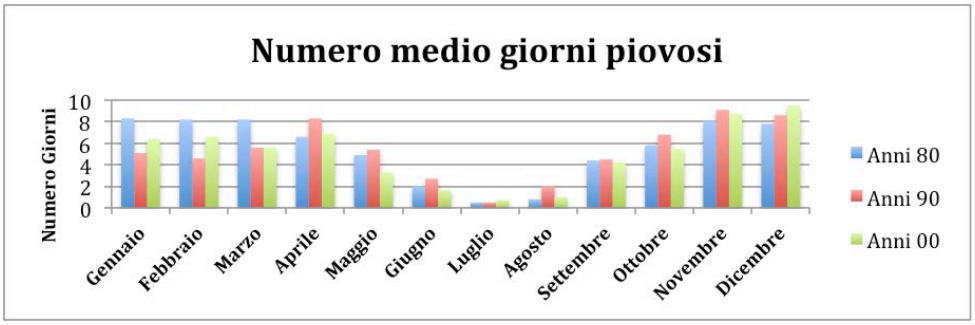


Figura 12: Numeri di giorni piovosi mensili nei decenni '80-'89, '90-'99, '00-'09

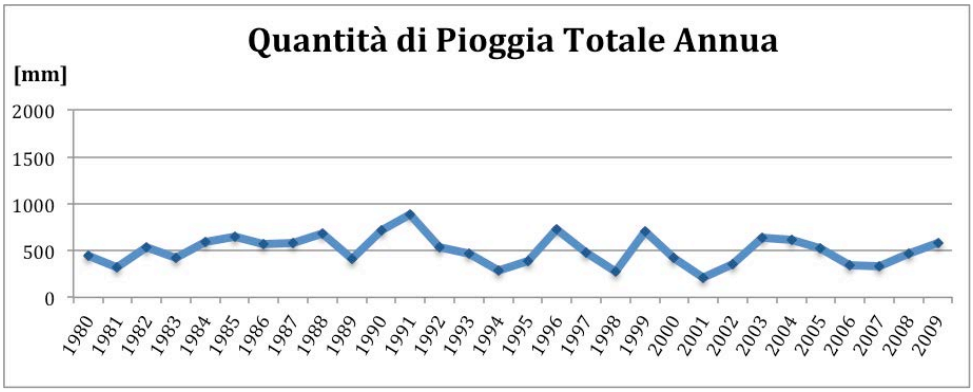


Figura 13: Altezze annue di pioggia dal 1980 al 2009

Mediamente il numero massimo mensile di giorni di pioggia registrati ogni anno è stato inferiore a 10 e il range della quantità annua di pioggia precipitata nel sito d'interesse è compreso fra 200 e 900 millimetri.

- VENTO

Nei seguenti grafici sono riportate diverse rielaborazioni dei dati disponibili dell'intensità del vento (anni '80-'00).

I dati a disposizioni riguardano:

- Velocità del Vento media mensile [km/h];
- Velocità del Vento massima mensile [km/h];
- Raffica di Vento massima mensile [km/h].

Le rielaborazioni effettuate sono:

✓ Vento medio mensile per le decadi 1980-1989, 1990-1999 e 2000-2010;

✓ Vento massimo per le decadi 1980-1989, 1990-1999 e 2000-2010;

✓ Per ogni decade vento medio, vento massimo e raffica massima mensile;

✓ Vento medio, vento massimo e raffica massima mediati in ogni mensilità di tutti gli anni a disposizione (1980-2012).

Si può notare come i valori massimi della velocità del vento e delle raffiche sono rimasti sempre al di sotto dei 100 km/h.

Inoltre, da altri dati di letteratura, confermati dai dati dell'ENEA relativi a Decimomannu, le direzioni prevalenti del vento risultano N-O e S-E.

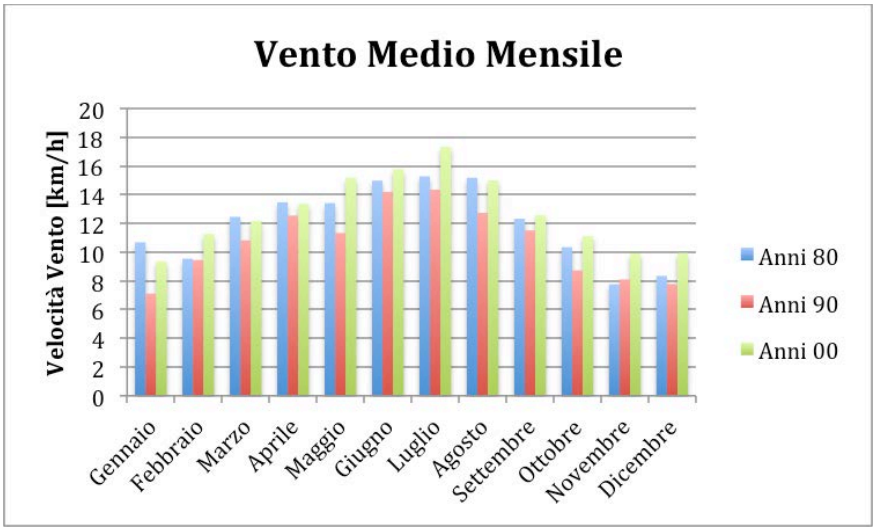


Figura 14: Velocità del vento medie mensili nei decenni '80-'89, '90-'99, '00-'09

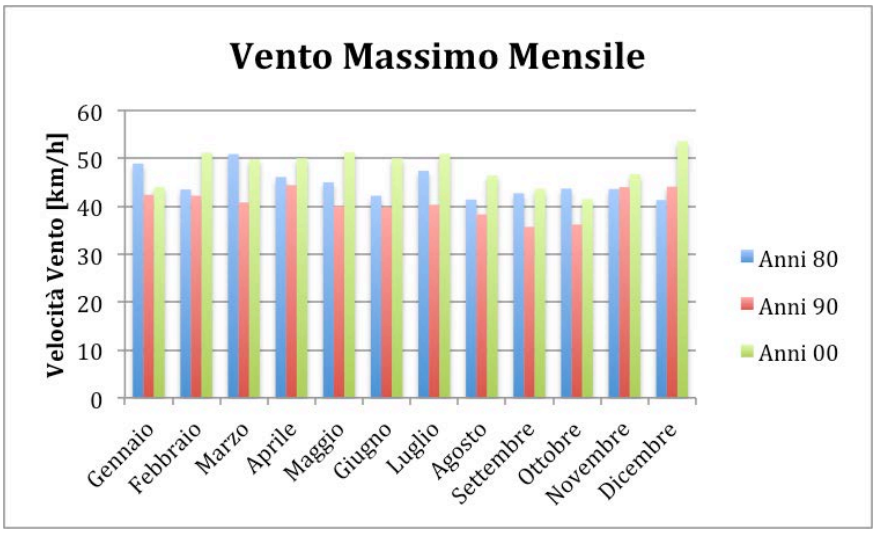


Figura 15: Velocità del vento massime mensili nei decenni '80-'89, '90-'99, '00-'09

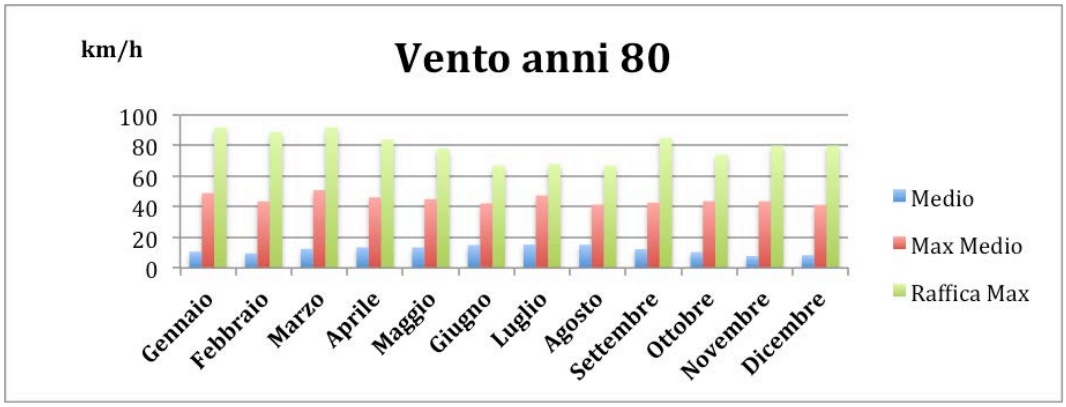


Figura 16: Velocità del vento nel decennio 1980-1989

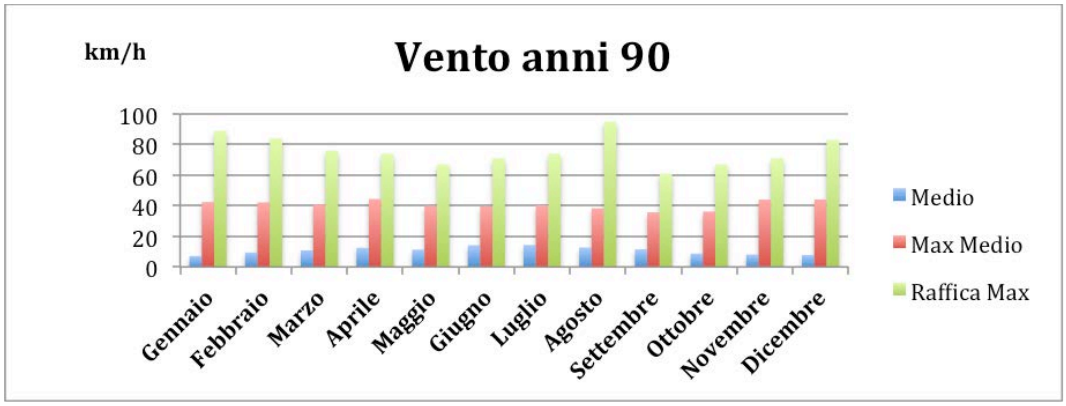


Figura 17: Velocità del vento nel decennio 1990-1999

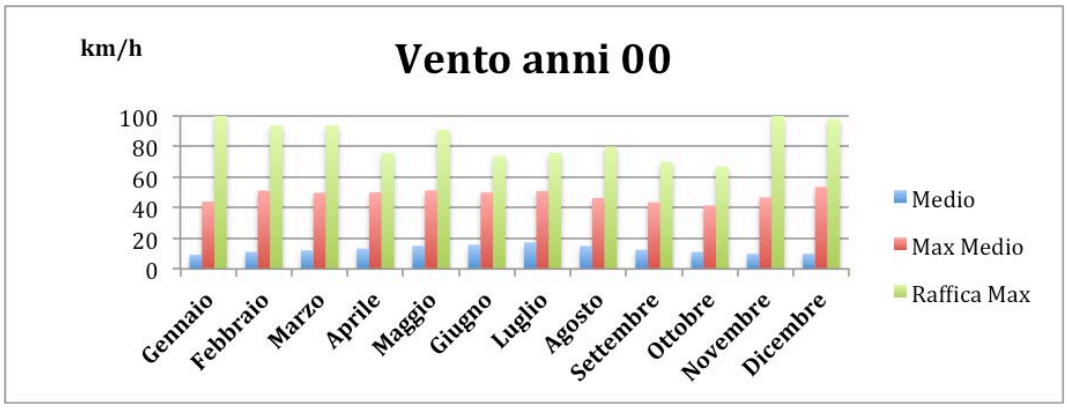


Figura 18: Velocità del vento nel decennio 2000-2009

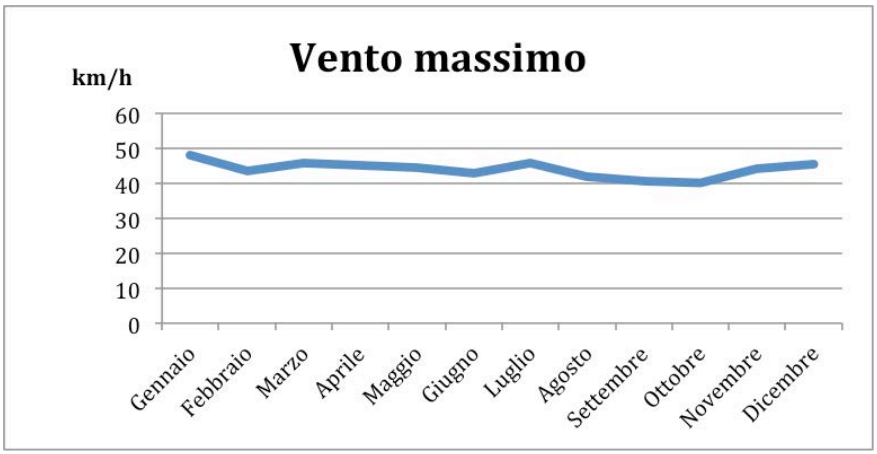


Figura 19: Andamento della velocità del vento massima mensile dal 1980 al 2012

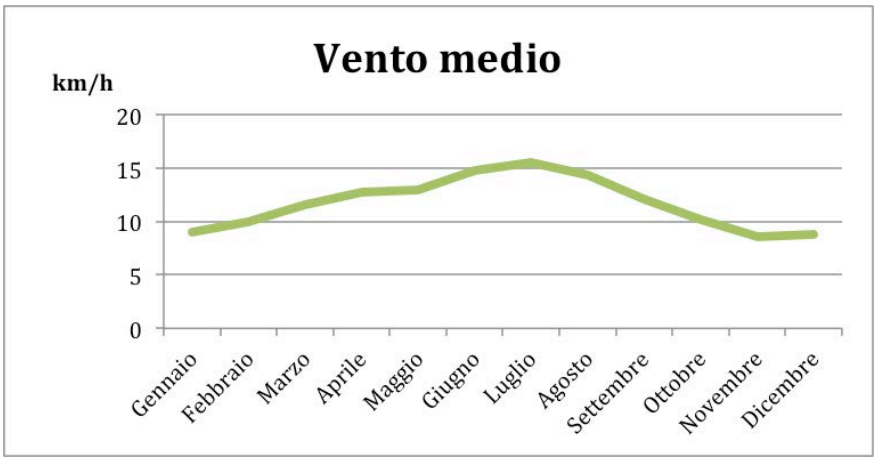


Figura 20: Andamento della velocità del vento media mensile dal 1980 al 2012

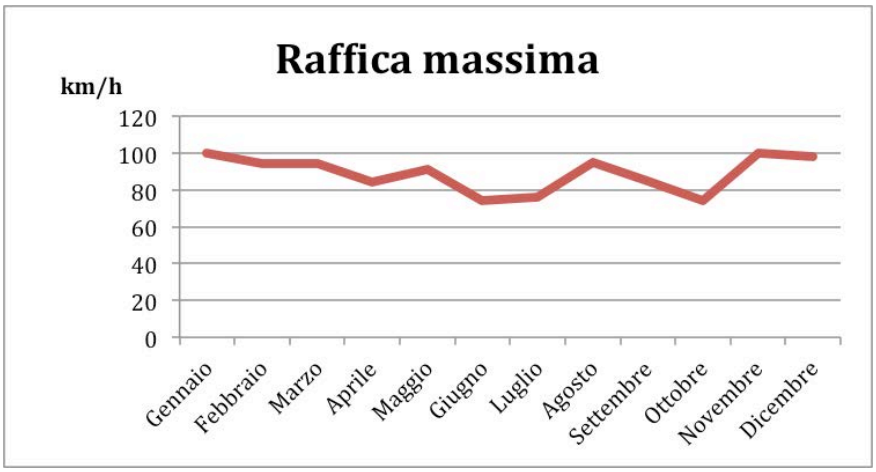


Figura 21: Andamento della velocità massima delle raffiche di vento dal 1980 al 2012

1.3.1.1.1. Irraggiamento - DNI (Direct Normal Irradiation)

La radiazione solare che attraversa l'atmosfera, interagisce con le molecole dell'aria (ozono, azoto, ossigeno, anidride carbonica), con il vapor d'acqua, gli aerosol e le nuvole, venendo in parte assorbita ed in parte diffusa.

Di conseguenza la radiazione solare che arriva al suolo è solo una piccola frazione di quella proveniente dal Sole.

Si definiscono quindi le seguenti grandezze:

- ***radiazione solare diretta DNI*** (Direct Normal Irradiation): è la densità di flusso della radiazione solare per unità di superficie ricevuta su un piano perpendicolare alla direzione del Sole, si misura in W/m^2;
- ***radiazione solare globale orizzontale GHI*** (Global Horizontal Irradiation): è la densità di flusso della radiazione solare per unità di superficie ricevuta su un piano orizzontale e rappresenta la somma della componente della DNI sul piano orizzontale con la radiazione solare diffusa, si misura in W/m^2;
- ***radiazione solare diffusa orizzontale DHI*** (Diffuse Horizontal Irradiation): è la densità di flusso della frazione della radiazione solare che viene dispersa, assorbita e riemessa dalle molecole e dalle polveri presenti in atmosfera e che giunge al suolo su di un piano orizzontale, si misura in W/m^2;

Queste grandezze sono legate fra loro dalla seguente relazione:

$$\mathbf{GHI = DNI \sin\theta_e + DHI}$$

dove θ_e è l'angolo di elevazione del Sole rispetto all'orizzonte.

La radiazione solare diretta è la componente della radiazione solare che viene concentrata ed utilizzata negli impianti solari a concentrazione CSP, pertanto l'analisi svolta si limita alle serie storiche delle misure satellitari di DNI.

La conoscenza della risorsa solare locale e dei parametri ambientali, è un aspetto fondamentale per poter valutare correttamente la localizzazione di un impianto solare a concentrazione.

Il ricorso a delle misure d'irraggiamento derivate da dati satellitari, permette di ottenere le informazioni necessarie per descrivere l'andamento dell'irraggiamento solare su vari anni e rappresenta senz'altro il primo passo da compiere per una valutazione preliminare del sito, prima di procedere con l'installazione al suolo di una centralina di rilevamento e avviare una campagna di misura di almeno un anno.

L'analisi dei valori d'irraggiamento derivati da dati satellitari è stata condotta sulle misure ricavate dal servizio Solar radiation Data (*SoDa*) della Armines-MINES ParisTech, Centre Energétique et Procédés (CEP), utilizzando il modello Helioclim3_V3, che elabora la radiazione riflessa dal suolo, rilevata da satellite.

Le misure d'irraggiamento sono state acquisite ed analizzate per il sito Flumini Mannu (Latitudine 39°22'59" N, Longitudine 8°51'40" E) come riportato nell'allegata relazione *"Elaborazione ed analisi delle misure di irraggiamento solare diretto (DNI), ricavate da osservazioni satellitari e modelli fisici per il sito di Flumini Mannu (CA)"*, redatta dal Dott. Manuel Floris.

La serie storica di misure fornite dal SoDa, ha una risoluzione temporale di un'ora e copre il periodo compreso fra il febbraio 2004 ed il mese di marzo 2013.

Le analisi che si sono effettuate hanno avuto lo scopo di fornire alla Energogreen Renewables S.r.l., per conto della società proponente Flumini Mannu LTD, tutti gli elementi necessari per valutare la possibilità di installare un impianto CSP nel sito in esame, ed ottimizzarne il dimensionamento in base alle condizioni di irraggiamento locali.

Per sviluppare l'analisi sull'irraggiamento solare diretto, si sono individuati degli anni di riferimento ed in particolare si sono selezionati i seguenti tre anni:

1. ***anno minimo e massimo***: sono gli anni della serie storica analizzata che presentano, rispettivamente, i valori minimo e massimo dell'energia globale associata alla DNI cumulata in un anno;

2. ***anno tipico medio***: è un anno fittizio costruito selezionando tra i mesi della serie storica analizzata i valori mensili dell'energia associata alla DNI che si discostano meno dal valor medio relativo a ciascun mese della serie storica analizzata. L'anno è perciò costituito da valori mensili reali ottenuti da modelli satellitari riferiti però ad anni diversi.

In base alle definizioni, l'anno minimo e l'anno massimo della serie storica analizzata sono risultati, rispettivamente, il 2010 ed il 2012 e l'energia globalmente captata e il valore medio giornaliero di irraggiamento associati alla radiazione normale diretta DNI, nei tre anni di riferimento, sono risultati rispettivamente pari a:

Energia associata alla DNI (kWh/m^2)			
	Anno Tipico Medio	2010 – Anno Minimo	2011 – Anno Massimo
Annuale	1873	1828	1977

Tab. 4.1: Valori annuali di energia cumulata associata alla **DNI**.

Valor medio giornaliero di irraggiamento associato alla DNI (kWh/m^2)			
	Anno Tipico Medio	2010 – Anno Minimo	2011 – Anno massimo
Annuale	5,12	5,00	5,41

Inoltre, lo studio degli spettri d'intensità fornisce utili indicazioni per capire in quali valori di intensità si concentra maggiormente la radiazione del sito analizzato e consente, quindi, di valutare opportunamente la DNI nominale di riferimento da adottare nel dimensionamento dell'impianto CSP.

Dai grafici costruiti in base ai dati disponibili, si è ricavato che i valori massimi delle curve per gli anni di riferimento, per il sito in esame, sono concentrati intorno al valore di 750 W/m^2.

Poiché la distribuzione delle intensità della DNI è caratteristica del sito analizzato e dipende dalle condizioni microclimatiche e dalla latitudine, lo studio delle curve dei giorni limite massimi sembra indicare che il modello tenda a sottostimare le condizioni di trasparenza dell'aria (torbidità) nei mesi autunnali ed estivi e che quindi il massimo delle curve degli spettri d'intensità potrebbe ricadere su valori prossimi agli 800-850 W/m^2.

La distribuzione della radiazione solare durante le varie ore della giornata, fornisce importanti informazioni utili al corretto dimensionamento dell'impianto, sul numero di ore di funzionamento dello stesso senza un sistema di stoccaggio e permette di definire nel modo più opportuno le dimensioni dell'accumulo.

Il sito di Flumini Mannu presenta le caratteristiche tipiche di un clima per lo più

mediterraneo e in questo caso, si può considerare una radiazione di 750 W/m^2 come riferimento standard per il dimensionamento di massima di un impianto (anche se tale valore può salire).

Dal grafico della durata dei periodi con valore sopra soglia si può ricavare immediatamente per quante ore durante l'anno l'impianto funzioni in condizioni nominali o al di sopra di esse.

Inoltre, un altro aspetto importante da considerare nella valutazione della producibilità di un impianto CSP riguarda la soglia minima di radiazione per cui l'impianto è in grado di produrre energia.

Infatti, solo una parte della radiazione incidente sul campo solare può essere utilizzata per produrre energia a causa di effetti di soglia e di consumi parassiti presenti per valori bassi di radiazione.

Generalmente si considera una DNI di soglia pari o superiore ai 200 W/m^2.

Alla luce di queste considerazioni, il numero di ore di irraggiamento solare diretto, superiori ai due valori di soglia nei tre anni di riferimento, sono risultate essere uguali a:

Numero di ore sopra soglia (totali)			
	Anno Tipico Medio	2010 – Anno Minimo	2011 – Anno Massimo
200 W/m^2	3146	3036	3235
750 W/m^2	508	597	764

Infine, per poter quantificare mese per mese il numero dei giorni sereni, poco nuvolosi e nuvolosi, rispetto alla radiazione solare diretta, si è definito un altro parametro: *l'indice di Clear Sky*, che può assumere valori in un intervallo compreso fra 0 (copertura nuvolosa totale) ed 1 (cielo al massimo valore di trasparenza).

Giorni					
	Indice di Clear Sky <10% Cielo Molto Nuvoloso	Indice di Clear Sky <20% Cielo Nuvoloso	Indice di Clear Sky >70% Cielo poco nuvoloso	Indice di Clear Sky >80% Cielo sereno o poco nuvoloso	Indice di Clear Sky >90% Cielo sereno ed interamente sgombro da nubi.
ANNO TIPICO MEDIO	11	25	204	150	70
ANNO MINIMO	16	36	189	141	74
ANNO MASSIMO	7	24	220	176	99

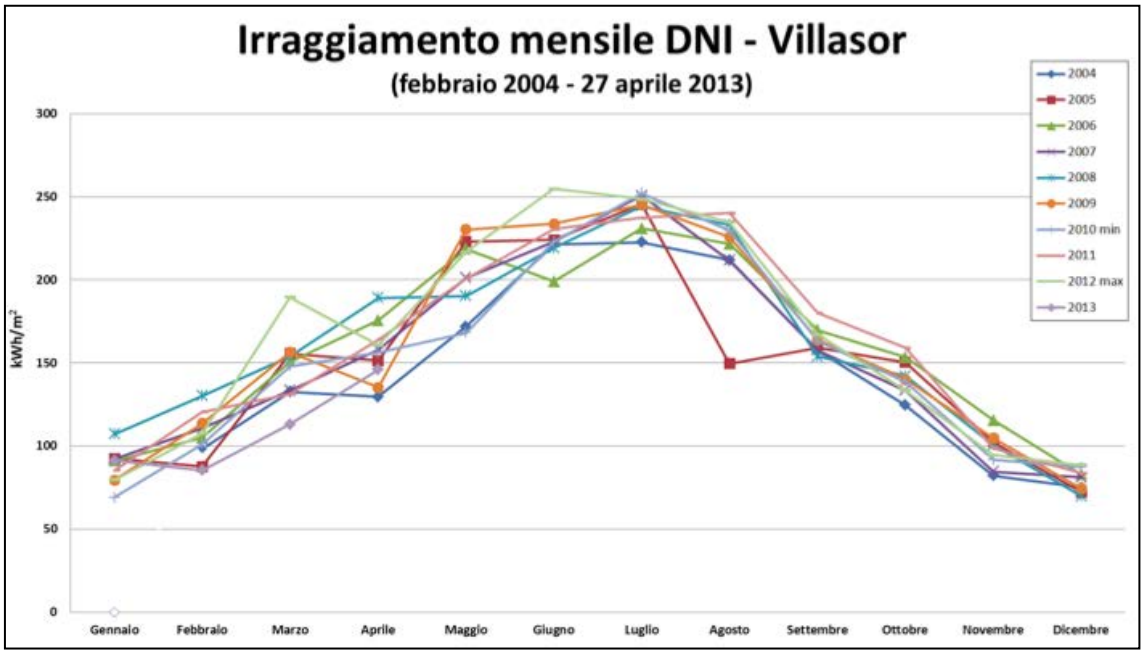


Figura 22: Irraggiamento solare normale diretto: valori mensili (febbraio 2004 - 27 aprile 2013)

1.3.1.2. Qualità dell'Aria - Descrizione e Caratterizzazione

I fenomeni d'inquinamento dell'ambiente atmosferico sono strettamente correlati alla presenza sul territorio di attività umane e produttive di tipo industriale ed agricolo e di infrastrutture di collegamento, etc..

L'inquinamento immesso nell'atmosfera subisce sia effetti di diluizione e di trasporto in misura pressoché illimitata dovuti alle differenze di temperatura, alla direzione e velocità dei venti ed agli ostacoli orografici esistenti, sia azioni di modifica o di trasformazione in conseguenza alla radiazione solare ed alla presenza di umidità atmosferica, di pulviscolo o di altre sostanze inquinanti preesistenti.

A livello del tutto generale, le sorgenti maggiormente responsabili dello stato di degrado atmosferico sono reperibili negli insediamenti industriali, negli insediamenti abitativi o assimilabili (consumo di combustibili per riscaldamento, etc.), nel settore agricolo (consumo di combustibili per la produzione di forza motrice) e nel settore dei trasporti.

E' opportuno però ricordare che esistono estese commistioni tra le emissioni di origine industriale e quelle di origine civile e da traffico: molto spesso, infatti, avvengono contemporaneamente e a breve distanza tra loro, mescolandosi in modo che la loro discriminazione sia impossibile.

Le sostanze immesse in atmosfera possono ritrovarsi direttamente nell'aria ambiente (inquinanti primari), oppure possono subire processi di trasformazione dando luogo a nuove sostanze inquinanti (inquinanti secondari).

Gli agenti inquinanti tipicamente monitorati sono SO_2, CO, NO_x, O_3, le polveri totali sospese e PM10.

La rete regionale per il monitoraggio della qualità dell'aria fu realizzata fra il 1985 e il 1995 e aveva come obiettivo principale la determinazione dei punti di massima ricaduta degli inquinanti nei maggiori poli industriali della Sardegna e dell'impatto del traffico autoveicolare nei principali centri urbani.

L'evoluzione normativa ha spostato l'attenzione sulla valutazione degli effetti dell'esposizione della popolazione e degli ecosistemi ai fenomeni d'inquinamento atmosferico.

Tale valutazione si realizza attraverso l'analisi di tre fattori principali:

- Analisi delle Pressioni (attraverso il censimento delle emissioni);
- Misura diretta degli inquinanti;
- Applicazione di sistemi modellistici, supportati dai dati meteo-climatici, per la valutazione del trasporto, dispersione e trasformazione chimica degli inquinanti.

Le stazioni di misura, secondo le ultime leggi in materia d'inquinamento atmosferico considerate (D.Lgs 351/99 e DM 60/2002), dovevano rispondere ai requisiti di rappresentatività della qualità dell'aria media all'interno di zone omogenee, e non più dell'inquinamento massimo.

La Regione Autonoma della Sardegna ha quindi avviato un progetto di ristrutturazione della rete di monitoraggio.

Gli interventi di adeguamento sono stati finanziati nell'ambito della misura 1.7 del POR Sardegna e sono consistiti nella messa a norma della dotazione strumentale e nel riposizionamento di alcune stazioni di misura in siti rappresentativi ai sensi della legislazione considerata (D.M. 60/2002 e la direttiva 2002/3/CE).

Per la valutazione dei siti più rappresentativi sono state eseguite delle valutazioni di tipo modellistico allo scopo di poter simulare i complessi processi chimico-fisici che danno luogo alla formazione e all'accumulo di inquinanti gassosi e del particolato atmosferico nella bassa troposfera e per definire l'impatto delle principali sostanze inquinanti in tutta la regione e, con maggiore dettaglio, all'interno delle aree target individuate.

Le valutazioni modellistiche sono state effettuate sia mediante simulazioni su lungo periodo (1 anno, per avere stime corrette di impatto) che mediante simulazioni di dettaglio su periodi più limitati, ma significativi, di situazioni tipiche nelle zone in esame e hanno avuto lo scopo di guidare la localizzazione spaziale delle stazioni nelle aree target definite, ed eventualmente di fornire un ausilio nella proposta di nuove localizzazioni.

Sulla base dei criteri dettati dai documenti EuroAirNet della Comunità Europea e delle "Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia" (APAT), la nuova rete di rilevamento prevede una struttura di base, detta rete di monitoraggio minima, o rete di riferimento per la Sardegna, costituita da 7 stazioni, dislocate nel territorio secondo la tabella di seguito riportata.

Agglomerato/Zona	Inquinanti	Tipo stazione
Cagliari	SO2, NOX, PM10, O3, benzene	Urbana di fondo
	NOX, PM10, BTX, CO, piombo	Traffico
Sassari	SO2, NOX, PM10, O3, benzene	Urbana di fondo
Sarroch	SO2, NOX, PM10, O3, BTX	Urbana (*)
Portoscuso	SO2, NOX, PM10, O3, Piombo	Urbana (*)
Porto Torres	SO2, NOX, PM10, BTX, O3	Urbana di fondo
Mantenimento	NOX, PM10, O3, COV	Rurale di fondo

Figura 23: Stazioni della rete di riferimento per la Sardegna

Il resto della rete fissa è costituita dalle centraline già esistenti, eventualmente spostate ed adeguate secondo quanto dettagliato nei risultati del progetto di "Adeguamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Sardegna, posizionamento delle stazioni di misura in siti più rappresentativi, Fase" (Assessorato Difesa Ambiente, 2008).

La disposizione territoriale delle stazioni della rete sulla Sardegna è riportata nella figura seguente (Figura 24), dove sono rappresentate le stazioni che non subiscono spostamenti (simboli) ed evidenziate le aree target che dovranno accogliere le stazioni rilocate, sia della rete minima che del resto della rete fissa, rappresentate da confini territoriali (l'agglomerato urbano di Cagliari, la provincia di Nuoro per la stazione da rilocare in zona di mantenimento, ovvero per la misura del fondo rurale, e il comune di Porto Torres) o da rettangoli che schematizzano le aree urbane di alcune località.

La scelta dei domini di calcolo per le simulazioni modellistiche tiene conto della disposizione di queste aree.

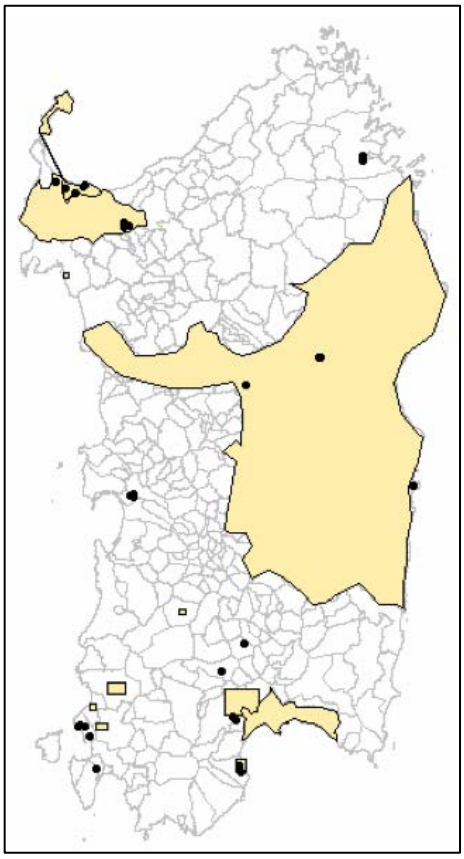


Figura 24: Disposizione territoriale delle stazioni della rete di monitoraggio dell'aria

La "Valutazione della qualità dell'aria, della zonizzazione e del piano di risanamento e mantenimento" (Assessorato Difesa Ambiente, 2005) realizzato nell'ambito della "Realizzazione dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione, del documento sulla valutazione della qualità dell'aria ambiente in Sardegna e individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al D.Lgs. n. 351/99" ha evidenziato, per quanto riguarda la salute umana, alcune criticità relative al biossido di zolfo e ai PM10, confermate nei monitoraggi eseguiti negli anni successivi.

Le zone/agglomerati da risanare sono: l'agglomerato di Cagliari, comprendente anche i comuni di Quartu S.E., Quartucciu, Selargius, Monserrato, la zona di Sarroch, la zona di Portoscuso, la zona di Porto Torres e la zona di Sassari.

Per quanto riguarda gli ecosistemi, lo studio ha evidenziato una situazione di rischio moderato, ma sufficientemente diffuso per l'ozono, e situazioni di elevate concentrazioni di SO_2 nelle aree di Sarroch, Portoscuso, Porto Torres e Sassari, quest'ultima anche per l'influenza delle emissioni dell'area industriale di Porto Torres.

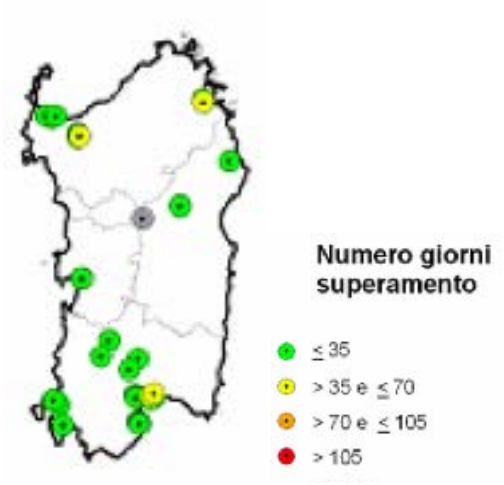


Figura 25: PM10- Stazioni di Monitoraggio per classi del numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero (50 mg/m3 da non superare più di 35 volte per anno civile) (ISPRA, Annuario dati ambientali 2008)

Nel corso del 2007 lo stato di qualità dell'aria si è mantenuto all'interno dei limiti normativi per quasi tutti gli inquinanti, con un generale trend migliorativo rispetto all'anno precedente (Assessorato Difesa Ambiente, 2008).

Nelle successive tabelle (Figura 26 e Figura 35) sono riportate le medie annue e i 98°% relativi agli inquinanti misurati in ciascuna stazione di monitoraggio nell'anno 2007 riportati nella Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna (Assessorato Difesa Ambiente, 2008) a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

I dati aggiornati a maggio 2009 (ARPAS, 2009) hanno evidenziato un aumento della polverosità (PM10) in tutta la Sardegna, verso la terza decade del mese (dal 17 maggio in poi), con diversi superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (media giornaliera di 50 µg/m^3).

Tali valori sono dovuti molto probabilmente ad una condizione meteo-climatica particolarmente sfavorevole.

In generale la qualità dell'aria è stata ritenuta accettabile per le aree di Sarroch, Macchiareddu, Carbonia-Iglesias e Sassari-Olbia e buona per Nuoro e Oristano.

Comune	Stazione	C_6H_6 µg/m^3	CO mg/m^3	H_2S µg/m^3	NMCOV µg/m^3	NO_2 µg/m^3	O_3 µg/m^3	PM10 µg/m^3	SO_2 µg/m^3	TSP µg/m^3
Cagliari	P, Repubblica		0,5			22,8	25,3	20,2	1,1	
Cagliari	S, Avendrace		0,4			21	37,4		1,3	
Cagliari	Tuvixeddu		0,3			5,5	55,7	32,3		
Cagliari	V, Italia		0,8			17	33,1	33		
Cagliari	V, Ciusa					20,3	37,4	28,2	2,8	
Cagliari	V, Diaz	4,1	0,6			15,4	40,4			
Cagliari	M, Ittico		0,6			11,9	25,9	31,5	0,9	
Assemini	CENAS5					15,3	55,9	18,4	3,7	
Assemini	CENAS6					16,2		22,6	15,4	
Assemini	CENAS7					8,8	57,4	21,6	5,7	
Assemini	CENAS8		0,3		152,9	13,6	53,8	28,8	15,3	
Nuraminis	CENNM1					10,5		23,7	2,2	
Sarroch	CENSA0			0,7		7,3		19,8	7,5	
Sarroch	CENSA1	3		1,7		13	58,7	17,9	3,7	
Sarroch	CENSA2	1,3	0,3	0,7		12,5	49,9	26,8	12	
Sarroch	CENSA9	1,4		0,6		11,6	61,2	13,9	3,6	
Villasor	CENVS1			1		12,2		30	0,9	
Carbonia	CENCB1									
Portoscuso	CENPS2					5		22,4	3,8	
Portoscuso	CENPS4		0,2			7,8		17,3	6	
Portoscuso	CENPS6					9,9		13,9	9	
Portoscuso	CENPS7	1,3				14,3	62,9	24,6	8,6	
Sant'Antioco	CENST1					6,1		10,9	1	
Sant'Antioco	CENST2					7,2		23,7	1,1	
San Gavino Monreale	CENSG1				180,4	8,8	60,8	31	1,3	
San Gavino Monreale	CENSG2					18		28,3	1,2	
Villacidro	CENVC1				208,6	15,7	57,5	21,7	1,3	
Nuoro	CENNU1	0,9	1,3			26,2		13	6,1	
Nuoro	CENNU2		1,2		90,4	23,3	53	19,5	4,7	
Nuoro	CENNU3		1			22,1		17,5	4,7	
Ottana	CENOT2					9,7	52,2	19,5	6,2	
Ottana	CENOT3	0,5	0,7			11,2	63,7		9,3	23,2
Siniscola	CENSN1							19,9	6	
Tortoli'	CENTO1									
Olbia	CENS09		0,5			42		31,8	4,9	
Olbia	CENS10	0,5	0,4			21,4	62,1	30,2	2,9	
Oristano	CENOR1		0,4			20,2		26,4	1	
Oristano	CENOR2		0,4		326,1	18	60,8	26,8	0,9	
Oristano	CENOR3		0,5			19,3		25,4	1	
Sassari	CENS11		0,4		0,4	31,4	51,1	34,8	1,4	
Sassari	CENS12		0,5			23,4	58,4	32,2	6	
Sassari	CENS13		0,5			37,2		31,5	4,5	
Sassari	CENS14	2,6	0,9					33,5	1,7	
Porto Torres	CENS15				0,6	8,1	72,7	21,9	1,9	
Porto Torres	CENSS1									
Porto Torres	CENSS3		0,2			11,8	71,6	28,5	3,4	
Porto Torres	CENSS4					12,4		26	6	
Porto Torres	CENSS5								2,3	
Sassari	CENSS6					39			5,9	
Codrongianos	CENSS7									
Stintino	CENSS8								3,5	

Figura 26: Medie annue delle concentrazioni degli inquinanti misurate in ciascuna stazione nel 2007 (Assessorato Difesa Ambiente 2008)

Comune	Stazione	C_6H_6 µg/m³	CO mg/m³	H_2S µg/m³	NMCOV µg/m³	NO_2 µg/m³	O_3 µg/m³	PM10 µg/m³	SO_2 µg/m³	TSP µg/m³
Cagliari	P, Repubblica		1,4			54,9	77,6	54,4	6,1	
Cagliari	S, Avendrace		1,5			53,1	86,6		3,7	
Cagliari	Tuvixeddu		0,6			20,3	102,5	137,7		
Cagliari	V, Italia		2,5			43,5	98,4	97,2		
Cagliari	V, Ciusa					58,8	64,3	70,1	7,5	
Cagliari	V, Diaz	17,3	1,5			31,4	82,2			
Cagliari	M, Ittico		1			34,5	71,5	75,3	1,3	
Assemini	CENAS5					40,7	125,4	50,8	18,6	
Assemini	CENAS6					47,8		64,5	120,4	
Assemini	CENAS7					32,7	101,9	57,1	32,2	
Assemini	CENAS8		0,6		252,6	46	99,6	85,5	96,8	
Nuraminis	CENNM1					38,9		63,8	7,4	
Sarroch	CENSA0			2,2		29,6		63,5	46,3	
Sarroch	CENSA1	16		6,8		46,1	103,2	58,1	26,3	
Sarroch	CENSA2	5,5	1,1	4,4		39,8	98,7	88,9	132,6	
Sarroch	CENSA9	10,2		2,4		38,5	111,4	39,5	21,1	
Villasor	CENVS1			5,7		42,5		99,9	1,9	
Carbonia	CENCB1									
Portoscuso	CENPS2					27,5		65,3	31,1	
Portoscuso	CENPS4		0,8			35,4		45,7	55,7	
Portoscuso	CENPS6					33,7		37,2	68,3	
Portoscuso	CENPS7	3,8				58,1	99,8	60,6	102,3	
Sant'Antioco	CENST1					21,1		38,8	6,2	
Sant'Antioco	CENST2					32,1		71,8	3,4	
San Gavino Monreale	CENSG1				278,7	38	117,9	89,9	3,1	
San Gavino Monreale	CENSG2					52,9		75,7	4,9	
Villacidro	CENVC1				573,8	47,2	114,5	57,6	5,3	
Nuoro	CENNU1	3,9	2,2			89		36	11	
Nuoro	CENNU2		1,9		226	73	84	55	9	
Nuoro	CENNU3		1,4			79		49	7	
Ottana	CENOT2					26,3	117	62	12	
Ottana	CENOT3	2	1,4			36	124		20	66
Siniscola	CENSN1							58	8	
Tortoli'	CENTO1									
Olbia	CENS09		1,6			130,2		69	27,6	
Olbia	CENS10	3,9	1,4			70,4	121,4	62,1	18,4	
Oristano	CENOR1		1,4			76,6		76,2	3,9	
Oristano	CENOR2		1,2		489,7	70,9	114,4	70,3	2,5	
Oristano	CENOR3		1,5			65,2		70,3	3,7	
Sassari	CENS11		1,3		0,9	98,1	107,5	71,7	6,7	
Sassari	CENS12		1,3			78,4	105,1	61,1	9,3	
Sassari	CENS13		2,1			124,4		66,9	18,6	
Sassari	CENS14	8,5	2,7					64,6	12,8	
Porto Torres	CENS15				3,2	27,5	125,8	48	9,7	
Porto Torres	CENSS1									
Porto Torres	CENSS3		0,3			43,3	137,6	51,8	27,9	
Porto Torres	CENSS4					39,8		46,5	44,1	
Porto Torres	CENSS5								16,9	
Sassari	CENSS6					95,9			14,1	
Codrongianos	CENSS7									
Stintino	CENSS8								10	

Figura 27: Valori del 98°% delle concentrazioni degli inquinanti misurate in ciascuna stazione nel 2007 (Assessorato Difesa Ambiente 2008)

Di seguito si riportano l'analisi ed i risultati derivanti dal "Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente in Sardegna, di cui al Decreto Legislativo n. 351/99", approvato con Deliberazione della Giunta Regionale No. 55/6 del 29 Novembre 2005 .

1.3.1.2.1. Contenuto del Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente

Il Piano è costituito dai due seguenti documenti tecnici:

- "*Valutazione della qualità dell'aria e zonizzazione*", in cui vengono riportati i risultati relativi al censimento delle emissioni e all'analisi delle stesse. Definita la qualità dell'aria ambiente in Sardegna e tenuto conto delle criticità ambientali rilevate nel territorio regionale, viene individuata una prima zonizzazione con l'indicazione delle aree potenzialmente critiche per la salute umana e per gli ecosistemi;
- "*Individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al D.Lgs. N. 351/99*", che contiene:
  - la valutazione finale della qualità dell'aria ambiente, effettuata dopo le opportune verifiche;
  - la zonizzazione definitiva del territorio regionale;
  - le azioni e gli interventi da attuare per il raggiungimento dei valori di qualità nelle aree critiche;
  - le azioni dirette a mantenere la migliore qualità dell'aria ambiente nelle restanti aree del territorio regionale.

In Figura 28 è riportata la zonizzazione definitiva del territorio regionale, dove sono rappresentate le zone da risanare e quelle da sottoporre a opportune forme di controllo.

Tali zone comprendono i territori dei maggiori centri urbani e i comuni nelle cui vicinanze sono presenti attività industriali o comunque pressioni ambientali di rilievo, come porti o aeroporti.

Nello specifico comprendono i territori di Alghero, Olbia, Siniscola, Nuoro, Ottana, Macomer, Oristano, Nuraminis, Samatzai, San Gavino, Villacidro, Villasor, Iglesias, Carbonia, Gonnesa, Sant'Antioco, San Giovanni Suergiu, Villa San Pietro, Pula,

Assemini, Elmas.

Si osserva quindi che l'area oggetto del progetto dell'impianto solare termodinamico ricade in parte, per la porzione di area ricompresa del Comune di Villasor, tra quei territori da sottoporre a monitoraggio.

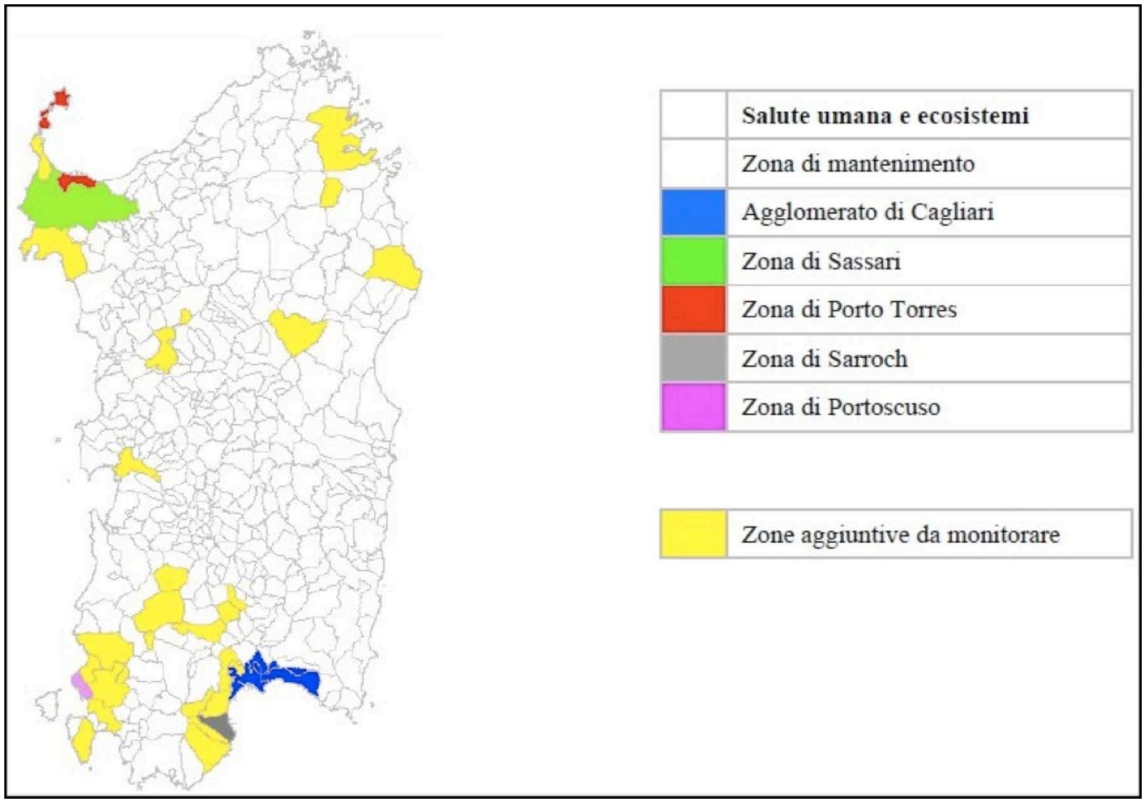


Figura 28:Qualità dell'aria: zonizzazione del territorio regionale contenuta nel "Piano di prevenzione, conservazione e risanamento della qualità dell'aria ambiente in Sardegna"

1.3.1.2.2. Monitoraggio della qualità dell'aria

Lo stato attuale di qualità dell'aria nell'area in esame è descritto di seguito, sulla base della Relazione annuale sulla qualità dell'aria per l'anno 2012 pubblicata dall'Assessorato alla difesa dell'ambiente della Regione Sardegna, dal quale sono tratti le figure e i principali commenti.

La relazione illustra i risultati rilevati dalla rete di monitoraggio di qualità dell'aria della Sardegna, gestita dall'ARPAS e dalla rete del Comune di Cagliari.

Come già descritto, la rete di monitoraggio copre l'intero territorio regionale, con particolare riguardo alle aree interessate da attività industriali rilevanti e dai maggiori agglomerati urbani; essa è attualmente in fase di adeguamento attraverso una serie

di interventi finalizzati ad una migliore rappresentatività dei dati di qualità ambientali.

Il progetto di adeguamento è articolato sulla base di alcuni risultati e indicazioni dello studio realizzato dall'Assessorato della Difesa dell'Ambiente e denominato "*Realizzazione dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione, del documento sulla valutazione della qualità dell'aria ambiente in Sardegna e individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al D.lgs n. 351/99*" approvato con delibera della Giunta Regionale n. 55/6 del 29.11.2005, richiamato al paragrafo precedente.

L'area di localizzazione dell'impianto solare termodinamico ricade nel territorio del Campidano Centrale, che rientra nella zona di mantenimento e comprende realtà tra loro diverse per la tipologia di fonti emissive: Nuraminis, con una stazione ubicata in funzione del controllo delle emissioni del vicino cementificio, Villasor, con una stazione alla periferia del centro abitato, e San Gavino M., dotata dal 2012 di una sola stazione di misura urbana, in quanto la stazione CENSG2 è stata dismessa l'11/10/2011.

La stazione CENVS1 di Villasor è la più vicina all'area d'interesse, sita ad una distanza di circa 6 km.

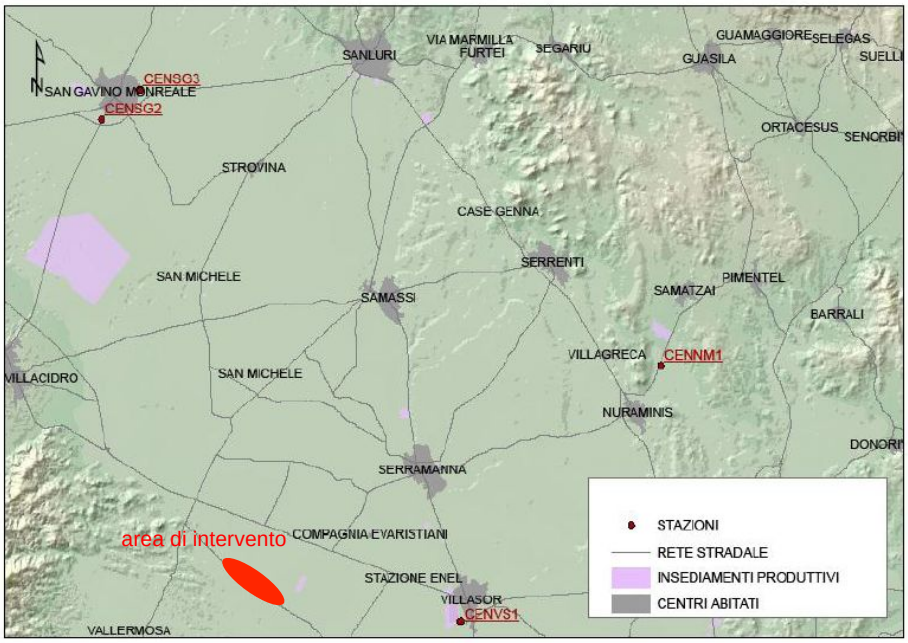


Figura 29: Localizzazione delle stazioni di monitoraggio nell'area del Campidano centrale

CENVS1	C6H6 µg/m3	CO mg/m3	H2S µg/m3	NO2 µg/m3	O3 µg/m3	PM10 µg/m3	SO2 µg/m3	PM2,5 µg/m3
%FUNZ.			93	93		97	93	
MIN			0,0	0,0		0,0	0,0	
5°PERC.			0,2	3,0		7,6	0,2	
MEDIANA			0,5	9,6		24,9	0,5	
MEDIA			0,8	12,2		28,9	0,5	
95°PERC.			2,7	30,3		64,7	1,0	
98°PERC.			3,1	36,9		83,8	1,3	
MAX			6,7	59,4		196,6	10,2	
MAX MG			3.2	30.6		70.5	1.6	
MAX MM8								
GEN			2.2	21.1		33.5	0.5	
FEB			1,9	18,9		30,6	0,5	
MAR			0,5	12,4		32,3	0,8	
APR			0,6	10,0		20,0	0,6	
MAG			0,5	8,5		21,5	0,7	
GIU			0,5	9,5		32,4	0,6	
LUG			0,7	9,0		34,3	0,5	
AGO			0,7	10,0		37,5	0,5	
SET			0,5	11,6		33,0	0,5	
OTT			0,5	10,9		21,0	0,4	
NOV			0,3	12,7		22,7	0,4	
DIC			0,7	12,3		28,1	0,5	

Figura 30: Riepilogo dei dati stazione CENVS1 per l'anno 2012

La stazione di misura CENVS1 ha registrato, nell'anno 2012, n. 12 superamenti del limite giornaliero per la protezione della salute umana per i PM10 (50 µg/m^3 sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile).

Nell'anno precedente erano stati rilevati n. 31 superamenti per lo stesso valore dei PM10.

Per gli altri inquinanti considerati, invece, non sono stati rilevati superamenti.

Il PM10 è misurato in tutte le stazioni della zona.

Le medie annuali si mantengono inferiori a 32,1 µg/m3 (CENSG3), contro i 40 µg/m3 del limite di legge, mentre le massime medie giornaliere dell'anno variano tra i 70,5 µg/m3 della CENVS1 e i 105,3 µg/m3 della CENSG3.

Come evidenziato negli ultimi due anni, si assiste a una tendenza della stazione CENSG3 ad avere valori elevati nel periodo invernale molto probabilmente a causa delle concomitanti emissioni dagli impianti di riscaldamento domestici.

I superamenti sono distribuiti nel periodo invernale, nei mesi da gennaio a marzo e da novembre a dicembre.

Per quanto riguarda l'idrogeno solforato (H2S), misurato dalla stazione CENVS1, si registrano valori molto contenuti in linea con quelli degli anni precedenti.

La massima media giornaliera si attesta su 3,2 µg/m3, e la massima media oraria su 6,7 µg/m3.

Il biossido di azoto (NO2), misurato in tutte le stazioni, ha medie annuali non superiori a 12,2 µg/m3, contro i 40 µg/m3 del limite di legge, e medie orarie non superiori a 122,8 µg/m3, contro i 200 µg/m3 del limite di legge.
In generale l'inquinamento da biossido d'azoto, marcatamente omogeneo tra le varie stazioni di misura, è abbondantemente nella norma.

L'ozono (O3) è misurato dalla stazione CENSG3.
La massima media mobile giornaliera delle otto ore si attesta attorno al valore obiettivo di 100,5 µg/m3; le medie orarie si mantengono inferiori ai 110,0 µg/m3, ampiamente al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m3) e della soglia di allarme (240 µg/m3).
In relazione al valore obiettivo (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) non è disponibile la media sui 3 anni per questa stazione perché di recente installazione.

Anche il biossido di zolfo (SO2) è misurato in tutte le stazioni dell'area; i valori si mantengono come al solito molto bassi sia per la media giornaliera (massimo registrato 2,6 µg/m3 nella CENSG3) che oraria (massimo registrato 10,2 µg/m3 nella CENVS1), ben lontani dai limiti di legge.

Di seguito sono riportati i grafici dei dati statistici mensili dei principali parametri monitorati dalla stazione di rilevamento CENVS1 di Villasor (H_2S, PM10, SO_2, NO_2); i dati statistici sono anche riportati per l'intero anno.
Ogni grafico riporta i dati di un parametro secondo la tecnica dei box-plot; in ogni grafico sono riportati:

- la percentuale di funzionamento dello strumento di misura (linea continua con asse dei valori sulla destra);
- il valore minimo;

- il 5° percentile;
- la media;
- la mediana;
- il 98° percentile;
- il massimo.

Gli elementi del box-plot corrispondono ai valori sopra riportati secondo la legenda data nella seguente Figura 31.

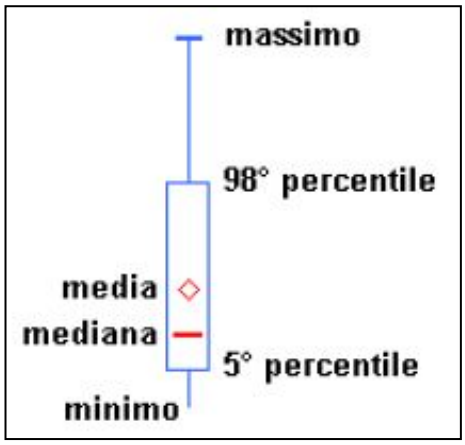


Figura 31: Legenda del box plot usato nei grafici successivi

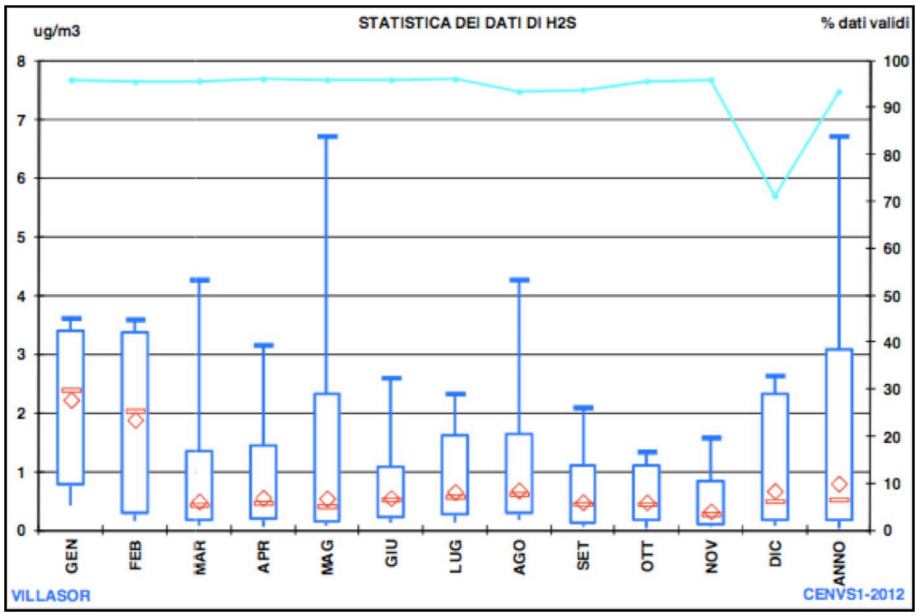


Figura 32: Statistica dei dati H_2S – Stazione di Villasor CENVS1-2012

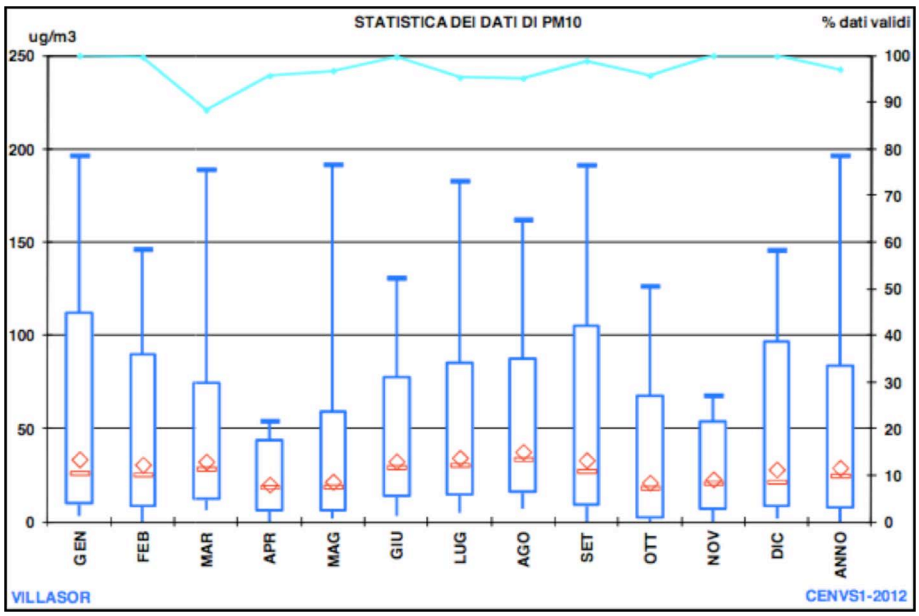


Figura 33: Statistica dei dati PM10 – Stazione di Villasor CENVS1-2012

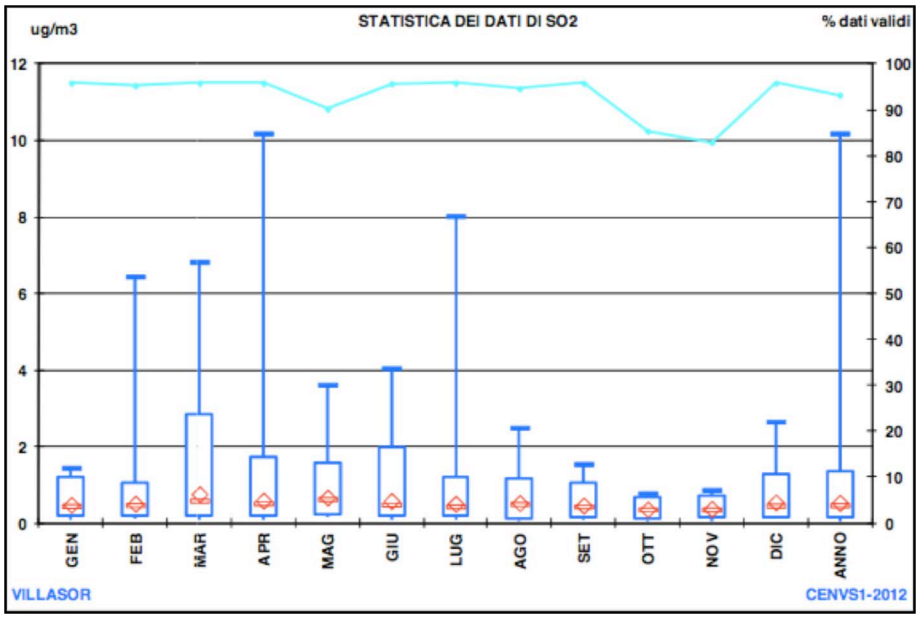


Figura 34: Statistica dei dati SO_2 – Stazione di Villasor CENVS1-2012

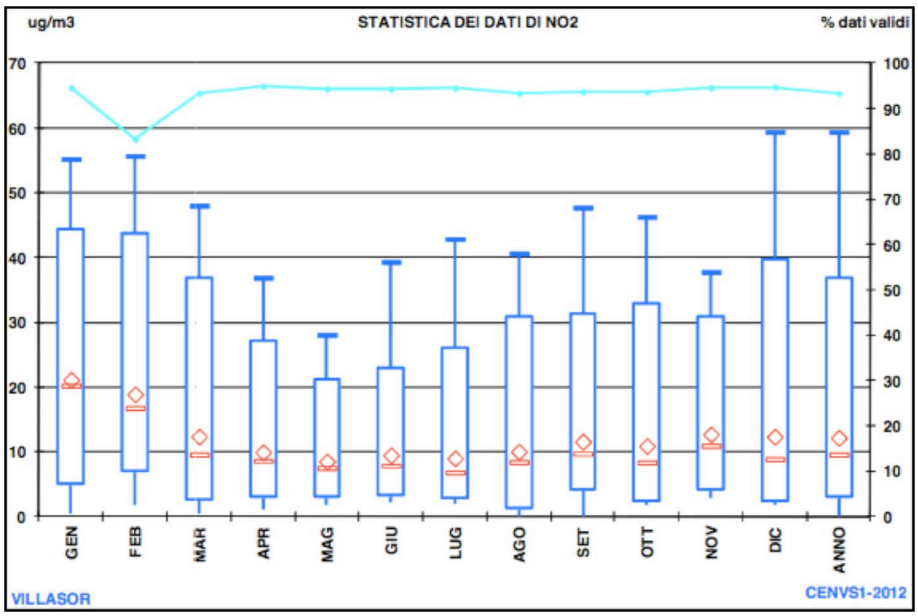


Figura 35: Statistica dei dati NO_2 – Stazione di Villasor CENVS1-2012

Nell'area di Villasor, in definitiva, si registra nel 2012 una situazione della qualità dell'aria nella norma per tutti gli inquinanti monitorati; alcuni superamenti riguardano solamente le polveri PM10, la cui principale fonte di emissione è riconducibile al traffico veicolare, per cui sono stati registrati diversi superamenti nel 2011, in numero comunque inferiore a quelli consentiti dalla legge.

Si ricorda che la stazione CENVS1 è situata in prossimità di una delle più grandi infrastrutture viarie della zona, mentre l'area d'impianto dista circa 6 km ed è classificata come area agricolo-pastorale, quindi le concentrazioni d'inquinanti saranno sicuramente inferiori.

1.3.1.3. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione

1.3.1.3.1. Fase di Cantiere

La variazione delle caratteristiche della qualità dell'aria nella fase di cantiere sono dovute alle emissioni di inquinanti gassosi in atmosfera dai motori dei mezzi impegnati nelle attività di costruzione.

Durante tutte le attività di cantiere saranno impegnati diversi mezzi terrestri il cui funzionamento determinerà emissione d'inquinanti in atmosfera, contribuendo quindi ad una variazione, a livello locale, dei livelli di qualità dell'aria preesistenti.

Gli scarichi gassosi presenti in questa fase saranno esclusivamente derivanti dall'utilizzo delle macchine di cantiere, escavatori, gru, autobetoniere e camion per il trasporto dei materiali.

Il loro impatto sulla qualità dell'aria sarà di entità limitata e stimabile quali/quantitativamente secondo il modello di studio riportato nelle pagine a seguire.

Parametro	**Attività**
Attività di progetto	Tutte le attività di cantiere per la realizzazione della centrale solare per le quali sia previsto il funzionamento di mezzi e macchinari
Fattore casuale di impatto	Emissioni di NO_x, Polveri, SO_2 e altri inquinanti
Impatto potenziale	Variazione delle caratteristiche della qualità dell'aria
Componenti ambientali correlate	Salute pubblica, ecosistemi naturali

Tabella 2: Impatto sulla qualità dell'aria - elementi introduttivi

La durata delle attività di cantiere è limitata nel tempo e stimata in circa 18 mesi; la scala spaziale di diffusione delle emissioni è locale, al massimo interesserà un'area di pochi chilometri quadrati.

Gli inquinanti emessi tenderanno a ricadere in prossimità della sorgente, in particolare quelli caratterizzati da una bassa quantità di moto dei fumi.

Le condizioni meteo climatiche presenti durante le attività di cantiere determineranno le effettive aree di ricaduta.

La valutazione delle emissioni in atmosfera dei mezzi di cantiere viene effettuata a partire da fattori di emissione standard desunti da letteratura; tali fattori indicano

l'emissione specifica di inquinanti (CO, NO_x, SO_x, PM10, CO_2) per singolo mezzo, in funzione della sua tipologia.

Per valutare le emissioni di macro inquinanti, generati dai motori dei mezzi di lavoro coinvolti durante la fase di cantiere per la realizzazione delle opere civili di costruzione dell'impianto, è stato individuato uno scenario realistico di funzionamento simultaneo dei mezzi di cantiere in un'ora di lavoro.

Si stima, cautelativamente, che i mezzi utilizzati per la costruzione dell'impianto "Flumini Mannu" e le potenze tipiche associate siano:

- 6 escavatori cingolati (350 kW);
- 3 escavatori gommati (350 kW);
- 5 autocarri (350 kW);
- 2 gru (300 kW);
- 10 motosaldatrici (10 kW);
- 6 autobetoniere (18.5 kW);
- 2 pale cingolate (350 kw);
- 2 vibratori a piastra (10 kW);
- 2 pompe per calcestruzzo (50 kW);
- 4 compressori (75 kW);
- 1 martello demolitore (100 kW).

Per stimare le emissioni di ogni singolo mezzo coinvolto, sono stati applicati i fattori di emissione contenuti nel database SCAB Fleet Average Emission Factors dei mezzi di costruzione relativi all'anno 2011, ipotizzando che questo sia l'anno di produzione dei mezzi che verranno in futuro utilizzati.

Tale database, pubblicato dallo U.S. South Coast Air Quality Management District, riporta i fattori emissivi, per singolo inquinante, per numerose tipologie di mezzi da cantiere, in relazione alla loro potenza e all'anno di costruzione dei mezzi, tenendo così conto delle evoluzioni tecnologiche che consentono un progressivo contenimento delle emissioni dai motori a combustione.

Moltiplicando il fattore di emissione espresso in g/h per il numero di mezzi di ciascun tipo, si è ottenuto il quantitativo orario di ogni singolo inquinante emesso in atmosfera.

Sulla base delle metodologie descritte in precedenza, ipotizzando cautelativamente che nei cantieri siano in funzione contemporaneamente tutti i mezzi sopra indicati, è

stato calcolato il quantitativo orario di inquinanti scaricato in atmosfera.

Il risultato è riportato nella Tabella 3.

		CO	NO_X	SO_X	PM10	CO_2
	n.	[g/h]	[g/h]	[g/h]	[g/h]	[g/h]
Escavatore Cingolato	6	1.576,33	4.795,68	6,24	174,02	636,1
Escavatore Gommato	3	788,16	2.397,84	3,12	87,01	318,07
Autocarro	5	1.600,75	4.817,12	6,06	178,12	617,65
Gru	2	556,78	1.496,26	1,60	56,86	163,39
Motosaldatrice	10	196,51	313,69	0,44	22,15	28.156,60
Autobetoniera	6	243,61	432,54	0,61	26,82	47.780,90
Pala Cingolata	2	1.000,18	2.316,59	2,31	92,51	235.173,00
Vibratore a Piastra	2	23,89	28.,58	0,06	1,18	3.913,50
Pompa cls	2	302,80	310,58	0,40	28,74	31.148,60
Compressore	4	602,60	1.030,00	1,00	95,10	85.186,50
Martello Demolitore	1	267,44	444,92	0,44	41,50	37.712,80
	Tot.	***7.159,11***	***18.383,81***	***22,29***	***803,99***	***2.204.314,18***
	kg/h	**7,16**	**18,38**	**0,02**	**0,80**	**2.204,31**

Tabella 3: Emissione orarie mezzi di cantiere

Sulla base dei valori calcolati e riportati, si può evincere che le attività di progetto considerate, per la tipologia delle opere e dei mezzi utilizzati, sono riconducibili a quelle tipiche di un ordinario cantiere edile.

Pertanto, quantitativamente, l'impatto legato a tali mezzi è paragonabile a quello generato da un normale cantiere edile di grandi dimensioni, oltre che temporalmente limitato al periodo di esecuzione delle attività.

In fase di cantiere, al fine di ridurre l'impatto dovuto alle emissioni di macroinquinanti da mezzi di cantiere, saranno implementate le seguenti misure di mitigazione:

- Prescrizioni alle imprese sulle specifiche di emissione dai mezzi d'opera;
- Adeguata manutenzione dei mezzi;

- Utilizzo, ove possibile, di macchine elettriche.
- Irrorazione aree interessate da lavorazioni che generano polveri;
- Movimentazione di mezzi con basse velocità d'uscita e contenitori di raccolta chiusi;
- Fermata dei lavori in condizioni anemologiche particolarmente sfavorevoli;
- Effettuazione delle operazioni di carico/scarico di materiali inerti in zone appositamente dedicate;
- Pulizia ruote, bagnatura delle zone di transito dei mezzi;
- Mantenimento di velocità dei mezzi modesta e copertura dei mezzi adibiti al trasporto di materiale pulverulento;
- Programma di manutenzione del parco macchine per garantire la perfetta efficienza dei motori.

Si precisa quindi che, alla luce della tipologia delle emissioni e delle misure di mitigazione implementate, le emissioni dei mezzi di cantiere sono da ritenersi trascurabili.

Durante la fase di cantiere la produzione di polveri sarà principalmente connessa alle seguenti attività:

- Polverizzazione ed abrasione delle superfici, causate da mezzi in movimento durante la movimentazione di terra e materiali;
- Trascinamento delle particelle di polvere, dovuto all'azione del vento sui cumuli di materiale incoerente (cumuli di inerti da costruzione, etc.).
- Azione meccanica su materiali incoerenti e scavi con l'utilizzo di bulldozer, escavatori, ecc..
- Trasporto involontario di fango attaccato alle ruote degli autocarri.

Il loro impatto sulla qualità dell'aria sarà di entità limitata e difficilmente stimabile in modo quantitativo.

In fase di cantiere, al fine di ridurre l'impatto dovuto alla produzione di polveri in corrispondenza dell'area cantiere e della viabilità di accesso al sito, saranno implementate le seguenti misure di mitigazione:

- Prescrizioni alle imprese per:
  1. bagnatura delle aree di scavo e di transito durante la stagione arida;
  2. controllo/copertura dei cumuli di materiali;
  3. copertura dei mezzi di trasporto di materiali polverulenti;
- Ottimizzazione delle procedure di costruzione (interventi di tipo logistico organizzativo);
- Limitazione della velocità di transito dei mezzi lungo le strade di accesso ai cantieri.

Si ritiene che il limite relativo alle polveri non possa essere in nessuna circostanza superato visto che il sito ha una conformazione naturale pianeggiante, tale per cui le opere di movimento terra saranno limitate.
Tutte le altre apparecchiature da posizionarsi all'interno della centrale (ad es. specchi, collettori, tubi, turbina etc.) dovranno solo essere assemblate in loco riducendo al minimo la possibilità di sollevare polveri nocive.

1.3.1.3.2. Fase di Esercizio

Si individuano principalmente le seguenti fonti di emissioni gassose nell'atmosfera**:**

- La caldaia di primo avviamento: di potenza inferiore a 3 MW. Essa sarà alimentata a diesel e dotata di sistemi di filtraggio e abbattimento polveri.
  La caldaia di primo avviamento sarà in funzione per un tempo molto limitato, stimabile in circa 500-600 ore/anno, e le emissioni della stessa rientreranno nei limiti di legge (rif. D. Lgs. 152/06 - Parte V - Allegato 1 / Parte III) che, nel caso di "Impianti di combustione con potenza termica inferiore a 50 MW" che utilizzano combustibili liquidi, sono i seguenti (rif. Fumi secchi 3% O2):
  - polveri: 100 mg/Nm3
  - ossidi di azoto: 500 mg/Nm^3
  - ossidi di zolfo: 1700 mg/Nm^3

Considerando i fattori di emissioni per caldaie di potenza termica inferiore a 50 MWt alimentate a gasolio (*http://www.inemar.eu/*) ed una stima di ore di funzionamento annue pari a circa 600, risultano le seguenti emissioni.

	Fattore di emissione	U.M.	Emissioni attese.	U.M.
NO_x	70	g/GJ	0,45	t/anno
CO	10	g/GJ	0,065	t/anno
Polveri	5	g/GJ	0,032	t/anno
SO_2	46,86	g/GJ	0,30	t/anno
CO_2	73,32	kg/GJ	475,11	t/anno

- Riscaldatori ausiliari: essi saranno costituiti, secondo la stima fatta in questa fase, da una batteria di n. 3 caldaie alimentate a gasolio e il contenuto di inquinanti nei loro fumi rientreranno negli stessi limiti di legge previsti per "Impianti di combustione con potenza termica inferiore a 50 MW" che utilizzano combustibili liquidi (rif. D. Lgs. 152/06 - Parte V - Allegato 1 / Parte III).

  Si stima che i riscaldatori saranno utilizzati per un tempo pari a circa 20 ore/anno.
  Si riportano di seguito i valori di emissione attesi ed i relativi limiti normativi.

PARAMETRO	Valore di emissione atteso	Limite di Legge
	mg/Nm^3 a 3% O_2	mg/Nm^3 a 3% O_2
Polveri	100	100
Ossidi di Azoto (NOx)	200	500
Ossidi di Zolfo (SOx)	≃ 160 (contenuto medio di 0,1% in peso di zolfo nel gasolio)	1.700
Monossido di Carbonio	100	(limite non prescritto)

Considerando una portata di fumi secchi al 3% di O_2 di circa 17.000 Nm^3/h per ciascun riscaldatore ed una stima di ore di funzionamento annue pari a circa 20, risultano le seguenti emissioni.

Fattori di Emissioni	g/s 1 risc.	kg/h 1 risc.	kg/h 3 risc.	t/anno 1 risc.	t/anno 3 risc.
NO_x	0,94	3,4	10,2	0,068	***0,204***
CO	0,47	1,7	5,1	0,034	***0,102***
Polveri	0,47	1,7	5,1	0,034	***0,102***
SO_2	0,76	2,72	8,16	0,054	***0,163***
CO_2				≃86	≃***258***

Considerando il limitato numero di ore di funzionamento stimato relativo ai riscaldatori ausiliari e i bassi valori di emissione per gli inquinanti considerati si può affermare che l'impatto sulla qualità dell'aria sarà trascurabile.

Nell'area oggetto di studio, inoltre, non sono presenti agglomerati urbani, industriali o altra fonte potenziale di emissioni inquinanti per l'aria (traffico stradale o da agricoltura intensiva), quindi la situazione attuale, nonostante non siano presenti dati di monitoraggio passati, non presenta alcuna criticità.

In più, si aggiunge che la produzione attesa di energia elettrica annua dell'impianto è di circa 205 GWh.

Tale produzione garantisce, a parità di energia elettrica prodotta, un risparmio di emissione di CO_2 rispetto al parco elettrico nazionale di circa 105.330 tonnellate annue, considerando un fattore di emissione di CO_2 per la produzione di energia termoelettrica lorda nazionale pari a 513,8 g/kWh (valore comprensivo delle produzioni derivanti da impianti alimentati a rifiuti biodegradabili, biogas e biomasse di origine vegetale) *[Fonte Documento ISPRA 172/2012]*.

Da sottolineare, che il fattore di emissione regionale per la Sardegna risulta sicuramente più alto e, quindi, anche la quantità di emissione di CO_2 risparmiata in termini di emissioni, vista la non disponibilità di gas naturale nel territorio insulare ed il solo utilizzo di combustibili fossili più pesanti.

Di seguito si riporta una valutazione delle emissioni atmosferiche attese dalla realizzazione dell'opera in progetto, sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio, e si evidenzia la quantità di CO_2 risparmiata.

Infatti, a fronte di un'emissione totale di circa 31.516 ton di CO_2, si denota un risparmio ci circa 3.000.000 di tonnellate di tale inquinante.

		CO [ton]	NO_x [ton]	SO_x [ton]	Polveri [ton]	CO_2 [ton]	CO_2 risparmiata [ton]	SALDO CO_2
Fase di Cantiere (ipot. 18 mesi)		30,93	79,40	0,086	3,46	9522,62	0	+9522,62
Fase di Esercizio	Anno 1	0,167	0,654	0,463	0,134	733,11	≃ 100.000	-99.267
	Anno 2	0,167	0,654	0,463	0,134	733,11	≃ 100.000	-99.267
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	Anno 29	0,167	0,654	0,463	0,134	733,11	≃ 100.000	-99.267
	Anno 30	0,167	0,654	0,463	0,134	733,11	≃ 100.000	-99.267
					TOT.	**31.516**	**3.000.000**	**-2.968.484**

Tonnellate di CO_2 prodotte durante l'intera vita dell'opera

Tonnellate di CO_2 evitate durante l'intera vita dell'opera

Saldo totale CO_2 [ton] durante l'intera vita dell'opera (Immessa - Risparmiata)

1.3.2. AMBIENTE IDRICO

1.3.2.1. Descrizione e Caratterizzazione

Nei paragrafi che seguono, saranno affrontati gli aspetti riguardanti l'idrologia di superficie.

Con questo termine si intendono le acque derivanti dal ruscellamento superficiale e quelle del flusso di base, inteso come l'apporto che le acque sotterranee danno allo scorrimento di superficie attraverso le sorgenti e le emergenze lineari.

La descrizione delle caratteristiche idrologiche della porzione di territorio interessato dall'intervento proposto è stata condotta sulla scorta delle informazioni reperibili in letteratura, di foto aeree e di riscontri diretti attinti durante i sopralluoghi in sito.

Tra i fattori che concorrono a determinare le caratteristiche idrologiche di un territorio, oltre agli aspetti geologici e geomorfologici, un ruolo decisivo viene svolto dagli aspetti climatologici ed in particolare l'entità delle precipitazioni ed al frazionamento delle acque che cadono al suolo in acque di ruscellamento, che restano in superficie, ed acque di infiltrazione, che penetrano nel sottosuolo, oltre a quelle che si "perdono" per evapotraspirazione.

Le condizioni climatiche dell'area sono state riportate nel precedente capitolo 1.3.1.1.

1.3.2.1.1. Idrologia

La piana interessata dagli interventi fa parte del Sub Bacino Regionale Flumendosa-Campidano-Cixerri, che si estende per circa 6.000 Km^2, pari al 24,8% del territorio regionale; è l'area più antropizzata della Sardegna ed il sistema idrografico è interessato da diciassette opere di regolazione in esercizio e otto opere di derivazione.

I bacini idrografici di maggior estensione appartenenti al Sub bacino sono costituiti dal Flumendosa, dal Flumini Mannu, dal Cixerri, dal Picocca e dal Corr'e Pruna; numerosi bacini minori risultano compresi tra questi e la costa.

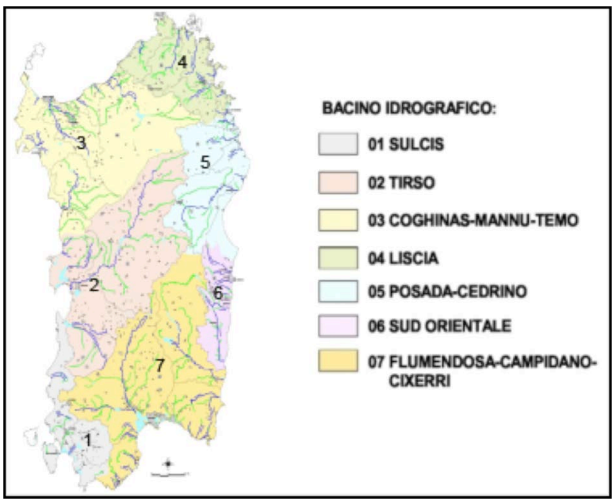


Figura 36: Bacini idrografici Regione Sardegna

Figura 37: Bacino Idrografico Flumini Mannu - Inquadramento Area Impianto

L'U.I.O. (Unità Idrografica Omogenea) del Flumini Mannu - Cixerri, con i suoi 3.566 km^2 di superficie, è la più estesa tra le U.I.O. individuate.

Essa comprende, oltre ai bacini principali del Flumini Mannu e del Cixerri, aventi un'estensione rispettivamente di circa 1.779,46 e 618,14 km^2, una serie di bacini minori costieri della costa meridionale della Sardegna, che si sviluppano lungo il Golfo di Cagliari, da Capo Spartivento a ovest, a Capo Carbonara a est.

È delimitata a nord dall'altopiano del Sarcidano, a est dal massiccio del Sarrabus -

Gerrei, a ovest dai massicci dell'Iglesiente e del Sulcis e a sud dal Golfo di Cagliari. L'altimetria varia con quote che vanno da 0 m (s.l.m.) nelle aree costiere ai 1.154 m (s.l.m.) in corrispondenza del Monte Linas, la quota più elevata della provincia di Cagliari.

Il Flumini Mannu è il quarto fiume della Sardegna per ampiezza di bacino e, con una lunghezza dell'asta principale di circa 96 km, rappresenta il più importante fiume della Sardegna Meridionale.

Il suo corso, che si svolge in direzione NE-SO, ha origine da molti rami sorgentiferi dall'altipiano calcareo del Sarcidano, si sviluppa attraverso la Marmilla e, costituitosi in un unico corso, sbocca nella piana del Campidano sfociando in prossimità di Cagliari, nelle acque dello Stagno di S. Gilla.

Il Flumini Mannu di Cagliari si differenzia notevolmente dagli altri corsi d'acqua dell'Isola per i caratteri topografici del suo bacino imbrifero.

L'asta principale, per quasi metà della sua lunghezza, si sviluppa in pianura, al contrario della maggior parte dei corsi d'acqua sardi, aventi come caratteristica la brevità del corso pianeggiante rispetto a quello montano.

Gli affluenti principali del Flumini Mannu di Cagliari sono:

1. in destra: il Canale Vittorio Emanuele, che drena le acque della depressione di Sanluri, e il Torrente Leni, che convoglia le acque di numerose sorgenti del Monte Linas e giunge nella piana del Campidano in territorio di Villacidro;
2. in sinistra: il Torrente Lanessi, col quale confluisce presso lo sbocco in pianura e che scorre prevalentemente negli scisti e nel miocene della Trexenta, e il Riu Mannu di San Sperate che drena, con il Rio Flumineddu, le acque della Trexenta.

Lungo il corso principale è ubicato l'invaso di Is Barrocus, con capacità massima di invaso di 12 milioni di metri cubi. L'invaso è gestito dall'ENAS, Ente Acque Sardegna (ex EAF, Ente Acque del Flumendosa).

Il Riu Cixerri, l'altro fiume principale di questa U.I.O., ha le sue sorgenti nel versante settentrionale del massiccio del Sulcis e scorre poi pressoché perpendicolare alla linea di costa occidentale, ricevendo, prima di sfociare nello stagno di S. Gilla, l'apporto di numerosi affluenti che drenano il versante meridionale del massiccio dell'Iglesiente e quello settentrionale del massiccio del Sulcis, mantenendosi paralleli alla linea della costa occidentale.

Altri elementi importanti dell'idrografia superficiale sono l'invaso del Cixerri a Genna is Abis, nel Basso Cixerri, e quello del Rio Canonica a Punta Gennarta, il primo a gravità massiccia, gestito dall'ENAS (ex EAF), il secondo gestito dal consorzio di bonifica del Cixerri.

Altro elemento caratteristico dell'idrografia superficiale di questa U.I.O. è lo Stagno di Santa Gilla, dove confluiscono le acque sia del Flumini Mannu che del Cixerri, oltre che di una serie di corsi d'acqua minori, tra cui si segnalano il Rio Sa Nuscedda, il Riu Murta, il Riu di Sestu, mentre il Rio di Santa Lucia, sfocia anch'esso nell'area umida di Santa Gilla, nel corpo idrico denominato Saline di Capoterra.

L'area di ubicazione dell'impianto solare termodinamico in progetto ricade nel bacino idrografico del Flumini Mannu; in prossimità dell'area di impianto scorrono dei canali che afferiscono alla suddetta asta principale, in particolare essi sono: il Canale Riu Nou, che scorre a sud-sud est dell'area di impianto, il Rio Porcus ad ovest, il Gora Pixina Longa ad est ed il Gora s'acqua Frisca a nord.

L'andamento del terreno, caratterizzato da forme livellate molto regolari con pendenze minime, caratteristiche delle aree pianeggianti di origine alluvionale, ha determinato l'esigenza di opere di bonifica e canalizzazioni in tutta l'area, ed infatti all'interno dell'area in esame sono presenti i resti di n. 2 canali di drenaggio, che saranno necessariamente deviati/ricostruiti nell'ambito del presente progetto.

Al fine di predisporre un'ipotesi per la sistemazione idraulica e morfologica all'interno dell'area è stato elaborato un apposito studio di prefattibilità, al quale si rimanda per maggiori dettagli.

Nei paragrafi successivi saranno descritti gli interventi ipotizzati con riferimento alle caratteristiche delle componenti ambientali in esame.

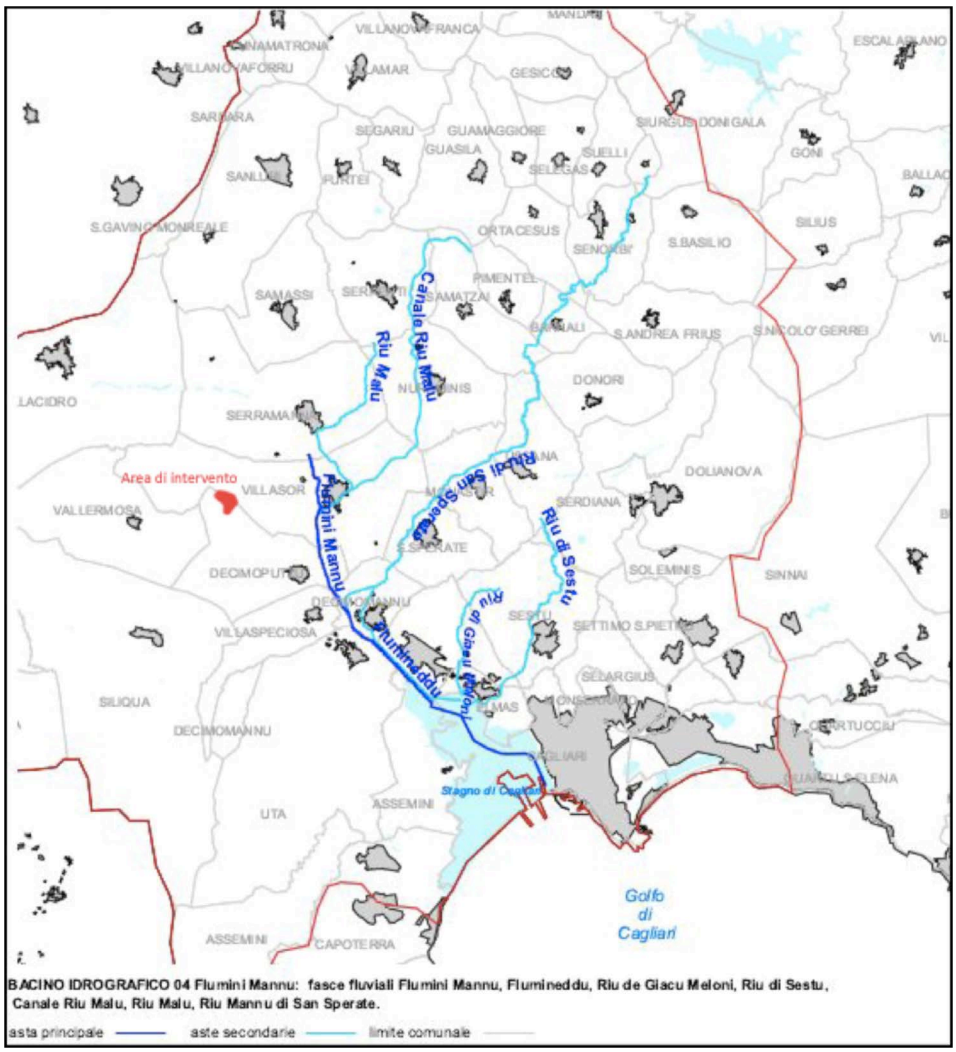


Figura 38: Bacino idrografico del Flumini Mannu

1.3.2.1.2. Stato qualitativo delle acque

La ricostruzione dello stato qualitativo delle acque superficiali presenti nell'area è stata effettuata attraverso i dati riportati nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (art. 117 D.Lgs. 152/06).

La Direttiva 2000/60/CE, recepita con il D.lgs. 152/06, relativamente alla tutela di tutti i corpi idrici, finalizzata al miglioramento, ripristino e protezione degli stessi, impedendone il deterioramento, pone l'obiettivo di raggiungimento di uno stato di qualità "buono" (definito in funzione della capacità del corpo idrico di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate) entro il 2015 cioè entro 15 anni dall'entrata in vigore della direttiva stessa.

Per le acque superficiali (fiumi, laghi, acque di transizione, acque costiere) lo stato di qualità si compone dello stato ecologico e dello stato chimico.

Lo stato ecologico è definito sulla base dei seguenti aspetti:

- Elementi biologici
- Elementi idromorfologici a sostegno degli elementi biologici
- Elementi chimici e fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici

Lo stato chimico è definito in base alle concentrazioni di sostanze pericolose nelle acque superficiali.

Per i corpi idrici sotterranei devono essere determinati lo stato chimico e lo stato quantitativo.

Al fine di valutare lo stato dei corpi idrici superficiali, la direttiva prevede che gli stati membri adeguino i programmi di monitoraggio, individuando le seguenti tipologie di monitoraggio in funzione del rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità:

1. Monitoraggio di sorveglianza;
2. Monitoraggio operativo;
3. Monitoraggio di indagine.

Il monitoraggio di sorveglianza deve essere effettuato sui corpi idrici giudicati non a rischio e sui corpi idrici probabilmente a rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità, o, più in generale, su quelli per i quali, in base ai dati disponibili, non è possibile assegnare la categoria di rischio e sono necessarie pertanto ulteriori

informazioni.

La Regione Sardegna in conformità a quanto previsto dal decreto n. 56 del 2009 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, recante «Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del Decreto legislativo medesimo», ha provveduto ad adeguare i programmi di monitoraggio per la valutazione dello stato delle acque superficiali.

Categoria di acque superficiali	Tipologia di monitoraggio				Totale corpi idrici monitorati per categoria di acqua superficiale
	Sorveglianza		Operativo	Destinazione Potabile[22]	
	Non a Rischio	Probabilmente a Rischio	A Rischio		
Corsi d'acqua	19	29	96	2	144
Laghi ed Invasi	0	0	32	26	32
Acque di Transizione	0	0	42	0	42
Acque marino costiere	13	5	26	0	44
Totale corpi idrici monitorati	32	34	196	28	262

Figura 39: Corpi idrici monitorati per le diverse categorie di acque superficiali

Nel programma di monitoraggio non sono previsti corpi idrici sui quali effettuare il monitoraggio di indagine, questi verranno eventualmente individuati a seguito delle risultanze del primo ciclo di monitoraggio.

I siti di monitoraggio per i corpi idrici "non a rischio" devono essere posizionati in modo tale da poter valutare la qualità del corpo idrico, mentre per i corpi "a rischio" devono essere in numero sufficiente e in posizione adeguata per poter valutare l'ampiezza e l'impatto delle pressioni delle fonti di inquinamento.

L'ubicazione e la consistenza di tali siti è oggetto di valutazione attraverso una concertazione tra i tecnici del "Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche, Vigilanza sui Servizi Idrici e Gestione della Siccità" della Presidenza della Regione Sardegna e dell'ARPAS.

Il DM n. 56/09 prevede che il primo monitoraggio di sorveglianza e quello operativo siano effettuati nel periodo 2008-2009, in modo da permettere l'inserimento nel Piano

di Gestione gli esiti del monitoraggio stesso.

A causa della tardiva pubblicazione del citato decreto (30 maggio 2009) e il successivo adeguamento del programma di monitoraggio ai criteri tecnici stabiliti dallo stesso, il completamento del primo ciclo di monitoraggio è stato rimandato al biennio 2010-2011.

Il Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, recante "Norme in materia ambientale" che recepisce la Direttiva 2000/60/CE, pur riprendendo le indicazioni e le strategie individuate dal precedente D.Lgs. 152/99, introduce delle innovazioni nel monitoraggio e classificazione delle acque superficiali e gli obiettivi di qualità ambientale.

L'innovazione consiste nel privilegiare gli elementi biologici nella definizione dello stato ecologico .

Nel nuovo programma di monitoraggio, pur continuando il monitoraggio chimico-fisico e chimico, viene data grande importanza al monitoraggio di fitoplancton, macrofite e fitobentos e della fauna ittica, ed ad altri elementi biologici, che non erano considerati dall'impostazione della precedente normativa.

Tra i diversi indici proposti per i corpi idrici fluviali, l'indice per l'elemento biologico "macroinvertebrati" è lo STAR_ICMI che sostituisce l'I.B.E. (Indice Biotico Esteso) l'unico utilizzato fino ad oggi come metodo per la determinazione della qualità biologica.

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati dello stato ecologico valutato con i criteri e la rete di monitoraggio pregressi.

L'area in esame ricade all'interno dell'Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) del Flumini Mannu-Cixerri, così come definita nelle Linee Guida del Piano di Tutela delle Acque, approvato con Deliberazione n. 47/18 del 5 ottobre 2005 e che rappresenta il principale strumento unitario di pianificazione della tutela quali-quantitativa delle risorse idriche.

All'interno dell'U.I.O. "Flumini Mannu - Cixerri" sono presenti diverse stazioni di monitoraggio (Figura 40).

N° U.I.O.	Nome U.I.O	Id Bacino CEDOC	Nome bacino	Id Corpo Idrico CEDOC	Nome corpo idrico CEDOC	Id Stazione	Località	Ordine fluviale Corso d'Acqua	Significativo (S) d'Interesse (I)	Progressivo stazione
1	Flumini Mannu-Cixerri	0001	Flumini Mannu	CS0001	Flumini Mannu	00010303	Stazione di Sarcidano	1	S	1
						00010801	Terramai	1	S	2
						00010802	Cuccuru Biagio	1	S	3
		0002	Riu Mannu di San Sperate	CS0001	Riu Mannu di San Sperate	00020801	Ponti Nou	2	S	4
						00020802	Stazione di Barrali - Pimentel	2	S	5
		0302	Riu Cixerri	CS0001	Riu Cixerri	03020708	San Giovanni	1	S	6
						03020823	Uta	1	S	7

Figura 40: Stazioni di monitoraggio operanti sui corsi d'acqua

Le stazioni di monitoraggio sono state ubicate sui corpi idrici significativi e anche sui corpi idrici non significativi, ritenuti utili in relazione agli obiettivi regionali di tutela della risorsa idrica.

La rete risulta composta da stazioni di monitoraggio distribuite lungo i corsi d'acqua dei bacini idrografici regionali, localizzate sull'asta del I° ordine per corsi d'acqua il cui bacino imbrifero abbia una superficie maggiore di 200 km^2 e del II° ordine per corsi d'acqua il cui bacino imbrifero abbia una superficie maggiore di 400 km^2.

Nella U.I.O. del Flumini Mannu-Cixerri sono stati monitorati i due corsi d'acqua principali e il Riu Mannu di San Sperate, anch'esso significativo.

Il monitoraggio riguardante la "fase conoscitiva" dello Stato di Qualità dei corsi d'acqua regionali, della durata di 24 mesi è iniziato nel 2002, ed è proseguita fino al 2007, ed ha permesso di classificare i corsi d'acqua individuati.

Per ciascuna delle stazioni localizzate sui corsi d'acqua è stata effettuata la classificazione delle stato ecologico (S.E.C.A.).

Attualmente, la classificazione delle acque superficiali può considerarsi un mix della nuova e vecchia normativa.

	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
IBE	10 - 10/9	8/7-8-8/9-9-9/10	6/5-6-6/7-7-7/8	4/3-4-4/5-5-5/6	1-2-3
LIM	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60
SECA	**Ottimo**	**Buono**	**Sufficiente**	**Scarso**	**Pessimo**

Figura 41: Calcolo SECA

La classificazione, espressa in classi da 1 a 5, avviene sulla base dello Stato Ecologico incrociando il dato risultante dai 7 parametri macrodescrittori (azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale, percentuale di saturazione dell'ossigeno, BOD5, COD ed Escherichia coli) con il risultato dell'I.B.E. e attribuendo alla sezione

in esame o al tratto da essa rappresentato il risultato peggiore tra quelli derivati dalle valutazioni di IBE. e macrodescrittori.

Si riporta la classificazione secondo lo stato ecologico dei corsi d'acqua monitorati per gli anni 2002-2004, 2004-2005, 2006-2007.

N° U.I.O.	Nome U.I.O	Id Bacino CEDOC	Nome bacino	Id Corpo Idrico CEDOC	Nome corpo idrico CEDOC	Id Stazione	SECA 2002-2004	SECA 2004-2005	SECA 2006-2007
1	Flumini Mannu-Cixerri	0001	Flumini Mannu	CS0001	Flumini Mannu	00010303	BUONO	BUONO	BUONO
						00010801	SCADENTE	SUFFICIENTE	N/D
						00010802	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	N/D
		0002	Riu Mannu di San Sperate	CS0001	Riu Mannu di San Sperate	00020801	PESSIMO	SUFFICIENTE	N/D
						00020802	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	N/D
		0302	Riu Cixerri	CS0001	Riu Cixerri	03020708	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
						03020823	N/D	N/D	N/D

Figura 42: Classificazione dei corsi d'acqua monitorati

Come evidenziano i dati riportati nella tabella precedente (Figura 42), per il periodo di monitoraggio compreso tra febbraio 2002 e marzo 2004, lungo il corso del fiume Flumini Mannu lo stato ambientale peggiora passando dal "Buono" nei pressi della sorgente fino ad arrivare a "Scadente" alle porte di Cagliari.

Anche per il Riu Mannu di San Sperate si passa da uno stato qualitativo soddisfacente ("Sufficiente" nella sezione di monte) a uno stato qualitativo "Pessimo" in prossimità della sezione di immissione nel Flumini Mannu.

Per quanto riguarda il Riu Cixerri, nell'unica sezione per cui è stato possibile effettuare la classificazione, lo stato ecologico appare soddisfacente.

I monitoraggi degli anni successivi dimostrano un miglioramento complessivo su tutte le stazioni (anni 2004-2005) e un aumento di classificazioni non determinate (ND) a causa dell'assenza del parametro IBE (anni 2006-2007).

Nei pressi dell'area d'impianto non è possibile avere un giudizio sullo stato del corpo idrico non essendo presente nessuna stazione di monitoraggio.

Si può affermare che sia a monte di Villasor sia a valle il giudizio dello Stato Ecologico del Flumini Mannu è "Sufficiente", secondo i dati relativi all'ultimo ciclo di monitoraggi 2006-2007.

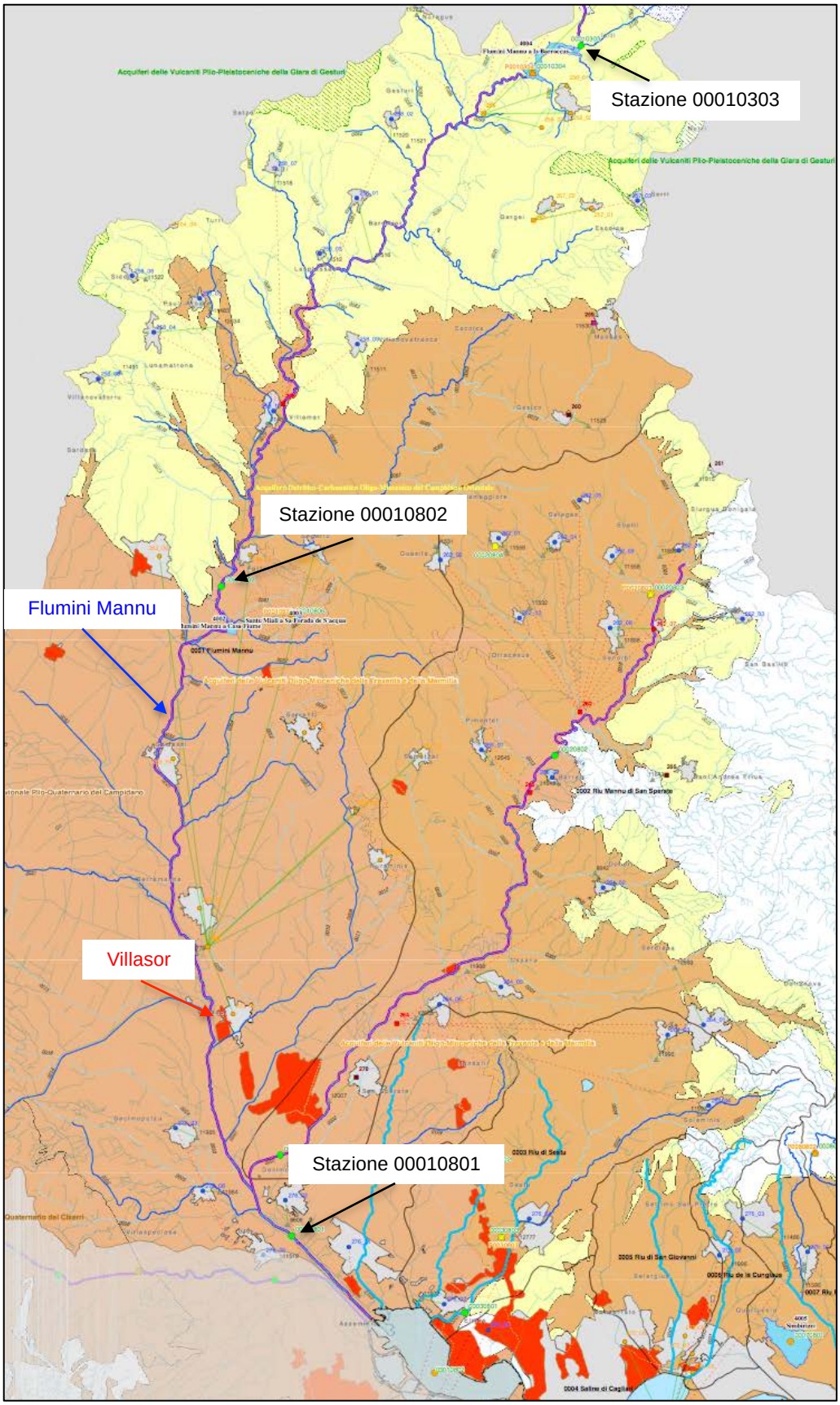


Figura 43: U.I.O. Flumini Mannu -Stazioni di monitoraggio fiume Flumini Mannu

Il D.Lgs. 152/06, prima delle modifiche, prevedeva che lo stato chimico delle acque venisse attribuito in base al calcolo della media aritmetica annuale delle concentrazioni delle sostanze pericolose.

Con il recepimento della direttiva 2000/60/CE, il D.Lgs. 152/06 è stato modificato dal D.M. 56/09, in quest'ultimo lo "Stato Chimico" delle acque superficiali è valutato in base agli standard di qualità delle sostanze appartenenti all'elenco di "Priorità", stabiliti dalla Commissione Europea.

Il monitoraggio delle sostanze inquinanti in Sardegna ha avuto inizio nel 2002 in base alle indicazioni fornite dal D.Lgs.152/99 e gli standard di qualità ambientale indicati dal decreto ministeriale 367/03.

L'applicazione di quest'ultimo decreto non ha consentito tuttavia di pervenire alla definizione di uno stato chimico.

In seguito alla pubblicazione del D.Lgs.152/06 si è deciso di utilizzare i dati dei monitoraggi pregressi per verificare la conformità con quanto previsto dal nuovo decreto in vigore.

Si riporta pertanto, nei paragrafi successivi, lo stato chimico dei corsi d'acqua valutato dal 2002 al 2006 tramite gli Standard di qualità del D.Lgs. 152/06, prima delle modifiche, e la conformità valutata solo per le sostanze appartenenti all'elenco di priorità così come previsto dal D.M. 56/09 utilizzando i dati dal 2007 al 2009.

Nome	Nome corpo idrico	Id_Stazione	STATO CHIMICO d.lgs.152/06
Flumini Durci	Flumini Durci	00450302	BUONO
		00450801	SCADENTE
Flumendosa	Fiume Flumendosa	00390303	SCADENTE
		00390304	BUONO
		00390801	BUONO
		00390802	BUONO
	Riu Pantaleu	00390308	N/D
Picocca	Rio Picocca	00350801	BUONO
		00350802	BUONO
Flumini Mannu	Flumini Mannu	00010303	BUONO
		00010801	BUONO
		00010802	BUONO
	Riu Mannu di San Sperate	00020801	BUONO
		00020802	BUONO

Figura 44: Stato chimico corsi d'acqua anni 2002-2006

I dati di monitoraggio relativi agli anni 2007-2009 sono stati elaborati e confrontati con gli standard di qualità per le sostanze prioritarie così come previsto dal DM 56/09, tenendo conto che non sempre le metodiche analitiche soddisfano i criteri minimi di prestazione previsti dal decreto.

Si è perciò pensato di utilizzare i dati non per ottenere una classificazione, ma per avere delle informazioni da utilizzare nella progettazione ed adeguamento del programma di monitoraggio.

Si riporta, nella successiva Figura 45, la conformità agli standard di qualità e i parametri per i quali si ha il superamento.

CODICE_CEDOC	COD_CI	DENOMINAZIIONE	Conformità del val.medio con gli SQA della Tab1/A del dD.mM. 56/09	Parametri che superano i rispettivi Standard di qualità
00010303	0001000101	Flumini Mannu	SI	
00010802	0001000103	Flumini Mannu	SI	
00010801	0001000105	Flumini Mannu	SI	

Figura 45: Conformità agli SQA del DM 56/09 - sostanze prioritarie

Da quanto sopra esposto, non si rilevano criticità per i corsi d'acqua monitorati più prossimi all'area d'impianto.

1.3.2.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione

1.3.2.2.1. Idrologia

Il sito prescelto per la realizzazione dell'impianto è delimitato da canali sui lati nord, est e sud, e all'interno racchiude resti di vecchi fossi agricoli ormai non più attivi.
Dai sopralluoghi effettuati, infatti, si notano fossi in terra ricoperti da vegetazione nella parte interna all'area d'impianto e i canali esterni risultano di natura antropica, poco manutenuti e, evidentemente, con presenza di acqua fluttuante nel corso dell'anno.
Considerata l'ampia superficie interessata dall'intervento e l'assenza, ad oggi, di canali di deflusso attivi, è prevista nel progetto la realizzazione di scoline dimensionate in modo tale da riuscire a convogliare le acque piovane nel canale esistente sito nel lato sud-est dell'area d'impianto e parallelo al Canale Riu Nou.
Le scoline saranno in terra, non rivestite e a sezione trapezia aperta, di larghezza variabile da 0,7 m a 1,9 m, ed avranno la funzione di intercettare l'interflusso e di drenare le acque meteoriche.
Le sezioni individuate e proposte appaiono, alla luce dei sopralluoghi effettuati, di dimensioni maggiori di quelle dei corpi idrici attualmente presenti in sito; inoltre, la presenza dell'impianto in progetto garantirà una manutenzione costante degli stessi.
Il progetto definitivo ed esecutivo di tali opere idrauliche sarà basato su dati più dettagliati al fine di non eseguire lavori eccessivi rispetto alla necessità dello stato dei luoghi.
Per una descrizione più dettagliata delle opere di sistemazione idraulica previste si rimanda alla relazione "Proposta di sistemazione idraulica dell'area di intervento" allegata.

1.3.2.2.2. Qualità delle acque

Il sistema di raccolta e scarico delle acque reflue di centrale assolve la funzione di raccogliere le acque reflue generate presso l'impianto e inviarle, ove necessario, al sistema di trattamento della centrale stessa e quindi al ricettore finale.
All'interno della Power-Block tutte le aree soggette a lavorazioni e movimento mezzi, potenzialmente soggette allo sversamento di sostanze lubrificanti saranno asfaltate e

munite di collettamento al sistema di trattamento acque contaminate.

Le tipologie e destinazioni delle acque reflue prodotte sono le seguenti:

- Reflui civili: si stima che la quantità di tali reflui sarà pari a 3,5 m^3/giorno.

  La stima è basata sulla presenza media giornaliera di n. 70 persone, distribuite nei vari turni lavorativi, e su un consumo pro capite di circa 50 litri/giorno, considerando l'uso della risorsa nell'ambiente lavorativo.

  I reflui civili saranno raccolti in una vasca per essere inviati ad un sistema di trattamento opportuno, vista l'assenza di rete fognaria locale.

  I reflui civili, debitamente trattati secondo quanto prescritto dalla "Disciplina degli scarichi di acque reflue" (Deliberazione Giunta Regionale n.69/25 del 10/12/2008 e s.m.i.), saranno scaricati in un vicino corso d'acqua, dopo aver ottenuto l'autorizzazione dall'ente competente, il Comune di Villasor o il Comune di Decimoputzu.

- Reflui industriali: saranno trasferiti ad una vasca di raccolta (o ad un evaporation pond) da cui saranno poi inviati al sistema di trattamento.

  Essi si dividono in:

  - Spurgo ciclo termico e Spurgo acqua demineralizzata: il blow-down del ciclo termico corrisponderà al quantitativo dell'acqua di reintegro allo stesso. Quindi avendo stimato, relativamente a questo sistema, un consumo di acqua demineralizzata di circa 40.000 m^3/anno, si può considerare che il relativo refluo sia dello stesso ordine di grandezza, se non inferiore a causa delle dispersioni in termini di vapore.

    Da considerare che al fine di ottenere acqua demineralizzata, l'acqua grezza (o industriale) in ingresso deve subire trattamenti tanto più spinti quanto peggiore è la sua qualità: il consumo di acqua industriale è stato stimato in circa 90.000 m^3/anno, ma, in via cautelativa, è stata inoltrata al Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale una richiesta per 150.000 m^3/anno.

    I trattamenti per la demineralizzazione, sostanzialmente, comprendono:

    1. Pretrattamento: filtrazione;
    2. Deionizzazione e demineralizzazione: tecnologia a resine (scambio ionico) o a membrane (osmosi inversa).

       Tali trattamenti necessitano di un controlavaggio (rigenerazione o

pulizia) quando l'effluente supera gli standard stabiliti all'uscita, quindi tanto più spesso quanto l'acqua grezza in ingresso risulta di bassa qualità.

In ogni caso gli "eluati", ovvero i reflui di queste pulizie e rigenerazioni (spurgo acqua demi), si dividono in acque recuperabili (da poter riutilizzare in ingresso al sistema di demineralizzazione) e effluenti non recuperabili (da convogliare in vasche di raccolta e smaltire tramite autobotte presso impianti autorizzati).

- Reflui depurati da impianti di disoleazione: l'impianto sarà dotato di una rete di raccolta delle acque oleose provenienti dalle aree della Power Block potenzialmente soggette allo sversamento di lubrificanti. Le acque provenienti dalle singole aree saranno convogliate in apposite vasche trappola, separate opportunamente dalle apparecchiature in modo da impedire la combustione dell'intero volume di olio, in caso di fuoriuscita accidentale. All'interno di ciascuna vasca trappola, sarà installato un sistema di separazione costituito da un disoleatore a pacco lamellare; l'azione di questo dispositivo, sulla miscela olio/acqua, incrementa la dimensione delle particelle di olio in sospensione ed il loro galleggiamento, ottenendo di conseguenza una migliore separazione dell'olio stesso.
- Acque di prima pioggia: sarà prevista una rete di raccolta delle acque meteoriche dedicata alle strade ed ai piazzali asfaltati della Power Block, associata ad un apposito sistema di disoleazione. Sarà a questo scopo prevista una vasca di raccolta in grado di contenere le acque di prima pioggia da cui il refluo sarà trasferito al disoleatore. Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm, uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche.
- Salamoie impianto di desalinizzazione: essendo presente un impianto pilota di desalinizzazione, lo stesso produrrà: acqua industriale, salamoie, acqua demineralizzata e sali. I sali e le salamoie saranno prelevati e trattati da ditte esterne, l'acqua industriale sarà inviata all'impianto di

demineralizzazione e l'acqua demineralizzata integrata nel ciclo termico.

A differenza dei desalinizzatori tradizionali, l'osmosi inversa non richiede l'impiego di prodotti chimici (acidi-alcali) e non genera conseguentemente acque inquinate di rifiuto che necessitino trattamenti depurativi o costi di smaltimento.

Tutti i reflui industriali di cui sopra, eccetto le salamoie derivanti dall'impianto di desalinizzazione, una volta raccolti nella vasca finale, saranno inviati al sistema di trattamento, che dovrà garantire i parametri imposti dalla sopra citata normativa regionale prima dello scarico nel corpo d'acqua superficiale più vicino o assegnato dall'ente competente.

Trattandosi di reflui "industriali", nella valutazione della richiesta di autorizzazione allo scarico che si inoltrerà all'ente competente (Comune di Villasor o di Decimoputzu) potrà essere coinvolta anche l'ARPAS.

- Acque meteoriche non contaminate: una volta riempita la vasca di prima pioggia, dimensionata per trattare i primi 5 mm di pioggia di ogni evento piovoso, le acque meteoriche saranno automaticamente deviate verso le canalizzazioni di raccolta delle acque pluviali, a cui sono anche conferite tutte le acque meteoriche provenienti dal campo solare e dalle aree del Power Block in cui non si prevede la presenza di olio.
- Acqua demineralizzata lavaggio specchi: l'acqua demineralizzata prodotta dall'impianto a partire dall'acqua industriale verrà in parte utilizzata per la pulizia degli specchi del campo solare. Nonostante l'ipotesi di utilizzo dell'innovativa tecnica della "micronebulizzazione a getto orientato ad alta pressione (200 bar)" della tedesca VOITH GMBH, che prevede l'impiego di soli 6 litri di acqua demineralizzata per ogni singolo modulo di collettore (circa 12 metri di lunghezza) a lavaggio per un totale di circa 605 m^3/anno, si è considerato, cautelativamente, un consumo di 10.000 m^3/anno facendo riferimento agli attuali standard in uso.

  L'acqua utilizzata per i lavaggi non può essere considerata acqua contaminata e, percolando sulle superfici del campo solare, verrà smaltita attraverso la rete di drenaggio delle acque meteoriche.

Le acque non contaminate saranno scaricate in corpi idrici superficiali presenti nell'area circostante tramite la rete di drenaggio.

Il progetto preliminare della sistemazione idraulica dell'area, e quindi della rete di drenaggio da realizzare, è già stato inoltrato al consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale e al Genio Civile di Cagliari.

Figura 46: Esempio di evaporation pond in una centrale CSP

1.3.2.2.3. Tutela quantitativa della risorsa idrica

L'acqua necessaria per l'esercizio dell'impianto si divide in acqua potabile, correlata alla presenza di servizi igienico-sanitari, e acqua industriale per alimentare l'impianto di demineralizzazione.

L'acqua demineralizzata, a sua volta, è utilizzata come reintegro al ciclo termico e per il lavaggio degli specchi del campo solare.

Inoltre, essendo in progetto un impianto pilota di desalinizzazione completamente integrato al ciclo vapore della power block, saltuariamente sarà trasportata acqua di mare per il funzionamento dello stesso.

Nel 1999 Sandia National Laboratories ha condotto uno studio riguardante il consumo idrico totale di alcuni impianti CSP esistenti, attraverso il quale ha dimostrato, tra l'altro, che il consumo dell'acqua demineralizzata necessaria al funzionamento degli impianti è così tipicamente ripartito:

- Consumo per reintegro al ciclo termico: 70% del totale;
- Consumo per il lavaggio degli specchi costituenti il campo solare: 30% del

totale.

Il funzionamento degli apparati consistenti la Power-block prevede che l'acqua demineralizzata sia utilizzata prevalentemente per il reintegro di circuiti a vapore e in quantità minori per la preparazione dei prodotti per il condizionamento chimico minima e per la rigenerazione/pulizia del trattamento di demineralizzazione.

Secondo le stime di funzionamento dell'impianto in termini di ore nette, il quantitativo di 40.000 m^3/anno appare, allo stato attuale, più che sufficiente.

Per quanto riguarda il lavaggio degli specchi, con l'ipotesi di utilizzo dell'innovativa tecnica della "micronebulizzazione a getto orientato ad alta pressione (200 bar)" della tedesca VOITH GMBH, che prevede l'impiego di soli 6 litri di acqua demineralizzata per ogni singolo modulo di collettore (circa 12 metri di lunghezza) a lavaggio, il consumo necessario al lavaggio periodico del campo solare viene abbattuto drasticamente rispetto alle stime sopra riportate.

Infatti, i lavaggi previsti, secondo lo standard di settore, ammontano a n. 10 l'anno.

Considerando che il numero di moduli dei collettori in totale risulta essere di 10.080, per ogni singolo lavaggio dell'intero campo solare servono circa 60,5 m^3 di acqua, che in un anno diventano circa 605 m^3/anno, contro i 10.000 m^3/anno necessari secondo gli standard ormai in disuso.

Il consumo annuale di acqua industriale che si può prevedere in questa fase, considerando circa 4.100 h/anno equivalenti di esercizio, è stimato, in ogni caso, cautelativamente intorno ai 50.000 m^3/anno (40.000 + 10.000), la quantità di acqua totale necessaria sarà calcolata in una fase successiva.

Riguardo all'approvvigionamento di tale risorsa, si è proceduto ad inoltrare una richiesta di fornitura di acqua industriale sia all'Ente Acque della Sardegna (ENAS), che al Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale (CBSM), che hanno sottolineato l'impossibilità di poter garantire un servizio continuativo nel tempo durante l'anno a causa di fermi per manutenzioni o guasti.

In particolare, il Consorzio di Bonifica nella comunicazione prot. n. 007967 P del 02/08/2013, risposta alla richiesta inviatogli dalla scrivente per conto della proponente Flumini Mannu, conferma la propria preliminare disponibilità a concedere l'utenza extragricola, ma precisando alcune condizioni, fra cui la necessità da parte della proponente di individuare *"ulteriori fonti autonome di approvvigionamento (pozzi) e la costituzione di rilevanti scorte per far fronte ad eventuali interruzioni del*

servizio anche per periodi di 30/40 giorni consecutivi a causa di guasti e/o per preminenti esigenze di sostegno all'attività irrigua agricola".

A fronte di ciò si procederà all'installazione di vasche di stoccaggio o di un bacino di accumulo da utilizzare come riserva e/o all'esecuzione di pozzi come fonte autonoma d'emergenza.

La richiesta di fornitura di acqua industriale inoltrata riguarda un quantitativo di 150.000 m^3/anno.

Ciò poiché si è considerato che i trattamenti che tale risorsa dovrà subire al fine della demineralizzazione possono ridurre l'effluente fino ad un terza della quantità di acqua grezza in ingresso, a seconda della qualità della stessa.

Considerando le analisi dell'acqua visionate, si è stimato un consumo di circa 90.000 m^3/anno di acqua grezza.

E' interessante notare che il consumo stimato per la centrale è inferiore al fabbisogno irriguo annuale di un'area agricola della stessa estensione dell'impianto in esame.

In base al *Piano stralcio delle risorse idriche*, il fabbisogno irriguo annuale nella Sardegna Meridionale è di ca. 4.500 m^3/ha, al netto delle perdite di rete ed inefficienze di distribuzione e raggiunge i 6.300 m^3/ha includendo tali perdite.

Data l'estensione di circa 269 ettari dell'area d'impianto in esame, il fabbisogno idrico annuale di un'area agricola irrigua della medesima estensione risulterebbe di 269 x 4.500 = 1.210.500 m^3/anno, valore molto superiore (8-13 volte superiore) rispetto al fabbisogno della Centrale Solare in progetto, senza includere le perdite di rete.

A titolo di confronto, in base al *Piano Stralcio per l'utilizzazione delle risorse idriche della Sardegna* (PSURI) - 2006 il fabbisogno irriguo agricolo del solo bacino Sud Sardegna risulta di 250 Milioni di metri cubi per anno, comprendendo le sole aree agricole attrezzate, e di 300 Milioni di metri cubi, comprendendo le aree agricole potenziali.

Nel bacino d'interesse per l'opera in oggetto (sub-bacino 6 - Sud Sardegna) risulta complessivamente un fabbisogno dell'ordine dei 440 Milioni di metri cubi all'anno.

Di questi, circa 124 Milioni relativi ad utenze civili, circa 300 Milioni (compresi centri di domanda attrezzati e proposti) per usi irrigui e 16 Milioni di metri cubi a servizio di utenze industriali.

In conclusione il fabbisogno dell'impianto in oggetto (stima di 90.000 m^3/anno) risulta

pari a circa lo 0,02% del fabbisogno complessivo del bacino nell'orizzonte temporale di pianificazione; allo 0,03% del fabbisogno irriguo e allo 0,6% del fabbisogno industriale netto.

Considerando le ipotesi di attività post-operam, descritte nella relazione agronomica allegata, il consumo idrico sale drasticamente.

Si precisa che tali attività non sono da considerare parte del progetto, ma possibilità di sviluppo del settore agricolo integrato a quello della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Nei primi due scenari proposti, la risorsa acqua calcolata, da utilizzare a scopi irrigui, al fine di mantenere un prato pascolo come nelle condizioni attuali o uno di tipo migliore a livello di specie erbacee, risulta almeno 6 volte superiore a quella necessaria per la sola centrale.

Si ricorda che le attività di prato-pascolo ipotizzate sono volte a garantire il proseguimento e/o il miglioramento della vocazione agricola dell'area, che allo stato attuale non permette coltivazioni di pregio né tantomeno la capacità di sostenere un buon carico di capi di bestiame per ettaro (minore di 10 capi di ovini per ettaro, ovvero 1,5 bovini).

I due scenari individuati dagli agronomi vedono per uno il mantenimento delle attività già svolte in sito (prato pascolo e pascolo ovino) con un consumo di acqua di circa 540.000 m^3/anno, con un lieve miglioramento della situazione attuale, per l'altro un consumo della risorsa idrica quasi doppio.

Infatti, con circa 1.050.000 m^3/anno di acqua si potrebbe pensare di coltivare un mix di specie vegetali vendibili come foraggio e allo stesso tempo idoneo anche per l'avifauna selvatica.

Il terzo scenario ipotizzato riduce l'attività migliorativa proposta nello "Scenario 2" alle zone libere interne all'area d'impianto di grandi dimensioni (Figura 47).

Tale ipotesi può essere considerata un compromesso per il proseguimento dell'attività vocativa del sito e un minor consumo della risorsa idrica.

Infatti, le zone individuate ammontano ad una superficie totale di circa 27 ettari, escludendo i piccoli gruppi di alberi componenti i boschetti delle opere di mitigazione.

Seguendo la logica di calcolo della relazione anzidetta, il quantitativo di acqua ammonterebbe a circa 160.000 m^3/anno.

Questa quantità, molto inferiore a quelle sopra riportate, potrebbe rendere l'ipotesi la più realistica fra quelle riportate, soprattutto in considerazione del risparmio di risorsa idrica.

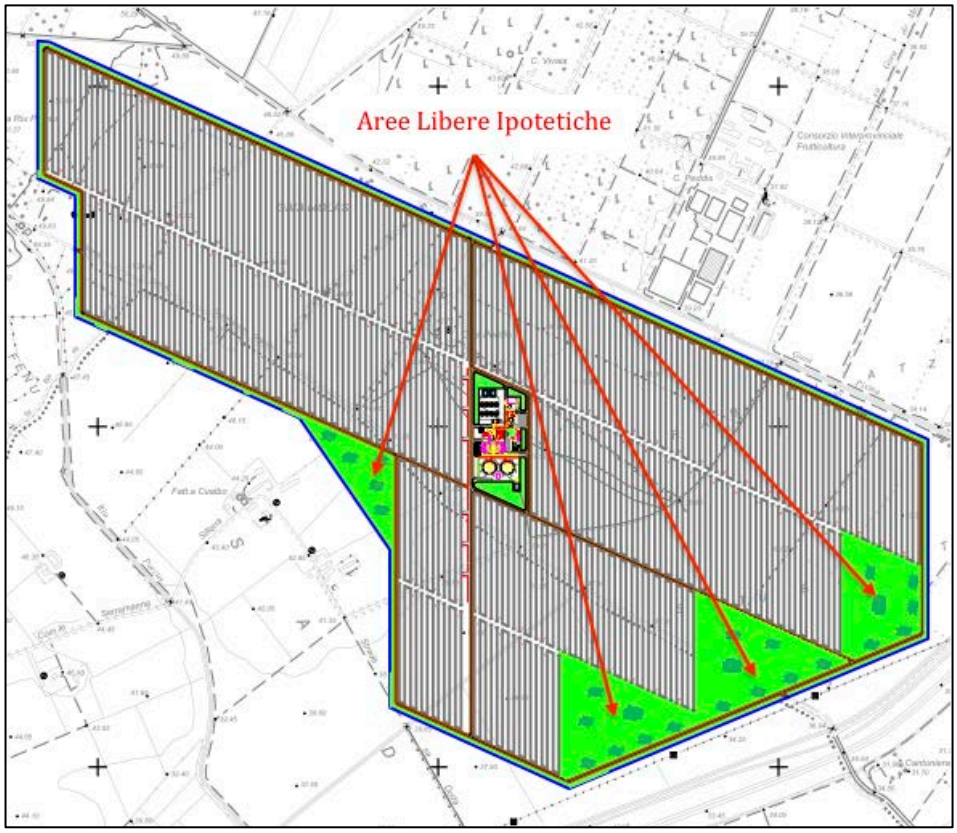


Figura 47: Alternativa attività post-operam: aree ipotetiche utilizzabili

Per maggiori dettagli si rimanda alla "Relazione Agronomica" allegata, predisposta dai due agronomi Dott. Vincenzo Sechi e Dott. Vincenzo Satta.

Si ricorda che tale acqua potrà essere richiesta come fornitura agricola, non industriale come quella per l'impianto.

La scelta finale, come spiegato e ribadito dagli agronomi, dipenderà dalla quantità di acqua a disposizione.

1.3.2.2.4. Fase di cantiere

Si può riassumere quanto esposto affermando che i prelievi idrici in fase di cantiere sono ricollegabili essenzialmente agli usi civili e all'umidificazione del terreno.

Per quanto riguarda gli usi civili si dovrà richiedere un allaccio alla rete acquedottistica o munirsi di cisterne o autobotti da collocare in sito.

Considerando un picco di operai presenti contemporaneamente in cantiere pari a n. 200 ed un consumo di acqua pro capite di circa 50 l/giorno, il quantitativo di acqua per usi civili si aggirerebbe intorno ai 10 m^3/giorno.

Gli scarichi saranno effettuati sui corpi idrici o direttamente sul suolo previo trattamento tramite fosse Imhoff.

Per quanto riguarda l'acqua per le attività di cantiere (bagnatura piste, attività varie…) si può ipotizzare una quantità di circa 10-15 m^3/giorno.

In questo caso è possibile utilizzare sia la fornitura industriale sopradetta, sia i corpi idrici superficiali limitrofi.

Visti i modesti quantitativi e la "temporaneità" della fase di cantiere si può considerare l'impatto trascurabile.

1.3.2.2.5. Fase di esercizio

I prelievi idrici in fase di esercizio sono ricollegabili ai consumi per usi civili, per usi industriali ed all'acqua marina per l'esercizio dell'impianto pilota di desalinizzazione.

Per gli usi civili, ipotizzando la presenza giornaliera di 70 operai ed un consumo pro capite di 50 l/giorno, il consumo di risorsa ammonterebbe a circa 3,5 m^3/giorno.

La stessa quantità andrebbe a trasformarsi in scarichi.

Come per la fase di cantiere, l'approvvigionamento può essere ipotizzato attraverso un allaccio alla rete acquedottistica locale o tramite autobotti/cisterne.

Gli scarichi saranno trattati dal sistema di trattamento da realizzare per la centrale.

L'acqua industriale per la centrale, stimata in circa 90.000 m^3/anno, sarà prelevata dalla fornitura del CBSM (richiesta di 150.000 m^3/anno considerando i trattamenti di demineralizzazione in caso di pessima qualità della risorsa grezza).

Per far fronte ad eventuali arresti dovuti a necessità primarie o a manutenzioni, sarà necessario creare una riserva attraverso vasche/bacini di stoccaggio e/o realizzare

pozzi da utilizzare come fornitura autonoma in caso di necessità.

Tutti i generi di scarichi saranno trattati come sopra descritto (capitolo 1.3.2.2.2) prima del rilascio nei corpi idrici indicati dagli enti competenti.

Per quanto riguarda l'acqua marina per alimentare l'impianto pilota di desalinizzazione, essa sarà trasportata tramite autobotti.

L'impianto, essendo un impianto pilota, sarà in funzione per n. 6 giorni/mese e per n. 6 ore/giorno (36 h/mese, 432 h/anno).

La portata di funzionamento è stata stabilita in 6,25 ton/h, quindi l'acqua marina necessaria risulta di circa 225 ton/mese.

L'impianto di desalinizzazione produrrà acqua industriale, da aggiungere alla fornitura richiesta, e salamoie, da trattare ulteriormente. Il trattamento delle salamoie produrrà acqua demineralizzata, da utilizzare nella centrale, e sali (salamoie molto concentrate) da smaltire tramite ditte esterne autorizzate.

Per quanto riguarda il consumo di risorsa idrica, la scelta di utilizzare un sistema di raffreddamento a secco rappresenta una mitigazione dell'impatto causato dalla centrale.

In generale, i sistemi di raffreddamento a secco consentono di risparmiare circa il 95% dell'acqua necessaria per le torri di raffreddamento convenzionali.

Anche per il lavaggio degli specchi si andranno ad adottare dei sistemi con tecniche innovative per il maggior risparmio possibile della risorsa acqua.

Per quanto riguarda, invece, il potenziale impatto sulla qualità dei corpi idrici, l'installazione di un sistema di trattamento che depuri i reflui portandoli agli standard imposti dalla normativa regionale non può essere considerato una mitigazione, ma un dovere nei confronti dell'ambiente in cui si vuole inserire l'opera.

Saranno posizionati pozzetti di controllo al fine di verificare il corretto funzionamento dei trattamenti e il raggiungimento di reflui di buona qualità.

1.3.3. SUOLO E SOTTOSUOLO

1.3.3.1. Descrizione e Caratterizzazione

1.3.3.1.1. Inquadramento Geologico

L'area in esame si colloca nell'ambito del vasto graben oligo-miocenico del Campidano, una depressione tettonica bordata ad est e ad ovest da una serie di faglie a direzione NNW-SSE di carattere regionale, che hanno prodotto, in relazione alla tettonica del rift Sardo, uno smembramento del basamento Paleozoico con l'abbassamento della fossa del Campidano rispetto ai rilievi laterali (Figura 48).

Questo bacino è stato riempito per circa 1.500 metri da sedimenti di ambiente prevalentemente marino e subordinatamente continentale, con età dall'Oligocene al Pliocene.

In discordanza, sul sottostante basamento Paleozoico poggiano depositi in maggioranza marini oligo-miocenici costituiti da arenarie, conglomerati, marne ed argille.

Sulle formazioni mioceniche, sempre in discordanza, poggiano depositi pliocenici, la Formazione di Samassi, di ambiente fluvio-deltizio, generati per intensi processi erosivi e conseguente rapido accumulo nelle zone orientali della fossa sarda.

Verso l'alto si passa quindi ai depositi continentali alluvionali terrazzati del Quaternario, costituiti da ghiaie e sabbie in matrice argillosa, deposte dal Flumini Mannu e dai suoi affluenti di destra, Torrente Leni e Rio Nou.

In riferimento all'analisi dei pozzi ISPRA (Figura 56), ed in particolare del pozzo più vicino all'area d'intervento, risulta che sono presenti depositi alluvionali costituiti:

- fino a circa 20 m di profondità da prevalenti ghiaie e sabbie;
- da 20 m a circa 90 m da prevalenti livelli di argille e ghiaie.

In dipendenza alla genesi del deposito, queste alluvioni sono costituite da lenti con spessore e con caratteristiche granulometrico-tessiturali e meccaniche variabili nello spazio, in relazione anche all'energia delle acque che le hanno messe in posto.

Nell'area in oggetto, in fase di progettazione esecutiva, saranno quindi eseguite indagini in situ (sondaggi geognostici e/o prove penetrometriche e/o prove di laboratorio), che permetteranno di definire la distribuzione nello spazio e le profondità di dette lenti e le loro caratteristiche granulometriche e meccaniche.

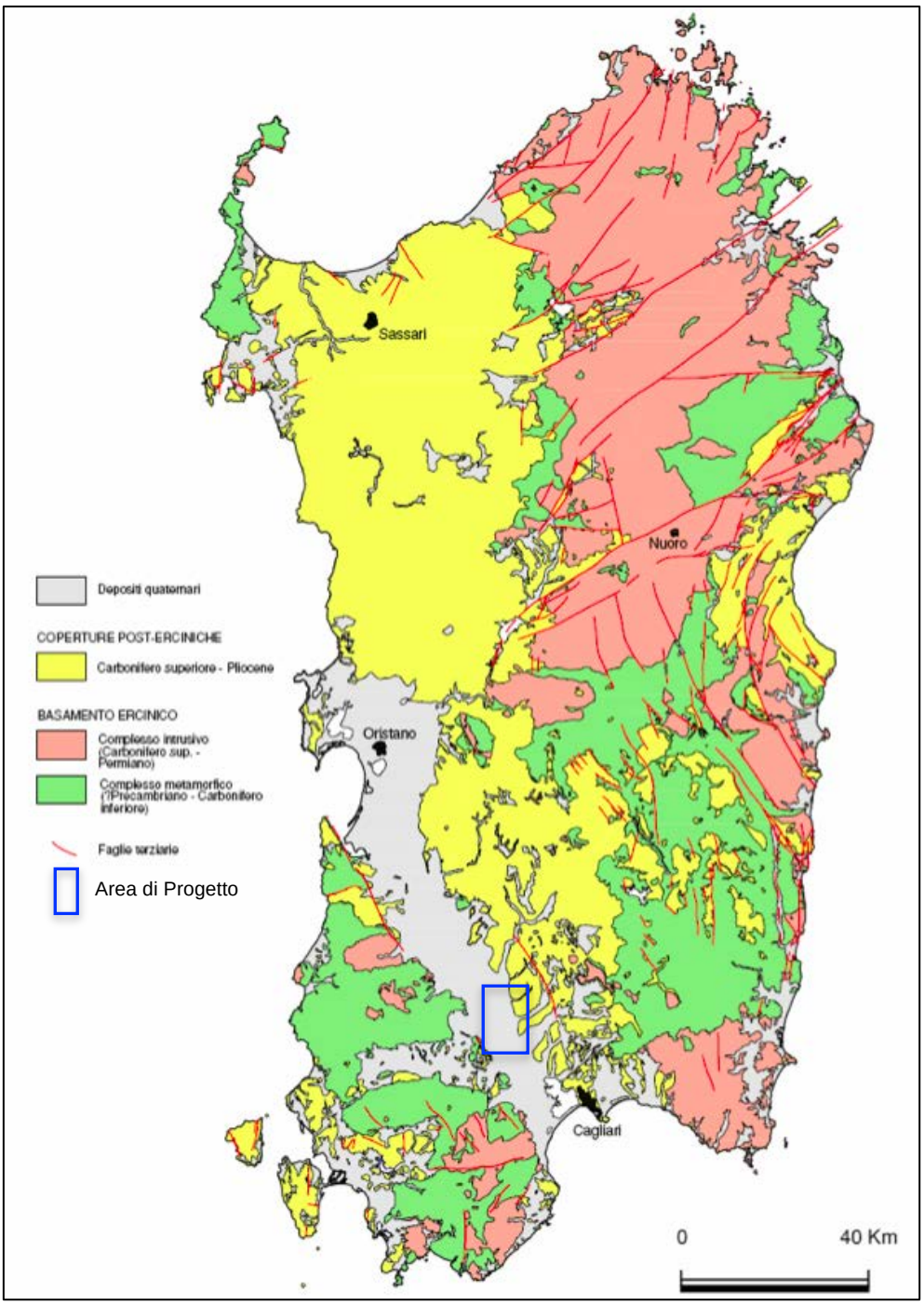


Figura 48: Principali complessi geologici della Sardegna

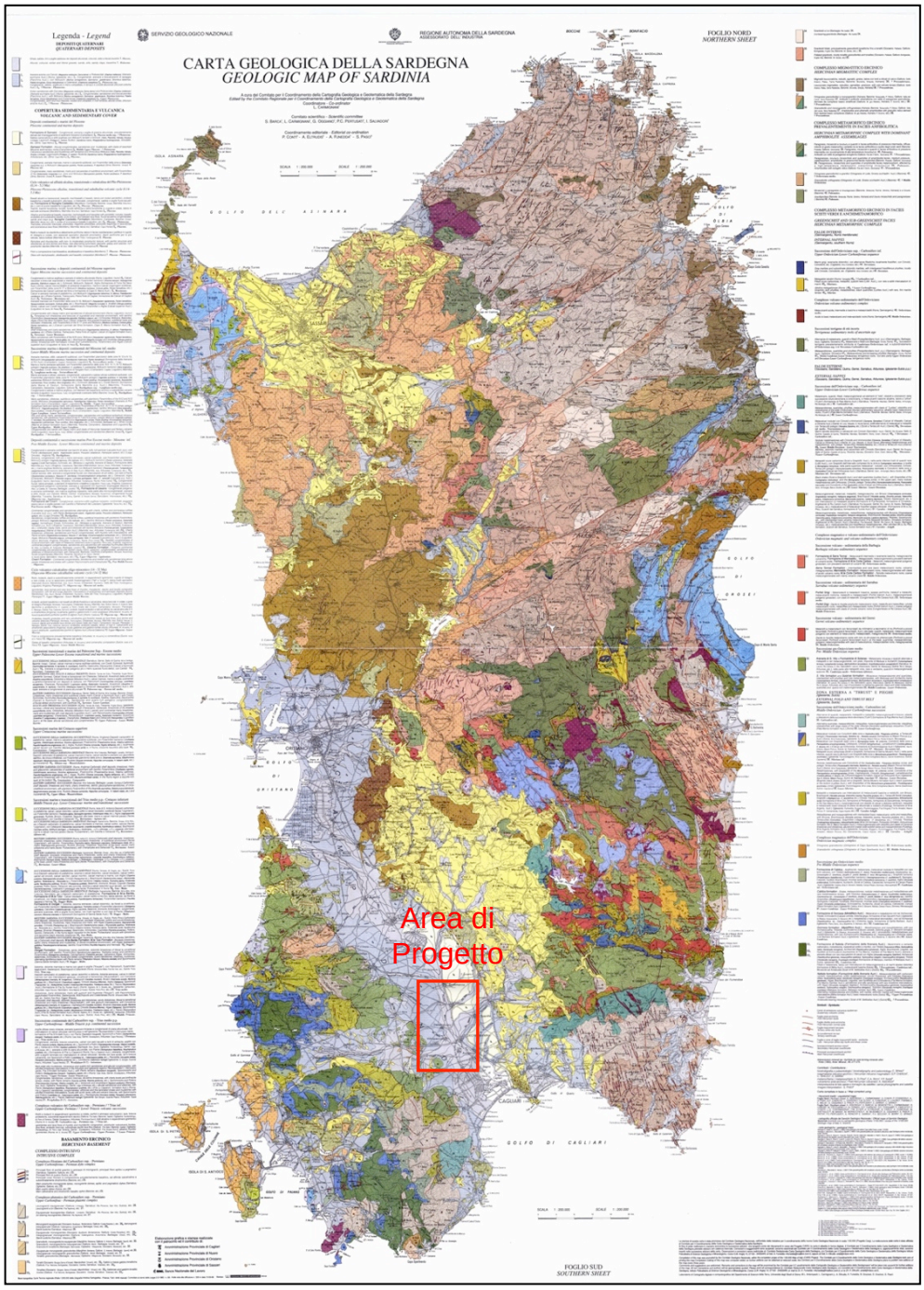


Figura 49: Carta Geologica Sardegna

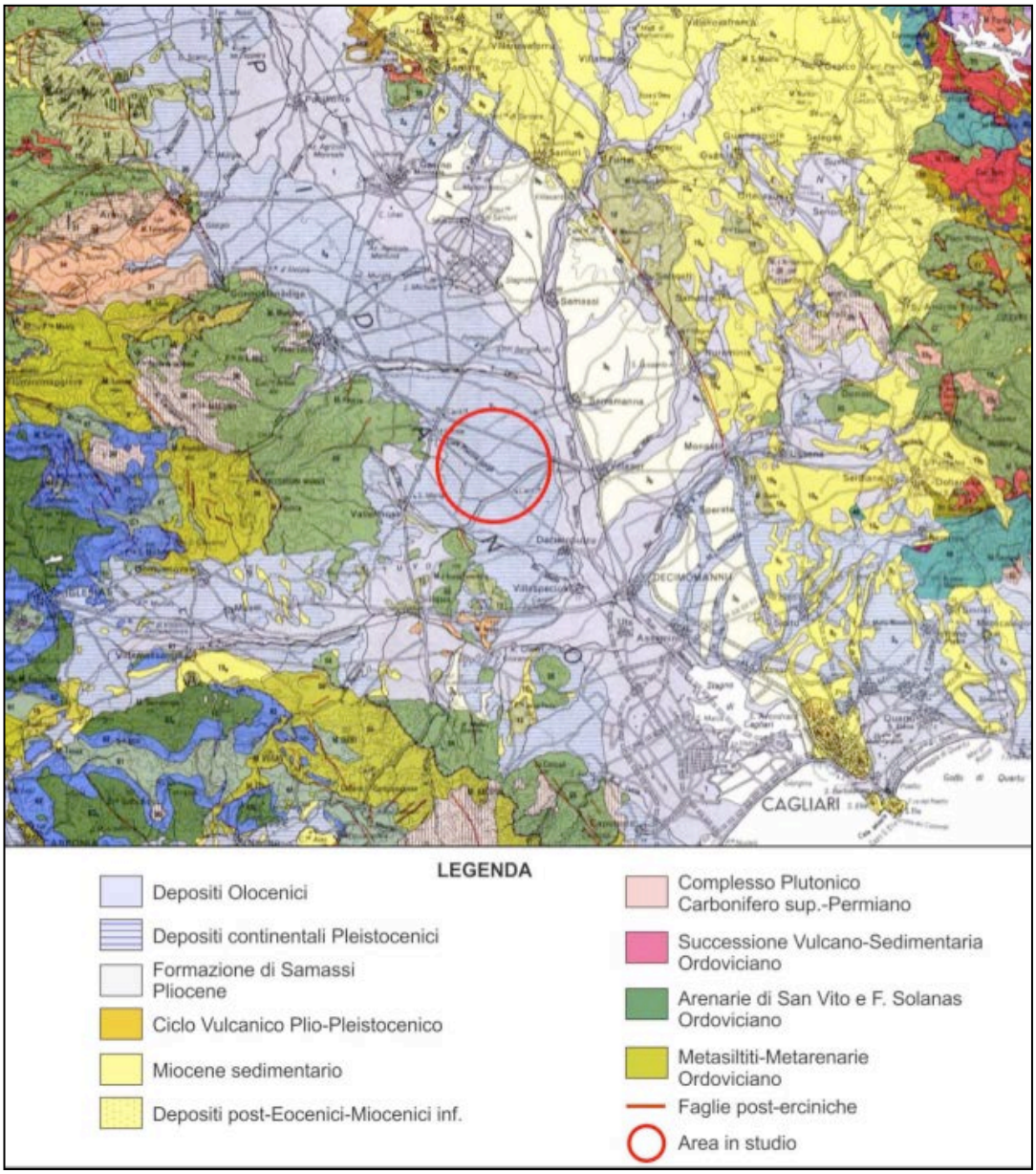


Figura 50: Inquadramento di dettaglio impianto su Carta Geologica

1.3.3.1.2. Inquadramento Geomorfologico

1. Dati morfometrici:

   L'intervento in oggetto è ubicato in una vasta area sub-pianeggiante, con quote comprese fra circa 33 m e 53 m s.l.m., nell'ambito della depressione campidanese, alla base dei rilievi collinari che costituiscono le propaggini del Monte Linas (1.236 m s.l.m.).

   La superficie topografica, debolmente pendente da nord-ovest verso sud-est, è regolare nello sviluppo ed interrotta solo localmente da deboli scarpate antropiche e da canali di bonifica affluenti del Flumini Mannu di Cagliari.

2. Dati morfogenetici:

   La forma dominante del sito è una piana alluvionale geneticamente da ricondursi al riempimento della fossa tettonica del Campidano avvenuto dall'Oligocene al Quaternario, in ambiente prevalentemente marino e subordinatamente continentale, riempimento costituito da circa 1.500 metri di sedimenti.

   Dalla pianura Campidanese verso est si passa gradualmente alle colline della Marmilla e della Trexenta, impostate sui depositi oligo-miocenici, ed ai rilievi del basamento paleozoico.

   Verso ovest, analogamente, si osserva un passaggio graduale ai rilievi collinari ed al massiccio del Monte Linas.

   In queste la presenza degli affioramenti del substrato oligo-miocenico e paleozoico, con diverse età, genesi e litologia e con diversa fratturazione, ha condizionato l'evoluzione morfologica del paesaggio.

   L'antropizzazione del sito, compiuta soprattutto nel dopoguerra e legata all'attività agricola, ha modificato la superficie topografica con la realizzazione di canalizzazioni e bonifiche effettuate con lo scopo di evitare ristagni d'acqua e impaludamenti frequenti, in particolar modo nella porzione più meridionale del sito d'intervento.

   Il Piano d'Assetto Idrogeologico non segnala nel sito in oggetto aree inondabili.

   In relazione all'andamento pianeggiante della superficie topografica nell'area

in oggetto, non sono presenti fenomeni franosi in atto, né quiescenti, in accordo agli esiti dello stesso Piano d'Assetto Idrogeologico (PAI).

1.3.3.1.3. Aspetti pedologici

L'area interessata dall'opera in progetto ricade all'interno dell'associazione dei Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs, che includono secondariamente dei Xerofluvents, Ochraqualfs.

Si è proceduto con l'esecuzione di una serie di trivellazioni superficiali, con l'ausilio della trivella pedologica, finché è stato possibile, per la presenza di suole di lavorazione e, soprattutto, per il regime idrico stagionale, che ha determinato una compattezza rilevante dei suoli per le argille che lo compongono.

Si è proceduto comunque all'esecuzione di due profili completi presenti utilizzando alcuni scavi all'uopo realizzati con mezzo meccanico.

I suoli presenti vengono inseriti all'interno dei Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs, che includono secondariamente dei Xerofluvents, Ochraqualfs.

In genere, questi suoli hanno una buona profondità, con tessitura che varia da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa per gli orizzonti superficiali, troppo spesso antropizzati, da franco-sabbioso-argillosa ad argillosa in profondità, e conseguente permeabilità differenziata.

Questo fatto determina, in base anche alla quantità e concentrazione delle precipitazioni, un'erodibilità che si può individuare come moderata, e solo localmente significativa.

La reazione varia da sub-acida ad acida ed i carbonati sono praticamente assenti. Questo comporta una capacità di scambio cationico da bassa a media e dei suoli anche desaturati.

Le limitazioni nell'uso più importanti di queste associazioni di suoli riguardano l'eccesso di scheletro, il drenaggio da lento a molto lento, o localmente eccessivo, e soprattutto una cattiva gestione della risorsa suolo (eccesso di carico pascolativo, errate lavorazioni) con pericolo di erosione che negli ultimi anni è stata crescente.

Il profilo tipo esaminato presenta una sequenza Ap-Bt1-Bt2-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, poveri di sostanza organica e con un elevato contenuto di salinità.

Nonostante l'abbondanza di scheletro, questi suoli presentano difetti più o meno rilevanti di drenaggio, che costituiscono una delle principali limitazioni all'uso agricolo.

La permeabilità è condizionata dall'illuviazione di materiali argilliformi, dalla cementazione e talvolta dall'eccesso di sodio nel complesso di scambio.

Nei casi di suolo più alterato e modificato dall'attività antropica si possono ritrovare dei profili apparentemente anomali che lasciano pensare a degli entisuoli.

In realtà, le lavorazioni sono state profonde, continue e ripetute senza sosta nel tempo, lasciando un suolo impoverito ed alterato.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla Relazione Pedologica allegata al progetto, redatta da un agronomo competente in materia.

1.3.3.1.4. Uso del suolo

L'area oggetto dell'intervento è un territorio classificato dalla carta dell'uso del suolo come "seminativi semplici e colture ortive a pieno campo", tuttavia da sopralluoghi in sito non si riscontrano coltivazioni in essere ed i terreni appaiono abbandonati o destinati solamente al pascolo di bovini ed ovini.

Figura 51: Esempio pascolo bovino presente all'interno dell'Area di Progetto

Figura 52: Particolare del suolo all'interno dell'Area di Progetto

Figura 53: Campi di frumento abbandonati ed invasi dalle piante infestanti all'interno dell'Area di Progetto

Il limite maggiore ad un uso agricolo proficuo di tali terreni è la scarsità del drenaggio.

Infatti, nell'area in esame si ritrovano gli aspetti del percorso di desertificazione indotto dall'attività antropica, con i segni del momentaneo abbandono delle colture cerealicole, di cui restano i segni rappresentati dalle piante infestanti (Figura 53 e Figura 54).

Analogamente a quanto accade per i cereali, si ha che l'erbaio ad *Avena sativa* non è quasi più riconoscibile per la presenza di specie infestanti.

Oltre a ciò, si riscontra che questi suoli hanno subito una serie di processi erosivi, determinati da un intenso, e talora scellerato, uso agricolo, che non si è curato minimamente di conservare le loro potenzialità e caratteristiche.

In particolare le lavorazioni superficiali sono state spesso attuate in condizioni di non giusta tempera dei suoli, in modo ripetuto e continuo, così da cercare di mettere a semina il terreno per il frumento; fallito questo tentativo, con un'ulteriore lavorazione, si è cercato di ottenere un substrato idoneo almeno per gli erbai di graminacee.

Questa sequenza di lavorazioni ha impoverito i suoli dei cementi organici agendo sulla loro struttura che, per i limiti di drenaggio anzidetti e per il calpestio e pedinamento degli animali al pascolo, si è disgregata polverizzandosi.
Questo insieme di fatti, da addurre all'azione antropica, ha determinato un'erosione della parte superiore dell'orizzonte antropico, mettendo in evidenza la pietrosità, altro fattore limitante la capacità d'uso di queste superfici.
L'azione negativa dell'uomo non si limita a questo, infatti le arature profonde, con il trasporto in superficie del materiale roccioso grossolano degli orizzonti prossimi alla roccia madre, ha generato l'accumulo di ciottoli e pietrisco che limitano ulteriormente la capacità di lavorazione di questi suoli.

1.3.3.1.5. Rischio di desertificazione

La presenza antropica in un territorio è da sempre causa dell'instaurarsi di processi di degrado a carico dello stesso.
Deve essere sottolineato che questi processi di degrado sono in parte dovuti al soddisfacimento di bisogni primari assolutamente irrinunciabili, quali per esempio coltivazioni, abitazioni sicure, igieniche e confortevoli.
Il livello di gravità e d'irreversibilità di questi processi è in funzione della pressione che l'uomo con le sue attività esercita sul territorio.
L'insieme di questi processi di degrado di origine antropica e di quelli derivanti dalle variazioni climatiche osservabili nelle regioni aride, subaride e secco subumide è stato definito dalla Conferenza di Rio del 1992 con il termine di *desertificazione*.
Il rischio di desertificazione interessa anche la Sardegna.
L'Isola è stata fatto oggetto, a partire dai primi anni 90, di uno studio, il progetto MEDALUS (MEditerranean DEsertification and Land USes) dell'Unione Europea.
Tra i diversi risultati del progetto MEDALUS vi è un modello, pubblicato nel 1999 da Kosmas e collaboratori, che permette di definire il *livello di vulnerabilità* (o di rischio) alla desertificazione.
Il modello, denominato *Environmentally Sensitive Areas* (ESAs) permette di determinare, sulla base di indicatori biofisici e socio-economici, le *aree critiche*, *fragili* e *potenziali* al rischio di desertificazione.
La valutazione del rischio si basa:

i. indice di qualità del suolo (*Soil Quality Index*, SQI),
ii. indice di qualità del clima (*Climate Quality Index*, CQI),
iii. indice di qualità della vegetazione, (*Vegetation Quality Index*, VQI),
iv. Indice di qualità della gestione (*Management Quality Index*, MQI).

Ciascun indice di qualità è ottenuto a partire da più indicatori.

A ciascun indicatore il modello attribuisce un *valore indice* in funzione della maggiore o minore influenza sui processi di degrado.

L'indice di *Sensibilità alla desertificazione* ESAi (*Environmentally Sensistive Area Index*) è ottenuto calcolando la media geometrica dei diversi indici di qualità:

$$ESAi = (SQI*CQI*VQI*MQI)^{1/4}$$

Il valore di ESAi consente di attribuire le singole aree alle diverse classi di rischio.

Valori ESAi	CLASSE	Sottoclasse	Caratteristiche
< 1.17	Non soggetta	N	Aree non soggette a rischio di desertificazione.
1,17 - 1,22	Potenziale	P	Aree a rischio di desertificazione qualora si verificassero condizioni climatiche estreme o drastici cambiamenti nell'uso del suolo.
1,23 - 1,26	Fragile	F1	Aree limite, in cui qualsiasi alterazione degli equilibri tra risorse ambientali e attività umane può portare alla progressiva desertificazione del territorio.
1,27 - 1,32		F2	
1,33 - 1,37		F3	
1,38 - 1,41	Critica	C1	Aree altamente degradate, caratterizzate da ingenti perdite di materiale e in cui i fenomeni di erosione sono evidenti.
1,42 - 1,53		C2	
> 1,53		C3	

Come si evince dalla successiva Figura 54, l'area d'impianto ricade in classe C2 per quanto riguarda la classificazione del rischio di desertificazione.

Ciò, come spiegato dagli agronomi, deriva dallo sfruttamento "selvaggio" dei terreni e dalle modificazioni apportate all'ambiente dall'uomo.

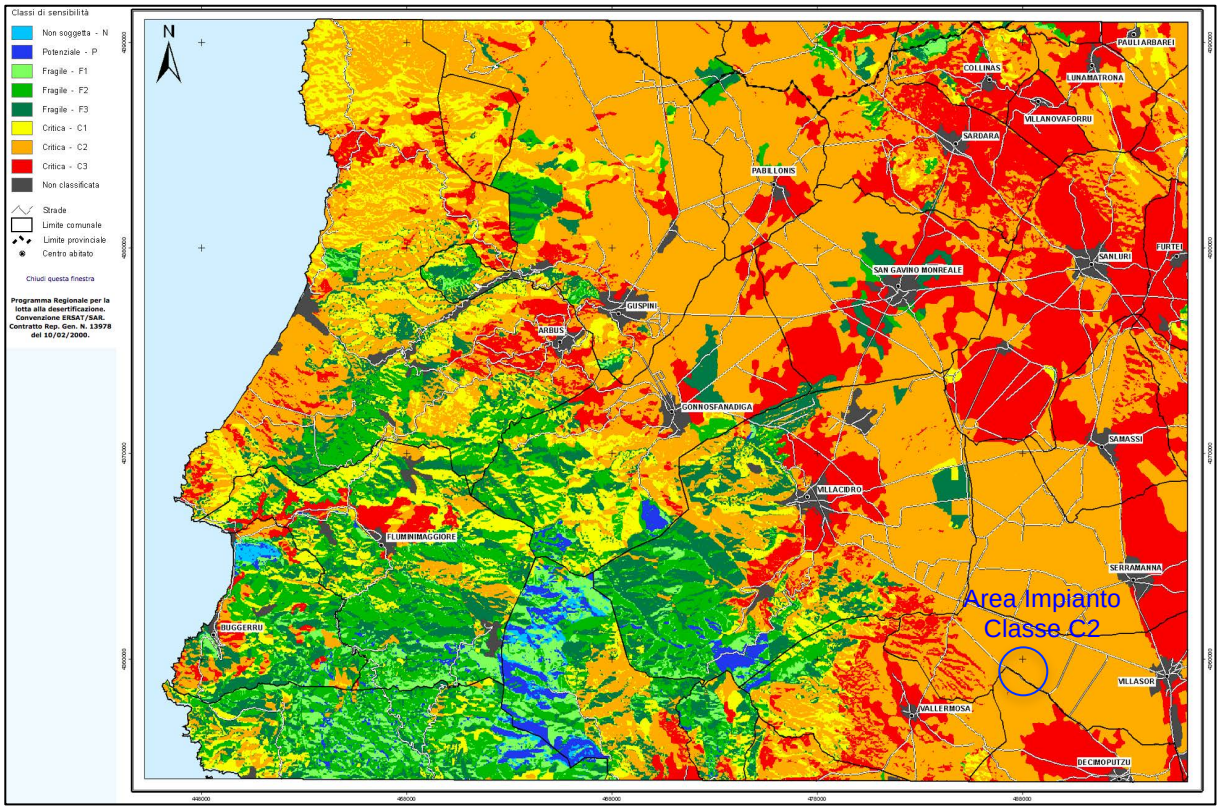


Figura 54: Classi di sensibilità alla desertificazione (ESAI) - Inquadramento zona impianto

1.3.3.1.6. Sismicità

Con l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, aggiornata al 16/01/2006 con le indicazioni delle regioni, venivano delegati gli enti locali ad effettuare la classificazione sismica di ogni singolo comune, in modo molto dettagliato, al fine di prevenire eventuali situazioni di danni a edifici e persone a seguito di un eventuale terremoto.

Secondo il provvedimento legislativo del 2003, i comuni italiani sono stati classificati in n. 4 categorie principali, in base al loro rischio sismico, calcolato in base al PGA (Peak Ground Acceleration, ovvero picco di accelerazione al suolo) e per frequenza ed intensità degli eventi.

- Zona 1: sismicità alta, PGA oltre 0,25*g*;
- Zona 2: sismicità media, PGA fra 0,15 e 0,25*g*;
- Zona 3: sismicità bassa, PGA fra 0,05 e 0,15*g*;
- Zona 4: sismicità molto bassa, PGA inferiore a 0,05*g*;

Tra esse la zona 1 è quella di pericolosità più elevata, potendosi verificare eventi molto forti, anche di tipo catastrofico.

A rischio risulta anche la zona 2, dove gli eventi sismici, seppur di intensità minore, possono creare gravissimi danni.

La zona 3 è caratterizzata da una bassa sismicità, che però in particolari contesti geologici può vedere amplificati i propri effetti.

Infine, la zona 4 è quella che nell'intero territorio nazionale presenta il minor rischio sismico, essendo possibili sporadiche scosse che possono creare danni con bassissima probabilità.

L'ultima legge in materia di sismicità è il D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) che ha introdotto una nuova metodologia per definire la pericolosità sismica di un sito e, conseguentemente, le azioni sismiche di progetto per le nuove costruzioni e per gli interventi sulle costruzioni esistenti.

Il territorio nazionale è stato suddiviso mediante una maglia di punti notevoli, al passo di 10 km, per ognuno dei quali sono noti i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta per i diversi stati limite di riferimento (tra i quali, la già citata PGA).

Mediante un procedimento di interpolazione tra i dati relativi ai quattro punti del reticolo più vicini al sito in esame, è possibile risalire alle caratteristiche spettrali specifiche del sito stesso, necessarie come dati di input per la progettazione strutturale.

Il metodo è stato valutato eccessivamente complesso per un fenomeno caratterizzato da un elevato grado di aleatorietà e sono state riscontrate incongruenze fra la vecchia classificazione e la nuova metodologia di calcolo.

In seguito alla nuova classificazione, tutto il territorio nazionale risulta a rischio sismico; in tutto il territorio nazionale vige quindi l'obbligo di progettare le nuove costruzioni e intervenire sulle esistenti con il metodo di calcolo semiprobabilistico agli stati limite e tenendo conto dell'azione sismica.

La sismicità della regione Sardegna è da considerarsi molto bassa.

In normativa è riportata una tabella con dei valori validi per tutto il territorio sardo, da utilizzare per il calcolo delle forze da utilizzare nella progettazione delle opere.

TABELLA 2: Valori di a_g, F_O, T_C^* per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri.

	T_R=30			T_R=50			T_R=72			T_R=101			T_R=140			T_R=201			T_R=475			T_R=975			T_R=2475		
Isole	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Figura 55: Valori coefficienti sismici territorio Sardegna La sismicità della regione.

1.3.3.1.7. Idrogeologia dell'immediato sottosuolo

Riguardo all'idrogeologia, allo stato attuale si hanno a disposizione dati derivanti dall'analisi dello stesso pozzo ISPRA (Figura 56) considerato per l'analisi della geologia del sito.

Da questi dati, relativamente alle profondità investigate, risulta la presenza di più falde idriche, nello specifico:

- *da 12 a 15 metri di profondità;*
- *da 17,6 a 20 metri di profondità;*
- *da 46 a 53 metri di profondità;*
- *da 82 a 87 metri di profondità.*

Si tratta di una falda multistrato con manifestazioni idriche contenute nei livelli maggiormente permeabili delle ghiaie ed appartenente, così come denominato nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Sardegna, all'Acquifero detritico-alluvionale Plio-Quaternario del Campidano.

Nel complesso queste ghiaie sono caratterizzate da permeabilità variabile, sia verticalmente che orizzontalmente, per la presenza di orizzonti limoso-argillosi intercalati, per variazioni granulometriche, tessiturali e in spessore all'interno delle ghiaie sabbiose stesse.

Nonostante ciò la permeabilità è tendenzialmente medio-alta con contatto idraulico tra i vari corpi ghiaiosi e con caratteristiche complessive di monostrato.

I pozzi presenti nelle vicinanze del sito e realizzati a scopo irriguo, sono tutti produttivi con portate di esercizio che variano da 1-2 litri/secondo a 10-15 litri/secondo.

In fase esecutiva verranno eseguite indagini per verificare la presenza di queste falde idriche e monitorare le stesse nel tempo.

Ciò con lo scopo di indirizzare la progettazione delle opere fondali, di pianificare le eventuali tecniche di abbattimento temporaneo della falda stessa nella fase di cantiere e di utilizzare tecnologie volte ad un razionale utilizzo ed a una salvaguardia qualitativa della risorsa idrica.

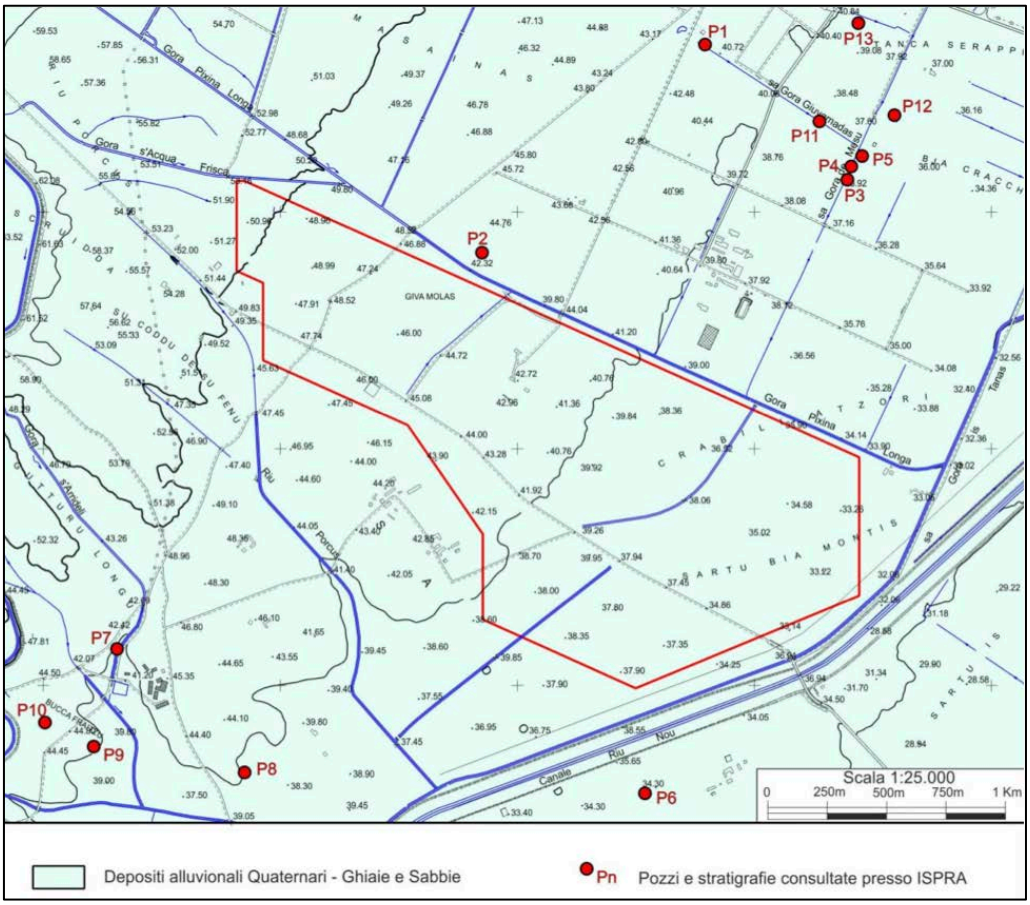


Figura 56: Inquadramento pozzi ISPRA

1.3.3.1.8. Stato di qualità ambientale delle acque sotterranee

Il monitoraggio delle acque sotterranee ha avuto inizio nell'ambito delle attività per la redazione del Piano di Tutela delle Acque nell'anno 2003 ed è stato articolato in una fase conoscitiva iniziale ed una fase di monitoraggio a regime.

Nella fase conoscitiva iniziale a seguito dell'individuazione gli acquiferi significativi dei centri di pericolo è stata progettata una preliminare rete costituita da 186 punti.

Nella fase a regime, iniziata nel 2° semestre 2003, è stata individuata una rete di 63 punti d'acqua scelti tra i più rappresentativi tra quelli monitorati nella fase conoscitiva, che costituiscono la rete di monitoraggio regionale.

Per ogni acquifero significativo, sono state individuate da 1 a 3 stazioni di monitoraggio, a seconda della loro potenzialità e della loro vulnerabilità.

La rete di monitoraggio regionale è stata ampliata nel corso degli anni con l'aggiunta di nuovi punti d'acqua.

I 63 punti sono stati monitorati a partire dal 2° semestre 2003 fino al 1° semestre 2005.

A partire dal 2° semestre 2005 la rete è stata portata a 71 punti ed è stata monitorata fino al 2° semestre 2006.

Nel 2007 il monitoraggio non è stato effettuato.

Nel 2008 la rete è stata portata a 101 stazioni; il monitoraggio ha avuto cadenza semestrale.

Nonostante l'ampliamento, la rete di monitoraggio delle acque sotterranee è risultata insufficiente per una caratterizzazione rappresentativa dello stato quali/quantitativo; per tale ragione, nel 2007 è stata avviata un'attività che mira a superare le lacune conoscitive sulle acque sotterranee in termini di conoscenza delle caratteristiche idrogeologiche di dettaglio degli acquiferi individuati, e a definire una nuova rete di monitoraggio conforme ai criteri e requisiti indicati dalla Direttiva 2000/60/CE e dalle sue linee guida di attuazione.

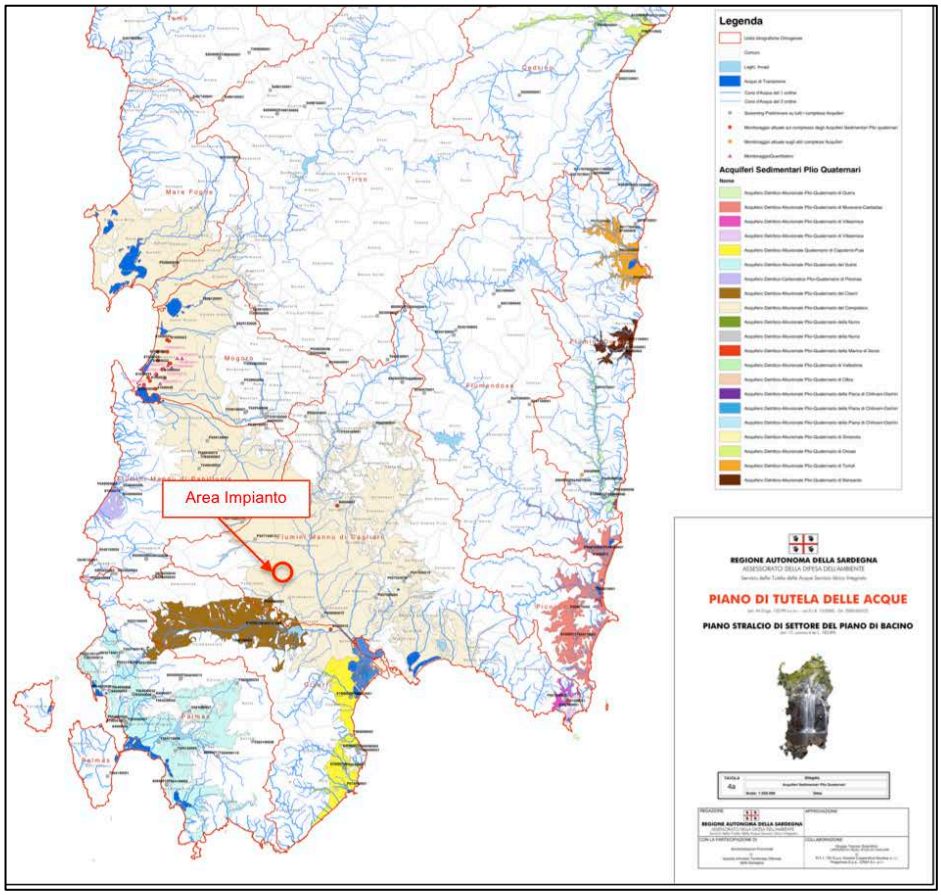


Figura 57: Inquadramento Area Impianto - Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario

Il progetto regionale avviato a tale scopo è stato finanziato sui fondi POR Sardegna 2000-2006 e ha avuto come oggetto la progettazione e realizzazione della "Rete di monitoraggio qualitativa e quantitativa delle acque sotterranee al fine della definizione dello stato ambientale dei corpi idrici significativi ai sensi del D. Lgs 152/06".

Il sistema di monitoraggio attivato con tale progetto dovrà fornire un quadro conoscitivo, a livello regionale, dello stato delle acque sotterranee partendo da una rete "……*concepita in modo da fornire una panoramica coerente e complessiva dello stato chimico delle acque sotterranee e da fornire dati di monitoraggio rappresenta*tivi" (c.3, art 4 Dir 2006/118/CE).

Dovrà tra l'altro consentire alla Regione Sardegna di acquisire gli elementi fondamentali per designare o escludere zone vulnerabili da nitrati o da prodotti fitosanitari e di individuare le metodologie per la valutazione delle tendenze significative e durature all'aumento delle concentrazioni di inquinanti e la determinazione dei punti di partenza per le inversioni di tendenza.

Le specifiche per il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei sono dettate dall'allegato 4 al D.Lgs. 30/2009, il monitoraggio si divide in quantitativo e chimico.

Attualmente, in attesa dei dati chimici e quantitativi del progetto citato e del monitoraggio conforme alla Direttiva 2000/60/CE, per la descrizione dello stato di qualità dei corpi idrici sotterranei, gli unici dati disponibili sono quelli relativi al monitoraggio effettuato nel periodo 2003-2008.

Il PTA non è giunto a individuare i corpi idrici sotterranei così come definiti dalla Direttiva 2000/60/CE.

La caratterizzazione e il monitoraggio sono stati applicati ai complessi acquiferi (come definiti dal PTA) e per ogni complesso acquifero è stato definito lo stato chimico e una prima valutazione dello stato quantitativo.

Per quanto riguarda la classificazione quantitativa degli acquiferi, l'assenza di serie storiche significative di dati di livello piezometrico di pozzi o di portate di sorgenti, nell'ambito del PTA, non ha consentito una rappresentativa classificazione quantitativa ai sensi del D.Lgs. 152/99 e s.m.i..

Sulla base delle definizioni relative allo stato quantitativo delle acque e delle conoscenze sui corpi idrici sotterranei, si è cercato di collocare gli acquiferi nelle

diverse classi quantitative.

Tenendo conto delle limitazioni suddette, il PTA ha effettuato la seguente valutazione della classe quantitativa dei complessi acquiferi, in attesa di dati sufficienti e affidabili.

Classe	Codice e nome del complesso acquifero
Classe A L''impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.	15-Acquifero Detritico-Carbonatico Plio-Quaternario di Piscinas; 20-Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche delle Baronie; 21-Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Monte Arci; 22-Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Giara di Gesturi; 25-Acquifero Detritico-Carbonatico Eocenico del Salto di Quirra; 26-Acquifero Detritico-Carbonatico Eocenico di Carbonia; 27-Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord-Occidentale; 28-Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche dell'Arcuentu; 29-Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Trexenta e della Marmilla; 33-Acquifero dei Carbonati Mesozoici del Monte Albo; 34-Acquifero dei Carbonati Mesozoici del Golfo di Orosei; 35-Acquifero dei Carbonati Mesozoici della Barbagia e del Sarcidano; 37-Acquifero dei Carbonati Cambriani del Sulcis-Iglesiente.
Classe B L''impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa sostenibile sul lungo periodo.	01-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Nurra; 02-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Marina di Sorso; 03-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Valledoria; 04-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Olbia; 05-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Piana di Chilivani-Oschiri; 06-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Siniscola; 07-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Orosei; 08-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Tortolì; 09-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Barisardo; 10-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Quirra; 12-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Villasimius; 16-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri; 18-Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Logudoro; 19-Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Sardegna Centro-Occidentale; 23-Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese; 24-Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Campidano Orientale; 31-Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche di Pula-Sarroch; 32-Acquifero dei Carbonati Mesozoici della Nurra; 36-Acquifero dei Carbonati Mesozoici del Golfo di Palmas.

Classe C Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziato da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti.	11-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Muravera-Castiadas; 13-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Capoterra-Pula; 14-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis; 17-Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano; 30-Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis.
Classe D Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.	

Tabella 4: Valutazione preliminare dello stato quantitativo effettuata nel PTA

La caratterizzazione dello stato chimico è affetta da un elevato grado d'incertezza a causa dell'inadeguatezza della rete di monitoraggio in termini di numero di punti di monitoraggio, della loro distribuzione spaziale e delle caratteristiche di alcuni di essi. In attesa di dati di monitoraggio acquisiti conformemente alla Direttiva 2000/60/CE, del D.Lgs 152/06 e del D.Lgs 30/09, per la caratterizzazione dello stato chimico dei complessi acquiferi della Sardegna si farà comunque riferimento ai dati pregressi del monitoraggio 2003-2008, ovvero lo stato chimico è determinato in relazione al sistema di classificazione previsto nel Piano di Tutela delle Acque.

Nell'ambito del PTA i corpi idrici sotterranei significativi sono stati classificati, dal punto di vista chimico, secondo quanto previsto nell'Allegato 1 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i.

La classificazione delle acque è stata effettuata servendosi dei parametri macrodescrittori.

L'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano risulta in classe 4: impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti.

Più in particolare, dai risultati delle analisi condotte sui singoli parametri di base

risulta che le cause dell'inquinamento dell'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano siano prevalentemente riconducibili ai nitrati.

Il territorio è, infatti, caratterizzato da una falda libera poco profonda e con scarse potenzialità, da un'agricoltura non intensiva, ma ben sviluppata, e dal pascolo di numerose greggi, alle quali sono probabilmente attribuibili gli alti valori in NO_3 riscontrati.

Certamente sarebbe necessario intensificare i punti di prelievo e le analisi per caratterizzare meglio il fenomeno.

1.3.3.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione

I potenziali impatti su suolo e sottosuolo derivanti dall'installazione ed esercizio della Centrale Solare Termodinamica sono i seguenti:

a) Occupazione del suolo
b) Sversamenti accidentali di sostanze chimiche sul suolo o nel sottosuolo.

1.3.3.2.1. Occupazione del Suolo

Data la notevole estensione dell'impianto in progetto (circa 269 ha) l'occupazione di suolo risulta essere particolarmente rilevante e non mitigabile, se non a livello di impatto visivo e utilizzo delle aree d'impianto libere per altri scopi (i.e. agricolo-pastorali, ricreativi…).

Tuttavia va osservato quanto segue.

Gli interventi avranno luogo su un'area classificata come agricola, ma su suoli soggetti a rilevanti limitazioni dal punto di vista agricolo.

Infatti, come meglio descritto nella relazione pedologica, questi suoli hanno subito negli anni un impoverimento dei cementi organici che, unito al calpestio degli animali da pascolo, ha determinato la disgregazione e l'erosione della parte superficiale, mettendo in evidenza la pietrosità di questi suoli.

Inoltre, nel sito in esame si riscontrano i segni di un percorso di desertificazione in atto, dovuto sia ad uno sconsiderato uso antropico che alla siccità che caratterizza tutta l'area.

Ciò che è importante notare è che i 269 ettari non saranno interamente occupati, né tantomeno impermeabilizzati.

Infatti, solamente il 31,7% circa della superficie racchiusa nel perimetro della recinzione (area lorda) viene effettivamente "coperta" dai collettori e dalla power-block; la restante parte è dedicata principalmente a spazi vuoti e corridoi fra le diverse file di moduli, a viabilità di collegamento non asfaltata e ad infrastrutture accessorie.

L'area netta è intesa come proiezione a terra della superficie dei collettori unita all'area occupata dalla Power-block per complessivi 851.500 m^2 circa.

I collettori solari ruotano rispetto al terreno nel corso della giornata; l'altezza libera fra piano campagna e collettori varia fra circa 30 cm e 2,8 m.

Fra due file parallele resta una fascia di terreno ampia circa 9,6 metri, mentre la larghezza della fascia coperta da ogni collettore è variabile a seconda di come è ruotato lo stesso e va dai 4m (posizione di defocus) ai 6,9m (posizione centrale).

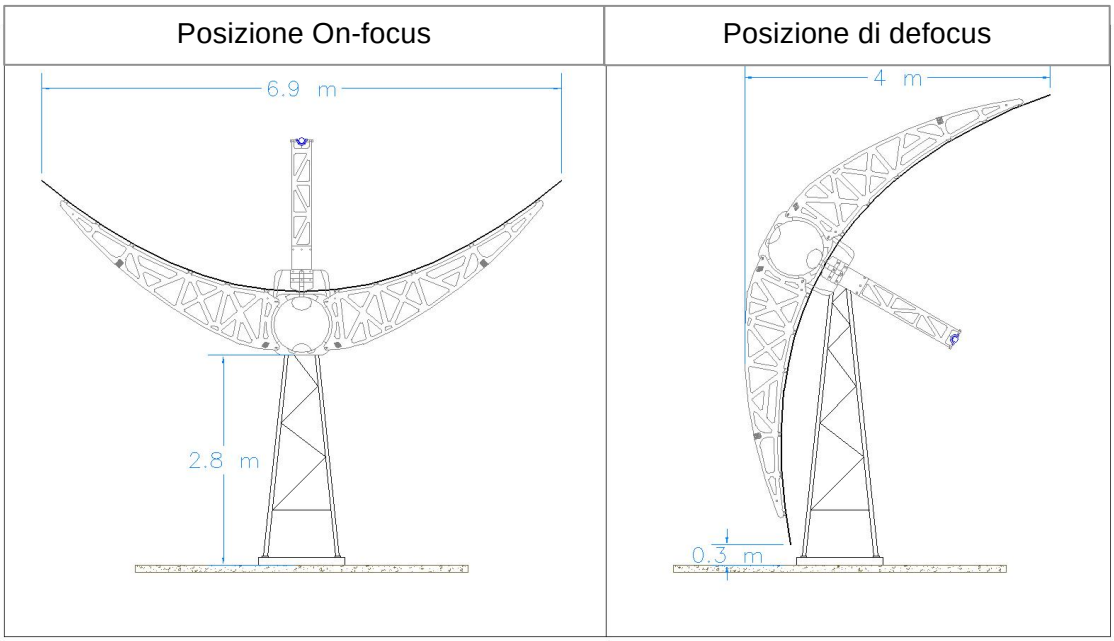


Figura 58: Posizioni del collettore – posizione on-focus e di defocus

Ne consegue che, sotto il profilo della permeabilità, la grandissima parte della superficie asservita all'impianto non prevede alcun tipo di ostacolo all'infiltrazione delle acque meteoriche, né alcun intervento d'impermeabilizzazione e/o modifica irreversibile del profilo dei suoli.

Le superfici coperte dal campo solare risultano, infatti, del tutto permeabili, e l'altezza libera al di sotto dei collettori consente una normale circolazione idrica e la totale aerazione.

Anche sotto il profilo agronomico, in generale, la realizzazione dell'impianto si traduce nel ritiro temporaneo della superficie di terreno dal ciclo produttivo, ovvero, per il periodo di vita utile dell'impianto solare non verranno distribuiti eventuali concimi e fitofarmaci; non v'è motivo di ritenere che questa sospensione delle attività colturali e delle lavorazioni, o delle attività di pascolo che pure ha contribuito al degrado di questi terreni, si traduca in una menomazione delle caratteristiche agronomiche e della capacità produttiva dei suoli agrari, che anzi potrebbero

addirittura trarre giovamento da un prolungato periodo di riposo.

In più, se si considerano i due scenari ipotizzati nella relazione agronomica o l'alternativa del solo utilizzo delle ampie aree libere interne all'impianto, se fosse reperita la quantità di acqua necessaria, le attività post-operam continuerebbero a mantenere la vocazione agro-pastorale dell'area.

Se si volesse fare un confronto tra l'occupazione di suolo tra diverse tecnologie di produzione energetica da fonte solare, si scoprirebbe che il solare termodinamico (CSP) ne uscirebbe avvantaggiato.

Ad esempio, un impianto fotovoltaico (FV) a terra progettato per una potenza di picco pari a 1 MW si estende su circa 2,3 ha; la superficie può essere compattata riducendo la distanza fra le file di moduli, riducendo però l'efficienza dell'impianto a causa del maggiore ombreggiamento.

Si può cioè arrivare fino a rapporti dell'ordine di 1 MW/ha; nondimeno 2,3 ha/MW rappresentano una dimensione sufficientemente rappresentativa.

L'impianto solare CSP in oggetto, invece, della potenza netta di 50 MWe e 15 ore di accumulo, si estende su un'area lorda di 269 ha.

In ogni modo, il dato da considerare nel confronto tra le due tecnologie non è la potenza dell'impianto bensì l'energia prodotta in un anno in termini di MWh.

Infatti, un impianto FV è in grado di lavorare solo durante il giorno e non sempre lavora a massima potenza; indicativamente per la Sardegna si possono stimare 1.500 h/anno di funzionamento, mentre l'impianto termodinamico con sistema di accumulo è in grado di immagazzinare l'energia termica e utilizzarla anche durante le ore notturne o di scarsa insolazione.

Pertanto quest'ultimo lavora per molte più ore in un anno e per l'impianto "Flumini Mannu" è stato stimato che le ore equivalenti di funzionamento siano 4.100 h/anno.

A parità di energia prodotta in un anno dall'impianto CSP "Flumini Mannu", un impianto FV dovrebbe avere la potenza di 137 MWp ed occupare un'area lorda superiore di circa il 17% (quasi 315 ettari).

	Energia prodotta [MWh/anno]	Ore funzionamento [h/anno]	Potenza [MW]	Area lorda occupata [ha]
CSP	205.000	4.100	50	***269***
FV	205.000	1.500	137	***315***

Tabella 5: Confronto CSP-FV a parità di energia prodotta in un anno

Si rammenta, infine, che l'impianto solare CSP in progetto si configura come un impianto a fonte rinnovabile rimovibile, che sarà dismesso al termine del suo ciclo di vita, stimato in circa 30 anni.

Pertanto non si può considerare il consumo di suolo degli impianti FER come se si trattasse d'interventi edilizi o infrastrutturali permanenti.

Come noto, infatti, gli impianti FER possono essere realizzati su terreni agricoli senza che questi cambino di destinazione d'uso.

Va pertanto sottolineata la profonda differenza che intercorre fra interventi facilmente smontabili ed asportabili, e dunque completamente reversibili, realizzati su terreni agricoli che non cambiano destinazione d'uso e che, dunque, tali rimangono a tutti gli effetti e i reali *driver* della cementificazione selvaggia: quegli interventi edilizi che, una volta realizzati su una superficie, ne determinano la irreversibile trasformazione, rendendo definitivamente indisponibili i suoli occupati ad altri possibili impieghi.

1.3.3.2.2. Sversamenti accidentali di sostanze chimiche su suolo e sottosuolo

I rischi di contaminazione del suolo e sottosuolo in fase di esercizio sono connessi al rilascio accidentale di liquidi (lubrificanti, reagenti…).

Le perdite che si dovessero verificare all'interno della Power Block non potranno arrivare a contaminare il suolo, in quanto i serbatoi saranno situati all'interno di adeguate aree di contenimento, pavimentate e munite di cordoli, collegate a vasche di raccolta interrate, dimensionate per trattenere il volume di liquido contenuto nel recipiente più grande installato in sito.

Per quanto riguarda i Sali fusi è previsto un bacino di contenimento opportunamente impermeabilizzato che conterrà i serbatoi di accumulo e, in più, alla base di ogni collettore solare ed in prossimità di ogni giunto e tubazione sarà posizionato, se

ritenuto necessario ed in accordo con i fornitori, un mezzo di contenimento che assumerà la forma di camicia, carter o vasca in base al punto di applicazione e sarà costruito in acciaio inox.

Il sale eventualmente fuoriuscito, quindi, a contatto con l'aria solidificherà nelle strutture di contenimento, da dove sarà prontamente rimosso per essere reimmesso nel ciclo produttivo e il potenziale guasto debitamente riparato.

Pertanto l'eventualità di contaminazione del sottosuolo legata al fatto che i sali solidificati siano abbandonati in agro e di li percolino nel sottosuolo a seguito delle precipitazioni è del tutto ipotetica.

Oltre all'adozione di pavimentazioni impermeabili e bacini di contenimento nelle aree a rischio ed in prossimità di tutte le condotte e dei potenziali 'leak-point' sono previste precauzioni di tipo sia impiantistico (camicie, carter e vasche) sia gestionale per la riduzione del rischio di rilasci accidentali.

Queste precauzioni comprendono l'adozione di cicli di manutenzione programmata e di standard di progettazione impiantistici tali da prevenire il rischio di rotture di apparecchi e tubazioni e di limitare l'entità dei rilasci.

Sarà predisposto un sistema di controllo dei flussi interni alle tubazioni dove transita il fluido termovettore, tale da avvertire e potenzialmente bloccare il fluire degli stessi in caso di un abbassamento anomalo di portata.

La tipologia delle sostanze utilizzate e le caratteristiche idrogeologiche del sito sono tali da non evidenziare un contesto di pericolo significativo per la componente suolo e sottosuolo.

1.3.4. VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

1.3.4.1. Descrizione e Caratterizzazione

1.3.4.1.1. Vegetazione

La zona interessata dall'intervento è un'area profondamente segnata dall'attività antropica nelle forme, nelle utilizzazioni dei terreni, nella presenza di specie esotiche anche invasive, nel degrado determinato dall'abbandono colturale e culturale (vedasi anche capitolo 1.3.3.1.5 "Rischio di desertificazione").

La vegetazione è possibile riscontrarla lungo i canali d'irrigazione, i vasconi per l'irrigazione, i rimboschimenti ad Eucaliptus, nei frangivento a cipresso argentato, nei bordo strada e nelle cunette, nonché, e forse è la più vicina alle condizioni di spontaneità, la vegetazione dei pascoli e dei prati sfalciati.

L'inquadramento didattico e didascalico presente nella Carta della Vegetazione della Sardegna (Bacchetta et. al., 2007) appare in realtà come il frammento di uno stato così lontano dalla realtà da poter essere riconosciuto solo nell'area vasta, in pochi frammenti di vegetazione forestale spontanea, e in qualche forma di degradazione nelle aree marginali (capezzagne e tare produttive in genere).

Quando presenti, le formazioni vegetali sono da ricondurre alla Serie Sarda Termo-mesomediterranea della Sughera, ovvero nel *Galio scabri - Quercetum suberis*, serie arida, dove la sughera (*Q. suber*) determina la struttura fisionomica dell'associazione, mentre il *Galium scabrum* rappresenta la specie che accompagna, con significativa presenza, e caratterizza statisticamente l'associazione.

L'altra componente rilevante è data dalla forte presenza di graminacee nel corteggio floristico.

Sono mesoboschi, che in caso di pascolamento tendono a diradarsi consentendo lo sviluppo delle serie xeriche a leccio (*Q. ilex),* ginepro rosso *(J.oxicedrus* subsp*. oxicedrus).*

La fase di macchia è determinata da due aspetti, quello maggiormente xerico con viburno tino (*Viburnum tinus)*, mentre quello più umido è segnato dalla presenza di corbezzolo ed erica.

Nell'area d'intervento è riconoscibile una quantità limitata di ambienti ai quali corrisponde una propria vegetazione.

Sono ambienti artificiali, derivati dall'attività antropica, nei quali le specie xerofitiche e alinotolleranti si sono ben adattate.

L'ambiente più esteso è quello dei pascoli o erbai, o periodicamente campi di cereali, che dal punto di vista paesaggistico corrisponde all'elemento di maggior importanza.

Questi sono delimitati da frangivento, per lo più di Eucaliptus, oppure cipressi (*Cupressus arizonica)* o raramente con altre specie, come olivo, pittosporo, o semplicemente per delimitare il confine del pascolo fico d'India (*Opuntia ficus-indica)*.

I campi presentano dei piccoli bacini artificiali dove è presente una tipica vegetazione algale, mentre i canali artificiali presentano un mosaico di specie.

L'ultimo ambiente è quello dei centri aziendali.

1.3.4.1.2. Flora

L'area di ubicazione dell'intervento appartiene a luoghi che sono quello che resta del paesaggio planiziale originario, con isolati segni relitti di formazioni forestali, spesso limitati a singoli alberi pressoché isolati, talora ridotti a cespugli o alberelli.

Quando in formazione rilevabile (quindi descrivibile), sono da ricondurre nella Serie Sarda Termo–mesomediterranea della Sughera, ovvero nel *Galio scabri-Quercetum suberis*.

Dal punto di vista botanico l'area in passato non è stata oggetto di studi ed osservazioni puntuali, se non limitati ad alcune specifiche parti o qualche specie.

La monotonia di questi luoghi è spesso abbinata alla monocoltura presente: frumento e pascolo.

Pertanto si è resa necessaria la realizzazione di uno studio ex novo, in particolare della flora di cui si avevano poche e frammentarie indicazioni.

La raccolta delle specie è stata effettuata dal mese di aprile al mese di giugno 2013 così da poter avere il maggior numero di specie ed evidenziare la presenza di entità endemiche e di interesse fitogeografico e di valutare localmente la loro consistenza in termini di popolazione.

I risultati di tale indagine sono riportati nel paragrafo successivo.

Elenco delle specie floristiche osservate

FAMIGLIA	SPECIE	NOME ITALIANO	Habitat	Importanza
Equisetaceae	*Equisetum arvense* L.	Equiseto dei campi	Corsi d'acqua	Comune
	Equisetum telmateja Ehrh.	Equiseto massimo	Corsi d'acqua	Comune
Adiantaceae	*Adiantum capillus-veneris* L.	Capelvenere comune	Edifici abbandonati	Frequente
Polypodiaceae	*Polypodium australe* Feè	Polipodio meridionale	Muri, rupi, abitazioni abbandonate	Comune
Pinaceae	*Pinu halepensis* L.	Pino d'Aleppo	Rimboschimenti	Comune
	Pinus pinaster Miller	Pino marittimo	Rimboschimenti	Comune
Cupressaceae	*Junipersu oxicedrus* L. spp. Oxicedrus	ginepro delle rocce	garighe	frequente
	Cupressus arizonica Greene	cipresso argentato	rimboschimenti, filari frangivento	frequente
Salicaceae	*Populus alba* L.	Pioppo bianco; Gattice	Corsi d'acqua, aree umide	Comune
	Populus nigra L.	Pioppo nero	Corsi d'acqua, aree umide	Comune
	Salix alba L.	Salice bianco	Corsi d'acqua	Comune
	Salix pedicellata Desf.	Salice di pedicellato	Corsi d'acqua	Comune
Fagaceae	*Quercus pubescens* Willd.	Roverella	Individuo isolato	introdotta
	Quercus ilex L.	Leccio	Boschi e macchie	Comune
	Quercus suber L.	Sughera	Boschi e macchie	Comune
	Celtis australis L.	Bagolaro comune	Corsi d'acqua, aree umide	Frequente
Ulmaceae	*Ulmus minor* Miller-	Olmo comune	Bordi strada	Raro

Moraceae	*Ficus carica* L., var. *caprificus*	Fico comune	Rocciai	Frequente
	Ficus carica L., var. *sativus* Fior.	Fico coltivato	Aree coltivate	Frequente
	Morus alba L.	Gelso bianco	Introdotto	Ind. isolato
	Morus nigra L.	Gelso nero	Introdotto	Ind. isolato
Urticaceae	*Parietaria diffusa* Mert. et Koch	Vetriola minore	Ruderale	Comune
	Parietaria lusitanica L.	Vetriola lusitanica	Ruderale	Comune
	Parietaria cretica L.	Vetriola comune	Ruderale	Comune
	Urtica dioica L.	Ortica comune	Ruderale	Comune
Santalaceae	*Osyris alba* L.	Ginestrella comune	Muri (emiparassita)	Int. fitogegorafico, comune
Cactaceae	*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller	Fico d'India	Aree xeromorfe	Comune
Polygonaceae	*Polygonum scoparium* Req.	Poligono scoparlo	Aree umide	Comune
	Polygonum aviculare L.	Poligono centinodia	Coltivi	Comune
	Rumex acetosa L.	Romice acetosa	Coltivi abbandonati	Comune
	Rumex sanguineus L.	Romice sanguineo	Coltivi abbandonati	Comune
Chenopodiaceae	*Beta vulgaris* L.	Bietola comune	Cunette e coltivi abbandonati	Comune
	Chenopodium vulvaria L.	Farinello puzzolente	Coltivi	Comune
	Chenopodium album L.	Farinello comune	Coltivi	Comune
Portulacaceae	*Portulaca oleracea* L.	Porcellana comune	Coltivi	Comune
Caryophyllaceae	*Stellaria media* (L.) Vill.	Centocchio comune; Paperina	Coltivi	Comune
	Stellaria neglecta Weihe	Centocchio a fiori grandi	Aree umide e coltivi	Comune

Caryophyllaceae	*Stellaria pallida* (Dumort.) Pirè	Centocchio senza petali	Aree umide	Comune
Ranuncolaceae	*Clematis cirrhosa* L.	Clematide cirrosa	Macchie	Comune
	Clematis vitalba L.	Clematide vitalba;	Macchie	Comune
	Ranunculus ficaria L., subsp. *ficaria*	Ranuncolo favagello	Aree umide e idromorfe	Comune
Guttiferae	*Hypericum perforatum* L.	Erba di S. Giovanni	Bordo strada e colture estensive	Comune
Lauraceae	*Laurus nobilis* L.	Alloro	Aree coltivate	rarissimo
Papaveraceae	*Papaver rhoeas* L., subsp. *Rhoeas*	Papavero comune	Aree coltivate	Comune
	Papaver somniferum L.	Papavero domestico	Aree coltivate	raro
Cruciferae	*Brassica oleracea* L, convar. *botrytis*	Cavolfiori	Aree coltivate	Comune
	Brassica oleracea L, convar. *capitata*	Cavolo a foglie	Aree coltivate	Comune
	Brassica oleracea L., convar. *acephala* DC.	Cavolo-rapa	Aree coltivate	Comune
	Capsella bursa-pastoris (L.) Medicus	Borsapastore comune	Aree coltivate	Comune
	Capsella rubella Reuter	Borsapastore annuale	Aree coltivate	Comune
	Eruca sativa Miller	Rucola comune	Pascoli	Comune
	Raphanus raphanistrum L.	Ravanello selvatico	Pascoli	Comune
	Raphanus sativus L.	Ravanelli	Pascoli	Comune
	Sinapis alba L.	Senape bianca	Ruderale	Comune
	Sinapis arvensis L.	Senape selvatica	Ruderale	Comune

Crassulaceae	*Nasturtium officinale* R.Br.	Crescione d'acqua	Aree umide, corsi d'acqua	Comune
	Umbilicus horizontalis (Gass.) DC.	Ombelico di Venere minore	Rocce stillicidiose	Comune
	Umbilicus rupestris (Salisb.) Dandy	Ombelico di Venere comune	Rocce stillicidiose	Comune
	Sedum caeruleumL.	Borrcina azzurra	bordi strada	Comune
Rosaceae	*Sorbus domestica* L.	Sorbo comune	Aree coltivate	Raro
	Rosa canina L.sensu Bouleng.	Rosa selvatica comune	Mantelli sui muri	Comune
	Crataegus monogyna Jacq.	Biancospino comune	sui muri	Comune
	Cydonia oblonga Miller	Cotogno	Aree coltivate	Comune
	Prunus armeniaca L.	Albicocco	Aree coltivate	Comune
	Prunus avium L.	Ciliegio	Aree coltivate	Isolato
	Prunus cerasus L.	Marena	Aree coltivate	Isolato
	Prunus domestica L.	Susino	Aree coltivate	Comune
	Prunus dulcis (Miller) D.A. Webb.	Mandorlo	Aree coltivate	Comune
	Prunus persica (L.) Batsch	Pesco	Aree coltivate	Comune
	Prunus spinosa L.	Pruno selvatico	Aree coltivate	Comune
	Pyrus amygdaliformis Vill.	Perastro	Pascoli	Comune
	Pyrus communis L.	Pero comune	Aree coltivate	RAro
	Rosa sempervirens L.	Rosa di San Giovanni	Muri e siepi	Raro
	Rubus ulmifolius Schott	Rovo comune	Muri e siepi	Comune

Leguminosae	*Anagyris foetida* L.	Legno puzzo	Macchie	Comune
	Calicotone villosa (Poiret) Link	Sparzio villoso	Macchie degradate	Comune
	Phaseolus vulgaris L.	Fagiolo	Are coltivate	Comune
	Genista corsica (Loisel.) DC.	Genista di corsica	Macchie degradate	Endemica, comune
	Lupinus angustifolius L.	Lupino selvatico	Pascoli	Comune
	Medicago arabica (L.) Hudson	Medica araba	Pascoli	Comune
	Medicago hispida Gaertner	Medica polimorfa	Pascoli	Comune
	Medicago sativa L.	Medica; Eva medica	Pascoli	Comune
	Medicago tubercolata (Retz) Willd	Medica tubercolata	Pascoli	Comune
	Ononis spinosa L.	Ononide spinosa	Macchie degradate	Comune
	Phaseolus vulgaris L.	Fagiolo	Aree coltivate	Comune
	Spartium junceum L.	Ginestra comune	Macchie degrate	Comune
	Tetragonolopus purpureus Moench	Ginestrino purpureo	Pascoli	Comune
	Trifolium angustifolium L.	Trifoglio angustifoglio	Pascoli	Comune
	Trifolium arvense L.	Trifoglio arvense	Pascoli	Comune
	Trifolium campestre Schreber	Trifoglio campestre	Pascoli	Comune
	Trifolium pratense L.	Trifoglio pratense	Pascoli	Comune
	Trifolium repens L.	Trifoglio ladino	Pascoli	Comune
	Trifolium stellatum L.	Trifoglio stellato	Pascoli	Comune
	Trifolium subterraneum L.	Trifoglio sotterraneo	Pascoli	Comune
	Vicia faba L.	Fava	Pascoli	Comune
	Vicia sativa L.	Veccia dolce	Pascoli	Comune

Leguminosae	*Vigna unguiculata* (L.) Walpers	Fagiolino	Aree coltivate	Comune
	Calicotome spinosa (L.) Link	Sparzio spinoso	Macchie degradate	Comune
	Lotus corniculatus L. s.l.	Ginestrino comune	Pascoli	Comune
	Pisum sativum L.	Pisello	Aree coltivate	Comune
	Trifolium squarrosum L.	Trifoglio squarroso	Pascoli	Comune
	Trifolium. incarnatum L.	Trifoglio incarnato	Pascoli	Comune
Linaceae	*Linum bienne* Miller	Lino selvatico	Pascoli	Comune
	Linum usitatissimum L.	Lino coltivato	Pascoli	Comune
Geraniaceae	*Pelargonium radiata* (Cav.) l'Hér.	Geranio erba-rosa	Aree coltivate	Comune
Euphorbiaceae	*Euphorbia characias* L.	Euforbia cespugliosa	Macchie degradate	Frequente
	Euphorbia dendroides L.	Euforbia arborescente	Macchie degradate	Frequente
Rutaceae	*Ruta calepensis* L.	Ruta d'Aleppo	Macchie degradate	Frequente
Anacardiaceae	*Pistacea lentiscus* L.	Lentisco	Macchie	Frequente
Aquifoliaceae	*Ilex aquifolium* L.	Agrifoglio	Abitazioni	Unico
Rhamnaceae	*Rhamnus alaternus* L.	Alterno	Macchie	Comune
Vitaceae	*Vitis vinifera* L.	Vite comune	Rii e aree umide	Non frequente
Malvaceae	*Lavatera arborea* L.	Malvone maggiore	Ruderale	Frequente
	Lavatera olbia L.	Malvone perenne	Ruderale	Frequente
	Malva sylvestris L.	Malva selvatica	Ruderale	Frequente
Thymelaeaceae	*Daphne gnidium* L.	Dafne gnidio	Macchie degradate	Comune
	Thymelaea hirsuta (L.) Endl.	Timelea barbosa	Macchie degradate	Comune

Cistaceae	*Cistus incanus* L.	Cisto rosso	Macchie degradate	Comune
	Cistus monspeliensis L.	Cisto di Montpellier	Macchie degradate	Comune
	Cistus salvifolius L.	Cisto femmina	Macchie degradate	Comune
	Tuberaria guttata L.	Gallinaccio comune	Macchie degradate	Comune
Tamaricaceae	*Tamarix africa* Poiret	Tamerice maggiore	Aree umide e corsi d'acqua	Frequente
Cucurbitaceae	*Cucurbita pepo* L	Zucca	Aree coltivate	Frequente
	Cucumis citrullus Ser.	Anguria	Aree coltivate	Frequente
	Cucumis melo L.	Melone	Aree coltivate	Frequente
	Cucumis sativus L.	Cetriolo	Aree coltivate	Frequente
	Cucurbita pepo L.	Zucchino	Aree coltivate	Frequente
	Ecballium elaterium A. Rich.	Cocomero asinino	Aree coltivate	Frequente
Myrtaceae	*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh	Eucalipto	Rimboschimenti	Frequente
	Eucalyptus globulosus Labill.	Eucalipto	Rimboschimenti	Frequente
	Myrtus communis L.	Mirto	Macchie degradate	Comune
Punicaceae	*Punica granatum* L.	Melograno	Aree coltivate	Frequente
Umbelliferae	*Apium graveolens* L.	Sedano coltivato	Aree umide e corsi d'acqua	Comune
	Apium nodiflorum (L.) Lag.	Sedano d'acqua	Aree umide e corsi d'acqua	Comune
	Eryngium campestre L.	Calcatreppola campestre	Aree coltivate	Comune
	Ferula communis L., subsp. *communis*	Ferula comune	Pascoli	Comune
	Magydaris pastinacea (Lam.) Paol..	Basilisco	Bordo strada	Comune

Umbelliferae	*Conium maculatum* L.	Cicuta maggiore	Aree umide e corsi d'acqua	Comune
	Daucus carota L. (sensu stricto)	Carota selvatica	pascoli	Comune
	Foenicolum vulgare Miller	Finocchio selvatico	Pascoli	Comune
	Petroselinum sativum Hoffm..	Prezzemolo comune	Aree coltivate	Comune
	Thapsia garganica L.	Firrastrina comune	Pascoli	Comune
Ericaceae	*Erica arborea* L.	Erica arborea	Macchie	Rara
	Erica scoparia L.	Erica da scope	Macchie	Rara
	Arbutus unedo L.	Corbezzolo	Aree verdi	Rara
Oleaceae	*Anagallis arvensis* L.	Centonchio dei campi	Aree coltivate	Comune
	Anagallis foemina Miller	Centonchio azzurro	Aree coltivate	Comune
	Olea europea L., var. *sylvestris* Brot.	Olivastro	Macchie, Aree coltivate	Comune
	Olea europea L., var. *europea*	Olivo	Aree coltivate	Comune
	Phillyrea angustifolia L.	Ilatro sottile	Macchie	Comune
	Phillyrea latifolia L.	Ilatro comune	Macchie	Comune
Apocynaceae	*Nerium oleander* L.	Oleandro	Corsi d'acqua aree coltivate	Non frequente introdotta
	Vinca difformis Pourret	Pervinca ovata	Rii	Frequente
	Vinca sardoa (Stearn) Pignatti	Pervinca sarda	Rii	Frequente

Rubiaceae	*Galium aparine* L.	Caglio asprello	Muri a secco	Frequente
	Galium verum L.	Caglio zolfino	Bosco e macchie	Frequente
	Rubia peregrina L.	Robbia selvatica	Bosco e macchie	Frequente
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis* L.	Vilucchio comune	Pascoli	Comune
Boraginaceae	*Borago officinalis* L.	Borragine comune	Pascoli	Comune
Labiatae	*Echium plantagineum* L.	Viperina piantaginea	Pascoli	Comune
	Echium vulgare L.	Viperina azzurra	Pascoli	Comune
	Lavandula stoechas L.	Lavanda selvatica	Macchie degradate	Comune
	Marrubium vulgare L.	Marrubio comune	Aree umide	Comune
	Mentha aquatica L.	Menta d'acqua	Aree umide	Comune
	Mentha spicata L.	Menta romana	Aree umide	Comune
	Mentha x piperita L.	Menta piperita	Aree umide	Comune
	Ocimum basilicum L.	Basilico	Bosco e macchie	Comune
	Salvia officinalis L.	Salvia domestica	Aree coltivate	Comune
	Stachys glutinosa L.	Stregona spinosa	Macchie degradate	Comune
	Salvia verbenaca L.	Salvia selvatica	Pascoli	Comune
	Rosmarinus officinalis L.	Rosmarino	Macchie degrdate	Comune
Solanaceae	*Capsicum annuum* L.	Peperone	Aree coltivate	Frequente
	Capsicum longum DC.	Peperoncino	Aree coltivate	Frequente
	Datura stramonium L.	Stramonio comune	Aree coltivate	Frequente
	Solanum lycopersicum L.	Pomodoro coltivato	Aree coltivate	Frequente
	Solanum melongena L.	Melanzana	Aree coltivate	Frequente
	Solanum nigrum L.	Morella comune	Aree coltivate	Frequente
	Solanum tuberosum L.	Patata	Aree coltivate	Frequente
Scrophulariaceae	*Verbascum pulverulentum* Vill.	Verbasco candelabro	Pascoli	Comune

Caprifoliaceae	*Lonicera implexa* Aiton	Caprifoglio Mediterraneo	Muri, macchie	Frequente
	Viburnum tinus L.	Viburno-tino	Macchie	Frequente
Dipsacaceae	*Dipsacus ferox* Loisel.	Scardaccione spinosissimo	Pascoli	Comune
	Dipsacus fullonum L.	Cardo dei lanaioli	Pascoli	Comune
Compositae	*Anthemis arvensis* L.	Camomilla bastarda	Pascoli	Comune
	Artemisia arborescens L.	Assenzio arbustivo	Macchie degradate	Comune
	Matricaria chamomilla L.	Camomilla comune	Pascoli	Comune
	Taraxacum officinale Weber	Tarassaco comune	Pascoli	Comune
	Anthemis cotula L.	Camomilla fetida	Pascoli	Comune
	Anthemis nobilis L.	Camomilla romana	Pascoli	Comune
	Atractylis gummifera L.	Masticogna laticifera	Pascoli	Comune
	Bellis annua L	Pratolina annuale	Pascoli	Comune
	Bellis perennis L.	Prataiola comune	Pascoli	Comune
	Bellis sylvestris Cyr.	Pratolina autunnale	Pascoli	Comune
	Cardus pycnocephalus L.	Cardo saettone	Pascoli	Comune
	Carlina corymbosa L.	Carlina raggio d'oro	pascoli	Comune
	Carlina lanosa L.	Carlina lanosa	pascoli	Comune
	Carlina racemosa L.	Carlina minore	pascoli	Comune
	Carthamus lanatus L.	Zafferanone	pascoli	Comune
	Centaurea calcitrapa L.	Fiordaliso stellato	pascoli	Comune
	Chrysanthemum coronarium L.	Crisantemo giallo	Aree coltivate	Comune
	Chrysanthemum segetum L.	Crisantemo campestre	Aree coltivate	Comune

Compositae	*Cichorium Intybus* L.	Cicoria comune	Aree coltivate	Comune
	Cinara cardunculus L., subsp. *Scolymus* (L.) Hayek	Carciofo coltivato	Aree coltivate	Comune
	Cinara cardunculus L., subsp. *cardunculus*	Carciofo selvatico	Pascoli	Comune
	Cirsium arvense (L.) Scop.	Scardaccione	Pascoli	Comune
	Cirsium scabrum (Poiret) Dur. et Barr.	Cardo scabro	Pascoli	Comune
	Galactites tomentosa Moench	Scarlina	Pascoli	Comune
	Helichrysum italicum (Roth) Don. subsp. *microphyllum*	Elicriso	Macchie degradate	Endemico comune
	Hyoseris radiata L.	Radicchio selvatico	Coltivi abbandonati	Comune
	Inula viscosa (L.) Aiton	Enula cepittoni	Coltivi abbandonati	Comune
	Lactuca sativa L.	Lattuga	Aree coltivate	Comune
	Matricaria camomilla L.	Camomilla comune	Aree coltivate	Comune
	Onopordon illyricum L.	Onopordo maggiore	pascoli	Comune
	Picris echioides L.	Aspraggine volgare;	pascoli	Comune
	Scolymus hispanicus L.	Cardogna comune	pascoli	Comune
	Senecio vulgaris L.	Senecione comune	pascoli	Comune
	Silybum marianum (L.) Gaertner	Cardo mariano	pascoli	Comune
	Sonchus oleraceus L.	Grespino comune	pascoli	Comune
	Taraxacum officinale Weber	Tarassaco comune	pascoli	Comune

Compositae	*Urospermum dalechampii* (L.) Schmidt	Boccione maggiore	pascoli	Comune
	Ptilostemon casaebone Greut.	Cardo signore	pascoli	Comune
Liliaceae	*Allium cepa* L.	Cipolla	Aree coltivate	Frequente
	Allium sativum L.	Aglio comune	Aree coltivate	Comune
	Allium triquetrum L.	Aglio triquetro	Aree umide	Comune
	Asparagus acutifolius L.-	Asparago nero	Macchie degradate	Comune
	Asparagus albus L.	Asparago bianco	Macchie degradate	Comune
	Asphodelus microcarpus Salzm. et Viv..	Asfodelo mediterraneo	pascoli	Comune
	Leopoldia comosa (L.) Parl.	Giacinto dal pennacchio	pascoli	Comune
	Ruscus aculeatus L.	Pungitopo	Boschi e macchie	Comune
	Urginea maritima (L.) Baker	Scilla marittima	pascoli	Frequente
	Smilax aspera L.	Salsapariglia	macchie	Comune
Dioscoreaceae	*Tamus comunis* L.	Tamaro	Macchie umide	Frequente
Juncaceae	*Juncus acutus* L.	Giunco pungente	Aree umide	Frequente
	Juncus compressus Jacq.	Giunco compresso	Aree umide	Frequente
	Juncus effusus L.	Giunco comune	Aree umide	Frequente
	Juncus inflexsus L.	Giunco tenace	Aree umide	Frequente
Graminaceae	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Gramigna	pascoli	Comune
	Aegilops geniculata Roth	Cerere comune	pascoli	Comune
	Avena barbata Potter; A. hirsuta Roth	Avena barbata	pascoli	Comune

Graminaceae	*Avena sativa* L.-	Avena comune	pascoli	Comune
	Avena sterilis L.	Avena maggiore	pascoli	Comune
	Hordeum leporinum Link	Orzo mediterraneo	pascoli	Comune
	Hordeum murinum L.	Orzo selvatico	pascoli	Comune
	Hordeum vulgare L.	Orzo coltivato	Aree coltivate	Comune
	Hordeum bulbosum L.	Orzo perenne	pascoli	Comune
	Lagurus ovatus L.	Piumino	pascoli	Comune
	Lolium multiflorum Lam.	Foglietto	pascoli	Comune
	Phalaris bulbosa L.	Scagliola bulbosa	pascoli	Comune
	Phragmites australis (Cav.) Trin.	Cannuccia di palude	Aree umide	Comune
	Zea mays L.	Granoturco	Aree coltivate	Comune
	Arundo donax L.	Canna domestica	Aree umide	Comune
	Lolium perenne L.	Loglio comune	pascoli	Comune
	Oryzopsis miliacea (L.) Asch. et Schweinf.	Miglio multifloro	pascoli	Comune
	Vulpia ligustica (All.) Link	Paléo ligure	pascoli	Frequente
Araceae	*Arisarum vulgare* Targ.-Tozz.	Arisaro comune	Aree ruderali	Frequente
	Ambrosinia bassii L.	Ambrosinia	Aree ruderali	Rara
	Arum italicum Miller	Gigaro chiaro	Aree ruderali	Frequente
	Arum maculatum L.	Gigaro scuro	Aree ruderali	Frequente
	Arum pictum L.	Gigaro sardo-corsico	Aree ruderali	Endemico, frequente
Typhaceae	*Typha angustifolia* L.	Lisca a foglie strette	Aree umide	Frequente
	Typha latifolia L.	Lisca maggiore	Aree umide	Frequente

Cyperaceae	*Holoschoenus vulgaris* Link	Giunchetto comune	Aree umide	Frequente
	Bolboschoenus maritimus (L.) Palla	Liscia marittima	Aree umide	Frequente
	Cyperus longus L.	Zigolo comune	Aree umide	Frequente

Com'è possibile osservare, delle 282 specie censite, il contingente di specie ubiquitarie e commensali è notevole, spesso sono individuate come specie infestanti delle colture agrarie.

Il segno della presenza dell'uomo è visibile anche nelle specie esotiche, come nel caso di eucalipti, pini e cipressi.

In alcuni casi, come per l'agrifoglio (*Ilex aquifolium*), ci si ritrova a censire specie di aree umide e fredde, che qui vivono nelle aree antropizzate (giardini e aie).

Le specie endemiche sono ridotte alle entità più note e a larga distribuzione regionale, e collocate in aree marginali non interessate dalle attività in progetto.

Anche per le specie come la sughera (*Quercus suber*), sono presenti in natura come esemplari isolati, dove la normativa può avere una doppia valenza, come aspetto produttivo e come habitat, in questo caso assente.

La flora è tipica delle aree sinantropiche e bene si evidenzia la componente di specie commensali affrancate, e di quelle legate ai pascoli pabulari.

Dal punto di vista del valore floristico dell'area è possibile affermare che:

- non è presente alcun sito di descrizione originale di una nuova specie (*locus classicus*);
- non si ha riduzione o eliminazione di individui di una specie rara o indicata di particolare interesse (CITES, Direttiva Habitat, ecc.);
- non si ha inquinamento genetico con l'introduzione di specie affini non presenti nel territorio;
- non si ha modificazione e alterazione degli habitat che conducono alla scomparsa d'ambienti particolari, ed in particolare sorgente, aree umide, paludi, pareti rocciose, ecc. che rappresentano il luogo di rifugio per numerose specie;
- non si ha riduzione della biodiversità (in termini di α-diversità);

- non si ha alcuna alterazione permanente degli habitat-specie e la sua frammentazione;
- non si hanno interventi a carico di biotopi o di fitocenosi rare (p.e. testimoni fitoclimatici);
- non si ha alcuna riduzione della biodiversità all'interno della fitocenosi (β-diversità).

1.3.4.1.3. Fauna

L'evoluzione della fauna selvatica presente nell'areale del Campidano ha subito negli anni grosso modo lo stesso andamento del resto dell'Isola Sardegna.

A partire dalla seconda metà del 1900, nell'Isola si è assistito ad un progressivo abbandono delle pratiche agricole nelle zone marginali e svantaggiate sotto il profilo agronomico, quali zone di alta collina e montagna, spesso non dotate di infrastrutture.

Questa situazione ha portato ad un abbandono del presidio del territorio da parte dell'uomo che da contadino-allevatore si è trasformato in pastore.

Il territorio abbandonato si è gradualmente trasformato, tramite la così detta "successione ecologica", prima in incolto, poi in arbusteto e, in seguito, ove le condizioni edafiche lo consentivano, in bosco.

Tale processo dinamico delle cenosi vegetali ha permesso la proliferazione delle specie faunistiche particolarmente "opportuniste", sia sotto il profilo alimentare, che sotto quello ecologico, quali, ad esempio, il cinghiale (*Sus scrofa meridionalis)*, la volpe (*Vulpes ichnusae*) e la cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*), a svantaggio di altre specie faunistiche molto più specializzate e legate all'uomo contadino, come, ad esempio, alcune specie "steppiche", quali la pernice sarda *(Alectoris barbara*), la lepre sarda (*Lepus capensis mediterraneus*), ed in particolare, nel caso delle Pianure del Campidano, anche la gallina prataiola *(Tetrax tetrax).*

Il processo appena descritto ha creato gravi problematiche, tanto che la consistenza delle popolazioni vitali delle suddette specie faunistiche si contrae sempre di più. Naturalmente, oltre a ciò, molti altri fattori hanno contribuito all'affermazione anche in ambiti sub-urbani delle specie "opportuniste" prima indicate e alla conseguente rarefazione delle specie "steppiche".

Tra i tanti appare opportuno ricordare l'eccessiva pressione venatoria, la piaga del bracconaggio, l'uso di pesticidi e di concimi chimici in agricoltura, l'isolamento di alcune popolazioni con conseguente deriva genetica.

Il contesto territoriale all'interno del quale ricade la presente analisi faunistica e l'area attinente e contigua, non presentano particolari forme di tutela.
Anche in questo contesto, non caratterizzato da norme di tutela, appare utile cercare di armonizzare tutte quelle attività antropiche che, attraverso studi specifici, potranno essere ritenute compatibili con la conservazione delle specificità naturali.
La presente analisi, si è svolta attraverso:

- il sopralluogo sul sito di impianto;
- l'analisi cartografica delle caratteristiche del territorio;
- l'analisi della bibliografia disponibile;
- il monitoraggio e censimento delle specie presenti.

Per ogni singola specie, sono stati presi in considerazione i dati e tutte le informazioni note che si hanno a disposizione.
Le considerazioni faunistiche fanno riferimento all'intero comprensorio d'area vasta compresa una breve fascia esterna; dall'area vasta è stata successivamente estrapolata la significatività faunistica dell'area piccola messa a confronto.
In generale le aree prese in considerazione tengono conto del territorio adiacente per un'estensione di qualche chilometro, in quanto risulta impossibile, soprattutto per alcune specie, come ad esempio è per la classe degli uccelli, non tenere conto delle immediate adiacenze comunque potenzialmente idonee a costituire parte degli *home-range* di singole specie.
L'area di studio è stata suddivisa in due: la zona compresa nel buffer di 1 km dall'area d'insediamento dell'impianto di produzione energetica solare termodinamica, denominata "area di relazione diretta" e la macro-area dell'intero comprensorio, denominata "area vasta".

1.3.4.1.4. Specie faunistiche presenti sul territorio "Area Vasta"

Il cinghiale sardo (*Sus scrofa meridionalis*) è, senza dubbio, da alcuni decenni il maggior rappresentante in termini di presenze della fauna di interesse venatorio sul territorio.

La presenza del suide in numero consistente risale alla fine degli anni '50, quando, in seguito al "miraggio" dell'industrializzazione della Sardegna, gran parte della popolazione rurale abbandonò le varie pratiche agricole, in particolare la coltivazione dei cereali e, ad esempio, la raccolta delle ghiande per allevare il maiale in casa (su mannale).

Venne anche quasi abbandonata, o fortemente ridotta, la pratica dell'allevamento del maiale con il metodo estensivo in bosco.

Come conseguenza il suide selvatico, liberato della competizione intraspecifica alimentare da parte del maiale domestico, ebbe un grande sviluppo, colonizzando anche habitat dove in precedenza non era presente.

Il discorso opposto va fatto, purtroppo, per la pernice sarda (*Alectoris barbara)*, per la lepre sarda (*Lepus capensis* mediterraneus) e la gallina prataiola (*Tetrax tetrax*), le quali hanno subito, per i motivi prima esposti, un costante calo.

Anche il coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus)* abbondava nell'area, trovando il suo habitat ideale nei muretti a secco, nei macchioni di rovi e nei cumuli di pietre, ma, purtroppo, in seguito al diffondersi di alcune patologie gastro-intestinali quali la mixomatosi (introdotta dall'uomo), la sua consistenza è diminuita notevolmente.

Altre presenze saltuarie di fauna d'interesse venatorio sono rappresentate dalla quaglia (*coturnix coturnix*), un tempo numerosa e spesso nidificante, dal merlo (*Turdus merula*), dal tordo bottaccio (*Turdus philomelus*), dalla cesena (*Turdus pilaris*) e dal colombaccio (*Columba palumbus*).

I rapaci diurni sono rappresentati in buona quantità sia dalla poiana (*Buteo buteo*) che dal gheppio (*Falco tinninculus*).

I rapaci notturni sono invece rappresentati dall'assiolo (*Otus scops*), dalla civetta (*Athene noctua*) e dal barbagianni *(Tyto alba*).

I corvidi sono invece rappresentati dalla ghiandaia (*Garulus glandarius*), dalla cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*) e dalla taccola (*Corvus monedula*).

Tra i mammiferi è rappresentata come abbondante la volpe sarda (*Vulpes ichnusae*),

la donnola (*Mustela nivalis*) e la martora (*Martes martes*); più raro invece è il gatto selvatico sardo (*Felis lybica sarda*).
Sono infine presenti alcune specie sarde di entomofauna, erpetofauna e chirotteri.

1.3.4.1.5. Avifauna di interesse naturalistico-scientifico

Nel sito d'intervento, non sono presenti Habitat che presentano caratteristiche di particolare interesse, sia sotto il profilo conservazionistico, che naturalistico, inoltre, l'intera superficie dell'area non è ricompresa in siti afferenti alla Rete Natura 2000 (SIC e ZPS), la stessa non è altresì ricompresa in Oasi permanenti di protezione e cattura e IBA (Important Bird Areas).
Si vuole altresì ricordare che in prossimità del sito d'intervento, è ubicata l'Oasi Permanente di Protezione Faunistica del " Consorzio Interprovinciale di Frutticoltura", che racchiude colture specializzate ed arboree, oltre ad un insediamento produttivo.
Le Aree Protette più vicine risultano essere:

- ad Ovest, distante circa 8,5 Km, il Parco Regionale Linas-Marganai, ricadente per la gran parte nella concessione 99 Monti Mannu, Area Gestione Speciale Ente Foreste"
- a Sud, distante 7,2 Km, la concessione 30 Aritzali, Area Gestione Speciale Ente Foreste.

1.3.4.1.6. Monitoraggio nell'area di relazione diretta

Al fine di determinare con la migliore approssimazione il popolamento ornitico dell'area di relazione diretta, costituita da una superficie di 600 ha circa, si è proceduto, durante i mesi di marzo-aprile e parte del mese di maggio 2013, ad effettuare un monitoraggio ante-operam del popolamento ornitico presente sul territorio.
Per quanto concerne la componente migratoria è stato identificato un punto di osservazione che consentisse di realizzare gli avvistamenti in volo (visual count); tale punto di vantaggio visivo, dovendo garantire la migliore visibilità dello spazio aereo soprastante l'area di intervento e contemporaneamente la possibilità di osservare la

frequentazione ornitica anche stanziale dell'intera area di relazione diretta, è stato localizzato nei pressi del canale Gora Pixina Longa che costeggia la proprietà del Consorzio Interprovinciale di Frutticoltura.

Per l'avifauna migratoria sono state effettuate due sessioni giornaliere di 4 ore consecutive ciascuna, nei mesi di marzo e aprile 2013.

Il rilevatore e il coadiutore erano muniti di un binocolo (10 x 50 W) e di un cannocchiale a 30 ingrandimenti, di scheda per i rilevamenti sulla quale sono stati annotati tutti gli avvistamenti con riferimento alla specie, ora di avvistamento, direzione di volo e punto di sorvolo; in occasione di questi rilievi sono stati censite anche le specie stanziali (non migratrici) osservate in volo; questo in particolare nei mesi di aprile e maggio per determinare se si trattava di specie nidificanti nell'area di relazione diretta.

I rilevamenti crepuscolari - serali al canto dei rapaci notturni presenti nell'area sono stati effettuati da punti di ascolto nel raggio di 1 Km dall'area di intervento, nel periodo 1 marzo-30 aprile-15 maggio.

Il monitoraggio dei rapaci diurni stanziali e dei passeriformi si è svolto con le stesse modalità dello studio sull'avifauna migratrice, durante il periodo intercorso tra il 30 marzo e il 30 aprile, integrando i dati ricavati dai punti di osservazione con quelli ricavati durante i vari sopralluoghi nell'area circostante l'impianto in progetto.

Questo al fine di determinare la posizione dei nidi, ove presenti, ed eventualmente ricadenti all'interno dell'area indagata, tenuto conto del comportamento pre-riproduttivo delle specie indagate (parate nuziali, volo territoriale) e quello post-riproduttivo (trasporto di cibo al nido).

Nel territorio compreso nel raggio di 1 Km dall'impianto previsto sono stati rilevati in volo saltuariamente esemplari di poiana e gheppio: trattasi di rapaci abbastanza comuni e relativamente diffusi, classificati in Lista Rossa come specie "Least Concern LC".

Dall'analisi dei dati rilevati attraverso i punti di ascolto mattutini istituiti per le comunità ornitiche stanziali, integrati dai dati raccolti nel corso delle sessioni di avvistamento dei migratori, è emerso un quadro complessivo ornitologico abbastanza povero di specie ornitiche (vedasi chek-list in Tabella 6).

Quanto ai rapaci notturni il monitoraggio si è svolto in quattro serate tra la seconda

metà di marzo e la fine di aprile 2013, stabilendo dei punti di ascolto nel raggio di 1 Km dal sito in cui si propone l'ubicazione dell'impianto: dallo studio risulta la presenza di alcuni individui di assiolo (*Otus scops*) ed uno o due di civetta (Athene noctua).

Il monitoraggio degli uccelli stanziali nell'area dell'impianto proposto, ed entro il raggio di circa 1 Km dallo stesso, è stato effettuato mediante punti di osservazione utilizzando la tecnica del "visual count" durante 4 giornate tra la seconda metà di marzo e la fine di maggio.

In questo modo si è cercato di ricavare un quadro rappresentativo della consistenza dell'ornitofauna stanziale, con il fine di rilevare le ricadute dell'intervento in progetto sulla stessa.

Nel corso delle uscite, sono state avvistate complessivamente 16 specie di uccelli stanziali e/o nidificanti come riportato in Tabella 6.

Deve essere considerato che la gran parte degli uccelli rilevati erano presenti nel buffer di 1 Km, in particolare sulle aree alberate circostanti l'area del proposto impianto (Consorzio Interprovinciale di Frutticoltura), dove per via delle zone ecotonali presenti e degli habitat con caratteristiche diverse, l'avifauna stanziale può reperire le risorse trofiche e zone di rifugio.

Si evidenzia che durante I numerosi sopralluoghi e monitoraggi effettuati sono stati rilevati, in particolare sui filari costituiti da alberi di Eucalyptus, numerosi nidi di cornacchia grigia, specie ornitica opportunista e problematica in grande sviluppo in Sardegna, specialmente nelle zone antropizzate e nelle zone rurali ad alta concentrazione di allevamenti zootecnici, dove apporta non pochi danni.

SPECIE		
NOME ITALIANO	**NOME SCIENTIFICO**	**STATO DI CONSERVAZIONE**
Cornacchia grigia	*Corvus corone cornix*	FAVOREVOLE
Merlo	*Turdus merula*	FAVOREVOLE
Poiana	*Buteo buteo*	FAVOREVOLE
Gheppio	*Falco tinniculus*	FAVOREVOLE
Assiolo	*Otus scops*	INADEGUATO
Civetta	*Athena noctua*	FAVOREVOLE
Barbagianni	*Tyto alba*	INADEGUATO
Ghiandaia	*Garulus glandarius*	FAVOREVOLE
Taccola	*Corvus monedula*	FAVOREVOLE
Storno nero	*Sturnus unicolor*	FAVOREVOLE
Rondine comune	*Hirundo rustica*	CATTIVO
Rondone comune	*Apus apus*	INADEGUATO
Cardellino	*Carduelis carduelis*	INADEGUATO
Verdone	*Carduelis chloris*	INADEGUATO
Capinera	*Sylvia paulicii*	FAVOREVOLE
Ballerina gialla	*Motacilla cinerea*	FAVOREVOLE

Tabella 6: Elenco delle specie di uccelli nidificanti individuate nell'area di relazione diretta

Oltre agli uccelli stanziali e/o nidificanti indicati in Tabella 6, durante i sopraluoghi effettuati in particolare nei mesi di gennaio, febbraio e marzo, mese che in questa annata è stato caratterizzato da un andamento climatico estremamente mutevole, sono stati individuati nell'area di relazione diretta ulteriori specie di avifauna migratrice e non nidificante che viene indicata nella seguente Tabella 7:

SPECIE		
NOME ITALIANO	**NOME SCIENTIFICO**	**STATO DI CONSERVAZIONE**
Storno comune	*Sturnus vulgaris*	FAVOREVOLE
Gabbiano reale	*Larus michaellis*	FAVOREVOLE
Tordo bottaccio	*Turdus philomelos*	FAVOREVOLE

Tabella 7: Elenco delle specie migratorie e comunque non nidificanti individuate nell'area di relazione diretta

1.3.4.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione

Gli impatti potenziali identificati per la realizzazione dall'opera in progetto sono costituiti da possibili danni e/o disturbi a flora, fauna ed ecosistemi.

In particolare la realizzazione dalla centrale solare potrebbe interferire con le componenti per quanto riguarda i seguenti impatti potenziali durante la fase di costruzione:

- danni alla vegetazione e disturbi alla fauna per effetto dello sviluppo di polveri durante le attività di movimentazione dei terreni;
- disturbi alla fauna imputabili alle emissioni sonore da attività di cantiere;
- consumo di habitat per specie vegetali ed animali come conseguenza dell'occupazione di suolo per l'installazione del cantiere per la realizzazione della centrale solare;

In fase di esercizio l'unico impatto potenziale è costituito da:

- consumo di habitat per specie vegetali ed animali dovuto alla presenza fisica dell'opera;
- disturbo alla fauna causati dalle emissioni sonore della centrale.

L'intervento in esame si colloca su un'area a prevalente destinazione agricola priva di elementi significativi di naturalità.

In fase di cantiere i danni e i disturbi maggiori alla vegetazione e alla fauna sono ricollegabili principalmente a sviluppo di polveri e di emissioni d'inquinanti durante le attività di costruzione della Centrale.

La deposizione di polveri sulle superfici fogliari, sugli apici vegetativi e sulle superfici fiorali potrebbe essere, infatti, causa di squilibri fotosintetici che sono alla base della biochimica vegetale.

La modifica della qualità dell'aria può indurre disturbo ai funzionali processi fotosintetici.

Le emissioni d'inquinanti e di polveri (e le relative ricadute al suolo) in fase di cantiere saranno limitate temporalmente e concentrate su aree contenute.

Tenuto conto del carattere temporaneo delle attività di costruzione e della loro tipologia, assimilabile a quella di un cantiere edile (seppur di grosse dimensioni), si ritiene che l'impatto sulla vegetazione e sulla fauna si possa ritenere trascurabile.

Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a breve termine, a scala locale.

Le misure di mitigazione impiegate saranno di carattere operativo e gestionale come:

- bagnatura delle gomme degli automezzi;
- umidificazione del terreno nelle aree di cantiere e dei cumuli di inerti per impedire l'emissione di polvere;
- utilizzo di scivoli per lo scarico dei materiali;
- controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi;
- evitare di tenere i mezzi inutilmente accessi
- tenere i mezzi in buone condizioni di manutenzione.

In fase di esercizio i disturbi maggiori alla fauna sono ricollegabili principalmente a sviluppo di emissioni sonore generate dalla power block.

L'area interessata dalla realizzazione della centrale solare ricade in zona agricola lontana da aree a valenza naturalistica; il rumore generato dall'esercizio dell'impianto tenderà ad attenuarsi rapidamente con la distanza.

La stima dell'impatto acustico connesso all'esercizio della Centrale è condotta al Capitolo 1.3.6.2.2, al quale si rimanda.

In considerazione dei risultati delle simulazioni e della distanza da aree ad elevato pregio naturalistico, si ritiene che l'impatto sulla fauna si possa ritenere trascurabile.

Le possibili azioni di disturbo dovute alla realizzazione del progetto sono legate alle sottrazioni temporanee e definitive di suolo all'ambiente e alla possibile rimozione degli ecosistemi presenti.

1.3.5. PAESAGGIO

Per definire la qualità del paesaggio si sono tenuti in considerazione sia gli aspetti storico-testimoniali e culturali, sia gli aspetti legati alla percezione visiva.
Si riporta di seguito una caratterizzazione generale dell'area in riferimento ai sopradetti aspetti.

1.3.5.1. Descrizione e Caratterizzazione

1.3.5.1.1. Aree Archeologiche ed Elementi Storico-Culturali

Analizzando la cartografia dell'assetto storico-culturale del Piano Paesaggistico Regionale (PPR), si evince che nell'area non sono presenti elementi appartenenti a questo tematismo.
Non sono presenti beni archeologici, architettonici, né tantomeno beni paesaggistici di valenza storico-culturale.
Si rimanda anche a quanto riportato nel "Quadro di Riferimento Programmatico".

1.3.5.1.2. Inquadramento di Area Vasta

I tre principali elementi corografici che si possono distinguere all'interno del territorio della provincia di Cagliari sono:

- ad ovest il vasto sistema dei rilievi del Sulcis-Iglesiente, la cui continuità è interrotta dalla pianura del Cixerri disposta in direzione est-ovest, caratterizzato da estesi massicci e dorsali montuose e da depressioni vallive più o meno ampie. Dai rilievi del Sulcis-Iglesiente si originano alcuni importanti corsi d'acqua quali: il Rio Cixerri, che scorre nell'omonima piana e sfocia nello stagno di Cagliari; il Rio Palmas che, dopo aver attraversato la fossa di Giba e Narcao, sfocia nel Golfo di Palmas; il Rio Leni, importante affluente della destra idrografica del Flumini Mannu; il Rio Sitzerri, che sfocia nello stagno di Marceddì, ecc.;
- al centro si colloca, secondo una direzione NW-SE, la Piana del Campidano, ubicata a quote comprese tra i 10 ed i 60 metri s.l.m., che svolge la funzione

di linea di demarcazione tra i settori orientale ed occidentale della Provincia di Cagliari. Per quasi tutta la sua estensione la piana del Campidano è attraversata dal Flumini Mannu che, raccogliendo i contributi di numerosi ed importanti corsi d'acqua, sfocia nella vasta zona umida di Cagliari;

- nel settore orientale si sviluppa il complesso orografico del Sarrabus-Gerrei, che da est verso ovest passa da un sistema di basse e dolci colline, con quote intorno ai 200-300 metri s.l.m., agli aspri rilievi orientali che si elevano fino a 1.069 m s.l.m. nella Punta Serpeddì. Esso presenta caratteri fisiografici estremamente articolati, caratterizzati da profonde incisioni fluviali, dove scorrono alcuni tra i più importanti fiumi della Sardegna, quali il Flumendosa, il Rio di Quirra ed il Rio Picocca.

La rete idrografica è caratterizzata da corsi d'acqua che hanno un bacino esteso: il Flumini Mannu, il Cixerri (e il Rio Santa Lucia a sud-ovest), sono i fiumi principali ai quali si aggiungono corsi d'acqua locali con bacino idrografico modesto o piccolo come il Rio sa Nuxedda ed il Rio Sa Murta, il cui sistema idrico è caratterizzato da un regime torrentizio con portate generalmente limitate o nulle e piene violente ed improvvise in occasione di precipitazioni intense che si verificano con una frequenza abbastanza ravvicinata.

In relazione alla Carta dei tipi e delle Unità fisiografiche d'Italia (Figura 59), l'area d'intervento ricade nell'unità fisiografica "Pianura aperta" che racchiude le aree pianeggianti, sub-pianeggianti o ondulate, caratterizzate da uno sviluppo esteso, a geometria variabile, non limitato all'interno di una valle, ma che include il territorio di area vasta.

La regione Sardegna è stata suddivisa, inoltre, in macro unità principali in relazione a fattori litologici e pedologici.

Sulla base di una prima suddivisione, è stato possibile definire una sequenza di tipologie di paesaggio definite per substrato e per base pedogenico-tassonomica.

A partire da tale sequenza, è poi necessario effettuare un passaggio alla realtà dei sistemi complessi, dove i paesaggi non sono ugualmente ripetibili sulla base di tali elementi oro-morfo-lito-climatici, ma sono frutto dei fenomeni e delle attività che nel corso dei millenni si sono svolte in tali aree.

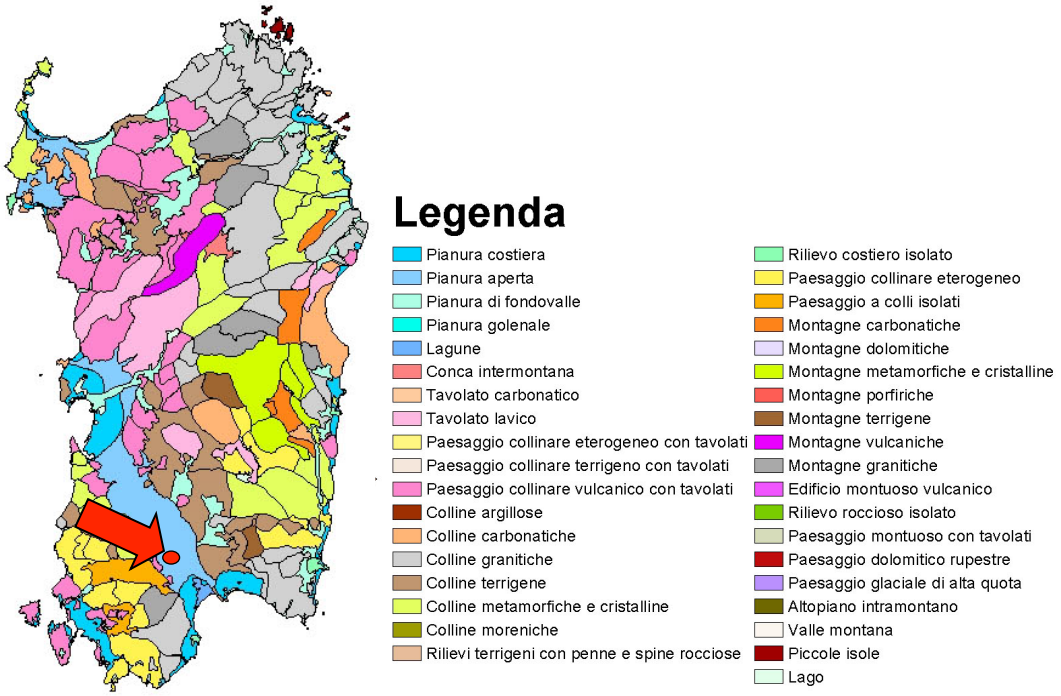


Figura 59: Carta dei tipi e delle unità fisiografiche d'Italia

Sulla base di tali presupposti fisici, biologici e culturali, è stata effettuata una suddivisione in macrounità (Figura 60) e l'area in esame ricade nella macrounità n.3 delle "Aree alluvionali antiche e recenti della valle del Cixerri, del Campidano e della media valle del Tirso".

Le vaste superfici delle aree alluvionali sono caratterizzate da suoli molto evoluti, ad altissimo grado di pedogenizzazione, con profili fortemente differenziati negli orizzonti e quindi nei processi di eluviazione ed illuviazione, spesso desaturati (Alfisuoli, Ultisuoli), cementati, con drenaggio difficile e poco fertili.

Questi suoli sono tipici di alluvioni e glacis molto antichi, dove il bacino di alimentazione è formato prevalentemente da rocce acide, siano esse intrusive, metamorfiche e vulcaniche.

In passato in questi suoli si aveva una macchia-foresta di sclerofille, con predominanza della sughera.

La sughera trovava in questi suoli delle buone condizioni ambientali, di cui rimangono qua e là soltanto delle testimonianze sparse; purtroppo, non è possibile la reintroduzione del bosco, poiché mancano le condizioni ambientali per la ricostituzione di questo ecosistema.

LEGENDA

1. Il Sulcis Iglesiente (area montana)
   1a.Il Sulcis-Iglesiente settentrionale
   1b.Il Sulcis-Iglesiente meridionale
   1c. Il Basso Sulcis
2. Area Marmilla-Trexenta-Campidano di Cagliari
3. Le aree alluvionali antiche e recenti della valle del Cixerri, del Campidano e della media valle del Tirso
4. Sarrabus
   4a. Il Sarrabus montano
   4b. Il Sarrabus vallivo
5. Il Gerrei
6. L'Ogliastra
7. Barbagia
8. I calcari di Baunei – Urzulei
9. Mandrolisai
10. Il Complesso Vulcanico del Montiferru
11. Il Complesso Vulcanico Bosano
12. Gruppo delle Baronie
13. La Gallura
14. Sassarese e Valledoria
15. Nurra e algherese
16. Il Sinis

Area di intervento

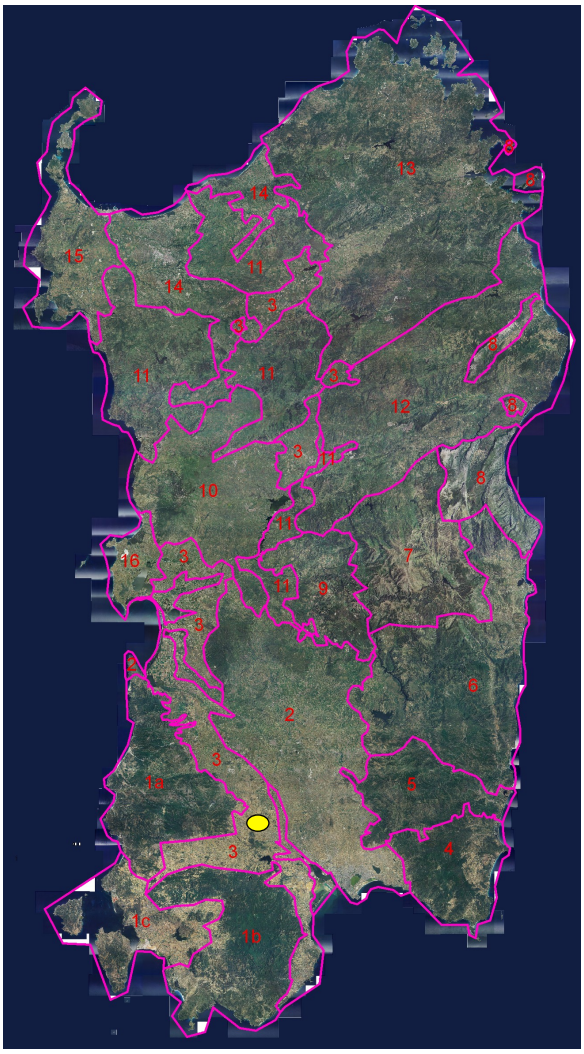


Figura 60: Macrounità di paesaggio regionale

L'interesse agricolo è modesto, sia per le condizioni naturali, sia per un eccesso di idromorfia nel periodo invernale, autunnale e primaverile.

Questa è la ragione per cui, pur trattandosi di zone pianeggianti, esiste ancora il latifondo o aziende di grandi dimensioni.

La morfologia pianeggiante ha indotto pianificatori e progettisti alla realizzazione di vaste superfici irrigue, con risultati molto modesti e talvolta fallimentari.

Soprattutto nelle condizioni attuali, l'agricoltura intensiva pone seri problemi di sopravvivenza e di difficoltà di gestione; tant'è che, attualmente, la pastorizia, con l'introduzione di erbai, sostituisce via via l'agricoltura intensiva e l'allevamento bovino.

In queste superfici, con questi suoli, sono molto poco diffusi i paleo insediamenti, proprio a causa delle limitazioni agricole presenti.

Le fasce corrispondenti al Quaternario superiore e all'Olocene (alluvioni recenti) presentano suoli meno evoluti, per cui il paesaggio è caratterizzato da una forma di agricoltura più intensiva.
Sulle alluvioni recenti, i suoli (Fluvents) sono da sempre soggetti ad inondazioni, il rischio permane ancora anche laddove i corsi d'acqua sono stati arginati.

Scendendo più nel particolare, l'area d'intervento è delimitata da corsi d'acqua che affluiscono direttamente, come il Canale Riu Nou, o indirettamente, come il Gora Pixina Manna, Riu Porcus e il Gora s'Acqua Frisca, al Flumini Mannu.
Tali corsi d'acqua sono tutti regolarizzati e caratterizzati a tratti da argini in calcestruzzo e sezione trapezia, con assenza di caratteri di naturalità.
L'area circostante al sito di progetto è costituita dalla piana agricola del Campidano, costituita da colture a seminativo, frutteti, prati, uliveti, vigneti, vivai e serre, vegetazione arbustiva ed aree incolte.
Sono, inoltre, presenti alcune aree compromesse da interventi estrattivi, che costituiscono detrattori della qualità del paesaggio.
Ad ovest, ad una distanza di circa 10 km, si rilevano le propaggini del massiccio del Monte Linas.
A sud est, ad una distanza considerevole, pari a circa 25 km, l'area è interessata dall'area urbana di Cagliari e da diverse zone umide, ciascuna caratterizzata da specifiche identità di tipo naturalistico e ambientale.
Le maggiori infrastrutture di trasporto, che costituiscono importanti segni di livello territoriale, sono a nord la SS 196 dalla quale si accede alla *Strada Consorzio Frutticola* che conduce all'area di intervento, ad ovest la SS 293 e a sud la SS130 dalle quali si accede alla viabilità fatta di strade comunali e locali che consentono l'accesso all'area di intervento.
L'area in esame è da tempo oggetto di trasformazioni e modificazioni importanti e riguardanti l'intero territorio, nei sistemi agricoli ed in quelli urbani, così da essere indicato come di scarsa o nulla naturalità.
Un paesaggio modificato negli aspetti legati alla componente vegetale, dove la presenza di aree agricole è percepita con la presenza di eucalipti e fichi d'India, di certo specie non spontanee della flora della Sardegna.
Il paesaggio agrario, ad oggi presente, è legato alla semina ed al pascolo, mostrando

una continuità con il passato, come riportato dai toponimi, che indicano aspetti tipici del pascolo ovino e caprino, su suoli caratterizzati da un eccesso di salinità, in aree umide, allora malsane, estremamente diffuse e frequenti.

Notevole è anche la presenza di infrastrutture legate alla viabilità e alla regimazione delle acque, che segnano l'area interrompendo la continuità visiva.

1.3.5.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione

Gli impatti potenziali del progetto sulla componente Paesaggio sono legati a:

- presenza del cantiere, dei macchinari, dei mezzi di lavoro e degli stoccaggi di materiale;
- presenza fisica delle strutture dell'impianto solare termodinamico.

Le possibili interferenze sono riconducibili a:

1. interferenza dovuta all'intervento nei confronti del paesaggio inteso come "contenitore" di segni e tracce dell'evoluzione storica del territorio;
2. effetti dell'intervento in relazione alla percezione che ne hanno i "fruitori", siano essi permanenti (residenti nell'intorno) o occasionali, quindi in relazione al modo nei quali i nuovi manufatti si inseriscono nel contesto, inteso come ambiente percepito.

1.3.5.2.1. Impatto nei confronti della presenza di segni storico-cultarali

Poiché non sono stati rinvenuti elementi che testimoniano l'evoluzione storica, né la caratterizzazione culturale nell'area in oggetto, né nelle sue vicinanze, si può valutare l'impatto della centrale nei confronti di tale aspetto praticamente nullo, sia per la fase di cantiere che di esercizio.

1.3.5.2.2. Impatto Percettivo - Visivo

Sulla base delle caratteristiche dell'opera in progetto e dell'area prescelta per la realizzazione della stessa, si riporta di seguito la metodologia utilizzata per la valutazione dell'impatto paesistico dell'opera.

Al fine di giungere ad un giudizio complessivo si sono seguite le "Linee Guida per l'esame paesistico dei progetti", previste dall'art. 30 del Piano Paesistico Regionale della Lombardia (DCR 6 marzo 2001 n. 43749) approvate con DGR n. 7/11045 del 8 novembre 2002, che in letteratura vengono considerate come un modello di riferimento.

Secondo le linee guida sopra citate, il livello d'impatto paesaggistico è dato dal prodotto di un parametro di "sensibilità paesistica del sito" e un parametro di

"incidenza del progetto".

Determinazione della Classe di Sensibilità del Sito

Il giudizio complessivo circa la sensibilità di un paesaggio deve tener conto di tre differenti modi di valutazione:

- morfologico-strutturale
- vedutistico
- simbolico

Secondo le Linee Guida, i tre modi di valutazione si articolano in chiavi di lettura a due livelli: sovralocale e locale.

Nella valutazione che si presenta, vista l'opera in oggetto, si tiene conto solo del livello locale.

- Modo di Valutazione Morfologico-strutturale

  Questo modo di valutazione considera la sensibilità del sito in quanto appartenente a uno o più "sistemi" che strutturano l'organizzazione di quel territorio e di quel luogo, assumendo che tale condizione implichi determinate regole o cautele per gli interventi di trasformazione.

  La valutazione deve considerare se il sito appartiene ad un ambito la cui qualità paesistica è prioritariamente definita dalla leggibilità e riconoscibilità di uno o più di questi "sistemi" e se, all'interno di quell'ambito, il sito stesso si colloca in posizione strategica per la conservazione di queste caratteristiche di leggibilità e riconoscibilità.

  Il sistema di appartenenza può essere di carattere strutturale, vale a dire connesso all'organizzazione fisica di quel territorio, e/o di carattere linguistico-culturale e quindi riferibile ai caratteri formali (stilistici, tecnologici e materici) dei diversi manufatti.

  Spesso è proprio la particolare integrazione tra più sistemi che connota la qualità caratteristica di determinati paesaggi.

  Le chiavi di lettura a livello locale considerano l'appartenenza o contiguità del sito d'intervento con elementi propri dei sistemi qualificanti quel luogo specifico:

  - segni della morfologia del territorio: dislivello di quota, scarpata morfologica, elementi minori dell'idrografia superficiale…;

- elementi naturalistico-ambientali significativi per quel luogo: alberature, monumenti naturali, fontanili o zone umide che non si legano a sistemi più ampi, aree verdi che svolgono un ruolo nodale nel sistema del verde locale…;
- componenti del paesaggio agrario storico: filari, elementi della rete irrigua e relativi manufatti (chiuse, ponticelli ..), percorsi poderali, nuclei e manufatti rurali…;
- elementi di interesse storico-artistico: centri e nuclei storici, monumenti, chiese e cappelle, mura storiche…;
- elementi di relazione fondamentali a livello locale: percorsi, anche minori, che collegano edifici storici di rilevanza pubblica, parchi urbani, elementi lineari, verdi o d'acqua, che costituiscono la connessione tra situazioni naturalistico-ambientali significative, "porte" del centro o nucleo urbano, stazione ferroviaria...;
- vicinanza o appartenenza ad un luogo contraddistinto da un elevato livello di coerenza sotto il profilo linguistico, tipologico e d'immagine, situazione in genere più frequente nei piccoli nuclei, negli insediamenti montani e rurali e nelle residenze isolate ma che potrebbe riguardare anche piazze o altri particolari luoghi pubblici.

– Modo di Valutazione Vedutistico

Premesso che il concetto di paesaggio è sempre fortemente connesso alla fruizione percettiva, non ovunque si può parlare di valori panoramici o di relazioni visive rilevanti.

Il modo di valutazione vedutistico si applica là dove si consideri di particolare valore questo aspetto in quanto si stabilisce tra osservatore e territorio un rapporto di significativa fruizione visiva per ampiezza (panoramicità), per qualità del quadro paesistico percepito, per particolarità delle relazioni visive tra due o più luoghi.

Se, quindi, la condizione di covisibilità è fondamentale, essa non è sufficiente per definire la sensibilità "vedutistica" di un sito, vale a dire non conta tanto, o perlomeno non solo, quanto si vede ma che cosa si vede e da dove.

È, infatti, proprio in relazione al cosa si vede e da dove che si può verificare il

rischio potenziale di alterazione delle relazioni percettive per occlusione, interrompendo relazioni visive o impedendo la percezione di parti significative di una veduta, o per intrusione, includendo in un quadro visivo elementi estranei che ne abbassano la qualità paesistica.

Le chiavi di lettura a livello locale si riferiscono principalmente a relazioni percettive che caratterizzano quel luogo:

- il sito interferisce con un belvedere o con uno specifico punto panoramico;
- il sito si colloca lungo un percorso locale di fruizione paesistico-ambientale (il percorso-vita nel bosco, la pista ciclabile lungo il fiume, il sentiero naturalistico ...);
- Il sito interferisce con le relazioni visuali storicamente consolidate e rispettate tra punti significativi di quel territorio (il cono ottico tra santuario e piazza della chiesa, tra rocca e municipio, tra viale alberato e villa...);
- adiacenza a tracciati (stradali, ferroviari) ad elevata percorrenza.

– Modo di Valutazione Simbolico

Questo modo di valutazione non considera tanto le strutture materiali o le modalità di percezione, quanto il valore simbolico che le comunità locali e sovralocali attribuiscono al luogo, ad esempio, in quanto teatro di avvenimenti storici o leggendari, o in quanto oggetto di celebrazioni letterarie, pittoriche o di culto popolare.

Le chiavi di lettura a livello locale considerano quei luoghi che pur non essendo oggetto di particolari celebri citazioni rivestono un ruolo rilevante nella definizione e nella consapevolezza dell'identità locale, possono essere connessi sia a riti religiosi (percorsi processuali, cappelle votive...) sia ad eventi o ad usi civili (luoghi della memoria di avvenimenti locali, luoghi rievocativi di leggende e racconti popolari, luoghi di aggregazione e di riferimento per la popolazione insediata).

Determinazione del Grado di Incidenza Paesistica del Progetto

Le Linee Guida sottolineano che l'analisi dell'incidenza del progetto deve accertare, in primo luogo, se questo induca un cambiamento paesisticamente significativo.

Determinare l'incidenza equivale a rispondere a domande del tipo:

1. la trasformazione proposta si pone in coerenza o in contrasto con le "regole" morfologiche e tipologiche di quel luogo?
2. conserva o compromette gli elementi fondamentali e riconoscibili dei sistemi morfologici territoriali che caratterizzano quell'ambito territoriale?
3. quanto "pesa" il nuovo manufatto, in termini di ingombro visivo e contrasto cromatico, nel quadro paesistico considerato alle scale appropriate e dai punti di vista appropriati?
4. come si confronta, in termini di linguaggio architettonico e di riferimenti culturali, con il contesto ampio e con quello immediato?
5. quali fattori di turbamento di ordine ambientale (paesisticamente rilevanti) introduce la trasformazione proposta?
6. quale tipo di comunicazione o di messaggio simbolico trasmette?
7. si pone in contrasto o risulta coerente con i valori che la collettività ha assegnato a quel luogo?

In molti casi tuttavia la valutazione non è così semplice.

Anche se l'aspetto dimensionale spesso gioca un ruolo fondamentale, esistono casi nei quali questo non risulta così significativo.

Inoltre, oltre agli aspetti dimensionali e compositivi, la determinazione del grado d'incidenza paesistica di un progetto va correlata ad altri parametri e criteri, ovvero:

- Criteri e parametri di incidenza morfologica e tipologica: non va considerato solo quanto si aggiunge, ma anche quanto si toglie. Infatti, i rischi di compromissione morfologica sono fortemente connessi alla perdita di riconoscibilità o alla perdita *tout court* di elementi caratterizzanti i diversi sistemi territoriali.
- Criteri e parametri di incidenza linguistica: si basano principalmente su concetti di assonanza e dissonanza. Possono giocare un ruolo rilevante anche le piccole trasformazioni non congruenti e, soprattutto, la sommatoria di queste.
- Criteri e parametri di incidenza visiva: è necessario assumere uno o più punti di osservazione significativi. Sono da privilegiare i punti di osservazione che insistono su spazi pubblici e che consentono di apprezzare l'inserimento del "nuovo manufatto o complesso" nel contesto, è poi opportuno verificare il permanere della continuità di relazioni visive significative. Particolare considerazione verrà assegnata agli interventi che prospettano su spazi pubblici o

che interferiscono con punti di vista o percorsi panoramici.

- Criteri e parametri di interferenza ambientale: permettono di valutare quelle caratteristiche del progetto che possono compromettere la piena fruizione paesistica del luogo. Gli impatti acustici sono sicuramente quelli più frequenti e che hanno spesso portato all'abbandono e al degrado di luoghi paesisticamente qualificati, in alcuni casi anche con incidenza rilevante su un ampio intorno. Possono però esservi anche interferenze di altra natura, per esempio olfattiva come particolare forma sensibile di inquinamento aereo.
- Criteri e parametri di interferenza simbolica: mirano a valutare il rapporto tra progetto e valori simbolici e di immagine che la collettività locale o più ampia ha assegnato a quel luogo. In molti casi il contrasto può esser legato non tanto alle caratteristiche morfologiche quanto a quelle di uso del manufatto o dell'insieme dei manufatti.

1.3.5.2.3. Stima dell'Impatto

La valutazione qualitativa sintetica della classe di sensibilità paesistica del sito rispetto ai diversi modi di valutazione e alle diverse chiavi di lettura e del grado di incidenza paesistica del progetto rispetto ai cinque criteri e ai parametri di valutazione considerati viene espressa utilizzando la seguente classificazione:

1= Sensibilità paesistica molto bassa / Incidenza paesistica molto bassa

2= Sensibilità paesistica bassa / Incidenza paesistica bassa

3= Sensibilità paesistica media / Incidenza paesistica media

4= Sensibilità paesistica alta / Incidenza paesistica alta

5= Sensibilità paesistica molto alta / Incidenza paesistica molto alta

Sensibilità Paesistica del Sito:

METODO DI VALUTAZIONE	CHIAVI DI LETTURA A LIVELLO LOCALE	VALUT.	NOTE
SISTEMICO	Appartenenza a sistemi paesaggistici di interesse geo-morfologico	1	Ubicazione in aree agricole con segni di trasformazione antropica evidenti
	Appartenenza a sistemi paesaggistici di interesse naturalistico	1	Lontananza da aree di interesse naturalistico
	Appartenenza a sistemi paesaggistici di interesse agrario	2	Appartenenza a aree agricole di scarso/nullo valore paesistico
	Appartenenza a sistemi paesaggistici di interesse storico-artistico	1	Lontananza da aree di interesse storico-culturale
	Appartenenza/contiguità ad un luogo di un elevato livello di coerenza sotto il profilo tipologico, linguistico e dei valori d'immagine	1	Lontananza da luoghi ad elevato livello tipologico e di valori di immagine
VEDUTISTICO	Interferenza con punti di vista panoramici	1	Il sito non si inserisce in punti di vista panoramici
	Interferenza/contiguità con percorsi di fruizione paesistico ambientale	1	Il sito non si inserisce in percorsi di fruizione ambientale
	Interferenza con relazioni percettive significative tra elementi locali	2	Il sito non interferisce con relazioni percettive significative
SIMBOLICO	Interferenza/contiguità con luoghi contraddistinti da uno status di rappresentatività nella cultura locale	1	Il sito è lontano da luoghi contraddistinti da uno status di rappresentatività nella cultura locale

Tabella 8: Sensibilità Paesistica del Sito

Dalle valutazioni espresse nella precedente Tabella 8, il giudizio complessivo medio di ***sensibilità paesistica del sito*** d'interesse risulta pari a circa ***1,2*** *(scala da 1 a 5)*.

Per quanto riguarda il grado d'incidenza dell'impianto solare termodinamico in oggetto, si riassumono prima i dati principali dell'opera, di seguito si riporta la tabella delle valutazioni assegnate.

L'area lorda d'impianto risulta rilevante trattandosi di circa 269 ettari, ma si deve ribadire che la superficie effettivamente occupata è minore del 35%.

L'impianto è fondamentalmente diviso in un campo solare (più del 95% dell'area lorda), composto da collettori di specchi parabolici lineari, e in un'isola di potenza (power block, meno del 5% dell'area lorda) che comprende tutte le parti di una convenzionale centrale termoelettrica.

Nel campo solare l'altezza massima sarà quella del collettore posizionato in "defocusing", ovvero a riposo, che sarà di circa 6,5 metri, nella power block gli elementi più alti raggiungeranno altezze di circa 20-25 metri (edificio turbina camino bruciatori).

Nei successivi capitoli, si riportano delle immagini del modello planivolumetrico dell'opera e dei fotoinserimenti da alcuni punti di vista limitrofi all'area d'impianto.

I punti di vista con gli elaborati sono riportati anche nel "Fotobook" allegato.

È stato analizzato, inoltre, il livello visibilità dell'opera dalle infrastrutture viarie prossime al sito d'intervento.

L'orografia del sito, trattandosi di una vasta pianura interrotta da lievi colline nella zona sud-occidentale, riduce la piena visibilità alle sole zone circostanti l'area d'impianto.

L'opera, comunque, risulterà percettibile, almeno per alcune sue parti, anche a distanze maggiori: le strade principali distano più di 1.500 metri dall'area, quindi la visibilità non può che considerarsi molto bassa o in alcuni punti del tutto nulla (vedasi Tav.AP_02-Analisi della Visibilità).

Grado di Incidenza Paesistica del Progetto:

METODO DI VALUTAZIONE	PARAMETRI DI VALUTAZIONE	VALUT.	NOTE
INCIDENZA MORFOLOGICA E TIPOLOGICA	Coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto alle forme naturali del territorio	3	L'opera, nonostante la sua dimensione considerevole, si inserisce in un paesaggio senza elementi caratteristici di naturalità.
	Coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto alla presenza di aree di interesse naturalistico	1	Lontananza da aree di interesse naturalistico
	Coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto alle regole morfologiche e compositive riscontrate nell'organizzazione degli insediamenti e del paesaggio rurale	3	La zona in cui s'inserisce l'impianto non è caratterizzata da elementi di pregio né naturalistici né del paesaggio rurale (trattasi di aree agricole semi-abbandonate e con segni della desertificazione mediterranea), ma le dimensioni dell'opera non sono trascurabili.
INCIDENZA LINGUISTICA	Coerenza contrasto o indifferenza del progetto rispetto ai modi linguistici del contesto inteso come ambito di riferimento storico culturale	2	Non essendo riconoscibile un particolare contesto storico-culturale, non si può determinare l'incidenza dell'impianto sul territorio coinvolto
INCIDENZA VISIVA	Ingombro visivo	4	L'area lorda occupata dal progetto è ampia, ma l'area netta effettivamente utilizzata è circa il 35% del totale.
	Contrasto cromatico	4	L'impianto si inserisce in un contesto agricolo, per ridurre il contrasto cromatico saranno poste in opera opportune opere di mitigazione vegetazionali e utilizzate recinzioni sulle gradazioni del verde.
	Alterazione dei profili e dello sky-line	4	Vista l'orografia in cui si pone l'opera si avrà una variazione dello skyline (soprattutto per quanto riguarda la power block), ma rilevabile da un intorno ristretto dell'area e integrabile al resto del territorio grazie alle siepi alberate ed arbustive.
INCIDENZA AMBIENTALE	Alterazione delle possibilità di fruizione sensoriale complessiva (uditiva, olfattiva) del contesto paesistico ambientale	2	Le emissioni acustiche e le emissioni in atmosfera (praticamente trascurabili) associate all'esercizio dell'impianto non sono tali da alterare le possibilità di fruizione sensoriale del luogo
INCIDENZA SIMBOLICA	Adeguatezza del progetto rispetto ai valori simbolici e di immagine celebrativi del luogo	1	La presenza dell'impianto non può interferire con valori simbolici e di immagine celebrativi, essendo assenti nel sito

Tabella 9: Grado di incidenza paesistica del progetto

In considerazione di quanto riportato nella precedente Tabella 9, si può assegnare un giudizio complessivo medio di ***incidenza paesistica del progetto*** pari a ***2,7*** *(scala*

da 1 a 5).

Il livello d'impatto paesistico deriva dai due valori assegnati come giudizi complessivi relativi alla classe di sensibilità paesistica del sito e al grado di incidenza paesistica del progetto.

Secondo le linee Guida seguite per questa valutazione, esistono due soglie nella valutazione dell'impatto paesistico: 5 è la soglia di rilevanza, mentre 16 è la soglia di tolleranza.

Tabella 3 – Determinazione dell'impatto paesistico dei progetti

Impatto paesistico dei progetti = sensibilità del sito X incidenza del progetto					
	Grado di incidenza del progetto				
Classe di sensibilità del sito	1	2	3	4	5
5	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**
4	*4*	**8**	**12**	**16**	**20**
3	*3*	**6**	**9**	**12**	**15**
2	*2*	*4*	**6**	**8**	**10**
1	*1*	*2*	*3*	*4*	**5**

Soglia di rilevanza: 5
Soglia di tolleranza: 16

Da *1* a *4*: impatto paesistico sotto la soglia di rilevanza
Da **5** a **15**: impatto paesistico sopra la soglia di rilevanza ma sotto la soglia di tolleranza
Da **16** a **25**: impatto paesistico sopra la soglia di tolleranza

Figura 61: Tabella determinazione impatto paesistico dei progetti - Linee Guida PTPR Lombardia

Il ***livello d'impatto paesistico*** per quanto riguarda l'impianto solare termodinamico in oggetto, sulla base di quanto sopra esposto, risulta pari a circa ***3,3***, pertanto sotto la soglia di rilevanza.

Sempre secondo le Linee Guida, *"quando il risultato è inferiore a 5 il progetto è considerato ad impatto paesistico inferiore alla soglia di rilevanza e, per definizione normativa, è automaticamente giudicato accettabile sotto il profilo paesistico"* .

1.3.5.3. Opere di mitigazione e sistemazione a verde dell'area

1.3.5.3.1. Descrizione generale

Nella relazione agronomica allegata, redatta da tecnici competenti in materia, sono riportati gli interventi previsti per migliorare il rapporto tra l'impianto costituente la centrale termodinamica, l'ambiente e le risorse naturali del territorio circostante.

Si sottolinea il ruolo dell'agricoltura e della selvicoltura nella produzione di benefici ambientali; infatti, le "infrastrutture ecologiche", rappresentate dalle siepi e dai boschetti in pianura e collina, forniscono fondamentali aree rifugio, adeguate al mantenimento delle popolazioni di fauna selvatica soprattutto in ambienti interessati da un'attività industriale e/o da agricoltura intensiva.

All'incremento del valore degli agroecosistemi, si aggiunge la determinante funzione esercitata dalle fasce tampone nel controllo dei composti contaminanti di varie origini nei confronti della risorsa idrica e, delle risorse naturali in genere.

Le fasce tampone, definite ai fini dell'applicazione della presente azione, sono costituite da fasce arboree e/o arbustive, con una fascia inerbita di rispetto, interposte tra l'impianto, la rete viaria e la rete idraulica consortile costituita da corsi d'acqua, fossi o scoline, dove presenti.

Le siepi sono rappresentate da strutture lineari, arboree e/o arbustive, monofilari o a doppio filare da realizzarsi nelle immediate adiacenze delle strutture destinate alla centrale termodinamica.

Si considerano boschetti le superfici di dimensioni comprese tra un minimo di 500 m^2 ed un massimo di 2.000 m^2, non contigue (distanza dei perimetri esterni maggiore di 20 metri) con altri appezzamenti a bosco, coperte da vegetazione forestale appartenente alla flora indigena locale, arborea o arbustiva, di origine naturale o artificiale in qualsiasi stadio di sviluppo, in cui il grado di copertura del soprassuolo a maturità sia colmo e la presenza delle specie arboree superi il 30% del numero totale di individui.

Occorre tener presente che, nel caso di superfici a boschetto non contigue e che non superano 2.000 m^2 di superficie, non è applicato il vincolo forestale, ai sensi del D.Lgs. n. 227/2001.

Per quanto riguarda le specie vegetali da utilizzare come schermo per la mitigazione

dell'impatto visivo degli impianti è possibile proporre due differenti soluzioni alternative:

- utilizzo delle specie esotiche già presenti nell'area d'intervento;
- utilizzo di specie della vegetazione potenziale ed altre di rapido accrescimento ora non presenti.

La prima soluzione risponde all'esigenza di mitigare l'impatto visivo con specie vegetali già presenti e proseguire con le forme già esistenti del paesaggio.

Infatti, la visibilità dell'impianto dalle strade pubbliche non è così rilevante ed è possibile intervenire con la messa a dimora di frangivento di eucalipti, cipressi e fichi d'India, già presenti nell'area, senza aggiungere altri elementi che possano determinare la variabilità al paesaggio.

La seconda soluzione prevede la messa a dimora di specie della vegetazione potenziale come Sughere, Leccio, Lentisco, Ginepro, Ilatro, Pero Mandorlino, Fico, Corbezzolo e Viburno Tino insieme a specie a rapido accrescimento, come i Pioppi e i Salici, da collocare nei pressi di aree umide, ovvero nei pressi dei canali di regimazione delle acque.

Le prime sono specie arboree e alto arbustive autoctone, ma a lento accrescimento, il pioppo resiste bene alla salinità e a periodi di stress, mentre i salici hanno bisogno di una maggiore quantità di acqua.

Si rimanda a tal proposito all'elaborato grafico "TAV_A09: Progetto del Verde - Opere di Mitigazione".

Come già scritto, di seguito si inseriscono le immagini del modello planivolumetrico dell'impianto e i fotoinserimenti dello stesso.

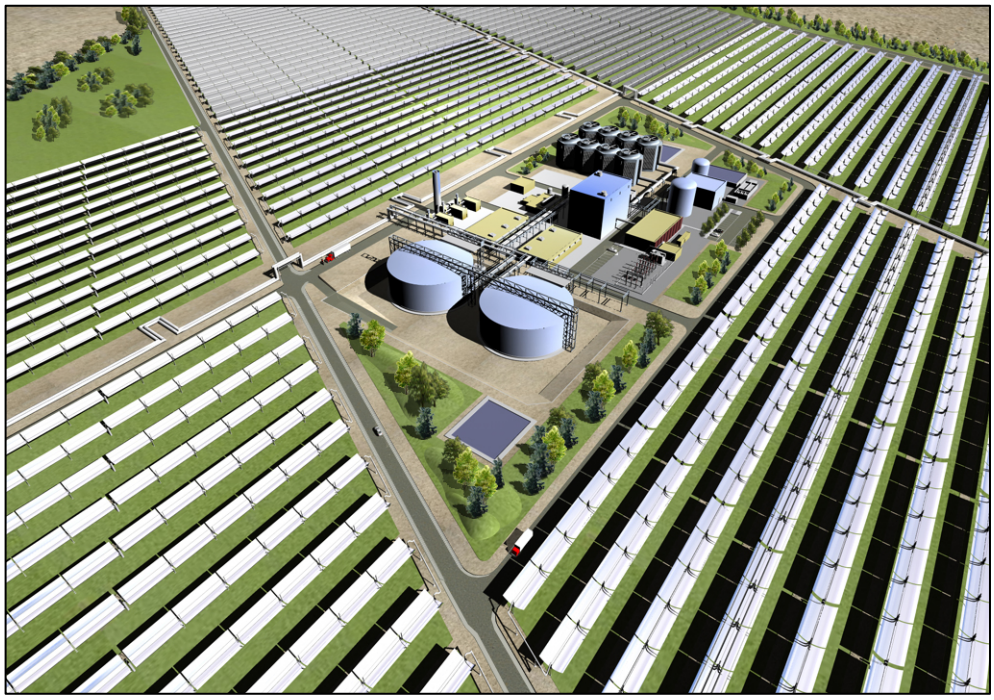


Figura 62: Modello Planovolumetrico - Dettaglio Power Block vista Sud-Est

Figura 63: Presa Fotografica dal Ponte su Gora Piscina Longa (Nord Area Impianto)

Figura 64: Presa Fotografica dal Ponte su Gora Piscina Longa (Nord Area Impianto) - Fotoinserimento senza opere di mitigazione

Figura 65: Presa Fotografica dal Ponte su Gora Piscina Longa (Nord Area Impianto) - Fotoinserimento con opere di mitigazione

Figura 66: Prese Fotografiche unite dal Ponte su Canale Riu Nou (Est Area Impianto)

Figura 67: Prese Fotografiche unite dal Ponte su Canale Riu Nou (Est Area Impianto) - Fotoinserimento senza opere di mitigazione

Figura 68: Prese Fotografiche unite dal Ponte su Canale Riu Nou (Est Area Impianto) - Fotoinserimento con opere di mitigazione interne

Figura 69: Prese Fotografiche unite dal Ponte su Canale Riu Nou (Est Area Impianto) - Fotoinserimento con opere di mitigazione

Come si può notare nella Figura 62, un'ulteriore soluzione di mitigazione consiste nell'utilizzare rivestimenti e colorazioni degli edifici che si integrino armoniosamente con l'ambiente circostante.

Un esempio potrebbe essere la colorazione delle strutture più alte, come i camini dei riscaldatori di backup e l'edificio del turbogeneratore, con sequenze di tinte tali da creare una sfumatura che riproduca quella naturale del cielo.

Tale tecnica è stata già messa in atto con successo in strutture ben più alte di quelle in gioco nel presente progetto, come ad esempio per il camino del termovalorizzatore A2A di Brescia, che con i suoi 120 metri di altezza supera di oltre 4-5 volte gli elementi più elevati dell'impianto in oggetto (Figura 70).

Per gli edifici di dimensioni più modeste si potranno utilizzare altre tinte di colori naturali (gradazioni del marrone della terra o del verde).

Figura 70: Camino Termovalorizzatore A2A di Brescia - Esempio colorazione strutture elevate

1.3.5.3.2. Attività Post-operam

Nella relazione agronomica, i tecnici ipotizzano anche delle attività da svolgere durante la fase di esercizio dell'impianto, al fine di mantenere la vocazione attuale (agro-pastorale) dei terreni coinvolti.

Tali attività, divise in tre scenari, sono fortemente dipendenti dalla disponibilità di acqua agricola da utilizzare per l'irrigazione.

Come già anticipato, il consumo della risorsa acqua s'innalzerebbe notevolmente, ma è da precisare che l'acqua necessaria per la centrale è acqua definita "industriale", mentre questa sarebbe acqua per uso agricolo, il cui utilizzo non è fondamentale per la costruzione e l'esercizio dell'impianto, ma ipotizzato al fine di integrare, in un modo del tutto innovativo, la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e l'agricoltura/pastorizia.

Gli scenari proposti seguono due strategie diverse: la prima mantiene le attività già in essere, incrementando i prati-pascolo irrigui, con un minor consumo idrico; la seconda strategia intende utilizzare una maggiore quantità di acqua per l'irrigazione, che appare al momento il vero limite applicativo di quanto proposto.

- **Scenario 1: Mantenimento delle utilizzazioni attuali**

Le ipotesi di questo scenario hanno operato una scelta in base alle utilizzazioni già presenti:

- pascolo ovino;
- prato-pascolo.

Queste utilizzazioni sono una soluzione che ha il vantaggio dell'immediatezza: sono previsti limitati investimenti in termini di capitali e limitate modificazioni delle attività normalmente attuate nelle aziende presenti.

Però, di contro, è possibile rilevare la presenza di problematiche specifiche che possono influenzare la produttività dell'impianto in progetto, come la produzione di polveri per l'esercizio del pascolo e la presenza di biomassa secca, soggetta al rischio di incendio.

Nel caso del pascolo la destinazione d'uso rimane la stessa *ante operam*, senza alcun intervento realmente migliorativo.

Si dovrebbe puntare all'applicazione di un'attenta e corretta gestione, che deve

prescindere dall'ottenimento del massimo delle produzioni, a vantaggio degli equilibri funzionali tra il sistema pascolo e il suo sfruttamento.

Questo stato di equilibrio dinamico non è facile da perseguire e, durante la stagione estiva, sarà necessario irrigare l'area, per limitare la polverosità determinata dall'inaridimento del suolo e l'andata in riposo vegetativo delle specie presenti (il disseccamento della parte erbacea) e la loro andata a seme.

Nel caso dell'erbaio di graminacee (prato-pascolo), si deve tener conto della durata annua e dell'uso pascolativo nel periodo estivo, supportato dall'irrigazione che consente di utilizzare i ricacci estivi.

Anche in questo caso si mantengono le pratiche già attuate, ivi compresa l'irrigazione, ma estendendole sopra una più ampia superficie, in altri termini generalizzandole.

La produzione di polveri avviene in maniera cospicua durante le lavorazioni del terreno.

Infatti, il pascolo degrada più velocemente il cotico erboso, soprattutto in termini di qualità e copertura, ciò comporta interventi almeno biennali di aratura con un'elevata presenza dei mezzi.

L'irrigazione in tali superfici può richiedere almeno 540.000 m^3/anno di acqua.

Sicuramente s'innalzerebbe la produzione lorda vendibile e il mantenimento di animali nell'area in esame sino a n.15 capi ovini/ettaro/anno, per un totale di 2.700 pecore.

Sicuramente un aumento di produzione rispetto a quanto possibile all'attualità.

- **Scenario 2: Realizzazione delle potenzialità espresse nella Carta delle Aree irrigabili della Sardegna**

Il fattore limitante di questo secondo scenario è l'acqua.

Supponendo di poter disporre di grandi quantità di acqua, per fini irrigui, così da esprimere le potenzialità descritte nella Carta delle Aree irrigabili della Sardegna (Aru et al.), si è pensato di utilizzare diverse strategie produttive, non direttamente finalizzate alla produzione di latte, ma di fieno di buona e di ottima qualità da insilare.

Le produzioni sono le seguenti:

1) erbai di trifoglio, non in purezza ma unitamente al loglio;
2) prati stabili ad erba medica;

3) prati di loglio perenne;
4) prati di sulla (Hedysarum coronarium);
5) prati pascolo migliorati per pascolo continuo, assistito dall'irrigazione (uno sfalcio/anno).

In questo caso si è pensato di coltivare anche uno specifico miscuglio per l'avifauna selvatica.

L'irrigazione avverrà durante la stagione estiva, fungendo da fascia antincendio verde, con l'ausilio di irrigatori a pioggia da installare alla base degli slot.

Viene ridotta, se non annullata, la produzione di polveri e consentito il passaggio dei mezzi per le normali operazioni di manutenzione dell'impianto.

L'altezza delle piante per lo sfalcio è modesta e non crea alcun problema per il passaggio dei mezzi.

Viene creata una area verde utile per l'antincendio, che funzionalmente viene completata dalla presenza degli irrigatori.

Il fabbisogno irriguo medio può oscillare tra i 4000-6000 m^3/ha anno per un fabbisogno complessivo aziendale di 1.050.000 di m^3.

Inoltre, come anticipato nel paragrafo 1.3.2.2.3, si potrebbero applicare le attività previste per lo scenario 2 alle sole aree libere più ampie interne all'impianto (Figura 47): Scenario 3.

Questa scelta può essere considerata un compromesso per il proseguimento dell'attività vocativa del sito e un minor consumo della risorsa idrica.

Infatti, le "ampie zone libere" individuate ammontano ad una superficie totale di circa 27 ettari, escludendo i piccoli gruppi di alberi componenti i boschetti delle opere di mitigazione.

Seguendo la logica di calcolo della relazione anzidetta il quantitativo di acqua ammonterebbe a circa 160.000 m^3/anno.

Questa quantità, molto inferiore a quelle sopra riportate, potrebbe rendere l'ipotesi prevista la più realizzabile, soprattutto in considerazione del risparmio di risorsa idrica.

1.3.6. RUMORE

1.3.6.1. Caratterizzazione Ante-operam

La caratterizzazione acustica ante-operam dell'impianto è stata effettuata tramite una campagna di rilevamento acustico affidata allo Studio associato degli ingegneri Massimiliano Lostia di Santa Sofia iscritto con Det. D.G./D.A n. 161 del 05.02.2004 al n°89 dell'elenco regionale della Sardegna dei tecnici competenti in acustica ambientale e Giada Deffenu, professionista iscritta all'elenco con Det. D.G./D.A n. 17 del 18.01.2005 al n° 112, che ha redatto anche il documento di previsione di impatto acustico, ai sensi dell'art. 8, comma 4 della Legge 26 ottobre 1995.

Dai sopralluoghi effettuati sul campo e dall'analisi della cartografia, sono stati inizialmente presi in considerazione 9 (nove) potenziali ricettori dislocati nell'intorno dell'area occupata dalla centrale solare.

Considerando che tutte le sorgenti rumorose saranno concentrate nella parte centrale dell'impianto, precisamente nella Power Block, e verificate le distanze in gioco tra le sorgenti di rumore dell'impianto e i potenziali ricettori, si è scelto di concentrare la verifica previsionale sui soli ricettori individuati come Ricettore n. 1 e Ricettore n. 2, posti a circa 700 metri dalla Power Block.

Per tutti gli altri si è effettuata una stima preliminare, considerando principalmente il fattore distanza dalla sorgente di rumore (oltre 1 km), e non sono stati presi in considerazione per il calcolo previsionale.

Il Ricettore n. 1 è un'abitazione, mentre il Ricettore n. 2 è un alloggio in cui vive un pastore e fa parte della stessa proprietà del Ricettore n. 1.

I dati sui ricettori sono riassunti nella seguente tabella.

Ricettore	Tipologia	Distanza [m]	Classe acustica
n. 1	Abitazione	705	III
n. 2	Alloggio	700	III

Tabella 10: Dati ricettori

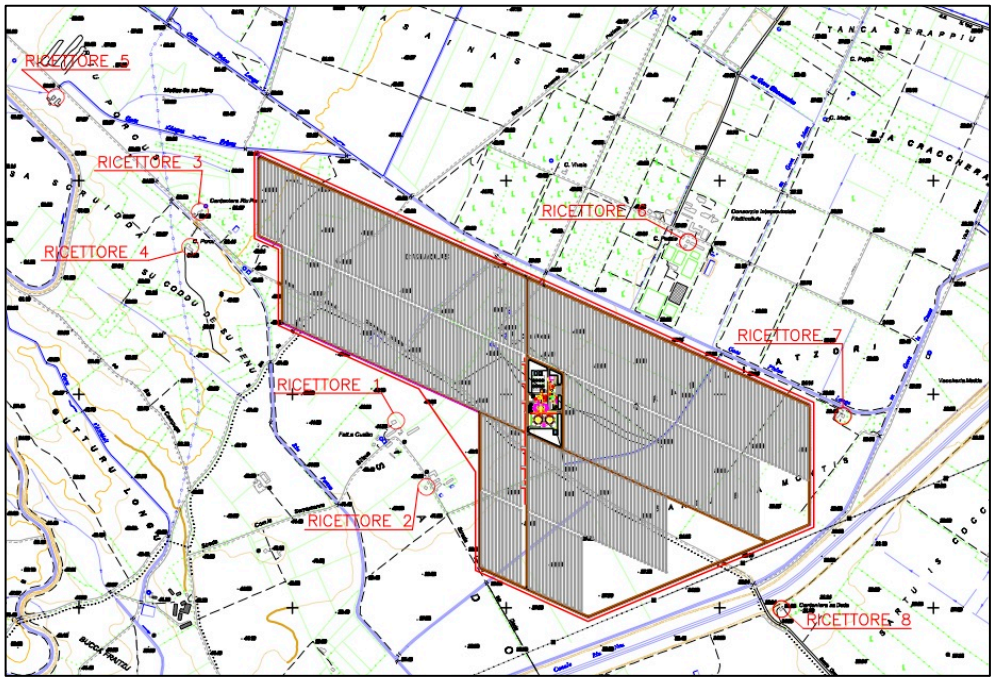


Figura 71: Potenziali ricettori individuati

L'area presa in considerazione è priva di sorgenti sonore di rilievo.

Si tratta, infatti, di un'area agricola con scarsa presenza di attività produttive, rappresentate perlopiù da piccole aziende di tipo zootecnico e agricolo.

Anche il contributo del traffico stradale è pressoché nullo, in quanto l'infrastruttura viaria principale, la SS n.196, dista quasi 2 km dall'area sulla quale è prevista l'installazione dell'impianto.

Il resto della viabilità è dato solo da strade di campagna, sterrate, praticamente prive di traffico.

Sui n. 2 ricettori individuati, si sono effettuati i rilievi fonometrici aventi lo scopo di caratterizzare il clima acustico "ante-operam" dell'area indagata.

Ai valori così rilevati si sono poi sommati i risultati della simulazione, che tengono conto dei livelli di rumore prodotti dalle sole sorgenti specifiche sui ricettori, senza tener conto dei livelli di rumore residuo, così come calcolati tramite l'utilizzo del software.

I rilievi hanno interessato sia il Tempo di riferimento (Tr) diurno (ore 6.00-2.00) sia il Tr notturno (22.00-6.00).

Il Tr diurno è stato suddiviso in 2 Tempi di misura (Tm), ciascuno di 30 minuti, ritenuti rappresentativi del clima acustico dell'area nell'arco dell'intero Tr.

Le misure sono state presidiate da un operatore per evidenziare ed eventualmente escludere eventi anomali e, dove possibile, sono state eseguite in prossimità della facciata; dove invece non è stato possibile avvicinarsi all'edificio-ricettore, i rilievi sono stati effettuati al perimetro delle pertinenze esterne del ricettore (in genere presso la recinzione della proprietà nel punto arealmente più vicino all'edificio) con il microfono rivolto in direzione della sorgente di rumore.

I rilievi si sono svolti in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve con velocità del vento inferiore a 5 m/s per tutti i rilievi.

L'altezza del microfono, munito di cuffia antivento e collocato sempre ad almeno 1 metro dalla facciata dell'edificio, è stata scelta in accordo con la ipotizzata posizione del ricettore, e i fonometri sono stati calibrati prima e dopo ogni ciclo di misura.

Di seguito si riportano le caratteristiche della strumentazione usata per i rilievi e, per ogni ricettore interessato dai nuovi rilievi, i grafici e le caratteristiche delle misure effettuate.

- Fonometro integratore 01 dB-Metravib tipo BLACK SOLO 01 matricola n. 65684;
- Preamplificatore microfonico 01 dB-Metravib tipo PRE 12 H matricola n. 20453;
- Microfono Aksud tipo 3201 matricola n. 49435;
- Calibratore CEL modello 284/2, matricola n° 4/05326467;
- Fonometro integratore 01 dB tipo BLACK SOLO matricola n. 65363;
- Preamplificatore microfonico tipo PRE21S matricola n. 15896;
- Microfono tipo MCE212 matricola n. 142766.

1.3.6.1.1. Rilievi sul Ricettore R1

Il ricettore R1 è un edificio con destinazione d'uso abitativa, nel quale vivono i proprietari dell'annessa azienda zootecnica.

Ricade nel territorio del comune di Decimoputzu in un'area a destinazione agricola, inserita in classe acustica III.

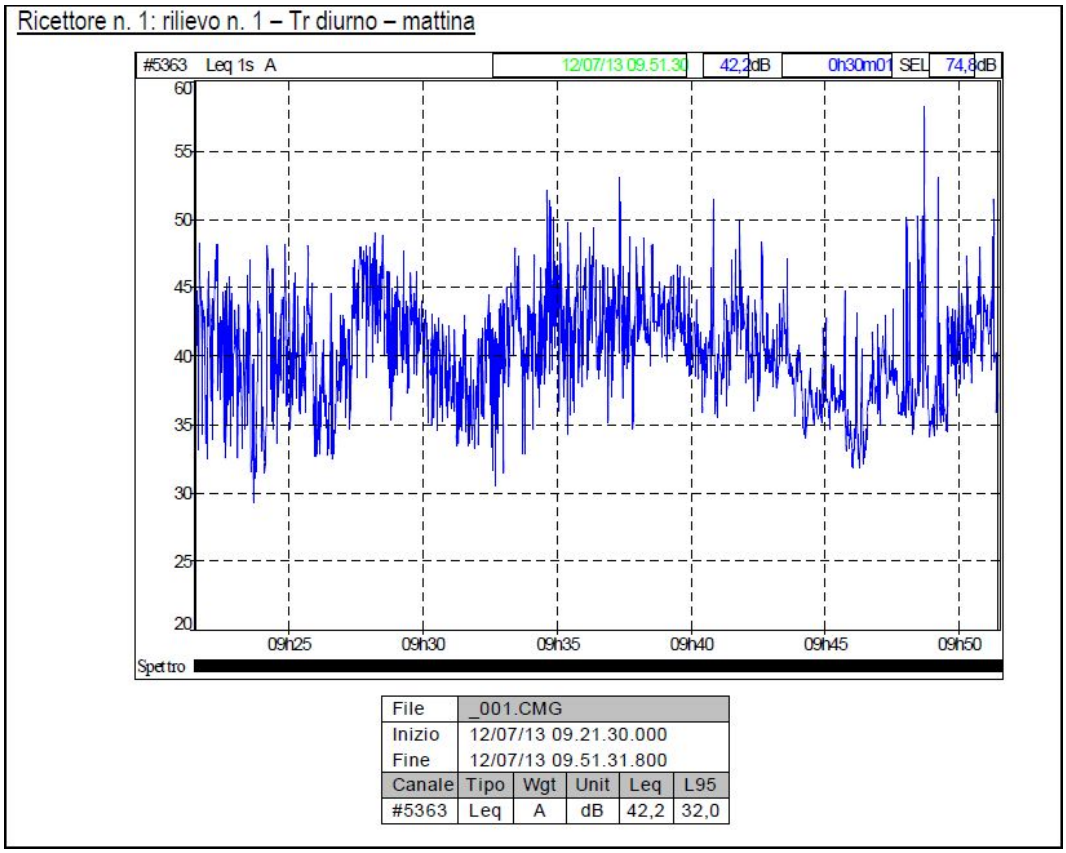
La struttura è realizzata in muratura con copertura in tegole e dotata di infissi in alluminio e legno.

La distanza del ricettore dalla Power Block è di circa 705 metri, calcolata dal centro della Power Block allo spigolo est dell'edificio.

Il microfono, durante i rilievi, è stato posizionato in prossimità della facciata principale

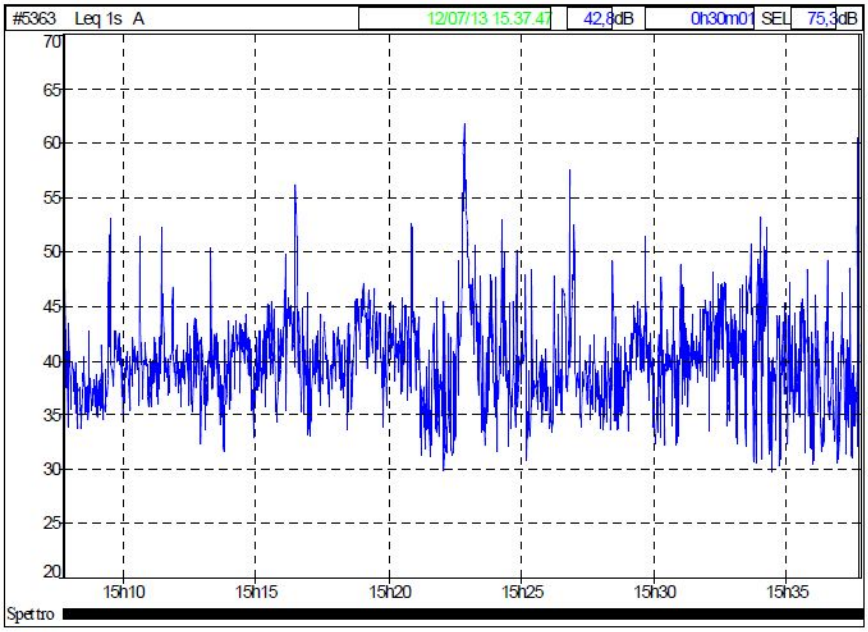
dell'edificio, all'esterno di un piccolo cortile di ingresso.

Figura 72: Ricettore 1 - Posizionamento microfono



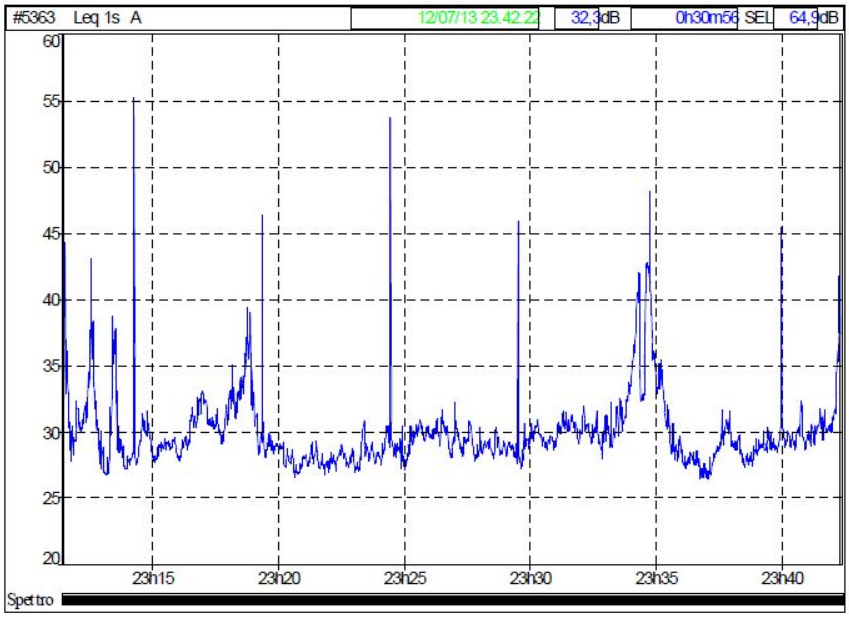
File	_001.CMG				
Inizio	12/07/13 09.21.30.000				
Fine	12/07/13 09.51.31.800				
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	L95
#5363	Leq	A	dB	42,2	32,0

Ricettore n. 1: rilievo n. 2 – Tr diurno – pomeriggio



File	_002.CMG				
Inizio	12/07/13 15.07.47.000				
Fine	12/07/13 15.37.48.900				
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	L95
#5363	Leq	A	dB	42,8	30,9

Ricettore n. 1: rilievo n. 3 – Tr notturno



File	_003.CMG				
Inizio	12/07/13 23.11.27.000				
Fine	12/07/13 23.42.23.200				
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	L95
#5363	Leq	A	dB	32,3	27,1

1.3.6.1.2. Rilievi sul Ricettore R2

Il ricettore R2 è un ricovero nel quale alloggia il pastore che lavora per conto dell'azienda zootecnica il cui proprietario è il medesimo del ricettore R1.

Ricade anch'esso nel territorio del comune di Decimoputzu in un'area a destinazione agricola, inserita in classe acustica III.

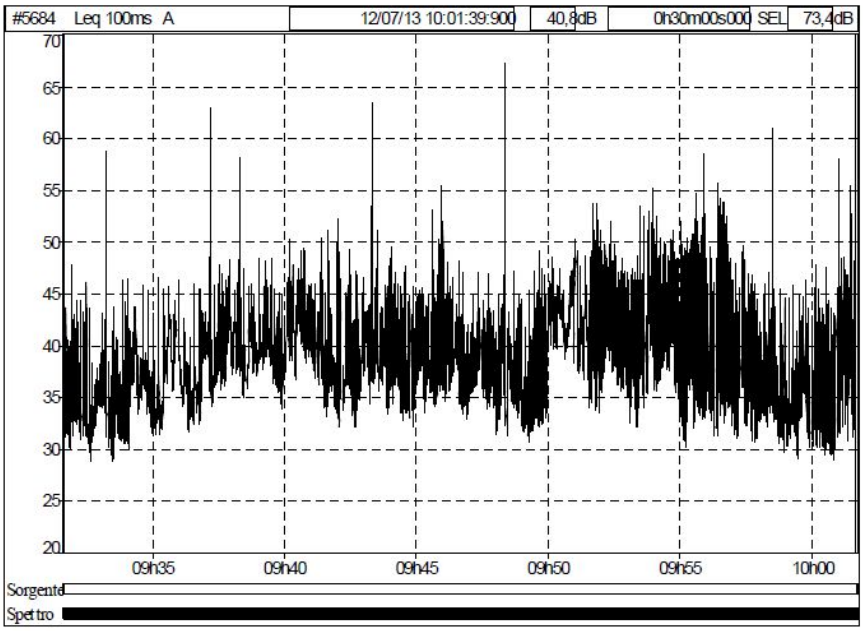
La struttura è realizzata in muratura con copertura in tegole e dotata di infissi in alluminio.

La distanza del ricettore dalla Power Block è di circa 700 metri, calcolata dal centro della Power Block allo spigolo nord dell'edificio.

Il microfono, durante i rilievi, è stato posizionato in prossimità della facciata principale dell'edificio, immediatamente all'esterno della piccola recinzione metallica che lo perimetra.

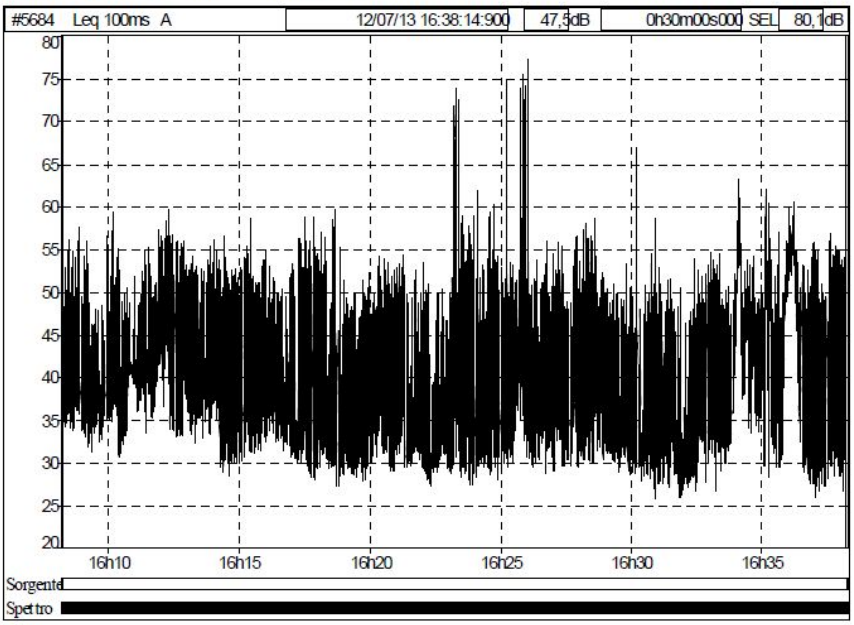
Figura 73: Ricettore 2 - Posizionamento microfono

Ricettore n. 2: rilievo n. 1 – Tr diurno – mattina



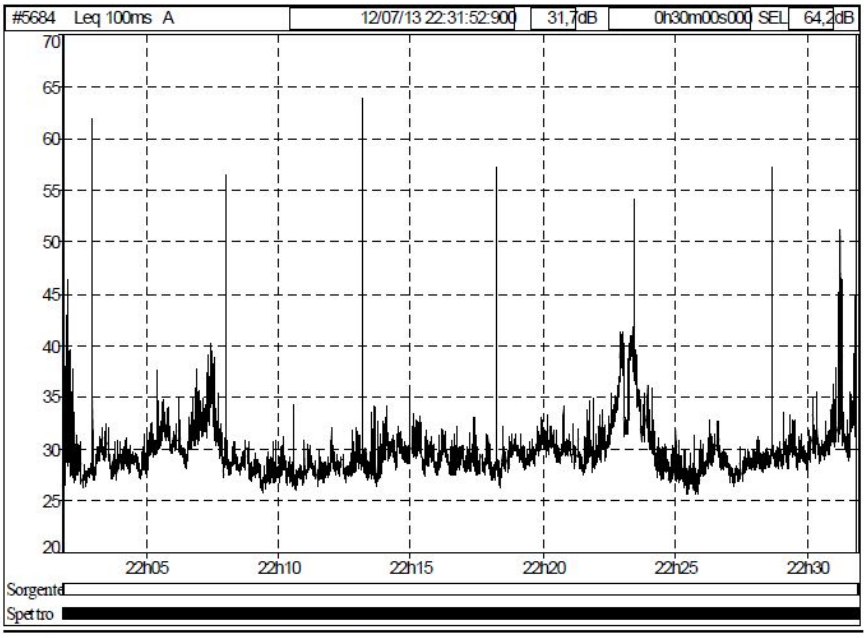
File	M1001				
Inizio	12/07/13 09:31:40:000				
Fine	12/07/13 10:01:40:000				
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	L95
#5684	Leq	A	dB	40,8	32,1

Ricettore n. 2: rilievo n. 2 – Tr diurno – pomeriggio



File	M2001				
Inizio	12/07/13 16:08:15:000				
Fine	12/07/13 16:38:15:000				
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	L95
#5684	Leq	A	dB	47,5	29,8

Ricettore n. 2: rilievo n. 3 – Tr notturno



File	M3001				
Inizio	12/07/13 22:01:53:000				
Fine	12/07/13 22:31:53:000				
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	L95
#5684	Leq	A	dB	31,7	27,1

1.3.6.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione

1.3.6.2.1. Fase di Cantiere

La realizzazione dell'opera prevede l'installazione di un cantiere edile per l'edificazione della centrale.

La rumorosità prodotta durante questa fase di realizzazione sarà quella normalmente riscontrabile nei cantieri edili, quindi dovuta soprattutto all'utilizzo dei mezzi quali autocarri, pale meccaniche, ecc. e all'utilizzo di attrezzature da cantiere.

Sarà cura del Responsabile dei lavori richiedere specifica autorizzazione all'autorità comunale per attività rumorose temporanee, come previsto dalle Direttive Regionali.

L'autorità comunale potrà rilasciare, se previsto da proprio regolamento, l'autorizzazione con deroga dei limiti.

Di seguito si effettua un'analisi previsionale dell'impatto acustico generato durante le fasi di cantiere.

Per quanto riguarda le indicazioni sui macchinari che si utilizzeranno nel cantiere, per analogia con altri del tutto simili a quelli descritti nella presente relazione, si può ragionevolmente supporre l'utilizzo dei macchinari più critici, elencati nella tabella seguente:

Macchinario	Livello di potenza sonora teorico [dB(A)]
scavatrice	104
pale	106
autocarro	103
Autobetoniera	90
pompa cls	90
gru fisse	101
motosaldatrice	80
compressori	95
martello pneumatico	105
vibratore a piastra	107

Tabella 11: Elenco macchinari impiegati in fase di cantiere

Non conoscendo le marche ed i modelli dei macchinari che verranno effettivamente utilizzati in fase realizzativa, i livelli di potenza sonora indicati nella tabella

precedente sono stati ottenuti in base a dati di letteratura, dal database del Comitato Paritetico Territoriale di Torino (dati aggiornati al 2009/2010) e dalle specifiche delle ditte produttrici, utilizzando le indicazioni del D.Lgs n. 262 del 2002 riguardante i dati di potenza sonora massimi ammissibili per i macchinari destinati a funzionare all'aperto e immessi in commercio a partire dal 2002.

A partire dalla conoscenza del livello di potenza sonora, è possibile quindi stimare la rumorosità generata da uno o più macchinari in funzione contemporaneamente, simulando il funzionamento effettivo del cantiere e stimando l'impatto che esso genera nei confronti dei recettori.

Per quanto riguarda i tempi e gli orari di funzionamento dei cantieri temporanei fissi, si stima che le operazioni verranno svolte esclusivamente in orario diurno per non oltre 8 ore lavorative al giorno.

Durante le varie fasi realizzative, verranno utilizzati i macchinari funzionanti singolarmente o in contemporanea.

Dal punto di vista acustico, l'ipotesi peggiorativa riguarda il contemporaneo funzionamento delle sorgenti sonore che si osservano nelle seguenti fasi:

- VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO PRESSO IL RICETTORE

Per simulare le condizioni più critiche, è stato considerato il contemporaneo funzionamento di più macchinari nelle diverse fasi di realizzazione.

Le sorgenti considerate a funzionamento contemporaneo sono altresì caratterizzate dai valori più elevati di potenza sonora tra quelle utilizzabili in cantiere.

Partendo dai livelli di potenza sonora, si applica la formula della propagazione del rumore da sorgenti con direttività emisferica in campo libero trascurando, a vantaggio della sicurezza dei ricettori, le attenuazioni che il suono subisce per i diversi effetti (attenuazione per effetto suolo, per assorbimento atmosferico, effetto della vegetazione etc) e non considerando l'orografia specifica di ogni sito.

Per studiare la situazione più impattante dal punto di vista acustico, non si considererà la differenza di quota.

Applicando la formula:

$$Lp = Lw - 20\log(d) - 8 \text{ [dBA]}$$

dove:

Lp = livello di pressione sonora a distanza d

d = distanza media in m del cantiere dai ricettori

Lw = livello di potenza sonora del macchinario

si ottengono i livelli di rumorosità a distanza desiderata, riportati nella successiva tabella:

	Macchinario	Livello di potenza sonora teorico (dBA)	Numero unità previste	Distanza media del cantiere dai ricettori (m)	Livello di pressione sonora calcolato (dBA)
Lp1	scavatrice	104	9	500	42
Lp2	pale	106	2	500	44
Lp3	autocarro	103	2	500	41
Lp4	Autobetoniera	90	6	500	28
Lp5	pompa cls	90	2	500	28
Lp6	gru fisse	101	2	500	39
Lp7	motosaldatrice	80	10	500	18
Lp8	compressori	95	4	500	33
Lp9	martello pneumatico	105	1	500	43
Lp10	vibratore a piastra	107	2	500	45
Ltot	**Lp1+Lp2+Lp3+Lp4+Lp5+...Lp10**				**51,0**

** La combinazione dei livelli di pressione sonora dovuti al contemporaneo effetto delle sorgenti sonore è calcolato con la formula: Ltot = 10*log($10^{Lp1/10}$ + $10^{Lp2/10}$+ $10^{Lp3/10}$ .....).*

Tabella 12: Livelli di rumorosità a distanza desiderata

Posto che il cantiere è del tutto esterno ad agglomerati urbani e che la rete viaria a servizio è la SS196, l'incremento di traffico ipotizzato è del tutto marginale.

In riferimento alle zonizzazioni acustiche comunali, il ricettore 1 individuato ricade nella classe acustica definita di seguito:

Ricettore	Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
n. 1	III aree di tipo misto	60	50

Tabella 13: Valori di immissione sonora in dB(A) – estratto Tabella C del DPCM 14/11/97

Si riportano di seguito i valori finali del rumore di immissione totale LA per il ricettore considerato.

Al ricettore 1:

$$\mathbf{LA = LR + L_{simulato} < 60\ dB(A)} \quad \text{nel TR diurno}$$

dove:

LR = 43,0 dB(A) misurazione ante operam

$L_{simulato}$ = 51,0 dB(A) livello simulato

$$\mathbf{LA = 10*log(10LR/10 + 10Lsim\ /10) = 52\ dB(A)}$$

Dall'analisi dell'indagine acustica ante-operam, si deduce che il clima acustico non sarebbe aggravato dall'esercizio del cantiere in oggetto, simulato nelle condizioni operative più estreme come meglio precisato in precedenza.

È opportuno evidenziare che i risultati suddetti trascurano fattori locali quali orografia, effetto suolo, vegetazione, assorbimento atmosferico, etc. che potrebbero ridurre sensibilmente il livello di pressione sonora calcolato.

1.3.6.2.2. Fase di esercizio

Nel calcolo previsionale si fa riferimento alle condizioni di potenziale massima criticità delle emissioni sonore dell'attività.

Non sono stati tenuti in considerazione i riscaldatori ausiliari visto il ridotto numero di ore che si prevede saranno in funzione (20/anno).

Le condizioni più gravose dal punto di vista acustico si hanno quando le sorgenti di rumore sono in funzione contemporaneamente.

Essendo, come detto, tutti i macchinari rumorosi concentrati nella Power block posta

nella parte centrale dell'impianto solare, si è scelto di considerare l'intera Power block come una sorgente di rumore puntuale, data dalla somma di tutte le singole sorgenti di rumore (macchinari) dislocati al suo interno.

I dati delle singole sorgenti sonore considerate per il calcolo sono riassunti nella seguente tabella.

SORGENTE	N. UNITÀ	POTENZA SONORA COMPLESSIVA Lw [dB(A)]	QUOTA [metri]
SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO (CELLE)	6	98,0	**19**
CABINA TURBINA	1	78,0	**23**
POMPE ESTERNE	30	105,0	**1**
TRASFORMATORE	1	100,0	**5**
EDIFICI (magazzino, quadri, uffici, acqua demi)	4	69,0	**5**

Figura 74: Riepilogo dati sorgenti sonore considerate

Per il calcolo si è applicato il modello per la previsione del rumore in ambiente esterno ***CadnA Versione 4.1.137, © DataKustik GmbH***, con il quale si è effettuata la valutazione previsionale del rumore immesso dall'impianto solare sui ricettori individuati.

Il modello di calcolo è stato impostato per sorgenti puntiformi, con coefficiente di assorbimento del suolo pari a 0,6, Temperatura di 20° C e umidità relativa del 70%, impiegando il modello di calcolo per la meteorologia "CONCAWE".

La valutazione previsionale ha tenuto conto, oltre che del contributo di rumore immesso dalle sole sorgenti di rumore dell'impianto sui ricettori, anche del clima acustico caratteristico delle aree interessate dalla presenza della centrale solare, basandosi sui rilievi fonometrici effettuati presso i ricettori individuati.

Per ottenere un valore unico per ogni Tempo di riferimento sui ricettori, si è effettuata la media logaritmica dei valori misurati nei diversi Tempi di misura considerati.

Nella seguente tabella sono riassunti i valori sui ricettori, misurati strumentalmente (Residuo rilevato), dovuti alle sole sorgenti dell'impianto (Risultati simulazione) e quelli finali, ottenuti dalla combinazione dei primi 2, (Ambientale calcolato) da confrontare con i limiti di legge. Tutti i valori sono arrotondati a 0,5 dB(A).

Tempo di riferimento	Ricettore	Residuo rilevato [dB(A)]	Risultati simulazione [dB(A)]	Ambientale calcolato [dB(A)]
DIURNO	n. 1	42,5	38,0	**44,0**
	n. 2	45,0	37,0	**46,0**
NOTTURNO	n. 1	32,5	38,0	**39,0**
	n. 2	31,5	37,0	**38,0**

Tabella 14: Riepilogo valori sui ricettori

I risultati ottenuti sui ricettori, per ciò che riguarda i limiti assoluti d'immissione, sono riassunti nella seguente tabella che riporta i livelli sonori totali sui ricettori, ottenuti dal contributo delle sorgenti sonore dell'impianto al clima acustico pre-esistente nel Tempo di riferimento diurno e nel Tempo di riferimento notturno.

Tempo di riferimento	Ricettore	Classe	Valore limite assoluto di immissione L_{Aeq} [dB(A)] D.P.C.M. 14/11/1997	Ambientale calcolato [dB(A)]
DIURNO	n. 1	III	60,0	44,0
	n. 2	III		46,0
NOTTURNO	n. 1	III	50,0	39,0
	n. 2	III		38,0

Tabella 15: Confronto tra i livelli attesi e i livelli di legge

Dal confronto dei livelli sonori totali (rumore ambientale calcolato), dovuti quindi al contributo delle sorgenti sonore dell'impianto al clima acustico pre-esistente, si evince dunque il rispetto dei valori limite assoluti di immissione di cui al D.P.C.M. del 14.11.1997.

Stima del limite differenziale d'immissione

I valori limite differenziali di immissione sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi.

Tali valori non si applicano nella Classe acustica VI.

I limiti differenziali non si applicano nei seguenti casi, poiché ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

1. se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;

2. se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

Il Livello differenziale di rumore (LD) è dato dalla differenza tra il livello di rumore ambientale (LA) e quello di rumore residuo (LR).

LD = (LA - LR)

Il Livello di rumore residuo (LR) è quello rilevato strumentalmente per la definizione del clima acustico.

Il Livello di rumore ambientale (LA) è quello calcolato in via previsionale ottenuto come contributo del rumore residuo e del rumore prodotto dalla specifica sorgente potenzialmente disturbante.

Dai valori sui ricettori di LA e di LR è possibile verificare i valori limite differenziali d'immissione.

Considerando che i rilievi sono stati effettuati in prossimità della facciata dei ricettori, o comunque in prossimità delle loro pertinenze esterne, essi sono confrontabili con i valori differenziali intesi nella condizione "a finestra aperta".

Si fa notare che, pur avendo ottenuto dalla simulazione il superamento del valore limite differenziale nel Tr notturno, in questo caso non sussistono le condizioni di applicabilità del criterio differenziale stesso in quanto il livello di rumore risulta inferiore al limite di 40 dB(A) nel Tr notturno nella condizione "a finestra aperta" previsti dal D.P.C.M. 14.11.1997.

Dal momento che dall'esito del calcolo previsionale scaturisce che i livelli di rumore sui ricettori rientrano nei limiti di legge, si ritiene che non sia necessario prevedere specifici interventi di mitigazione.

Tuttavia, se in seguito alle verifiche dei monitoraggi post-operam dovessero riscontrarsi superamenti dei limiti di legge, la società proponente adotterà gli interventi necessari per ridurre i livelli delle emissioni sonore, al fine di riportarli al rispetto dei valori limite della classe acustica assegnata ai ricettori.

In funzione della causa dell'eventuale superamento che si dovesse riscontrare, gli interventi potranno essere effettuati sulle sorgenti specifiche (sostituzione di macchinari rumorosi con altri analoghi meno rumorosi, insonorizzazione di macchinari), oppure sui ricettori (realizzazione di barriere acustiche, interventi sugli edifici quali sostituzione di infissi).

1.3.7. TRAFFICO

1.3.7.1. Descrizione e Caratterizzazione

L'area agricola di ubicazione dell'impianto solare termodinamico risulta servita da un sistema viario collegato alla rete viabile provinciale e regionale.

L'area di impianto è raggiungibile dalla strada "*Consorzio Frutticola*", dalla quale si accede alla SS196.

Per raggiungere il porto di Cagliari si percorre la SS196 fino a Decimomannu, da lì si imbocca la SS130 fino alla zona industriale di Cagliari ed infine un tratto del raccordo SS195/E25, per un totale di 35 km circa.

In alternativa a tale percorso, a Decimomannu si può svoltare in direzione Decimoputzu e percorrere la strada comunale Decimoputzu-Villacidro.

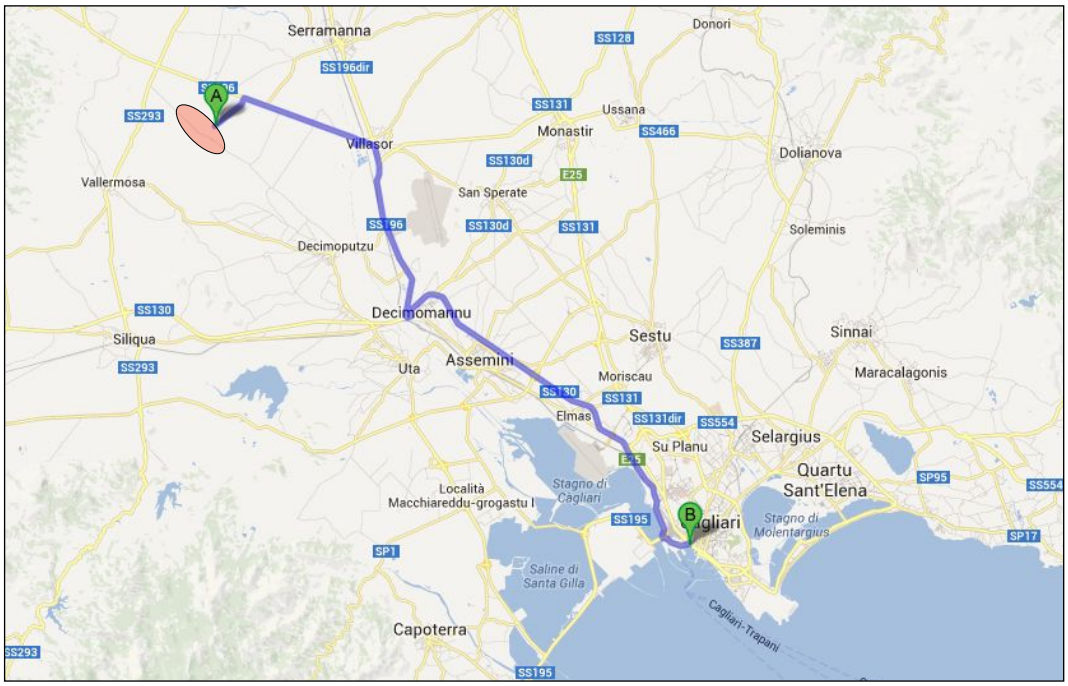


Figura 75: Viabilità di collegamento tra il sito (cerchio rosso) e l'area portuale di Cagliari

Per quanto riguarda le caratteristiche delle strade citate, risultano tutte strade a doppio senso di circolazione, senza particolari criticità legate ai flussi veicolari, in quanto non riguardano le direttrici dei flussi turistici, gravati da intensi flussi in alta stagione.

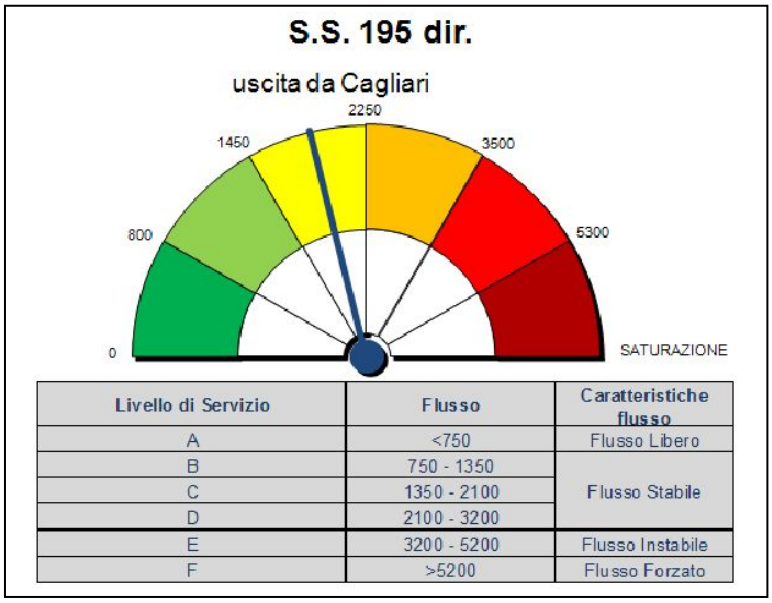
L'unica criticità potrebbe essere legata al traffico in prossimità del capoluogo, a

causa dei flussi pendolari tra esso e i centri circostanti.

Per quanto riguarda i dati di traffico veicolare transitanti in uscita dal capoluogo si riporta l'andamento dei flussi giornalieri rilevati a Giugno 2011; lungo il raccordo SS195/E25 si ha un transito giornaliero medio di 23.120 veicoli, che comunque rappresenta un livello di servizio stabile per tale arteria, così come riportato nel grafico in

Figura 77.

Figura 76: Riepilogo veicoli in uscita da Cagliari (Giugno 2011) [Fonte: Statistiche dati di traffico - Comune di Cagliari]



Livello di Servizio	Flusso	Caratteristiche flusso
A	<750	Flusso Libero
B	750 - 1350	Flusso Stabile
C	1350 - 2100	
D	2100 - 3200	
E	3200 - 5200	Flusso Instabile
F	>5200	Flusso Forzato

Figura 77: Livello prestazione arteria Racc.SS195/E25 [Fonte: Statistiche dati di traffico - Comune di Cagliari]

1.3.7.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione

1.3.7.2.1. Fase di Cantiere

Il traffico veicolare connesso alla fase di cantiere è principalmente legato alla fase di realizzazione delle fondazioni in calcestruzzo armato, al trasporto dei componenti del campo solare e della Power Block e all'accesso in cantiere del personale.

I flussi orari massimi giornalieri di mezzi pesanti coincideranno con la fase di preparazione dell'area e con la fase di getto delle fondazioni e parallelo montaggio delle strutture in carpenteria metallica.

La fase di primo riempimento dell'impianto prevede il trasporto in ingresso di circa 25.000 t della miscela salina da utilizzare come fluido termovettore.

Ipotizzando una portata unitaria di 15 t risultano complessivamente necessari circa 1.650 viaggi in-out.

Se si decidesse di riempire l'impianto in 40 giorni lavorativi risulterebbe un flusso di 41 mezzi/giorno pari a circa 6/7 mezzi/ora su 6 ore giornaliere.

Per limitare l'impatto sul traffico locale i trasporti saranno effettuati esclusivamente nelle ore diurne con l'utilizzo della viabilità principale.

Durante la fase di realizzazione dell'opera non si prevede alcuna interferenza con il sistema insediativo ed anche l'impatto sulla componente traffico si ritiene non essere significativo.

1.3.7.2.2. Fase di esercizio

Il flusso di traffico in fase di esercizio sarà di modesta entità e prevalentemente connesso con il trasporto dei reagenti per il trattamento delle acque, dei ricambi e altro materiale di consumo per il funzionamento della centrale, nonché al flusso veicolare dei dipendenti che lavoreranno all'interno della centrale.

L'acqua marina per alimentare l'impianto pilota di desalinizzazione sarà trasportata tramite autobotti, si prevedono circa n. 15 trasporti/mese, considerando autobotti da 15 ton di portata e un quantitativo necessario stimato in circa 225 ton/mese.

Complessivamente i flussi di mezzi pesanti attesi saranno mediamente dell'ordine di poche unità giornaliere.

1.3.7.2.3. Impatto sulla viabilità locale

L'itinerario principale tra il sito e l'area portuale di Cagliari, presumibile punto di arrivo della maggior parte delle merci in ingresso all'impianto, è costituito dalla SS196 fino a Decimomannu, da cui si imbocca la SS130 fino alla zona industriale di Cagliari ed infine un tratto del raccordo SS195/E25, per un totale di 35 km circa.

Il traffico giornaliero previsto in fase di realizzazione del progetto risulta dell'ordine dei 130 mezzi/giorno complessivi pari a 20 mezzi/ora, ripartiti nei due sensi di circolazione.

Tale traffico di mezzi pesanti graverà su una rete stradale interessata da flussi giornalieri dell'ordine dei 23.000 veicoli nei due sensi di marcia, nella zona urbana di Cagliari, che risulta essere la più congestionata di tutto il tragitto.

Il contributo atteso dell'impianto in fase di realizzazione e primo riempimento dello stesso risulta dunque dell'ordine dello 0,5 % del traffico esistente.

1.3.8. RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI

1.3.8.1. Stato Attuale

Allo stato attuale l'area di progetto non risulta interessata da significative sorgenti di radiazioni ionizzanti e non ionizzanti.

1.3.8.2. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione

L'impianto non è una sorgente di radiazioni ionizzanti.
Per quanto riguarda le radiazioni non ionizzanti queste derivano principalmente dalla Stazione elettrica di Trasformazione MT/AT interna all'area d'impianto e dalla linea elettrica interrata alla tensione di 150 kV di connessione tra la stessa stazione di trasformazione e la Cabina Primaria "Villasor 2" per la connessione dell'impianto alla RTN tramite il nuovo stallo a 150 kV da realizzarsi presso la Cabina Primaria "Villasor 2" nel Comune di Villasor di proprietà della Società Enel Distribuzione S.p.A..
La soluzione di connessione elettrica è descritta nel quadro progettuale e nel "Progetto Preliminare delle opere di connessione alla RTN", e consiste in un elettrodotto interrato a 150 kV della lunghezza di circa 8,5 km, realizzato principalmente lungo la viabilità stradale del Comune di Villasor.

La progettazione esecutiva e la realizzazione degli elettrodotti sarà condotta nel rispetto del "limite di qualità" dei campi magnetici di 3 µT imposto dal DPCM 08-07-2003.
Le apparecchiature previste e le geometrie della Stazione di trasformazione sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne).
Gli effetti dei campi elettrici e magnetici associati alla Cabina Primaria 150/15 kV sono da considerarsi, in generale, limitati alle aree immediatamente circostanti la Stazione stessa, non interessate da abitazioni.

La linea elettrica a 150 kV di connessione alla Cabina Primaria sarà realizzata tramite un elettrodotto interrato, al fine di minimizzarne gli impatti sull'ambiente.
Il piano di posa dei cavi è situato alla profondità di circa 1,5 metri dal suolo e la disposizione dei conduttori potrà essere a trifoglio o in piano, a seconda delle scelte esecutive.

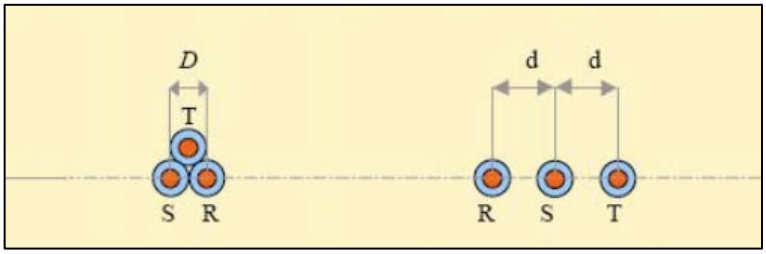


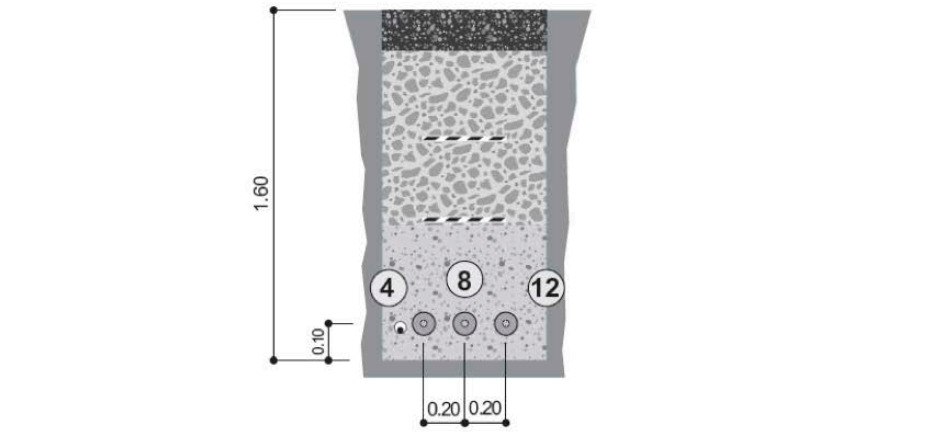
Figura 78: Modalità di posa dei cavi interrati: a trifoglio e in piano

La scelta di un cavidotto interrato annulla i valori del campo elettrico, schermato sia dall'isolamento dello stesso che dal terreno.
Il campo magnetico è da considerarsi in generale estremamente ridotto rispetto a quello associato a linee elettriche aeree equivalenti, grazie alla disposizione particolarmente ravvicinata dei conduttori.

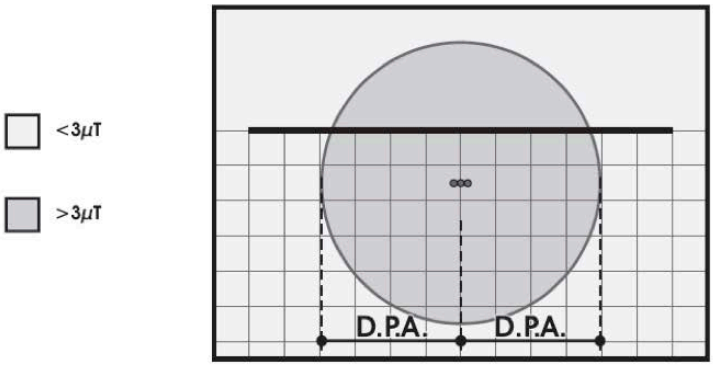
Le linee elettriche durante il loro normale funzionamento generano un campo elettromagnetico che decresce molto rapidamente allontanandosi dall'asse della linea stessa.
La normativa vigente scinde il contributo del campo elettrico e del campo magnetico; come già scritto, nel caso in questione il primo è annullato dalla schermatura del cavo.
Il campo magnetico è proporzionale alla corrente che istantaneamente fluisce in ogni parte attiva.
L'elettrodotto in esame può essere valutato in prima analisi utilizzando la "Distanza di prima approssimazione (D.P.A.) da linee e cabine elettriche", definita dal DM 29.05.08 come la proiezione al suolo della fascia di rispetto oltre la quale il valore del campo magnetico è inferiore a 3 µT.
La linea guida è realizzata in conformità alla norma CEI 211-4.
Secondo le Linee Guida di Enel Distribuzione, le DPA per cavi interrati disposti in piano o a trifoglio sono definite come nelle seguenti Figura 79 e Figura 80.

Per entrambe le condizioni di posa, la corrente considerata nel calcolo della DPA sotto riportata è di 1110 A e la tensione compresa fra 132-150 kV.

Ne consegue una DPA pari a 5,10 metri per la posa in piano e pari a 3,10 metri per la posa a trifoglio.

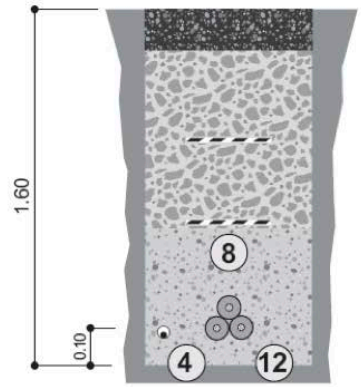


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

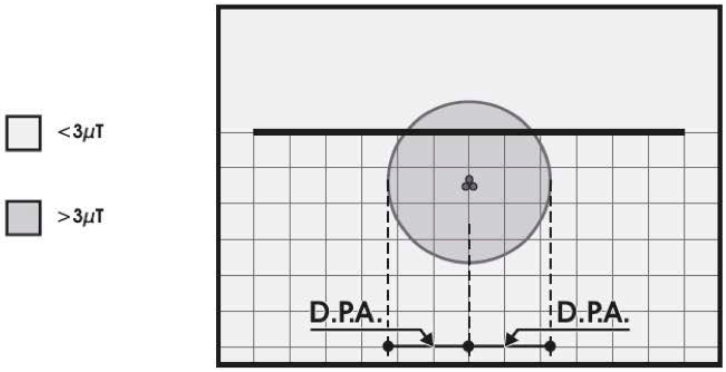


CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm²]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	*Riferimento*
108	1600	1110	**5.10**	*A14*

Figura 79: Rappresentazione della fascia di rispetto D.P.A. per cavi interrati disposti in piano



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



CONDUTTORI IN ALLUMINIO-ACCIAIO				
Diametro Esterno [mm]	Sezione Totale [mm²]	CEI - 11-60 Portata [A]		
		Corrente A	D.P.A. m	*Riferimento*
108	1600	1110	**3.10**	*A15*

Figura 80: Rappresentazione della fascia di rispetto D.P.A. per cavi interrati disposti a trifoglio

Per l'esigua potenza trasmessa dall'elettrodotto in oggetto (max 50 MW) in relazione alla tensione di esercizio dello stesso (150 kV), si hanno valori di corrente limitati: in condizioni di generazione di potenza attiva nominale la corrente risulta generalmente inferiore a 275 A (variabili a seconda del fattore di potenza).

Con tali valori di corrente, per entrambe le condizioni di posa presentate, in piano o a trifoglio, si ottiene una fascia di rispetto inferiore a 1,3 m, inferiore dunque alla profondità di posa dei cavi.

Nella cabina di trasformazione MT/AT e nella zona del generatore è stata individuata la distanza cautelativa di 10 m dal centro delle barre MT, oltre la quale, anche in questa fase di progettazione, si può affermare che il limite di qualità pari a 3 μT sarà rispettato.

Il campo magnetico e quello elettrico generati dall'elettrodotto possono essere considerati conformi alle disposizioni di legge, rientrando anche nell'"obiettivo di qualità" e pertanto non rappresentano un fattore di rischio.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla *Relazione Tecnico-Descrittiva* contenuta nel *Progetto Preliminare delle Opere di Connessione alla RTN.*

1.4. PIANO DI MONITORAGGIO

L'ultima fase del procedimento valutativo è volta alla predisposizione di un sistema di monitoraggio nel tempo degli effetti dell'intervento di progetto.
In modo particolare è necessario introdurre alcuni parametri di sorveglianza volti a verificare la bontà delle scelte effettuate e l'evoluzione temporale del sistema territoriale interessato.
A ciò si aggiunge la necessità di individuare strumenti di valutazione adatti ad evidenziare l'eventuale insorgenza di elementi di contrasto e di impatto ambientale non previsti.
Il Piano di Monitoraggio potrà essere modificato e/o integrato nel tempo, anche in relazione all'insorgenza di elementi di criticità non previsti.

1.4.1. MONITORAGGIO DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE OPERE A VERDE

Annualmente il soggetto gestore dell'area dovrà verificare lo stato di conservazione della siepe perimetrale, e delle aree verdi create all'interno dell'area di impianto, predisponendo la sostituzione delle fallanze e gli interventi di manutenzione che si renderanno eventualmente necessari.
Annualmente il soggetto gestore dell'area dovrà, inoltre, verificare lo stato di conservazione del manto erboso perimetrale, provvedendo, se necessario, con semine.

1.4.2. MONITORAGGIO DELLA PRODUZIONE DI RIFIUTI

In tutte le fasi di vita dell'impianto solare termodinamico (fase di cantiere, fase di esercizio e fase di dismissione) annualmente il soggetto gestore dell'area dovrà monitorare la tipologia e la quantità di rifiuti prodotti per ciascuna tipologia e la loro destinazione finale (riutilizzo, recupero o smaltimento), nel rispetto di quanto previsto dalla vigente normativa in materia di gestione dei rifiuti.

1.4.3. MONITORAGGIO DELLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE EFFETTUATE

In fase di esercizio il soggetto gestore dell'area dovrà mantenere un registro in cui annotare tutte le attività di manutenzione effettuate sull'impianto solare termodinamico, sia manutenzione ordinaria che straordinaria.
Tale registro sarà mantenuto a disposizione degli Enti di controllo.

1.4.4. MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA E DELLA QUALITÀ DELL'ACQUA

Il Piano di Monitoraggio ha lo scopo di migliorare, controllare le prestazioni ambientali dell'impianto e far conoscere con trasparenza i dati e le tecniche utilizzate in primo luogo all'Autorità competente, ma anche ai soggetti interessati a vario titolo ed a tutta la popolazione coinvolta.
Il Piano di Monitoraggio e controllo della centrale dovrà definire:

- l'impianto/area dal quale proviene l'emissione monitorata
- la tipologia di flusso monitorata
- il punto di campionamento/misurazione
- il parametro analizzato
- la frequenza minima prevista
- l'unità di misura nella quale si esprime il dato
- chi effettua il prelievo /analisi /misura
- la responsabilità del monitoraggio di tale parametro
- il metodo di misura utilizzato.

La finalità principale del sistema di monitoraggio è la valutazione di conformità rispetto ai limiti emissivi prescritti dalla normativa vigente e dalle autorizzazioni ambientali in essere.
Esso rappresenterà dunque un valido strumento che permetterà di verificare, dopo la realizzazione del progetto, che le interazioni e gli impatti siano corrispondenti a quelli individuati e valutati nello studio di impatto ambientale.
Nel piano saranno in particolare previste:

- Campagne di monitoraggio periodiche per i punti di emissione in atmosfera;
- Campagne di monitoraggio periodiche per emissioni diffuse e fuggitive;
- Monitoraggi con cadenza periodica per lo scarico parziale nei canali relativamente a portata e a parametri chimico-fisici significatici per la tipologia di refluo in oggetto.
- Caratterizzazione periodica dei rifiuti generati dalle attività di stabilimento.

Il Piano di Monitoraggio e Controllo sarà definito in accordo con le migliori tecniche disponibili al momento della sua redazione definitiva.

1.5. PIANO DI DISMISSIONE

La vita prevista per l'impianto in oggetto è di circa 30 anni, a meno di interventi di manutenzione che consentano di prolungarne il periodo di operatività.
Gli impianti a fonti rinnovabili, come quello in oggetto, solitamente non sono soggetti a limitazioni di carattere ambientale (emissioni inquinanti o criteri di sicurezza) che possono richiedere significativi investimenti di adeguamento.
Tali impianti possono continuare ad operare anche successivamente alla fine della tariffa incentivante, maturando utili attraverso la vendita di elettricità ai prezzi di mercato.
Il Piano dettagliato di dismissione dell'impianto verrà redatto nel momento in cui si deciderà di procedere alla chiusura della centrale e avrà lo scopo di:

- Identificare eventuali sorgenti di rischio per l'ambiente, la salute e la sicurezza;
- Definire le strategie per lo smaltimento dei materiali di risulta a seguito dell'attività di dismissione;
- Progettare le attività di dismissione, le tecniche e le risorse necessarie;
- Definire il cronoprogramma delle attività;
- Definire le attività per il ripristino del sito e verificarne l'idoneità a fine attività in funzione dell'utilizzo previsto.

Il Piano di dismissione sarà quindi articolato nelle seguenti fasi operative:

- Progettazione;
- "Decommissioning" e demolizione degli impianti, degli edifici e delle infrastrutture;
- Ripristino delle condizioni iniziali del sito.

1.5.1. DECOMMISSIONING E DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

La fase di decommissioning e dismissione verrà appaltata a una o più ditte specializzate, munite di tutti i requisiti necessari per garantire le massime condizioni di sicurezza e di protezione dell'ambiente e della salute durante le operazioni sul sito.
La fase di decommissioning comprende una serie di attività propedeutiche alla fase

di demolizione e smontaggio degli impianti.

Le attività previste nell'attività di decomissioning consentiranno di effettuare la sospensione dell'esercizio dell'impianto in condizioni di massima sicurezza.

Saranno previste le seguenti attività:

- Rimozione dei prodotti chimici, degli oli lubrificanti, dei combustibili e delle specifiche sostanze contenute nelle apparecchiature, nelle tubazioni e nei serbatoi dell'impianto;
- Bonifica delle apparecchiature, delle tubazioni e dei serbatoi di stoccaggio per eliminare eventuali residui delle sostanze contenute;
- Per la successiva fase di demolizione, verranno preventivamente individuate le tipologie di rifiuti generate dalle varie operazioni, stimandone la quantità, e definendone le modalità di smaltimento e la destinazione finale.

Tutte le operazioni di demolizione verranno condotte applicando modalità organizzative, operative e gestionali tali da garantire la minimizzazione di tutti gli impatti connessi (es.: formazione di polveri, rumore, traffico, ecc..).

Le attività previste nella fase di demolizione sono le seguenti:

- Smantellamento dei componenti di impianto meccanici bonificati;
- Smantellamento dei componenti elettrici;
- Smantellamento delle carpenterie metalliche dei collettori solari, separazione degli specchi e dei tubi ricevitori;
- Rimozione delle coibentazioni;
- Demolizione degli edifici e delle strutture;
- Rimozione dei materiali di risulta, in accordo alla normativa.

Di seguito vengono descritte in modo più dettagliato le tecniche utilizzate per realizzare il decomissioning e la dismissione della centrale.

1.5.1.1. Decomissioning

La sospensione dell'esercizio dell'impianto, comporterà la messa in atto di tutte le procedure necessarie al fine di consentire le successive operazioni di dismissione.

Le parti d'impianto che durante l'esercizio hanno contenuto sostanze specifiche quali oli lubrificanti, prodotti chimici, liquidi infiammabili e combustibili verranno trattate

eseguendo le seguenti attività:

- svuotamento delle sostanze contenute al momento della sospensione dell'esercizio;
- bonifica per eliminare eventuali residui di prodotto;

Preventivamente alle fasi di svuotamento delle apparecchiature d'impianto, dovranno essere effettuate opportune verifiche per determinare l'eventuale presenza di atmosfere pericolose e accertare che sussistano le condizioni per svolgere lo svuotamento dei componenti in totale sicurezza.

Questa attività verrà effettuata introducendo all'interno dei componenti stessi, apposite sonde in grado di rilevare l'eventuale presenza di sostanze pericolose. Naturalmente l'operazione sarà svolta utilizzando utensili anti-scintilla.

La bonifica dei componenti e delle linee di impianto sarà effettuata mediante appositi flussaggi da eseguire con fluidi specifici in funzione delle sostanze da rimuovere:

- i lavaggi di oli e sostanze combustibili saranno effettuati con vapore o acqua calda;
- i lavaggi di sostanze infiammabili saranno eseguiti unicamente con acqua fredda;
- i lavaggi di prodotti chimici potranno essere eseguiti con acqua fredda eventualmente additivata con tensioattivi o con sostanze neutralizzanti.

Per le parti d'impianto interessate da sostanze liquide, la bonifica sarà effettuata per mezzo di autobotte combinata tipo Canal Jet, inserendo sonde a reazione ad alta pressione nelle tubazioni e nelle apparecchiature e provvedendo a raccogliere i reflui nell'autobotte.

Per i serbatoi di stoccaggio di liquidi combustibili, verrà preventivamente effettuato lo svuotamento e il lavaggio con acqua fredda; successivamente si procederà ad eseguire flussaggi con azoto gassoso.

Il gas verrà immesso alla base del serbatoio ed estratto dalla sommità dello stesso attraverso una tubazione di uscita collegata ad un filtro a carboni attivi.

Il flussaggio consentirà di eliminare eventuali residui o sacche di gas che verranno assorbiti dal filtro a carboni attivi.

Al termine di questa attività verrà effettuato un flussaggio con aria.

Al fine di verificare l'assenza di gas pericolosi e l'avvenuta bonifica delle apparecchiature e delle linee verranno effettuate le seguenti operazioni:

- esecuzione di aperture mirate sulle tubazioni e sui componenti finalizzate all'introduzione di sonde per effettuare prove di *gas free*;
- verifica sulle pareti interne dei componenti e delle tubazioni per verificare l'effettiva rimozione di ogni sostanza in essi contenuta.

L'attestazione di *gas free* confermerà l'avvenuta bonifica delle apparecchiature di impianto e consentirà la successiva fase di demolizione.

1.5.1.2. Dismissione dell'impianto

1.5.1.2.1. Bonifica da materiali isolanti

Una volta effettuata la bonifica dei serbatoi, delle linee e dei componenti di impianto, si procederà alla bonifica degli stessi dai materiali isolanti.

L'intervento sarà eseguito in accordo alle leggi ed ai regolamenti nazionali e locali, nonché alle prescrizioni che l'Ente di controllo locale metterà in atto.

L'intervento di "scoibentazione" sarà effettuato prima dell'intervento di dismissione, ma potranno coesistere all'interno dell'area di impianto zone in fase di dismissione (su impianti già scoibentati) e zone in fase di scoibentazione.

La rimozione delle coibentazioni dalle tubazioni e dai componenti della power block, potrà essere effettuata o in opera o in area dedicata.

La scoibentazione in opera sarà attuata principalmente per le seguenti parti d'impianto:

- componenti e corpi valvola;
- tubazioni che si sviluppano fino a quota massima di 10 m rispetto al piano di campagna, facilmente raggiungibili con piccole opere provvisionali o piattaforme idrauliche con limitato sviluppo di altezza.

Nel caso l'isolamento sia costituito da coppelle di materiale a base di vetronite, la scoibentazione sarà eseguita in opera e per tratti di piccole dimensioni in modo da ottimizzare l'attività di rimozione.

Nel caso l'isolamento sia costituito da lana di vetro/minerale fibrosa, la

scoibentazone sarà eseguita in opera utilizzando opportuni accorgimenti quali il confinamento dell'area attorno all'apparecchiatura, l'utilizzo di "*glove bags*" per piccoli componenti o tratti di tubazione, l'utilizzo di tecniche miste (sezionamento di componenti o tubazioni utilizzando "*glove bags*" sui punti di sezionamento, rimozione delle parti sezionate e scoibentazione in area confinata).

Il confinamento delle aree sarà effettuato attraverso strutture in tubo-giunto rivestito da teli in polietilene in accordo alla normativa vigente.

L'accesso del personale avverrà mediante un'unità di decontaminazione del personale direttamente collegata al confinamento.

Le dimensioni dell'area confinata saranno definite funzionalmente alle specifiche esigenze d'ingombro dei materiali da scoibentare.

Preventivamente alla rimozione del materiale fibroso si provvederà ad irrorare con prodotto incapsulante il rivestimento medesimo con l'utilizzo di pompa *airless* manuale o elettrica a bassa pressione.

La rimozione del materiale avverrà esclusivamente a mano con l'ausilio di attrezzatura manuale quale spatola o raschietto. Il materiale rimosso sarà immediatamente insaccato in appositi sacchetti di polietilene, chiusi in loco.

I sacchetti saranno poi immessi all'interno di *big bag* dotati di *liner* ed etichettati a norma di legge, che verranno trasportati per mezzo di carrello in area segnalata in attesa di essere inviati a destinazione finale.

Il personale addetto alla scoibentazione indosserà specifici DPI contro l'inalazione e il contatto di fibre minerali quali tuta tipo *tyvek* e maschere con filtro P3.

Le operazioni di vestizione e svestizione dei DPI sarà effettuata in specifica Unità di Decontaminazione Personale (UDP) a tre stadi costituita da locale incontaminato, locale doccia/chiusa d'aria, locale contaminato.

1.5.1.2.2. Demolizione degli impianti e degli edifici

La completa dismissione dell'impianto comporterà la demolizione di tutte le opere fuori terra e di tutte le opere interrate.

I principali impianti ed edifici da dismettere saranno:

- Sala macchine, turbina e impianti connessi;
- Edificio quadri elettrici e uffici;

- Edificio officina;
- Sistema di raffreddamento;
- Vasca di prima pioggia;
- Impianti di trattamento acque;
- Caldaia;
- Linea trattamento fumi;
- Camino;
- Serbatoi di accumulo sali
- Collettori solari

Le demolizioni dovranno essere condotte con le migliori tecnologie disponibili al momento dei lavori nel rispetto delle norme vigenti e della buona tecnica.
Le demolizioni possono essere raggruppate nelle seguenti categorie di interventi:

- demolizioni dei serbatoi di stoccaggio principali;
- demolizione degli edifici;
- demolizione degli impianti fuori terra;
- demolizione delle opere interrate.

Di seguito si indicano le tecniche con i quali ad oggi possono essere eseguite le demolizioni dell' impianto.
I serbatoi e i sili di stoccaggio principali saranno demoliti procedendo in modo sequenziale con la rimozione del materiale isolante, demolizione del tetto, demolizione dei mantelli di contenimento e del fondo, demolizione della platea di base e dei pali.
La demolizione del tetto sarà preceduta dalla rimozione dei componenti accessori quali corpi valvola e tubazioni che verranno imbracati e tagliati a caldo per essere successivamente calati a terra attraverso piattaforma aerea.
La demolizione inizierà rimuovendo un settore della lamiera del tetto del serbatoio, fino ad aprire un'apertura completa.
Il materiale di risulta sarà convogliato all'interno del serbatoio, al fine di evitare rischi di caduta materiale dall'alto verso zone con presenza di operatori.
Si procederà a demolire progressivamente settori di tetto, fino alla completa

demolizione della copertura.

La tecnica illustrata consentirà di non avere operatori esposti al rischio di seppellimento.

Eventuali collassi imprevisti della struttura resteranno confinati all'interno della struttura del serbatoio.

La demolizione dei mantelli e del fondo serbatoio sarà eseguita con escavatore cingolato di grande taglia attrezzato con braccio speciale da demolizione e cesoia oleodinamica per metalli.

Con la cesoia si aprirà un varco nei mantelli del serbatoio (esterno ed interni), a partire dalla sommità e fino a circa metà altezza, con tagli orizzontali distanziati non oltre 3 m.

La sequenza di taglio sarà:

- esecuzione di due tagli verticali;
- piegatura del settore tagliato verso l'interno del serbatoio;
- esecuzione del taglio orizzontale circa 3 m sotto il bordo superiore libero.

Si procederà quindi a rimuovere un altro settore di serbatoio, avendo cura di abbassare progressivamente i mantelli su tutta la circonferenza e per altezze dal bordo libero non superiori a 3 m, in modo da conservare la stabilità del serbatoio stesso.

Rimosso tutto il mantello, si rimuoverà il fondo metallico, sempre con escavatore attrezzato con cesoia, sollevando porzioni di lamiera del fondo con cesoia metallica.

Come ultima fase della rimozione dei serbatoi si procederà alla demolizione della platea di base in c.a. e dei pali di fondazione fino alla quota di spiccato.

La demolizione sarà eseguita con escavatore cingolato attrezzato con martellone.

Il materiale di risulta sarà deferrizzato con secondo escavatore attrezzato con frantumatore.

Per contenere la produzione di polvere durante tutta la fase di demolizione delle porzioni in c.a., si procederà a bagnare le parti interessate con acqua.

Per la demolizione degli impianti fuori terra, in generale, i principali componenti di impianto quali turbina, pompe, caldaia, linea fumi, valvole e macchinari vari, una volta bonificati, saranno scoibentati in opera e quindi demoliti in opera.

Le tubazioni saranno demolite o dopo scoibentazione in opera o dopo rimozione di

tratti di tubazione da scoibentare successivamente in area dedicata, come descritto sopra.

I componenti e le tubazioni scoibentate in opera saranno demoliti con escavatore attrezzato con cesoia o mediante tagli a caldo se lo spessore supera 15 mm.

Le pompe e le valvole saranno demolite con tagli a caldo.

Le tubazioni saranno cesoiate per tratti, da appoggio ad appoggio, sezionando prima in corrispondenza di un appoggio, quindi ammorsate all'estremità sezionata e piegate verso terra, infine si eseguirà il sezionamento in corrispondenza dell'appoggio più prossimo, dove la tubazione è stata piegata.

Una volta a terra, le tubazioni saranno ridotte volumetricamente ancora con cesoia. Similmente, si opererà per ridurre volumetricamente le tubazioni scoibentate fuori opera, in area dedicata.

Una volta demolite le tubazioni, si procederà a demolire le strutture del rack all'interno della power block, in modo simile.

I basamenti saranno demoliti con escavatore attrezzato con martellone.

Il camino sarà rimosso con ausilio di autogrù di adeguata portata, provvedendo ad imbracarlo in sommità.

Si procederà a sezionare a caldo la colonna partendo dall'alto per poi sollevare il tronco e posizionarlo orizzontalmente a terra per le successive operazioni di riduzione volumetrica, che saranno condotte con escavatore cingolato attrezzato con cesoia oleodinamica.

Per la demolizione degli edifici, dopo aver effettuato la dismissione degli impianti fuori terra, negli edifici da demolire dovrà essere preventivamente effettuata l'attività di strip-out finalizzata alla rimozione di tutte le apparecchiature e gli arredi per ottimizzare la gestione dei materiali di risulta.

La rimozione sarà condotta aprendo uno o più varchi in una parete dell'edificio interessato, mediante escavatore attrezzato con martellone di ampiezza tale da consentire l'accesso delle forche di un carrello elevatore o del braccio di un sollevatore telescopico. I singoli apparecchi (quadri elettrici, componenti vari) o arredi saranno rimossi manualmente o con ausilio di mezzi di sollevamento manuali ed avvicinati all'apertura creata, dove si provvederà ad imbracarli al mezzo di sollevamento e trasporto ed ad allontanarli all'esterno dell'edificio, dove saranno

ulteriormente sezionati, separando i materiali per tipologia.

Le demolizioni dovranno essere operate in sequenza tale da non rendere in nessuna fase labili o instabili le strutture residue. A tale fine occorre:

- individuare i telai strutturali che presentano controventature che dovranno essere demoliti per ultimi; se una struttura presenta più telai di controventatura, si dovrà avanzare in modo da lasciare sempre per ultimo un telaio controventato;
- sconnettere un telaio strutturale alla volta, demolendo i solai di collegamento in senso ortogonale all'orditura dei medesimi e procedendo nella demolizione del telaio sconnesso. Le operazioni verranno ripetute avanzando da una facciata di testa verso quella opposta.

In caso di presenza di corpi scala metallici esterni, questi dovranno essere demoliti prima di procedere alla demolizione del corpo di fabbrica o, quanto meno, prima della demolizione della porzione strutturale di fabbricato alla quale sono attigui.

1.5.1.2.3. Edifici con struttura portante in c.a.

La demolizione sarà condotta mediante escavatore di media taglia, attrezzato con braccio speciale da demolizione di lunghezza adeguata e pinza per calcestruzzi.

La sequenza tipica da seguire è la seguente:

- demolizione della tamponatura di una facciata di testa;
- demolizione delle tamponature laterali che interessano al più due campate dell'edificio, aggredendo prima un lato e poi l'altro (se possibile);
- demolizione del solaio di copertura, per una profondità consentita dal braccio della macchina;
- demolizione della trave di cordolo superiore che collega due pilastri contrapposti della facciata;
- demolizione delle murature interne con progressione dall'alto verso il basso e, scendendo,
- demolizione dei solai intermedi e relative strutture portanti;
- ripresa della demolizione del solaio di copertura e di tutte le murature e solai interni, finoa liberare i pilastri di due campate;
- demolizione delle travi di cordolo laterali che uniscono i pilastri liberati;

- demolizione dei pilastri liberati;
- avanzamento della demolizione con ripetizione della sequenza per successive due campate fino a completamento della demolizione.

Durante la demolizione dell'edificio si provvederà a separare con la pinza oleodinamica i materiali di risulta, accumulando i materiali diversi dagli inerti, quali cablaggi impianto elettrico, condotte impianto condizionamento, controsoffitti, tubazioni, ecc.

Le strutture in c.a. demolite saranno ulteriormente ridotte di pezzatura mediante frantumatore meccanico su escavatore, al fine di separare il ferro di armatura dal conglomerato cementizio.

1.5.1.2.4. Edifici con struttura portante metallica

Gli edifici in carpenteria metallica saranno demoliti mediante escavatore cingolato di braccio speciale da demolizione di lunghezza adeguata e cesoia oleodinamica per spessori fino a 15 mm.

La demolizione procederà in senso ortogonale ai telai portanti della struttura, in modo da mantenere stabile la porzione di struttura residua durante l'avanzamento della demolizione.

La demolizione sarà eseguita per ogni campata del capannone procedendo dall'alto verso il basso, con la seguente sequenza:

- demolizione degli arcarecci che collegano due telai portanti in modo da svincolare la capriata del primo telaio di testa dell'edificio;
- una volta svincolata la capriata dagli arcarecci, si procederà con la demolizione della capriata medesima, sezionata prima ad una estremità, quindi ruotata verso terra (sempre con ausilio della cesoia) e sezionata all'altra estremità;
- demolizione della trave di cordolo e della baraccatura che collega le colonne di testa a quelle del telaio interno più prossimo;
- demolizione delle colonne liberate, che saranno ammorsate in sommità e piegate verso terra, quindi sezionate con cesoia al piede;
- avanzamento della demolizione con ripetizione della sequenza per le altre campate successive, fino a completamento della demolizione.

1.5.1.2.5. Demolizione opere interrate

La demolizione delle opere interrate quali tubazioni antincendio interrate, basamenti e fondazioni dei componenti demoliti, cunicoli vie cavi saranno rimosse realizzando uno scavo intorno all'opera da demolire, mediante escavatore attrezzato con benna.
Per le fondazioni a vite dei collettori solari si procederà con l'estrazione delle stesse mediante escavatore attrezzato con morsa e svitatore.
Una volta portata allo scoperto, ciascuna opera sarà demolita con le seguenti tecnologie:

- se opera in c.a.: con escavatore attrezzato con martello oleodinamico (se platea o basamento) o con pinza per calcestruzzi (se trave, cordolo o simile);
- se manufatto in metallo o vie cavi: mediante escavatore attrezzato con cesoia oleodinamica.

Lo scavo sarà richiuso con terreno in posto. Il solettone in cemento armato costruito sul fondo dei serbatoi di stoccaggio sarà rotto con escavatore cingolato attrezzato con martellone, creando grossi blocchi che saranno sollevati da secondo escavatore di attrezzato con benna, ridotti volumetricamente e deferrizzati da terzo escavatore attrezzato con frantumatore.
Il materiale rimosso, demolito e deferrizzato sarà progressivamente allontanato dal posto ed evacuato verso un'area di accumulo temporaneo per poi essere conferito alla destinazione finale.

1.5.1.1. Destinazione finale dei materiali di risulta

I materiali di risulta dalle operazioni di dismissione dell'impianto saranno trattati come di seguito specificato.
Va sottolineato come la maggior parte dei materiali dei vari componenti impiantistici sono recuperabili e potranno pertanto essere destinati a riciclo.
Per i fluidi di processo e gli oli presenti nella power block le modalità di smaltimento saranno le stesse di quelle adottate durante l'esercizio, cioè il conferimento a ditte specializzate per il trattamento o la rigenerazione.
I sali di nitrato di sodio e di potassio, impiegati come fluido termovettore e stoccaggio dell'energia termica, potranno essere conferiti alle industrie chimiche per l'impiego

come prodotti fertilizzanti.

Le carpenterie metalliche presenti sull'impianto, prevalentemente acciaio zincato dei pali di fondazione dei collettori solari, saranno rimosse e riciclate pressoché totalmente come rottame, considerato anche l'elevato valore economico di recupero.

Per gli specchi in vetro del campo solare, qualora il valore di mercato al momento presente dell'argento lo renda economicamente sostenibile, si potrà procedere al recupero del metallo prezioso ed avviare il vetro nudo alla rottamazione per il totale riciclo dello stesso.

Nel caso dei tubi ricevitori sarà separata per frantumazione la parte in vetro da quella metallica consentendo il riciclo separato dei due materiali.

Per quanto riguarda i materiali da coibentazione, potranno essere conferiti a centri di recupero autorizzati o direttamente in discarica per rifiuti non pericolosi.

Il calcestruzzo e i materiali inerti da costruzione saranno inviati a centri di recupero per materiali inerti (canale preferenziale), o in discariche per inerti o non pericolosi in funzione della conformità alle tabelle del DM 27/09/2010.

1.5.2. RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI INIZIALI DEL SITO

Al termine delle operazioni di demolizione si procederà al ripristino delle condizioni iniziali del sito, attraverso le seguenti fasi:

- Identificare, mediante caratterizzazione del sito, le condizioni ambientali, alla luce della storia produttiva dell'impianto;
- Identificare ogni sostanza presente nel suolo o sottosuolo la cui presenza possa essere ricondotta alle attività dell'impianto;
- Identificare e porre in atto interventi idonei al ripristino delle condizioni iniziali del sito.

L'attività principale di ripristino sarà costituita dal riempimento degli scavi principali dovuti alle opere di demolizione e dalla rimodellazione parziale del sito che andrà concordata con gli Enti autorizzativi e di controllo, all'atto della dismissione.

I riempimenti ed i ripristini saranno condotti con escavatori di media e grande taglia, dotati di benne rovesce e da camion per il trasporto di materiale.

I riempimenti saranno condotti per strati.

La qualità e la granulometria dei terreni di riporto dovrà essere definita con gli Enti autorizzativi e di controllo.

1.5.3. ASPETTI ECONOMICI

L'onere economico della dismissione potrà essere valutato nel "piano esecutivo" che sarà messo a punto con adeguato anticipo rispetto alla data prevista per la cessazione delle attività produttive, verificando:

- La destinazione finale del sito.
- Le tecnologie di demolizione, smaltimento e recupero utilizzabili al momento della dismissione.
- La disponibilità di impianti / discariche.
- Lo scenario legislativo esistente al momento della dismissione (standard di qualità dei suoli, specifiche per lo smaltimento o il recupero, destinazioni d'uso, ecc.).
- I costi operativi di demolizione, smaltimento e recupero.

Tale piano dovrà prevedere una stima dettagliata dei costi per la dismissione, aumentati del 5% per tenere conto d'incrementi inattesi di tali costi.
Il piano esecutivo dovrà prevedere altresì un'analisi delle fonti necessarie a coprire i costi stimati.
A copertura dei costi previsti nel piano, sarà previsto un programma di accantonamento di risorse finanziarie durante gli ultimi tre anni di esercizio della centrale.
Utilizzi diversi di tali fondi saranno consentiti solo nel caso in cui l'importo depositato sul conto sia superiore all'importo previsto, così come revisionato di anno in anno, per i costi di dismissione ed esclusivamente per la parte in eccesso.
Si considera la copertura finanziaria sopra descritta sufficiente in quanto:

- l'impianto, allora completamente ammortizzato, sarà in grado di generare un livello di flussi di cassa significativo;
- l'esperienza industriale dimostra che, nel caso di impianti di produzione di energia elettrica, il ricavo dalla vendita dei materiali e di talune componenti

"nobili" ancora utilizzabili possono compensare in buona misura gli oneri di demolizione e smaltimento;

- successivamente alla dismissione dell'impianto le aree produttive possono avere un valore residuo considerevole per via delle seguenti caratteristiche:
  - le dimensioni del sito;
  - la sistemazione altimetrica e idraulica dell'area che la rende idonea a successive iniziative;
  - la disponibilità di servizi industriali (strade, allacciamenti elettrici, scarichi, acque industriali, ecc).

1.5.4. IMPATTI GENERATI IN FASE DI DISMISSIONE

1.5.4.1. Atmosfera

Nella fase di dismissione dell'impianto gli impatti attesi sulla componente ambientale "Atmosfera" sono del tutto analoghi a quelli previsti nella fase di cantiere in termini tipologici, mentre sono meno rilevanti in termini quantitativi in quanto i movimenti terra saranno presumibilmente più contenuti.

In particolare, quindi, si può prevedere:

- produzione e diffusione di polveri: è dovuta alle operazioni di movimentazione terra necessarie per la rimozione della viabilità di servizio, all'eventuale asportazione del terreno superficiale precedentemente riportato per il livellamento del piano campagna, alla rimozione delle opere interrate;
- emissioni gassose inquinanti prodotte dai mezzi d'opera: saranno causate dall'impiego di mezzi d'opera, in particolare correlati alle operazioni di cui al punto precedente ed al trasporto dei materiali in genere, dall'area di progetto alle zone destinate al loro recupero/smaltimento.

1.5.4.2. Ambiente Idrico

Nella fase di dismissione dell'impianto gli impatti attesi sulla componente ambientale "Ambiente Idrico" sono del tutto analoghi a quelli previsti nella fase di cantiere, sia in termini tipologici, sia in termini quantitativi.

I consumi idrici previsti durante la fase di dismissione sono quelli ricollegabili agli usi civili e all'umidificazione del terreno per limitare la diffusione di polveri. Il numero di operai presenti in cantiere in questa fase è all'incirca lo stesso di quelli previsti in fase di cantiere.

1.5.4.3. Suolo e sottosuolo

In fase di dismissione sono previsti impatti paragonabili a quelli che si hanno in fase di costruzione.

I rischi di contaminazione delle matrici suolo e sottosuolo sono connessi al rilascio accidentale di liquidi (lubrificanti, reagenti, etc.) durante le fasi di svuotamento dei circuiti e di bonifica. Saranno adottate tutte le misure atte a limitare al massimo qualsiasi sversamento nel suolo e sottosuolo.

1.5.4.4. Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi

Nella fase di dismissione dell'impianto gli impatti attesi sulla componente ambientale "Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi" sono analoghi a quelli previsti nella fase di cantiere, sia in termini tipologici, sia in termini quantitativi

In particolare, quindi, si possono prevedere i seguenti impatti:

- elementi di disturbo per la fauna: disturbi indotto dalle emissioni sonore delle attività di cantiere;
- introduzione di elementi di disturbo a carico degli agro-ecosistemi limitrofi all'area di intervento (produzione di rumori e polveri, attività delle macchine operatrici, presenze umane nel cantiere).

1.5.4.5. Rumore

La fase di dismissione richiede molte delle stesse procedure e attrezzature utilizzate nella fase di costruzione.
La dismissione includerebbe lo smantellamento del campo solare e della power block composta da edifici, strutture ed impianti meccanici ed elettrici.
Per l'analisi e la descrizione dettagliata degli impatti da rumore attesi in fase di cantiere, di esercizio e in fase di dismissione si rimanda al Documento Previsionale di Impatto Acustico redatto dall'Ing. Lostia.

1.5.4.6. Paesaggio

Nella fase di dismissione dell'impianto gli impatti attesi sulla componente ambientale "Paesaggio" sono analoghi a quelli previsti nella fase di cantiere, sia in termini tipologici, sia in termini quantitativi.
Si può prevedere come impatto l'intrusione visuale dell'allestimento di un cantiere e delle opere ad esso funzionali (baracche, aree di deposito, ecc.), che genereranno un impatto visuale temporaneo a carico del territorio limitrofo.
Al termine della dismissione della centrale i luoghi saranno ripristinati e quindi l'impatto sul paesaggio azzerato.

1.6. ASPETTI SOCIO ECONOMICI

1.6.1. DESCRIZIONE E CARATTERIZZAZIONE

1.6.1.1. Aspetti Demografici e Insediativi

Al 2011 la popolazione residente in Sardegna – costituita dalle persone che vi hanno dimora abituale – era pari a 1.639.362 individui, dei quali 838.121 femmine (51,1%) e 801.241 maschi.

La densità abitativa risultava, quindi, di 68,1 abitanti per Km^2.

I risultati censuari del 2011 confermano la storica struttura territoriale della popolazione sarda.

Quasi metà della popolazione (47,6%) risiede, infatti, nelle tre province di Cagliari, Medio Campidano e Carbonia Iglesias, con una concentrazione più significativa nella provincia comprendente il capoluogo, dove si osserva il valore più elevato di densità abitativa (120,5 abitanti per Km^2).

Questo dato si distacca sensibilmente da quello immediatamente inferiore registrato nella vicina provincia di Carbonia Iglesias (86) e in quella di Sassari (77) ed ancora di più da quello delle altre province sarde dove si osservano valori minori alla media regionale, di per sé uno dei dati più bassi d'Italia dopo la Valle d'Aosta e la Basilicata.

Il progressivo spopolamento delle aree interne si affianca ad un altro dato che caratterizza storicamente la demografia regionale.

L'incidenza della popolazione femminile sul totale dei residenti, in media uno dei valori più bassi a livello nazionale (51,1% contro il 51,6%), raggiunge nelle aree interne all'isola quota 50,6%.

1.6.1.1.1. Il Comune di Villasor

Il territorio del Comune di Villasor si estende su una superficie di 86,61 km^2, la popolazione residente al 31 Dicembre 2012 era pari a 6.875 abitanti (di cui 3.404 maschi e 3.471 femmine).

La densità abitativa risultava, quindi, pari a circa 79,3 abitanti/kmq.

Nella seguente tabella sono riportati i dati relativi al bilancio demografico per l'anno

2012.

	Maschi	Femmine	Totale
Popolazione al 1° gennaio 2012	3.402	3.457	6.859
Nati	25	29	54
Morti	42	25	67
Saldo Naturale	-17	4	-13
Iscritti da altri comuni	87	74	161
Iscritti dall'estero	8	5	13
Altri iscritti	2	2	4
Cancellati per altri comuni	69	70	139
Cancellati per l'estero	4	1	5
Altri cancellati	5	0	5
Saldo Migratorio	19	10	29
Popolazione Residente in Famiglia	3.363	3.466	6.829
Popolazione Residente in Convivenza	41	5	46
Unità in più/meno dovute a variazioni territoriali	0	0	0
Popolazione al 31 dicembre 2012	3.404	3.471	6.875
Numero di Famiglie	2.619		
Numero di Convivenze	4		
Numero medio di componenti per famiglia	2.6		

Tabella 16: Bilancio demografico anno 2012 Comune di Villasor (Sito Web: http://demo.istat.it/)

1.6.1.1.2. Il Comune di Decimoputzu

Il territorio del Comune di Decimoputzu si estende su una superficie di 44,81 km^2, la popolazione residente al 31 Dicembre 2012 era pari a 4.372 abitanti (di cui 2.198 maschi e 2.174 femmine).

La densità abitativa risultava, quindi, pari a circa 97,5 abitanti/kmq.

Nella seguente tabella sono riportati i dati relativi al bilancio demografico per l'anno 2012.

	Maschi	Femmine	Totale
Popolazione al 1° gennaio	2.173	2.150	4.323
Nati	19	18	37
Morti	21	17	38
Saldo Naturale	-2	1	-1
Iscritti da altri comuni	65	60	125
Iscritti dall'estero	12	17	29
Altri iscritti	0	1	1
Cancellati per altri comuni	47	52	99
Cancellati per l'estero	3	3	6
Altri cancellati	0	0	0
Saldo Migratorio	27	23	50
Popolazione Residente in Famiglia	2.198	2.172	4.370
Popolazione Residente in Convivenza	0	2	2
Unità in più/meno dovute a variazioni territoriali	0	0	0
Popolazione al 31 dicembre	2.198	2.174	4.372
Numero di Famiglie	1.697		
Numero di Convivenze	1		
Numero medio di componenti per famiglia	2.6		

Tabella 17: Bilancio demografico anno 2012 Comune di Decimoputzu (Sito Web: http://demo.istat.it/)

1.6.1.1.3. Aspetti produttivi

L'osservazione della distribuzione del valore aggiunto, per settore di attività, consente di rilevare le vocazioni economiche del territorio; nel complesso, nel 2010, l'economia cagliaritana ha prodotto quasi 11,2 miliardi di euro, dei quali 9,1 miliardi riconducibili al terziario, un valore particolarmente elevato che evidenzia l'elevata vocazione terziaria, una caratteristica tipica delle grandi aree urbane e della maggior parte delle province meridionali, 1,2 miliardi all'industria manifatturiera, 662 milioni all'edilizia e 205 milioni all'agricoltura.

Dalla distribuzione percentuale, che consente meglio di effettuare confronti interprovinciali e con gli altri livelli territoriali, appare più evidente la forte vocazione terziaria, con i servizi che contribuiscono per l'81,5% alla distribuzione di ricchezza del territorio, a fronte di una media regionale pari al 79,9% e nazionale al 73,2%.

L'elevata terziarizzazione dell'economia è riconducibile ai comparti del trasporto e magazzinaggio, all'attività ricettiva, alle telecomunicazioni, oltre che ai servizi amministrativi di governo del territorio e quelli destinati alla persona, tipici delle grandi aree urbane, come quelli sanitari, sociali e d'istruzione.

Più contenuto è il contributo del manifatturiero che incide per il 10,7% nonostante alcune concentrazioni nel settore della raffinazione del petrolio, nell'industria alimentare, nella lavorazione del metallo e nell'attività di raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti e nel recupero dei materiali.

Seguono l'attività edilizia (5,9%) e, infine, l'agricoltura che incide per appena l'1,8% risultando complessivamente più diffusa in altre aree della regione.

La variazione del valore aggiunto, disponibile fino al 2010, mette in luce il processo di terziarizzazione dell'economia, che ha registrato un'ulteriore spinta nel corso degli ultimi anni per effetto della crisi economica e finanziaria.

Tra il 2007 e il 2010, anni in cui l'economia cagliaritana ha registrato performance negative, si rileva, infatti, una contrazione del manifatturiero (-15,7%), dell'agricoltura (-6%) e delle costruzioni (-5,7%), e una variazione positiva dei servizi (+3,8%).

La presenza di una fase più critica rispetto alla media nazionale appare evidente dall'osservazione delle dinamiche settoriali, con industria, costruzioni e servizi che presentano una variazione più negativa rispetto a quanto mediamente avvenuto in Italia (Figura 81).

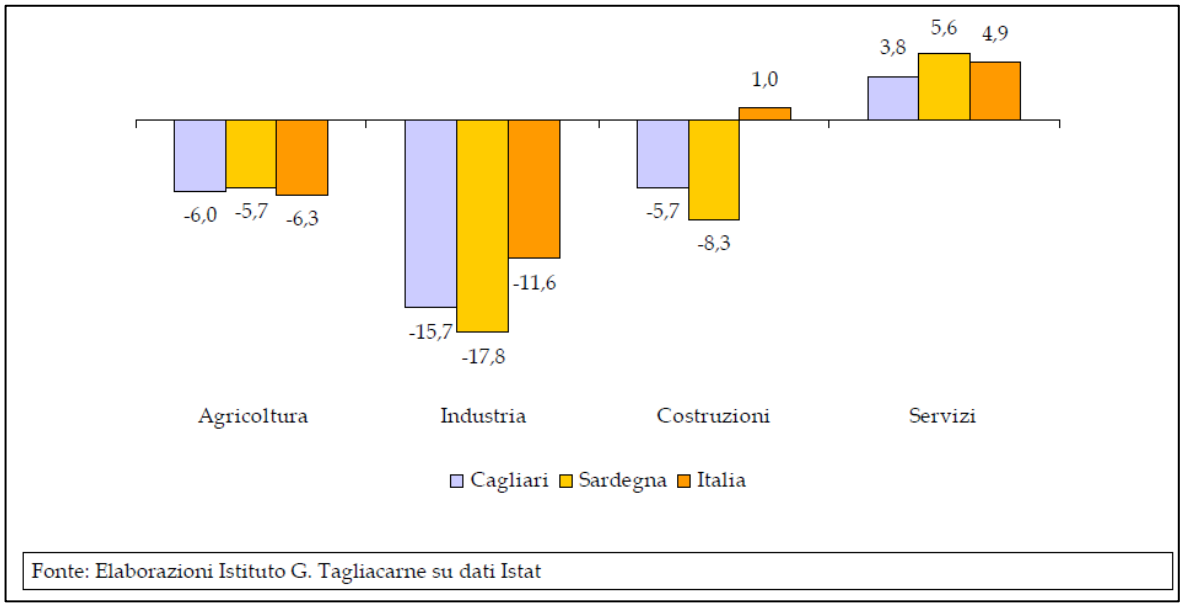


Figura 81: Andamento del valore aggiunto in provincia di Cagliari, in Sardegna e in Italia tra il 2007 e il 2010 (valori percentuali)

In termini di numero di imprese, il settore più ampio è quello del commercio che raccoglie quasi 19 mila imprese attive, pari al 30,8% del sistema imprenditoriale cagliaritano.

Seguono il settore dell'agricoltura, con oltre 12 mila imprese (pari al 19,8%), quello delle costruzioni (8,5 mila, pari al 13,8%), il manifatturiero (4,7 mila, pari al 7,6%) e della ricettività turistica (quasi 4,2 mila, pari al 6,8%).

Al di là dei singoli comparti, l'intero settore terziario, al netto del commercio, è composto da oltre 17 mila aziende attive, pari al 27,6% del sistema imprenditoriale provinciale.

All'interno di questo ampio e diversificato settore, i comparti più rappresentativi sono, oltre a quello della ricettività, quello del trasporto e magazzinaggio (2 mila imprese), dei servizi alle imprese, comprensivo delle attività di noleggio e delle agenzie di viaggio (quasi 2 mila imprese), delle attività professionali, scientifiche e tecniche (quasi 1,6 mila) e dei servizi di informazione e comunicazione (1,5 mila).

Per meglio rilevare le specificità del sistema imprenditoriale cagliaritano, è opportuno effettuare un confronto rispetto alla media regionale e nazionale, dalla quale appare evidente come il Capoluogo di regione si collochi a metà tra la situazione sarda e quella dell'intero sistema economico italiano.

In particolare rispetto alla media regionale la provincia di Cagliari presenta una

minore incidenza di imprese agricole (pari al 19,8% a fronte del 23,8% regionale), che risultano particolarmente concentrate nell'area di Oristano e in quella di Nuoro, ed una più alta incidenza di attività commerciali e terziarie, legate alla presenza del Capoluogo amministrativo, di una importante area metropolitana e di un tessuto produttivo più strutturato che richiede più servizi avanzati e innovativi.

Inoltre, sempre rispetto alla media regionale, si rileva un'elevata concentrazione delle imprese commerciali (30,8% rispetto al 17,3% regionale), seguita con ampi scarti da quelle di trasporto e magazzinaggio (3,3% contro il 3,1% regionale), legate al nodo portuale e infrastrutturale del territorio, delle attività di noleggio, delle agenzie di viaggio e dei servizi alle imprese (3,2% contro il 2,9%), di quelle professionali, tecniche e scientifiche (2,6% contro il 2%), dei servizi di informazione e comunicazione (2,5% e 1,9%) e delle attività finanziarie e assicurative (1,7% e 1,4%); al di sopra della media regionale si collocano anche i servizi prettamente legati alla persona, quali l'istruzione e la sanità che raccolgono insieme l'1,4% delle imprese a fronte dell'1% rilevato mediamente a livello regionale.

Più contenute sono, invece, le imprese dell'industria, sia manifatturiere (7,6% e 7,7%) sia in maggior misura dell'edilizia (13,8% e 15,1%).

Rispetto alla media nazionale, invece, Cagliari presenta una più alta concentrazione di imprese nell'agricoltura e nel commercio, ed una più bassa incidenza di aziende nell'industria, nelle costruzioni e nel terziario.

1.6.1.1.4. Aspetti occupazionali

Il mercato del lavoro in provincia di Cagliari è così ripartito: i servizi impiegano l'81% dei lavoratori, l'8,1% è impegnato nell'industria, il 7,9% nelle costruzioni e il 3% nell'agricoltura; valori alquanto distanti dalla media nazionale: 67,6% nei servizi, 20% nell'industria, 8,4% nelle costruzioni e 3,9% in agricoltura.

Per quanto riguarda l'occupazione, il numero di lavoratori impegnati sale tra il 2010 e il 2011 di quasi 2,5 mila unità, passando da 204,6 mila a 207,1 mila.

È opportuno precisare che l'aumento del numero di occupati è in parte riconducibile, in particolare per l'industria, al crescente ricorso alla Cassa Integrazione Guadagni che registra in provincia di Cagliari un sensibile aumento (si ricorda a tal proposito che i lavoratori in CIG vengono conteggiati nelle statistiche ufficiali tra gli occupati).

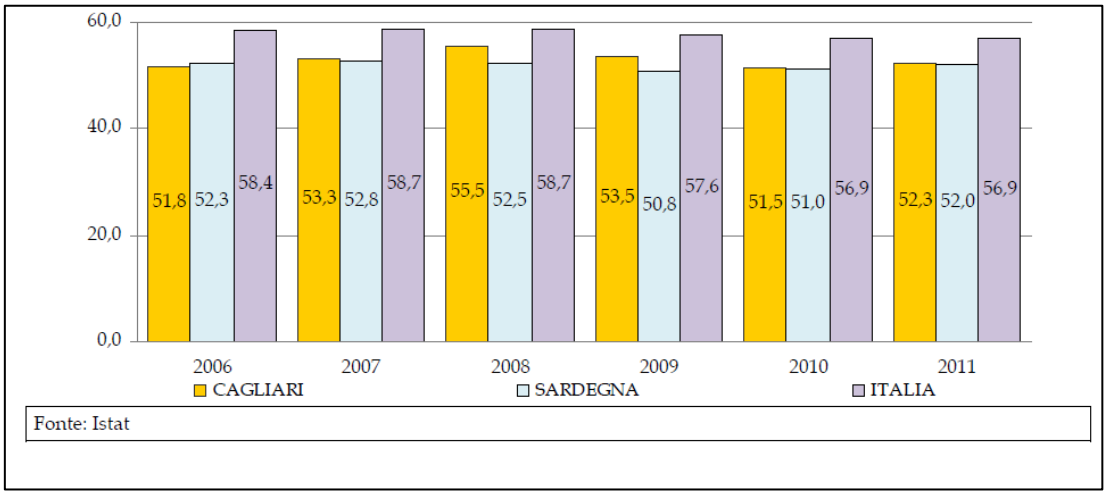


Figura 82: Tasso di occupazione in provincia di Cagliari, in Sardegna e in Italia (valori percentuali: anni 2006-2011)

Nonostante l'aumento del numero di occupati si registra un incremento della disoccupazione, per effetto della difficoltà del sistema produttivo ad assorbire tutto l'aumento della forza lavoro.

In valori assoluti, il numero dei disoccupati sale nel corso dell'ultimo anno di 2,7 mila unità, passando da 28,8 mila a 31,5 mila.

A seguito di tale andamento, il relativo tasso sale al 13,2%, raggiungendo il valore più alto dell'ultimo quinquennio, valore che risulta analogo tra le due componenti del mercato del lavoro, confermando la presenza di un sistema che non sembra effettuare discriminazioni di genere.

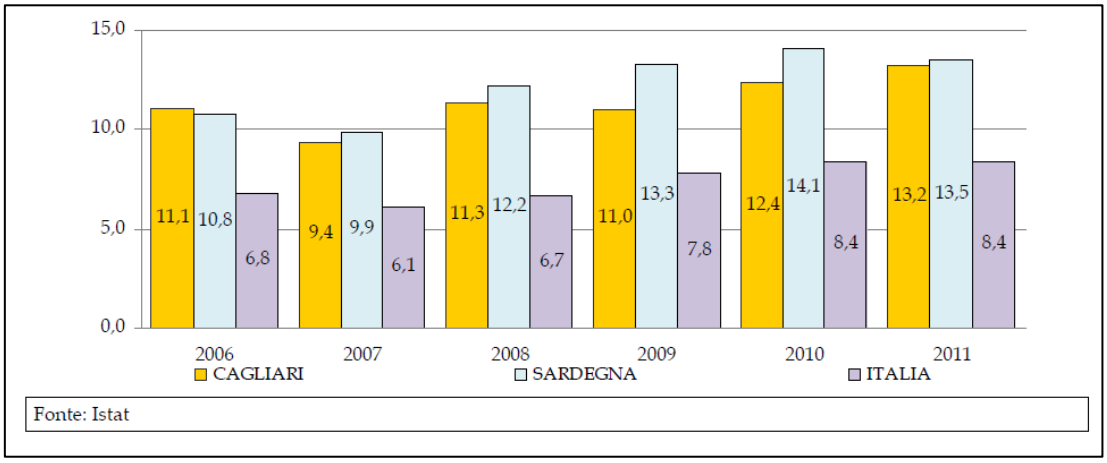


Figura 83: Tasso di disoccupazione in provincia di Cagliari, in Sardegna e in Italia (valori percentuali anni 2006-2011)

All'interno del mercato del lavoro un indicatore che si sta diffondendo è il tasso NEET, costituito dalla percentuale di individui che non è impegnato in attività di istruzione, formazione, lavoro o in altre attività a queste assimilabili, e che non stanno cercando un'occupazione.

Tale indicatore, particolarmente elevato tra i giovani, è l'acronimo inglese di *"Not in Education, Employment or Training",* ed esprime un elemento di criticità del mercato del lavoro.

Nella provincia di Cagliari il tasso NEET per la componente giovanile (15-29 anni) risulta particolarmente elevata (25,7%), mettendo in luce la difficoltà del sistema economico provinciale di facilitare il passaggio dai percorsi di istruzione all'inserimento nel mercato del lavoro.

La presenza di un valore elevato è tuttavia un fenomeno diffuso sull'intero territorio nazionale (22,1%) con tassi di incidenza che variano tra il 9,9% di Bolzano e il 38,5% di Napoli.

1.6.2. VALUTAZIONE DELLE ESTERNALITÀ AMBIENTALI

1.6.2.1. Esternalità Ambientali Negative

L'internalizzazione dei costi esterni, o esternalità, all'interno dei costi di produzione dell'energia, anche da fonte rinnovabile, viene considerato un efficiente strumento decisionale e di analisi nell'ottica di riduzione degli impatti ambientali connessi con la crescente richiesta ed uso delle risorse energetiche.

L'approccio di aggregare ai costi di produzione i costi esterni, ovvero i costi ambientali intesi come i costi delle misure necessarie a neutralizzare gli eventuali effetti ambientali negativi, permette di creare indicatori comparativi, economici ed ambientali, per diverse tecnologie o per diverse alternative progettuali; la quantificazione delle esternalità può fornire, quindi, indicazioni in termini di danni/benefici, di trade-off e di ranking fra diverse alternative progettuali, nonché sui costi imposti alla società derivanti dalle attività di produzione di energia.

Il concetto di esternalità, mutuabile dalle scienze economiche, si riferisce a quei costi che non rientrano nel prezzo di mercato dell'infrastruttura che si costruisce o del suo prodotto e pertanto non ricadono direttamente sui produttori e sui consumatori, ma vengono globalmente imposti alla società: nell'accezione considerata, si tratta di esternalità negative. I primi studi incentrati sulla valutazione economica delle esternalità ambientali risalgono alla seconda metà dell'Ottocento, anche se l'applicazione empirica delle varie metodologie è stata riscoperta di recente.

Uno dei metodi più utilizzati in letteratura per la valutazione delle esternalità negative è quello del prezzo edonico, che consiste nell'individuare, con tecniche econometriche, il peso che la caratteristica "qualità dell'ambiente" ha sul prezzo di un bene scambiato sul mercato, partendo dall'osservazione che alcuni beni scambiati sul mercato possiedono importanti caratteristiche ambientali (ad esempio, una casa può essere localizzata in un luogo più o meno rumoroso o inquinato) e che le caratteristiche ambientali stesse concorrono a determinarne il prezzo.

Le applicazioni più comuni riguardano il rumore, la qualità dell'aria e la sicurezza e il bene scambiato sul mercato è rappresentato solitamente da un immobile.

É facilmente comprensibile che per poter utilizzare il metodo del prezzo edonico è necessario disporre o di una serie storica di dati relativi agli scambi immobiliari che

permetta di verificare l'eventuale relazione tra variazione nel prezzo di mercato negli immobili e cambiamento nelle condizioni ambientali o di dati longitudinali che permettano di confrontare il prezzo di immobili identici ma localizzati in zone con qualità ambientale differente.

Nel caso specifico della valutazione delle esternalità dell'impianto solare termodinamico "Flumini Mannu" non risulta possibile applicare il metodo del prezzo edonico, in quanto non sono presenti impatti significativi quantificabili come emissioni odorigene, inquinamento in atmosfera o rumore, che possono comportare una svalutazione degli immobili presenti nei dintorni dell'area di impianto.

L'impatto più rilevante è quello visivo, ed è stato mitigato mediante opere di sistemazione a verde, e barriere visive di alberi ed arbusti. Inoltre visto che la zona circostante l'impianto non è ricca di abitazioni e considerato che il mercato immobiliare è in profonda crisi, specie nelle aree rurali remote come quella in oggetto, l'analisi delle esternalità negative dell'impianto secondo il metodo edonistico risulta pragmaticamente inapplicabile.

Il metodo fin qui presentato non è adeguato ad una esaustiva valutazione delle esternalità negative associate ai sistemi di produzione di energia.

A livello europeo nella seconda metà degli anni Novanta del secolo scorso è stato sviluppato un progetto denominato ExternE (Externalities of Energy) con l'obiettivo di sistematizzare i metodi ed aggiornare le valutazioni delle esternalità ambientali associate alla produzione di energia, con particolare riferimento all'Europa.

Il progetto in questione è basato su una metodologia di tipo bottom-up per valutare i costi esterni associati alla produzione di energia confrontandoli con varie tipologie di combustibili e tecnologie.

I dati del progetto ExternE sono aggiornati al 2005; tuttavia vi sono altri progetti di ricerca che stimano i costi esterni delle fonti di energia, utilizzando la stessa metodologia ExternE.

Uno di questi, che offre dati aggiornati al 2008, è il progetto *CASES N° 518294 SES6* (Cost Assestment of Sustainable Energy System).

Una sintesi dei costi indicati nel progetto appena citato è schematizzato nella tabella seguente:

Costi (Cent €/kWh)	Solare termodinamico (collettori parabolici)	Solare fotovoltaico a terra	Eolico	Biomasse	Turbogas	Carbone	Nucleare
	2005-10	2005-10	2005-10	2005-10	2005-10	2005-10	2005-10
Costo delle esternalità negative	€c/kWh	€c/kWh	€c/kWh	€c/kWh	€c/kWh	€c/kWh	€c/kWh
Salute dell'uomo	0.0918	0.6576	0.0755	1.5553	0.6339	0.8353	0.1552
Ambiente (perdita di biodiversità, colture, materiali)	0.0080	0.0495	0.0057	0.3156	0.1083	0.1048	0.0136
Radionuclidi	0.0000	0.0003	0.0001	0.0003	0.0000	0.0001	0.0024
Gas ad effetto serra	0.0204	0.1805	0.0212	0.1462	1.3423	1.7562	0.0428
Totale esternalità negative	***0.1202***	***0.8880***	***0.1025***	***2.0174***	***2.0845***	***2.6964***	***0.2141***

Tabella 18: Stima del costo delle esternalità ambientali negative di varie fonti di energia (Fonte: Progetto CASES N° 518294 SES6)

Le voci di costo contenute nella tabella precedente non sono esaustive di tutte la esternalità negative del solare termodinamico, così come per le altre fonti di energia rinnovabile, per le quali sarebbe opportuno includere anche i costi relativi all'occupazione di suolo, all'impatto visivo, agli effetti sulla flora e fauna.

Poiché questi effetti indesiderati hanno sostanzialmente luogo su scala locale, diventa impossibile monetizzarli per includerli in una stima del costo totale dell'energia prodotta da ogni singola fonte.

In ogni caso dalla Tabella 18 si evince come il solare termodinamico rappresenti, tra le fonti energetiche considerate, una delle soluzioni più economiche dal punto di vista delle esternalità ambientali (solo l'eolico presenta costi inferiori).

Il termodinamico risulta vantaggioso anche con riferimento al fotovoltaico e alle biomasse, dovendo affrontare - queste ultime fonti – alcune particolari problematiche tecnologiche, all'interno dei loro settori di riferimento, che causano un maggior costo delle esternalità negative del kWh prodotto.

1.6.2.2. Esternalità Ambientali Positive

Le esternalità positive generate dalla realizzazione dell'impianto solare termodinamico in oggetto sono principalmente rappresentate dalle ricadute occupazionali e dall'incremento del PIL.

Per fare una valutazione realistica di queste due aspetti è stata analizzata la situazione in 2 Paesi in cui si è avuto nell'ultimo decennio un' importantissimo sviluppo del CSP: gli Stati Uniti d'America e la Spagna.

1.6.2.2.1. Il caso americano

Sul tema del CSP gli Stati Uniti sono il Paese che ha investito per primo a partire dagli anni 80, costruendo una serie di impianti sperimentali e di messa a punto della tecnologia chiamati SEGS (Solar Electric Generating Stations) nel deserto di Mojave in California per una potenza totale di 345 MW, ancora in funzione.

La stessa tecnologia si è poi sviluppata anche nel Nevada, dove in questo momento sono in funzione alcuni dei CSP di maggiori dimensioni esistenti al mondo (ad esempio Nevada Solar One da 75 MW e Ivanpah da 370 MW), nello Utah ed anche in altri stati del Sud-Ovest americano.

Parallelamente nel corso degli anni, NREL (National Renewable Energy Laboratory) SANDIA, Argonne Laboratories ed altri hanno condotto una serie di studi su vari argomenti riguardanti sia la tecnologia, sia i costi ed i metodi di manutenzione, sia i consumi di acqua e di altre risorse che impattano sull'eco-sistema, nell'ottica della loro minimizzazione.

E' stato anche valutato in modo approfondito l'impatto socio-economico di tali iniziative con particolare riguardo alla crescita del PIL (Prodotto Interno Lordo), dell'occupazione e dei redditi personali.

In particolare ai fini della presente trattazione rileva uno studio effettuato da NREL e concluso nel Febbraio del 2004 dal titolo "The Potential Economic Impact of Constructing and Operating Solar Power Generation Facilities in Nevada", che utilizza un modello econometrico chiamato "REMI".

In estrema sintesi, il modello "REMI", fra i più accreditati nella comunità accademica e del business, permette di correlare e far interagire fra di loro dinamicamente,

utilizzando centinaia di equazioni (fra cui il moltiplicatore keynesiano dell'economia), molteplici parametri, quali domanda di lavoro e di capitali, livello della popolazione ed offerta di lavoro, i salari, gli stipendi, i prezzi, il livello degli investimenti produttivi, i costi delle materie prime, i profitti delle imprese, etc.. simulandone il comportamento, per arrivare a fare previsioni piuttosto accurate e credibili sulla evoluzione macro-economica di un intero sistema.

In conclusione, gli impatti economici previsti sono basati su complessi, ma statisticamente accurati, modelli delle economie del Nevada e degli Stati Uniti.

In particolare "REMI" è molto efficiente nella determinazione degli impatti sul PIL e sull'occupazione degli investimenti in grandi infrastrutture.

E' stato perciò utilizzato per prevedere quale impatto sul PIL e sull'occupazione dello stato del Nevada poteva avere la costruzione di centrali di generazione elettrica di tipo CSP.

Essendo impossibile alla data dello studio (Febbraio 2004) conoscere variabili quali il livello di investimento previsto nei decenni successivi in capacità di generazione CSP nello Stato, dipendente da variabili quali la politica energetica, i prezzi internazionali dell'energia, la tecnologia disponibile, i suoi costi futuri ed un insieme di altre incognite, l'analisi è stata condotta ipotizzando tre scenari di investimento di base: A, B, C.

Gli scenari sono stati costruiti prendendo come ipotesi minima di investimento la costruzione e la messa in esercizio operativo di un impianto CSP "campione" da 100 MW elettrici, variandone poi il numero ed analizzandone le conseguenze secondo la logica che segue:

- Scenario A 1 CSP da 100 MW elettrici;
- Scenario B 10 CSP da 100 MW elettrici per un totale di 1.000 MWe;
- Scenario C 3 CSP da 100 MW elettrici per un totale di 300 MWe.

Per ognuno dei 3 scenari descritti, vengono calcolati gli impatti economici in termini di Prodotto interno Lordo ed occupazione nelle maggiori industrie della filiera ed in quelle relative alle attività collegate e gli impatti fiscali relativi.

L'impatto economico della iniziativa è scomposto in:

1) Impatti diretti collegati alla costruzione degli impianti;

2) Impatti indiretti derivanti dalla stimolazione della attività economica secondaria nel Paese;
3) Effetti economici indotti derivanti dalla crescita dei redditi e dei consumi dei residenti nel Paese.

L'analisi dei costi è stata fatta in dollari americani ed i costi esposti per le varie voci sono tratti da un documento dal titolo *"Assessment of Parabolic Trough and Power Tower Solar Technology Cost and Performance Forecasts*" messo a disposizione dal Sargent & Lundy Consulting Group.

Informazioni sintetiche relative ai 3 scenari

Scenario A: 1 impianto da 100 MW elettrici

Costo impianto		488.000.000 $
Inizio costruzione		2004
Durata costruzione impianto		3 anni
Posti di lavoro diretti medi creati nei 3 anni durante la costruzione dell'impianto		817
Posti di lavoro indiretti o indotti medi creati dalla attività di costruzione dell'impianto		1.570
Posti di lavoro totali creati nel triennio:	2004	2.550
	2005	2.400
	2006	2.222
Moltiplicatore di impiego		2,9
Posti di lavoro diretti + indiretti creati nella fase di esercizio (2007 – 2035)		140 (moltiplicatore 3,1)
Redditi personali complessivi determinati dall'iniziativa (costruzione + esercizio)		1.150.000.000 $
Crescita del PIL complessivo 2004 – 2035		1.140.000.000 $

Scenario B: 10 impianti da 100 MW elettrici in un periodo di 11 anni per un totale di 1.000 MW

(Lo studio considera che i costi di costruzione scenderanno man mano che gli ingegneri, i project manager e gli installatori familiarizzeranno con l'installazione e la costruzione degli impianti; affermazione vera per molte nuove tecnologie. Inoltre le economie di scala nella filiera avranno l'effetto di ridurre i costi di produzione degli impianti. Stime ingegneristiche collocano i risparmi di costi negli impianti successivi al primo fra il 10 ed il 20%. Per il nostro modello assumiamo un valore prudenziale di calo del 10% ma permettiamo ai costi di base di crescere ad un ritmo pari a quello dell'inflazione generale US. Il risultato finale derivante da queste dinamiche contrapposte è stimato essere un calo complessivo dei costi di costruzione di ogni impianto del 7 / 8%.)

Costo impianto (investimento totale previsto in 11 anni)			3.450.000.000 $
Inizio costruzione			2004
Fine costruzione 10° impianto			2014
Durata costruzione di ogni impianto			2 anni; per i successivi 9 anni (dopo il 2004) si ipotizza di costruire 1 impianto / anno
Posti di lavoro creati negli 11 anni di costruzione:			
	Diretti	Indiretti	Totali
2004	1.230	2.600	3.830
2005	2.283	4.657	6.940
2006	2.049	4.061	6.110
2007	1.840	3.510	5.350
2008	1.651	3.089	4.740
2009	1.485	2.765	4.250
2010	1.336	2.554	3.890
2011	1.203	2.447	3.650
2012	1.085	2.415	3.500
2013	979	2.451	3.430
2014	502	1.758	2.260
Moltiplicatore di impiego			3

Posti di lavoro creati nella fase di esercizio:		
2006	46	138
2007	92	276
2008	138	414
2009	184	552
2010	229	687
2011	275	825
2012	321	963
2013	367	1.101
2014	413	1.239
Dal 2015 in avanti per la manutenzione e gestione delle centrali saranno sufficienti 459 posti di lavoro diretti / anno. I posti totali, considerando il moltiplicatore, saranno 1.377. Dal 2015 al 2035 per la manutenzione e gestione del parco centrali CSP ed attività indotte saranno necessari complessivamente una media di circa 1.800 posti di lavoro annui.		
Redditi personali complessivi determinati dall'iniziativa (costruzione + esercizio)		9.370.000.000 $
Crescita del PIL complessivo 2004 – 2035		9.850.000.000 $

Scenario C: costruzione di 3 impianti da 100 MW elettrici

(Si assume che l'apprendimento e le economie di scala nello scenario C contribuisca alla riduzione dei costi di costruzione come nello scenario B con una riduzione dei costi di capitale e di lavoro di circa il 10% per ogni impianto costruito.)

Costo impianti			1.348.000.000 $
Inizio costruzione			2004
Un nuovo impianto viene costruito ogni anno nel 2004, 2005, 2006.			
Fine costruzione 3° impianto			2007
Entrata in esercizio 3° impianto			2008
Durata costruzione di ogni impianto			2 anni
Posti di lavoro creati nei 4 anni di costruzione:			
	Diretti	Indiretti	Totali
2004	1.225	2.607	3.832
2005	2.451	4.487	6.938
2006	2.451	3.649	6.100
2007	1.226	1.453	2.679
Moltiplicatore di impiego			3
Posti di lavoro creati nella fase di esercizio (2006-2035):			
		Diretti	Totali
2004		0	0
2005		0	0
2006		46	138
2007		92	276
2008		138	414
2009-2035			414
Moltiplicatore			3
Redditi personali complessivi determinati dall'iniziativa (costruzione + esercizio)			3.400.000.000 $
Crescita del PIL complessivo 2004 – 2035			3.500.000.000 $

Approfondimento dello scenario "A"

Di seguito si descrive in maggiore dettaglio gli impatti economici derivanti dalla costruzione di una singola centrale di generazione elettrica di tipo CSP da 100 MWe in Nevada.

Si ipotizza che le spese di costruzione, di gestione operativa e di manutenzione corrispondano ad un impianto che inizia, nel 2004, un ciclo di costruzione della durata di 3 anni.

La tabella che segue mostra i costi di costruzione divisi in capitale impiegato e costo del lavoro per le più importanti componenti del progetto.

Sono stati aggiunti dei costi collegati a possibili errori di previsione o a problemi imprevisti (contingency).

In sintesi, in questo scenario, il costo del lavoro sarebbe di 107 milioni di dollari ed i costi di capitale sarebbero di 344 milioni di dollari; considerando i costi di EPC (Engineering Project Management and Construction) che la Sargent & Lundy stima in un + 7,3% dei 451 milioni di dollari di costi di capitale e lavoro, si arriva a 485.594.000 $ cui va aggiunto un costo atteso del terreno di 1.854.000 $. In totale circa 488.000.000 $.

Nella tabella che segue il dettaglio dei costi in migliaia di dollari.

Sono stati considerati anche gli imprevisti in percentuali variabili a seconda del tipo di attività.

CATEGORIA	Equip.	Lavoro	Totale	Imprevisti	Tot. Adj	Tot. Cap.	Tot. Lav.
Strutture	0	7.243	7.243	20,00%	8.692	0	8.692
Sistema dei collettori solari	205.509	42.529	248.038	5%	260.440	215.785	44.655
Sistema di stoccaggio termico olio	74.296	21.511	95.807	10%	105.388	81.725	23.663
Sistema gen vapore	8.570	2.742	11.313	10%	12.444	9.427	3.017
Sistemi aux. Riscaldamento	0	0	0	10%	0	0	0

EPGS	24.371	12.342	36.713	10%	40.384	26.808	13.577
Engineering & Project Man.					32.911		
Costo della terra					1.854		
Collaudo finale impianto	9.142	12.206	21.346	10%	23.481	10.054	13.427
TOTALE COSTI DIRETTI	**321.888**	**98.573**	**420.460**		**485.594**	**343.799**	**107.031**

Il costo del lavoro è calcolato trasformando tutte le ore spese per la costruzione, in giorni uomo impiegati full-time (FTE).

Si è ipotizzato che la costruzione dell'impianto sia iniziata nell'anno 1; sia proseguita negli anni 2 e 3 ed infine l'impianto sia entrato in esercizio nell'anno 4.

Anche i costi di gestione e di manutenzione sono presi dal rapporto elaborato dalla società di consulenza Sargent & Lundy.

Costi di manutenzione e gestione per una centrale CSP da 100 MW elettrici a collettori solari

Secondo lo studio sopra citato, l'impianto verrà gestito da uno staff amministrativo di 7 persone e da un gruppo di 38 tecnici.

Il costo del lavoro medio considerato per il personale amministrativo è 45.000 $, mentre quello per il personale tecnico è di 66.000 $.

I costi totali annuali per il personale amministrativo sono di 314.000 $ cui si aggiungono i costi del personale tecnico che annualmente pesano per 2.496.000 $.

I costi di capitale spesi per le operazioni di manutenzione e gestione sono stimati in 5.472.000 di $ annui e, nell'ipotesi considerata, inizieranno nel 2006 e dureranno fino al 2035, con una dinamica di crescita pari a quella dell'inflazione media annua prevista nello Stato.

Complessivamente il corretto funzionamento della centrale costerebbe circa 8.282.000 $ annui.

Impatto Economico

Gli impatti economici sullo stato del Nevada derivanti dalla costruzione, manutenzione e gestione di una centrale CSP da 100 MWe sono i seguenti:

1. **Occupazione**

   L'impatto maggiore sull'occupazione si ha durante la fase di costruzione.

   Nel primo anno sono stati creati 2.550 posti di lavoro sia direttamente che indirettamente come risultato dell'attività economica che viene indotta dalla attività di costruzione.

   Il numero di occupati cala di poco nel secondo anno di costruzione (2.400 posti cdi lavoro), ed infine risulta di 2.222 posti di lavori nel terzo anno.

   Ogni anno 817 persone sono impiegate direttamente nella costruzione dell'impianto.

   Le attività indirette e indotte dalla costruzione (filiera industriale) danno origine ad un totale di ulteriori 1.570 posti di lavoro suggerendo un fattore di moltiplicazione pari a 2,9.

   Il termine della fase di costruzione dell'impianto, con il forte calo dell'occupazione diretta che ne consegue, induce una perdita di posti di lavoro sia diretti sia indiretti, cioè collocati in quelle aziende fornitrici che alimentavano i lavoratori diretti, come si vede nelle figure che seguono.

   Ovviamente, come è logico aspettarsi, l'occupazione durante la fase di manutenzione e gestione è significativamente minore rispetto alla fase di costruzione.

   L'occupazione complessiva si stabilizza a circa 140 posti di lavoro annui.

   Poiché 45 posti di lavoro sono "diretti", cioè impiegati dentro la centrale CSP per mandare avanti le attività amministrative e di gestione operativa, il moltiplicatore di impiego in questo caso è di circa 3,1.

2. **Redditi delle persone**

   Il volume delle attività di costruzione dal 2004 al 2006 è tale che gli impatti sui redditi personali sono al massimo durante la fase di costruzione dell'impianto; tali redditi sono in media di 140 milioni di dollari negli anni 2004 / 2005 / 2006.

   Il valore di tali redditi cade in modo considerevole nella fase di gestione operativa dell'impianto a causa del calo del numero complessivo degli occupati.

Comunque, i redditi personali rimangono in territorio positivo anche dopo la fine della fase di costruzione dell'impianto, scendendo però da circa 143 milioni a 29 milioni di dollari su base annua.

Si può considerare una media di redditi personali di circa 30 milioni di dollari l'anno come previsione media per lo stato durante tutta la fase operativa (2007 - 2035).

Per lo Stato del Nevada il complesso dei redditi personali attribuibili alla fase di costruzione dell'impianto (2004 - 2005 - 2006) ed alla fase di gestione operativa e manutenzione (2007 - 2035) è stimato in circa 1,15 miliardi di dollari.

Nella figura sottostante si vede la curva di andamento dell'occupazione collegata alla costruzione, manutenzione e gestione dell'impianto da 100 MW elettrici.

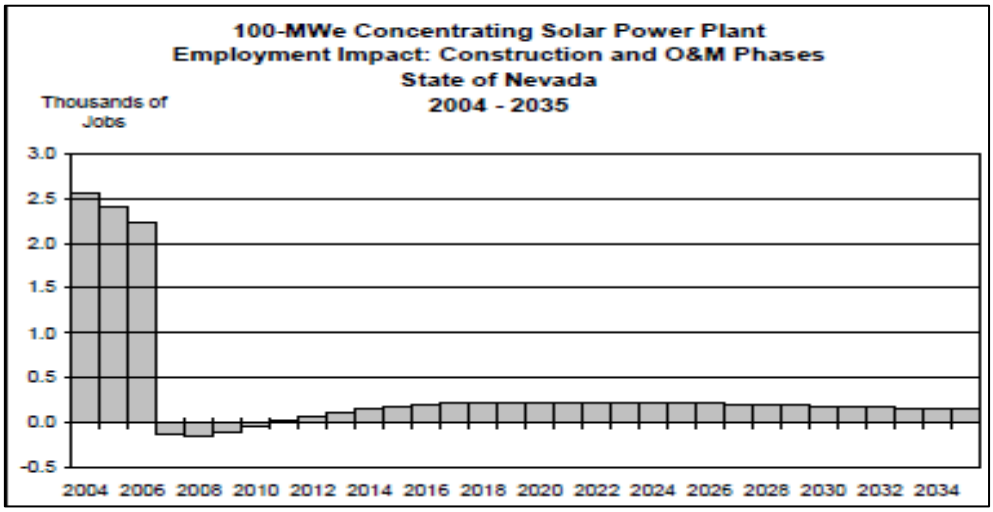


Figura 84: Andamento dell'occupazione collegata alla costruzione, manutenzione e gestione dell'impianto CSP da 100 MWe

Year	Employment (Thous)	Personal Income (Bil Nominal $)	GSP (Bil Nominal $)
2004	2.55	0.125	0.165
2005	2.40	0.138	0.162
2006	2.22	0.143	0.155
2007	-0.12	0.029	0.007
2008	-0.14	0.017	0.004
2009	-0.10	0.013	0.005
2010	-0.04	0.012	0.008
2011	0.02	0.012	0.011
2012	0.07	0.014	0.014
2013	0.11	0.015	0.017
2014	0.15	0.018	0.019
2015	0.18	0.020	0.022
2016	0.20	0.022	0.023
2017	0.21	0.023	0.025
2018	0.22	0.024	0.026
2019	0.22	0.025	0.026
2020	0.23	0.026	0.027
2021	0.23	0.026	0.027
2022	0.23	0.026	0.028
2023	0.22	0.027	0.028
2024	0.22	0.027	0.028
2025	0.22	0.028	0.028
2026	0.21	0.029	0.028
2027	0.21	0.030	0.029
2028	0.20	0.031	0.029
2029	0.19	0.032	0.029
2030	0.19	0.033	0.029
2031	0.18	0.034	0.029
2032	0.17	0.035	0.029
2033	0.17	0.037	0.029
2034	0.16	0.038	0.029
2035	0.15	0.039	0.029

Figura 85: Prodotto interno lordo generato dalla costruzione egestione dell'impianto CSP da 100 MWe

3. Prodotto Interno Lordo (PIL) generato nello stato del Nevada

Rispecchiando esattamente l'andamento dei redditi personali, la fase di costruzione dell'impianto determina il più alto impatto in termini di PIL.

Nel primo anno di costruzione dell'impianto si generano circa 160 milioni di dollari di PIL sia direttamente che indirettamente; anche nei 2 anni successivi non ci si discosta molto da tale valore, come si può vedere nell'ultima colonna della tabella sopra (Figura 85 GSP Bil $) alle prime tre righe.

La fine della fase di costruzione dell'impianto determina, come ovvio, una marcata caduta dell'occupazione, dei redditi personali e del PIL.

Il PIL cala da 155 milioni di dollari nel 2006 a 7 milioni di dollari nel 2007.

L'impatto poi cresce stabilmente fino al valore di 29 milioni di dollari anno fino al 2027 e resta costante fino al 2035.

L'impatto in termini di PIL medio annuo della costruzione dell'impianto è di circa 22,7 milioni di dollari durante tutta la fase operativa.

Complessivamente il PIL del Nevada viene incrementato di circa 1,14 miliardi di dollari come si vede nella figura sottostante.

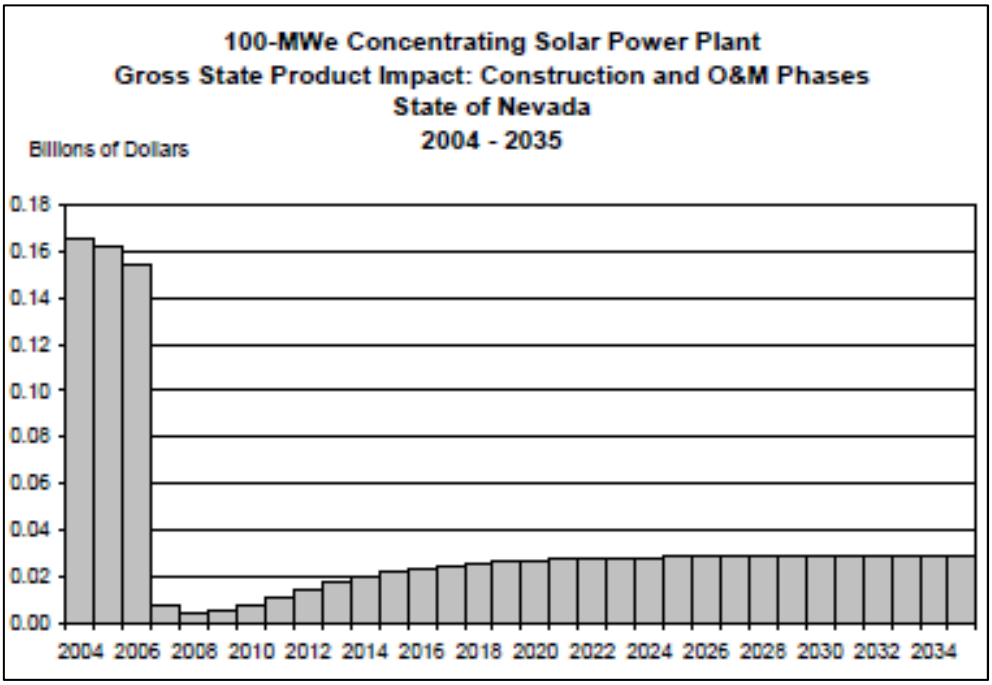


Figura 86: Impatto indotto dalla centrale CSP da 100 MWe sul PIL dello stato del Nevada

1.6.2.2.2. Il Caso Spagnolo

Nel triennio 2008-2010, il solare termodinamico in Spagna è cresciuto in modo significativo.

Il suo peso all'interno del mix rinnovabili è diventato rilevante, e ancor più il suo impatto sull'economia, la società, l'ambiente, l'energia e la riduzione della dipendenza dall'estero per l'approvvigionamento dei combustibili fossili.

La società *Deloitte* ha effettuato un studio per *Protermosolar*, l'associazione nazionale spagnola dell'industria del solare termodinamico, per valutare qualitativamente e quantitativamente le principali variabili macroeconomiche derivanti dalla sviluppo di questa tecnologia in Spagna dal 2008 al 2010, e prevedere il suo possibile impatto futuro.

I principali risultati emersi da questo studio sono riportati nei paragrafi successivi.

Impatto Macroeconomico dell'Industria del Solare Termodinamico in Spagna

Definizione dell'impatto diretto e indiretto

La progettazione, l'appalto, la costruzione e la gestione di centrali elettriche CSP coinvolge un gran numero di addetti, che pur essendo specificatamente dedicati a questo settore, possono produrre anche un ulteriore impatto sul resto dell'economia che viene indirettamente coinvolta.

In questo studio, l'impatto diretto è stato definito come la quantificazione delle attività di aziende che producono e forniscono beni specifici e/o servizi per l'industria.

Le attività incluse in questa sezione sono state:

- progettazione di impianti e attività di ricerca e sviluppo;
- società di progettazione;
- studi preliminari: affidabilità tecnica, stime di impatto ambientale, economico e finanziario;
- servizi di ingegneria, gestione del sito, sicurezza, salute e qualità;
- fabbricazione di componenti e attrezzature specifiche:
    - campo solare: strutture di supporto, inseguitori, specchi, tubi, fluido termovettore;
    - turbina e alternatore;

- o altri impianti, attrezzature e/o materiali: torre di raffreddamento, caldaia ausiliaria, generatore di vapore, pompe idrauliche, batteria, condensatore, circuiti, sistemi di stoccaggio;
- strumentazione e controllo;
- lavori di ingegneria civile: preparazione del sito, fondazioni, canalizzazioni, approvvigionamento idrico, edifici;
- assemblaggio impianti e messa in esercizio;
- connessione alla rete elettrica nazionale: linee elettriche, sottostazioni, ecc.;
- vendita di energia elettrica;
- gestione e manutenzione impianto;
- altro: permessi e licenze, imposte e tasse.

Al contrario, l'impatto indiretto comprende tutte quelle attività coinvolte nella fornitura di beni e/o servizi per le attività economiche di cui sopra.

Contributo al PIL nella fase di costruzione

Sono stati calcolati gli investimenti realizzati a livello nazionale negli impianti CSP, e questi sono stati ripartiti tra gli acquisti in ambito nazionale o non.

Secondo i dati raccolti per gli impianti costruiti nel triennio 2008-2010, la percentuale d'investimento che interessava industrie nazionali è andato via via crescendo negli anni e ha raggiunto oltre il 70% nel 2010.

Allo stato attuale, tranne che per la turbina, e alcuni fluidi e componenti molto minori, la grande maggioranza della catena del valore può essere fabbricata completamente in Spagna.

Per quanto riguarda il futuro, questo è un aspetto molto importante, in quanto la Spagna dovrebbe approfittare della sua posizione per creare un settore ausiliario in grado di innovare componenti ed apparecchiature, oltre che i sistemi, per consolidare la sua posizione di leadership in questa tecnologia.

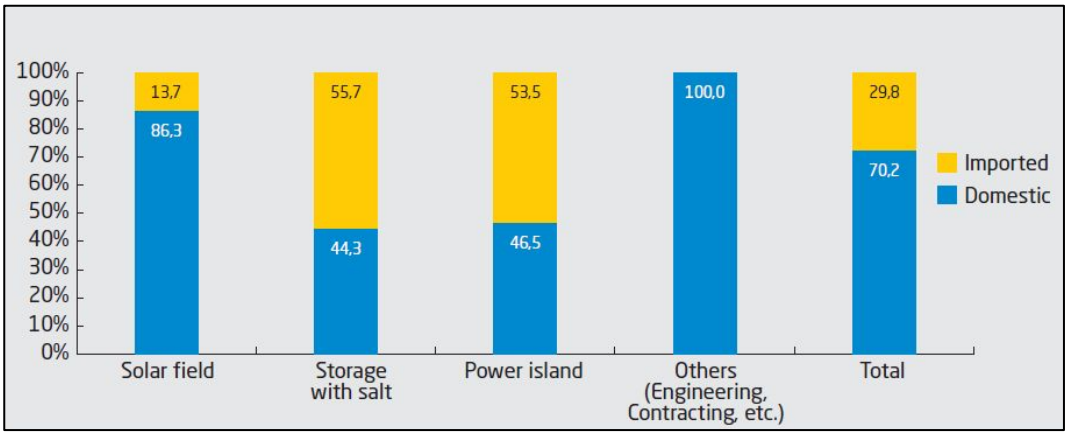


Figura 87: Percentuale dettagliata di investimento che rimane in Spagna per un impianto con stoccaggio

Considerando una suddivisione per settore merceologico, si osserva che il contributo del PIL si è concentrato sulle industrie come la fabbricazione di prodotti in metallo, fabbricazione di vetro e metallurgia, oltre che su quelli che sono stati più pesantemente colpiti dalla crisi economica in Spagna, come ad esempio la costruzione e l'assemblaggio.

In questo contesto, l'industria del CSP ha contribuito in modo significativo ad alleviare la riduzione di attività registrata in questi settori, contribuendo a rivalutare l'economia, e a generare occupazione.

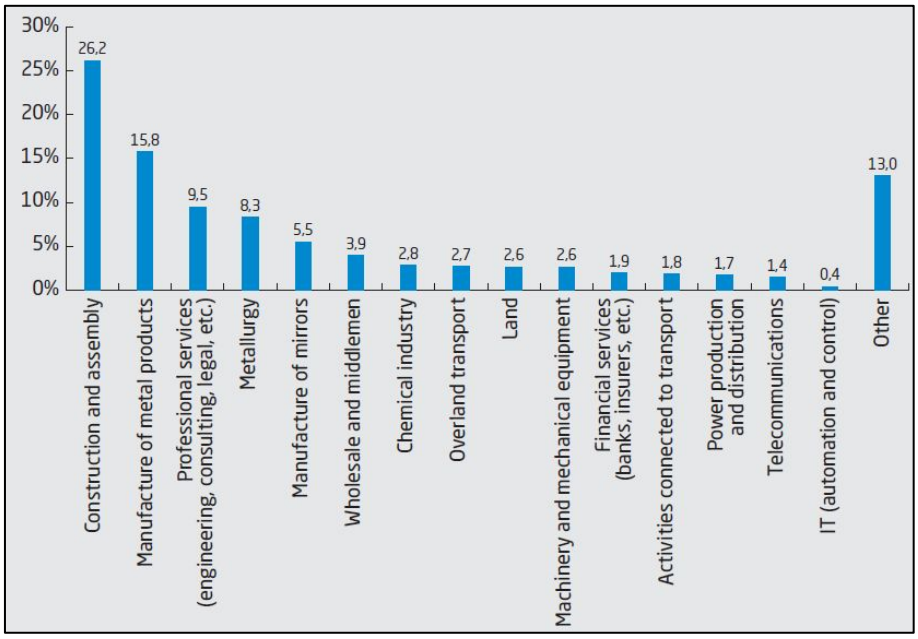


Figura 88: Contributo percentuale al PIL per altri settori economici durante la costruzione.

Contributo al PIL nella fase di esercizio

All'inizio del 2008, solo un impianto da 10 MW era in funzione in Spagna.

Alla fine del 2010 invece c'erano 531,5 MW di impianti CSP in esercizio, ai quali dovrebbero essere aggiunti più di 200 MW entrati in esercizio all'inizio del 2011.

La crescita di questa tecnologia si osserva essere stata molto significativa.

In termini di energia elettrica venduta, nel 2008, il CSP ha prodotto 15,4 GWh, mentre nel 2010, questa cifra si è moltiplicata di 44 volte fino a 691,5 GWh.

Questa evoluzione significa che il reddito delle aziende che operano nel solare termodinamico è aumentato.

Il contributo al PIL per ciò che riguarda il funzionamento e la manutenzione può essere quantificato in 175.200.000 €, derivato sia dalla vendita di energia elettrica che dalle ricadute positive in altri settori economici.

In termini reali, l'industria è cresciuta nel 2009 e 2010, del 567,0% e del 564,1%, rispettivamente.

Occupazione

La crescita del solare termodinamico in Spagna si osserva anche dal numero di posti di lavoro creati negli ultimi anni, sia durante la costruzione, dove sono maggiormente concentrati, che durante il funzionamento e la manutenzione.

Lo studio dimostra che i posti di lavoro derivano dalle fasi di progettazione, costruzione e manutenzione, nonché sono generati in altri settori dell'economia come conseguenza di tutte queste attività.

Il numero di posti di lavoro equivalenti generati durante il periodo 2008-2010 è stato quantificato in termini di posti di lavoro equivalenti in un anno.

Secondo le informazioni raccolte, l'industria CSP ha impiegato un numero crescente di addetti nel triennio 2008-2010 raggiungendo un totale di 23.844 addetti nel 2010: 23.398 durante la costruzione e 446 durante l'esercizio (Figura 89).

Jobs	2008	2009	2010
Construction	11.713	18.492	23.398
- Plan contracting, construction and assembly	4.399	6.447	8.049
- Components and equipment	4.515	7.442	9.542
- Jobs in the rest of the economy	2.799	4.603	5.807
Power production - O&M	13	123	446
- Plant operation and maintenance	11	108	344
- Jobs in the rest of the economy	2	15	102
TOTAL JOBS	11.724	18.600	23.844

Figura 89: Ripartizione per settore di attività dei posti di lavoro creati dall'industria CSP in Spagna

Risultati

I principali risultati dello studio sopra citato sono i seguenti:

- nel 2010, il contributo totale per il PIL spagnolo è stato di 1.650,4 milioni di euro di cui l'89,3% per le attività di costruzione e il resto per l'esercizio dell'impianto. Se sarà mantenuto il supporto necessario per raggiungere gli obiettivi fissati nel PER (Piano per le Energie Rinnovabili in Spagna) 2011 - 2020, il contributo per il PIL potrebbe essere di 3.516,8 milioni di euro nel 2020;
- il numero totale di persone impiegate dall'industria arrivava a 23.844 nel 2010. L'industria del solare termodinamico, secondo gli obiettivi fissati nel PER, manterrebbe questo livello per tutto il decennio, e potrebbe sostenere l'occupazione annua di quasi 20.000 posti di lavoro nel 2020;
- lo sforzo di ricerca, sviluppo e innovazione è notevole e rappresenta il 2,67% del contributo del settore al PIL. Questa percentuale è doppia rispetto alla media in Spagna e addirittura superiore a percentuali in tutto il mondo in Paesi come la Germania e gli Stati Uniti;
- in termini di impatto ambientale, il solare termodinamico ha evitato 361.262 tonnellate di emissioni di CO_2 in atmosfera nel 2010. Gli impianti in esercizio alla fine del 2010 eviterebbero emissioni annuali di 1.236.170 tonnellate di CO_2. Se gli obiettivi fissati nel PER 2011-2020 saranno soddisfatti, la potenza generata con impianti CSP eviterà circa 3,1 milioni di tonnellate di CO_2 nel 2015 e più di 5,3 milioni di tonnellate di CO_2 nel 2020, il che si tradurrebbe in un risparmio totale di emissioni pari a 152,5 milioni di Euro nel 2020, con il valore

ipotetico di 28,66 € per tonnellata, come ritenuto da parte dell'Agenzia internazionale per l'energia: World Energy Outlook 2010;

- nel 2010, la produzione di energia da CSP in Spagna ha evitato l'importazione di circa 140.692 tonnellate di petrolio equivalente (tep). Gli impianti in esercizio alla fine del 2010, hanno sostituito 481.421 tep all'anno. Entro il 2015 e il 2020, il CSP dovrebbe evitare l'importazione di circa 1,6 e 2,7 milioni di euro di tep, rispettivamente;
- gli importi erogati dal Governo spagnolo come tariffa incentivante nel periodo 2008-2010 si osservano essere molto inferiori rispetto al ritorno economico derivante dalla costruzione degli impianti CSP per il sistema Paese.

Questo bilancio, infine, non riflette sufficientemente due importanti concetti macroeconomici da non sottovalutare: l'occupazione di quasi 24.000 persone nel 2010, gran parte dei quali erano nelle industrie pesantemente colpite dalla crisi economica, e l'ingresso dell'industria spagnola in importanti mercati di sviluppo di impianti CSP in tutto il mondo.

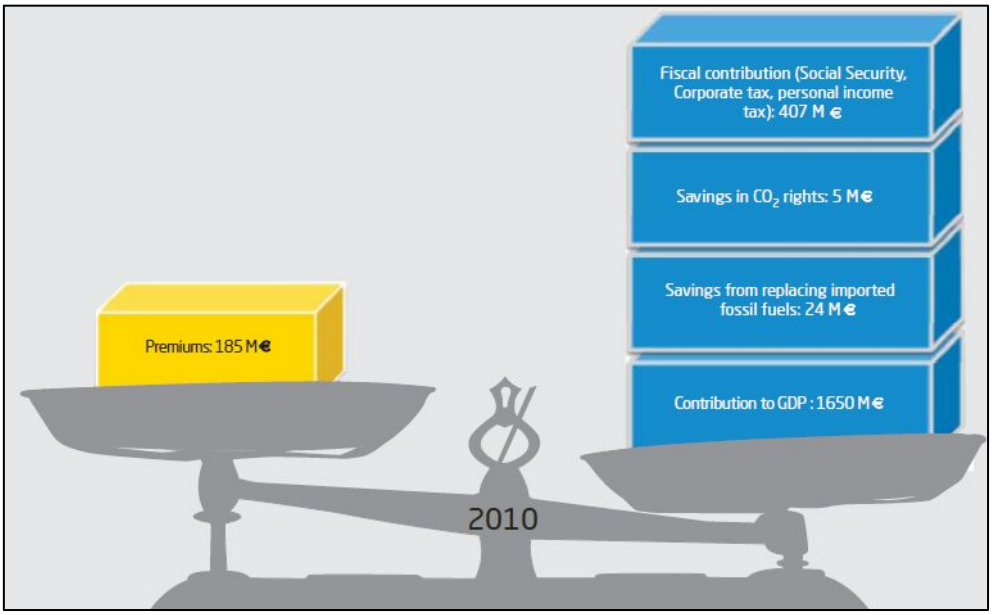


Figura 90: Bilancio macroeconomico del CSP in Spagna nel 2010

1.6.2.1. Impatti Potenziali e Misure di Mitigazione

La creazione di posti di lavoro collegati alla realizzazione e successivo esercizio dell'impianto può essere considerato più che un "impatto" una "mitigazione".

L'utilizzo, in alcuni casi minimo, di risorse naturali e/o artificiali è ripagato dall'aumento di reddito delle aziende che operano nel solare termodinamico e dal personale impiegato nella centrale stessa.

Entrambi gli studi riportati ("Il Caso Americano" pag. 215 e "Il Caso Spagnolo" pag. 227) evidenziano quali sono stati o possono essere i benefici apportati dallo sviluppo del solare termodinamico.

Dalla successiva Figura 91 si evince che circa il 60-65% dei nuovi posti di lavoro riguardano la preparazione del sito e la realizzazione del campo solare; attività che saranno affidate a ditte reperite localmente nella Regione Sardegna.

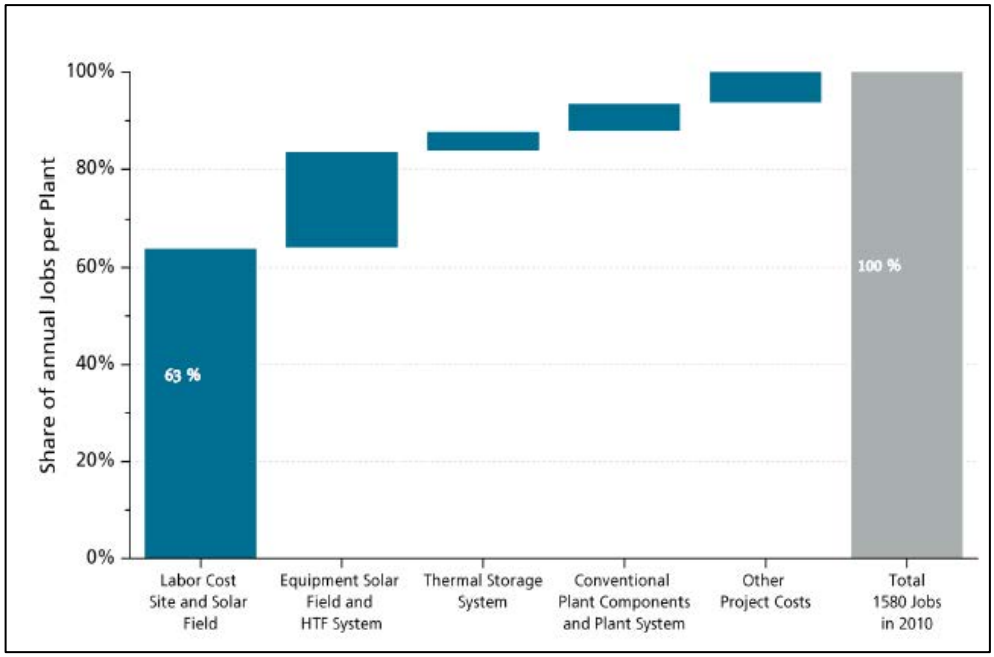


Figura 91: Potenziale di creazione dei nuovi posti di lavoro in un impianto CSP da 50MW

Si aggiunge, inoltre, che la realizzazione di tale tipologia di impianto, innovazione dal punto di vista tecnologico, potrebbe aumentare l'indotto in settori non direttamente collegati con lo stesso, come quelli collegati direttamente al turismo e alla prestazione di servizi.

La centrale sarebbe una meta del turismo didattico e scientifico, sede di visite

guidate, di convegni e corsi universitari o di settore.

Come dimostra la Figura 92, in California gli impianti CSP sono indicati come "ATTRACTION" (attrazione) e hanno aumentato notevolmente gli affari delle strutture ricettive dell'intorno (bar, ristoranti, alberghi e negozi in genere).

Figura 92: Impianto CSP a torre in California (USA)

1.6.3. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SUL PIL E SULL'OCCUPAZIONE DELLA COSTRUZIONE DELL' IMPIANTO CSP "FLUMINI MANNU"

Per dedurre quale possa essere l'impatto sui redditi personali, sul PIL italiano e sull'occupazione del progetto di costruzione della centrale CSP "Flumini Mannu", di potenza netta pari a 50 MWe, si è fatto riferimento ai dati dello studio americano sopra citato, ancora oggi valido, effettuato dal *Center for Business and Economic Research University of Nevada*.

Si è ipotizzato che gli anni passati (2004-2013) non abbiano influenzato i costi di costruzione e che tutto sia fermo alla "foto" della data dello studio (Febbraio 2004).

Moltiplicando per 0,5 i valori di occupazione totale trovati per l'impianto da 100 MWe e mettendoli su 2 anni (tempo massimo previsto per la costruzione della centrale), si sono ottenuti i seguenti risultati.

- Occupazione durante la costruzione: (2.550 + 2.400 + 2.222) x 0,5 = 3.586 posti di lavoro da "spalmare" sui 2 anni di costruzione previsti.

  Risultato: 1.793 posti di lavoro annui per i 2 anni della costruzione.

- Occupazione per la gestione e manutenzione degli impianti x 30 anni: (140 x 0,5) = 70

  Risultato: 70 posti di lavoro / anno x 30 anni.

- **PIL generato in Italia 2016-2046 =** 570.000.000 di $ (poco meno di **440.000.000 €)**

- **Redditi personali complessivi 2015-2036**: 575.000.000 di $ in 32 anni (poco più di **440.000.000 €**)

1.7. STIMA FINALE DEGLI IMPATTI NON ELIMINABILI E LORO MITIGAZIONI

FASE DI CANTIERE				FASE DI ESERCIZIO		
COMPONENTE AMBIENTALE	**ENTITÀ IMPATTO**	**MITIGABILE (SI/NO)**	**ASPETTI MITIGATIVI**	**ENTITÀ IMPATTO**	**MITIGABILE (SI/NO)**	**ASPETTI MITIGATIVI**
ATMOSFERA	Trascurabile Il principale impatto potenziale è connesso con le emissioni delle macchine di movimento terra e con la diffusione di polveri da parte di automezzi per la movimentazione del terreno.	Sì	• Irrorazione aree interessate da lavorazioni che generano polveri; • Movimentazione di mezzi con basse velocità d'uscita e contenitori di raccolta chiusi; • Fermata dei lavori in condizioni anemologiche particolarmente sfavorevoli; • Effettuazione delle operazioni di carico/scarico di materiali inerti in zone appositamente dedicate; • Pulizia ruote, bagnatura delle zone di transito dei mezzi; • Mantenimento di velocità dei mezzi modesta e copertura dei mezzi adibiti al trasporto di materiale pulverulento; • Programma di manutenzione del parco macchine per garantire la perfetta efficienza dei motori.	Trascurabile Il principale impatto potenziale è connesso con le emissioni e con la diffusione di polveri da parte di automezzi circolanti nell'impianto. Si considerano anche la caldaia di primo avviamento e i riscaldatori ausiliari (quando utilizzati) come fonte di emissioni gassose in atmosfera, anche se in funzione per un tempo molto limitato.	Sì	• Stesse misure di mitigazione previste per l'utilizzo di mezzi in fase di cantiere • Utilizzo di caldaie (riscaldatori) a norma di legge assemblate con tutti gli opportuni filtri agli scarichi • Risparmio totale di emissione di CO_2 quantificabile in circa 3 milioni di tonnellate, in relazione alla produzione di energia elettrica da parte di un impianto tradizionale
AMBIENTE IDRICO	Trascurabile	Sì	• Prescrizioni alle imprese per l'adozione di opportune misure di protezione e contenimento del sottosuolo per evitare qualsiasi forma di percolazione. • Prescrizioni alle imprese per l'economizzazione dell'acqua	Trascurabile	Sì	Tutela qualitativa: • opportuno trattamento delle acque reflue Tutela quantitativa: • Utilizzo di sistema di raffreddamento a secco • Utilizzo di sistema lavaggio specchi con la tecnica della micronebulizzazione
SUOLO E SOTTOSUOLO	Trascurabile	Sì	• Prescrizioni alle imprese per l'adozione di opportune misure di protezione e contenimento del sottosuolo per evitare qualsiasi forma di percolazione.	Medio-Basso Utilizzo di una porzione di suolo considerevole per un tempo comunque limitato; più del 90% del terreno può essere riutilizzato a scopo agro-pastorale.	Sì	• Possibile dismissione dell'impianto e riutilizzo del suolo a scopo agro-pastorale • Adozione di pavimentazioni impermeabili e bacini di contenimento nelle aree a rischio ed in prossimità di tutte le condotte e dei potenziali 'leak-point'
VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA, ECOSISTEMI	Trascurabile	Sì	• I lavori di cantiere saranno calendarizzati in modo da non sovrapporsi con i periodi di riproduzione della fauna selvatica eventualmente presente • Stesse misure di mitigazione riportate per la componente aria, ambiente idrico, suolo e sottosuolo	Trascurabile	Sì	• Inserimento di specie vegetali autoctone o già presenti nel territorio lungo il perimetro della centrale • Creazione di corridoi ecologici per la fauna
PAESAGGIO	Basso	Sì		Medio-Basso	Sì	• Inserimento sul perimetro della centrale di opportune opere di mascheramento, costituite da alberi ed arbusti • Utilizzo di colorazioni sui toni naturali in armonia con l'ambiente circostante • Adozione di una soluzione di connessione alla rete con elettrodotto interrato
RUMORE	Trascurabile	Sì	Dall'analisi dell'indagine acustica ante operam si deduce che il clima acustico non sarebbe aggravato dall'esercizio del cantiere in oggetto, simulato nelle condizioni operative più estreme •nel caso di sforamento dei limiti di legge,si procederà all'uso non contemporaneo dei macchinari	Trascurabile	Sì	• Dal momento che dall'esito del calcolo previsionale scaturisce che i livelli di rumore sui ricettori rientrano nei limiti di legge, si ritiene che non sia necessario prevedere specifici interventi di mitigazione
TRAFFICO	Trascurabile	Sì	•Trasporti effettuati esclusivamente nelle ore diurne. utilizzo di viabilità principale. Il traffico pesante sarà comunque limitato	Trascurabile	Sì	• Trasporti effettuati esclusivamente nelle ore diurne. utilizzo di viabilità principale. Il traffico pesante sarà comunque limitato
RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI	Nullo	-	-	Trascurabile	Sì	• Adozione di una soluzione di connessione alla rete con elettrodotto interrato

Tabella 19: Sintesi degli impatti e delle misure di mitigazione adottate