

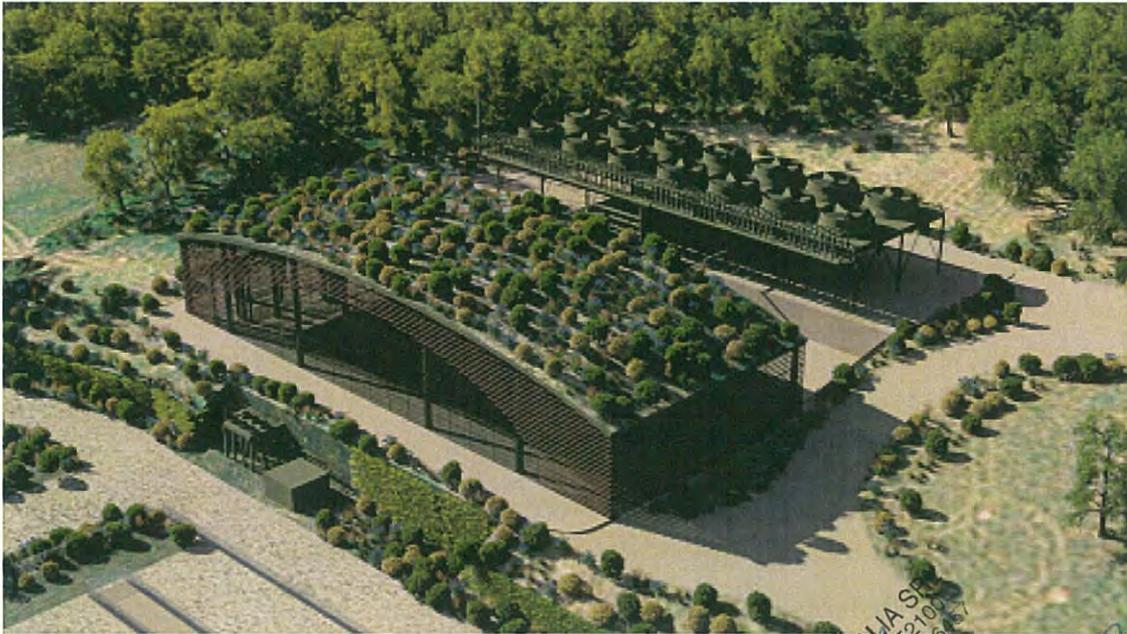
RETE GEOTERMICA TOSCANA

C/O TOSCOGEO S.R.L.

VIA ERNESTO ROSSI N° 9 - 52100, AREZZO

TEL. 0575 32641 - FAX. 0575 326464

Impianto Geotermico Pilota Castelnuovo PROGETTO DEFINITIVO



00	27/11/2015	Emissione	Golder Associates	Magma Energy Italia S.r.l.	Rete Geotermica Toscana
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONFERMATO	APPROVATO

PROGETTISTA:



Golder Associates srl
Via Antonio Banfo n. 43
10155 Torino, ITALIA
Partita IVA 03674811009

Chris Wauson
Lisa Sizzano

TITOLO:

SIA - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

NOTE:

TOSCO GEO SRL
VIA E. ROSSI N.9 - AREZZO 52100
TEL 0575 32641 - FAX 0575 326464
C.F. e P.IVA 06142590485
Capitale sociale sottoscritto e versato € 12.000,00
Società soggetta a direzione e coordinamento di
Grazziella Green Power spa - via E. Rossi, 9 - Arezzo 52100
C.F. e P.IVA 02033840519

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

C	A	S	0	2	D	E	A	M	R	0	0	5
ARGOMENTO	PROGETTO	LIVELLO	AREA	TIPO	PROGRESSIVO							

Questo documento contiene informazioni di proprietà della RETE GEOTERMICA TOSCANA e può essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualunque forma di riproduzione o divulgazione senza l'esplicito consenso della RETE GEOTERMICA TOSCANA.

FOGLIO:
1 di 370

FORMATO:
A4



Indice

1.0	INTRODUZIONE.....	4
1.1	Generalità.....	4
1.2	Caratteristiche generali del Progetto	5
1.3	Motivazioni strategiche e finalità del Progetto	6
1.4	Scopo e contenuti del SIA	8
1.5	Metodologia generale dello studio.....	8
1.6	Gruppo di lavoro	9
2.0	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	10
2.1.1	Normativa geotermica	11
2.1.2	Pianificazione energetica	13
2.1.2.1	Pianificazione energetica europea.....	13
2.1.2.2	Pianificazione energetica nazionale.....	15
2.1.2.2.1	Piano Energetico Nazionale (PEN).....	15
2.1.2.2.2	Strategia energetica nazionale (SEN).....	15
2.1.2.2.3	Piano d’Azione per l’Efficienza Energetica 2014 (PAEE 2014)	16
2.1.2.2.4	Piano di Azione Nazionale dell’Italia per lo sviluppo delle energie rinnovabili (PAN-FER).....	17
2.1.2.3	Pianificazione energetica regionale	17
2.1.2.3.1	Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER)	17
2.1.2.3.2	Protocollo d’Intesa tra la Regione Toscana e la Rete Geotermica	19
2.1.2.3.3	Programma Regionale di Sviluppo (PRS).....	19
2.1.2.4	Pianificazione energetica provinciale – Provincia di Pisa	20
2.1.2.4.1	Piano Energetico Provinciale (PEP)	20
2.1.3	Pianificazione urbanistica.....	21
2.1.3.1	Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Castelnuovo Val di Cecina.....	21
2.1.3.2	Piano di zonizzazione acustica comunale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina.....	29
2.1.4	Pianificazione territoriale	29
2.1.4.1	Piano di Indirizzo Territoriale (PIT)	29
2.1.4.2	Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa (PTCP).....	34
2.1.5	Pianificazione di settore	40
2.1.5.1	Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa	40
2.1.5.2	Piano Regionale di Tutela delle Acque (PTA)	43



2.1.6	Aree appartenenti alla Rete Natura 2000 e Aree Protette	44
2.1.7	Vincoli	47
3.0	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....	51
3.1	Analisi delle alternative.....	51
3.1.1	Alternativa zero.....	51
3.1.2	Criteri localizzativi e scelta finale	51
3.1.3	Criteri tecnologici e scelta finale	52
3.2	Descrizione del Progetto.....	53
3.2.1	Perforazioni	54
3.2.1.1	Impianto idraulico di perforazione.....	55
3.2.1.2	Impianto trattamento fango di perforazione.....	59
3.2.1.3	Sistema di rilevazione dei gas endogeni	60
3.2.1.4	Descrizione delle prove in foro previste	60
3.2.1.4.1	Prove brevi di erogazione	60
3.2.1.4.2	Test di produzione o prove di lunga durata.....	61
3.2.1.5	Esercizio e manutenzione dei pozzi.....	62
3.2.1.6	Chiusura dei pozzi	63
3.2.1.6.1	Rimozione delle strutture permanenti	64
3.2.1.6.2	Ripristino morfologico e idrogeologico.....	64
3.2.1.6.3	Ripristino vegetazionale.....	64
3.2.2	Impianti	65
3.2.2.1	Centrale elettrica geotermica	65
3.2.3	Opere civili	68
3.2.3.1	Postazione di perforazione.....	68
3.2.3.2	Centrale geotermoelettrica.....	69
3.2.3.3	Viabilità di accesso.....	69
3.2.3.4	Vasche di accumulo acqua	70
3.2.3.5	Area di stoccaggio.....	70
3.2.3.6	Collegamento alla rete Enel	70
3.2.3.7	Impianto di illuminazione.....	71
3.3	Gestione delle acque meteoriche.....	72
3.4	Utilizzo di risorse.....	76
3.4.1	Fase di costruzione.....	76



3.4.1.1	Suolo	76
3.4.1.2	Acqua	76
3.4.1.3	Energia e gasolio.....	76
3.4.1.4	Materiale inerte e terreno	76
3.4.1.5	Altre materie.....	80
3.4.2	Fase di esercizio.....	80
3.4.2.1	Suolo	80
3.4.2.2	Acqua	81
3.4.2.3	Energia	81
3.4.2.4	Altre materie.....	81
3.5	Rifiuti prodotti.....	81
3.5.1	Fase di costruzione.....	81
3.5.2	Fase di esercizio.....	83
3.6	Cantierizzazione e cronoprogramma.....	83
3.7	Dismissione dell'impianto geotermico pilota	90
3.8	Costi-Benefici.....	90
4.0	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	95
4.1	Metodologia di analisi.....	95
4.1.1	Verifica preliminare dei potenziali impatti	95
4.1.1.1	Individuazione delle azioni di progetto	95
4.1.1.2	Individuazione delle componenti ambientali potenzialmente oggetto di impatto	96
4.1.2	Valutazione degli impatti	96
4.3	Valutazione degli impatti.....	102
4.4	Atmosfera	105
4.4.1	Descrizione della componente.....	105
4.4.1.1	Caratterizzazione meteorologica	105
4.4.1.2	Qualità dell'aria.....	108
4.4.2	Valutazione degli impatti	116
4.4.2.1	Fattori di impatto.....	116
4.4.2.2	Valutazione e matrici di impatto.....	117
4.5	Suolo e sottosuolo.....	128
4.5.1	Descrizione della componente.....	128
4.5.1.1	Inquadramento geologico e geotermico	128



4.5.1.2	Inquadramento sismico.....	140
4.5.1.3	Uso e qualità del suolo.....	152
4.5.1.4	Stabilità dei versanti	156
4.5.2	Valutazione degli impatti	156
4.5.2.1	Fattori di impatto.....	156
4.5.2.2	Valutazione e matrici di impatto.....	156
4.6	Ambiente idrico superficiale.....	164
4.6.1	Descrizione della componente.....	164
4.6.2	Valutazione degli impatti	173
4.6.2.1	Fattori di impatto.....	173
4.6.2.2	Valutazione e matrici di impatto.....	173
4.7	Ambiente idrico sotterraneo.....	176
4.7.1	Descrizione della componente.....	176
4.7.2	Valutazione degli impatti	185
4.7.2.1	Fattori di impatto.....	185
4.7.2.2	Valutazione e matrici di impatto.....	185
4.8	Clima acustico	187
4.8.1	Descrizione della componente.....	187
4.8.1.1	Clima acustico.....	187
4.8.2	Valutazione degli impatti	190
4.8.2.1	Fattori di impatto.....	190
4.8.2.2	Valutazione e matrici di impatto.....	191
4.9	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti.....	193
4.9.1	Descrizione della componente.....	193
4.9.1.1.1	Radon.....	194
4.9.2	Valutazione degli impatti	202
4.9.2.1	Fattori di impatto.....	202
4.9.2.2	Valutazione e matrici di impatto.....	202
4.10	Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi	204
4.10.1	Descrizione della componente.....	204
4.10.1.1	Flora e vegetazione	204
4.10.1.2	Fauna	207
4.10.1.3	Ecosistemi.....	210



4.10.2	Valutazione degli impatti	212
4.10.2.1	Fattori di impatto.....	212
4.10.2.2	Valutazione e matrici di impatto.....	213
4.11	Paesaggio.....	218
4.11.1	Descrizione della componente.....	218
4.11.2	Beni vincolati	223
4.11.3	Analisi dei caratteri identitari dell'area di studio	223
4.11.4	Analisi della visibilità del sito	224
4.11.5	Valutazione della sensibilità della componente.....	232
4.11.6	Valutazione degli impatti	234
4.11.6.1	Fattori di impatto.....	234
4.11.6.2	Valutazione e matrici di impatto.....	234
4.12	Sistema antropico	239
4.12.1	Descrizione della componente.....	239
4.12.1.1	Geotermia in Toscana	239
4.12.1.2	Sistema socio-economico	245
4.12.1.3	Impianti di gestione rifiuti	249
4.12.1.4	Viabilità	252
4.12.2	Valutazione degli impatti	252
4.12.2.1	Fattori di impatto.....	252
4.12.2.2	Valutazione e matrici di impatto.....	253
4.13	Salute pubblica	259
4.13.1	Descrizione della componente.....	259
4.13.1.1	Demografia	259
4.13.1.2	Dati epidemiologici	262
4.13.2	Valutazione degli impatti	271
4.13.2.1	Fattori di impatto.....	271
4.13.2.2	Valutazione e matrici di impatto.....	271
5.0	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	274
5.1	Suolo e sottosuolo.....	274
5.1.1	Sismicità.....	274
5.1.2	Subsidenza	277
5.2	Clima acustico	281



TABELLE

Tabella 1: Criteri localizzativi del Progetto.....	51
Tabella 2: Caratteristiche del sistema di produzione/re-iniezione	63
Tabella 3: Bilancio scavi/riporti per l'area di stoccaggio	77
Tabella 4: Bilancio scavi/riporti per l'area air cooler	77
Tabella 5: Bilancio scavi/riporti per l'area centrale elettrica geotermoelettrica.....	77
Tabella 6: Bilancio scavi/riporti per la postazione di perforazione.....	78
Tabella 7: Bilancio scavi/riporti per area - vasca fanghi	78
Tabella 8: Bilancio scavi/riporti per vasca acqua di perforazione 3.000 m ³	78
Tabella 9: Bilancio scavi/riporti per vasca di accumulo 12.000 m ³	79
Tabella 10: Bilancio scavi/riporti per viabilità di accesso.....	79
Tabella 11: Bilancio totale scavi/riporti.....	79
Tabella 12: Consumo di prodotti costituenti il fango bentonitico	80
Tabella 13: Consumo di acciaio e cemento per la realizzazione del pozzo.....	80
Tabella 14: Potenze elettrica lorda e netta generata dalla centrale geotermoelettrica	81
Tabella 15: Detriti di perforazione prodotti per singolo pozzo.....	82
Tabella 16: Rifiuti prodotti prodotti per la realizzazione delle opere civili.....	82
Tabella 17: Matrice Azioni di progetto-Componenti ambientali.....	101
Tabella 18: Matrice di riferimento Componente - Azioni di Progetto - Fattori di Impatto.....	102
Tabella 19: Temperature medie (1992-2014).....	106
Tabella 20: Valori medi umidità (2001-2014).....	108
Tabella 21: L.R. 9/2010, art. 12, comma 1 - Individuazione dei Comuni tenuti all'adozione del PAC ai sensi dell'art. 12, comma 2, lettera a) (fonte: D.G.R. 1025/2010).....	111
Tabella 22: Rete regionale delle stazioni di misura degli inquinanti Allegato V e Allegato IX del D.Lgs. 155/2010 e relativa dotazione strumentale (fonte: ARPAT)	112
Tabella 23: PM ₁₀ - Numero superamenti valore limite giornaliero 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT ¹⁷).....	113
Tabella 24: PM ₁₀ – Medie annuali 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT ¹⁷).....	113
Tabella 25: NO ₂ - Numero superamenti valore limite giornaliero 2013 (fonte: ARPAT)	113
Tabella 26: NO ₂ - Numero superamenti valore limite giornaliero 2014 (fonte: ARPAT ¹⁷).....	114
Tabella 27: NO ₂ – Medie annuali 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT ¹⁷)	114
Tabella 28: H ₂ S – Valori di riferimento indicati dalla OMS-WHO	114
Tabella 29: H ₂ S – Medie annuali 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT ¹⁷).....	115
Tabella 30: H ₂ S – Medie massime giornaliere 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT ¹⁷)	115
Tabella 31: H ₂ S – Massime medie orarie 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT ¹⁷).....	115
Tabella 32: O ₃ – Valore obiettivo per la protezione della salute umana 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT ¹⁷).....	116
Tabella 33: O ₃ – Valore obiettivo per la protezione della vegetazione 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT ¹⁷).....	116



Tabella 34: Emissioni di PM ₁₀ da attività di scotico/scavo e di formazione e stoccaggio in cumuli	120
Tabella 35: Fattori di emissione per inquinanti atmosferici	121
Tabella 36: Global Warming Potentials (100 Year Time Horizon, 1996 Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC).....	123
Tabella 37: Fattori di emissione di GHGs.....	123
Tabella 38: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Atmosfera - Fase di costruzione.....	124
Tabella 39: Matrice di valutazione degli impatti positivi - Componente Atmosfera - Fase di esercizio	126
Tabella 40: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Atmosfera - Fase di esercizio.....	127
Tabella 41: Potenziale geotermico espresso in MWh termici del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)	136
Tabella 42: Potenziale geotermico espresso in MWh elettrici del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)	137
Tabella 43: Stima delle portate per produrre 5 MWe netti con fluido geotermico in fase vapore (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)	138
Tabella 44: Chimismo dei fluidi geotermici.....	138
Tabella 45: Valori di magnitudo di momento massima.....	147
Tabella 46: Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido.....	149
Tabella 47: Classificazione sismica del comune di Castelnuovo di Val di Cecina.....	149
Tabella 48: Stazioni della rete di sorveglianza sismica nazionale.....	152
Tabella 49: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Suolo e Sottosuolo - Fase di costruzione.....	158
Tabella 50: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Suolo e Sottosuolo - Fase di esercizio.....	163
Tabella 51: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Ambiente idrico superficiale - Fase di costruzione.....	174
Tabella 52: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Ambiente idrico superficiale - Fase di esercizio.....	175
Tabella 53: Pozzi e sorgenti idropotabili presenti nell'intorno dell'area di Progetto	182
Tabella 54: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Ambiente idrico sotterraneo - Fase di costruzione.....	186
Tabella 55: Risultati del rilievo fonometrico condotto presso la postazione fissa PF.....	189
Tabella 56: Risultati dei rilievi fonometrici condotti presso le postazioni mobili P1÷P5	190
Tabella 57: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Clima acustico - Fase di costruzione	191
Tabella 58: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Clima acustico - Fase di costruzione	192
Tabella 59: Risultati delle principali indagini effettuate in Toscana nelle abitazioni.....	195
Tabella 60: Comuni individuati in Toscana ai sensi del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.....	196
Tabella 61: Abitazioni - Parametri statistici della distribuzione della concentrazione di radon per Comune	197
Tabella 62: Luoghi di lavoro - Parametri statistici della distribuzione della concentrazione di radon per Comune	197
Tabella 63: Risultati del monitoraggio del campo magnetico presso edificio residenziale in prossimità di Montecastelli Pisano.....	201
Tabella 64: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti - Fase di costruzione	203



Tabella 65: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Flora, fauna, vegetazione ed ecosistemi - Fase di costruzione	215
Tabella 66: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Flora, fauna, vegetazione ed ecosistemi - Fase di esercizio	217
Tabella 67: Punti di visuale	225
Tabella 68: Valutazione della sensibilità della componente.....	233
Tabella 69: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Paesaggio - Fase di costruzione	235
Tabella 70: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Paesaggio - Fase di esercizio	238
Tabella 71: Centrali geotermiche in esercizio in Toscana	243
Tabella 72: Numero delle imprese attive nel comune di Castelnuovo Val di Cecina	246
Tabella 73: Numero addetti delle unità locali delle imprese attive nel comune di Castelnuovo Val di Cecina	247
Tabella 74: Produzioni agroalimentari tutelate esclusive della Toscana	249
Tabella 75: Produzioni agroalimentari tutelate che comprendono anche altre regioni d'Italia.....	249
Tabella 76: Impianti di trattamento rifiuti in Provincia di Pisa (fonte: Sistema Informativo Ambientale della Regione Toscana - SIRA).....	249
Tabella 77: Volumi totali di traffico per sezione	252
Tabella 78: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Sistema antropico - Fase di costruzione	255
Tabella 79: Matrice di valutazione degli impatti positivi - Componente Sistema antropico - Fase di costruzione	256
Tabella 80: Matrice di valutazione degli impatti positivi - Componente Sistema antropico - Fase di esercizio	257
Tabella 81: Popolazione residente nel comune di Castelnuovo Val di Cecina e nella Provincia di Pisa - 2006÷2015.....	259
Tabella 82: Bilancio demografico annuale di Castelnuovo Val di Cecina - 2006÷2015.....	259
Tabella 83: Indici di vecchiaia e di dipendenza - Castelnuovo Val di Cecina e Provincia di Pisa - 2006÷2015.....	261
Tabella 84: Cause di morte in studio ordinate secondo il codice ICD-9 (fonte: www.ars.toscana.it)	265
Tabella 85: Analisi di mortalità per l'area geotermica nord - Anni 2000-2009 (fonte: www.ars.toscana.it).....	267
Tabella 86: Analisi di primo ricovero per l'area geotermica nord - Anni 2007-2009 (fonte: www.ars.toscana.it)	269
Tabella 87: Rapporti standardizzati di ospedalizzazione (SHR), aggiustati per indice di deprivazione (SHR-ID) per l'area geotermica nord - Anni 2004-2006 (fonte: www.ars.toscana.it).....	270
Tabella 88: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Salute pubblica - Fase di costruzione	272
Tabella 89: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Salute pubblica - Fase di esercizio	273

FIGURE

Figura 1: Localizzazione del Permesso di Ricerca "Castelnuovo"	4
Figura 2: Corografia generale di Progetto (scala 1:20.000).....	6
Figura 3: Produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile nella Provincia di Pisa (dati aggiornati al 2007)	20
Figura 4: Piano Strutturale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio della Tavola 2a "Uso del suolo"	23
Figura 5: Foto satellitare dell'area di intervento	24
Figura 6: Fotografia scattata dall'abitato di Montecastelli Pisano (il cono di visuale è riportato sulla CTR)	24



Figura 7: Piano Strutturale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio della Tavola 3a “Assetto vegetazionale. Cenosi vegetali e prevalenti prospettive di intervento”.....	25
Figura 8: Piano Strutturale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio della Tavola 4a “Assetto agricolo”	26
Figura 9: Piano Strutturale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio della Tavola 12a “Vincoli sovraordinati”	26
Figura 10: Regolamento urbanistico del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio del tema “Sistemi e sottosistemi e Mappa di accessibilità urbana” (fonte: http://sit.provincia.pisa.it)	27
Figura 11: Aree tutelate ai sensi del D.Lgs 142/04, art. 142 lett. c) e g) (fonte: http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.html#).....	32
Figura 12: Aree tutelate ai sensi del D.Lgs 142/04: art. 142 lett. m) (fonte: http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.html#).....	33
Figura 13: PTCP - Aree produttive e viabilità (http://sit.provincia.pisa.it).....	37
Figura 14: PTCP - Aree boscate, laghi, SIR (http://sit.provincia.pisa.it)	37
Figura 15: PTCP - Beni architettonici ed archeologici (http://sit.provincia.pisa.it)	38
Figura 16: PTCP - Vulnerabilità idrogeologica (http://sit.provincia.pisa.it)	38
Figura 17: PTCP - Rete ecologica (http://sit.provincia.pisa.it).....	39
Figura 18: Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa: stralcio della Tavola 19	42
Figura 19: Rete Natura 2000 (fonte http://natura2000.eea.europa.eu/#).....	45
Figura 20: Riserva Naturale Provinciale “Foresta di Berignone” (Fonte: http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.html#).....	46
Figura 21: Sir “Valle del Pavone e Rocca Sillana”	47
Figura 22: Vincolo idrogeologico (http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/idrogeol.html).....	49
Figura 23: Layout di Progetto	54
Figura 24: Layout della postazione di perforazione in fase di cantiere	55
Figura 25: Confronto impianti di perforazione idraulici e convenzionali (fonte: www.drillmec.com e www.bauerdeepdrilling.com).....	56
Figura 26: Dimensioni impianti Drillmec 300-375 (fonte: www.Drillmec.com).....	56
Figura 27: Profilo tecnico dei pozzi	58
Figura 28: Esempi di codici CER	60
Figura 29: Sistema di produzione/re-iniezione.....	62
Figura 30: Flussi di produzione/re-iniezione e scrubber	66
Figura 31: Schema di flusso dell'impianto ORC.....	67
Figura 32: Layout della centrale a ciclo binario.....	68
Figura 33: Planimetria viabilità di accesso	70
Figura 34: Sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche - Centrale (scala 1:800).....	73
Figura 35: Sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche – Postazione di perforazione (scala 1:800).....	74
Figura 36: Sistema di regimazione delle acque meteoriche esterne – Centrale (scala 1:800).....	75
Figura 37: Sistema di regimazione delle acque meteoriche esterne - Postazione di perforazione (scala 1:800).....	75
Figura 38: Cronoprogramma	89



Figura 39: Grafico di raffronto delle temperature medie annue (1992-2014).....	106
Figura 40: Grafico di raffronto delle precipitazioni medie annue (1992-2014).....	107
Figura 41: Rosa dei venti	107
Figura 42: Zonizzazione per gli inquinanti di cui all'Allegato V del D. Lgs. 155/2010 (fonte: D.G.R. 1025/2010).....	109
Figura 43: Zonizzazione per l'ozono (fonte: D.G.R. 1025/2010).....	110
Figura 44: H ₂ S - Percentuali orarie con valori sopra la soglia olfattiva 2007÷2014 (fonte: ARPAT ¹⁷).....	115
Figura 45: Carta Geologica dell'area interessata dal Permesso "Castelnuovo" e zone limitrofe con ubicazione pozzi preesistenti (punti neri). Fonte: rilievi originali inediti Magma Energy-Università di Siena.....	129
Figura 46: Modello geologico del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	131
Figura 47: Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Estratto dal Foglio 295 – Pomarance).....	132
Figura 48: Modello geologico del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	133
Figura 49: Schema tettonico con ubicazione delle principali faglie dirette ad alto angolo e distribuzione del flusso di calore espresso in mW/m ² (Bellani et al., 2004).....	134
Figura 50: Ricostruzione dei risultati della prospezione sismica 3D per l'area del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	135
Figura 51: Carta del gradiente geotermico espresso in °C/10m con ubicazione dei pozzi analizzati (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	135
Figura 52: Distribuzione delle temperature al di sotto del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	136
Figura 53: Profilo termico del pozzo Montecastelli1 (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy – Su dati Unmig).....	136
Figura 54: Distribuzione delle temperature alle diverse profondità considerata nel calcolo del potenziale geotermico del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	137
Figura 55: Relazione tra volume del serbatoio e portata di fluido estraibile (Doveri et al., 2010).....	137
Sulla base del modello geologico del settore in esame (cfr.....	138
Figura 56: Stratigrafia attesa sulle postazioni di produzione e di re-iniezione (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	139
Figura 57: Vista in 3D dei profili dei pozzi di produzione e di re-iniezione (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	139
Figura 58: Sequenza stratigrafica e unità geotermiche del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	139
Figura 59: Modello concettuale geotermico del Permesso "Castelnuovo" con ubicazione dei pozzi di produzione e di re-iniezione (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	140
Figura 60: Sezione del modello geotermico lungo la traccia dei pozzi di produzione e di re-iniezione (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy).....	140
Figura 61: Database macrosismico italiano (estratto relativo a Castelnuovo di Val di Cecina).....	141
Figura 62: Database parametrico e strumentale della sismicità italiana (estratto relativo a un areale di 20 km da Castelnuovo).....	142
Figura 63: Catalogo delle faglie capaci (estratto relativo all'ambito regionale in studio).....	143
Figura 64: Catalogo delle sorgenti sismogenetiche (estratto relativo all'area in esame).....	144



Figura 65: Zonazione sismogenetica ZS9 (estratti da: Rapporto conclusivo della redazione della mappa di pericolosità sismica dell'INGV e GeoMapView del Servizio Geologico d'Italia).....	145
Figura 66: Zonazione sismogenetica ZS9 – Classi di profondità efficace (estratto dal Rapporto conclusivo della redazione della mappa di pericolosità sismica)	146
Figura 67: Zonazione sismogenetica ZS9 – Meccanismo di fagliazione prevalente atteso (estratto dal Rapporto conclusivo della redazione della mappa di pericolosità sismica)	146
Figura 68: Zonazione sismogenetica ZS9 – Meccanismi focali medi (estratto dal Rapporto conclusivo della redazione della mappa di pericolosità sismica)	147
Figura 69: Mappa della classificazione sismica della Toscana.....	150
Figura 70: Ubicazione delle stazioni della rete di sorveglianza sismica nazionale presenti nell'area in esame	151
Figura 71: Carta dell'uso e della copertura del suolo	153
Figura 72: Carta della capacità d'uso del suolo	155
Figura 73: Corpi idrici superficiali (fonte: http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.html#).....	166
Figura 74: Punti di monitoraggio regionali delle acque superficiali (Fonte: http://sira.arp.at.toscana.it/sira/inspire/map/mappa_rt.html?content=dati&dataset=mas)	169
Figura 75: Captazioni idriche per fini idropotabili (fonte: http://sira.arp.at.toscana.it/sira/progetti/captazioni/mappa/map.php)	171
Figura 76: Indice di Funzionalità Fluviale (ARPAT, 2004. Rete di monitoraggio acque bacino del fiume Cecina. Indice di Funzionalità Fluviale)	172
Figura 77: Acquifero idrico sotterraneo significativo delle Colline Metallifere	178
Figura 78: Piezometria del serbatoio carbonatico nell'area di Larderello (da Celati et al., 1973).....	179
Figura 79: DataBase Geologico Regionale - sorgenti e pozzi rilevati sul territorio.....	181
Figura 80: Estratto della carta delle captazioni idriche a scopo idropotabile (considerato un areale di circa 10 km di raggio dal sito di progetto).....	182
Figura 81: Estratto del Piano di classificazione acustica del Comune di Castelnuovo Val di Cecina (fonte:SIRA)	188
Figura 82: Postazioni di misura fonometrica (Pn) e principali ricettori (Rn)	189
Figura 83: Elettrodotti presenti nel comune di Castelnuovo Val di Cecina (fonte: http://sira.arp.at.toscana.it)	199
Figura 84: Elettrodotti presenti in prossimità dell'area di Progetto (fonte: http://sira.arp.at.toscana.it)	200
Figura 85: Ubicazione misure di campo magnetico spot presso edificio residenziale in prossimità di Montecastelli Pisano.....	201
Figura 86: Vegetazione caratterizzante l'area di studio vista da Montecastelli	204
Figura 87: Un esempio della struttura vegetazionale dell'area di studio.....	206
Figura 88: Emergenze vegetazionali prossime all'area di Progetto	207
Figura 89: Eterogeneità di ambienti di differente idoneità per la fauna	208
Figura 90: Ambito di paesaggio n. 13 "Val di Cecina" individuato nel Piano di Indirizzo Territoriale.	219
Figura 91: Localizzazione dei punti di visuale	226
Figura 92: vista verso nord est dal punto di visuale 1	227
Figura 93: vista verso nord est dal punto di visuale 1	227
Figura 94: vista verso est dal punto di visuale 2	228
Figura 95: vista verso sud est dal punto di visuale 3.....	228



Figura 96: vista verso sud dal punto di visuale 4	229
Figura 97: vista verso sud dal punto di visuale 4	229
Figura 98: vista verso sud dal punto di visuale 5	230
Figura 99: vista verso sud dal punto di visuale 5	230
Figura 100: vista verso sud ovest dal punto di visuale 6	231
Figura 101: vista verso ovest dal punto di visuale 7	231
Figura 102: vista verso ovest dal punto di visuale 7	232
Figura 103: Render: vista posteriore della centrale con tetto verde	236
Figura 104: Render: vista frontale della centrale con tetto verde	237
Figura 105: Render: vista a “volo d’uccello” della centrale con tetto verde	237
Figura 106: Concessioni e permessi di ricerca in Toscana al 30/04/2015 (fonte: UNMIG)	241
Figura 107: Aree geotermiche ed impianti	243
Figura 108: Ubicazione centrali di produzione di energia geotermica in Provincia di Pisa (fonte: S.I.R.A. della Regione Toscana)	245
Figura 109: Andamento dell'indice di vecchiaia - 2006÷2015	261
Figura 110: Andamento dell'indice di dipendenza - 2006÷2015	262
Figura 111: Mappa delle aree geotermiche nord e sud e dell'area di riferimento locale (fonte: www.ars.toscana.it)	263
Figura 112: TSM x 100.000 abitanti - Maschi - Standard: popolazione Europa (fonte: www.ars.toscana.it)	266
Figura 113: TSM x 100.000 abitanti - Femmine - Standard: popolazione Europa (fonte: www.ars.toscana.it)	266
Figura 114: Ubicazione prevista per l'installazione delle stazioni microsismiche nell'area del Permesso Castelnuovo (da “Studio e monitoraggio della sismicità”, Magma Energy)	275
Figura 115: Ubicazione di massima della rete di monitoraggio della subsidenza (da “Rapporto sul monitoraggio delle deformazioni del suolo”, Magma Energy)	279
Figura 116: Ubicazione del Permesso Castelnuovo rispetto alle immagini satellitari disponibili per l'area di interesse (da “Studio monitoraggio delle deformazioni del suolo”, Magma Energy)	280

APPENDICI

APPENDICE A

Documentazione Previsionale di Impatto Acustico



SIGLE E ACRONIMI

Sigle e acronimi	Significato
SIR	Sito di Interesse Regionale
SIRA	Sistema Informativo Regionale dell'Ambiente
SMR	Rapporto di Mortalità Standardizzato per età
SMR%	Rapporto percentuale di Mortalità Standardizzato per età
TENORM	Technically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials - radionuclidi naturali incrementati da attività tecnologiche
TMS	Tasso di Mortalità generale Standardizzato
TSM	Tasso di Mortalità Standardizzato per età
TVD	True Vertical Depth - profondità verticale totale
USDA	United States Department of Agriculture - Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America
US-EPA	Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti d'America
V.L.D.	Valore limite differenziale
V.L.E.	Valore limite di emissione sonora
V.L.I.	Valore limite di immissione sonora
VAS	Valutazione Ambientale Strategica
WHO	World Health Organization - Organizzazione mondiale della sanità
WHO GUIDELINES	Linee guida dell'Organizzazione mondiale della sanità
ZPS	Zona di Protezione Speciale
ZRC	Zona di ripopolamento e cattura
ZRV	Zona di rispetto venatorio

GLOSSARIO

Termine	Significato
Impianto geotermoelettrico a ciclo chiuso	comprende campo pozzi, centrale a ciclo binario e opere accessorie, rete di trasporto fluidi geotermici ed una cabina elettrica di trasformazione
Postazione di perforazione	area recintata entro la quale viene allestito l'impianto per la perforazione dei pozzi
Centrale geotermoelettrica	centrale a ciclo binario per la produzione di energia elettrica
Pozzi geotermici	pozzi di produzione e reiniezione
Pozzo produzione di	pozzo per l'estrazione dei fluidi geotermici
Pozzo reiniezione di	pozzo per la reimmissione dei fluidi geotermici all'interno delle formazioni geologiche di provenienza



GLOSSARIO DEI TERMINI IN INGLESE

Termine inglese	Significato
Air cooler	raffreddatore ad aria
Air lift	pneumatica/ad aria compressa
Blowout preventer	valvola di sicurezza impiegata durante la perforazione dei pozzi per mettere in sicurezza il pozzo nel caso i fluidi presenti nel sottosuolo dovessero accidentalmente migrare all'esterno del pozzo
Cabina driller	cabina del perforatore detta anche doghouse
Casing	tubo di acciaio impiegato per la incamiciatura dei pozzi di perforazione
Choke manifold	collettore di soffocamento/insieme di valvole ad alta pressione usato per abbassare la pressione alla testa pozzo
Conductor pipe	tubo guida
Cooler	raffreddatore
Core area	area con elevata naturalità ed alto valore di funzionalità ecologica
Cutting	detrito di perforazione solido palabile
Decommissioning	smantellamento
Degasser	degasatore
Gas sparger	diffusore
Leak off Test	test di fratturazione
Liner	tubazione in acciaio
Mob - Demob	mobilitazione - smobilitazione
Mud Logging	prelievo e analisi dei detriti di perforazione, controllo dei fanghi e acquisizione ed elaborazione dei parametri geologici e di perforazione
Off set	scostamento orizzontale dall'asse verticale
Pipe race	cremagliera di tubo
Processing	elaborazione dati
Radon Prone Areas	zone ad elevata probabilità di alte concentrazioni di radon
Reservoir	serbatoio
Revamping	ristrutturazione
Sand trap section	dissabbiatore
Scrubber	separatori con funzione di ridurre la concentrazione di sali totali disciolti nel fluido geotermico in ingresso
Soil nailing	inchiodatura del terreno
Time history	cronologia
Top Drive	strumento per l'imposizione della rotazione e del peso alla batteria di perforazione
Tripping Speed	velocità di avanzamento
Tubing	tubazione
Valvole Shut off	valvole di intercettazione
Valvole Throttle	valvole di regolazione



FORMULE

Formula	significato
K-40	isotopo del potassio - Radionuclide primordiale
N ₂	azoto
N ₂ O	ossido nitroso
NH ₃	ammoniaca
NO ₂	diossido di Azoto
NOx	ossidi di azoto
O ₃	ozono
Pb-206	piombo 206
Pb-208	piombo 208
Pb-210	piombo 210
PFC	perfluorocarburi
PM ₁₀	particolato
PM _{2,5}	particolato
Po-210	polonio 210
Ra-224	isotopo del radio con numero atomico 224
Ra-226	isotopo del radio con numero atomico 226
Rb-87	isotopo rubidium - Radionuclide primordiale
Rn-220	isotopo del radon con numero atomico 220
Rn-222	isotopo del radon con numero atomico 222
SF ₆	esafluoruro di zolfo
SO ₂	anidride solforosa
Th-232	isotopo del torio - Radionuclide primordiale
U-238	isotopo dell'uranio - Radionuclide primordiale

UNITA' DI MISURA

Unità di misura	Significato
µg/m ³	microgrammi di inquinante gassoso per metro cubo di aria ambiente
µm	micrometro, milionesimo di metro
µt	microtesla
Bq	becquerel -unità di misura del Sistema internazionale dell'attività di un radionuclide
KTEP	chilo TEP/migliaia di tonnellate equivalenti di petrolio
MPa	megapascal
mSv	millisievert
mW	milliwatt
p.s.i.	pound per square inch (libbre per pollice quadrato)



1.0 INTRODUZIONE

1.1 Generalità

Il Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n° 22 - Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, a norma dell'Art. 27, comma 28, della legge 23 luglio 2009, n 99, modificato dal Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 e dall'articolo 28 del Decreto Legge 18 ottobre 2012, n. 179 ha previsto che al fine di promuovere la ricerca e lo sviluppo di nuove centrali geotermoelettriche a ridotto impatto ambientale sono considerati di interesse nazionale i fluidi geotermici a media ed alta entalpia finalizzati alla sperimentazione, su tutto il territorio nazionale, di impianti pilota con reimmissione del fluido geotermico nelle stesse formazioni di provenienza e con potenza netta non superiore a 5 MWe per ciascuna centrale, dove tale limite è determinato in funzione dell'energia immessa nel sistema elettrico, che non può, in nessun caso, essere superiore a 40.000 MWh annui, come inserito, con effetto dal 22/02/2014, dall'art. 1 comma 10 , lettera b) del D.L. 23/12/2013 n. 145 (G.U. n. 300 del 23/12/2013), così come modificato in concomitanza della sua conversione in Legge 21/02/2014, n. 9 (G.U. n. 43 del 21/02/2014).

La Rete Geotermica Toscana ha presentato istanza al Ministero per lo Sviluppo Economico per il rilascio del permesso di ricerca finalizzato alla sperimentazione di Impianto Geotermico Pilota Castelnuovo (nel seguito Progetto Pilota Castelnuovo).

Il Raggruppamento Temporaneo di Imprese (RTI) ha affidato la gestione operativa del Progetto Pilota Castelnuovo alla Soc. Magma Energy Italia s.r.l., la quale dispone delle necessarie competenze tecniche per realizzare il sopracitato progetto con le caratteristiche previste dalla normativa vigente

Il Progetto, ricadente nell'area del Permesso di Ricerca "Castelnuovo", è localizzato in Toscana nelle province di Pisa e Siena (Figura 1), ha una superficie di 7.52 km² e ha riserve geotermiche sufficienti a sostenere una potenza di generazione di energia elettrica netta di 5MWe per almeno e/o minimo 25 anni.

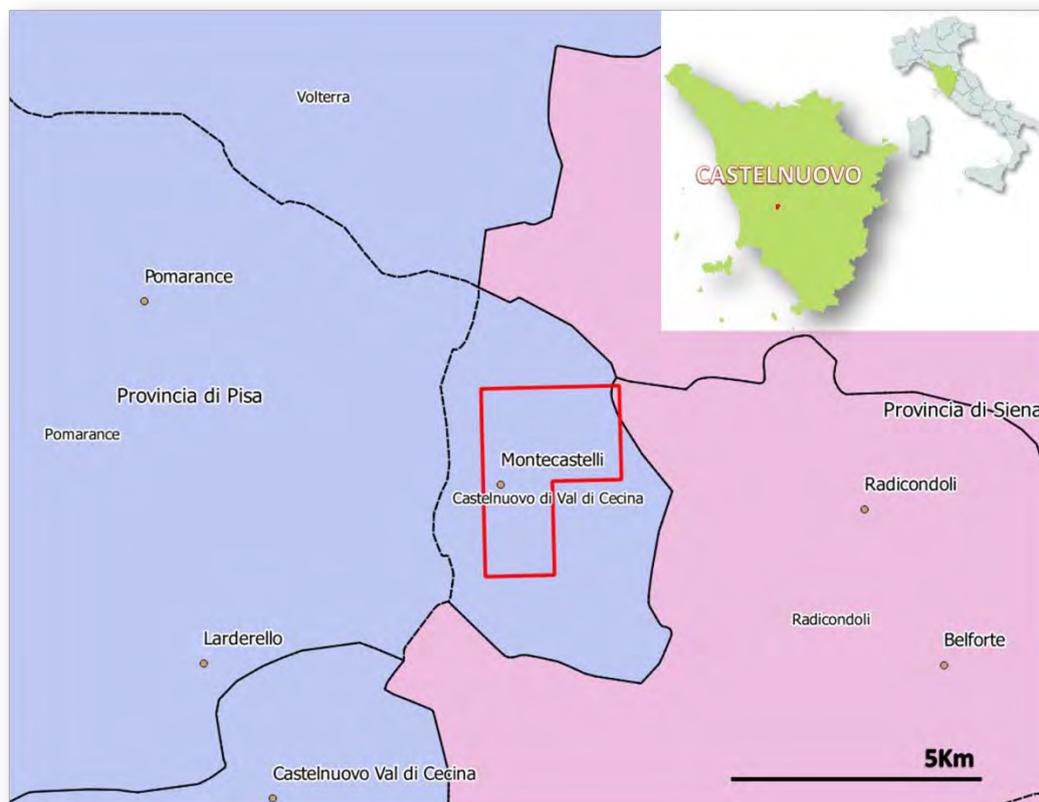


Figura 1: Localizzazione del Permesso di Ricerca "Castelnuovo"



Su incarico della società Magma Energy Italia S.r.l. (MEI), la Golder Associates S.r.l. (Golder) ha predisposto il presente Studio di Impatto Ambientale (SIA o Studio – Rel. Golder 1532639/10481 Rev.0) per l'Impianto geotermico pilota Castelnuovo (Impianto Pilota o Progetto) ubicato in Toscana, nel comune di Castelnuovo Val di Cecina (PI).

1.2 Caratteristiche generali del Progetto

Il Progetto Geotermico Pilota Castelnuovo è costituito da:

- Campo pozzi, che include due pozzi profondi circa 3.500 m per la estrazione dei fluidi geotermici (uno subverticale e l'altro direzionale) ed un pozzo profondo circa 3.500 m, per la reimmissione dei fluidi estratti, inclusi i gas incondensabili, all'interno delle stesse formazioni geologiche di provenienza. I tre pozzi saranno perforati da un'unica postazione.
- Impianto geotermoelettrico, che include la rete di trasporto dei fluidi geotermici, una centrale a ciclo binario, con potenza netta di 5 MWe (come stabilito dal D.Lgs 03/03/2011 n. 28 e s.m.i.) ed una cabina elettrica di trasformazione.

Il Progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- viabilità di accesso;
- area di stoccaggio mezzi e materiali (temporanea);
- postazione di perforazione;
- vasche di accumulo acqua;
- area per la costruzione della centrale;
- pozzi geotermici;
- centrale geotermoelettrica.

La Figura 2 mostra la corografia generale del Progetto, in cui sono evidenziate tutte le opere di interesse.

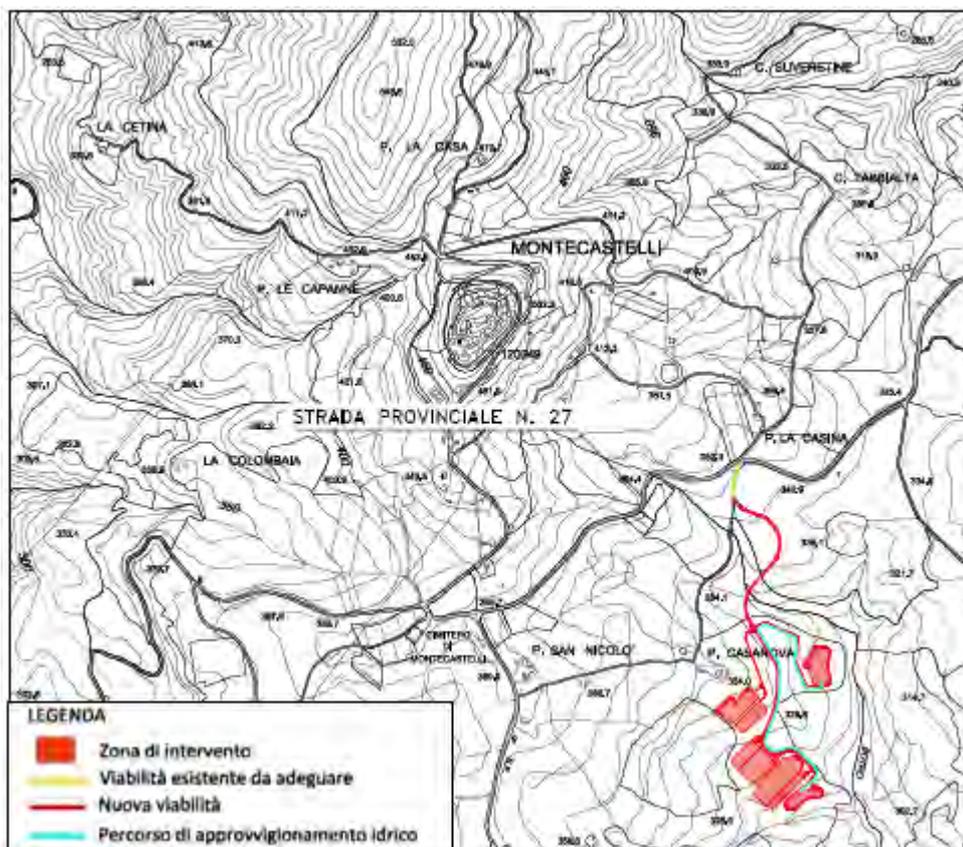


Figura 2: Corografia generale di Progetto (scala 1:20.000)

Inoltre l'Impianto sarà collegato alla rete di Enel Distribuzione a 15 kV mediante la realizzazione di un nuovo elettrodotto di media tensione uscente dalla cabina primaria esistente a Larderello e connesso alla nuova cabina elettrica di consegna di MT in progetto.

1.3 Motivazioni strategiche e finalità del Progetto

Con istanza presentata in data 29 aprile 2013 la società Tosco Geo S.r.l.¹ ha attivato il procedimento finalizzato al rilascio del permesso di ricerca di risorse geotermiche per la sperimentazione di impianti pilota denominato "Castelnuovo" ricadente nel territorio delle province di Pisa (Comune di Castelnuovo Val di Cecina) e Siena (Comune di Radicondoli).

Il 21 gennaio 2015 il Ministero dello Sviluppo Economico, a seguito del parere favorevole, espresso in data 27 novembre 2014 dalla Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM), di accoglimento dell'istanza di permesso di ricerca, ha comunicato di essere giunto alla determinazione di procedere con l'istruttoria per l'eventuale conferimento del Permesso, subordinato alla effettiva disponibilità di potenza autorizzabile, e invitando a tal fine la società istante a trasmettere al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e alla Regione Toscana – Settore Energia e Settore di Autorità di Vigilanza sulle Attività Minerarie - la documentazione necessaria per l'avvio della procedura di verifica di compatibilità ambientale.

In data 28 luglio 2015 il Ministero dello Sviluppo Economico ha comunicato la compatibilità del progetto denominato "Castelnuovo" con il quadro attuale della potenza autorizzabile e disponibile in base alla normativa vigente. Tale comunicazione ha significato che la prosecuzione dell'iter istruttorio, finalizzato ad ottenere il rilascio del permesso di ricerca, necessita del giudizio di compatibilità ambientale di competenza

¹ Le società Tosco Geo S.r.l., Magma Energy Italia S.r.l., T.M.E S.p.A. Termomeccanica Ecologia e Samminatese Pozzi S.r.l. si sono formalmente impegnate a costituire una nuova entità giuridica denominata "Rete Geotermica Toscana", hanno eletto Tosco Geo S.r.l. quale Unico rappresentante e congiuntamente hanno chiesto il rilascio del permesso di ricerca.



del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), nonché delle determinazioni della Regione interessata ai fini del rilascio dell'intesa.

Il Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n. 22, modificato dal Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 e dall'articolo 28 del Decreto Legge 18 ottobre 2012, n. 179, ha previsto che, al fine di promuovere la ricerca e lo sviluppo di nuove centrali geotermoelettriche a ridotto impatto ambientale, siano considerati di interesse nazionale i fluidi geotermici a media ed alta entalpia finalizzati alla sperimentazione, su tutto il territorio nazionale, di impianti pilota con reiniezione del fluido geotermico nelle stesse formazioni di provenienza e con potenza nominale installata non superiore a 5 MWe per ciascuna centrale. Lo stesso D.Lgs. ha inoltre stabilito che possono essere conferiti titoli minerari per un impegno complessivo autorizzabile non superiore ai 50 MWe.

Il limite di potenza fissato dall'art. 1 comma 3 è stato poi modificato, come descritto al comma 3bis.1, sostituendo il limite dei 5MWe di potenza nominale con il limite di 40.000 MWh annui di energia elettrica che può essere immessa in rete (art. 1 comma 10 , lettera b) del D.L. 23/12/2013 n. 145 (G.U. n. 300 del 23/12/2013), così come modificato in concomitanza della sua conversione in Legge 21/02/2014, n. 9 (G.U. n. 43 del 21/02/2014).

Inoltre la Legge 7 agosto 2012, n. 134 di conversione del Decreto Legge 22 giugno 2012, n. 83, ha disposto l'inserimento dell'energia geotermica tra le fonti energetiche strategiche e la Legge 9 agosto 2013, n. 98 di conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia, ha disposto che gli impianti geotermici pilota sono di competenza statale (integrando l'art. 1 comma 3bis del D.Lgs. 11 febbraio 2010, n. 22 e il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152).

L'iter istruttorio per il rilascio del permesso - sviluppato ai sensi della legge n. 241/1990 con il modello procedimentale della Conferenza di Servizi - necessita, sentita la Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (di seguito CIRM), del giudizio favorevole di compatibilità ambientale. I progetti geotermici pilota sono quindi sottoposti alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) di competenza del MATTM; l'autorità competente per il conferimento dei relativi titoli minerari è il Ministero dello Sviluppo Economico che, di concerto con il MATTM, acquisiscono l'intesa con la Regione interessata.

La Direttiva Direttoriale 1 luglio 2011, per la prima attuazione delle modifiche introdotte dal Decreto Legislativo 28/2011 al Decreto Legislativo 22/2010 di riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche per gli aspetti di competenza del MiSE-DGRME, ha inteso definire gli impianti pilota facendo riferimento *"[...] alla più generale classificazione dei progetti per i programmi UE che prevedono sia progetti dimostrativi su scala commerciale che progetti sperimentali, ricadenti nell'ambito della disciplina agli aiuti alla ricerca e innovazione. Infatti, tali impianti sono entrambi riconducibili alla fattispecie di impianto pilota, dove sono previste innovazioni di prodotto e/o di processo di diverso grado ed intensità finalizzate alla produzione di energia elettrica con fluidi geotermici di media ed alta entalpia ad emissioni nulle. La sperimentazione pertanto può riguardare l'intero sistema tecnologico o sue porzioni sia in termini di prodotto che di processo"* ed ha fornito *"[...] alcuni elementi operativi necessari all'effettiva funzionalità delle procedure anche in raccordo con le ordinarie competenze regionali in materia di risorse geotermiche in terraferma, ai sensi del D.Lgs. 22/2010 modificato ed integrato dal D.Lgs. 28/2011."*

Il comma 2 bis dell'articolo 3 indica chiaramente che la sperimentazione di impianti pilota sia da concedere mediante un permesso di ricerca nel quale vengono stabilite le modalità di coltivazione dei fluidi geotermici. Le attività di ricerca mineraria sono rappresentate in tali casi esclusivamente dalla sperimentazione dell'impianto pilota, nel cui contesto ricadono anche le specifiche operazioni minerarie di realizzazione dello stesso (geofisica di dettaglio e pozzi di accertamento e di reiniezione) per cui verranno accettate utilmente solo le istanze per cui il proponente disponga dei dati geotermici necessari per avviare un impianto pilota (esistenza di un pozzo esplorativo o di conoscenze sufficienti della situazione geotermica del sottosuolo) già nel primo periodo di vigenza del permesso.

Il progetto geotermico "Castelnuovo" è improntato alla ricerca di risorse geotermiche finalizzata alla sperimentazione di Impianti Pilota in quanto:

- 1) il proponente dispone dei dati geotermici necessari per avviare un impianto pilota;



- 2) il sistema tecnologico e di processo garantisce l'assenza di emissioni aeriformi con soluzioni progettuali innovative che prevedono l'utilizzo di fluidi geotermici a vapore dominante tradizionalmente sfruttati con tecnologie tipiche degli impianti *flash* con emissioni in atmosfera e reiniezione solo parziale dei fluidi;
- 3) il progetto prevede una minimizzazione degli impatti ambientali non solo per quanto riguarda l'assenza di emissioni aeriformi ma anche per l'ottimizzazione dello spazio utilizzato per l'impianto di produzione e la realizzazione dei pozzi da un'unica postazione di perforazione e il contestuale inserimento ambientale architettonico nel quadro paesaggistico circostante;
- 4) la strategia di utilizzo della risorsa geotermica prevede la totale reiniezione del fluido estratto nelle stesse formazioni di provenienza, garantendo in questo modo la sostenibilità e la rinnovabilità della risorsa evitando inoltre alcuni indesiderabili effetti associabili a eventuale depauperamento dei fluidi.

1.4 Scopo e contenuti del SIA

Lo scopo del lavoro è la redazione del SIA e della valutazione previsionale di impatto acustico a corredo della presentazione dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) presso il Ministero dell'Ambiente del permesso di ricerca di fluidi geotermici finalizzato alla sperimentazione dell'Impianto Pilota per il progetto denominato "Castelnuovo".

L'istanza di VIA è finalizzata all'acquisizione del parere di Compatibilità Ambientale del Progetto in esame, avendo già acquisito parere favorevole del Ministero dello Sviluppo Economico al prosieguo istruttorio in data 28 luglio 2015.

Il Progetto ricade nella categoria di opere da sottoporre a procedura di valutazione di impatto ambientale a livello statale come definito dal punto 7-quater dell'Allegato II alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. "Impianti geotermici pilota di cui all'articolo 1, comma 3-bis, del decreto legislativo 11 febbraio 2010, n. 22 e successive modificazioni".

Il SIA è finalizzato a illustrare le caratteristiche dimensionali e tecniche del Progetto, inquadrare lo stesso sia nella programmazione di settore sia nei documenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigenti e a valutare gli impatti legati alla sua installazione ed al suo funzionamento.

Il presente SIA è stato pertanto suddiviso nel modo seguente:

- analisi della coerenza del Progetto in relazione alla pianificazione e alla programmazione territoriale e di settore (**Quadro di riferimento programmatico**);
- descrizione delle caratteristiche tecnologiche e dimensionali del Progetto, dei principali criteri assunti in fase di progettazione e delle motivazioni delle scelte progettuali effettuate (**Quadro di riferimento progettuale**);
- valutazione dei potenziali effetti che il Progetto può determinare sull'ambiente, con riferimento alla qualità attuale delle componenti ambientali potenzialmente interferite, tenendo conto delle eventuali misure previste per evitare e/o ridurre gli impatti (**Quadro di riferimento ambientale**);
- descrizione delle misure di monitoraggio proposte per verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale individuate e l'efficacia delle misure di mitigazione adottate (**Piano di monitoraggio ambientale**).

Il SIA, infine, si completa con il documento di **Sintesi non Tecnica**.

1.5 Metodologia generale dello studio

La metodologia del presente SIA ha seguito le indicazioni della legislazione di settore richiamata nei precedenti paragrafi. Nel SIA sono state dapprima valutate le caratteristiche del Progetto che possono costituire elementi di interferenza sulle diverse componenti ambientali e si è quindi proceduto con l'analisi della qualità delle componenti ambientali interferite e con la valutazione degli impatti, distinguendone la significatività e approfondendo lo studio in base ad essa.



L'analisi della qualità delle componenti ambientali interferite e la valutazione degli impatti sulle medesime è stata effettuata prendendo in considerazione le caratteristiche del territorio nel quale è collocato il Progetto.

Per la redazione del presente Studio sono state esaminate le seguenti fonti di informazioni:

- documenti ufficiali di Stato, Regione, Provincia e Comune, nonché di loro organi tecnici;
- analisi di banche dati di università, enti di ricerca, organizzazioni scientifiche e professionali di riconosciuta capacità tecnico-scientifica;
- articoli scientifici pubblicati su riviste di riferimento;
- documenti relativi a studi e monitoraggi pregressi circa le caratteristiche qualitative dell'ambiente potenzialmente interessato dalla realizzazione del Progetto.

1.6 Gruppo di lavoro

Il presente SIA è stato redatto da un gruppo di lavoro della Golder comprendente esperti nelle varie discipline interessate, in particolare:

- Ing. Cesare Castiglia, Geotecnico;
- Dott.ssa Monica Livini, Biologa;
- Dott. Stefano Mattiuz, Geologo;
- Dott.ssa Elena Perrero, Biologa;
- Arch. Emanuele Bobbio, esperto in analisi percettiva del paesaggio;
- Ing. Davide Papi, Tecnico competente in acustica.

Il gruppo di lavoro è coordinato dalla Dott.ssa Elisa Sizzano, Naturalista esperta in Valutazione di Impatto Ambientale, mentre la supervisione tecnica è affidata alla Dott.ssa Livia Manzone.



2.0 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

Nell'ambito di questo capitolo sono stati analizzati gli aspetti relativi all'inquadramento del progetto in esame con gli strumenti della pianificazione territoriale e di settore a livello comunale, regionale e nazionale, verificando la coerenza degli interventi proposti rispetto alle norme, alle prescrizioni e agli indirizzi previsti dai vari strumenti di programmazione esaminati, nonché ai vincoli presenti nell'area.

Si sottolinea altresì che l'analisi di coerenza non è stata condotta per l'elettrodotto in quanto ad oggi non è stato concordato con Enel un tracciato definitivo ma sono state individuate due soluzioni ancora in fase di discussione. In entrambe le soluzioni la cabina di collegamento sarà ubicata a Larderello ed i Comuni interessati dal tracciato saranno il Comune di Pomarance ed il Comune di Castelnuovo Val di Cecina.

2.1 Analisi degli strumenti di pianificazione vigenti

Sono stati consultati i seguenti documenti programmatici:

- Pianificazione energetica europea:
 - Pacchetto 20-20-20;
 - Libro verde sull'efficienza energetica;
 - Piano d'azione per l'efficienza energetica;
- Pianificazione energetica nazionale:
 - Piano Energetico Nazionale (PEN);
 - Strategia energetica nazionale (SEN);
 - Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica 2014 (PAEE 2014);
 - Piano di Azione Nazionale dell'Italia per lo sviluppo delle energie rinnovabili (PAN-FER);
- Pianificazione energetica regionale:
 - Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER);
 - Protocollo d'Intesa tra la Regione Toscana e la Rete Geotermica;
 - Programma Regionale di Sviluppo (PRS);
- Pianificazione energetica provinciale:
 - Piano Energetico Provinciale (PEP) della Provincia di Pisa;
- Pianificazione urbanistica:
 - Piano Strutturale (PS) e Regolamento Urbanistico (RU) del Comune di Castelnuovo Val di Cecina e del Comune di Radicondoli;
 - Piano di zonizzazione acustica comunale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina e del Comune di Radicondoli;
- Pianificazione territoriale:
 - Piano di Indirizzo Territoriale (PIT);
 - Piano Territoriale di Coordinamento (PTCP) della Provincia di Pisa;
 - Piano Territoriale di Coordinamento (PTCP) della Provincia di Siena;



- Pianificazione di settore:
 - Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa;
 - Piano Regionale di Tutela delle Acque (PTA).

A completamento dell'inquadramento del Progetto nella pianificazione territoriale, urbanistica e di settore vigenti è stata verificata l'eventuale presenza dei seguenti vincoli nell'area di interesse:

- aree appartenenti alla Rete Natura 2000 e Aree Protette;
- vincolo idrogeologico;
- vincolo paesaggistico.

2.1.1 Normativa geotermica

La normativa nazionale di riferimento del settore geotermico è costituita dal Decreto Legislativo (D.Lgs) n. 22 del 11 febbraio 2010 (D.Lgs 22/2010) così come modificato dal D.Lgs n. 28 del 3 marzo 2011 ("Decreto Rinnovabili"), e dall'articolo 28 del Decreto Legge (DL) n. 179 del 18 ottobre 2012.

Il D.Lgs 28/2011 costituisce lo strumento normativo con il quale l'Italia ha recepito la Direttiva Europea 2009/28/CE.

Il D.Lgs 22/2010 è stato emanato per il riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, in attuazione della delega contenuta nell'articolo 27, comma 28, della Legge n. 99 del 23 luglio 2009.

Secondo la classificazione proposta nell'art. 1 comma 2 del D.Lgs. 22/2010, sulla base della temperatura che presenta il fluido, vengono distinte:

- Risorse geotermiche ad alta entalpia con temperatura del fluido > 150°C;
- Risorse geotermiche a media entalpia con temperatura compresa tra 90 e 150°C;
- Risorse geotermiche a bassa entalpia con temperatura < 90°C.

Ai sensi del D.Lgs 22/2010 sono d'interesse nazionale le risorse geotermiche ad alta entalpia, o quelle economicamente utilizzabili per la realizzazione di un progetto geotermico, riferito all'insieme degli impianti nell'ambito del titolo di legittimazione, tale da assicurare una potenza erogabile complessiva di almeno 20 MW termici, alla temperatura convenzionale dei reflui di 15 gradi centigradi; sono inoltre di interesse nazionale le risorse geotermiche economicamente utilizzabili rinvenute in aree marine (art. 1, comma 3).

Sono di interesse locale le risorse geotermiche a media e bassa entalpia, o quelle economicamente utilizzabili per la realizzazione di un progetto geotermico, riferito all'insieme degli impianti nell'ambito del titolo di legittimazione, di potenza inferiore a 20 MW termici ottenibili dal solo fluido geotermico alla temperatura convenzionale dei reflui di 15 gradi centigradi (art. 1, comma 4).

Al comma 3 bis dell'art. 1 il D.Lgs 22/2010 modificato ed integrato dal D.Lgs. 28/2011, al fine di promuovere la ricerca e lo sviluppo di impianti geotermici a ridotto impatto ambientale, considera di interesse nazionale "i fluidi geotermici a media ed alta entalpia finalizzati alla sperimentazione, su tutto il territorio nazionale, di impianti pilota con reiniezione del fluido geotermico nelle stesse formazioni di provenienza e con potenza nominale installata non superiore a 5 MWe per ciascuna centrale".

Il medesimo comma 3 bis stabilisce che possano essere conferiti titoli minerari per un impegno complessivo autorizzabile non superiore ai 50 MWe.

Il conferimento dell'autorizzazione per l'acquisizione dei titoli minerari è di competenza statale ed è in capo al Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, che acquisiscono l'intesa con la regione interessata.



In Toscana allo stato attuale (vedi paragrafo 4.12.1.1):

- sono in essere 8 concessioni, per una superficie totale di circa 490 km² suddivisi nelle province di Grosseto, Pisa e Siena² e, al 30/07/2015, sono stati assegnati permessi di ricerca³ che interessano 33 comuni (Figura 106);
- al 30/09/2015, erano in corso 3 procedimenti per rilascio di permessi di ricerca e due procedimenti per il rilascio di concessione⁴;
- sono state presentate le seguenti istanze di permesso di ricerca di risorse geotermiche finalizzato alla sperimentazione di impianti pilota⁵: Casa del Corto, Castelnuovo, Cortolla, Montenero.

Ulteriori fonti normative nazionali di riferimento sono elencate di seguito:

- Legge 29 luglio 1927, n. 1443 “Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno”, recante norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione di miniere nel Regno: la legge regola la ricerca e la coltivazione di sostanze minerali e delle energie del sottosuolo, industrialmente utilizzabili sotto qualsiasi forma o condizione fisica e si basa sul principio che la disponibilità del sottosuolo costituisce patrimonio disponibile dello Stato mentre la superficie era lasciata nella disponibilità dei proprietari.
- D.P.R. n. 395 del 9/12/1991 “Regolamento di attuazione della legge 9 dicembre 1986, n. 896, recante disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse”: il D.P.R. attua quanto stabilito dalla Legge n. 896/86 “Legge geotermica” nella quale le risorse geotermiche venivano distinte in:
 - risorse geotermiche d’interesse nazionale;
 - risorse geotermiche di interesse locale;
 - piccole utilizzazioni locali.

Secondo le disposizioni della Legge citata, il permesso di ricerca veniva rilasciato dal Ministro dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato ad operatori pubblici e privati in possesso di adeguata capacità tecnica ed economica.

- Decreto Ministeriale 15 marzo 2012 (“Burden Sharing”): il DM ripartisce tra le Regioni e le Province Autonome la quota di produzione di energia da fonte rinnovabile stabilito per l’Italia dal D.Lgs 28/2011 (pari al 17%), assegnando alla Toscana un obiettivo regionale al 2020 pari al 16,5%;
- Legge 7 agosto 2012, n. 134 di conversione del Decreto Legge 22 giugno 2012, n. 83: la legge ha disposto l’inserimento dell’energia geotermica tra le fonti energetiche strategiche;
- Legge 9 agosto 2013, n. 98 di conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell’economia: la legge dispone che gli impianti geotermici pilota sono di competenza statale (integrando l’art. 1 comma 3bis del D.Lgs. 11 febbraio 2010, n. 22 e il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152). I progetti geotermici pilota sono quindi sottoposti alla Valutazione di impatto ambientale di competenza del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Il progetto in esame ha un potenziale geotermico sufficiente a sostenere un impianto geotermico con potenza netta di 5 MWe, utilizza risorse geotermiche ad alta entalpia in quanto la temperatura del serbatoio è maggiore di 150°C.

² Regione Toscana. P.A.E.R. – Proposta di Piano Ambientale ed energetico Regionale, A.3 allegato 3 – L’energia geotermica in toscana, ottobre 2012

³ Ministero dello Sviluppo Economico (UNMIG). Bollettino ufficiale degli idrocarburi e delle georisorse, Ano LIX, n.9, 30 settembre 2015

⁴ <http://www.regione.toscana.it/-/permessi-concessioni-e-impianti>

⁵ <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it>



Pertanto ai sensi della normativa nazionale vigente l'impianto in progetto è di competenza statale e rientra nella categoria degli impianti che sfruttano risorse geotermiche d'interesse nazionale.

Inoltre l'impianto in progetto è in linea con quanto stabilito dal DM 15 marzo 2012 concorrendo al raggiungimento dell'obiettivo regionale al 2020 di produzione di energia da fonte rinnovabile pari al 16,5%.

Infine con la Legge 7 agosto 2012, n. 134 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante misure urgenti per la crescita del Paese" (art.38ter), gli impianti per l'estrazione di energia geotermica di cui al Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n. 22 sono riconosciuti come "infrastrutture energetiche strategiche" (art.57, comma 1, lettera f-bis) del decreto-legge 9 febbraio 2012, n. 5, convertito, con modificazioni, dalla legge 4 aprile 2012, n. 35). e di pubblica utilità. La dichiarazione di pubblica utilità viene meglio circostanziata all'art. 15 del D. Lgs. 11 febbraio 2010, n. 22. Infatti "le opere necessarie per la ricerca e la coltivazione, nonché per il trasporto e la conversione delle risorse geotermiche in terraferma, sono dichiarate di pubblica utilità, nonché urgenti ed indifferibili e laddove necessario è apposto il vincolo preordinato all'esproprio a tutti gli effetti del decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n.327 successive modificazioni, con l'approvazione dei relativi programmi di lavoro da parte dell'autorità competente" (Comma 1). Nello stesso art. 15, al comma 3, viene inoltre chiarito che "non sono soggette a concessioni ne' ad autorizzazioni del sindaco le opere temporanee per attività di ricerca nel sottosuolo, eseguite in aree esterne al centro edificato".

2.1.2 Pianificazione energetica

2.1.2.1 Pianificazione energetica europea⁶

La politica dell'Unione Europea (UE) è incentrata sullo sviluppo di strumenti programmatici di indirizzo e coordinamento degli Stati membri basato sulla sostenibilità ambientale e finalizzato a realizzare un significativo risparmio energetico.

La politica dell'UE in tema di efficienza energetica è definita nella Comunicazione della Commissione europea (2008) 772 "Efficienza energetica: conseguire l'obiettivo del 20%" e si fonda su cinque elementi:

- il quadro politico generale e le azioni intraprese nell'ambito del "Piano d'azione europeo per l'efficienza energetica";
- i piani nazionali d'azione per l'efficienza energetica che si basano sulla direttiva quadro concernente i servizi energetici;
- il quadro giuridico per il settore di consumo più importante – l'edilizia – e i prodotti che consumano energia;
- strumenti strategici di sostegno come i finanziamenti mirati, la fornitura di informazioni e le reti come il "Patto dei sindaci" e la Campagna europea per l'energia sostenibile;
- la collaborazione internazionale nel campo dell'efficienza energetica.

Gli strumenti di indirizzo e coordinamento degli Stati Membri dell'UE sono:

- il **Pacchetto 20-20-20** - Portfolio di provvedimenti operativi con cui l'UE conferma la volontà degli Stati Membri di continuare ad impegnarsi nel processo negoziale per la lotta ai cambiamenti climatici per il post-Kyoto, ovvero dopo il 2012. Il Pacchetto si compone di una serie di provvedimenti che riguardano principalmente:
 - Misure specifiche per la riduzione delle emissioni di gas serra, da un lato proponendo la revisione del Sistema di scambio delle quote delle emissioni di gas serra (European Union Emissions Trading

⁶ Fonte: <http://www.ufficienzaenergetica.enea.it/politiche-e-strategie-1/politiche-e-strategie-in-europa-1/>



Scheme, EU-ETS), dall'altro con la decisione detta "Effort sharing", cioè "ripartizione dello sforzo", che avalla la possibilità di attribuire ai singoli Stati membri delle quote di emissione da ridurre nei settori trasporto, agricoltura, edilizia, non compresi nella direttiva ETS (Effort Sharing extra EU-ETS);

- Proposte di nuove Direttive, atte a regolamentare:
 - il ruolo del confinamento geologico della CO₂ (Carbon Capture and Storage - CCS) nel mix di strategie disponibili per far fronte alla crescente concentrazione in atmosfera di CO₂ di origine antropica;
 - la promozione dell'uso di energia prodotta da fonti rinnovabili, fissando dei target nazionali vincolanti;
 - il sistema di scambio delle quote delle emissioni di gas serra (ETS), come sopra accennato;

■ il **Libro verde sull'efficienza energetica** - Strumento attraverso cui la Commissione europea invita le autorità pubbliche a rendere i cittadini e le imprese più responsabili in merito al risparmio energetico, premiando i comportamenti consapevoli. Tale documento sintetizza secondo quali assi l'UE possa procedere alla promozione dell'efficienza energetica a tutti i livelli della società europea, in particolare:

- Agenda di Lisbona: una politica attiva in materia di efficienza energetica potrebbe contribuire in modo significativo a migliorare la competitività e l'occupazione nell'UE, obiettivi centrali dell'Agenda di Lisbona.
- Protocollo di Kyoto: l'efficienza energetica rappresenta il mezzo più rapido ed efficace in termini di costi per ridurre le emissioni di gas a effetto serra e per migliorare la qualità dell'aria, in particolare nelle regioni densamente popolate.
- Approvvigionamenti energetici: sulla base delle tendenze attuali, entro il 2030 l'UE dipenderà al 90% dalle importazioni per coprire il suo fabbisogno di petrolio e all'80% per il gas. L'efficienza energetica è individuato tra gli strumenti fondamentali per mantenere dapprima il fabbisogno energetico nell'UE all'attuale livello e a ridurlo successivamente.
- Conoscenze delle tecnologie disponibili e delle potenzialità di risparmio energetico/economico ad esse legate: è necessario individuare le carenze di informazione e di formazione sulle tecnologie più avanzate e circa l'impatto economico e finanziario sui tassi di rendimento degli investimenti.
- Efficienza energetica: attuare tutte le misure atte ad ottenere il massimo potenziale del risparmio, sottolineando la necessità di incentivare il mercato e lo sviluppo dei servizi energetici e il ruolo esemplare del settore pubblico.

■ il **Piano d'azione per l'efficienza energetica** COM(2006) 545– Strumento che descrive proposte operative per migliorare del 20% l'efficienza energetica entro il 2020. Nel 2011 la Commissione ha emanato per la consultazione un nuovo Piano (COM (2011) 109). Per quanto concerne quello ancora in vigore, la Commissione ritiene che i più consistenti risparmi di energia possano essere realizzati nei seguenti settori:

- terziario (edifici residenziali e commerciali), con un potenziale di riduzione stimato rispettivamente al 27% e al 30%;
- industria manifatturiera, con possibilità di risparmio di circa il 25%;
- trasporti, con una riduzione del consumo stimata al 26%.

Il piano d'azione individua come obiettivi:

- accrescere l'efficienza energetica di prodotti, edifici e servizi;



- migliorare il rendimento della produzione e della distribuzione di energia;
- ridurre l'impatto dei trasporti sul consumo di energia;
- favorire il finanziamento e la realizzazione di investimenti nel settore;
- promuovere e rafforzare un comportamento razionale in merito al consumo di energia;
- potenziare l'azione internazionale in materia di efficienza energetica.

Il progetto proposto, che prevede la realizzazione di un impianto a ciclo organico capace di generare energia elettrica a partire da fluidi geotermici, risulta pienamente coerente con gli obiettivi e le strategie dell'attuale politica energetica internazionale.

2.1.2.2 Pianificazione energetica nazionale

2.1.2.2.1 Piano Energetico Nazionale (PEN)

Il principale documento di politica energetica nazionale, in cui sono definiti obiettivi e priorità della pianificazione energetica, è costituito dal Piano Energetico Nazionale. L'ultimo aggiornamento è stato approvato dal Consiglio dei Ministri nel 1988 e pertanto risulta un documento ormai datato visti i mutamenti che da allora hanno interessato il quadro istituzionale e di mercato.

Il PEN, attuato con le leggi n. 9/1991 e n. 10/1991, ha costituito un impulso all'utilizzazione delle fonti di energia rinnovabile, individuando i seguenti obiettivi della programmazione energetica:

- il risparmio dell'energia;
- la protezione dell'ambiente;
- lo sviluppo delle risorse nazionali e la riduzione della dipendenza energetica dalle fonti estere;
- la diversificazione geografica e politica delle aree di approvvigionamento.

2.1.2.2.2 Strategia energetica nazionale (SEN)

La Strategia energetica nazionale (SEN) costituisce lo strumento di indirizzo e di programmazione a carattere generale della politica energetica nazionale.

L'ENEA ha condotto l'indagine conoscitiva sulla SEN dalla quale ha delineato i propri scenari di analisi al 2020-30, individuando le seguenti azioni prioritarie:

- la riduzione della dipendenza energetica dall'estero;
- la diversificazione delle fonti;
- il potenziamento delle infrastrutture;
- la realizzazione di un sistema di smart grids e di una politica di investimenti e incentivi che favorisca efficienza e risparmio energetico nel settore residenziale ed industriale.

In particolare, dall'analisi svolta dall'ENEA emerge che, a fronte di un aumento dei consumi finali lordi di energia di 138-144 Mtep al 2020-30 (rispetto agli attuali 130 Mtep), l'applicazione delle misure contenute negli strumenti di programmazione energetici nazionali (Piano d'azione per l'efficienza energetica - PAEE 2011, Piano d'azione nazionale per le fonti rinnovabili - PAN e D.Lgs 28/2011), consentirebbero di ottenere consumi energetici pressoché invariati fino al 2020, con un lieve aumento nel periodo 2020-30 per un consumo finale lordo di 132 Mtep.



Le scelte di politica energetica definite nel SEN sono orientate al raggiungimento di **4 obiettivi principali**⁷, sia per il 2020 che, con una prospettiva di più lungo periodo, per il 2050:

- ridurre significativamente il gap di costo dell'energia per i consumatori e le imprese, con un graduale allineamento ai prezzi europei;
- favorire la crescita economica sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico grazie a investimenti, sia nello sviluppo di progetti inerenti le fonti rinnovabili e l'efficienza energetica, sia nei settori tradizionali (reti elettriche e gas, rigassificatori, stoccaggi, sviluppo idrocarburi);
- superare gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti dal Pacchetto europeo Clima-Energia 2020 ("Pacchetto 20-20-20");
- rafforzare la nostra sicurezza di approvvigionamento, soprattutto nel settore gas, e ridurre la dipendenza dall'estero.

Tra le azioni da intraprendere per il raggiungimento degli obiettivi sopra citati, la strategia prevede lo sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili in maniera tale da ottenere una riduzione di emissioni e di progredire verso l'indipendenza energetica.

Nel raggiungere questi obiettivi sono state identificate **7 priorità** con obiettivi concreti, supportati dall'investimento in ricerca, sviluppo e innovazione. Di seguito sono elencate alcune delle priorità individuate:

- **efficienza energetica** come strumento per perseguire tutti gli obiettivi sopra menzionati e su cui il potenziale di miglioramento è ancora significativo;
- sviluppo del **mercato competitivo** integrato con l'Europa e con prezzi ad essa allineati, e con l'opportunità di diventare il principale fulcro sud-europeo;
- sviluppo sostenibile delle energie **rinnovabili**, per le quali si intende superare gli obiettivi europei ('20-20-20');
- sviluppo di un **mercato elettrico** pienamente integrato con quello europeo, efficiente e con la graduale integrazione della produzione rinnovabile.

In aggiunta a queste priorità il documento propone azioni d'intervento:

- per le attività di **ricerca e sviluppo** tecnologico, funzionali in particolare allo sviluppo dell'efficienza energetica, delle fonti rinnovabili e all'uso sostenibile di combustibili fossili;
- per la ricerca sulle tecnologie **rinnovabili innovative**, in particolare quelle su cui partiamo già da una situazione di forza in cui siamo ben posizionati come Paese, come quelle in ambito **geotermico**.

2.1.2.2.3 Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica 2014 (PAEE 2014)

Il Piano d'azione per l'efficienza energetica 2014 è stato approvato dal Consiglio dei Ministri dopo una consultazione pubblica e quindi trasmesso alla Commissione Europea.

Il documento, elaborato dall'ENEA, descrive gli obiettivi di efficienza energetica fissati dall'Italia al 2020 e le misure di policy attivate per il loro raggiungimento. Particolare attenzione è dedicata alla descrizione delle nuove misure introdotte con il decreto legislativo 102/2014 che ha recepito la direttiva 2012/27/UE.

Con l'approvazione del Piano 2014 è stato compiuto un altro passo avanti nel potenziamento della politica per l'efficienza energetica avviato dal Governo con l'emanazione del decreto legislativo 102/2004.

⁷ Fonte: <http://www.assoutenti.it/articolo.asp?sez=108&art=1538>



L'efficienza energetica costituisce una componente essenziale della strategia energetica nazionale i cui obiettivi sono: sicurezza dell'approvvigionamento energetico, riduzione dei costi dell'energia per le imprese e i cittadini, promozione di filiere tecnologiche innovative, tutela ambientale (riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti), e quindi, in definitiva, sviluppo sostenibile.

L'efficienza energetica rappresenta, dal punto di vista della praticabilità tecnica, finanziaria e socio-economica, lo strumento più efficace nel breve e medio termine per assicurare la disponibilità di energia a costi ridotti.

La riduzione dei consumi di energia determinata dalle nuove misure congiuntamente agli effetti degli strumenti già attivi consentirà di conseguire al 2020 gli obiettivi di efficienza energetica fissati dal nostro Paese, tra i quali la riduzione di 55 Mton/anno di emissioni di gas ad effetto serra e il risparmio di circa 8 miliardi di euro l'anno di importazioni di combustibili fossili.

2.1.2.2.4 Piano di Azione Nazionale dell'Italia per lo sviluppo delle energie rinnovabili (PAN-FER)

Il **Piano di Azione Nazionale dell'Italia per lo sviluppo delle energie rinnovabili**, adottato ai sensi dell'art.4 della Direttiva 2009/28/CE e trasmesso alla Commissione Europea il 31.07.2010, illustra la strategia nello sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e disegna le principali linee d'azione per ciascuna area di intervento.

Il decreto legislativo del 3 marzo 2011, n.28 definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia e di quota di energia da fonti rinnovabili nei trasporti.

Gli obiettivi nazionali fissati sono:

- la quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia da conseguire nel 2020 è pari a 17%;
- nell'ambito dell'obiettivo del 17% al 2020, la quota di energia da fonti rinnovabili in tutte le forme di trasporto dovrà essere nel 2020 pari almeno al 10 per cento del consumo finale di energia nel settore dei trasporti nel medesimo anno.

Questi obiettivi sono perseguiti con una progressione temporale coerente con le indicazioni dei Piani di azione nazionale per le energie rinnovabili predisposti ai sensi dell'articolo 4 della direttiva 2009/28/CE. Gli obiettivi devono essere raggiunti mediante l'utilizzo di energia prodotta da fonti rinnovabili nei seguenti settori: Elettricità, Riscaldamento - Raffreddamento e Trasporti.

Il progetto proposto, che prevede la realizzazione di un impianto a ciclo organico capace di generare energia elettrica a partire da fluidi geotermici, risulta pienamente coerente con gli obiettivi e le strategie dell'attuale politica energetica nazionale.

2.1.2.3 Pianificazione energetica regionale

2.1.2.3.1 Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER)

Il Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER)⁸, approvato dal Consiglio regionale con deliberazione n. 10 dell'11 febbraio 2015, costituisce lo strumento per la programmazione ambientale ed energetica della Regione Toscana, e assorbe i contenuti del Piano Indirizzo Energetico Regionale (PIER), del Piano Regionale di Azione Ambientale (PRAA) e del Programma regionale per le Aree Protette.

⁸ Fonte: <http://www.regione.toscana.it/-/piano-ambientale-ed-energetico>



Il PAER attua il Programma Regionale di Sviluppo (PRS) 2011-2015 ed ha l'obiettivo di sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio, in un'ottica di contrasto e adattamento ai cambiamenti climatici e prevenzione e gestione dei rischi ed in coerenza con la programmazione comunitaria 2014-2020.

Il PAER, in linea con il VI Programma di Azione dell'Unione Europea che prevede quattro Aree di intervento, si struttura in 4 obiettivi generali:

- contrastare i cambiamenti climatici e promuovere l'efficienza energetica e le energie rinnovabili;
- tutelare e valorizzare le risorse territoriali, la natura e la biodiversità;
- promuovere l'integrazione tra ambiente, salute e qualità della vita;
- promuovere un uso sostenibile delle risorse naturali.

In particolare, tra gli strumenti per il conseguimento del primo dei due macro obiettivi, si prevedono i seguenti obiettivi specifici:

- **A.1** Ridurre le emissioni di gas serra;
- **A.2** Razionalizzare e ridurre i consumi energetici;
- **A.3** Aumentare la percentuale di energia proveniente da fonti rinnovabili.

Nell'ambito della geotermia il PAER detta le seguenti linee guida:

- sviluppo di una coltivazione geotermica con tecnologie impiantistiche e pratiche gestionali altamente efficienti al fine di evitare o comunque contenere i possibili impatti ambientali che l'attività comunque produce, in particolare per le emissioni;
- promozione dei progetti a "media entalpia" caratterizzati da ridotte dimensioni impiantistiche e contenuti impatti ambientali;
- utilizzazione sostenibile della risorsa geotermica sul territorio toscano. Per fare questo è intenzione della Regione Toscana avviare con i comuni interessati dai permessi di ricerca, e dalle imprese titolari degli stessi, un percorso finalizzato alla preventiva valutazione complessiva che l'incremento delle attività di valorizzazione della risorsa geotermica può comportare dal punto di vista ambientale ed economico.

Il decreto *Burden Sharing* del 15 marzo 2012 (vedi paragrafo 2.1.1) ha definito le percentuali di consumo di energia da fonti rinnovabili rispetto ai consumi energetici stimati che ciascuna regione dovrà raggiungere entro il 2020 al fine di perseguire l'obiettivo comunitario del 20%.

Il decreto *Burden Sharing* assegna alla Toscana un obiettivo target del 16,5% di consumo da rinnovabili termiche ed elettriche sul consumo energetico complessivo, considerata una percentuale del 6,2% al cosiddetto "anno iniziale di riferimento".

Affinché la Toscana possa raggiungere nel 2020 l'obiettivo assegnatole, per quanto riguarda la fonte geotermica, risulta necessario incrementare la potenza installata rispetto all'esistente al fine di produrre un maggior quantitativo annuo di energia.

Tale maggiore potenza installata è potenzialmente reperibile attraverso i risultati positivi della ricerca geotermica in atto in Toscana, ricerca che deve avvenire minimizzando gli impatti sull'ambiente, in particolare per quanto riguarda le perforazioni.

All'interno del Disciplinare di Piano vengono riportati degli "scenari" a cui le Regioni devono tendere per centrare l'obiettivo previsto, scenari che riguardano le singole fonti rinnovabili e che la programmazione nazionale ha desunto dalle caratteristiche delle Regioni (*Burden Sharing*).



La Toscana dovrà pertanto incrementare la produzione di energia elettrica e termica da rinnovabili giungendo ai seguenti valori:

Obiettivi Burden sharing

	Anno di riferimento	2012	2014	2016	2018	2020
		[Ktep]				
Toscana	602	894	1016	1155	1326	1554
Italia	7296	10862	12297	14004	16144	19010

2.1.2.3.2 Protocollo d'Intesa tra la Regione Toscana e la Rete Geotermica

Nel mese di gennaio 2014 la Regione Toscana ha firmato un Protocollo d'Intesa con la Rete Geotermica di cui fanno parte le società aderenti alla Rete Geotermica Toscana.

Nel Protocollo d'Intesa le parti convengono “sulla centralità e importanza della risorsa geotermica, nel quadro della strategia energetica nazionale ed europea, per la produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili”. Il protocollo è dunque volto a “favorire l'impiego di tecnologie innovative in grado di ridurre al massimo l'impatto ambientale sia delle attività di ricerca, sia delle eventuali e successive attività geotermoelettriche” e a “favorire un coordinamento delle attività di ricerca sia a tutela dell'ambiente, sia per un accrescimento delle conoscenze in materia”.

La Rete Geotermica si è impegnata, una volta in possesso delle autorizzazioni richieste, a:

- individuare le soluzioni tecnologiche che permettano di svolgere le attività di perforazione dei pozzi minimizzando l'impatto ambientale;
- operare la reiniezione totale dei fluidi geotermici, inclusi i gas non condensabili, nelle formazioni geologiche di provenienza e lo sviluppo di processi innovativi per la conversione;
- utilizzare l'energia geotermica, senza emissioni in atmosfera e a basso impatto visivo ed acustico.

L'impegno della Regione sarà quello di favorire il coordinamento degli enti pubblici i cui territori sono interessati dai permessi di ricerca rilasciati e di assicurare il coordinamento dei titolari di permessi di ricerca geotermica, con la finalità di ridurre al massimo gli effetti cumulativi degli impatti ambientali e di favorire uno sviluppo sostenibile dei territori. Dovrà inoltre garantire adeguata e preventiva informazione ai cittadini e agli Enti Locali territorialmente interessati in relazione alla presentazione delle istanze finalizzate all'ottenimento dei permessi.

2.1.2.3.3 Programma Regionale di Sviluppo (PRS)

Il PRS è lo strumento orientativo delle politiche regionali nel quale sono indicate le strategie economiche, sociali, culturali, territoriali e ambientali della Regione Toscana. Il PAER è uno strumento attuativo del PRS in quanto ne va a declinare l'azione ambientale, definendone in tal modo i principi di sostenibilità.

Il PRS 2011-2015 definisce tra i principi da perseguire quello di “promuovere uno sviluppo sostenibile e rinnovabile” e definisce un modello di crescita per il territorio regionale che si coniuga con la tutela e la valorizzazione delle risorse territoriali e ambientali della regione. I principi del PRS trovano attuazione sul territorio attraverso lo strumento dei Progetti Integrati di Sviluppo (PIS) che si riferiscono a specifici interventi per il rilancio della crescita economica e che si configurano come strumenti per proporre e realizzare azioni mirate al rilancio dei settori produttivi e allo sviluppo delle imprese nei settori emergenti.

Il PAER si riferisce all'intera azione del PRS e si collega direttamente agli specifici PIS di cui costituisce principale strumento di attuazione.

Nello specifico il **PIS “Distretto Tecnologico dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e della green economy”** propone la costruzione di un nuovo modello di sviluppo incentrato sugli elementi della



green economy riconducibili prioritariamente alle tecnologie delle energie rinnovabili. A tal fine, si è proceduto alla creazione di una rete tra università toscane e centri di ricerca e tra imprese del settore, sotto il coordinamento di un polo di innovazione. Scopo della rete è quello della condivisione delle conoscenze e di stimolare la ricerca e lo sviluppo sperimentale sull'efficienza energetica e sulle energie rinnovabili.

Il progetto in esame, che prevede la realizzazione di un impianto pilota geotermico per la produzione di energia elettrica, risulta allineato alle previsioni degli strumenti di pianificazione energetica regionale in quanto potrà contribuire al raggiungimento degli obiettivi previsti dal Decreto *Burden Sharing* e dalla Regione Toscana al 2020. Inoltre l'Impianto Pilota in progetto è caratterizzato da tecnologie innovative e prevede una minimizzazione degli impatti ambientali non solo per quanto riguarda l'assenza di emissioni aeriformi ma anche per l'ottimizzazione dello spazio utilizzato per l'impianto di produzione e la realizzazione dei pozzi da un'unica postazione di perforazione.

2.1.2.4 Pianificazione energetica provinciale – Provincia di Pisa

2.1.2.4.1 Piano Energetico Provinciale (PEP)

Con deliberazione n. 66 del 4 dicembre 2012 il Consiglio Provinciale ha approvato il **Piano Energetico Provinciale (PEP)**. Esso fornisce un inquadramento particolareggiato del territorio in merito ai consumi energetici, all'efficienza energetica ed alle possibilità di utilizzo delle fonti rinnovabili, in modo da individuare le principali criticità e potenzialità del sistema energetico ambientale.

Il Piano definisce i seguenti obiettivi e sotto obiettivi da perseguire:

- sviluppo delle energie rinnovabili per la produzione di energia termica ed elettrica:
 - sviluppo delle FER secondo le potenzialità e le vocazioni territoriali per raggiungere il 20% di produzione di energia termica da fonti rinnovabili sui consumi finali del 2020 (85,17 kTEP). L'obiettivo specifico per quanto riguarda la geotermia a media e bassa entalpia è il raggiungimento di una potenza installata di 50 MW elettrici complessivi;
- interventi di risparmio ed efficienza energetica;
- riduzione delle emissioni clima-alteranti. L'obiettivo specifico di questo obiettivo generale è la riduzione del 20% delle emissioni climalteranti;
- azioni integrative di accompagnamento.

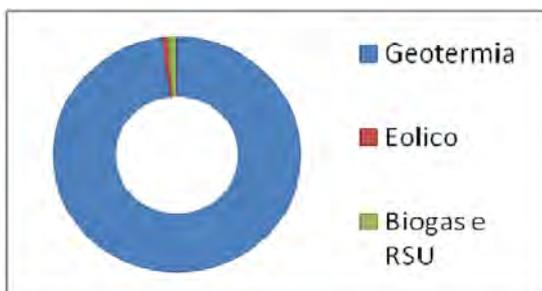


Figura 3: Produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile nella Provincia di Pisa (dati aggiornati al 2007)

Il Piano, considerando l'abbondante presenza della risorsa geotermica sul territorio provinciale (con riferimento alla figura, punta alla valorizzazione della geotermia come vocazione territoriale ed allo sviluppo degli utilizzi a media entalpia attraverso l'iniziativa imprenditoriale diffusa.

Il progetto in esame, prevedendo la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonte rinnovabile, non è in contrasto con le previsioni e gli indirizzi del Piano Energetico Provinciale.



2.1.3 Pianificazione urbanistica

2.1.3.1 Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Castelnuovo Val di Cecina

Il comune di Castelnuovo Val di Cecina è dotato di Piano Strutturale approvato con delibera del Consiglio Comunale 2 marzo 2004, n. 10 e di Regolamento Urbanistico, approvato con delibera del Consiglio Comunale n. 53 del 13 novembre 2006.

Dalla consultazione delle tavole del Piano strutturale⁹, messe a disposizione dall'Ufficio Tecnico Comunale, è emerso quanto segue:

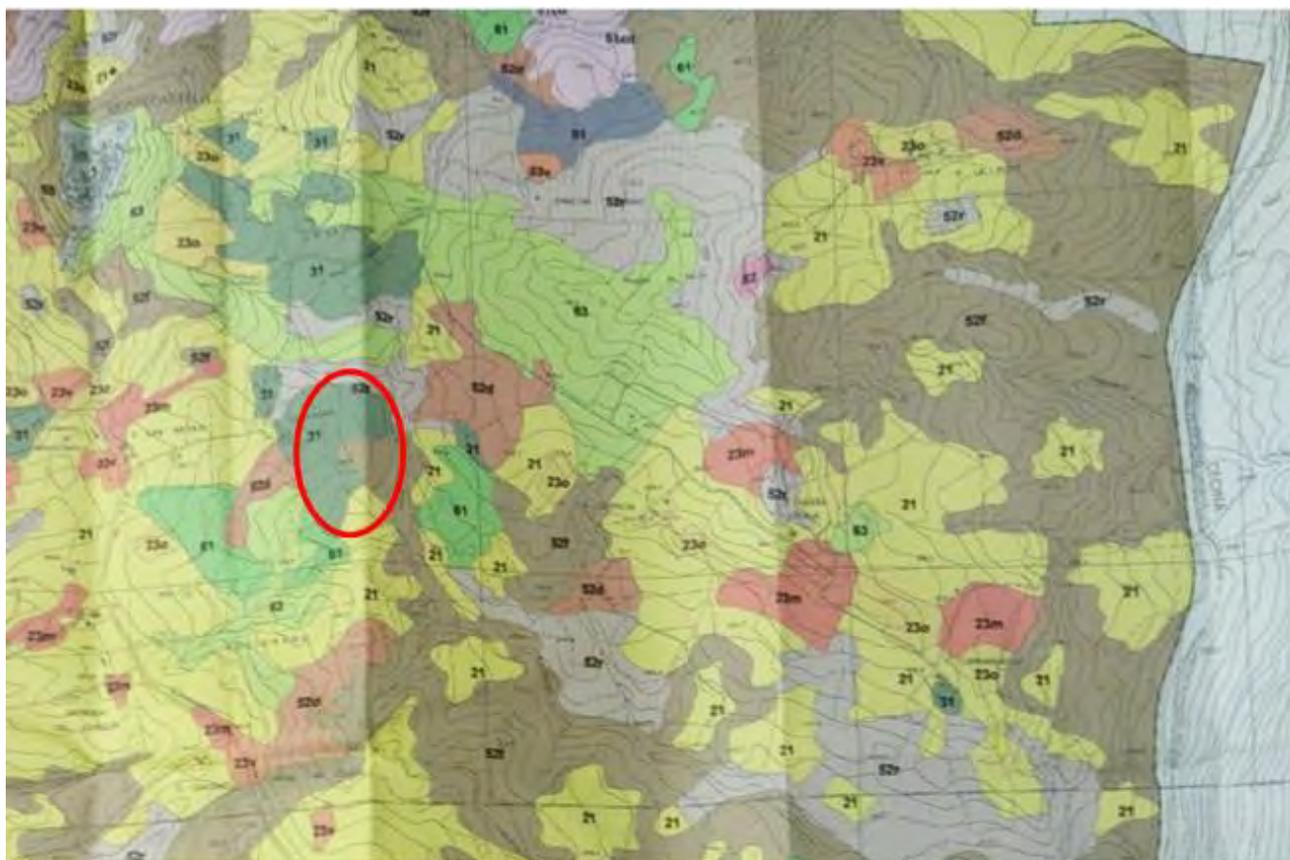
- Tavola 2a "Uso del suolo" (Figura 4): l'area di intervento risulterebbe compresa in aree definite a vigneto in coltura specializzata (codice: 31). Tuttavia si evidenzia che dalle foto satellitari disponibili e aggiornate al 2015 non risulta la presenza di aree a vigneto all'interno dell'area di intervento né in adiacenza a questa (Figura 5 e Figura 6). Ciò trova conferma nella cartografia relativa all'uso del suolo disponibile sul sito internet della Regione Toscana¹⁰ dalla quale risulta che l'Impianto Pilota ricade in un'area a "Seminativi irrigui e non irrigui" (cfr. Figura 71). Inoltre la Tavola 2a evidenzia che porzioni limitate delle aree destinate alla realizzazione dell'impianto e della postazione di perforazione ricadono in aree a "pascolo nudo e cespugliato". Parte dell'area destinata alla realizzazione della vasca di accumulo da 3.000 m³ è compresa in aree a "seminativo semplice asciutto". La strada di accesso all'area di intervento attraversa parzialmente un'area a "bosco ceduo rado" (codice: 52r) nel tratto lungo circa 50 m a nord della vasca di accumulo da 12.000 m³. La realizzazione della strada di accesso comporterà l'abbattimento di alcuni esemplari arborei;
- Tavola 3a "Assetto vegetazionale. Cenosi vegetali e prevalenti prospettive di intervento" (Figura 7): l'area di intervento non è ubicata in aree boscate sebbene sia adiacente ad aree a "querceto misto a roverella dominante (mantenimento-consolidamento)". La strada di accesso all'area di intervento attraversa parzialmente un'area a querceto misto a roverella dominante;
- Tavola 4a "Assetto agricolo" (Figura 8): l'area di intervento risulterebbe compresa in aree definite a vigneto in coltura specializzata (al riguardo si ricorda l'assenza di tali colture come evidenziato dalle immagini satellitari aggiornate al 2015). Porzioni limitate delle aree destinate alla realizzazione della centrale e della postazione di perforazione ricadono in aree a "pascolo nudo e cespugliato". Parte dell'area destinata alla realizzazione della vasca di accumulo da 3000 m³ è compresa in aree a "seminativo semplice asciutto";
- Tavola 5a "Sistemi storici ambientali e antropici": a nord ovest dell'area di intervento, a circa 30 m di distanza, è presente la casa poderale Casanova. Più distanti dall'area di intervento in direzione sud est sono presenti le case poderali Seracino e La Quercia, rispettivamente a circa 600 m e 750 m.
- Tavole 7a, 8a, 9a "Individuazione degli edifici e dei manufatti in zona agricola" (Figura 10): a nord ovest dell'area di intervento, a circa 30 m di distanza, è presente la casa poderale Casanova (bene n. 33). Sempre in direzione nord ovest a circa 400 m di distanza sono presenti altri due beni: podere S. Nicolò (bene n. 31) e la tomba etrusca "Buca delle fate" (bene n. 32). In direzione sud est sono presenti le case poderali Seracino (bene n. 30), S. Maria (bene n. 59) e La Quercia (bene n. 35), rispettivamente a circa 600 m, 700 m e 750 m dall'area di intervento.
- Tavola 12a "Vincoli sovraordinati" (Figura 9): l'area di intervento è soggetta a vincolo idrogeologico. Le aree adiacenti all'area di intervento sono aree boscate oggetto di tutela come anche la zona di interesse archeologico relativa alla tomba etrusca "Buca delle fate". A nord ovest dell'area di intervento, a circa 1 km di distanza, è presente un Sito di Interesse Regionale (SIR);

⁹ Le tavole del Piano Strutturale sono rilegate in un fascicolo disponibile presso il Comune di Castelnuovo Val di Cecina di cui esiste solo una copia cartacea. Gli estratti riportati nel presente SIA sono fotografie della suddetta documentazione cartacea.

¹⁰ <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/usocoperturasuolo.html>



- Tavola 14a “Territorio comunale zona nord”: l’area di intervento per la costruzione dell’Impianto Pilota è in una “zona coltivata”. La strada di accesso attraversa in parte aree coltivate e per un breve tratto “zone agricole di valore paesaggistico” e “zone boscate degradate”;
- Tavola 15a “Sistemi e subsistemi” (Figura 10): le aree di intervento per la costruzione dell’Impianto Pilota e la strada di accesso sono comprese nel “sub-sistema agricolo produttivo” E2. Nella tavola sono riportati i manufatti sparsi tra i quali i beni già individuati nella tavola 7a e negli elaborati grafici del Regolamento Urbanistico relativi al tema “Sistemi e sub-sistemi e Mappa di accessibilità urbana” consultabili sul sito internet “<http://sit.provincia.pisa.it/>” e dai quali si evince inoltre che le case poderali Casanova, Seracino e S. Maria sono abbandonate mentre il podere S. Nicolò e cascina La Quercia sono utilizzati da adetti all’agricoltura. Nei medesimi elaborati, a nord ovest dell’area di intervento, è evidenziata la presenza di un’area artigianale di completamento D2 a circa 600 m (individuata anche nella Tavola 6a del Piano Strutturale “Assetto infrastrutturale e insediativo”) e di una strada interpoderale che collega il podere Casanova con la SP n. 27 a ovest (presso il podere S. Nicolo) e a nord est. Inoltre nell’intorno della tomba etrusca “Buca delle fate” è definita un’area archeologica.



1	AREA URBANIZZATA	52r	BOSCO CEDUO RADO
7	INCOLTO PRODUTTIVO	52d	BOSCO CEDUO DEGRADATO O APERTO
21	SEMINATIVO SEMPLICE ASCIUTTO	54	CASTAGNETO DA FRUTTO
23a	SEMINATIVO ARBORATO A OLIVO	61	IMBOSCHIMENTO E NOVELLETO
23v	SEMINATIVO ARBORATO A VITE	67	FORMAZIONE ARBOREA D'ARGINE
23m	SEMINATIVO ARBORATO A OLIVO E VITE	65	FASCOLO NUDO E CESPUGLIATO
23s	VIGNETO IN CULTURA SPECIALIZZATA	63	FASCOLO ARBORATO
22	FRUTTETO IN CULTURA SPECIALIZZATA	61	PRATO-PASCOLO E PRATO STABILE
20	OLIVETO IN CULTURA SPECIALIZZATA	81	AFFIORAMENTO ROCCIOSO
34	VIGNETO-OLIVETO IN CULTURA SPECIALIZZATA	52	AREA DENUDATA CON EROSIONE DIFFUSA
81	PIOPPETO (ad altri arborei da legno)	54	AREA ESTRATTIVA
81e	BOSCO D'ALTO FUSTO DI CONIFERE T = denso r = rado D = degradato o aperto	81	CORSI D'ACQUA E CANALI
81m	BOSCO D'ALTO FUSTO MISTO	●	CULTURA IN FASE DI ABBANDONO
81d	BOSCO CEDUO DENSO	□	AREA NON FOTOINTERPRETABILE

Figura 4: Piano Strutturale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio della Tavola 2a "Uso del suolo"

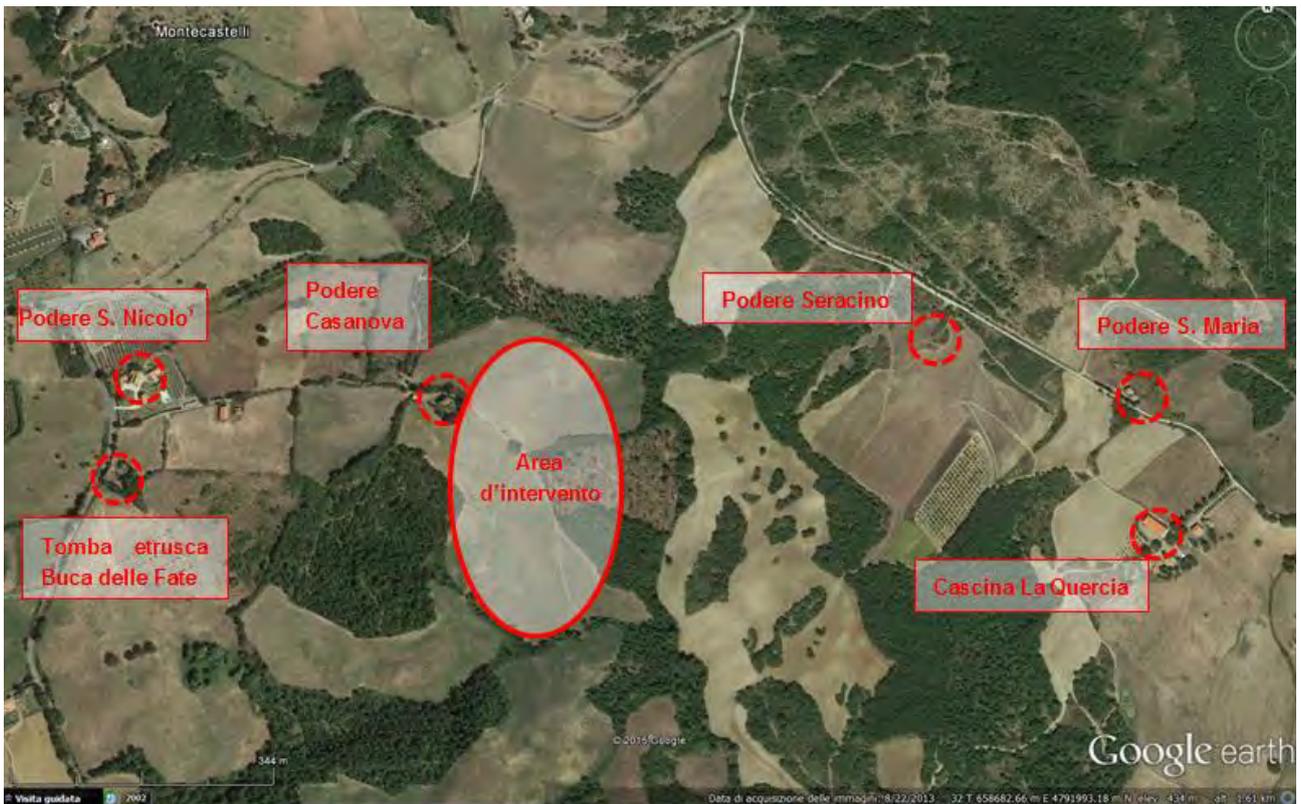


Figura 5: Foto satellitare dell'area di intervento



Figura 6: Fotografia scattata dall'abitato di Montecastelli Pisano (il cono di visuale è riportato sulla CTR)

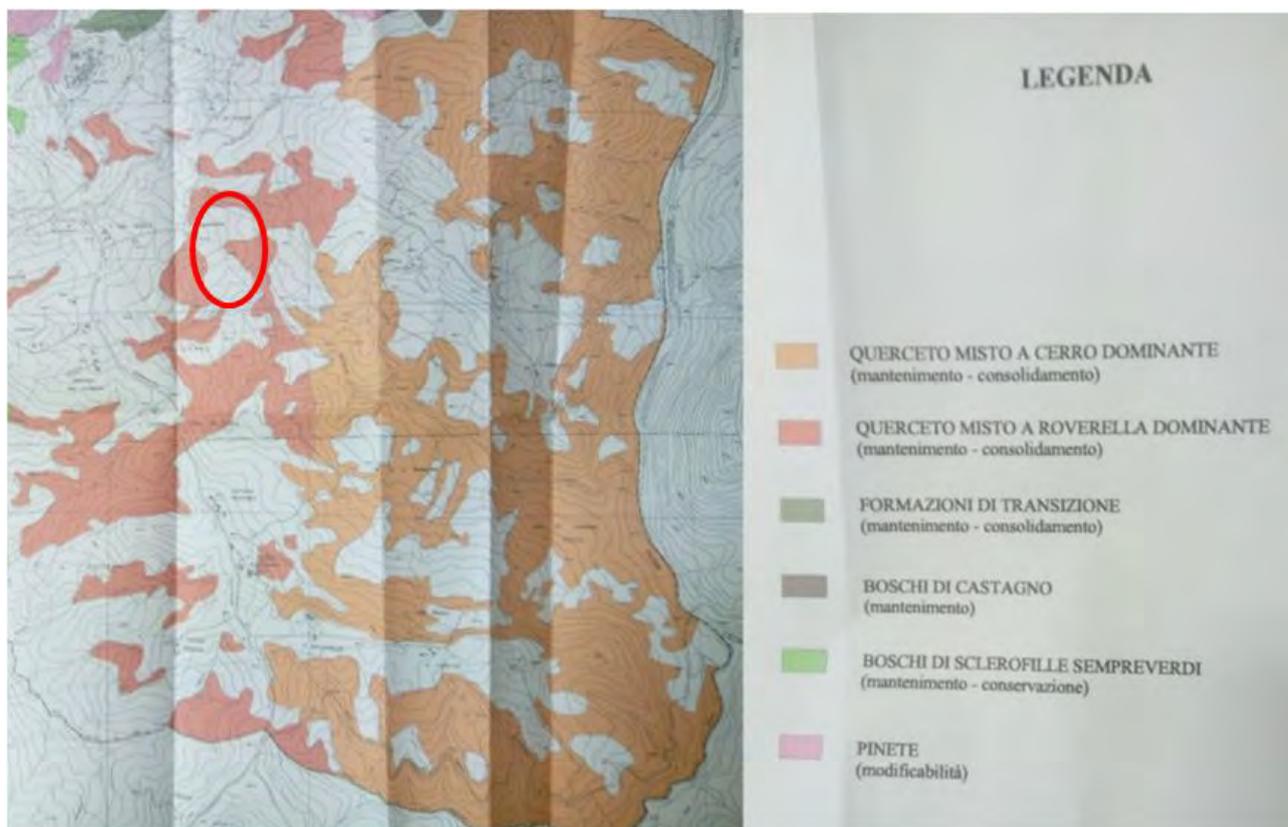


Figura 7: Piano Strutturale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio della Tavola 3a "Assetto vegetazionale. Censì vegetali e prevalenti prospettive di intervento"

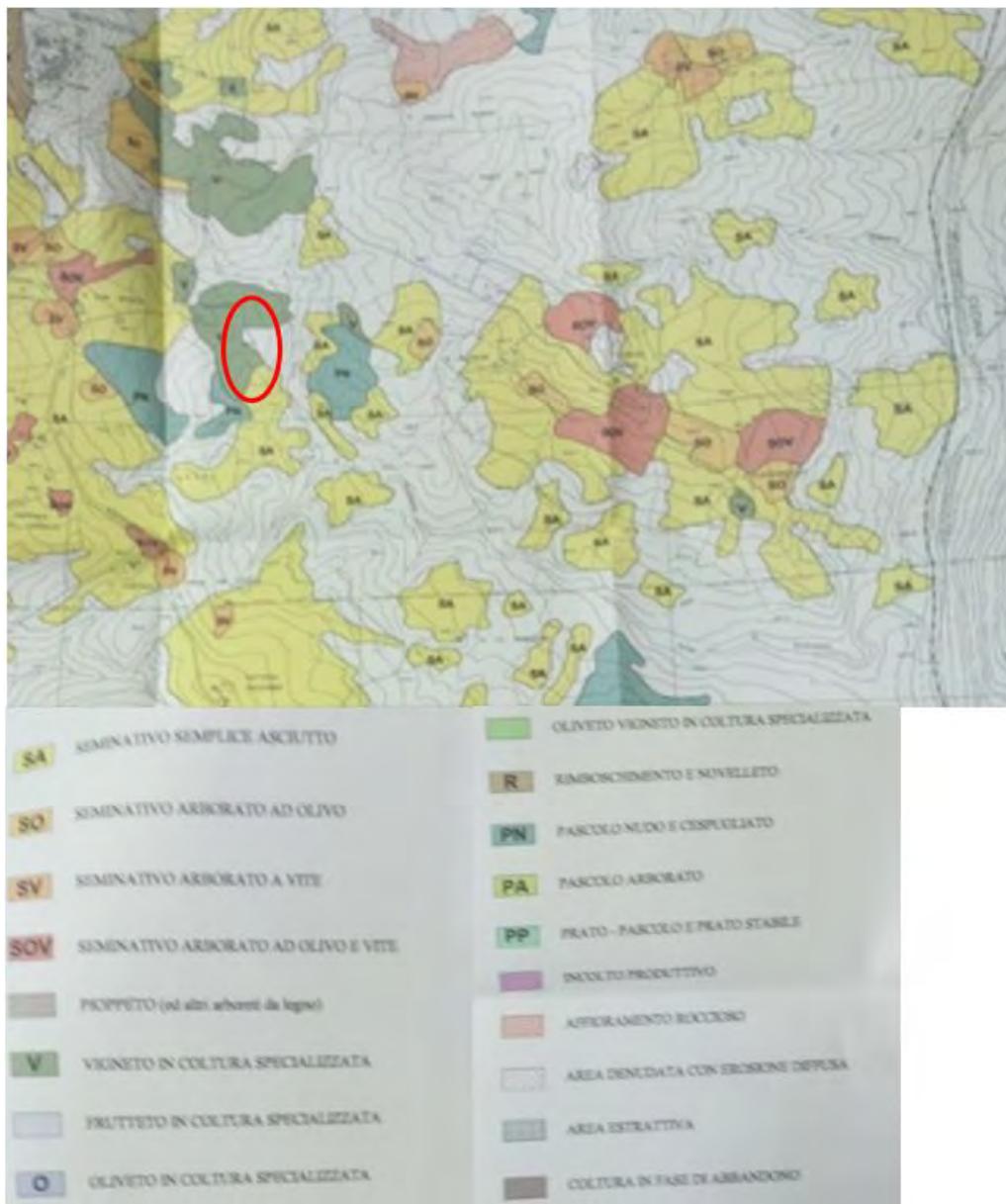


Figura 8: Piano Strutturale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio della Tavola 4a "Assetto agricolo"



Figura 9: Piano Strutturale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio della Tavola 12a "Vincoli sovraordinati"

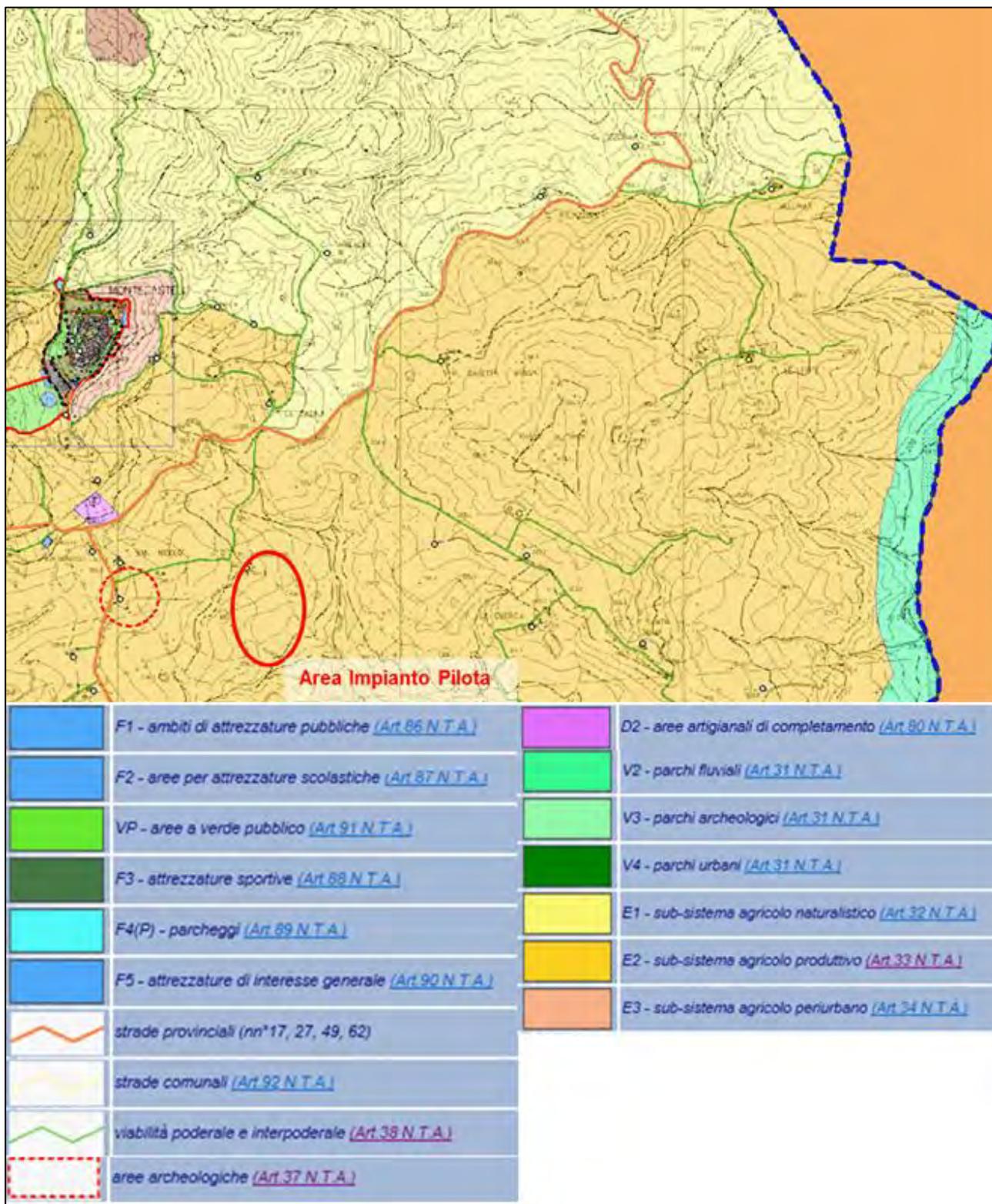


Figura 10: Regolamento urbanistico del Comune di Castelnuovo Val di Cecina: stralcio del tema "Sistemi e sub-sistemi e Mappa di accessibilità urbana" (fonte: <http://sit.provincia.pisa.it>)



Come sopra descritto, l'area di intervento ricade nel subsistema E2 agricolo produttivo. Le Norme Tecniche di Attuazione del Regolamento Urbanistico (NTA) all'art. 33 determinano che nei territori agricoli produttivi il carattere produttivo prevalente non deve manifestarsi in forme che contrastino con i valori ambientali del territorio e che le trasformazioni ed utilizzazioni ammissibili sono quelle volte alla salvaguardia della vocazione agricola.

Nelle aree agricole (art. 48 delle NTA):

- tutte le recinzioni ammesse dalle NTA dovranno essere adeguate alle caratteristiche orografiche del sito e non dovranno ostacolare il deflusso delle acque superficiali, né peggiorare l'assetto idrogeologico della zona. L'altezza massima delle recinzioni non potrà comunque superare i 2 m;
- è vietato il deposito di materiali e il ricovero di mezzi che non siano pertinenti alla conduzione agraria;
- sono ammessi interventi relativi alla installazione per uso privato di impianti biotecnologici di natura eolica, solare, geotermica, di riciclaggio dei rifiuti, delle deiezioni animali, etc. pertinenti alla produzione di energia;
- è consentita la realizzazione di invasi irrigui mediante trasformazioni del suolo riconducibili alle ordinarie lavorazioni agricole.

Il Progetto prevede di realizzare una nuova strada per l'accesso all'area di intervento. Le NTA all'art. 38 determinano che è vietata la costruzione di nuova viabilità che costituisca una variazione sostanziale del sistema infrastrutturale, salvo che per interventi di difesa del suolo, di pubblica utilità e per motivato accesso a singoli lotti interclusi.

L'art. 92 "Sistema infrastrutturale" determina che la *"definizione di nuova viabilità potrà avvenire mediante specifico progetto, sulla base del quale dovranno essere precisati gli assetti del sedime interessato in relazione alle aree ed al patrimonio edilizio esistente o di nuova previsione."*

Quando rivestano caratteri di rilevanza storica, devono essere conservati i caratteri plano-altimetrici generali dei tracciati, le opere di raccolta e convogliamento delle acque, le opere d'arte ed i segnali di viaggio e le opere di sistemazione e contenimento del terreno".

Per quanto riguarda le aree a bosco presenti nelle aree adiacenti all'area di intervento, interessate in parte dalla strada di accesso, e per le quali il Piano stabilisce che le prospettive di intervento siano il mantenimento ed il consolidamento, l'art. 24 delle NTA definisce che per il "mantenimento" sia *"necessario controllare nel tempo la situazione delle cenosi, garantendone la continuità, o permettere la loro evoluzione verso un equilibrio più stabile"* e per il "consolidamento" sia *"necessario agire con idonei interventi volti a superare tali situazioni negative, quali il rimboschimento con specie arboree ed arbustive autoctone, ed ecologicamente idonee, in rarefazione a causa dei fenomeni di disturbo in atto"*.

Il Progetto ricade nell'area di protezione ambientale definita dall'art. 49 delle NTA secondo il quale *"L'area comprende per intero l'isola amministrativa di Montecastelli ed il bacino della Valle del Pavone, ove non sono presenti significativi impatti costituiti da impianti geotermoelettrici"*.

Al fine di innalzare il livello qualitativo della struttura del territorio e limitare il proliferare di impianti geotermoelettrici, vapordotti, boccapozzi, ecc., nell'area di protezione ambientale *"non sono ammessi impianti di ricerca e produzione geotermoelettrica di nuova costruzione"*.

L'art. 78 delle NTA detta le norme relative alla sottozona D1 – Aree Monofunzionali. Sebbene l'area di intervento non ricada nella sottozona D1 si evidenzia che questo articolo recita che qualora gli impianti per lo sfruttamento delle energie alternative debbano occupare nuove aree, dovranno essere attentamente valutate le implicazioni di carattere ambientale. Non potrà comunque essere interessata l'area di protezione ambientale di cui all'art.49.



Il progetto in esame, prevede la costruzione di un Impianto Pilota in un'area agricola che è compresa nell'area di protezione ambientale all'interno delle quali le NTA del Regolamento Urbanistico comunale non prevedono la possibilità di realizzare interventi diversi da quelli legati all'agricoltura (art. 33) e comunque di impianti di ricerca e produzione geotermoelettrica di nuova costruzione (art. 49).

Nonostante quanto definito dal Regolamento Urbanistico, il Progetto costituisce un intervento di interesse nazionale ai sensi del comma 3 bis dell'art. 1 il D.Lgs 22/2010 che promuove la ricerca e lo sviluppo di impianti geotermici a ridotto impatto ambientale quale l'impianto in progetto.

Le recinzioni previste dal Progetto saranno realizzate in coerenza con quanto stabilito dall'art. 48 delle NTA.

Gli interventi previsti per la costruzione della strada di accesso all'Impianto Pilota non sono in contrasto con gli articoli 38 e 92 delle NTA in quanto non comportano la modifica del tracciato esistente di viabilità interpodereale e non ne alterano i caratteri di rilevanza storica. Inoltre la strada in progetto è necessaria per l'accesso al lotto destinato alla costruzione dell'Impianto che risulta intercluso tra altri lotti e non accessibile.

La realizzazione della strada di accesso all'area di intervento interesserà per un breve tratto un'area boscata tutelata, con abbattimento di esemplari arborei, e per la quale gli interventi previsti dal PGT sono il mantenimento e la conservazione.

2.1.3.2 Piano di zonizzazione acustica comunale del Comune di Castelnuovo Val di Cecina

Il Comune di Castelnuovo Val di Cecina è dotato di Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA) approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 29 del 28/06/2005 e modificato con Delibera di Consiglio Comunale n. 27 del 9/04/2009.

L'area di progetto ricade in Classe acustica III, i cui i limiti di immissione sono 60 dB(A) in periodo diurno e 50 dB(A) nel periodo notturno.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla Documentazione Previsionale di Impatto Acustico riportata in APPENDICE A.

2.1.4 Pianificazione territoriale

2.1.4.1 Piano di Indirizzo Territoriale (PIT)

Il Piano di Indirizzo Territoriale attualmente vigente è stato approvato con Delibera del Consiglio Regionale (DCR) n. 37 del 27 marzo 2015 e costituisce una integrazione con valenza di Piano Paesaggistico al già vigente PIT.

Il Piano individua e descrive 20 ambiti di paesaggio per la Regione Toscana, ciascuno dei quali ha caratteristiche storiche, culturali, sociali differenti: ogni ambito è descritto nelle relative schede, che, superando l'ottica analitica, sostituiscono la classificazione tipologica con una visione sistemica più globale. Il territorio comunale di Castelnuovo Val di Cecina interessato dalla realizzazione dell'impianto pilota in progetto e delle relative opere connesse, appartiene all'ambito paesaggistico n. 13 "Val di Cecina".

Nello specifico l'intervento ricade in aree riferibili ai sistemi della "Collina dei bacini neo-quaternari" per i quali il PIT prevede alcuni indirizzi tra i quali si riporta:

- garantire azioni volte a tutelare le peculiarità geomorfologiche dei paesaggi dell'ambito;
- tutelare gli affioramenti di ofioliti;
- nei sistemi di Collina dei bacini neo-quaternari, al fine di garantire la stabilità dei versanti, è opportuno: evitare ulteriori insediamenti nelle aree vulnerabili caratterizzate da forme di erosione intensa;
- favorire l'adozione di metodi colturali e sistemi d'impianto atti a contenere l'erosione del suolo;
- al fine di tutelare il sistema insediativo collinare e la leggibilità della sua relazione con il paesaggio agrario, prevedere misure e azioni volte a tutelare l'integrità morfologica dei centri, nuclei, aggregati



storici ed emergenze di valore architettonico-testimoniale, dei loro intorni agricoli e delle visuali panoramiche da e verso tali insediamenti, anche contenendo ulteriori espansioni.

Inoltre il PIT ha individuato le azioni per le aree riferibili a sistemi o elementi distribuiti in tutto il territorio dell'ambito tra le quali si riportano in sintesi le seguenti:

- al fine di preservare i valori paesaggistici e ambientali del sistema idrografico dell'ambito garantire azioni volte a:
 - raggiungere adeguati livelli di deflusso minimo vitale e di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali e ripariali, razionalizzando le attività e i processi produttivi;
 - promuovere interventi di riqualificazione naturalistica del reticolo idrografico minore di collegamento tra la fascia costiera e le colline boscate;
 - salvaguardare gli spazi ineditati periferiali del fiume Cecina e la loro valorizzazione come fasce di mobilità fluviale da destinare alla dinamica naturale del corso d'acqua (con priorità per le aree classificate come "corridoio ecologico fluviale da riqualificare");
 - promuovere azioni volte a valorizzare il ruolo connettivo del fiume Cecina come corridoio ecologico;
- al fine di tutelare gli elevati valori ecologici e paesistici dei sistemi forestali, promuovere azioni volte ad assicurare:
 - il miglioramento della gestione complessiva degli habitat forestali;
 - la tutela degli habitat forestali di interesse comunitario e dei nodi primari e secondari della rete ecologica;
 - la mitigazione degli effetti di frammentazione degli ecosistemi forestali, e delle aree agricole ad alto valore naturale (HNVF), legati anche allo sviluppo del settore geotermico.

Dall'esame delle informazioni disponibili sul sito cartografico della Regione Toscana (<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.html>) e alla pagina internet della Regione dedicata al PIT (<http://www.regione.toscana.it/-/piano-di-indirizzo-territoriale-con-valenza-di-piano-paesaggistico>) in merito all'area nella quale è prevista la realizzazione dell'Impianto ORC e delle postazioni di produzione e reiniezione, si evince quanto segue:

- l'area di intervento è compresa nella "Matrice agroecosistemica collinare" (carta tematica relativa alla rete ecologica);
- a ovest dell'area di intervento per la costruzione dell'Impianto Pilota, a circa 450 m di distanza da questa lungo la S.P. di Montecastelli è presente il bene archeologico "ARCHEO144" (identificativo del bene: 90500110157) designato con provvedimento di tutela diretta ai sensi della L. 1089/1939 o del D.Lgs. 490/1999 (Titolo I). Il bene è costituito dalla tomba etrusca a camera detta "Buca delle Fate". Il bene è compreso tra le Zone tutelate di cui all'art. 11.3 lett. c) dell'Allegato 13 della Disciplina dei beni paesaggistici ed è un bene archeologico tutelato ai sensi della parte II del D.Lgs. 42/2004;
- l'area di intervento non interessa aree destinate ad usi civici;
- l'area di intervento per la costruzione dell'Impianto Pilota confina con territori coperti da foreste e boschi, aree tutelate ai sensi del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (articolo 142, lettera g);
- a circa 1,7 km a ovest dall'area di intervento è presente la fascia di tutela del torrente Pavone mentre a circa 2 km a est dall'area di intervento è presente la fascia di tutela del fiume Cecina, aree tutelate ai sensi del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (articolo 142, lettera c);



- nell'area di intervento non sono presenti beni architettonici tutelati ai sensi del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42. Il bene architettonico più prossimo all'area di intervento si trova nel centro abitato di Montecastelli a circa 1,2 km di distanza a nord-nordovest dall'area di intervento.

La strada di accesso all'area dell'impianto attraversa, per circa 100 m, territori coperti da foreste e boschi e la sua realizzazione comporterà una modifica alle aree boscate attraversate in quanto è previsto un taglio della vegetazione. Pertanto l'intervento relativo alla strada di accesso è interessato da vincolo paesaggistico. In Figura 11 ed in Figura 12 sono rappresentate le aree soggette a tutela paesaggistica ed ambientale definite dal Piano in esame, presenti nell'intorno dell'area individuata per la realizzazione dell'Impianto Pilota e delle opere ad esso connesse.



Figura 11: Aree tutelate ai sensi del D.Lgs 142/04, art. 142 lett. c) e g) (fonte: <http://www502.regione.toscana.it/geoscopia/pianopaesaggistico.html#>)



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO



Let. m) - Le zone di interesse archeologico

-  Zone tutelate di cui all'art. 11.3 lett. c) dell' Elaborato 7B della Disciplina dei beni paesaggistici
-  Beni archeologici tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004 con valenza paesaggistica coincidenti con le zone tutelate

Figura 12: Aree tutelate ai sensi del D.Lgs 142/04: art. 142 lett. m) (fonte:<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.htm#>)



L'area destinata alla realizzazione dell'impianto risulta libera da vincoli paesaggistici così come previsti dagli artt. 136 e 142 del D. Lgs 42/2004 e s.m.i..

La strada di accesso all'area dell'impianto e delle opere connesse comporterà una modifica alle aree boscate attraversate in quanto saranno realizzati dei tagli della vegetazione. Pertanto l'intervento relativo alla strada di accesso è interessato da vincolo paesaggistico.

Il progetto in esame risulta coerente con il Piano di Indirizzo Territoriale.

2.1.4.2 Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa (PTCP)

Il Piano Territoriale di Coordinamento (PTC), approvato il 27/07/2006 con delibera C.P. n° 100, delinea lo stato del territorio provinciale e la strategia di sviluppo della provincia.

Con delibera di Consiglio Provinciale n. 49 dell'8.10.2012, diventata esecutiva in data 25.10.2012 è stata adottata la variante al PTC avente le seguenti finalità:

- adeguare lo strumento territoriale di coordinamento al Nuovo Regolamento Regionale per il Territorio Rurale di cui al regolamento n.7/R del 9/2/2010 "Regolamento di attuazione del titolo IV capo III (territorio rurale) della L.R. 3 gennaio 2005 n.1 (norme per il governo del territorio)";
- evidenziare le problematiche relative alle nuove esigenze del mondo del lavoro agricolo;
- promuovere lo sviluppo degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili attraverso il contemperamento delle esigenze di sviluppo economico e sociale e delle esigenze di tutela dell'ambiente, del paesaggio, del territorio e di conservazione delle risorse naturali, in recepimento delle disposizioni normative dettate dalla LR n.11 del 23.03.2011;
- adeguamento del PTC al Piano Paesistico Regionale relativamente agli approfondimenti degli ambiti secondo i criteri stabiliti nel PIT Regionale.

Con Delibera Consigliare n. 7 del 13/01/2014 la Provincia di Pisa ha espresso, quale Autorità Procedente, la decisione finale favorevole di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) integrata alla variante al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC), ai sensi delle L.R. n. 10 e 11/2010, e ha approvato, ai sensi dell'art. 17 della LRT 1/2005 e s.m.i., la variante al PTC per la disciplina del territorio rurale.

Dalla cartografia tematica del PTCP si evince che la zona in esame ricade all'interno del Sistema Territoriale denominato "Sistema territoriale di programma della Toscana interna e meridionale" e all'interno del Sub-sistema delle Colline dell'alta val di Cecina". Inoltre tutto il territorio nel quale è compresa l'area di intervento fa parte dell'area del territorio geotermico della Provincia.

L'articolo 14 delle Norme Tecniche d'Attuazione (NTA) del PTCP definisce gli obiettivi per questo sistema territoriale tra i quali si riporta il punto 14.3.38 relativo alle aree rurali e in particolare allo sfruttamento delle fonti rinnovabili:

- l'incremento del ricorso allo sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia, sia per impiego locale, che per impiego esterno, con particolare riferimento alla fonte geotermica, alla fonte da biomassa ed alla fonte eolica, fatte salve le opportune verifiche di carattere ambientale e paesistico. Promuovere le fonti di energia rinnovabili in un quadro di corretta localizzazione, recependo le disposizioni normative vigenti e tenendo conto delle seguenti priorità:
 - valorizzare i potenziali energetici delle diverse risorse rinnovabili del territorio (per ogni territorio, l'opportuna fonte rinnovabile);
 - ricorrere a criteri progettuali volti ad ottenere il minor consumo possibile di territorio, sfruttando al meglio le risorse disponibili, tutelando il terreno fertile deputato alla produzione agroalimentare;



- favorire prioritariamente il riutilizzo di aree già degradate da attività antropiche, pregresse o in atto, quali: siti industriali, cave, discariche, siti contaminati, perseguendo l'obiettivo della minimizzazione delle interferenze con il territorio;
- favorire una localizzazione e una progettazione legata alla specificità dell'area, con particolare riguardo alle caratteristiche delle aree agricole. In particolare si dovrà tener conto della presenza di zone agricole caratterizzate da produzioni agroalimentari di qualità e/o particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico- culturale;
- l'uso del suolo agricolo per l'installazione di fonti di energie rinnovabili è auspicabile solo se legato allo sviluppo della multifunzionalità delle aree agricole, al fine del raggiungimento dell'obiettivo dell'autosufficienza energetica;
- investire sulle energie alternative privilegiando i piccoli impianti.

Inoltre il PTCP, tra gli obiettivi per le aree rurali del Sub-sistema delle Colline dell'alta val di Cecina, prevede:

- la salvaguardia della risorsa idrica del Cecina e più in generale dei corsi d'acqua superficiali e degli ecosistemi ad essi connessi;
- il mantenimento e la salvaguardia delle aree boscate;
- la gestione attiva per la difesa del territorio e la conservazione del paesaggio e dello sviluppo delle economie innestate nelle risorse locali;
- la valorizzazione e conservazione delle visuali paesaggistiche garantendo la conservazione e la tutela della fruizione delle visuali panoramiche;
- la tutela dell'interesse del patrimonio collinare;
- il mantenimento della qualità del paesaggio rurale, favorendo la ricostituzione, il ripristino e la valorizzazione degli elementi tradizionali del paesaggio agrario, l'adeguamento delle strutture e la sostituzione delle attrezzature finalizzata ad un minor impatto ambientale.

Dall'esame della cartografia tematica del PTCP si evince quanto segue:

- a nord dell'area di realizzazione dell'impianto pilota, a circa 600 m di distanza, è presente un'area destinata ad attività produttive di interesse locale (Figura 13);
- a nord e ad ovest dell'area di intervento corre la S.P. di Montecastelli (n.27) che fa parte del sistema della viabilità di interesse e carattere sovra-comunale per le funzioni ricreative e ambientali (Figura 13);
- l'area di intervento confina con aree boscate a "Querceto misto a roverella" (Figura 14);
- tutta l'area fa parte del sistema agricolo collinare e in particolare del subsistema dei terreni brecciosi;
- il territorio nel quale si colloca l'area di intervento è caratterizzato dalla presenza di alcuni beni di valore culturale a livello locale (Figura 15). I più vicini all'area di realizzazione dell'impianto pilota si trovano:
 - presso il podere Casanova, a circa 70 m di distanza dall'area di intervento;
 - presso il podere La Quercia, a circa 700 m di distanza a sud-est dall'area di intervento;
 - presso la cascina Seracino, a circa 450 m di distanza a est dall'area di intervento;

Inoltre, a circa 400 m a ovest dall'area di intervento lungo la SP di Montecastelli è presente una zona di interesse archeologico a livello locale. Nella suddetta zona è presente una tomba etrusca che è un bene di valore culturale a livello sovraprovinciale sottoposto a vincolo archeologico;



- il territorio nel quale si colloca l'area di intervento (Figura 16) è caratterizzato da una classe di vulnerabilità idrogeologica bassa (Classe 2) mentre le aree adiacenti sono caratterizzate da un livello di vulnerabilità bassa (Classe 1);
- l'area di intervento è compresa nel sistema del paesaggio "aree di collina" e nel Sistema Turistico diffuso dei Monti Pisani e di Collina;
- per quanto riguarda la rete ecologica (Figura 17):
 - il territorio nel quale si colloca l'area di intervento è interessato dalla presenza della Zona di ripopolamento e cattura (ZRC) n. 27 "Montecastelli - Le Serre". Le ZRC sono Istituti Faunistico Venatori facenti parte della Rete primaria della struttura ecologica provinciale;
 - nel territorio interessato dal progetto sono presenti alcune zone umide artificiali che costituiscono la Rete secondaria della struttura ecologica provinciale. Nessuna di queste aree è interferita in modo diretto dal progetto.
 - nel territorio interessato dal progetto sono presenti alcune aree boscate a "Querceto misto a roverella" che fanno parte della rete primaria della struttura ecologica provinciale.

La strada di accesso all'area dell'impianto attraversa, per circa 100 m, territori coperti da aree boscate e la sua realizzazione comporterà una modifica alle aree boscate attraversate in quanto prevede tagli della vegetazione. Pertanto l'intervento relativo alla strada di accesso è interessato da vincolo paesaggistico. Si evidenzia che dalla cartografia relativa al PTCP disponibile sul sito internet della Provincia di Pisa le aree boscate risultano più estese e il tracciato della strada di accesso risulterebbe interferire con aree a boschi per 300 m ma dai sopralluoghi effettuati e dalla consultazione delle foto satellitari la fascia boscata attraversata dal tracciato risulta di soli 100 m. Per quanto riguarda la vulnerabilità idrogeologica, la strada di accesso interesserà un'area a vulnerabilità media mentre per quanto riguarda la rete ecologica:

- il tracciato attraversa la ZRC n. 27 "Montecastelli - Le Serre", Istituto Faunistico Venatorio facente parte della Rete primaria della struttura ecologica provinciale;
- il tracciato attraversa, per circa 100 m, aree boscate a "Querceto misto a roverella" che fanno parte della rete primaria della struttura ecologica provinciale;
- il tracciato attraversa il Botro di Bucignano.

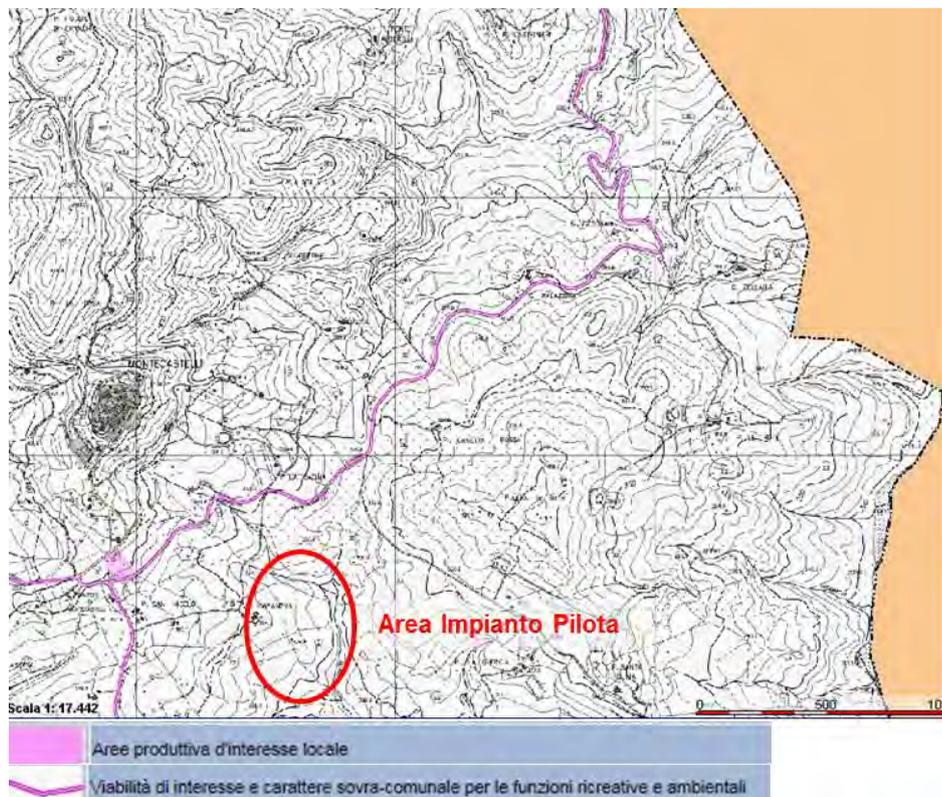


Figura 13: PTCP - Aree produttive e viabilità (<http://sit.provincia.pisa.it>)

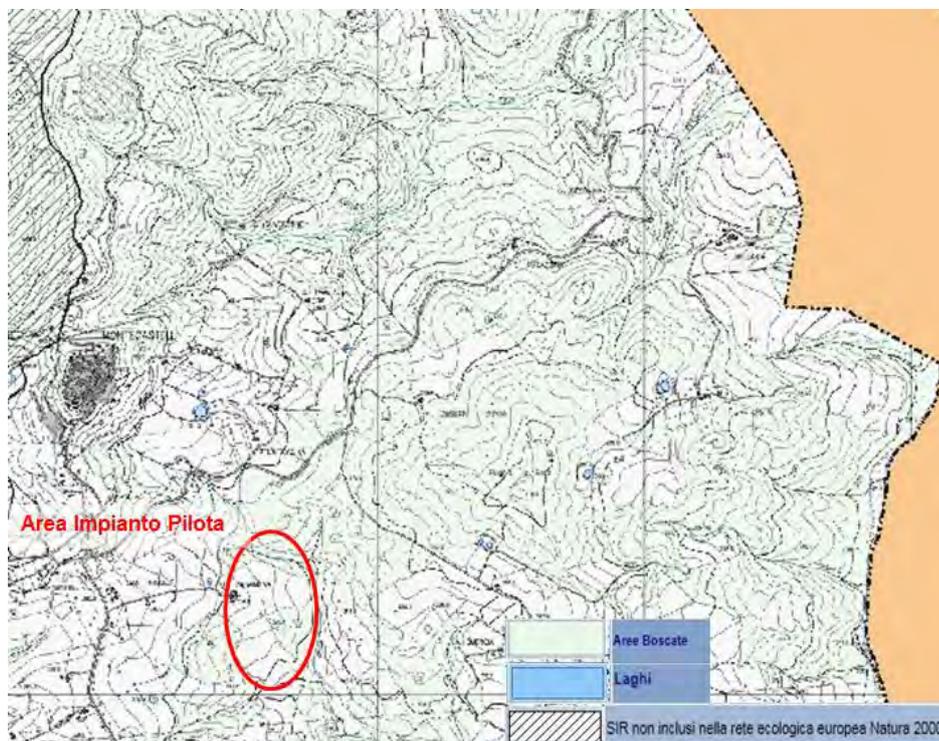


Figura 14: PTCP - Aree boscate, laghi, SIR (<http://sit.provincia.pisa.it>)

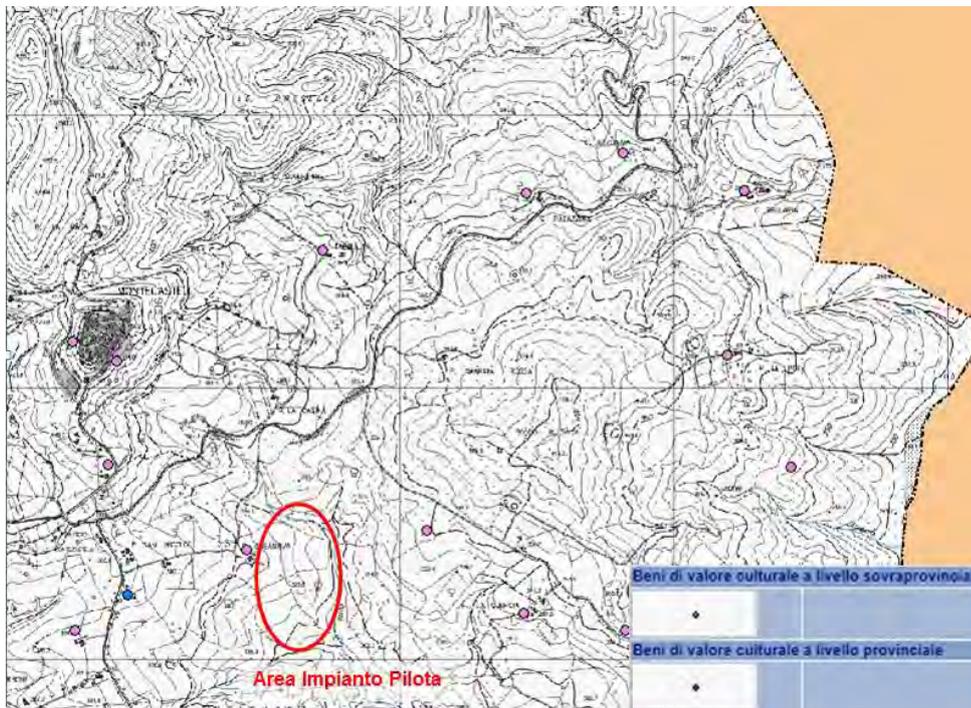


Figura 15: PTCP - Beni architettonici ed archeologici (<http://sit.provincia.pisa.it>)

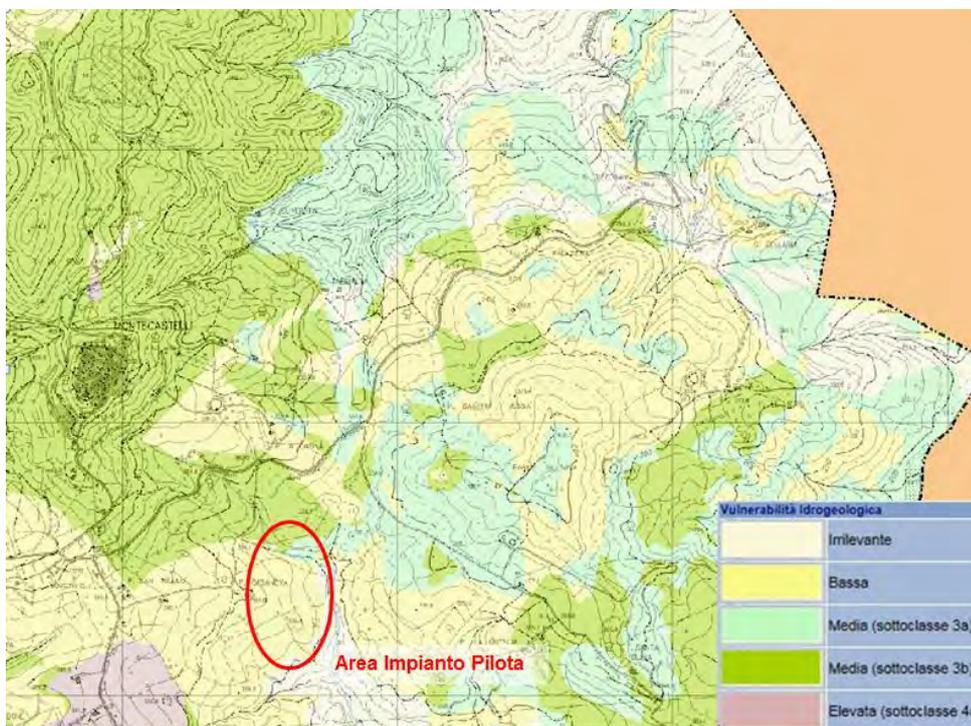


Figura 16: PTCP - Vulnerabilità idrogeologica (<http://sit.provincia.pisa.it>)

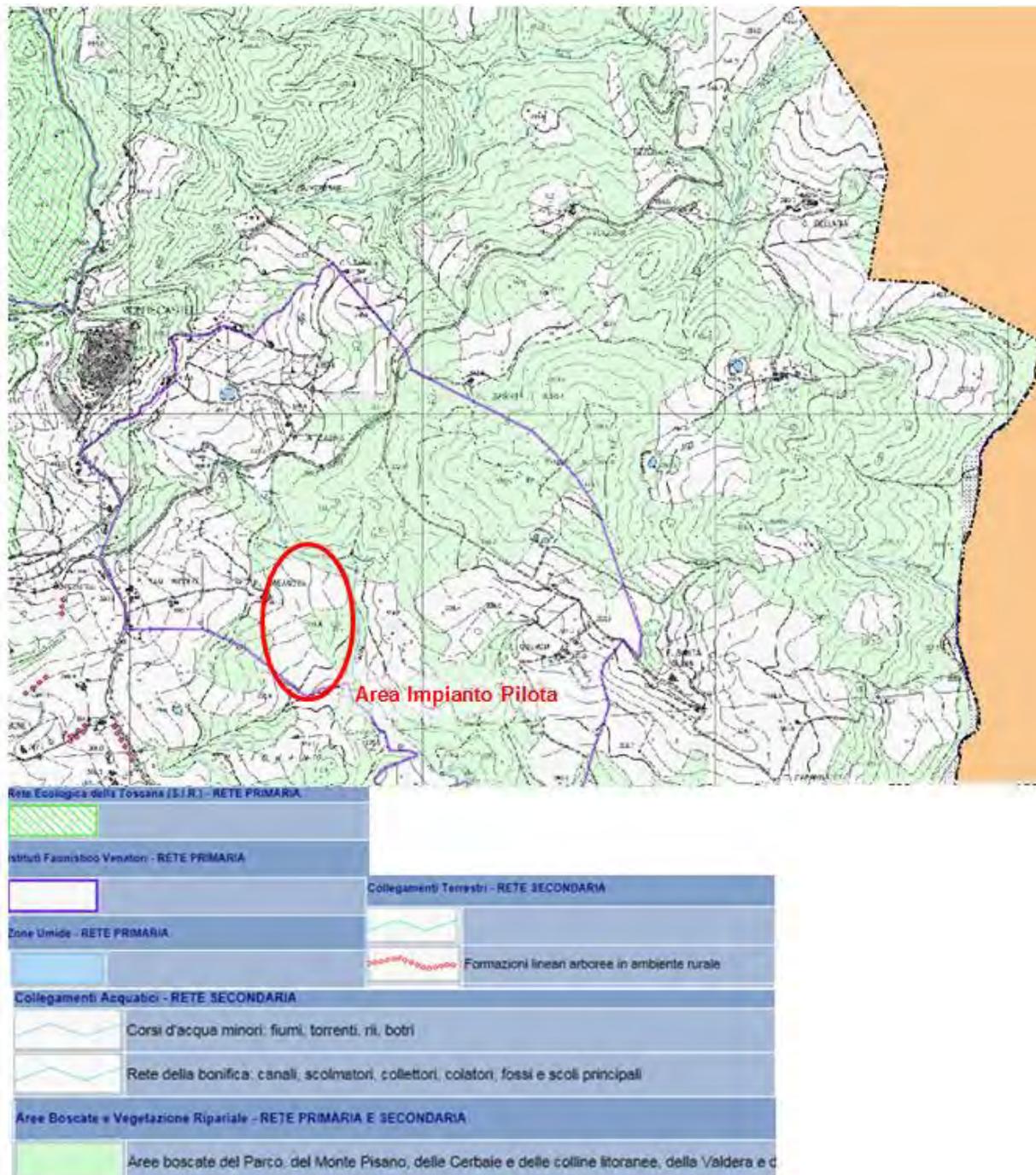


Figura 17: PTCP - Rete ecologica (<http://sit.provincia.pisa.it>)

Con specifico riferimento agli aspetti del territorio legati alla geotermia, il PTC mette in evidenza quanto segue:

- ricadono in questo ambito i territori dei Comuni di Castelnuovo V.C, Pomarance, Monteverdi M.mo, e solo una piccola parte di Montecatini V.C.e, storicamente caratterizzati dalla presenza di attività minerarie e, da un secolo a questa parte, dall' industria per la trasformazione , in energia elettrica, dell'energia termica dei vapori caldi dei quali è ricca la zona (Art. 24.1.1 delle Norme di Attuazione - Il paesaggio della geotermia);



- i Comuni dell'area geotermica dovranno promuovere l'utilizzo dell'energia geotermica nei sistemi produttivi agricoli e promuovere presso i soggetti produttori di energia geotermoelettrica, l'introduzione di tecnologie finalizzate al miglioramento di *performances* ambientali, mediante l'eliminazione delle ricadute al suolo del mercurio e di altre sostanze presenti nel vapore, nonché delle maleodoranze derivanti dall'emissione in atmosfera di idrogeno solforato (H₂S), il contenimento del campo magnetico generato dagli elettrodotti e la mitigazione dell'impatto visivo dei vapordotti e degli elettrodotti, anche mediante l'interramento, ove tecnicamente possibile, e più attenti interventi di rinaturalizzazione e ripristino delle aree interessate dalla realizzazione dei pozzi e delle centrali (Art. 24.1.2 delle Norme di Attuazione - Il paesaggio della geotermia);
- i Comuni promuovono la valorizzazione e lo sviluppo delle fonti rinnovabili di energia, con particolare riferimento alla fonte geotermica, alla fonte da biomassa ed alla fonte eolica e solare (Art. 68 delle Norme Tecniche di Attuazione (o "NdA") - Infrastrutture per la produzione dell'energia);
- i Piani Urbanistici comunali, nel prescrivere il massimo sfruttamento delle risorse già disponibili e di quelle potenzialmente estraibili, dovranno normare, per quanto di competenza, affinché vengano minimizzati i seguenti effetti dovuti allo sfruttamento dei campi geotermici (Art. 68.2.2.1 NdA – Geotermia):
 - effetti dovuti ai costituenti maggiori dei fluidi geotermici;
 - effetti dovuti ai costituenti minori ed in traccia (sia stabili che radioattivi) dei fluidi geotermici;
 - effetti ascrivibili alla subsidenza e sismicità indotta dallo sfruttamento dei campi geotermici;
 - effetti dovuti a disturbi superficiali (rumore, trasformazione del territorio, danni al paesaggio, ecc.)

Il Progetto non è in contrasto con quanto definito dal PTCP.

Si evidenzia che le aree boscate presenti verranno parzialmente interessate dalla realizzazione delle opere in progetto.

Inoltre il Progetto risulta in linea con le indicazioni del PTCP di promuovere lo sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile.

2.1.5 Pianificazione di settore

2.1.5.1 Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa

Il piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa è stato approvato con atto di delibera del Consiglio Regionale n.13 del 25 gennaio 2005.

Successivamente all'approvazione del P.A.I. il quadro conoscitivo delle pericolosità idraulica e geomorfologica è stato aggiornato in raccordo con le Amministrazioni Comunali che hanno provveduto nel frattempo ad adeguare al P.A.I. i propri strumenti di governo del territorio.

Dalla Tavola 19 del Piano "Carta di tutela del territorio" (Figura 18) si evince che l'area di intervento per la costruzione dell'impianto pilota è compresa in **aree di particolare attenzione per la prevenzione dei dissesti idrogeologici**. Queste aree corrispondono alle aree collinari e alto collinari nelle quali è necessaria una azione di presidio territoriale tesa a prevenire il manifestarsi di dissesti locali e a non indurre squilibri per le aree di valle. Oltre che dall'Impianto Pilota, questa tipologia di aree è interessata dalla strada di accesso al medesimo.

L'art. 18 delle NTA stabilisce che:

- nelle aree agricole sono da incentivare:
 - il mantenimento, la manutenzione e il ripristino delle opere di sistemazione idraulico agraria di presidio tipiche degli assetti agricoli storici (muretti, terrazzamenti, gradonamenti, canalizzazione delle acque selvagge, drenaggi ecc.);



- il mantenimento di siepi, alberi e zone inerbite ai limiti del coltivo;
 - la realizzazione di adeguata rete di regimazione delle acque quali fosse livellari e fossi collettori;
 - la manutenzione della viabilità podereale, sentieri, mulattiere e carrarecce con dotazione di cunette, taglia-acque e altre opere consimili al fine di evitare la loro trasformazione in collettori di acque superficiali.
- nelle aree boscate devono essere incentivate *“le azioni relative alla conservazione, manutenzione ed adeguamento dei boschi in funzione della regimazione delle acque superficiali e al potenziamento delle superfici boscate; la salvaguardia degli impianti boschivi e arbustivi di pregio”*. Inoltre devono essere incentivate *“mantenimento, manutenzione e ripristino delle opere di sistemazione idraulico forestale quali: muretti, terrazzamenti, gradonamenti, canalizzazione delle acque, drenaggi ecc.”*.

Le aree boscate che confinano con l'area di intervento che saranno attraversate dalla strada di accesso sono invece individuate quali aree a **pericolosità geomorfologica elevata** (P.F.E.).

L'art. 14 delle NTA del Piano definisce al comma 1 che *“Nelle aree P.F.E. sono consentiti gli interventi di consolidamento, bonifica, sistemazione, protezione e prevenzione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a controllare, prevenire e mitigare gli altri processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità elevata [...]. Gli interventi dovranno essere tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi e dei diversi processi geomorfologici, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza [...]”*.

Al comma 5 l'art. 14 definisce che *“La realizzazione di nuovi interventi pubblici o privati, previsti dai vigenti strumenti di governo del territorio alla data di approvazione del presente Piano è subordinata alla verifica dello stato di stabilità dell'area sulla base di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza dovranno essere tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza [...]”*. Il comma 6 del medesimo articolo stabilisce che *“Qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza costituiscano elemento strutturale e sostanziale degli interventi previsti, la realizzazione di questi ultimi potrà essere contestuale alle opere di consolidamento e messa in sicurezza”*.

Pertanto ai sensi dell'articolo 14 nuovi interventi possono essere realizzati se subordinati alla verifica dello stato di stabilità dell'area sulla base di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza.

Il Botro di Bucignano e i suoi rami laterali che attraversano il territorio interessato dalla realizzazione degli interventi in progetto, fanno parte del **reticolo significativo ai fini della difesa del suolo**. L'art. 9 delle NTA di Piano stabilisce che *“con riferimento ai fiumi ricompresi nel reticolo di acque superficiali del presente PAI, sono definite aree di pertinenza fluviale le aree di naturale esondazione dei corsi d'acqua costituite dall'alveo attivo e dalla pianura esondabile attiva individuate con criteri geomorfologici [...]. Le aree di pertinenza fluviale, funzionali anche al contenimento dei danni a persone, insediamenti, infrastrutture, attività socio-economiche e patrimonio ambientale, sono prioritariamente destinate a garantire il recupero e la rinaturalizzazione degli ecosistemi fluviali. Tali aree potranno essere oggetto di previsioni edificatorie non diversamente localizzabili [...]”*.

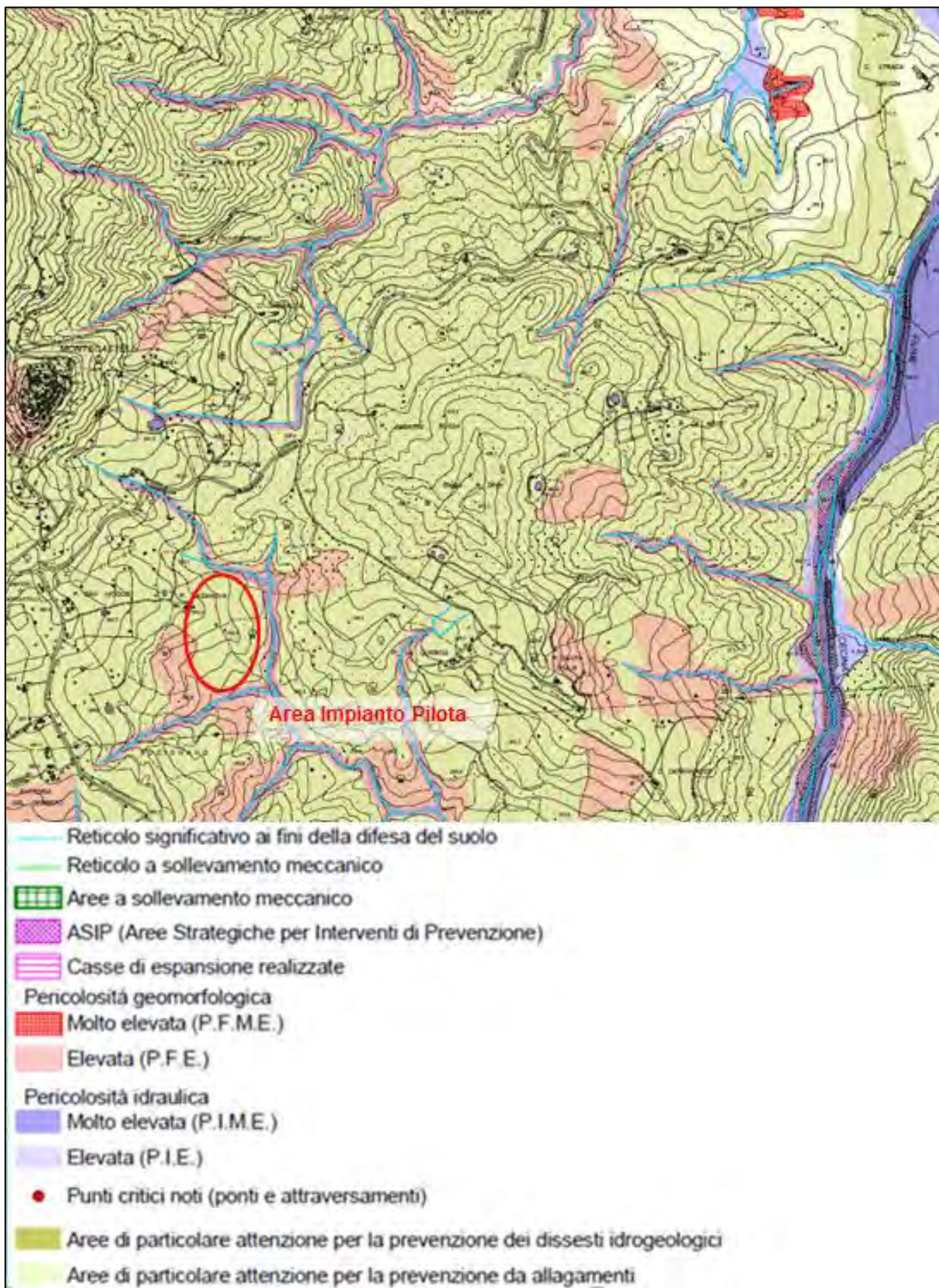


Figura 18: Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa: stralcio della Tavola 19



L'area di intervento per la costruzione dell'Impianto Pilota e la strada di accesso al medesimo sono comprese in **aree di particolare attenzione per la prevenzione dei dissesti idrogeologici**.

Le aree boscate che confinano con l'area di intervento, individuate quali aree a **pericolosità geomorfologica elevata** (P.F.E.), saranno parzialmente interessate dalla strada di accesso in progetto.

Il Botro di Bucignano, che sarà attraversato dalla strada di accesso, fa parte del **reticolo significativo ai fini della difesa del suolo**.

2.1.5.2 Piano Regionale di Tutela delle Acque (PTA)

Il Piano di Tutela delle Acque della Toscana (PTA) è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale del 25 gennaio 2005, n.6.

Il PTA costituisce lo strumento principale per la gestione delle acque in Toscana attraverso l'individuazione delle attività e delle azioni di governo necessarie a raggiungere gli obiettivi qualitativi e quantitativi prefissati.

Il progetto ricade all'interno del bacino idrografico regionale denominato "Toscana Costa".

Il Capitolo 6 del PTA riporta le criticità individuate per aree omogenee e in particolare di seguito si elencano quelle relative alla Val di Cecina:

- eccessivi prelievi di acque sotterranee in rapporto alla capacità di ricarica degli acquiferi;
- eccessivi prelievi di acque superficiali e/o di subalveo al fine del mantenimento delle portate naturali nel periodo estivo;
- ingressione del cuneo salino nella pianura costiera;
- inquinamento da nitrati delle falde idriche costiere;
- degrado qualitativo delle acque superficiali e sotterranee con presenza storica di attività minerarie, geotermiche ed industriali, nonché di siti di stoccaggio di rifiuti industriali e civili;
- prelievo di inerti dalle pianure alluvionali e dalle pertinenze fluviali;
- presenza di impianti di frantumazione in prossimità dei pozzi d'acqua;
- carenza di impianti di depurazione.

L'obiettivo di qualità ambientale definito dal PTA per il fiume Cecina, da raggiungere nel 2016, è "buono" e corrisponde a quello rilevato nel periodo 2001-2003.

Il PTA evidenzia che all'interno del bacino, alcuni corpi idrici superficiali sono interessati da captazioni di entità superiore alla propria portata naturale. Nel caso dei corpi idrici a portata critica le misure prevedono anche una riduzione degli attingimenti già assentiti per il raggiungimento dell'obiettivo di garantire il Deflusso Minimo Vitale. Il fiume Cecina, al comma 1 dell'art. 13 delle Norme di Piano, è elencato tra i corsi d'acqua a portata critica.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, l'obiettivo di qualità ambientale definito per l'acquifero del fiume Cecina, da raggiungere nel 2016, è "buono" mentre a quello rilevato nel periodo 2002-2003 è "scadente". Obiettivo prioritario del Piano di Tutela è invertire la tendenza all'abbassamento dei livelli piezometrici, sia attraverso una più corretta gestione degli emungimenti, che incentivando forme naturali di ricarica delle falde, nonché attivando ogni possibile iniziativa per accertare la fattibilità di interventi di ricarica artificiale delle falde stesse.

Si evidenzia che al comma 2 dell'art. 13 delle Norme di Piano, l'acquifero del fiume Cecina è elencato tra i bacini idrici sotterranei sui quali l'Autorità di Bacino e la Regione devono porre attenzione nell'individuare i corpi idrici sotterranei, o loro porzioni, a grave deficit di bilancio idrico.



Il comma 5 dell'art. 9 delle Norme di Piano stabilisce che *“nei corpi idrici superficiali a portata critica, nei corpi idrici sotterranei a grave deficit di bilancio idrico ed in quelli interessati da fenomeni di ingressione di acque marine non possono essere rilasciate nuove concessioni di derivazione, ad eccezione delle concessioni ad uso idropotabile[...]”*.

Da quanto sopra riportato emerge che il PTA pone particolare all'importanza di ridurre il sovrasfruttamento delle risorse idriche superficiali e sotterranee.

Le caratteristiche tecniche del Progetto e le tecnologie che saranno impiegate durante la fase di costruzione non pregiudicano la salvaguardia e la tutela delle acque. Queste saranno garantite dal completo isolamento idraulico dei vari strati attraversati durante la perforazione: il pozzo verrà rivestito attraverso l'inserimento di tubi di acciaio (casing) che permettono la cementazione dell'intercapedine tra gli stessi e il terreno. In particolare le attività di perforazione saranno effettuate in modo da evitare difetti di cementazione e eventuali contaminazioni dovute a fanghi di perforazione.

Dall'analisi della documentazione del Piano di Tutela delle Acque del bacino “Toscana Costa” emerge che i territori interessati dalla realizzazione dell'Impianto Pilota e relative opere connesse non interferiscono con aree sottoposte a specifica tutela dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana (aree sensibili, zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da fitofarmaci, aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile).

In conclusione è possibile asserire che il PTA non introduce prescrizioni ostative alla realizzazione del Progetto.

2.1.6 Aree appartenenti alla Rete Natura 2000 e Aree Protette

L'area non insiste su alcun Sito Natura 2000 (Figura 19), i siti più vicini si trovano a circa 5 km a nord dell'area d'intervento (Siti di Interesse Comunitario – SIC e Zone di Protezione Speciale – ZPS “Fiume Cecina da Berignone a Ponteginori” e “Macchia di Tatti e Berignone”).

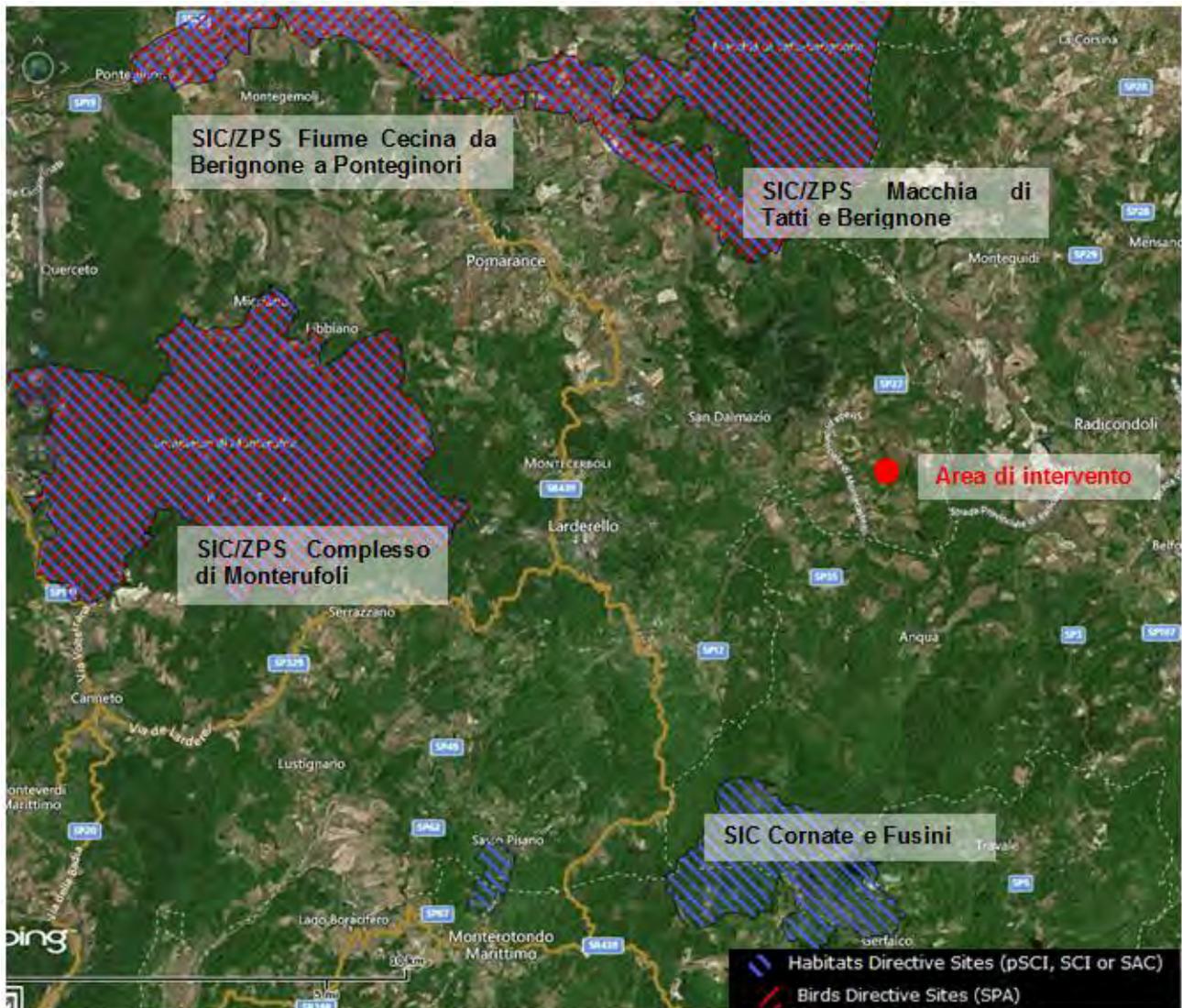


Figura 19: Rete Natura 2000 (fonte <http://natura2000.eea.europa.eu/#>)

Analogamente l'area non ricade in aree protette (Figura 20): il sito più vicino si trova a circa 4 km a nord ed è la Riserva Naturale Provinciale "Foresta di Berignone" in parte coincidente con il SIC/ZPS "Macchia di Tatti – Berignone".

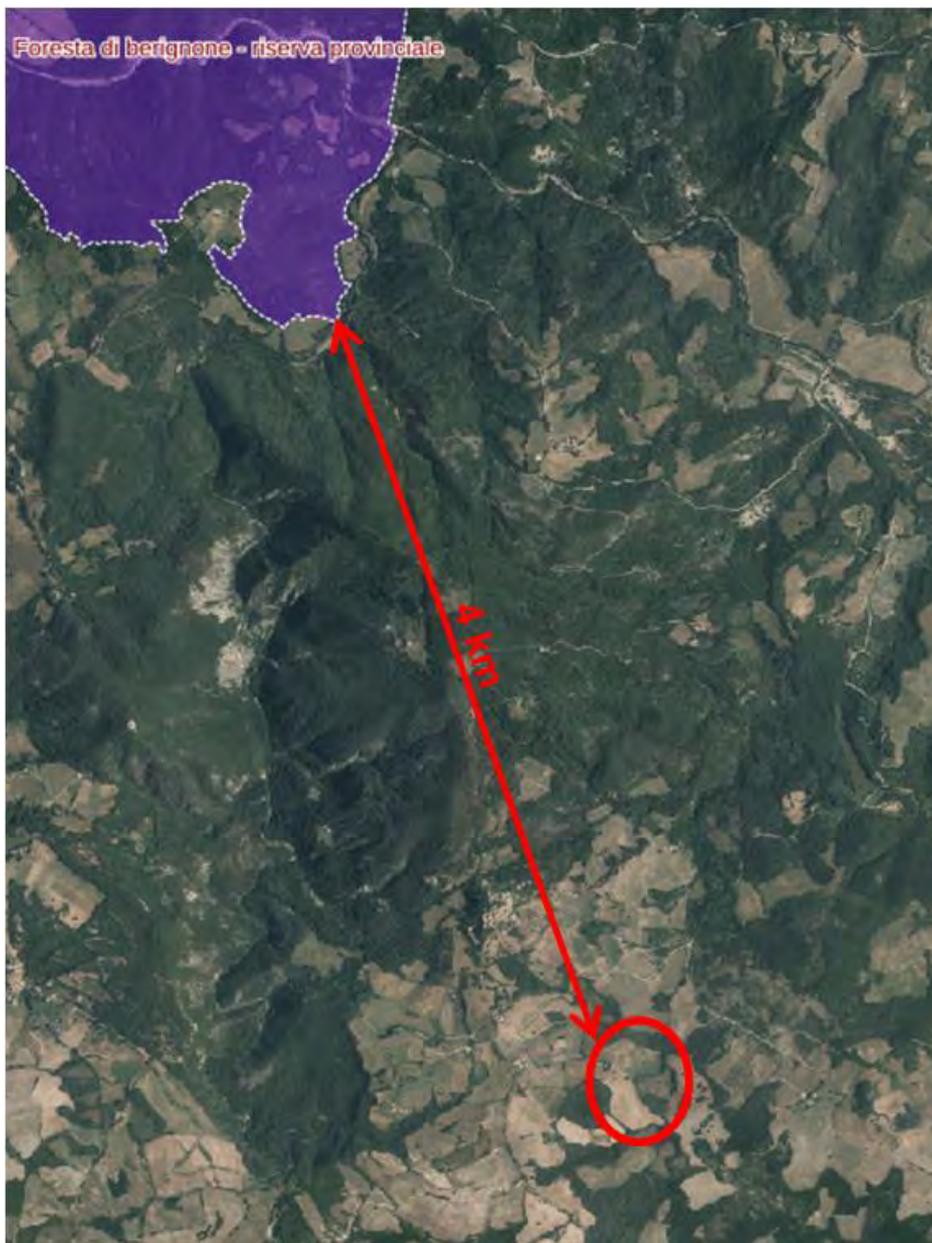


Figura 20: Riserva Naturale Provinciale “Foresta di Berignone” (Fonte: <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.htm#>)

Si segnala inoltre che a circa 800 m di distanza dall’area di intervento in direzione nord est è presente il Sito di Interesse Regionale (SIR) “Valle del Pavone e Rocca Sillana” (Figura 21).

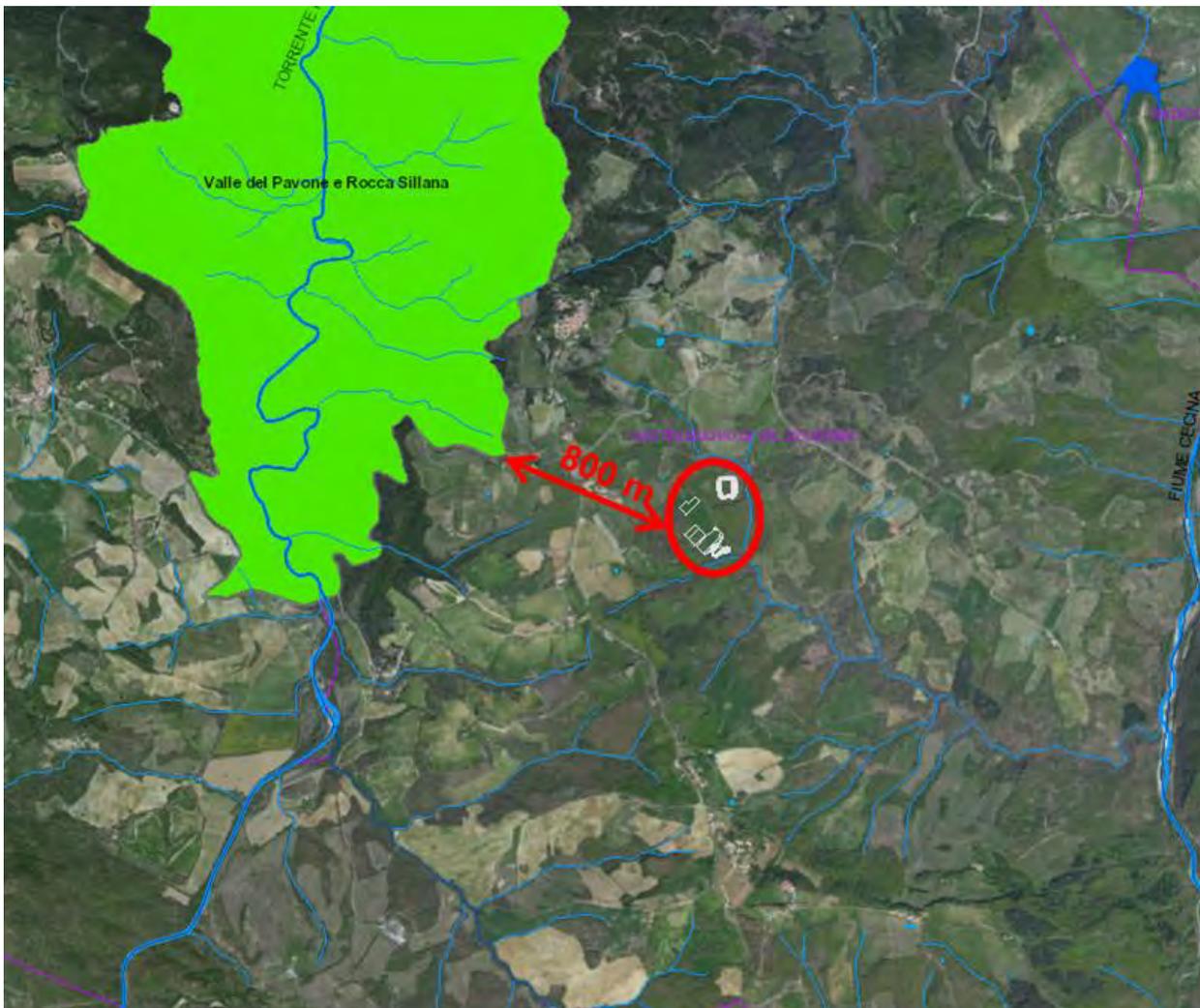


Figura 21: Sir "Valle del Pavone e Rocca Sillana"

L'area di intervento non ricade né in siti facenti parte della Rete Natura 2000 né in aree protette.

2.1.7 Vincoli

- Rete Natura 2000 e Aree protette (vedi paragrafo 2.1.6): l'area non insiste su alcun sito Natura 2000, i siti più vicini si trovano a circa 5 km a nord dell'area d'intervento (Siti di Interesse Comunitario – SIC e Zone di Protezione Speciale – ZPS "Fiume Cecina da Berignone a Ponteginori" e "Macchia di Tatti e Berignone"). Analogamente l'area non ricade in aree protette: il sito più vicino si trova a circa 4 km a nord ed è il Parco Provinciale "Riserva Naturale Foresta di Berignone" in parte coincidente con il SIC/ZPS "Macchia di Tatti – Berignone". Inoltre l'area non ricade in alcun Sito di Interesse Regionale (SIR): il sito più vicino si trova a circa 800 m di distanza dall'area di intervento in direzione nord est (SIR "Valle del Pavone e Rocca Sillana"). Le opere connesse al Progetto non interferiscono con alcun sito della Rete Natura 2000 e con aree protette.
- Vincolo paesaggistico: l'area destinata alla realizzazione del Progetto risulta libera da vincoli paesaggistici, ad eccezione delle aree boscate adiacenti all'area di progetto, e parzialmente interessate dall'intervento, le quali sono tutelate ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04. La strada di accesso all'area dell'impianto e delle opere connesse comporterà infatti una modifica alle aree boscate attraversate in



quanto saranno realizzati dei tagli della vegetazione. Pertanto l'intervento relativo alla strada di accesso è interessato da vincolo paesaggistico.

- Vincolo Idrogeologico (Figura 22): l'area destinata alla realizzazione del Progetto è soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi del Regio Decreto 3267/1923.
- Istituti Faunistici: il territorio nel quale si colloca l'area di intervento per la costruzione dell'Impianto Pilota e della strada di accesso è interessato dalla presenza della Zona di ripopolamento e cattura (ZRC) n. 27 "Montecastelli - Le Serre". Le ZRC sono Istituti Faunistico Venatori che hanno lo scopo di preservare la riproduzione naturale di Lepre e Galliformi e fanno parte della Rete primaria della struttura ecologica provinciale. Dal Piano Faunistico Venatorio della Provincia di Pisa 2012-2015 si evince che l'area di Montecastelli è elencata tra le ZRC scadenti per le caratteristiche attuali e sulle quali i limiti esistenti su uno o più parametri gestionali non consentono di garantire una ripresa sufficiente di funzionalità. Per tali Zone si prevede la trasformazione o la cessazione. Nello specifico il Piano Faunistico per la ZRC di Montecastelli descrive che *"La presenza del Cinghiale rende difficoltosa la produzione naturale delle specie in indirizzo e gli altri Ungulati (Capriolo e Daino) rendono difficile il rapporto con gli agricoltori coinvolti. I risultati conseguiti e le problematiche suddette indicano la necessità di conversione della ZRC in ZRV, per la quale potranno essere sfruttate le strutture di ambientamento già realizzate nel 2012"*. Le ZRV sono Zone di Rispetto Venatorio istituite dalla Provincia su proposta degli ATC. Tali istituti sono individuati ed istituiti prioritariamente con lo scopo di proteggere la fauna piccola stanziale (Lepre e Galliformi) immessa a scopo venatorio, quindi assolvono finalità venatorie collegate al miglioramento delle possibilità di sopravvivenza e di successivo irradiazione nelle aree di immissione appositamente individuate sul territorio. Secondariamente, tali istituti assolvono il ruolo di conservazione e produzione della fauna in relazione alle condizioni di divieto di caccia, idoneità ambientale ed alle operazioni gestionali che in essi vengono svolte per lo scopo primario suddetto (miglioramenti ambientali a fini faunistici, mangiatoie, controllo delle specie antagoniste, ecc.).

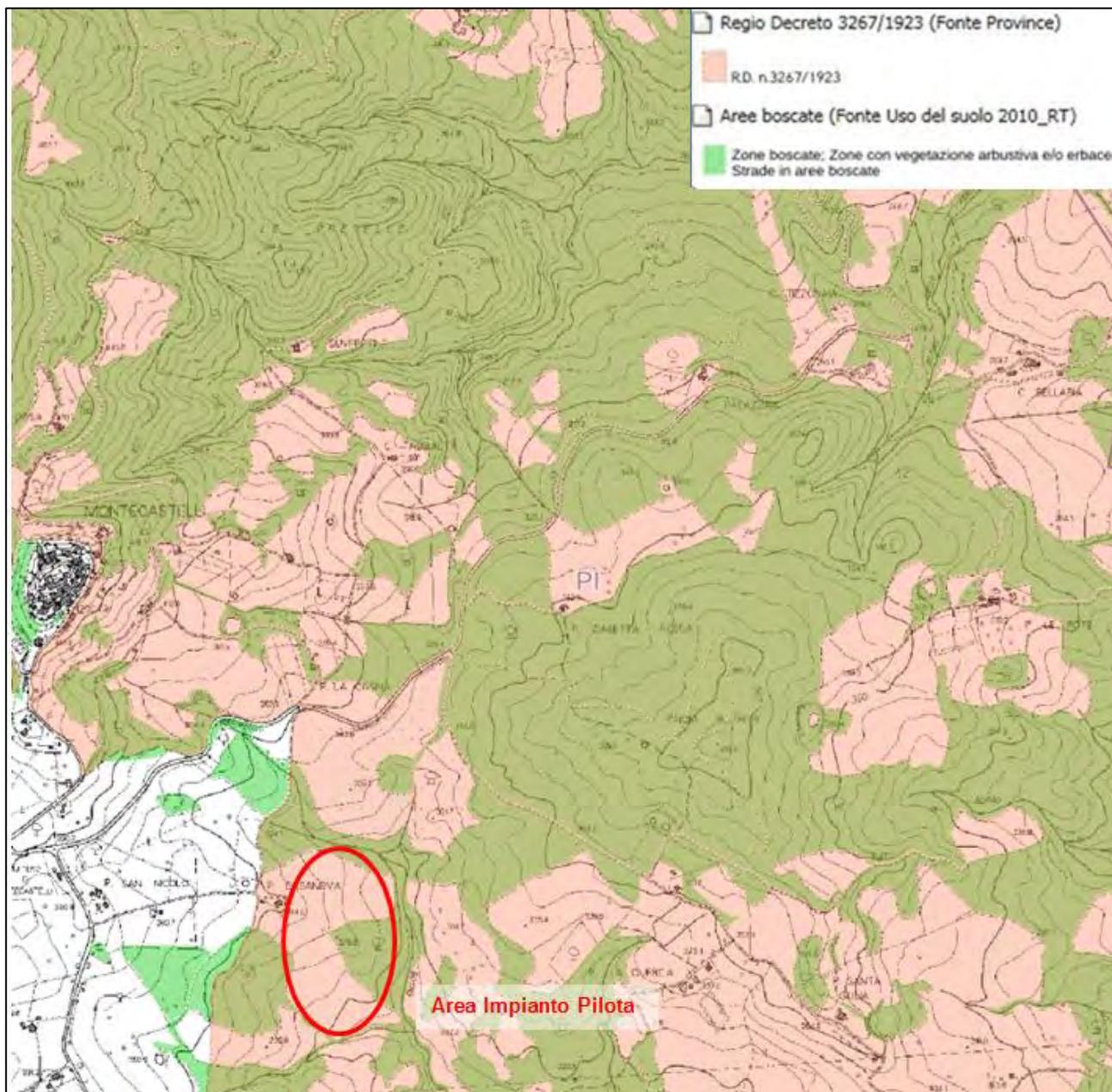


Figura 22: Vincolo idrogeologico (<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/idrogeol.html>)



L'area di intervento per la realizzazione del Progetto:

- non ricade né in siti facenti parte della Rete Natura 2000 né in aree protette;
- è soggetta a vincolo paesaggistico in quanto la strada di accesso attraversa un'area boscata tutelata ai sensi dell'Art. 142 del D.Lgs. 42/2004;
- è soggetta a vincolo idrogeologico;
- è compresa nel territorio dell'Istituto Faunistico Venatorio "ZRC - Le Serre".



3.0 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

3.1 Analisi delle alternative

3.1.1 Alternativa zero

L'alternativa zero comporta la non realizzazione del Progetto.

Questa scelta risulterebbe non coerente con gli obiettivi della legislazione energetica nazionale e comunitaria in materia di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (cui appartiene l'impianto in progetto) che sono definiti di "pubblica utilità, nonché urgenti ed indifferibili" in quanto consentono di evitare emissioni di CO₂ ed NO_x altrimenti prodotti dagli impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da fonti convenzionali.

Inoltre, l'alternativa zero determinerebbe l'impossibilità di verificare il potenziale di coltivazione della risorsa geotermica nel permesso di ricerca di fluidi geotermici finalizzato alla sperimentazione dell'impianto geotermico pilota Castelnuovo.

3.1.2 Criteri localizzativi e scelta finale

All'interno del permesso di ricerca "Castelnuovo", l'ubicazione del Progetto è stata effettuata seguendo criteri localizzativi che minimizzassero l'impatto ambientale. Nella Tabella seguente sono riportati i criteri adottati e le conseguenti scelte progettuali.

Tabella 1: Criteri localizzativi del Progetto

Criteri localizzativi	Scelta progettuale
Esclusione di aree ricadenti o prossime ad aree naturali protette, a SIC, ZPS etc..	Il Progetto non ricade all'interno di aree naturali protette, SIC o ZPS. A circa 800 m dal Progetto è presente il SIR "Valle del Pavone e Rocca Sillana"
Esclusione di aree soggette a vincolo archeologico	Il Progetto non ricade all'interno di aree soggette a vincolo archeologico. Il bene vincolato più vicino è rappresentato dalla Tomba etrusca Buca delle Fate, distante circa 550 m dal Progetto
Esclusione di aree soggette a vincolo paesaggistico	Il Progetto ricade parzialmente all'interno di aree soggette a vincolo paesaggistico
Esclusione di aree a pericolosità geomorfologica elevata	Il Progetto non ricade all'interno di aree soggette a pericolosità geomorfologica alta
Esclusione di aree con colture agricole di particolare pregio	Il Progetto non ricade all'interno di aree con presenza di colture agricole di pregio
Esclusione di aree con presenza di piante ad alto fusto o di pregio	Il Progetto non ricade all'interno di aree con presenza di piante ad alto fusto o di pregio
Esclusione di aree distanti <200 m da centri abitati e/o case sparse	Il Progetto dista circa 1 km dal centro di Montecastelli Pisano e circa 400 m dalla più vicina abitazione
Evitare, nei limiti del possibile, attraversamenti di corsi d'acqua	Il Progetto non implica attraversamenti di corsi d'acqua principali
Privilegiare aree distanti da beni di pregio architettonico, storico o di utilità sociale	Il Progetto dista circa 150 m dal podere Casanova, individuato dal PTCP come bene di valore culturale di livello provinciale
Privilegiare aree facilmente raggiungibili dalla viabilità esistente	Il Progetto dista circa 600 m dalla SP 27
Privilegiare aree poco visibili dai centri abitati	Il Progetto non risulta visibile dal centro abitato di Montecastelli Pisano, fatta eccezione per la vasca di accumulo di acqua
Privilegiare minor occupazione di suolo	Posizionamento degli impianti di generazione



Criteri localizzativi	Scelta progettuale
	elettrica in stretta adiacenza alla postazione di produzione e di reiniezione, al fine di evitare la costruzione di vapordotti

3.1.3 Criteri tecnologici e scelta finale

Il Progetto, mediante l'applicazione di soluzioni tecnologiche innovative, prevede la realizzazione di un impianto "a ciclo chiuso" (senza emissioni aeriformi in atmosfera), con totale reimmissione dei fluidi e dei gas incondensabili nelle stesse formazioni geologiche di provenienza.

Le principali caratteristiche innovative del Progetto sono:

- La realizzazione di tutti i pozzi da una sola postazione.

Verrà realizzato un primo pozzo sub-verticale e i pozzi successivi utilizzando tecniche di perforazione direzionale che comportano vantaggi in termini di riduzione dei costi (opere civili, infrastrutture per l'approvvigionamento idrico, mob/demob dell'impianto di perforazione, attrezzature di superficie, vapordotti, etc.), di riduzione dell'occupazione di suolo, con conseguente minore impatto ambientale del progetto, e di riduzione dei tempi non essendovi necessità di spostare l'impianto su altre postazioni.

- La reiniezione totale dei fluidi estratti (fluido condensato in centrale e gas non condensabili NCG) all'interno delle stesse formazioni di estrazione per evitare la depressurizzazione del serbatoio e per eliminare le emissioni in atmosfera.

La reiniezione in serbatoio dei fluidi estratti avverrà reimmettendo le condense per caduta o con pressione di poche unità di bar a testa pozzo, mentre i NCG saranno rilasciati in profondità nel flusso liquido discendente mediante un tubing con appositi centralizzatori appositamente collegato alla testa pozzo. Il punto di rilascio, dove sarà posizionato un gas sparger (diffusore), verrà stabilito in modo tale che la velocità di flusso e la pressione idrostatica consentano il rilascio del fluido all'interno delle stesse formazioni che costituiscono il serbatoio di estrazione.

Nell'ottica di ridurre il numero dei pozzi, è stata analizzata la fattibilità di uno schema di reiniezione che prevede l'utilizzo di un unico pozzo di reiniezione, nel quale i due fluidi (condensato e gas incondensabili) vengono immessi attraverso due tubazioni concentriche calate in pozzo e fluiscono parallelamente e separati fino ad una certa profondità alla quale si miscelano e scendono in un'unica corrente. Allo scopo è stata realizzata una simulazione numerica del pozzo in collaborazione con Geothermex-Shlumberger, utilizzando il software modellazione di flussi multifase OLGA, in grado di modellare l'iniezione di gas incondensabili (prevalentemente anidride carbonica, al 98%) nella corrente liquida. In particolare è stata usata la versione di OLGA "Compositional Tracking", con la quale le proprietà dei fluidi sono calcolate usando la composizione chimica locale istantanea. L'analisi è stata condotta valutando l'impatto di alcune variabili sul sistema, tra cui la profondità di mixing per le due correnti fluide. Dai risultati del modello, la reiniezione attraverso un solo pozzo risulta fattibile. In nessuno degli scenari simulati si è assistito ad un ritorno dei gas in superficie, né ad un accumulo sotto il punto di mixing.

- Impiego di una centrale a ciclo binario che utilizza come fluido di lavoro un fluido non infiammabile e non esplosivo.

Gli studi condotti sul sito specifico hanno permesso di ricostruire le caratteristiche chimico fisiche della risorsa geotermica e su queste informazioni di partenza è stato prescelto il fluido organico in grado di adattarsi al meglio alla curva di rilascio del calore del fluido geotermico, ottimizzando l'effetto utile.

La massimizzazione del rendimento complessivo del sistema è ottenuta anche tramite la selezione di un turboespansore ad elevata efficienza, ottimale per la portata volumetrica di fluido organico prescelta, e di un recuperatore, posizionato a valle della turbina, in grado di sfruttare il calore ancora



disponibile nel fluido allo scarico della stessa. Ciò permette di ridurre il calore da dover asportare tramite il condensatore, e di conseguenza, di ridurre le dimensioni e gli ingombri dello stesso.

La caratteristica di poter massimizzare l'efficienza netta del sistema è stata coniugata con l'esigenza, nel rispetto del principio di un impianto sicuro e non inquinante, di utilizzare sostanze atossiche e non infiammabili. La risposta a queste esigenze è il refrigerante R245fa (pentafluoropropano).

- Assenza di consumo idrico.

La condensazione del fluido di lavoro verrà eseguita tramite un sistema di raffreddamento ad aria con il vantaggio ambientale di lavorare con consumo idrico nullo.

- Applicazione di soluzioni architettoniche innovative "site-specific", costruito specificamente per il contesto, per l'inserimento ambientale e paesaggistico del progetto.

Un'altra scelta impiantistica fondamentale del Progetto è stata la progettazione della centrale a ciclo binario in adiacenza alla postazione di produzione. Ciò consentirà di evitare la costruzione di vapordotti di alimentazione della centrale, in quanto la bocca-pozzo sarà messa in collegamento diretto con lo scambiatore della centrale con un breve tratto di vapordotto di connessione. Questa scelta rappresenta un aspetto qualificante del progetto dal punto di vista ambientale, in quanto si eviteranno condutture fuori terra, che tradizionalmente si sviluppano su tracciati che possono superare i 3 km, con vari effetti negativi sul paesaggio e sulla accessibilità del territorio.

Il pozzo per la reimmissione dei fluidi geotermici nelle formazioni geologiche di provenienza verrà realizzato sulla medesima postazione dei pozzi di estrazione, evitando sia la realizzazione di una seconda postazione di perforazione sia la realizzazione delle condotte per il trasporto dei fluidi (condensato e gas non condensabili) a grandi distanze.

La realizzazione di queste infrastrutture necessarie all'estrazione e reimmissione di fluido geotermico è stata valutata attentamente in fase di progettazione puntando alla mitigazione e l'integrazione ambientale, così come tutto l'impianto nella sua globalità.

3.2 Descrizione del Progetto

Il Progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere (Figura 23):

- viabilità di accesso;
- area di stoccaggio mezzi e materiali (temporanea);
- postazione di perforazione;
- vasche di accumulo acqua;
- area per la costruzione della centrale;
- pozzi geotermici (due di produzione e uno di reiniezione);
- centrale geotermoelettrica.

Inoltre saranno realizzate tutte le opere civili a servizio del Progetto, quali impianti tecnologici ed opere di sostegno.

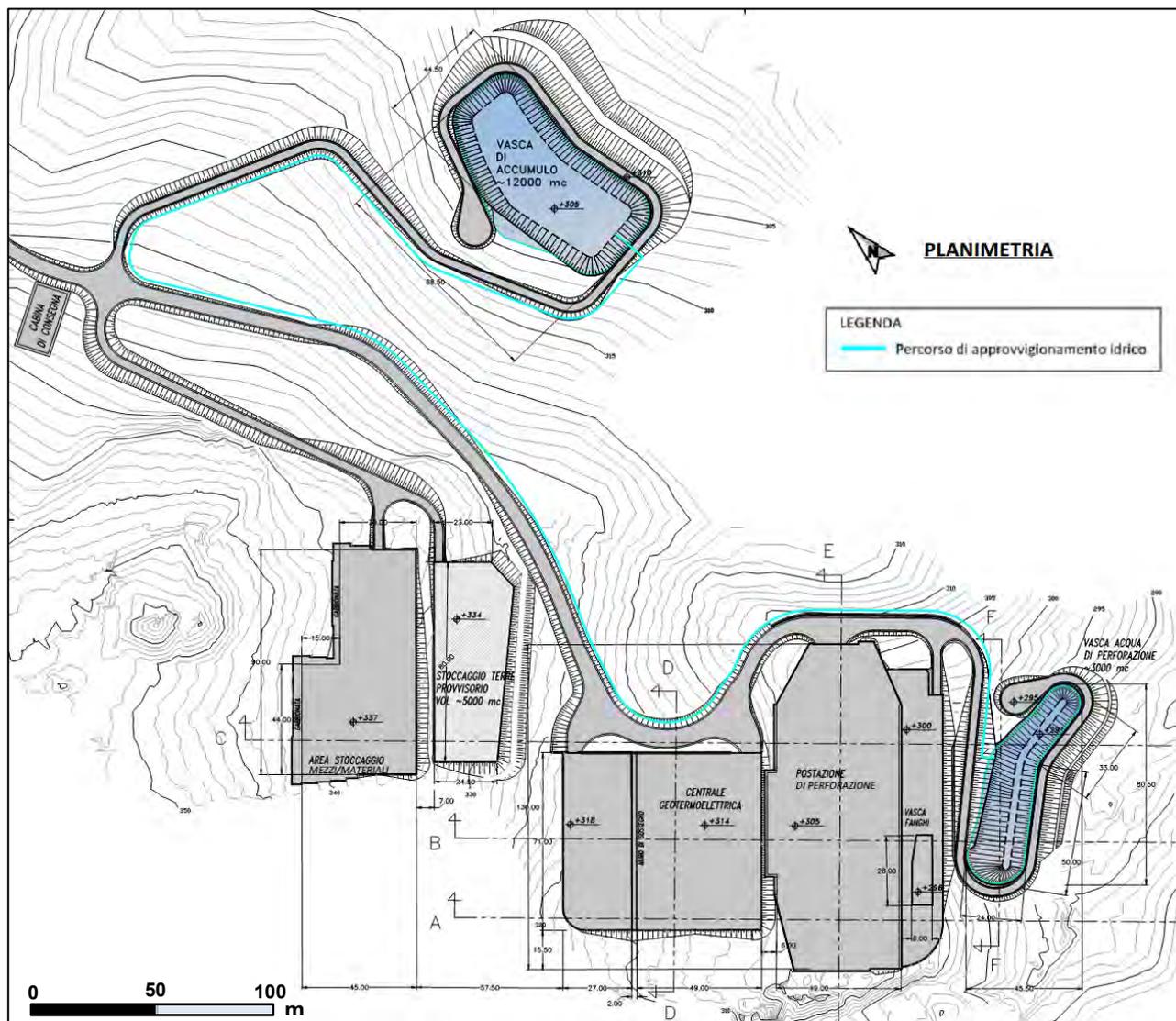


Figura 23: Layout di Progetto

3.2.1 Perforazioni

Il Progetto prevede la realizzazione di tre pozzi geotermici, di cui due di estrazione ed uno di reiniezione, tutti ubicati all'interno di una piazzola di perforazione, come meglio descritto nell'Elaborato "Progetto di Perforazione".

La postazione di perforazione (cfr. § 3.2.3.1) richiede la predisposizione di una superficie pianeggiante avente dimensioni 130 m x 50 m ed atta ad ospitare sia l'impianto di perforazione che le altre attrezzature ausiliarie (impianto trattamento fango, baracche, gruppi elettrogeni, serbatoi di gasolio etc.). In Figura 24 si riporta la disposizione del cantiere di perforazione prevista dal Progetto.

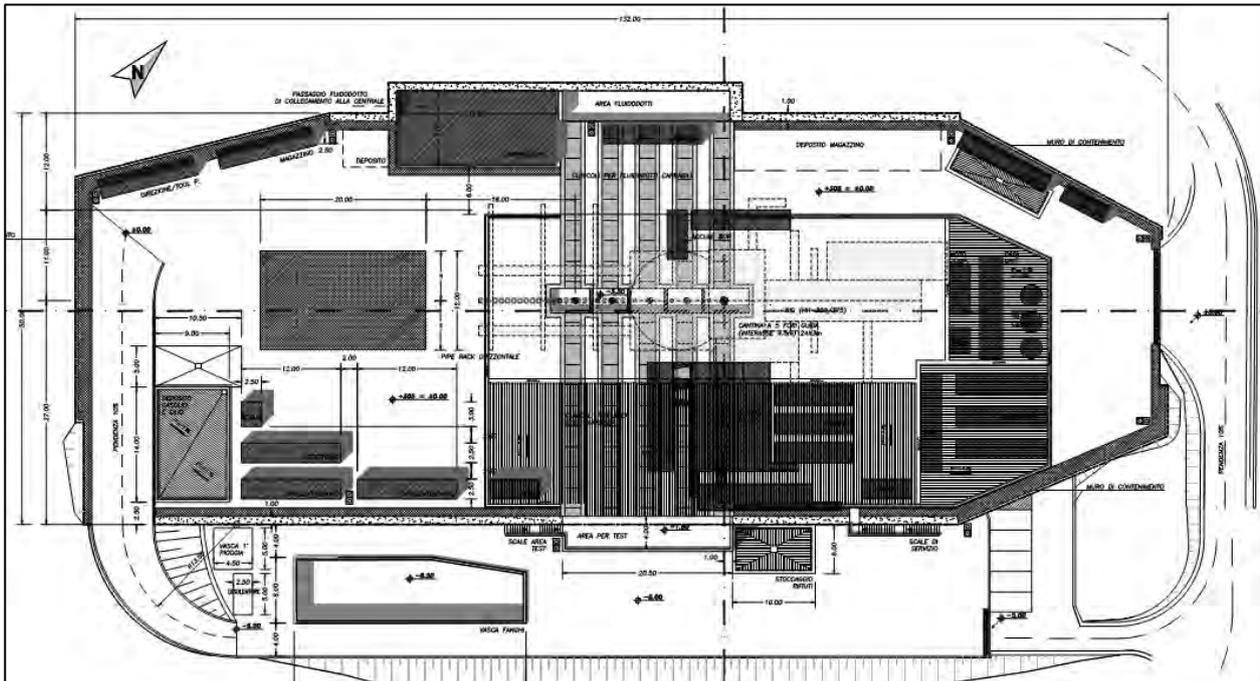


Figura 24: Layout della postazione di perforazione in fase di cantiere

La cantina di perforazione dei pozzi sarà costituita da uno scavo rettangolare avente larghezza 3 m, lunghezza 24 m e profondo 3,5 m. Il fondo della cantina e le pareti saranno realizzate in cemento armato per garantirne la stabilità, tenendo conto dei mezzi e macchinari operanti nell'intorno della medesima.

Una volta perforato il primo pozzo, la profondità del serbatoio e le sue caratteristiche saranno meglio note quindi le perforazioni successive saranno realizzate utilizzando tecniche di perforazione direzionale che consente, appunto, la perforazione di altri pozzi da una singola postazione, comportando i seguenti vantaggi:

- riduzione dei costi (opere civili, infrastrutture per l'approvvigionamento idrico, mob e demob dell'impianto di perforazione, attrezzature di superficie, vapordotti, etc.);
- riduzione dell'occupazione di suolo, con conseguente minore impatto ambientale del Progetto;
- riduzione dei tempi di mob-demob (mobilitazione-smobilitazione) (ci sarà solo uno spostamento di alcuni metri dell'impianto sulla stessa postazione).

3.2.1.1 Impianto idraulico di perforazione

Nelle perforazioni geotermiche, l'impianto deve avere un'ampia capacità di gestire situazioni particolari quali prese di batterie, bloccaggio nella discesa dei casing, perforazione senza circolazione di fluido, etc.. L'impianto di perforazione deve avere anche pompe fango dimensionate per le profondità e diametri da perforare.

I parametri minimi sono stati identificati in base a:

- profondità totale fino 4.000 m;
- velocità di avanzamento (tripping speed) di 120 ft/min (ft/min = piedi al minuto);
- pressione massima di 3.500 psi (psi = libbre per pollice quadrato) durante la perforazione della fase 17 ½" con una portata di 900 galloni/min (~ 3400 lt/min).



L'attività di perforazione verrà eseguita impiegando impianti specifici per le attività di ricerca geotermica (ad esempio i modelli Drillmec della serie HH, che hanno ingombri ridotti sia per la superficie occupata che in altezza (Figura 25 e Figura 26).



Figura 25: Confronto impianti di perforazione idraulici e convenzionali (fonte: www.drillmec.com e www.bauerdeepdrilling.com)

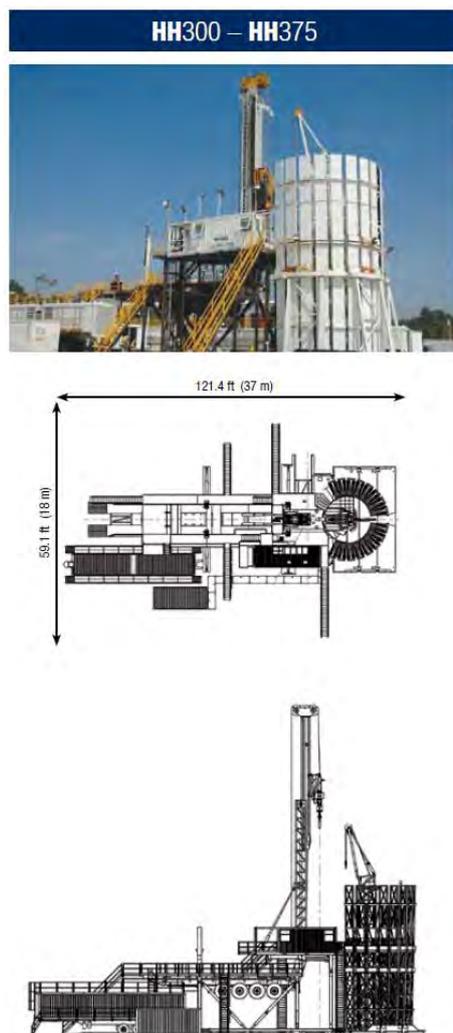


Figura 26: Dimensioni impianti Drillmec 300-375 (fonte: www.Drillmec.com)



I principali componenti di un impianto di perforazione di tipo idraulico sono:

- torre telescopica sulla quale scorre il *top drive* (*motore che impone rotazione e peso alla batteria di perforazione*);
- *top drive*, che raggruppa in un unico sistema l'equipaggiamento per la movimentazione automatizzata delle aste, il motore che permette la rotazione della batteria e la testina di iniezione;
- argano, che aziona il cavo principale;
- taglia fissa e mobile, che movimentano la batteria di perforazione;
- sottostruttura in cui alloggiavano la testa pozzo e il dispositivo di *Blow Out Preventer* (dispositivo di sicurezza anti-eruzione) (BOP);
- pompe e sistema fango per la circolazione in pozzo;
- gruppi elettrogeni e/o motori diesel.

La perforazione è realizzata mediante uno scalpello supportato da una batteria di elementi tubolari (aste) di adeguate caratteristiche meccaniche. Il sistema delle aste è messo in rotazione dall'impianto, attraverso il *top drive*.

L'utilizzo del *top drive*, rispetto alla tavola rotary impiegata negli impianti tradizionali, offre i seguenti vantaggi operativi:

- possibilità di "perforare in lunghezza", ovvero di aggiungere le aste a lunghezze e non singolarmente;
- riduzione del tempo per la connessione delle aste, con minor rischio di incidenti per il personale di sonda;
- possibilità di eseguire la connessione delle aste potendo contemporaneamente far circolare il fango e ruotare la batteria, operazione impossibile con la tavola rotary e utile per prevenire le prese di batteria.

Poichè durante la perforazione il maggior rischio è rappresentato da possibili migrazioni in superficie di liquidi o gas in pressione, in testa al pozzo è prevista l'installazione di un dispositivo di sicurezza denominato BOP (*Blow Out Preventer*) costituito da una valvola a comando idraulico che permette l'immediata chiusura del pozzo in caso di eventuale eruzione di gas o liquidi in pressione, anche in presenza al suo interno delle aste di perforazione che, in caso di emergenza, sono tranciate dalle ganasce del BOP. Sarà utilizzato un BOP con pressione di confinamento pari a circa 22 MPa.

La perforazione verrà eseguita mediante la tecnologia della circolazione diretta con fango bentonitico, trattato con soda caustica per mantenerne il pH, che garantirà la risalita del detrito solido palabile di perforazione (*cutting*) ed il raffreddamento dello scalpello. La colonna di fango consentirà inoltre di eseguire la perforazione in sicurezza grazie alla pressione esercitata dal fluido a fondo pozzo. In caso di perdita di circolazione si procederà alla perforazione con colonna d'acqua.

La bentonite è un materiale di origine minerale ottenuto dalla montmorillonite (un tipo di argilla), macinata per ottenere il grado di finezza più appropriato e trattata termicamente per facilitare una rapida idratazione in fase di preparazione del fango. Occorre ricordare che la bentonite trova impiego anche nell'industria vinicola, alimentare e nella cosmesi ed è un materiale atossico ed assolutamente compatibile con l'ambiente.

Considerando la natura e la profondità dei pozzi da perforare è stato progettato il seguente profilo tecnico (tutte le profondità citate sono misurate rispetto al livello del suolo - Figura 27):

- Fase 30 " tubo guida (*conductor pipe* – C.P.) spinto a rifiuto fino a circa 35 - 40 m;
- Fase R.B. 23 " con Casing di 18 5/8" fino a 400 m;



- Fase R.B. 17 1/2 " con Casing di 13 5/8" fino a 1.100 m;
- Fase R.B. 12 1/4 "con Liner (tubazione in acciaio) di 9 5/8" fino a 2.200 m;
- Fase R.B. 8 1/2 " in Open Hole (OH – foro aperto) a profondità verticale totale(TVD) 3.500 m.

HOLE		WELL SCHEMATIC	
SIZE inches	DEPTH (m) Hole (Ohoe) TVD	CASING PROFILE	
30"	[40] - Driven	30" CP	
23	400 [400]	18 5/8"	
17 1/2"	1100 [1100] 1000 m TOL	13 3/8"	
12 1/4"	2200 [2200]	9-5/8"	
8 1/2"	3500 Open hole		

Figura 27: Profilo tecnico dei pozzi

Tale profilo tecnico sarà riesaminato e ottimizzato nella fase di progettazione esecutiva.

I fluidi di perforazione impiegati durante la perforazione avranno delle caratteristiche fisiche e chimiche specifiche, in relazione al terreno in sito. Il monitoraggio dei parametri del fango è necessario affinché sia sempre garantita la circolazione del fluido di perforazione e l'asporto in superficie del detrito solido palabile (*cutting*): con l'aumento della profondità e della temperatura la viscosità del fango sarà controllata con l'aggiunta di disperdenti semplici. Il servizio di controllo dei fanghi sarà affiancato dalla caratterizzazione petrografica dei detriti finalizzata alla ricostruzione stratigrafica.



Il fango sarà utilizzato fino a quando si verificherà la prima importante perdita di circolazione, in seguito la perforazione procederà senza ritorno di circolazione con semplice acqua e pompaggio di cuscini di fango ad alta viscosità per la pulitura del foro in ogni connessione, o una combinazione di acqua e aria.

La separazione del detrito di perforazione dal fango bentonitico avverrà attraverso un apposito impianto di trattamento del fango costituito da vasche, vibrovagli (con maglie di diverse misurazioni) e degasatore (cfr. § 3.2.1.2). Significativi volumi di fango potranno essere riutilizzati dalla fase 23" alla fase 17 ½".

3.2.1.2 Impianto trattamento fango di perforazione

Si riporta come riferimento il sistema fango degli impianti di perforazione Drillmec HH-300/HH-375 così composto:

- vasca di aspirazione di 48,5 m³, attrezzata con 7 agitatori;
- unità di miscelazione, costituita da una vasca di 63,3 m³, 6 agitatori, 2 pompe centrifughe e 2 tramogge;
- unità di trattamento, costituita da una vasca di 38,2 m³ (suddivisa nei comparti settore separatori a sabbia *sand trap section* da 6,7 m³, ingresso ed uscita dal degasatore – degasser da 16,5 m³ e da 15 m³), 4 agitatori, 3 vibrovagli ed 1 degasatore;
- vasca acqua da 54,5 m³, completata da 2 pompe centrifughe;
- vasca detriti solidi (palabili) da 250 m³, posizionata sotto i vibrovagli;
- vasca fanghi interrata in cemento armato da circa 745 m³, posizionata a quota inferiore rispetto all'impianto, nella quale confluiscono anche le acque di prima pioggia della postazione di perforazione.

I vibrovagli sono apparecchiature che hanno il compito di setacciare il fango bentonitico di risalita, separando i *cutting* ed i fanghi più densi dal resto del fango di perforazione che, così filtrato, finisce in apposita vasca. Il fango esce dalla bocca pozzo attraverso il *conductor pipe* ed è inviato ai vibrovagli, preposti alla separazione della maggior parte del *cutting*. Il vibrovaglio è una macchina dotata di una o più reti sovrapposte, con maglie di varia apertura, leggermente inclinate e poste in vibrazione da alberi rotanti squilibrati con masse eccentriche. La forma, l'ampiezza e la frequenza delle vibrazioni dipendono dalle caratteristiche del fango da trattare e devono essere facilmente modificabili per ottimizzare il tempo minimo di permanenza sulla rete. La dimensione dei *cutting* eliminabili ai vibrovagli dipende dalle aperture delle reti utilizzate, anche se in pratica non scende mai sotto i 100 µm. Il *cutting* più fango addensato, definito come residuo palabile, viene trasferito per caduta ad una vasca di raccolta mobile posizionata sotto i vibrovagli.

Il degasatore è una apparecchiatura per l'eliminazione dei gas presenti. Durante la perforazione il gas contenuto nei pori delle rocce può entrare in pozzo e formare una soluzione o un'emulsione con il fango. L'ingresso di piccoli quantitativi di gas è inevitabile quando si perforano rocce sature di gas, ma si possono avere ingressi consistenti quando la pressione del fango a fondo pozzo diventa minore di quella del gas contenuto nei pori della roccia. Piccoli quantitativi di gas presente in fanghi a bassa viscosità si liberano sul vibrovaglio, per semplice aerazione. Se ciò non è sufficiente, l'intera portata di fango è inviata ad attrezzatura specifica, denominata degasatore e costituita da un recipiente chiuso che funziona secondo due diversi principi, per depressione con pompa a vuoto, oppure per agitazione e turbolenza meccanica. Il gas separato è in seguito bruciato nell'apposita fiaccola, collegata alcollettore di soffocamento (*choke manifold*) nei pressi dell'impianto ed installata a distanza di sicurezza all'interno dell'area vasche limitrofa al bordo piazzale.

Il residuo palabile ed i reflui, a seguito della loro caratterizzazione, vengono trattati come rifiuto con i codici CER appropriati e trasportati periodicamente da ditte specializzate con autobotti e camion con cassone telonato impermeabile presso idonei impianti di smaltimento.



Figura 28: Esempi di codici CER

3.2.1.3 Sistema di rilevazione dei gas endogeni

Durante la fase di perforazione saranno monitorate in continuo potenziali emissioni di CO₂, idrocarburi e H₂S, tramite appositi sensori posti in corrispondenza del sistema fango, nello specifico sistema vagliatura del detrito. Tali dati, registrati, saranno visionati in cantiere ed in sede centrale e qualsiasi emissione di gas dal pozzo, che avvenga sia nelle normali fasi di perforazione che in caso di eventuale blow-out, viene registrata e permette, in caso di superamento di prestabilite soglie di preallarme ed allarme, l'attivazione di appositi sensori acustici e luminosi posizionati in più punti dell'impianto e la conseguente messa in atto, da parte del personale, di specifiche procedure di sicurezza.

La cantina di perforazione è profonda 3,5 m dal p.c. in modo da poter consentire un agevole spostamento in linea dell'impianto, nonché un impatto visivo nullo in fase di smobilitazione dell'impianto, in quanto le valvole e le condotte rimangono posizionate sotto il piano campagna.

Le operazioni all'interno di essa saranno eseguite da personale tecnicamente qualificato, dotato di apposito dispositivo di rilevamento di concentrazioni di CO₂, H₂S, ed altri gas al fine di garantire la salubrità e la sicurezza dell'ambiente di lavoro e di autorespiratori.

3.2.1.4 Descrizione delle prove in foro previste

L'obiettivo principale delle prove previste e sottoelencate è quello di raccogliere i dati necessari per migliorare le conoscenze geologiche del sottosuolo e per definire, con il maggior dettaglio possibile, le caratteristiche del serbatoio nel suo complesso e per la gestione ottimale della risorsa geotermica durante la successiva fase di esercizio. Il programma minimo per la raccolta dati, compresa la registrazione dei parametri di perforazione e il collaudo dei pozzi comprende:

- Raccolta di detriti di perforazione, controllo del fango di perforazione e integrazione dei dati geologici e di perforazione durante le operazioni (*'mud logging'*);
- Acquisizione dei profili di temperatura/pressione all'inizio ed al completamento di ogni fase;
- Prove di iniettività, eseguite con acqua durante la perforazione per valutare le caratteristiche dei livelli permeabili intercettati dal pozzo;
- Prove brevi di erogazione, eseguite alla fine della perforazione e finalizzate alla valutazione preliminare delle caratteristiche del sistema geotermico.

3.2.1.4.1 Prove brevi di erogazione

Al completamento di ogni pozzo sarà condotta una prova di erogazione, necessaria a spurgare il pozzo e utile a valutare la capacità di produzione iniziale e le caratteristiche del serbatoio geotermico in prossimità del pozzo. L'erogazione è subordinata alla capacità del pozzo di erogare autonomamente (eventualmente dopo induzione).

Al fine di condurre le prove saranno utilizzate apparecchiature standard (vedi "Progetto di perforazione", James testing facility).



L'impianto di superficie sarà dotato delle valvole di regolazione e di intercettazione necessarie per la modulazione delle condizioni di produzione del pozzo.

Parte delle valvole potranno essere a movimentazione meccanizzata (elettromeccanica, pneumatica od oleodinamica) per la gestione remota della apertura/chiusura. Tali attrezzature garantiranno un elevato grado di sicurezza durante la gestione delle prove.

Tali apparecchiature sono atte a ricevere il flusso di vapore e sono costituite da un impianto test di superficie collegato al 4 vie della testa pozzo, attraverso tubazioni equipaggiate con strumentazione (per misure di Pressione (P), Temperatura (T) e Portata (Q) e con valvole di intercettazione ("shut-off") e di regolazione ("throttle").

Nel caso di un flusso di vapore saturo l'impianto test di superficie sarà costituito da un separatore atmosferico collegato alla testa pozzo e ad una vasca di stramazzo, ed un silenziatore per la attenuazione del rumore. La fase liquida del flusso di fluido geotermico, con l'eventuale trascinato solido, sarà convogliata alla vasca fanghi e successivamente smaltita.

Se all'interno del fluido geotermico fossero presenti sostanze acide (cloruri), potrebbe essere utilizzato un opportuno impianto di lavaggio del vapore.

3.2.1.4.2 Test di produzione o prove di lunga durata

Dopo il completamento di ogni pozzo sarà condotta una prova di produzione per valutare la capacità di produzione iniziale del pozzo e per valutare ulteriormente le caratteristiche del serbatoio geotermico. L'esecuzione di questo test è subordinata alla capacità del pozzo a produrre senza assistenza.

La durata e la procedura esatta per la prova dipenderà dal sito e dalle prestazioni del pozzo. Tuttavia, può essere previsto che la prova possa durare tra 2 settimane e un mese e seguire approssimativamente la seguente procedura:

- prima di iniziare la prova viene misurato un profilo di temperatura/pressione con il pozzo in una condizione statica;
- se necessario, la produzione del pozzo sarà indotta da uno dei diversi metodi possibili: ad aria compressa (air lift) o con azoto liquido con tubazione di piccolo diametro (*tubing*);
- il pozzo sarà messo in produzione continua per il periodo previsto, inizialmente per ripulire dal materiale solido e successivamente per cercare di mantenere una condizione quasi stabile di produzione;
- dopo che il pozzo ha raggiunto la condizione di stabilità, la portata sarà variata (tramite una valvola di controllo) in modo graduale (a step di 2 giorni o più), per valutare la portata alle diverse pressioni a testa pozzo;
- saranno misurati profili di temperatura/pressione durante il periodo di produzione;
- saranno raccolti due o più campioni di fluido per l'analisi chimica. Ogni campione di vapore e gas (separati dalla parte fluida), sarà trattato per diversi tipi di analisi utilizzando procedure standard;
- i campioni alla pressione atmosferica saranno raccolti frequentemente (ogni giorno o più spesso), per monitorare i progressi della stabilizzazione;
- prima della fine del periodo di prova, avrà inizio il monitoraggio della pressione di fondo pozzo utilizzando uno strumento di registrazione appeso a una profondità specifica nel pozzo aperto. Tale monitoraggio della pressione continuerà anche dopo la chiusura del pozzo;
- i dati raccolti dal test (incluse le analisi chimiche) saranno valutati per determinare le caratteristiche di produzione del pozzo, le proprietà del serbatoio geotermico e la composizione del fluido (compreso il suo contenuto di gas).



3.2.1.5 Esercizio e manutenzione dei pozzi

In caso di pozzi produttivi le postazioni saranno mantenute per consentire l'utilizzo dei pozzi per la produzione di energia. In tal caso tuttavia la postazione sarà ridotta, ripristinata in parte e mitigata per ridurre la visibilità..

Le opere destinate a rimanere in loco saranno le seguenti:

- le teste pozzo;
- la cantina;
- l'area cementata della postazione;
- le vasche interrato e quelle in rilevato;
- la recinzione perimetrale dell'area.

Il sistema di produzione/re-iniezione, atto all'estrazione del fluido geotermico dai pozzi di produzione ed alla re-iniezione nel sottosuolo del fluido condensato e dei gas incondensabili, sarà costituito da linee di adduzione e di re-iniezione realizzate in acciaio al carbonio e acciaio resistente alla corrosione. La parte che connette le teste-pozzo con il limite laterale della postazione (lato centrale) sarà realizzata entro appositi cunicoli in c.a.; all'uscita dei cunicoli vi sarà una parte di linee fuori terra poste a circa 1 m di altezza su elementi di supporto in acciaio, dotati di fondazioni in calcestruzzo (Figura 29).

Le linee di adduzione, opportunamente isolate per la conservazione del calore, partono a circa 100 m a sud-ovest dell'isola di potenza dai pozzi di produzione. Questi sono ubicati circa 1,5 m sotto terra rispetto alla quota di riferimento della postazione di perforazione. In quest'area le condotte si muovono all'interno di cunicoli di produzione carrabili lunghi circa 30 m. In prossimità dell'area pozzi le condotte escono fuori terra e vengono collettate in un'unica linea che si muove su un dispositivo di supporto per i tubi (*pipe rack*) posto a circa 1 m sopra il terreno; le condotte raggiungono l'isola di potenza posta su un piano rialzato di +9.00 m rispetto alla postazione dei pozzi, attraversando un cunicolo interrato per risalire e raggiungere il pipe rack dedicato. Per quanto concerne la fase di re-iniezione, la linea di gas incondensabili e la linea di re-iniezione del vapore condensato si muovono a sud-ovest della centrale per 100 m, seguendo il medesimo percorso seguito dalle linee di adduzione, fino al pozzo di re-iniezione. Entrambe le linee sono isolate per la protezione personale.

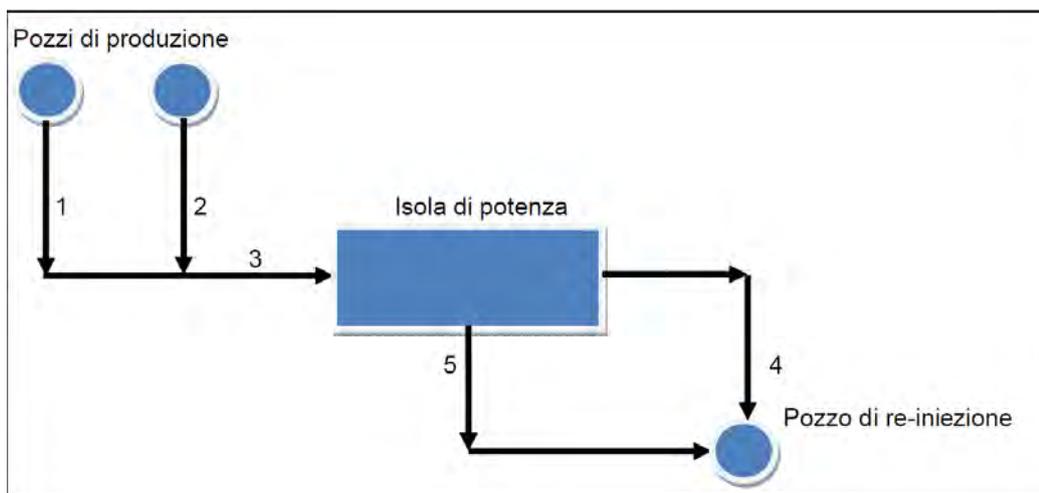


Figura 29: Sistema di produzione/re-iniezione



Nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche.

Tabella 2: Caratteristiche del sistema di produzione/re-iniezione

ID	Servizio	Lunghezza	Diametro nominale	Portata	Pressione operativa	Temperatura operativa	Isolamento
		m	mm	Kg/s	Bar	°C	Si / No
1	Vapore Geotermico	60	300	9,0	10,3	180	Si
2	Vapore Geotermico	55	300	9,0	10,3	180	Si
3	Vapore Geotermico	45	400	18,0	10,3	180	Si
4	Vapore condensato	115	100	16,6	11,7	89,0	Si
5	Gas incondensabili	115	50	1,4	60,3	50,0	No

Le condotte saranno progettate prevedendo loop di espansione orizzontale e scostamenti dall'asse (offset) al fine di assorbire le sollecitazioni termiche. Saranno inoltre dotate di valvole per sfiato e drenaggio. Gli sfiati saranno collocati nei punti alti della linea mentre i dreni nei punti più bassi. I fluidi drenati saranno collettati tramite opportune linee e raccolti in pozzetti per essere inviati al pozzo di re-iniezione.

Al fine di rilevare eventuali perdite dal sistema e considerando che le connessioni sulle condotte di produzione e di re-iniezione saranno ridotte al minimo, sarà predisposto un sistema di monitoraggio di gas (H₂S) in prossimità dei pozzi e dell'impianto a ciclo chiuso, in grado di inviare un eventuale allarme al sistema di controllo.

Nel caso di manutenzioni e fuori servizio di parti impiantistiche della centrale elettrica geotermica con conseguente necessità di interrompere il flusso di vapore per il periodo di tempo necessario all'attività di manutenzione, saranno necessari impianti di superficie da posizionare sulla postazione di perforazione capaci di deviare il flusso stesso in atmosfera.

Tali apparecchiature sono atte a ricevere il flusso di vapore deviato dall'impianto geotermoelettrico e sono costituite da silenziatore e/o separatore atmosferico collegati al 4 vie della testa pozzo attraverso tubazioni equipaggiate con strumentazione per misure di pressione, temperatura e portata e con valvole di intercettazione e di regolazione.

Nel caso di un flusso di vapore saturo l'impianto di superficie sarà costituito da un separatore atmosferico collegato alla testa pozzo e ad una vasca di stramazzo, ed un silenziatore per la attenuazione del rumore. La fase liquida del flusso di fluido geotermico che viene separata nella vasca di stramazzo e nel silenziatore sarà convogliata alla vasca reflui e successivamente smaltita.

Al termine dei lavori di manutenzione si potrà procedere nuovamente all'avvio del pozzo.

3.2.1.6 Chiusura dei pozzi

Qualora al termine della perforazione e delle prove di produttività il pozzo perforato risulti inutilizzabile per il suo obiettivo, si procederà con la sua chiusura mineraria.

L'abbandono deve essere fatto in modo tale da prevenire future interferenzetra le diverse parti del serbatoio con potenzialità di pressione differenti. Devono essere fatti tutti gli sforzi possibili al fine di garantire un abbandono in sicurezza. Il programma di chiusura mineraria del pozzo sarà conforme alle norme e ai regolamenti locali.

Tuttavia un approccio generale per occlusione e abbandono di pozzi può essere riassunta come segue:



- il serbatoio geotermico deve essere isolato con una barriera (ad esempio un tappo di cemento di almeno 30 m, o un tappo meccanico);
- posizionamento di 30 m di tappo di cemento in tutti gli intervalli delle scarpe dei *casing*;
- un tappo meccanico viene fissato a scarpa più profonda;
- i tappi di cemento devono essere testati per peso 10 t;
- i tappi devono essere testati anche a pressione, superiore al test di fratturazione (*leak-off*) all'ultima scarpa;
- posizionamento di 30 m di tappo di cemento nella parte superiore del pozzo;
- la testa del *casing* sarà tagliata a 1/1,5 m sotto il livello del suolo;
- posizionamento di piastra metallica saldata in testa con cartellino identificativo.

La cantina sarà riempita di ghiaia e ricoperta di terra. Un cartello di posizione può essere installato sopra il livello del suolo.

Qualora al termine della perforazione e delle prove di produttività il pozzo perforato risulti inutilizzabile per il suo obiettivo si procederà alla chiusura mineraria e allo smantellamento (decommissioning) come descritto ai successivi paragrafi.

Successivamente all'intervento di chiusura mineraria di tutti i pozzi che sono stati perforati, si procederà, in caso di abbandono delle postazioni di perforazione, al ripristino delle condizioni morfologiche e ambientali di superficie che esistevano prima della perforazione.

Nel complesso è possibile individuare tre principali gruppi di operazioni: rimozione delle strutture permanenti, ripristino morfologico e idrogeologico e ripristino vegetazionale.

3.2.1.6.1 Rimozione delle strutture permanenti

In seguito alla chiusura dei pozzi si provvederà alla rimozione delle strutture permanenti della postazione di estrazione. L'esecuzione di questa operazione prevede i seguenti interventi:

- rimozione delle strutture logistiche mobili;
- smontaggio dell'impianto di produzione e sua rimozione;
- demolizione delle opere in calcestruzzo;
- rimozione delle tubazioni interrate e delle recinzioni.

3.2.1.6.2 Ripristino morfologico e idrogeologico

L'area del pozzo sarà riportata alle medesime condizioni idrauliche precedenti alle attività estrattive, mediante realizzazione di opere di regimazione e drenaggio delle acque superficiali.

Inoltre saranno ripristinate le condizioni morfologiche e pedologiche dell'area mediante risagomatura/riprofilatura e riporto o ricostruzione dello strato vegetale, se possibile utilizzando anche il terreno asportato in fase di approntamento della postazione di perforazione.

3.2.1.6.3 Ripristino vegetazionale

Gli interventi di ripristino vegetazionale consisteranno nella realizzazione delle opere necessarie a ristabilire le originarie destinazioni d'uso dell'area interessata dalle attività di perforazione, in particolare:

- nelle aree agricole sarà perseguito l'obiettivo di riportare i terreni alla medesima capacità d'uso e fertilità agronomica antecedenti l'esecuzione dei lavori;



- nelle aree interessate dalla presenza di vegetazione naturale e seminaturale, i ripristini avranno lo scopo di dare inizio ai processi dinamici che consentiranno di raggiungere, secondo la via più rapida possibile e in linea con gli stadi evolutivi naturali, la struttura e la composizione delle fitocenosi originarie, ripristinando lo stato di naturalità dell'area.

3.2.2 Impianti

3.2.2.1 Centrale elettrica geotermica

La centrale genera energia elettrica sfruttando il calore ad alta entalpia delle risorse geotermiche mediante il ciclo binario *Organic Rankine Cycle* (ORC), con refrigerante R245fa (1,1,1,3,3 – pentafluoropropano) come fluido di lavoro.

In sintesi, il ciclo prevede che il fluido di lavoro venga pompato e riscaldato sensibilmente fino alla temperatura di saturazione, quindi fatto vaporizzare fino a diventare vapore saturo secco; a questo punto viene surriscaldato ed inviato al turbo-espansore per la generazione di potenza elettrica. Allo scarico del turbo-espansore, prima del rilascio della restante quota di energia termica alla sorgente fredda attraverso il condensatore ad aria, è prevista una fase di recupero di energia (rigenerazione). La rigenerazione consente di aumentare il rendimento del ciclo sfruttando il calore del fluido di lavoro allo scarico del turbo-espansore per preriscaldare il fluido di lavoro allo stato liquido, prima del suo ingresso nell'evaporatore. Dopo la condensazione, il fluido di lavoro torna alle condizioni termodinamiche di partenza per iniziare un nuovo ciclo.

L'impianto è stato progettato tenendo conto delle seguenti caratteristiche:

- portata del fluido geotermico in ingresso all'impianto ORC (a valle dello scrubber): massima 17,96 kg/s (pari a 12.404 m³/h);
- composizione del fluido geotermico:
 - 92% in peso di vapor d'acqua;
 - 8% in peso di gas non-condensabili di cui:
 - 97,5% in peso di CO₂;
 - 2% in peso H₂S;
 - 0,5 % in peso altri (quali ad esempio H₂, CH₄, N₂, NH₃, H₃BO₃);
 - contenuto di cloruri (Cl⁻) massimo pari a 50 mg/l (su campione condensato);
 - temperatura/pressione del fluido geotermico in ingresso all'impianto ORC (a valle dello scrubber): 178,5°C/10 bar – vapore saturo

Di seguito si riporta la descrizione in dettaglio del funzionamento dell'impianto.

Il fluido geotermico proveniente dai due pozzi di produzione, avente temperatura pari a 180°C, pressione di 10,3 bar e portata pari a 18 kg/s (pari a 12.596 m³/h), prima di essere inviato all'impianto ORC entra in uno scrubber avente la funzione di ridurre la concentrazione dei sali totali disciolti nel fluido geotermico (da 25 ppm a 2,7 ppm) (Figura 30). Per mantenere invariata la portata di fluido geotermico in ingresso allo scambiatore del circuito ORC, la portata di 0,3 kg/s, eliminata tramite lo scrubber (flusso B13) viene integrata con uno spillamento di fluido geotermico di pari portata, prelevato dalla linea di re-immissione.

Il fluido geotermico in uscita dallo scrubber (178,5 °C, 10,0 bar, 18 kg/s, 12.404 m³/h) viene inviato all'impianto ORC, mentre il liquido di drenaggio in uscita dallo scrubber viene inviato al serbatoio di condensa a valle del separatore, destinato alla re-iniezione.



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

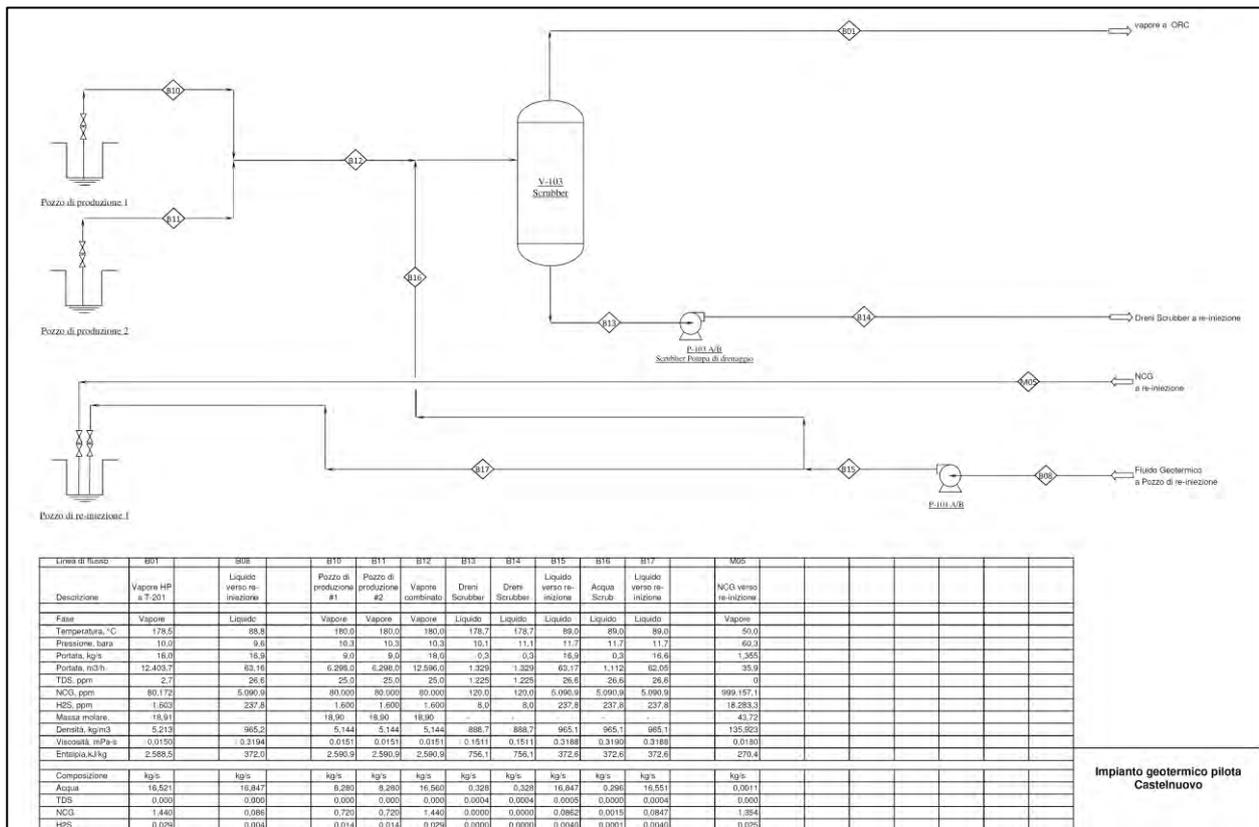


Figura 30: Flussi di produzione/re-iniezione e scrubber

All'interno dell'impianto ORC (Figura 31), il calore viene trasferito dal fluido geotermico al fluido di lavoro in un unico scambiatore di calore (vaporizzatore/surriscaldatore) all'interno del quale la risorsa geotermica condensa lato tubi mentre riscalda il fluido di lavoro che passa progressivamente dalle condizioni di liquido saturo a vapore saturo ed infine si surriscalda. Le risorse geotermiche condensate vengono scaricate in un serbatoio di condensa (accumulatore acqua), da cui attingono le pompe di reiniezione.

La frazione di risorsa geotermica non condensata, unita ai gas incondensabili, passa attraverso il separatore dove avviene la separazione secondaria delle condense: il flusso risultante di gas incondensabili è reso disponibile per la reiniezione mentre le condense separate vengono inviate al serbatoio di condensa.

Il fluido di lavoro surriscaldato, in uscita dallo scambiatore di calore, è inviato ad un espansore a flusso radiale collegato, mediante un riduttore, ad un generatore sincrono per generare potenza.

Il fluido di lavoro surriscaldato uscente dall'espansore passa attraverso un recuperatore (scambiatore di calore) all'interno del quale il fluido di lavoro in fase vapore cede calore al fluido di lavoro in fase liquida, preriscaldandolo prima che entri nello scambiatore di calore vaporizzatore/surriscaldatore.

Il fluido di lavoro in fase vapore in uscita dal recuperatore è inviato al condensatore raffreddato ad aria e, una volta condensato, il fluido di lavoro è raccolto in un accumulatore e da qui estratto con pompa per ricominciare il ciclo. Al fine di controllare la portata del fluido di lavoro agli scambiatori di calore ed assecondare qualsiasi variazione del calore in ingresso dal fluido geotermico, consentendo un corretto funzionamento in qualsiasi condizione ambientale, la pompa viene azionata a velocità variabile mediante variatore di frequenza a BT.

Per l'emergenza e per l'avvio/arresto dell'impianto, è previsto un by-pass completo che collega l'uscita dello scambiatore vaporizzatore/surriscaldatore con il condensatore ad aria.



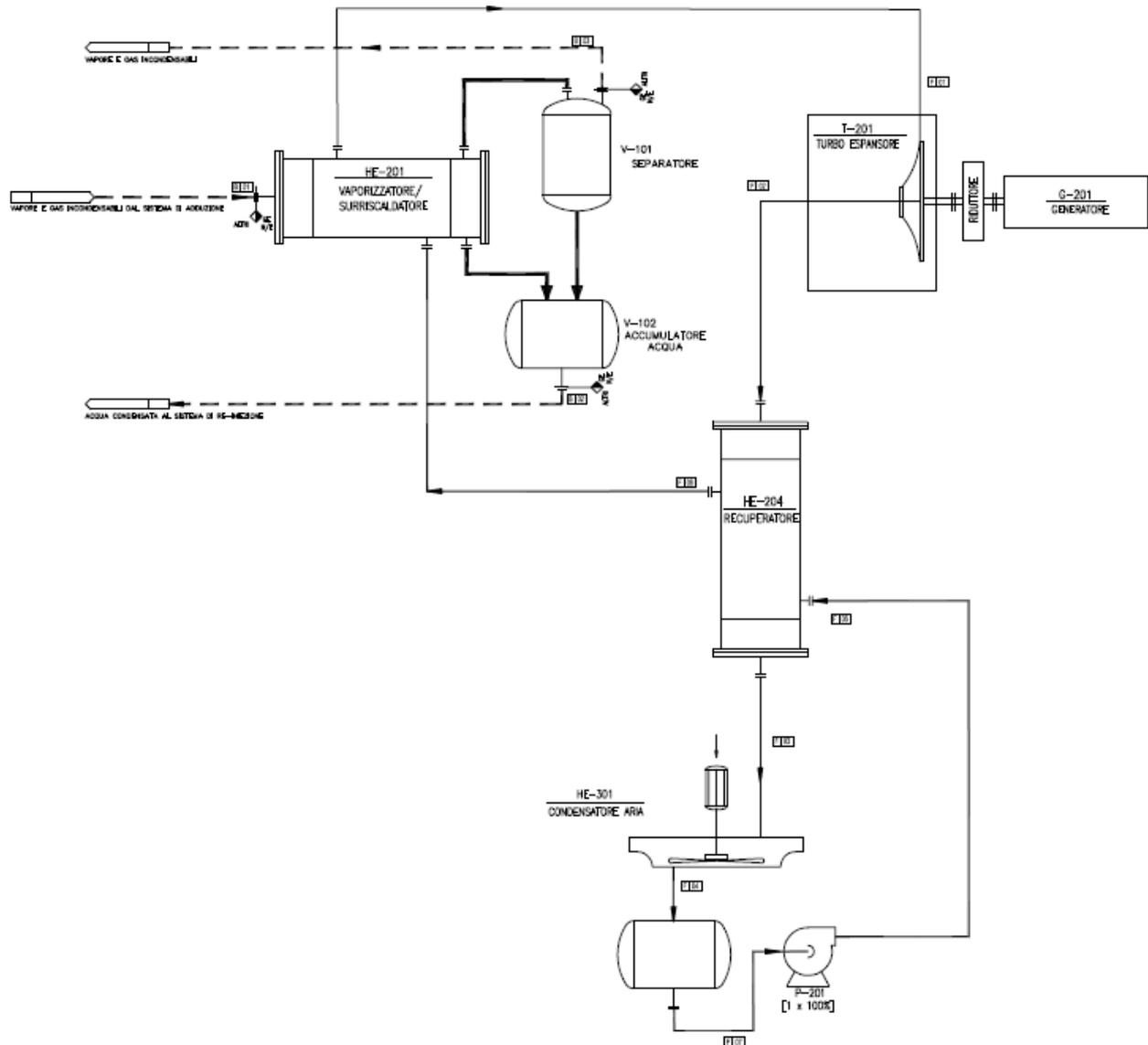


Figura 31: Schema di flusso dell'impianto ORC

Di seguito si riporta il layout dell'impianto ORC.

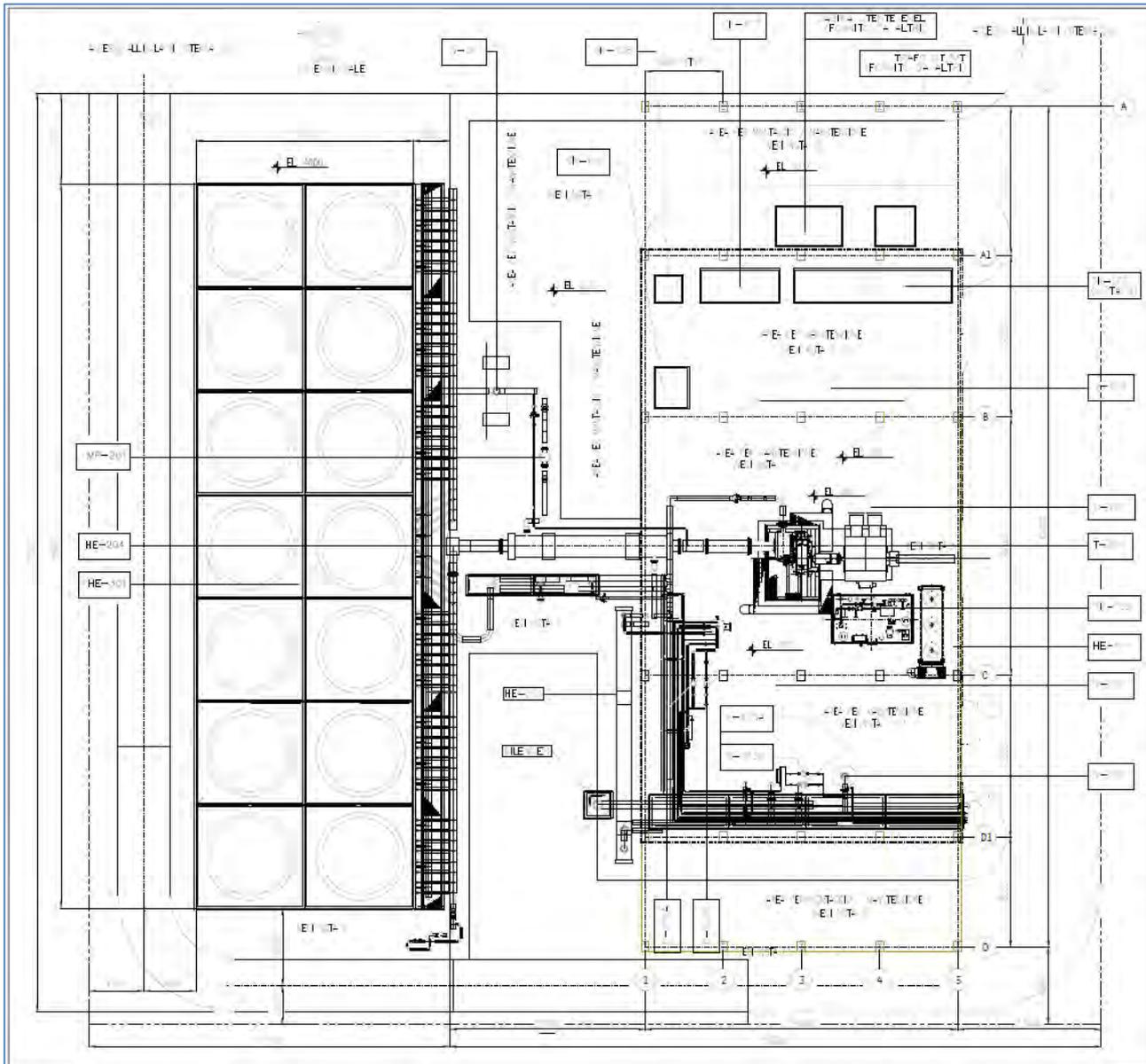


Figura 32: Layout della centrale a ciclo binario

3.2.3 Opere civili

3.2.3.1 Postazione di perforazione

La postazione di perforazione occuperà un'area di circa 8.500 m², sviluppata su due livelli. La finitura sarà realizzata mediante sottofondo con inghiaiatura superficiale, in modo da garantire un'opportuna resistenza ai carichi statici e dinamici dovuti al passaggio dei mezzi di cantiere e ad eventuali depositi e sarà recintata in modo da evitare l'accesso di personale non autorizzato.

Il piazzale principale di manovra, in cui avrà sede l'impianto di perforazione, i vari locali a servizio della postazione (refettorio, spogliatoi, magazzini), le componenti impiantistiche (generatori, pompe, compressore, etc.) si troveranno ad una quota superiore di 5 m rispetto al piazzale in cui avranno sede la vasca fanghi, l'area per l'esecuzione dei test di produzione e un'area per lo stoccaggio dei rifiuti.

Per la realizzazione della postazione sono previste le seguenti macro attività:



- adeguamento del terreno (rimozione scotico ed esecuzione di scavo di sbancamento) e preparazione della superficie di imposta;
- esecuzione delle opere di sostegno a servizio della postazione;
- esecuzione di scavi per la realizzazione di vasche, condotte interrate, cantine etc.;
- realizzazione di opere civili in c.a.;
- installazione impiantistica;
- realizzazione delle opere accessorie alla postazione.

3.2.3.2 Centrale geotermoelettrica

La centrale geotermoelettrica, posizionata in prossimità della postazione di perforazione, occuperà una superficie pari a 5.500 m².

La realizzazione della centrale sarà preceduta dall'esecuzione di operazioni necessarie per la sistemazione delle aree e dei terreni; in particolare saranno effettuate le operazioni di scavo e sbancamento necessarie sia al raggiungimento della quota d'imposta di progetto e alla definizione dell'area su cui verranno realizzate le opere, sia alla realizzazione di fosse e trincee a servizio della centrale e degli impianti. Successivamente saranno realizzate le opere civili del piazzale e la struttura della centrale, il montaggio degli impianti di centrale e dei raffreddatori (*air cooler*) nell'area ad essi dedicata.

L'edificio della centrale sarà un unico corpo di fabbrica di forma rettangolare, di superficie pari a 1.560 m², che conterrà il gruppo di produzione, i locali di servizio e di controllo e i vari impianti.

Tale area sarà interamente coperta attraverso una copertura curvilinea che avrà delle aperture sul lato adiacente la zona dei cooler in modo da favorire il ricircolo dell'aria.

3.2.3.3 Viabilità di accesso

Al fine di collegare le aree interessate dagli interventi con la viabilità principale, costituita dalla S.P. n.27, sarà realizzata una viabilità di servizio che per un primo tratto prevedrà la sistemazione della strada vicinale esistente (per i primi 75 m) mentre nel secondo tratto sarà realizzata *ex novo*. Le strade sono previste tutte in fondo sterrato (eccetto i tratti con pendenza prossima al 12% e quelli relativi all'area della centrale che saranno oggetto di intervento con conglomerato bituminoso o con cemento ecologico). La larghezza minima della carreggiata sarà di 6 m per l'asse principale (lungo circa 875 m) e le vie di accesso alla centrale e di 4 m per gli accessi alle vasche ed alle aree di stoccaggio.

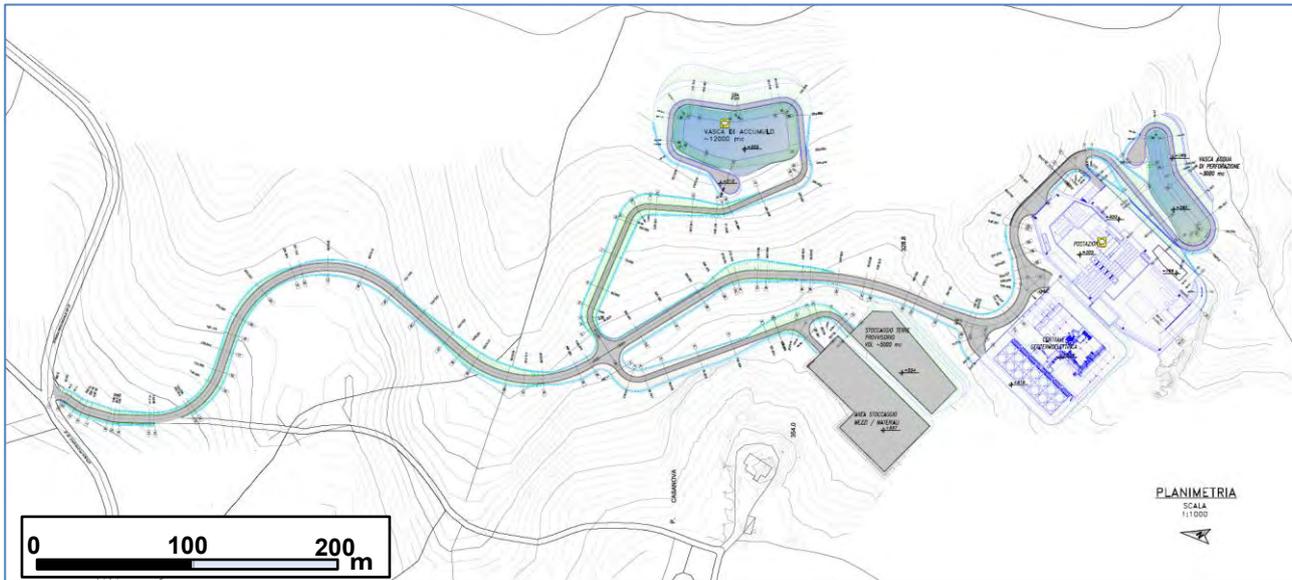


Figura 33: Planimetria viabilità di accesso

3.2.3.4 Vasche di accumulo acqua

Il Progetto prevede la realizzazione di una vasca di accumulo di acqua necessaria alla perforazione di circa 12.000 m³ posizionata a circa 175 m a nord della postazione di perforazione. La vasca sarà realizzata in parte mediante scavo del terreno ed in parte mediante la realizzazione di rilevati consolidati mediante interventi di chiodatura (*soil nailing*), al fine di riutilizzare una buona parte dei volumi di scavo.

Il quantitativo di acqua necessario sarà trasportato attraverso autobotti. Una seconda vasca di accumulo di circa 3.000 m³, posta a sud della postazione di perforazione, sarà realizzata per stoccare l'acqua di condensa proveniente dalle prove di produzione ad alta temperatura (90-100°C): anche questa vasca sarà realizzata in parte in scavo ed in parte in rilevato consolidato con interventi di *soil nailing*.

3.2.3.5 Area di stoccaggio

L'area destinata allo stoccaggio dei materiali da cantiere e a servizio degli impianti in fase di esercizio, collocata a nord della centrale elettrica geotermica, sarà realizzata con sottofondo e inghiaatura superficiale in modo da garantire un'opportuna resistenza ai carichi statici e dinamici dovuti al passaggio dei mezzi di cantiere e ad eventuali depositi e sarà recintata in modo da evitare l'accesso di personale non autorizzato.

3.2.3.6 Collegamento alla rete Enel

L'impianto sarà collegato alla rete di Enel Distribuzione a 15 kV mediante la realizzazione di un nuovo elettrodotto di media tensione uscente dalla cabina primaria esistente a Larderello e connesso alla nuova cabina elettrica di consegna di MT (in progetto)¹¹.

Il collegamento tra la cabina di trasformazione MT/MT di utente e la rete ENEL avrà le seguenti caratteristiche:

- | | |
|--|---------|
| ■ Tensione nominale: | 15 kV |
| ■ Frequenza nominale: | 50 Hz |
| ■ Potenza nominale: | 6600 kW |
| ■ Corrente massima di esercizio di collegamento: | 320 A |

¹¹ La notifica della ricezione di richiesta di preventivo per la connessione elettrica alla Rete Enel è stata ricevuta da Magma Energy Italia S.r.l. per conto di Rete Geotermica Toscana in data 26.11.2015



- Potenza in immissione richiesta: 5300 kW

Tale soluzione, il cui tracciato è in corso di definizione con Enel Distribuzione, prevedrà la realizzazione dell'elettrodotto in cavo sotterraneo per circa 11.000 m, e sarà realizzata mediante:

- scavo a sezione obbligata su strada asfaltata con riempimenti in inerte naturale e ripristini realizzati in conformità a Norma CEI 11-17 e specifiche Enel;
- posa di tubo corrugato in PVC, Ø min = 160 mm con resistenza allo schiacciamento min 450N (serie pesante) ad una profondità minima di 1.0 m, misurata dal piano della strada (piano di rotolamento);
- posa di terna di cavi intrecciati ad elica con conduttori in alluminio isolati in gomma polietilene reticolato XLPE, con schermo metallico in alluminio sotto guaina di PVC di sez. $3 \times (1 \times 185 \text{ mm}^2)$ di tipo ARE4H5EX-12/20kV matr. 332292.

Per la realizzazione della cabina di trasformazione MT/MT di utente saranno poi posati in opera n. 2 monoblocchi in cemento armato precompresso (c.a.p.) di cui:

- un monoblocco di dimensioni 2,48 x 6,70 m (locale di consegna Enel + locale arrivo linea MT) in cui saranno installati n.2 scomparti MT nel locale consegna Enel di cui:
 - N.1 Scomparto "U" (UTENTE): tipo DY404M/16 o similare;
 - N.1 Scomparto "IM" (LINEA): tipo DY406/1 o similare;
- comprensivo del locale misure e conforme alla specifica ENEL DG2092 Ed. Luglio 2011 e un QMT (quadro elettrico media tensione) avente dimensioni 1,68 x 0,85 m nel locale di arrivo linea MT e quindi di pertinenza del produttore;
- un monoblocco di dimensioni 2,46 x 5,00 m (locale utente) in cui saranno installati un trasformatore MT/BT da 1600 kVA (utilizzato per i servizi ausiliari), un QMT (quadro elettrico media tensione) avente dimensioni 1,68 x 0,85 m e un QBT (quadro elettrico bassa tensione) avente dimensione 1,50 x 0,85 m di pertinenza del produttore.

Saranno inoltre installati rispettivamente a monte e a valle dell'impianto di connessione di cui sopra:

- scomparto interruttore MT di cabina primaria ed apparecchiature connesse;
- trasformatore MT/MT da 7500 kVA.

3.2.3.7 Impianto di illuminazione

All'interno della postazione di perforazione sono previsti punti luce per l'illuminazione notturna su pali di altezza minima di 5 m, con sostegno in pozzini in cls. La zona da illuminare maggiormente è l'area del piazzale di perforazione. L'illuminazione non sarà inferiore a 50 lux e, indicativamente, sarà realizzata con lampade a ioduri metallici di potenza superiore a 500 W ciascuna.

Sul piano sonda, invece, avremo:

- illuminazione della torre telescopica con 1 luce di ostruzione alimentata ad energia solare;
- illuminazione della cabina del perforatore (cabina driller);
- illuminazione dei rimorchi e della sottostruttura.

Con riferimento all'area della centrale elettrica geotermica, l'illuminazione esterna sarà puntata verso il basso per ridurre i riflessi in aree al di fuori dei confini di impianto. Non saranno utilizzate lampade a vapore di mercurio e altri sistemi di illuminazione similari ma saranno utilizzate luci soffuse, come lampade a fluorescenza, al fine di ridurre i riflessi.



L'illuminazione interna sarà limitata e appropriata rispetto agli eventuali lavori di manutenzione che saranno svolti. Sarà montato un sistema di illuminazione interna sul soffitto della copertura comune al turbo-espansore e compressore, puntata verso il basso.

3.3 Gestione delle acque meteoriche

L'area di installazione del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche è costituita da tre piattaforme air cooler (raffreddatori ad aria), centrale e postazione di perforazione) posizionate su tre livelli a quote diverse; per evitare di dover costruire 3 differenti vasche di prima pioggia, ciascuna a servizio dei singoli piazzali, si è optato per un sistema di fognatura in soluzione unica nel quale i dislivelli sono superati mediante pozzetti con salto in corrispondenza dei salti di quota tra piazzali. A difesa delle piattaforme si prevede un fosso di guardia in terra rivestita con calcestruzzo che affianca le opere di sostegno e raccoglie le acque meteoriche provenienti dal terreno circostante e dalle canalette di monte che costeggiano la viabilità di accesso.

Il sistema di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche provenienti dai tre piazzali sarà costituito da caditoie e tubazioni in PVC con diametro internovariabile tra 250 e 500 mm in funzione della posizione nel sistema fognario. Saranno installate caditoie con dimensioni di 50x50 cm relativamente alle piattaforme della centrale e della postazione di perforazione, con aree di influenza minori di 200 mq.

Alla fine del sistema di drenaggio le acque saranno convogliate in un manufatto che permetterà di trattare il piovuto prima di inviarlo al ricettore. Tale manufatto sarà composto da un sistema combinato dissabbiatore/disoleatore con eventuale integrazione di filtri a coalescenza per un trattamento più spinto se necessario; l'acqua così trattata verrà inviata alla vasca di accumulo per perforazione e reimpiegata durante le fasi di perforazione.

I collegamenti tra le canalette a cielo aperto presenti intorno alle aree di lavorazione ed il sistema di raccolta verranno effettuati tramite pozzetti di raccolta, assegnando una pendenza alle canalette stesse in modo da garantire un deflusso regolare verso i collettori della rete. La necessità di inviare alcune delle acque raccolte dalla postazione di perforazione verso la vasca fanghi senza passare dai manufatti di trattamento ha indotto a studiare il percorso che costituisse il minor grado di interferenza con gli impianti previsti; dalla cantina di perforazione, le acque potenzialmente cariche di fanghi saranno raccolte con una canaletta a cielo aperto che corre lungouno dei lati per poi essere convogliate verso una condotta interrata disposta tra il primo ed il secondo cunicolo in direzione della piattaforma della vasca fanghi. Un'ulteriore condotta interrata in partenza dall'area lavaggio mezzi intercetterà la suddetta condotta con un pozzetto di raccolta/incrocio per poi arrivare direttamente in vasca fanghi.

Per quanto riguarda il fosso di guardia a protezione delle piattaforme, avrà sezione trapezoidale, sarà costituito in terra naturale rivestito con calcestruzzo in lastre e partirà immediatamente al di sopra dell'opera di sostegno a monte dell'air cooler, dove il terreno ha una pendenza naturale favorevole al deflusso delle acque; a valle di questo primo tratto inizierà il tratto che costeggia le tre piazzole, dove il terreno aumenta la propria pendenza naturale fino a circa il 15%.

In relazione alle caratteristiche della zona di formazione del fosso di guardia, sarà previsto un andamento a scalini per garantire una giusta pendenza di progetto al capofosso. Il fosso è stato progettato per una portata massima pari a 14 m³/s.



Figura 34: Sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche - Centrale (scala 1:800)

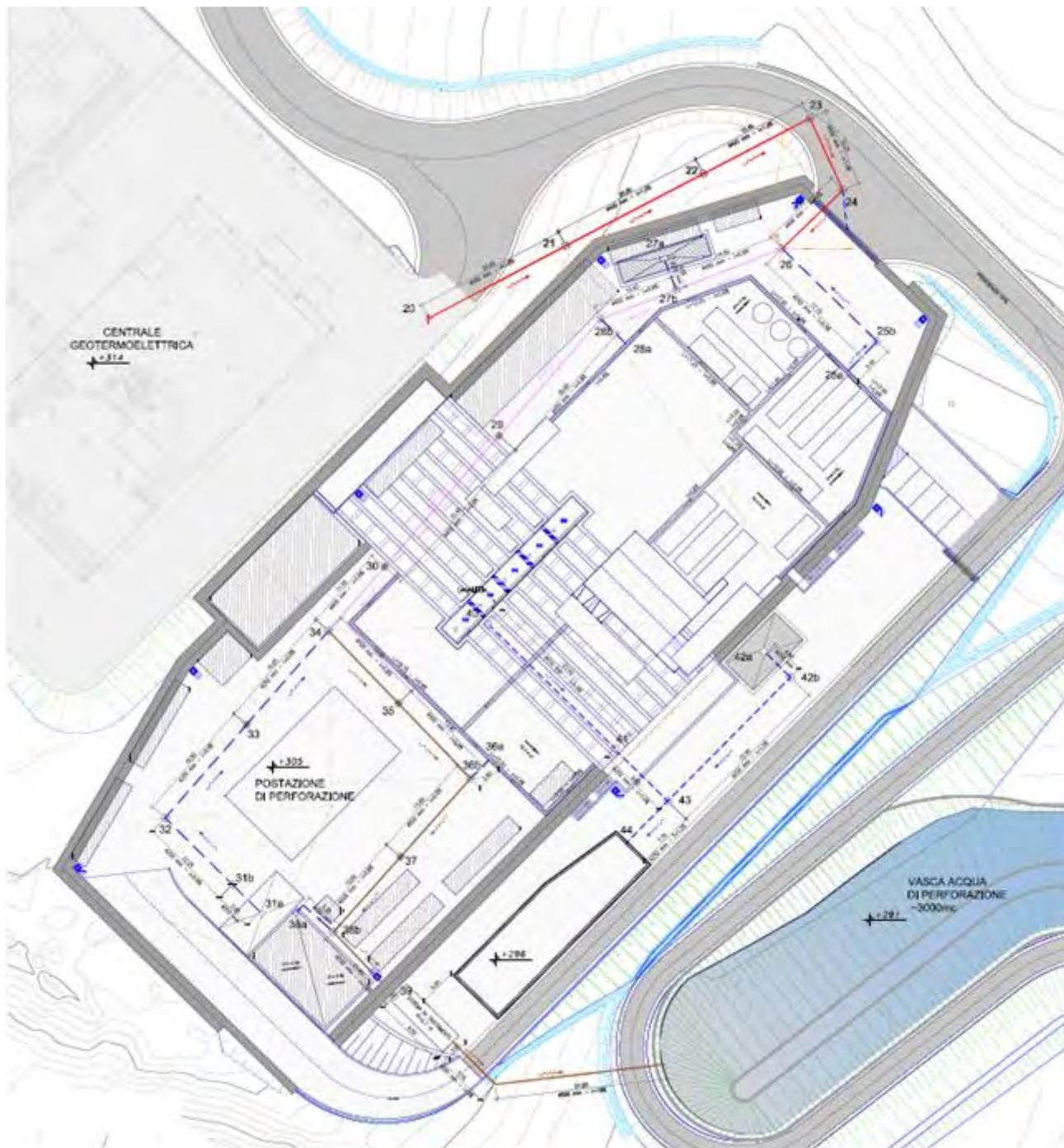


Figura 35: Sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche – Postazione di perforazione (scala 1:800)



Figura 36: Sistema di regimazione delle acque meteoriche esterne – Centrale (scala 1:800)

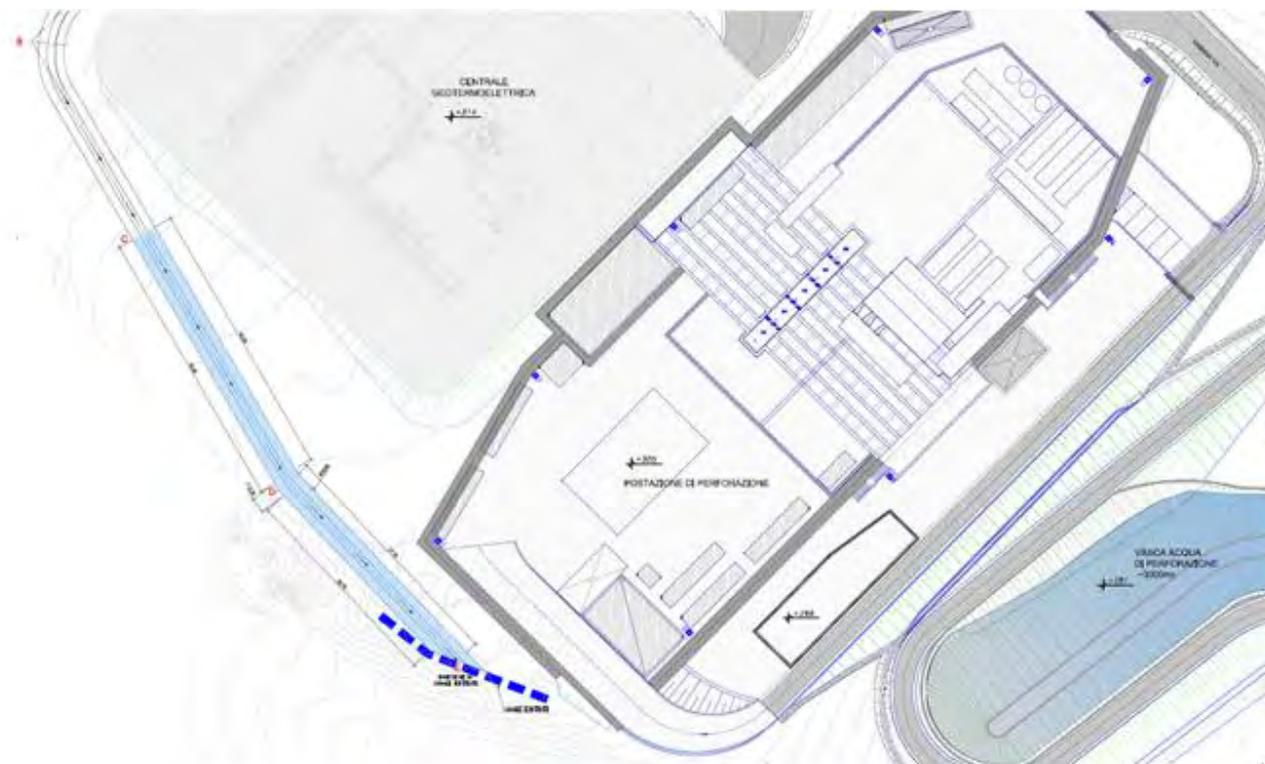


Figura 37: Sistema di regimazione delle acque meteoriche esterne - Postazione di perforazione (scala 1:800)



3.4 Utilizzo di risorse

3.4.1 Fase di costruzione

3.4.1.1 Suolo

Durante questa fase sarà realizzata un'area temporanea di circa 2.200 m² adibita allo stoccaggio provvisorio delle terre di scavo.

3.4.1.2 Acqua

Per la perforazione dei pozzi sarà necessario un volume di acqua di circa 30.000 m³ per pozzo.

Una ulteriore quota di circa 192 m³ d'acqua sarà necessaria per la malta cementizia del singolo pozzo.

In fase di montaggio della centrale geotermoelettrica, sono da considerare i quantitativi d'acqua per le prove idrauliche dei circuiti ed i flussaggi delle tubazioni. Si stima un quantitativo in circa 250 m³ per le prove idrauliche e di circa 370 m³ per i flussaggi. L'acqua utilizzata andrà raccolta e smaltita con autobotti.

3.4.1.3 Energia e gasolio

Gasolio ed oli saranno conservati all'interno di cisterne posizionate su di un'area impermeabilizzata e delimitata da un cordolo in modo da contenere le acque meteoriche e/o sversamenti accidentali, con canaletta di scolo in pozzetto disoleatore di raccolta, nelle immediate vicinanze dell'ingresso al cantiere, per facilitarne anche lo scarico da parte delle autobotti.

Tale area sarà posizionata a non meno di 30 m dal centro pozzo e non meno di 20 m dagli scappamenti dei motori e dai gruppi elettrogeni come da D.P.R. 128/59.

Per tutte le attività di cantiere si può stimare un consumo totale di gasolio di circa 1.294.900 litri.

3.4.1.4 Materiale inerte e terreno

Per la realizzazione della strada di accesso e dell'area di stoccaggio dei materiali da cantiere e a servizio degli impianti in fase di esercizio sarà impiegato materiale sterile di cava, ghiaia e pietrisco.

Inoltre il materiale di scavo sarà sottoposto alle analisi di classificazione previste dalla normativa vigente e, se idoneo, verrà riutilizzato in sito per riempimenti e modellazioni, altrimenti sarà smaltito ai sensi della normativa vigente. In attesa dei risultati delle analisi e del riutilizzo nelle varie aree di cantiere, le terre saranno stoccate in un area dedicata e ubicata a sud dell'area di stoccaggio dei materiali da cantiere.

Nelle tabelle sottostanti sono riportate le volumetrie indicative dei movimenti terra previsti per la realizzazione delle singole opere ed il bilancio complessivo, indicando con il segno (+) i riporti e con il segno (-) gli scavi. Si sottolinea che il computo del movimento delle terre relativo alle strade che costeggiano le vasche di accumulo di acqua è annoverato alla voce relativa alla viabilità.

La realizzazione delle opere produrrà un esubero di terreno di scotico pari a 4.000 m³ che saranno stoccati nell'area adibita al fine di riutilizzarli in situ nelle opere di mitigazione delle varie componenti del progetto e nel rinverdimento delle scarpate.



Tabella 3: Bilancio scavi/riporti per l'area di stoccaggio

AREA STOCCAGGIO MEZZI		
DESCRIZIONE	QUANTITÀ [m ³]	
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA / SEZ.RISTRETTA	(-)	0
SCOTICO	(-)	700
SBANCAMENTO	(-)	4900
RIPORTO	(+)	1400
RIDISTRIBUZIONE TERRE	(+)	100
TOTALE SCAVI/SBANCAMENTI	(-)	5600
TOTALE RIPORTI/RINTERRI	(+)	1500
TOTALE TERRENO RESIDUO	(-)	4100

Tabella 4: Bilancio scavi/riporti per l'area air cooler

AREA AIR COOLER		
DESCRIZIONE	QUANTITÀ [m ³]	
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA / SEZ.RISTRETTA	(-)	0
SCOTICO	(-)	400
SBANCAMENTO	(-)	2200
RIPORTO	(+)	900
RIDISTRIBUZIONE TERRE	(+)	100
TOTALE SCAVI/SBANCAMENTI	(-)	2600
TOTALE RIPORTI/RINTERRI	(+)	1000
TOTALE TERRENO RESIDUO	(-)	1600

Tabella 5: Bilancio scavi/riporti per l'area centrale elettrica geotermoelettrica

AREA CENTRALE		
DESCRIZIONE	QUANTITÀ [m ³]	
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA / SEZ.RISTRETTA	(-)	0
SCOTICO	(-)	700
SBANCAMENTO	(-)	2800
RIPORTO	(+)	2400
RIDISTRIBUZIONE TERRE	(+)	0
TOTALE SCAVI/SBANCAMENTI	(-)	3500
TOTALE RIPORTI/RINTERRI	(+)	2400
TOTALE TERRENO RESIDUO	(-)	1100



Tabella 6: Bilancio scavi/riporti per la postazione di perforazione

AREA POSTAZIONE – POSTAZIONE		
DESCRIZIONE	QUANTITÀ [m ³]	
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA / SEZ.RISTRETTA	(-)	0
SCOTICO	(-)	1300
SBANCAMENTO	(-)	12400
RIPORTO	(+)	3800
RIDISTRIBUZIONE TERRE	(+)	0
TOTALE SCAVI/SBANCAMENTI	(-)	13700
TOTALE RIPORTI/RINTERRI	(+)	3800
TOTALE TERRENO RESIDUO	(-)	9900

Tabella 7: Bilancio scavi/riporti per area - vasca fanghi

AREA POSTAZIONE – VASCA FANGHI		
DESCRIZIONE	QUANTITÀ [m ³]	
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA / SEZ.RISTRETTA	(-)	0
SCOTICO	(-)	400
SBANCAMENTO	(-)	1200
RIPORTO	(+)	1500
RIDISTRIBUZIONE TERRE	(+)	0
TOTALE SCAVI/SBANCAMENTI	(-)	1600
TOTALE RIPORTI/RINTERRI	(+)	1500
TOTALE TERRENO RESIDUO	(-)	100

Tabella 8: Bilancio scavi/riporti per vasca acqua di perforazione 3.000 m³

VASCA ACQUA DI PERFORAZIONE 3000MC		
DESCRIZIONE	QUANTITÀ [m ³]	
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA / SEZ.RISTRETTA	(-)	0
SCOTICO	(-)	200
SBANCAMENTO	(-)	1000
RIPORTO	(+)	0
RIDISTRIBUZIONE TERRE	(+)	0
TOTALE SCAVI/SBANCAMENTI	(-)	1200
TOTALE RIPORTI/RINTERRI	(+)	0
TOTALE TERRENO RESIDUO	(-)	0



Tabella 9: Bilancio scavi/riporti per vasca di accumulo 12.000 m³

VASCA DI ACCUMULO 12000MC		
DESCRIZIONE	QUANTITÀ [m ³]	
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA / SEZ.RISTRETTA	(-)	0
SCOTICO	(-)	500
SBANCAMENTO	(-)	2000
RIPORTO	(+)	100
RIDISTRIBUZIONE TERRE	(+)	0
TOTALE SCAVI/SBANCAMENTI	(-)	1500
TOTALE RIPORTI/RINTERRI	(+)	100
TOTALE TERRENO RESIDUO	(-)	2400

Tabella 10: Bilancio scavi/riporti per viabilità di accesso

VIABILITA'		
DESCRIZIONE	QUANTITÀ [m ³]	
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA / SEZ.RISTRETTA	(-)	100
SCOTICO	(-)	2800
SBANCAMENTO	(-)	15500
RIPORTO	(+)	32000
RIDISTRIBUZIONE TERRE	(+)	2800
TOTALE SCAVI/SBANCAMENTI	(-)	18400
TOTALE RIPORTI/RINTERRI	(+)	34800
TOTALE TERRENO RESIDUO	(+)	16400

Tabella 11: Bilancio totale scavi/riporti

BILANCIO TOTALE		
DESCRIZIONE	QUANTITÀ [m ³]	
SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA / SEZ.RISTRETTA	(-)	100
SCOTICO	(-)	7000
SBANCAMENTO	(-)	42000
RIPORTO	(+)	42100
RIDISTRIBUZIONE TERRE	(+)	3000
TOTALE SCAVI/SBANCAMENTI	(-)	49100
TOTALE RIPORTI/RINTERRI	(+)	45100
TOTALE TERRENO RESIDUO	(-)	4000



3.4.1.5 Altre materie

Per la realizzazione dei pozzi sarà impiegato un fluido di perforazione a base bentonitica, per le prime fasi, ed acqua per le fasi finali.

I volumi stimati di fango bentonitico impiegato per pozzo sono i seguenti:

- fase 23": 335 m³;
- fase 17" ½: 260 m³.

Nella tabella seguente si riporta una stima dei consumi dei prodotti necessari alla preparazione del fango bentonitico per la realizzazione del singolo pozzo, nelle due differenti fasi.

Tabella 12: Consumo di prodotti costituenti il fango bentonitico

Agente		Fase 23"		Fase 17"1/2		Totale per pozzo
		Kg/m ³	t	Kg/m ³	t	t
Bentonite	M-I.Gel	45	15,08	45	11,70	26,78
Barite	Barite	240	80,40	240	62,40	142,80
Soda Caustica	Soda Caustica	1,5	0,50	1,5	0,39	0,89
Viscosizzante	Poly-Plus RD	2	0,67	2	0,52	1,19
Stabilizzante	Resinex e/o Rheomate	17,5	5,86	17,5	4,55	10,41
Disperdente	Spersene CF	2,5	0,84	2,5	0,65	1,49

Nella tabella seguente si riporta il consumo, per il singolo pozzo, di acciaio previsto per il casing (ulteriori piccoli consumi non stimati sono per scalpelli, testa pozzo e lamiere per lavori di carpenteria vari) e di cemento.

Tabella 13: Consumo di acciaio e cemento per la realizzazione del pozzo

Casing	Acciaio	Cemento
	t	t
18" 5/8	52	73,32
13" 3/8	112	102,25
9" 5/8	79	55,11
Totale	243	230,7

3.4.2 Fase di esercizio

3.4.2.1 Suolo

Il Progetto comporta l'occupazione definitiva delle seguenti superfici:

- postazione di perforazione: 8.500 m²;
- postazione centrale elettrica geotermica: 5.500 m²;
- area stoccaggio a servizio degli impianti: 3.500 m²;
- vasca accumulo acqua 3.000 m³: 1.000 m²;
- vasca accumulo acqua 12.000 m³: 2.500 m²;



- viabilità di accesso: 14.000 m²;
- cabina elettrica di consegna: 30 m².

3.4.2.2 *Acqua*

Durante il funzionamento dell'impianto pilota la necessità di impiego di acqua è correlata alle seguenti attività:

- per il saltuario lavaggio di apparecchiature di impianto;
- per l'accumulo di acqua nel serbatoio del sistema antincendio;
- acqua potabile per servizi igienici.

Si prevede pertanto un consumo di pochi litri/giorno.

L'approvvigionamento dell'acqua necessaria per tali scopi avverrà mediante allacciamento all'acquedotto comunale, viste le contenute quantità richieste dall'impianto, o in alternativa, verrà approvvigionata tramite autobotte.

3.4.2.3 *Energia*

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dell'energia elettrica lorda e netta prodotta dall'impianto ORC.

Tabella 14: Potenze elettrica lorda e netta generata dalla centrale geotermoelettrica

Caso di progetto	TOTALE/ ANNO
Potenza lorda generata [kWe]	6452
Potenza pompa circolazione ORC [kWe]	562
Potenza compressore NCG [kWe]	268
Potenza condensatore ad aria [kWe]	375
Consumi ausiliari vari	60
Perdite trasformatore	7
Potenza netta [kWe]	5180
Disponibilità impianto	92%
GWh netti attesi	40

3.4.2.4 *Altre materie*

Per il funzionamento dell'impianto ORC sarà necessaria una periodica sostituzione dell'olio lubrificante (1 t/anno) impiegato per le parti in movimento ed un reintegro del circuito del fluido di lavoro, ovvero di refrigerante R245fa.

3.5 Rifiuti prodotti

3.5.1 Fase di costruzione

L'attività di perforazione produce rifiuti quali fango bentonitico e detriti di perforazione.



Il fango bentonitico, alla fine delle attività o nel momento in cui, durante la perforazione, non risultassero più idonee le sue caratteristiche chimico-fisiche, sarà stoccato all'interno dell'apposita vasca fanghi, ubicata a valle della piazzola di perforazione, in attesa, previa caratterizzazione, di essere smaltito presso idoneo impianto (CER 010507).

Il quantitativo stimato di fango da smaltire per pozzo è di 595 m³, pari a circa 714 t. Considerando tre pozzi, il quantitativo complessivo di fango da smaltire risulta essere pari a 1.785 m³, pari a circa 2.142 t.

Nella tabella sottostante si riporta la stima del quantitativo dei detriti di perforazione prodotti per singolo pozzo. La quantificazione è stata effettuata tenendo conto dei seguenti elementi:

- volume del foro maggiorato del 50 %;
- volume dei detriti stimato pari al 20 % del volume totale nella fase di perforazione delle formazioni Neogeniche, 40 % nelle unità Flyschoidi-argillitiche ed il 100% nelle unità Verrucane e Metamorfiche;
- peso specifico dei detriti di 2,2/2,4/2,7 t/m³ in funzione delle unità geologiche.

Tabella 15: Detriti di perforazione prodotti per singolo pozzo

Fase	Volume foro	Vol. foro +50%	Detrito	
	m ³	m ³	m ³	t
30"	13,7	20,5	4,1	9
23"	98,8	148,2	29,6	68
17" ½	108,5	162,7	65	156
12" ¼	83,6	130	130	338
8" ½	49,4	74,1	74,1	200
Totale	354	531	302,8	771

Differentemente, i rifiuti prodotti per la realizzazione delle opere civili sono limitati ai materiali d'imballaggio e agli sfridi di lavorazione dei materiali impiegati: nella tabella sottostante si riporta una stima dei quantitativi previsti.

Tabella 16: Rifiuti prodotti prodotti per la realizzazione delle opere civili

Rifiuto	Codice CER	Quantità t
Imballaggi per materiali misti	150106	1
Vetro, plastica e legno contenenti sostanze pericolose o da esse contaminati	170204*	2
Ferro e acciaio	170405	4
Rifiuti non specificati altrimenti (detriti)	010599	2

Per quanto riguarda i rifiuti in fase di costruzione della centrale, oltre al materiale utilizzato per gli imballi nei trasporti e strutture temporanee, le principali tipologie di rifiuti saranno costituiti dagli sfridi per le attività di montaggio (extra materiale per aggiustaggi, consumabili).



3.5.2 Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio dell'impianto pilota, le principali tipologie di rifiuti prodotti saranno le seguenti:

- oli lubrificanti esausti;
- rifiuti derivanti dalla normale attività di pulizia.

Tali rifiuti saranno smaltiti a norma di legge dalle aziende che effettueranno la manutenzione.

3.6 Cantierizzazione e cronoprogramma

La cantierizzazione prevista per la realizzazione del Progetto comprende 8 fasi principali.

Nel seguito si riporta la descrizione di ciascuna fase.

■ **Fase 1:** primo tratto viabilità di accesso

Tale fase prevede la realizzazione del primo tratto della viabilità di accesso dalla strada provinciale n. 27, avrà una durata di circa 7 settimane, con un impiego di 10 maestranze.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- autocarro da 30 t (60 ore);
- escavatore (160 ore);
- ruspa (160 ore);
- compattatore (60 ore);
- livellatrice (60 ore).

In questa fase si prevedono approssimativamente i seguenti passaggi di automezzi:

- 160 carichi con autocarro per il trasporto di terreno all'interno del cantiere;
- 6 viaggi per il trasporto del materiale di costruzione;
- 6 mezzi leggeri/giorno per il trasporto del personale operativo.

■ **Fase 2:** prosecuzione viabilità di accesso e area stoccaggio mezzi e materiali

Tale fase prevede la prosecuzione delle attività connesse alla realizzazione della viabilità (tre tratti fino all'area stoccaggio, alla postazione e alla vasca di accumulo da 12.000 m³, compresa parte del rilevato attorno a quest'ultima) e la realizzazione delle opere civili a servizio dell'area di stoccaggio mezzi e materiali. La fase in oggetto avrà una durata di circa 8 settimane, con un impiego di 18 maestranze.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- autocarro da 30 t (280 ore);
- escavatore (280 ore);
- ruspa (280 ore);
- compattatore (120 ore);
- livellatrice (120 ore);
- pala meccanica (120 ore).

In questa fase si prevedono approssimativamente i seguenti passaggi di automezzi:



- 900 carichi con autocarro per il trasporto di terreno all'interno del cantiere;
- 6 viaggi per il trasporto del materiale di costruzione;
- 3 mezzi leggeri/giorno per il trasporto del personale operativo.

■ **Fase 3:** movimenti terre vasca di accumulo (12.000 m³) e postazione di perforazione

Tale fase prevede l'esecuzione dei movimenti di terra per il completamento della vasca di accumulo acqua da 12.000 m³ e per l'area destinata ad ospitare la piazzola di perforazione. La fase in oggetto avrà una durata di circa 10 settimane, con un impiego di 18 maestranze.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- autocarro da 30 t (300 ore);
- escavatore (300 ore);
- ruspa (300 ore);
- compattatore (60 ore);
- livellatrice (60 ore);
- pala meccanica (140 ore);
- autogru (60 ore);
- autobetoniera (80 ore);
- piega ferri, saldatrici, flessibili, seghe circolari, martelli demolitori ecc. (60 ore).

In questa fase si prevedono approssimativamente i seguenti passaggi di automezzi:

- 1.000 carichi con autocarro per il trasporto di terreno all'interno del cantiere;
- 6 viaggi per il trasporto del materiale di costruzione;
- 6 mezzi leggeri/giorno per il trasporto del personale operativo.

■ **Fase 4:** movimenti terre viabilità per vasca di accumulo (3.000 m³) e centrale, opere civili postazione

Tale fase prevede la realizzazione della viabilità fino alla vasca di accumulo da 3.000 m³ e della vasca stessa, i movimenti terre relativi all'area della centrale, getti, completamenti e opere meccaniche inerenti la postazione di perforazione, nonché il riempimento della vasca di accumulo da 12.000 m³. La fase in oggetto avrà una durata di circa 10 settimane, con un impiego di 25 maestranze.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- autocarro da 30 t (180 ore);
- escavatore (100 ore);
- ruspa (100 ore);
- compattatore (30 ore);
- livellatrice (30 ore);
- pala meccanica (100 ore);
- autobetoniera (60 ore);



- autogru (60 ore);
- pompa (320 ore);
- piega ferri, saldatrici, flessibili, seghe circolari, martelli demolitori ecc. (60 ore).

In questa fase si prevedono approssimativamente i seguenti passaggi di automezzi:

- 600 carichi con autocarro per il trasporto di terreno all'interno del cantiere;
- circa 80 autobotti da 8 m³ per la fornitura di calcestruzzo, volume stimato pari a circa 640 m³;
- circa 5 carichi con autocarro da 30 t per casseformi e acciai per opere in c.a.;
- 40 viaggi per il trasporto del materiale di costruzione;
- 8 mezzi leggeri/giorno per il trasporto del personale operativo.

■ **Fase 5: perforazione primo pozzo di produzione (CAS-P1)**

Montaggio impianto di perforazione ("mob")

Prevede il trasporto e il montaggio dell'impianto di perforazione con i relativi equipaggiamenti. Avrà una durata di circa 3 settimane, con un impiego di 20-30 persone per il montaggio.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- Trasporti pesanti (100-120 viaggi);
- autogru (250 ore).

Perforazione primo pozzo di produzione

In questa fase sono operative, per una durata di circa 13 settimane (12 di perforazione e 1 per allestimento ed esecuzione prove brevi di erogazione) squadre di 4-5 persone su 2 turni da 12 ore sul piano sonda e 5-10 persone a terra su 2 turni da 12 ore.

I mezzi utilizzati e la relativa stima di utilizzo sono i seguenti:

- Autocarri o autoarticolati (200 viaggi);
- Autocarri per servizi di cementazione, log di pozzo, etc (16 viaggi);
- autogru (120 ore);
- autoveicoli per trasporto personale (750 viaggi);
- RIG (2000 ore).

■ **Fase 6: perforazione pozzo di re-iniezione (CAS-I) e opere civili centrale**

Tale fase prevede l'avvio della perforazione del pozzo di re-iniezione contestualmente alla realizzazione delle opere civili della centrale e degli aircooler e avrà una durata di circa 20 settimane.

Perforazione pozzo di reiniezione (direzionale)

In perforazione sono operative, per una durata di circa 16 settimane (1 per spostamento impianto, 14 di perforazione e 1 per allestimento ed esecuzione prove brevi di erogazione) squadre di 4-5 persone su 2 turni da 12 ore sul piano sonda e 5-10 persone a terra su 2 turni da 12 ore.

I mezzi utilizzati e la relativa stima di utilizzo sono i seguenti:

- Autocarri o autoarticolati (200 viaggi);



- Autocarri per servizi di cementazione, log di pozzo, etc (16 viaggi);
- autogru (250 ore);
- autoveicoli per trasporto personale (850 viaggi);
- RIG (2350 ore).

Opere civili centrale

Prevede l'impiego di 12 persone per le opere civili, I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- autocarro (100 ore);
- autogru (60 ore);
- piattaforma sviluppabile (150 ore);
- piega ferri, saldatrici, flessibili, seghe circolari, martelli demolitori ecc. (200 ore);
- autobetoniera (60 ore);

In questa fase si prevedono approssimativamente i seguenti passaggi di automezzi:

- 30 viaggi per il trasporto del materiale di costruzione;
- 5 carichi con autocarro da 30 t per il trasporto a discarica del materiale di risulta;
- 5 mezzi leggeri per il trasporto del personale operativo.

- **Fase 7:** perforazione secondo pozzo di produzione (CAS-P2), opere meccaniche centrale e air cooler, fluidodotti

Tale fase prevede l'avvio della perforazione del secondo pozzo di produzione contestualmente alla realizzazione delle opere meccaniche di centrale e air cooler e dei fluidodotti, avrà una durata di circa 26 settimane,

Perforazione secondo pozzo di produzione (direzionale)

In perforazione sono operative, per una durata di circa 16 settimane (1 per spostamento impianto, 14 di perforazione e 1 per allestimento ed esecuzione prove brevi di erogazione) squadre di 4-5 persone su 2 turni da 12 ore sul piano sonda e 5-10 persone a terra su 2 turni da 12 ore.

I mezzi utilizzati e la relativa stima di utilizzo sono i seguenti:

- Autocarri o autoarticolati (200 viaggi);
- Autocarri per servizi di cementazione, log di pozzo, etc (16 viaggi);
- autogru (250 ore);
- autoveicoli per trasporto personale (850 viaggi);
- RIG (2350 ore).

Smontaggio impianto di perforazione ("demob")

Prevede lo smontaggio e l'allontanamento dell'impianto di perforazione con i relativi equipaggiamenti. Avrà una durata di circa 3 settimane, con un impiego di 20-30 persone per il montaggio.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- Trasporti pesanti (100-120 viaggi);
- autogru (250 ore).



Opere meccaniche centrale e air cooler, fluidodotti

Si prevede un impiego di 25 persone per le opere meccaniche e i fluidodotti.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- autocarro da 30 t (120 ore)
- autogru (30 ore)
- piattaforma sviluppabile (30 ore)
- piega ferri, saldatrici, flessibili, seghe circolari, martelli demolitori ecc (30 ore)

In questa fase si prevedono approssimativamente i seguenti passaggi di automezzi:

- per le opere meccaniche e i fluidodotti:
 - 50 viaggi per il trasporto dei componenti degli impianti, di cui circa 15 con mezzi speciali;
 - 5 carichi con autocarro da 30 t per il trasporto a scarica del materiale di risulta;
 - 8 mezzi leggeri/giorno per il trasporto del personale operativo.

■ Fase 8: opere di mitigazione

Tale fase prevede la realizzazione delle opere di mitigazione, avrà una durata di circa 9 settimane, con un impiego di 10 maestranze.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- autocarro da 30 t (30 ore);
- autogru (20 ore);
- piattaforma sviluppabile (30 ore);
- piega ferri, saldatrici, flessibili, seghe circolari, martelli demolitori, ecc. (30 ore).

In questa fase si prevedono approssimativamente i seguenti passaggi di automezzi:

- 40 viaggi per il trasporto del materiale di costruzione;
- 10 viaggi per il trasporto dei componenti degli impianti;
- 5 carichi con autocarro da 30 t per il trasporto a scarica del materiale di risulta
- 3 mezzi leggeri/giorno per il trasporto del personale operativo.

La seguente Figura 38 riporta il cronoprogramma delle fasi di lavoro.

Inoltre, In fase di esercizio dell'impianto e per tutta la durata dell'esercizio , sono previste le seguenti attività:

- gestione impianti (centrale e campo pozzi) – N. 8 addetti per coprire turni di 8 ore, 7 giorni su 7;
- direzione tecnica dell'impianto – N. 1 tecnico;
- staff tecnico (ingegneri di serbatoio, ingegneri di processo, geologi) – N. 4;
- manutenzione, ordinaria e straordinaria – N. 2 addetti;



- servizi di guardiania – N. 1 addetto;
 - servizi amministrativi – N. 2 addetti;
- per un totale di 18 addetti in fase di esercizio.

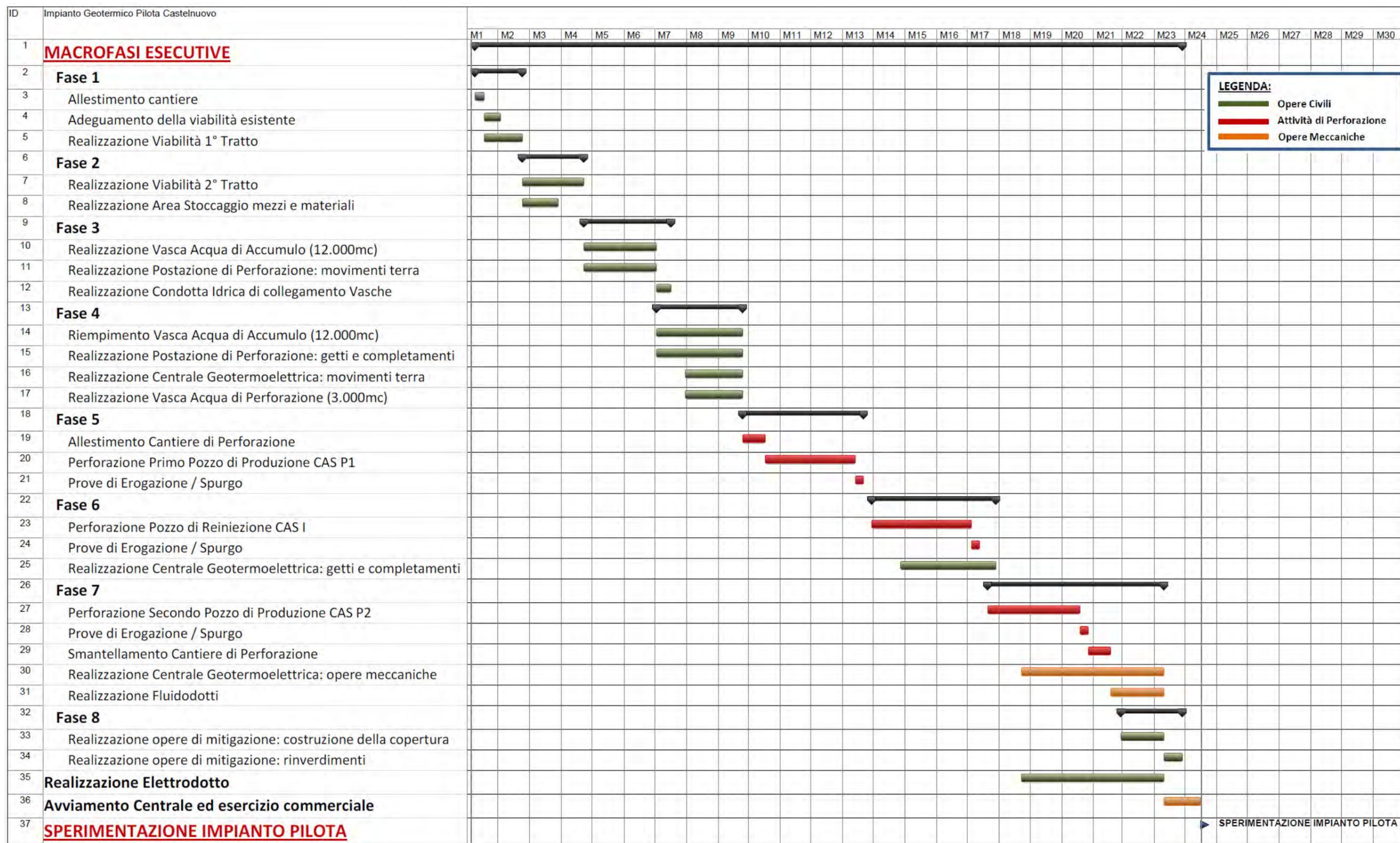


Figura 38: Cronoprogramma





3.7 Dismissione dell'impianto geotermico pilota

Alla fine della sua vita tecnica, stimabile in almeno e/o minimo 25 anni, si procederà alla dismissione della centrale geotermoelettrica e delle opere connesse, per la quale si prevedono le seguenti fasi:

- smontaggio e bonifica degli impianti e degli equipaggiamenti e delle tubazioni;
- demolizione delle opere civili;
- chiusura mineraria dei pozzi produttivi e reiniettivi.

La prima fase comprenderà tutte le attività necessarie per mettere a piè d'opera le componenti d'impianto e assicurare la bonifica dagli agenti in grado di determinare qualsiasi rischio.

L'operazione, condotta da ditte specializzate, consisterà nella ripulitura delle parti di impianto venute a contatto con agenti inquinanti e nello smaltimento a norma di legge dei rifiuti raccolti. Gli impianti e gli equipaggiamenti bonificati saranno quindi lasciati aperti nel sito per l'ispezione da parte delle autorità pubbliche competenti.

Gli oli lubrificanti utilizzati negli impianti della centrale saranno recuperati e inviati al Consorzio Smaltimento Olii Esausti. Il fluido organico utilizzato come fluido di lavoro sarà riutilizzato o altrimenti avviato al recupero.

La demolizione delle opere civili consisterà nelle seguenti azioni:

- demolizione di tutte le opere, interrate e non, in calcestruzzo, dei massetti, marciapiedi e solette;
- smantellamento e demolizione dei quadri elettrici di controllo ed automazione;
- frantumazione delle fondazioni profonde e rimozione per strati delle terre armate;
- rimozione delle pavimentazioni impermeabili dei piazzali con conferimento a ditte esterne autorizzate, per recupero o smaltimento, dei materiali di risulta;
- rimozione delle ossature e delle massicciate di piazzali e strade e successivo recupero per riutilizzo o cessione a terzi, rusatura di tutte le aree dei piazzali e di quelle limitrofe per conferire loro una morfologia irregolare e prossima a quella naturale delle zone circostanti;

Per la descrizione della terza fase si rimanda a quanto riportato per la chiusura dei pozzi (cfr. § 3.2.1.6).

3.8 Costi-Benefici

La Legge 7 agosto 2012, n. 134 di conversione del Decreto Legge 22 giugno 2012, n. 83, ha disposto l'inserimento dell'energia geotermica tra le fonti energetiche strategiche e la Legge 9 agosto 2013, n. 98 di conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia, ha disposto che gli impianti geotermici pilota siano di competenza statale (integrando l'art. 1 comma 3bis del D.Lgs. 11 febbraio 2010, n. 22 e il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152).

Per le ragioni di cui sopra l'energia geotermica, nel sistema giuridico italiano, è patrimonio indisponibile dello Stato come le altre risorse minerarie e quindi non appartiene al proprietario dei suoli¹².

L'energia geotermica ricopre da sempre un ruolo strategico per la Regione Toscana e, nel Piano Ambientale ed Energetico Regionale (PAER) approvato dal Consiglio Regionale con deliberazione n. 10 dell'11 febbraio 2015, pubblicata sul Burt n. 10 parte I del 6 marzo 2015, si ribadisce la necessità di "aumentare la percentuale di energia proveniente da fonti rinnovabile e il livello di innovazione tecnologica

¹² Ministero dello Sviluppo Economico, Dipartimento per l'Energia - Direzione generale per le risorse minerarie ed energetiche - Ufficio nazionale minerario per gli idrocarburi e le georisorse. Supplemento al bollettino ufficiale degli idrocarburi e delle georisorse anno LIV - n.2.



nella produzione energetica”. La Toscana dovrà pertanto incrementare la produzione di energia elettrica e termica da rinnovabili centrando gli obiettivi stabiliti per gli anni 2012, 2014, 2016, 2018, 2020¹³.

Il Comune di Castelnuovo Val di Cecina, come espresso dal Sindaco, riconosce che *“le risorse che derivano dal fondo geotermico [...] consentono alle amministrazioni delle aree geotermiche di poter attuare, oltre ad interventi diretti anche altre politiche per lo sviluppo economico del territorio e per migliorare la qualità della vita dei cittadini”* ad esempio *“[...] dare un sostegno al commercio, al settore edilizio per il recupero delle facciate del centro storico, così come tenere bassa la pressione fiscale o garantire una rete di servizi alla popolazione”*¹⁴.

Il progetto Castelnuovo è un’opportunità per lo sviluppo della geotermia, nel quadro di riferimento nazionale, regionale e comunale, anche in ragione delle tecnologie innovative proposte in linea con quanto previsto dal PAER.

La sua realizzazione determina effetti positivi a livello socio- economico ed ambientale. Nel dettaglio:

1) Benefici Occupazionali

Come evidenziato nel documento redatto a cura della Provincia di Pisa “Dossier Statistico VIII”, il Comune di Castelnuovo Val di Cecina ha una popolazione di 2284 abitanti (al 31/12/12) di cui 272 stranieri e mostra un trend di crescita negativo con un decremento del 14,7% rispetto ai dati del 1991. A ciò si aggiunge un quoziente di incremento migratorio (x1000) pari al 7,01 (al 2012).

Analizzando le statistiche demografiche relative ai censimenti realizzati a partire dal 1971 ogni 10 anni, si evidenzia come il Comune di Castelnuovo, nonostante la massiccia immigrazione, in 40 anni abbia perso il 31,4% dei propri abitanti (passando da 3336 ab. nel 1971 a 2290 ab. nel 2011), mentre nello stesso periodo la Provincia di Pisa e la Regione Toscana hanno registrato un incremento demografico rispettivamente del +9,4% e del +5,7%. Inoltre essendo il numero totale di abitanti pari a 2284, di cui in età lavorativa 1392 (da 20 a 69 anni), si evince che gli occupati erano 1192. Il tasso grezzo di disoccupazione al 2011 risulta essere stato pari al 10,33%. Dai dati disponibili risulta che i settori nei quali si collocano gli occupati nel Comune di Castelnuovo sono i seguenti:

- industria;
- servizi;
- agricoltura;
- turismo;
- altri (come meglio dettagliato alla tab. 67 del par. 4.12.1.2).

Considerando i dati occupazionali attuali si può quindi desumere che le attività necessarie per la realizzazione dell’intervento possono garantire una domanda occupazionale a livello nazionale e regionale, con ricadute occupazionali dirette anche sul territorio comunale. In particolare, tenendo presente che 1 FTE (“Full Time Equivalent”) corrisponde a 220 giornate lavorative annue, si prevede quanto segue:

a) Opere civili

La realizzazione delle opere civili sarà affidata prioritariamente a società che risiedono sul territorio comunale o comuni limitrofi con la creazione di circa 3900 giornate uomo di lavoro pari a circa 18 FTE con le seguenti previsioni occupazionali:

¹³ Regione Toscana – PAER - Disciplinare di piano 2015

¹⁴ Greenreport.it 29/08/2014 - <http://www.greenreport.it/news/economia-ecologica/alberto-ferrini-geotermia-castelnuovo-val-cecina/>



OFFERTA OCCUPAZIONALE		
	ADDETTI	GIORNI UOMO
VIABILITA' -	10 per 7 settimane	350
AREE DI ACCESSO e STOCCAGGIO MEZZI e MATERIALI	18 per 8 settimane	720
MOVIMENTI TERRE VASCA DI ACCUMULO E POSTAZIONE DI PERFORAZIONE	18 per 10 settimane	900
MOVIMENTI TERRE, VIABILITA', VASCA ACQUA E CENTRALE, OPERE CIVILI POSTAZIONE	25 per 10 settimane	1250
OPERE CIVILI CENTRALE	12 per 4 settimane	240
OPERE DI MITIGAZIONE	10 per 9 settimane	450
TOTALE GIORNI UOMO		3910

b) Fase di perforazione

La realizzazione delle attività di perforazione sarà appaltata a società specializzate del settore. I servizi tecnici e logistici e la manodopera, se disponibili, saranno prioritariamente reperiti tra soggetti residenti nel Comune o Comuni limitrofi. L'importo complessivo stimato per tali attività è di circa 3 milioni di euro in due anni con la prospettiva di creazione di circa 13000 giornate uomo equivalenti a circa 59 FTE con le seguenti previsioni occupazionali:

OFFERTA OCCUPAZIONALE		
	ADDETTI	GIORNI UOMO*
MONTAGGIO IMPIANTO DI PERFORAZIONE	25 tutti i giorni (su due turni), sabato e festivi inclusi per 3 settimane	787
PERFORAZIONE POZZO CAS-P1:	25 tutti i giorni (su due turni), sabato e festivi inclusi per 13 settimane	3412
PERFORAZIONE POZZO CAS-I:	25 tutti i giorni (su due turni), sabato e festivi inclusi per 16 settimane	4200
PERFORAZIONE POZZO CAS-P2:	25 tutti i giorni (su due turni), sabato e festivi inclusi per 16 settimane	4200
SMONTAGGIO IMPIANTO DI PERFORAZIONE	25 tutti i giorni (su due turni), sabato e festivi inclusi per 3 settimane	787
TOTALE GIORNI UOMO		13386

* NB: 1 turno di 12 ore equivale a 1.5 giorni-uomo



c) Realizzazione centrale geotermoelettrica

La realizzazione dell'impianto sarà appaltata a società specializzate del settore. I servizi tecnici e logistici e parte della manodopera, se disponibili, saranno prioritariamente reperiti tra soggetti residenti nel Comune o Comuni limitrofi con le seguenti previsioni occupazionali:

OFFERTA OCCUPAZIONALE		
	ADDETTI (preliminare)	GIORNI UOMO (preliminare)
INSTALLAZIONE CONDENSATORE AD ARIA	6	318
INSTALLAZIONE E MONTAGGIO DELLE PARTI MECCANICHE	7	368
INSTALLAZIONE E MONTAGGIO DELLE PARTI ELETTO-STRUMENTALI		
POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI	8	680
COMMISSIONING, MESSA IN SERVIZIO E COLLAUDO PRESTAZIONALE	6	204
TOTALE GIORNI UOMO		1570

Inoltre, per tutta la durata di esercizio dell'impianto, sono previste le seguenti attività:

- gestione impianti (centrale e campo pozzi) – N. 8 addetti per coprire turni di 8 ore, 7 giorni su 7;
- direzione tecnica dell'impianto – N. 1 tecnici;
- staff tecnico (ingegneri di serbatoio, ingegneri di processo, geologi) – N. 4;
- manutenzione, ordinaria e straordinaria – N. 2 addetti;
- servizi di guardiania – N. 1 addetto;
- servizi amministrativi – N. 2 addetti;

per un totale di 18 addetti in fase di esercizio.

Tali previsioni prospettano dunque un'incidenza positiva nel quadro occupazionale locale in quanto saranno privilegiate imprese e maestranze locali per l'esecuzione delle attività. La presenza di personale operativo comporterà anche un beneficio per l'indotto (servizi, ristorazione, alloggi etc).

2) Benefici economici

Come sottoscritto in data 28/01/2014 nel Protocollo tra la Rete Geotermica (della quale fanno parte le imprese che costituiscono la RETE GEOTERMICA TOSCANA) ed il Presidente della Regione Toscana, è concordato l'impegno a "garantire la messa a disposizione, in processi industriali, agricoli, commerciali e civili, dell'energia termica derivata dai processi di produzione di energia elettrica [...]".

Inoltre, ai sensi del D. Lgs. 11 febbraio 2010, n. 22 - Art. 16 - Canoni e contributi, comma 5-bis e comma 11 - "Limitatamente alla sperimentazione di impianti pilota a ridotto impatto ambientale, di cui all'articolo 1, comma 3-bis", al Comune sede dell'impianto è dovuta la compensazione ambientale nella misura del 4% dell'investimento, mentre non sono dovute le *royalties* ai Comuni sede dell'impianto ed alla Regione come previsto per i permessi di ricerca ordinari .



Inoltre verrà messa a disposizione dell'Amministrazione comunale e/o di imprese locali l'energia termica (calore) per applicazioni non legate alla generazione di energia elettrica nel settore agro-alimentare, industriale, civile e turistico/alberghiero.

3) Benefici ambientali

La produzione di energia elettrica da fonte geotermica consente di evitare le emissioni di anidride carbonica legate alla produzione di elettricità da fonte termoelettrica. Considerando il fattore di emissione atmosferica di CO₂ e sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore elettrico (Rapporti 212/2015 di ISPRA) di 0,554 kg di CO₂ per ogni kWh di energia elettrica da combustibile fossile, e considerando la produzione media annua di 40 GWh di energia elettrica netta (ottenuta considerando la potenza elettrica netta di circa 5 MW ed un funzionamento dell'impianto di 8.000 h/anno), il quantitativo di emissioni di CO₂ evitate grazie all'esercizio dell'impianto pilota geotermico di Castelnuovo Val di Cecina sarà di circa 22.160 t per ogni anno di funzionamento.

Si sottolinea inoltre che l'occupazione di suolo per unità di energia elettrica prodotta dagli impianti di energia geotermica è sicuramente tra le più basse tra gli impianti di produzione energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili.

A titolo esemplificativo si riporta di seguito un confronto tra l'energia elettrica prodotta dal presente impianto e l'energia elettrica che si produrrebbe da un impianto fotovoltaico caratterizzato da una medesima occupazione di suolo e posizione geografica. Di seguito si riporta il confronto di occupazione diretta di suolo tra l'impianto geotermico di Castelnuovo ed un impianto fotovoltaico nella medesima area. Dai risultati riportati in tabella si riscontra come l'occupazione di suolo per unità di superficie per l'impianto geotermico di Castelnuovo risulti di circa 287,5 m²/GWh a fronte di un'occupazione di circa 17.000 m²/GWh di un impianto fotovoltaico nella stessa area.

	<i>Parametro</i>	<i>UdM</i>	<i>Geotermico</i>	<i>Fotovoltaico⁽¹⁾</i>
<i>A</i>	<i>Occupazione diretta di suolo</i>	<i>M²</i>	<i>11,500</i>	<i>33,600</i>
<i>B</i>	<i>Potenza elettrica netta</i>	<i>MW</i>	<i>5.18</i>	<i>1.7</i>
<i>C</i>	<i>Ore annuali equivalenti di funzionamento alla potenza nominale</i>	<i>H</i>	<i>7,725</i>	<i>1,200</i>
<i>D</i>	<i>Produzione annuale Energia elettrica</i>	<i>GWh</i>	<i>40</i>	<i>1.68</i>
<i>E</i>	<i>Occupazione suolo/Energia elettrica annuale (A/D)</i>	<i>M²/GWh</i>	<i>≈287.5</i>	<i>≈17,000</i>

Nota (1): Considerando conservativamente che per impianti fotovoltaici siano necessari 2 ha di territorio per ogni MW installato

In aggiunta, particolare attenzione è stata prestata all'inserimento ambientale e paesaggistico del progetto ricorrendo a soluzioni architettoniche innovative.



4.0 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

4.1 Metodologia di analisi

La metodologia concettuale adottata da Golder per l'analisi degli impatti del Progetto sull'ambiente è coerente con il **modello DPSIR** (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposta) sviluppato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA). Il modello si basa sull'identificazione dei seguenti elementi:

- **Determinanti:** azioni umane in grado di interferire in modo significativo con l'ambiente in quanto elementi generatori primari delle pressioni ambientali;
- **Pressioni:** forme di interferenza diretta o indiretta prodotte dalle azioni umane sull'ambiente, in grado di influire sulla qualità dell'ambiente;
- **Stato:** insieme delle condizioni che caratterizzano la qualità attuale e/o tendenziale di un determinato comparto ambientale e/o delle sue risorse;
- **Impatto:** cambiamenti che la qualità ambientale subisce a causa delle diverse pressioni generate dai determinanti;
- **Risposte:** azioni antropiche adottate per migliorare lo stato dell'ambiente o per ridurre le pressioni e gli impatti negativi determinati dall'uomo (misure di mitigazione).

La metodologia di analisi applicata è stata sviluppata da Golder sulla base dell'esperienza maturata nel campo della valutazione ambientale. La metodologia è stata progressivamente affinata in seguito alla sua applicazione per la valutazione ambientale di molteplici tipologie progettuali. La versione proposta nel presente SIA costituisce la versione più recente del metodo di analisi e prevede le fasi di seguito descritte.

- **Verifica preliminare dei potenziali impatti:**
 - individuazione delle azioni di progetto (equivalenti ai Determinanti del modello DPSIR) sia per la fase di costruzione che per la successiva fase di esercizio;
 - individuazione delle componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto da parte dell'intervento in progetto.
- **Valutazione degli impatti:**
 - definizione dello Stato attuale delle differenti componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto;
 - individuazione dei fattori di impatto (equivalenti alle Pressioni del modello DPSIR) potenzialmente agenti sulle componenti ambientali nelle diverse fasi di progetto;
 - definizione e valutazione, per le fasi di costruzione e di esercizio, dell'Impatto ambientale agente su ogni singola componente considerata a valle delle eventuali misure di mitigazione previste (equivalenti alle Risposte del modello DPSIR).

4.1.1 Verifica preliminare dei potenziali impatti

4.1.1.1 Individuazione delle azioni di progetto

Le **azioni di progetto** in grado di interferire con le componenti ambientali derivano dall'analisi e dalla scomposizione degli interventi previsti per la realizzazione del Progetto, sia per la fase di costruzione che per la successiva fase di esercizio.

Le azioni di progetto corrispondono pertanto alle operazioni legate alla fase di costruzione e/o alla fase di esercizio in grado di alterare lo stato attuale di una o più componenti ambientali.



4.1.1.2 Individuazione delle componenti ambientali potenzialmente oggetto di impatto

Dopo aver individuato le azioni di progetto, viene predisposta una apposita matrice di incrocio tra componente ambientale e azioni di progetto, al fine di individuare le componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto per le fasi di costruzione e di esercizio.

A partire dalla verifica preliminare condotta, si procede con la descrizione delle componenti potenzialmente interferite e con la valutazione degli impatti agenti su di esse secondo la metodologia descritta nei paragrafi seguenti.

4.1.2 Valutazione degli impatti

4.1.2.1 Definizione dello stato delle componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto

La definizione dello stato delle singole componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto è effettuata mediante l'individuazione e la verifica delle caratteristiche salienti delle componenti stesse, analizzando un areale la cui estensione è stata valutata in relazione alle caratteristiche del territorio, alla tipologia della componente potenzialmente interferita, al tipo di intervento in progetto e alle eventuali condizioni di sensibilità e/o di criticità esistenti.

Nel presente studio la definizione dello stato delle singole componenti ambientali è stata effettuata considerando il territorio dall'Impianto e dalle opere connesse.

Sulla base delle potenziali interferenze ambientali determinate dalla realizzazione del Progetto, lo Studio ha approfondito l'analisi in un'areale specifico per le differenti componenti ambientali individuate.

Per la verifica dello stato qualitativo dell'ambiente in cui il Progetto si andrà ad inserire sono considerati i dati disponibili gestiti a cura della Pubblica Amministrazione (Regione, Provincia, Comune, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, Enti nazionali), nonché i risultati di studi e indagini eseguiti da soggetti pubblici e/o privati inerenti l'area in esame.

La valutazione complessiva dello stato della componente analizzata è espressa mediante un valore di sensibilità all'impatto che tiene conto sia delle **caratteristiche della componente** sia dell'eventuale presenza dei seguenti **elementi di sensibilità** aventi differente rilevanza¹⁵:

- **atmosfera**: le zone di risanamento e una qualità dell'aria per cui si verifichino superamenti dei limiti normativi;
- **suolo e sottosuolo**: le faglie attive, le zone di rischio vulcanico o a rischio sismico significativo, le zone di subsidenza, i geositi, i corpi di frana attiva/quiescente, le zone/coste in erosione, le zone a rischio di valanga, le zone a rischio di dissesto torrentizio, le zone a rischio di attivazione di conoidi, le cave attive e le cave dismesse non recuperate, le discariche attive e le discariche/ritombamenti abusivi, le aree a lento drenaggio, i siti contaminati;
- **ambiente idrico superficiale**: i corsi d'acqua a carattere torrentizio, i corsi d'acqua con elevato stato di qualità ambientale, i corsi d'acqua molto inquinati, i corsi d'acqua utilizzati per la potabilizzazione, per l'irrigazione e per l'orticoltura, i laghi eutrofizzati o a rischio di eutrofizzazione, i tratti costieri eutrofizzati o a rischio di eutrofizzazione;
- **ambiente idrico sotterraneo**: le falde idriche utilizzate per la produzione di acque potabili o a fini irrigui, le falde che presentano una elevata qualità o una contaminazione, le sorgenti perenni e quelle termali, le fonti idrominerali, i fontanili, le falde profonde, gli acquiferi ad alta vulnerabilità, le zone di ricarica della falda, le zone con falda superficiale o affiorante;

¹⁵ Gli elementi di sensibilità sono tratti dalla pubblicazione ARPA Piemonte "Sostenibilità ambientale dello sviluppo" (2002) e parzialmente rielaborati



- clima acustico: le aree ricadenti in classe I, le aree in cui sono superati i limiti normativi di immissione;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti: le aree che presentano una fonte di emissione di radiazioni non ionizzanti e/o ionizzanti;
- flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi: le specie a maggior vulnerabilità (specie meno comuni/rare in quanto sono le prime a risentire delle alterazioni ambientali, fortemente minacciate, specie importanti a livello della catena trofica, le specie ad elevato interesse economico), le specie endemiche, gli habitat che presentano minori livelli di intervento antropico e che si mantengono più prossimi alle condizioni naturali, gli ecosistemi stabili, i corridoi ecologici, i siti di specifica importanza faunistica, le oasi faunistiche, le zone di ripopolamento e cattura, le aziende faunistico-venatorie, i corsi d'acqua di aree protette ed ecosistemi vulnerabili, le acque salmonicole, i tratti idrici di ripopolamento per l'ittiofauna d'acqua dolce, le zone di ripopolamento ittico-marino, gli impianti di maricoltura e/o molluschicoltura, i biotopi, le aree protette, i SIC, le ZPS, le IPA, le IBA, le RAMSAR, i siti per il birdwatching;
- paesaggio: le aree di maggior pregio dal punto di vista visivo, le aree altamente visibili;
- sistema antropico: le aree ad alta fruizione, la presenza di carichi ambientali.
- salute pubblica: i recettori sensibili, dati epidemiologici rilevanti.

La sensibilità della componente è assegnata secondo la seguente scala relativa:

- **sensibilità trascurabile**: la componente non presenta elementi di sensibilità;
- **sensibilità bassa**: la componente presenta limitati elementi di sensibilità e poco rilevanti;
- **sensibilità media**: la componente presenta molti elementi di sensibilità ma poco rilevanti;
- **sensibilità alta**: la componente presenta rilevanti elementi di sensibilità.

4.1.2.2 Individuazione dei fattori di impatto

Le azioni di progetto possono potenzialmente determinare, nelle differenti fasi esaminate, **fattori di impatto** sull'ambiente, cioè delle potenziali forme di interferenza in grado di influire, positivamente o negativamente, in maniera diretta o indiretta, sullo stato qualitativo dell'ambiente.

Sono pertanto individuati i potenziali **fattori di impatto** agenti su ciascuna componente ambientale nelle fasi di costruzione e di esercizio.

4.1.2.3 Definizione e valutazione dell'impatto ambientale

La **valutazione dell'impatto** sulle singole componenti interferite nelle differenti fasi progettuali considerate è effettuata mediante la costruzione di specifiche **matrici di impatto ambientale** che incrociano lo stato della componente, espresso in termini di sensibilità all'impatto, con i fattori di impatto considerati, quantificati in base a una serie di parametri che ne definiscono le principali caratteristiche in termini di **durata nel tempo** (breve, medio-breve, media, medio-lunga, lunga), **distribuzione temporale** (concentrata, discontinua, continua), **area di influenza** (circoscritta, estesa, globale) e di **rilevanza** (trascurabile, bassa, media, alta).

La quantificazione dei singoli impatti derivanti da ognuno dei fattori agenti sulla componente ambientale è ottenuta attribuendo a ciascuna caratteristica del fattore di impatto una comparazione in relazione alla maggiore entità dell'impatto ad esso correlato.

Le caratteristiche dei fattori di impatto considerate sono di seguito descritte.

La **durata** nel tempo (D) definisce l'arco temporale in cui è presente l'impatto e si distingue in:

- breve, quando l'intervallo di tempo è compreso entro 1 anno;
- medio-breve, quando l'intervallo di tempo è compreso tra 1 e 5 anni;



- media, quando l'intervallo di tempo è compreso tra 5 e 10 anni;
- medio-lunga, quando l'intervallo di tempo è compreso tra 10 e 15 anni;
- lunga, quando l'intervallo di tempo è superiore a 15 anni.

La **distribuzione temporale** (Di) definisce con quale cadenza avviene il potenziale impatto e si distingue in:

- concentrata: se presenta un breve ed unico accadimento;
- discontinua: se presenta un accadimento ripetuto periodicamente o casualmente nel tempo;
- continua: se distribuita uniformemente nel tempo.

L'**area di influenza** (A) coincide con l'area entro la quale il potenziale impatto esercita la sua influenza e si definisce:

- circoscritta: quando l'impatto ricade in un ambito territoriale di estensione variabile non definita a priori, di cui si ha la possibilità di descrivere gli elementi che lo compongono in maniera esaustiva e/o si può definirne il contorno in modo sufficientemente chiaro e preciso;
- estesa: quando l'impatto ricade in un ambito territoriale di estensione variabile non definita a priori, di cui non si ha la possibilità di descrivere gli elementi che lo compongono, in ragione del loro numero e della loro complessità, e/o il cui perimetro o contorno è sfumato e difficilmente identificabile;
- globale: quando l'impatto ha un'area di influenza a scala globale.

La **rilevanza** (Ri) rappresenta l'entità delle modifiche e/o alterazioni sulla componente ambientale causate dal potenziale impatto, quest'ultimo valutato anche come possibile variazione rispetto ad un'eventuale condizione di impatto derivante da attività preesistenti alle azioni di progetto considerate. La rilevanza si distingue in:

- trascurabile: quando l'entità delle alterazioni/modifiche è tale da causare una variazione non rilevabile strumentalmente o percepibile sensorialmente;
- bassa: quando l'entità delle alterazioni/modifiche è tale da causare una variazione rilevabile strumentalmente o sensorialmente percepibile ma circoscritta alla componente direttamente interessata, senza alterare il sistema di equilibri e di relazioni tra le componenti;
- media: quando l'entità delle alterazioni/modifiche è tale da causare una variazione rilevabile sia sulla componente direttamente interessata sia sul sistema di equilibri e di relazioni esistenti tra le diverse componenti;
- alta: quando si verificano modifiche sostanziali tali da comportare alterazioni che determinano la riduzione del valore ambientale della componente.

L'impatto è inoltre valutato tenendo conto della sua reversibilità (reversibile a breve termine, reversibile a medio/lungo termine, irreversibile), della sua probabilità di accadimento (bassa, media, alta, certa) e della sua mitigazione (nulla, bassa, media, alta).

Anche ai suddetti parametri viene attribuito un punteggio, secondo la procedura di calcolo sopra citata, crescente rispettivamente con l'irreversibilità dell'impatto, con l'aumento della probabilità di accadimento e con la diminuzione della mitigazione dell'impatto.

La **reversibilità** (R) indica la possibilità di ripristinare lo stato qualitativo della componente a seguito delle modificazioni intervenute mediante l'intervento dell'uomo e/o tramite la capacità autonoma della componente, in virtù delle proprie caratteristiche di resilienza. Si distingue in:



- reversibile a breve termine: se la componente ambientale ripristina le condizioni originarie in un breve intervallo di tempo;
- reversibile a medio/lungo termine: se il periodo necessario al ripristino delle condizioni originarie è dell'ordine di un ciclo generazionale;
- irreversibile: se non è possibile ripristinare lo stato qualitativo iniziale della componente interessata dall'impatto.

La **probabilità di accadimento** (P) coincide con la probabilità che il potenziale impatto si verifichi, valutata secondo l'esperienza dei valutatori e/o sulla base di dati bibliografici disponibili in:

- bassa: per le situazioni che mostrano una sporadica frequenza di accadimento, la cui evenienza non può essere esclusa, seppur considerata come accadimento occasionale;
- media: per le situazioni che mostrano una bassa frequenza di accadimento;
- alta: per le situazioni che mostrano un'alta frequenza di accadimento;
- certa: per le situazioni che risultano inevitabili.

La **mitigazione** (M) coincide con la possibilità di attenuare il potenziale impatto attraverso opportuni interventi progettuali e/o di gestione. Sono pertanto considerate le seguenti classi di mitigazione:

- alta: quando il potenziale impatto può essere mitigato con buona efficacia;
- media: quando il potenziale impatto può essere mitigato con sufficiente efficacia;
- bassa: quando il potenziale impatto può essere mitigato ma con scarsa efficacia;
- nulla: quando il potenziale impatto non può essere in alcun modo mitigato.

Il valore dell'impatto sulla componente per fattore di impatto è ottenuto dalla relazione di seguito riportata, che lega tutti i parametri sopra descritti, tenuto conto inoltre della **sensibilità** (S) della componente interferita.

L'entità dell'impatto dovuto a ciascun fattore di impatto può variare ed è attribuito distinguendo se lo stesso impatto è da considerare positivo o negativo nei confronti della componente che ne subisce gli effetti, intendendo come positivo una riduzione/mitigazione di impatti negativi già esistenti o potenziali impatti positivi futuri sulla singola componente ambientale.

L'impatto così individuato (negativo o positivo), riferito ad ogni singolo fattore di impatto sulla componente ambientale, è valutato secondo la seguente scala:

- livello 1: impatto complessivo trascurabile;
- livello 2: impatto complessivo basso;
- livello 3: impatto complessivo medio-basso;
- livello 4: impatto complessivo medio;
- livello 5: impatto complessivo medio-alto;
- livello 6: impatto complessivo alto.

Nelle matrici di impatto viene attribuita una colorazione della cella arancione per gli impatti ritenuti negativi e una colorazione verde per quelli positivi.



4.2 Verifica preliminare dei potenziali impatti

L'analisi degli impatti riportata nel presente SIA ha seguito la metodologia sopra descritta.

Lo studio ha pertanto compreso la verifica preliminare dei potenziali impatti individuando le azioni di progetto in grado di interferire con le componenti ambientali nelle fasi di costruzione e di esercizio.

Le azioni di progetto in grado di interferire con le componenti ambientali sono sintetizzabili come segue:

■ Fase di costruzione

- scarificazioni/sbancamenti/scavi;
- trasporto materiali da costruzione/rifiuti;
- stoccaggio terreni di scavo;
- riporto terra/materiale da costruzione;
- costruzione opere civili/impianto;
- approvvigionamento idrico;
- scarichi idrici;
- perforazione pozzi;
- smaltimento rifiuti;
- richiesta di manodopera.

■ Fase di esercizio

- presenza Impianto Pilota;
- funzionamento Impianto Pilota;
- richiesta di manodopera.

A seguito dell'individuazione delle azioni di progetto è stata compilata la matrice di incrocio tra le componenti ambientali e le azioni di progetto individuate.



Tabella 17: Matrice Azioni di progetto-Componenti ambientali

FASI DI PROGETTO	AZIONI PROGETTO/COMPONENTI DI	Atmosfera	Suolo e sottosuolo	Ambiente idrico superficiale	Ambiente idrico sotterraneo	Clima acustico	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi	Paesaggio	Sistema antropico	Salute pubblica
Fase di costruzione	scarificazioni/sbancamenti/scavi										
	trasporto materiali da costruzione/rifiuti										
	stoccaggio terreni di scavo										
	riporto terra/materiale da costruzione										
	costruzione opere civili/impianto										
	approvvigionamento idrico										
	scarichi idrici										
	perforazione pozzi										
	smaltimento rifiuti										
	richiesta di manodopera										
Fase di esercizio	presenza Impianto Pilota										
	funzionamento Impianto Pilota										
	richiesta di manodopera										



In base alle risultanze della verifica preliminare condotta, le componenti ambientali ritenute oggetto di potenziale impatto sono tutte quelle indicate, ovvero:

- atmosfera;
- suolo e sottosuolo;
- ambiente idrico superficiale;
- ambiente idrico sotterraneo;
- clima acustico;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti;
- flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi;
- paesaggio;
- sistema antropico;
- salute pubblica.

4.3 Valutazione degli impatti

A partire dalla verifica preliminare condotta, si è proceduto con la valutazione di dettaglio dei potenziali impatti agenti su ciascuna componente ambientale interferita.

Tale analisi comporta:

- la definizione dello stato qualitativo attuale della componente;
- l'individuazione dei fattori di impatto agenti sulla componente nelle fasi di costruzione e di esercizio;
- la valutazione dei conseguenti impatti per le diverse fasi di progetto, distinti in negativi e positivi.

Le correlazioni esistenti tra componente - azioni di progetto – fattori di impatto è riportata nella seguente tabella riassuntiva, che costituisce il riferimento metodologico per i capitoli successivi.

Tabella 18: Matrice di riferimento Componente - Azioni di Progetto - Fattori di Impatto

COMPONENTI	AZIONI DI PROGETTO		FATTORI DI IMPATTO
	FASE DI COSTRUZIONE	FASE DI ESERCIZIO	
ATMOSFERA	scarificazioni/sbancamenti/scavi	-	emissione di polveri emissione di inquinanti atmosferici emissione di gas serra
	trasporto materiali da costruzione/rifiuti		
	stoccaggio terreni di scavo		
	riporto terra/materiale da costruzione		
	costruzione opere civili/impianto		
	perforazione pozzi		



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

COMPONENTI	AZIONI DI PROGETTO		FATTORI DI IMPATTO
	FASE DI COSTRUZIONE	FASE DI ESERCIZIO	
	-	funzionamento Impianto Pilota	emissione di gas serra emissione di inquinanti atmosferici
SUOLO E SOTTOSUOLO	scarificazioni/sbancamenti/scavi	-	occupazione di suolo asportazione di suolo/sottosuolo immissione di inquinanti nel suolo/sottosuolo variazione morfologica di versante
	stoccaggio terreni di scavo		
	riporto terra/materiale da costruzione		
	perforazione pozzi		
	-	presenza Impianto Pilota	impermeabilizzazione di suolo prelievo di fluido geotermico immissione di fluido geotermico
	funzionamento Impianto Pilota		
AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE	scarichi idrici	-	immissione di acque in corpi idrici superficiali
	-	scarichi idrici	immissione di acque in corpi idrici superficiali
AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO	scarificazioni/sbancamenti/scavi	-	immissione di inquinanti nel suolo/sottosuolo
CLIMA ACUSTICO	scarificazioni/sbancamenti/scavi	-	emissione di rumore
	trasporto materiali da costruzione/rifiuti		
	riporto terra/materiale da costruzione		
	costruzione opere civili/impianto		
	perforazione pozzi		
	approvvigionamento idrico		
	-	funzionamento Impianto Pilota	emissione di rumore
RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI	perforazione pozzi	-	emissioni da radionuclidi
	-	funzionamento Impianto Pilota	emissioni elettromagnetiche
FLORA, VEGETAZIONE, FAUNA ED ECOSISTEMI	scarificazioni/sbancamenti/scavi	-	emissione di polveri emissione di inquinanti atmosferici asportazione di vegetazione danneggiamento di
	trasporto materiali da costruzione/rifiuti		
	riporto terra/materiale da costruzione		



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

COMPONENTI	AZIONI DI PROGETTO		FATTORI DI IMPATTO
	FASE DI COSTRUZIONE	FASE DI ESERCIZIO	
	costruzione opere civili/impianto		vegetazione emissione di rumore emissione luminosa
	perforazione pozzi		
	-	funzionamento Impianto Pilota	impermeabilizzazione di suolo emissione di rumore emissione luminosa
PAESAGGIO	scarificazioni/sbancamenti/scavi	-	variazione morfologica di versante presenza di manufatti e opere artificiali emissione luminosa
	riporto terra/materiale da costruzione		
	perforazione pozzi		
	-	presenza Impianto Pilota	presenza di manufatti e opere artificiali emissione luminosa
SISTEMA ANTROPICO	trasporto materiali da costruzione/rifiuti	-	flussi di traffico presenza di elementi di interferenza con sistema di gestione rifiuti occupazione di manodopera
	approvvigionamento idrico		
	smaltimento rifiuti		
	richiesta di manodopera		
	-	funzionamento Impianto Pilota	produzione di energia da fonte rinnovabile occupazione di manodopera
	richiesta di manodopera		
SALUTE PUBBLICA	scarificazioni/sbancamenti/scavi	-	emissione di polveri emissione di inquinanti atmosferici emissione di rumore
	trasporto materiali da costruzione/rifiuti		
	stoccaggio terreni di scavo		
	riporto terra/materiale da costruzione		
	costruzione opere civili/impianto		
	perforazione pozzi		
	approvvigionamento idrico		
	-	funzionamento Impianto Pilota	emissione di rumore



4.4 Atmosfera

4.4.1 Descrizione della componente

4.4.1.1 Caratterizzazione meteorologica

La caratterizzazione meteorologica dell'area in studio è stata condotta facendo riferimento alle informazioni e ai dati disponibili dell'Osservatorio meteorologico di Castelnuovo di Val di Cecina¹⁶.

Dal punto di vista climatico, il clima di Castelnuovo di Val di Cecina si identifica in quello dell'Alta Val di Cecina, area geografica della Toscana centro-occidentale compresa tra le colline del Volterrano e i rilievi del sistema antiappenninico delle "Colline Metallifere". L'area in esame, pur appartenendo alla regione climatica ligure-tirrenica, manifesta caratteristiche più marcatamente continentali, dovute a una certa distanza dalla costa; presenta anche una maggiore oceanicità, a causa dell'orografia collinare e montuosa. La continentalità si accentua soprattutto nei fondovalle, dove si registrano notevoli escursioni termiche sia giornaliere che annue. Viceversa sulle pendici collinari e montuose non si riscontrano mai notevoli escursioni, anche se le temperature tendono a essere mediamente più basse, con un gradiente termico altimetrico di $-0,65^{\circ}\text{C}$ ogni 100 metri di quota. L'oceanicità è chiaramente più accentuata nelle zone situate a maggior altitudine con un gradiente pluviometrico annuo di circa 100 mm di pioggia ogni 100 metri di quota. Il clima di Castelnuovo, trovandosi a una altitudine di circa 600 metri sul livello del mare e a una distanza significativa dalla costa, è quindi più propriamente di tipo sub-montano. Notevole è comunque l'influenza delle correnti caldo-umide marittime ma, a differenza di altre zone della Toscana riparate dall'Appennino settentrionale, si trova particolarmente esposto ai gelidi venti di grecale e di levante, che provocano in inverno (ma spesso anche in primavera) notevoli abbassamenti termici con temperature diurne non infrequentemente intorno agli 0°C (circa 4 giorni di non disgelo all'anno). Inoltre, le particolari esposizioni, le differenti altitudini e le particolari conformazioni del terreno (fossi, avvallamenti, ecc.) inducono, soprattutto in regime anticiclonico, alla formazione di veri e propri microclimi con differenze sostanziali di temperatura e umidità.

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area in esame, sono stati utilizzati i dati relativi alle misure effettuate a partire dal 1992 per i seguenti parametri:

- temperatura;
- precipitazione;
- vento;
- umidità.

Sulla base dei dati consultati, le condizioni meteorologiche medie dell'area in esame possono essere sintetizzate come di seguito riportato.

La temperatura media annua della località relativa al periodo in esame (1992-2014) è risultata di $12,5^{\circ}\text{C}$, con una media in gennaio e febbraio di $4,5^{\circ}\text{C}$ e una in agosto di $21,7^{\circ}\text{C}$ (l'escursione media annua è stata conseguentemente pari a $17,2^{\circ}\text{C}$). Tali temperature medie mensili sono state opportunamente rielaborate, in quanto è stato verificato, nel corso dell'anno 2001, che esse non coincidono con il semplice calcolo delle semisomme delle temperature minime e massime, ma presentano, rispetto al dato così calcolato, uno scarto sempre negativo. Tutte le rilevazioni sono state eseguite fino al luglio 2007 in località Riarnoli, alla quota di 550 m s.l.m., mentre successivamente è entrata in servizio la nuova stazione posta in località il Sorbo, alla quota di 600 m s.l.m. Di seguito i valori dei singoli anni e le relative statistiche, precisando che i dati sono stati normalizzati alla quota della nuova stazione meteo.

¹⁶ Fonte: <http://www.castelnuovometeo.it>



Tabella 19: Temperature medie (1992-2014)

Castelnuovo di Val di Cecina (quota 600 m s.l.m.) : temperature medie a partire dal 1992																																							
anno	Gennaio			Febbraio			Marzo			Aprile			Maggio			Giugno			Luglio			Agosto			Settembre			Ottobre			Novembre			Dicembre			Anno		
	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med
1992	2.7	8.1	5.2	1.7	9.0	5.1	3.4	11.8	7.3	6.2	15.2	10.4	10.4	21.3	15.5	11.8	21.1	16.2	16.1	27.6	21.5	17.3	27.2	22.0	12.4	22.3	17.1	10.1	15.2	12.5	7.3	12.7	9.8	2.0	7.0	4.4	8.4	16.5	12.3
1993	1.2	6.7	3.8	-1.7	7.8	2.8	0.3	10.4	5.0	5.6	14.7	9.9	10.3	20.7	15.2	14.6	24.0	19.0	15.1	24.5	19.5	18.0	26.6	22.0	13.4	20.6	16.8	10.2	15.6	12.7	3.7	9.2	6.3	2.8	8.4	5.5	7.8	15.8	11.5
1994	1.4	7.6	4.3	0.6	7.6	3.9	4.8	14.8	9.5	4.9	12.4	8.4	10.4	19.8	14.8	13.4	23.0	17.9	17.9	28.5	22.9	18.5	28.3	23.1	13.9	21.0	17.2	9.0	16.0	12.3	7.9	12.5	10.1	3.9	8.6	6.1	8.9	16.7	12.5
1995	-1.4	5.3	1.7	2.6	10.0	6.1	1.0	10.0	5.2	4.9	15.1	9.7	11.0	18.4	14.5	13.6	21.2	17.2	18.6	27.4	22.7	16.7	23.6	19.9	11.9	19.6	15.5	10.8	18.4	14.4	5.2	10.9	7.9	2.2	8.1	5.0	8.1	15.7	11.7
1996	3.0	9.0	5.8	-0.6	6.7	2.9	1.9	10.4	5.9	6.6	16.1	11.0	10.0	20.7	15.0	13.7	24.4	18.8	16.1	25.9	20.7	15.4	25.1	20.0	11.3	19.2	15.0	8.8	16.4	12.4	6.4	12.4	9.2	2.4	8.5	5.2	7.9	16.2	11.8
1997	3.2	9.1	6.0	4.0	10.7	7.1	5.0	13.9	9.2	4.3	14.2	9.0	11.5	21.3	16.1	14.8	23.3	18.8	16.3	25.8	20.8	17.2	26.5	21.6	14.7	23.6	18.9	10.4	17.4	13.7	6.5	12.2	9.2	3.8	8.8	6.2	9.3	17.2	13.0
1998	1.8	8.5	4.9	2.7	10.0	6.1	2.5	9.6	5.8	6.6	14.4	10.3	10.6	20.0	15.0	15.1	25.6	20.0	17.2	29.0	22.7	17.7	27.6	22.4	12.9	21.2	16.8	9.9	16.8	13.1	3.4	9.5	6.3	1.3	7.6	4.3	8.5	16.7	12.3
1999	2.2	7.9	4.9	-0.4	6.4	2.8	3.6	11.7	7.4	6.4	14.5	10.2	12.4	20.8	16.3	14.5	24.3	19.1	16.8	26.5	21.4	16.8	26.5	21.4	15.6	23.7	19.4	11.2	18.1	14.4	4.6	10.7	7.4	1.7	7.8	4.6	8.8	16.6	12.4
2000	0.9	7.1	3.8	2.0	10.0	5.8	3.8	11.8	7.6	7.5	15.3	11.2	12.5	20.9	16.4	15.8	25.0	20.1	15.8	25.2	20.2	18.4	28.7	23.2	13.8	23.0	18.1	11.1	17.0	13.9	7.3	12.7	9.8	5.5	10.4	7.8	9.5	17.3	13.2
2001	3.0	7.5	4.8	2.0	8.8	5.1	7.2	13.4	9.8	5.7	12.8	9.0	12.0	19.9	15.6	13.7	24.0	18.9	17.1	26.8	21.9	18.5	26.7	23.6	11.3	19.3	15.3	13.1	19.5	16.3	5.7	11.3	8.5	0.3	5.9	3.1	9.1	16.5	12.7
2002	0.0	5.9	2.6	4.0	10.4	6.7	5.1	14.0	9.0	7.0	15.2	10.3	10.6	19.5	14.6	16.0	25.9	20.6	16.4	25.9	20.4	15.9	24.8	19.5	12.7	19.6	15.5	8.1	13.6	13.4	8.5	13.1	10.7	4.3	8.1	6.0	9.1	16.3	12.4
2003	1.2	6.0	3.4	-2.3	5.1	1.0	3.6	12.3	7.5	5.8	14.1	9.6	13.2	22.6	17.4	18.3	28.3	23.0	16.8	29.0	23.4	20.3	30.8	24.9	13.3	22.3	17.2	9.1	15.3	12.3	7.4	12.5	9.8	3.4	8.4	5.8	9.3	17.2	12.9
2004	1.2	6.5	3.6	3.2	8.4	5.4	3.6	10.3	6.4	6.7	14.5	10.1	9.5	17.5	12.9	15.0	24.3	19.1	16.9	27.5	21.5	17.2	27.0	21.2	14.0	23.4	18.0	12.4	19.2	15.1	6.4	12.5	9.1	4.7	9.5	6.6	9.2	16.7	12.4
2005	0.9	5.8	3.1	-0.8	4.9	1.7	3.4	11.0	6.8	5.8	14.4	9.6	12.2	21.5	16.4	15.3	24.5	19.7	16.8	27.3	21.5	15.3	24.7	19.5	13.5	21.2	16.7	10.5	16.4	12.9	5.5	10.8	7.9	1.7	6.0	3.8	8.3	15.7	11.6
2006	0.5	5.3	2.7	2.1	7.8	4.7	3.5	9.4	6.4	7.8	16.0	11.6	10.7	19.9	15.3	14.7	24.0	19.3	19.0	29.4	23.9	15.7	24.3	19.6	14.8	23.4	18.6	11.6	18.9	14.7	7.9	13.2	10.5	5.2	9.9	7.4	9.5	16.8	12.9
2007	5.5	10.5	7.8	5.1	11.1	7.7	5.4	12.2	8.4	9.9	19.6	14.3	11.9	21.3	16.1	15.0	23.8	19.0	17.3	28.1	22.3	16.9	25.6	20.7	13.2	21.5	16.8	10.2	16.4	12.9	4.6	10.6	7.5	2.3	7.5	4.7	9.8	17.4	13.2
2008	3.9	9.0	6.4	2.3	9.0	5.3	3.8	10.7	6.9	6.9	15.0	10.6	11.7	19.5	15.2	14.9	23.4	18.8	15.7	26.9	21.2	16.4	28.0	22.0	11.9	20.9	16.0	10.8	18.3	14.3	6.2	11.6	8.7	3.0	7.5	5.1	9.0	16.6	12.5
2009	1.9	6.7	4.2	1.4	7.0	4.1	4.4	11.3	7.5	7.8	15.6	11.4	12.6	22.6	17.4	14.3	23.0	18.5	17.1	27.4	22.0	18.8	29.3	23.4	14.3	22.8	18.0	8.6	16.5	12.1	6.6	13.2	9.9	2.3	7.9	5.2	9.2	16.9	12.8
2010	0.1	5.8	3.1	2.3	7.5	4.6	3.1	9.9	6.3	6.1	15.7	10.6	8.9	17.7	13.4	12.5	23.2	17.9	16.9	28.9	22.8	15.0	26.7	20.6	12.4	21.9	16.7	9.0	15.2	11.8	6.3	11.3	8.6	1.8	7.0	4.6	7.9	15.9	11.7
2011	2.2	7.4	4.6	2.2	8.9	5.0	3.0	11.0	6.6	7.4	17.8	12.5	10.3	22.5	16.3	14.2	24.8	19.0	15.0	25.5	19.9	17.2	28.9	22.8	15.2	25.7	20.0	9.0	18.3	13.3	6.5	13.1	9.5	4.8	9.9	7.2	8.9	17.8	13.1
2012	2.4	8.3	5.2	-2.3	3.8	0.5	6.6	15.5	10.6	7.3	15.2	10.8	9.4	19.2	14.1	15.0	26.4	20.6	16.5	29.1	22.7	18.4	31.1	24.3	13.9	21.9	17.7	10.3	18.1	13.7	7.4	12.8	9.9	2.1	7.9	5.1	8.9	17.4	13.0
2013	1.9	7.6	4.9	-0.2	6.3	2.8	4.0	10.7	7.0	7.3	17.1	11.9	8.8	17.6	12.9	12.0	22.8	17.3	16.4	27.9	21.9	16.4	28.0	21.9	13.4	23.1	17.8	12.1	18.2	14.9	5.9	11.1	8.4	3.1	9.9	6.4	8.4	16.7	12.3
2014	3.8	9.3	6.6	4.8	10.5	7.6	4.1	12.7	8.1	7.0	15.9	11.1	8.5	18.8	13.6	13.6	24.8	19.0	14.5	24.6	19.3	15.0	25.2	19.7	12.7	22.0	16.9	11.4	18.9	14.7	9.3	14.6	11.8	3.8	9.3	6.6	9.0	17.2	12.9
media	1.9	7.4	4.5	1.5	8.2	4.6	3.8	11.7	7.4	6.6	15.3	10.6	10.8	20.2	15.2	14.4	24.1	19.0	16.7	27.2	21.6	17.1	27.1	21.7	13.3	21.9	17.2	10.3	17.1	13.6	6.4	11.9	9.0	3.0	8.3	5.5	8.8	16.7	12.5
min	-1.4	5.3	1.7	-2.3	3.8	0.5	0.3	9.4	5.0	4.3	12.4	8.4	8.5	17.5	12.9	11.8	21.1	16.2	14.5	24.5	19.3	15.0	23.6	19.5	11.3	19.2	15.0	8.1	13.6	11.8	3.4	9.2	6.3	0.3	5.9	3.1	7.8	15.7	11.5
max	5.5	10.5	7.8	5.1	11.1	7.7	7.2	15.5	10.6	9.9	19.6	14.3	13.2	22.6	17.4	18.3	28.3	23.0	19.0	29.4	23.9	20.3	31.1	24.9	15.6	25.7	20.0	13.1	19.5	16.3	9.3	14.6	11.8	5.5	10.4	7.8	9.8	17.8	13.2
mediana	1.9	7.5	4.6	2.0	8.4	5.0	3.6	11.3	7.3	6.6	15.2	10.4	10.6	20.0	15.2	14.6	24.0	19.0	16.8	27.4	21.5	17.2	27.0	21.9	13.4	21.9	17.1	10.3	17.0	13.4	6.4	12.4	9.2	2.8	8.1	5.2	8.9	16.7	12.5
d. std	±1.5	±1.4	±1.4	±2.1	±2.0	±2.0	±1.6	±1.7	±1.5	±1.2	±1.5	±1.3	±1.3	±1.5	±1.3	±1.4	±1.6	±1.4	±1.1	±1.5	±1.2	±1.4	±2.0	±1.6	±1.2	±1.6	±1.3	±1.3	±1.5	±1.2	±1.5	±1.3	±1.4	±1.3	±1.2	±1.2	±0.6	±0.6	±0.5

Osservando l'andamento della temperatura media annua, si può notare un periodo più freddo che inizia con i primi anni '90 e si conclude nel 1997 (temperatura media annua pari a 12,0°C), seguito da un periodo più caldo attualmente ancora in atto (temperatura media annua pari a 12,6°C), anche se il 2005 ed il 2010 sono risultati più freddi della media; l'incremento totale del periodo è stato di 0,7°C, come si può osservare dal grafico sottostante.

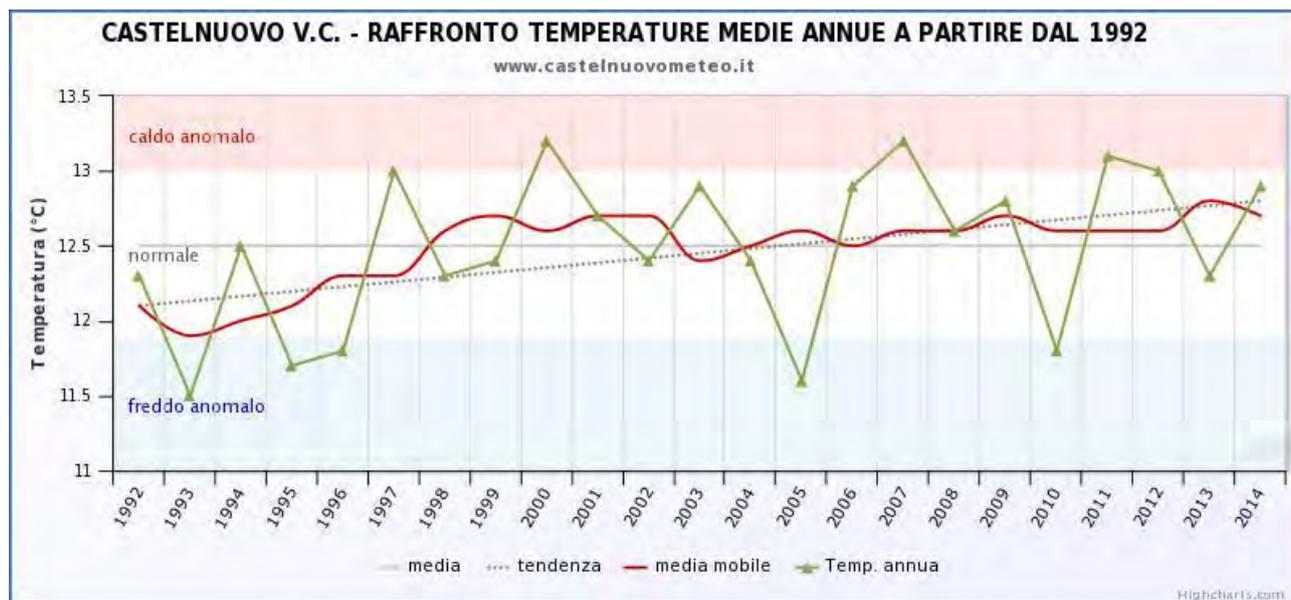


Figura 39: Grafico di raffronto delle temperature medie annue (1992-2014)

Per quanto riguarda la piovosità sono disponibili in maniera completa solo le rilevazioni a partire dal 1999. Le precipitazioni medie annue, dal 1999 al 2014, sono risultate pari a 1.148 mm, notevolmente



superiori rispetto alle vicine zone costiere e di pianura e questo a causa della presenza del sistema montuoso delle Cornate (a sud-est) e dell'Aia dei Diavoli (a ovest). Il mese più siccitoso, che dovrebbe essere luglio, nel periodo 1999-2002 è stato agosto (fa eccezione l'agosto 2002, di nuovo fresco e piovoso), mentre quello più piovoso novembre.

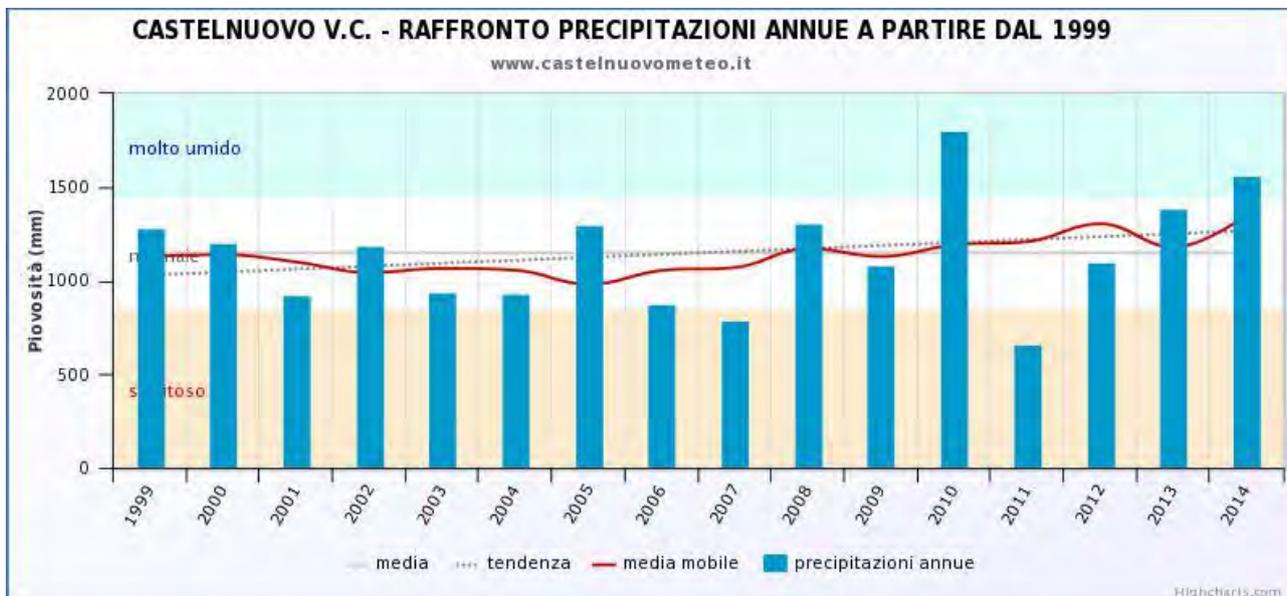


Figura 40: Grafico di raffronto delle precipitazioni medie annue (1992-2014)

Di seguito è invece riportata la rosa dei venti relativa alla stazione del Sorbo (anemometro installato a 3 m dal suolo). In questo diagramma sono evidenziabili le frequenze percentuali delle varie velocità del vento medie giornaliere ripartite per ogni provenienza, misurate a partire dal 2008.

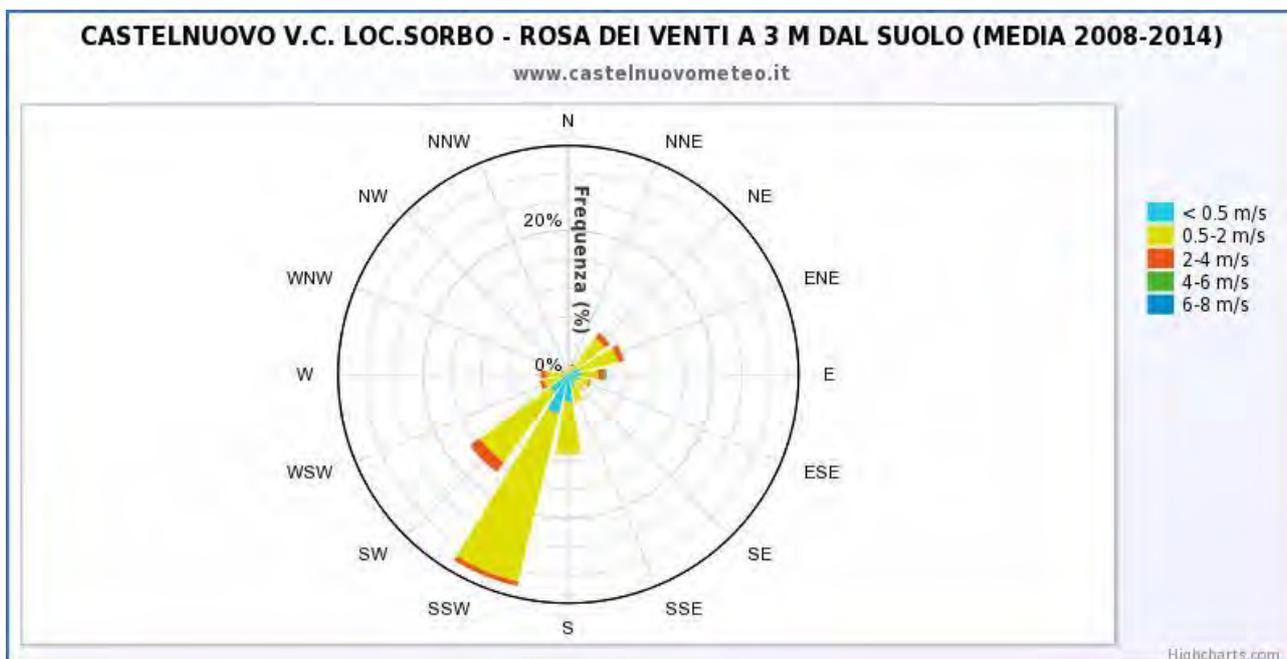


Figura 41: Rosa dei venti

Osservando la rosa dei venti sopra riportata i principali risultano essere quelli di provenienza sud-sud-occidentale; bisogna tenere conto del fatto che questi venti coincidono spesso con le brezze marittime occidentali che caratterizzano il regime anticiclonico estivo ma che, a causa dell'ostacolo orografico del



poggio di Castelnuovo, tendono ad essere devianti da sud-ovest. Altri venti molto frequenti sono quelli provenienti dai settori orientali, che spirano con una certa continuità soprattutto nel periodo autunno/inverno. Meno frequenti sono i venti meridionali (ostro e scirocco) che precedono talvolta le perturbazioni atlantiche. I venti di provenienza nord-occidentale e settentrionale sono invece alquanto rari. Anche le calme sono sporadiche e generalmente si verificano solo nella stagione fredda. Per quanto riguarda l'intensità del vento, è stata misurata una velocità media pari a 1,1 m/s.

Infine, nella tabella sottostante, sono riportati i valori medi mensili di umidità rilevati a partire dal 2001.

Tabella 20: Valori medi umidità (2001-2014)

UR %	gen.	feb.	mar.	apr.	mag.	giu.	lug.	ago.	set.	ott.	nov.	dic.	anno
min.	63	58	53	52	49	44	42	36	49	62	67	63	54
max.	95	90	85	84	81	80	80	76	89	94	99	95	88
media	79	74	71	68	65	62	59	60	69	79	81	79	71

I valori di umidità relativa minima, coincidono con quelli pomeridiani, mentre i massimi con quelli notturni. I mesi più umidi sono quelli autunnali-invernali, con massimo in novembre, dicembre e gennaio, che non per niente sono anche i mesi più piovosi. Si notano i bassi tassi di umidità pomeridiana estiva, per cui il caldo che si può soffrire a Castelnuovo in estate è quasi sempre di tipo torrido, con i valori di indice di calore generalmente uguali o inferiori alle temperature massime.

4.4.1.2 Qualità dell'aria

La caratterizzazione della qualità dell'aria nel territorio interessato dal progetto (Comune di Castelnuovo Val di Cecina) è stata effettuata considerando la zonizzazione e la classificazione del territorio regionale in materia di qualità dell'aria ai sensi della L.R. 9/2010 e del D.Lgs. 155/2010, approvate con Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 1025 del 6/12/2010.

La suddivisione del territorio regionale proposta ai fini della protezione della salute umana (Allegato 1 della D.G.R. 1025/2010), secondo i criteri stabiliti dal D. Lgs. 155/2010, si compone di due distinte zonizzazioni:

- zonizzazione per gli inquinanti di cui all'allegato V del D.Lgs. 155/2010, quali biossido di zolfo, biossido di azoto, particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), piombo, benzene, monossido di carbonio, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene: ai fini di tale zonizzazione il territorio regionale è stato suddiviso nell'Agglomerato di Firenze e in cinque zone (Prato-Pistoia, Costiera, Valdarno pisano e Piana lucchese, Valdarno aretino e Valdichiana, Collinare montana). Il comune di Castelnuovo Val di Cecina ricade nella Zona collinare montana (Figura 42);
- zonizzazione per l'ozono di cui all'Allegato IX del D. Lgs. 155/2010: ai fini di questa zonizzazione il territorio regionale è stato suddiviso in tre zone (Pianure interne, Pianure costiere, Collinare montana) ed anche in questo caso il territorio comunale di Castelnuovo Val di Cecina ricade nella Zona collinare montana (Figura 43).

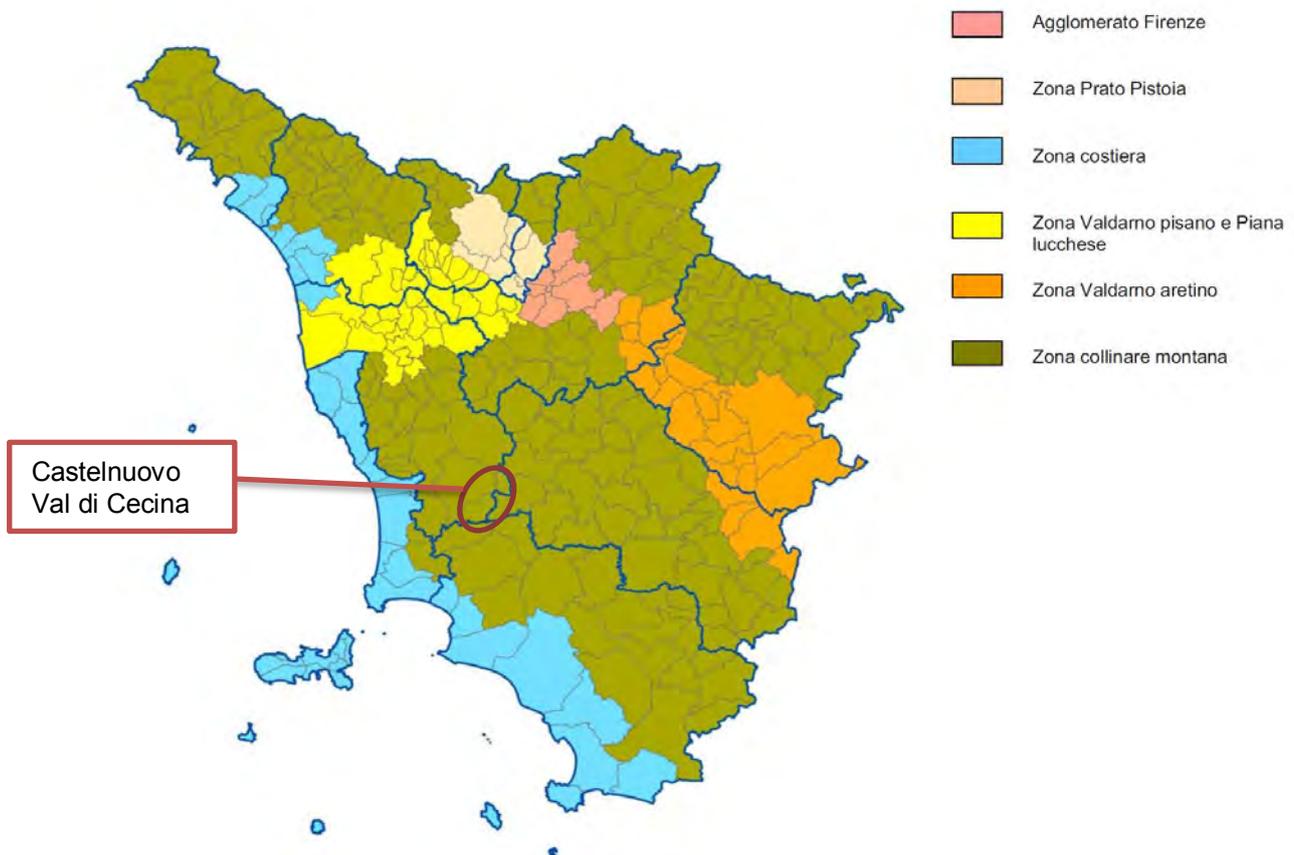


Figura 42: Zonizzazione per gli inquinanti di cui all'Allegato V del D. Lgs. 155/2010 (fonte: D.G.R. 1025/2010)

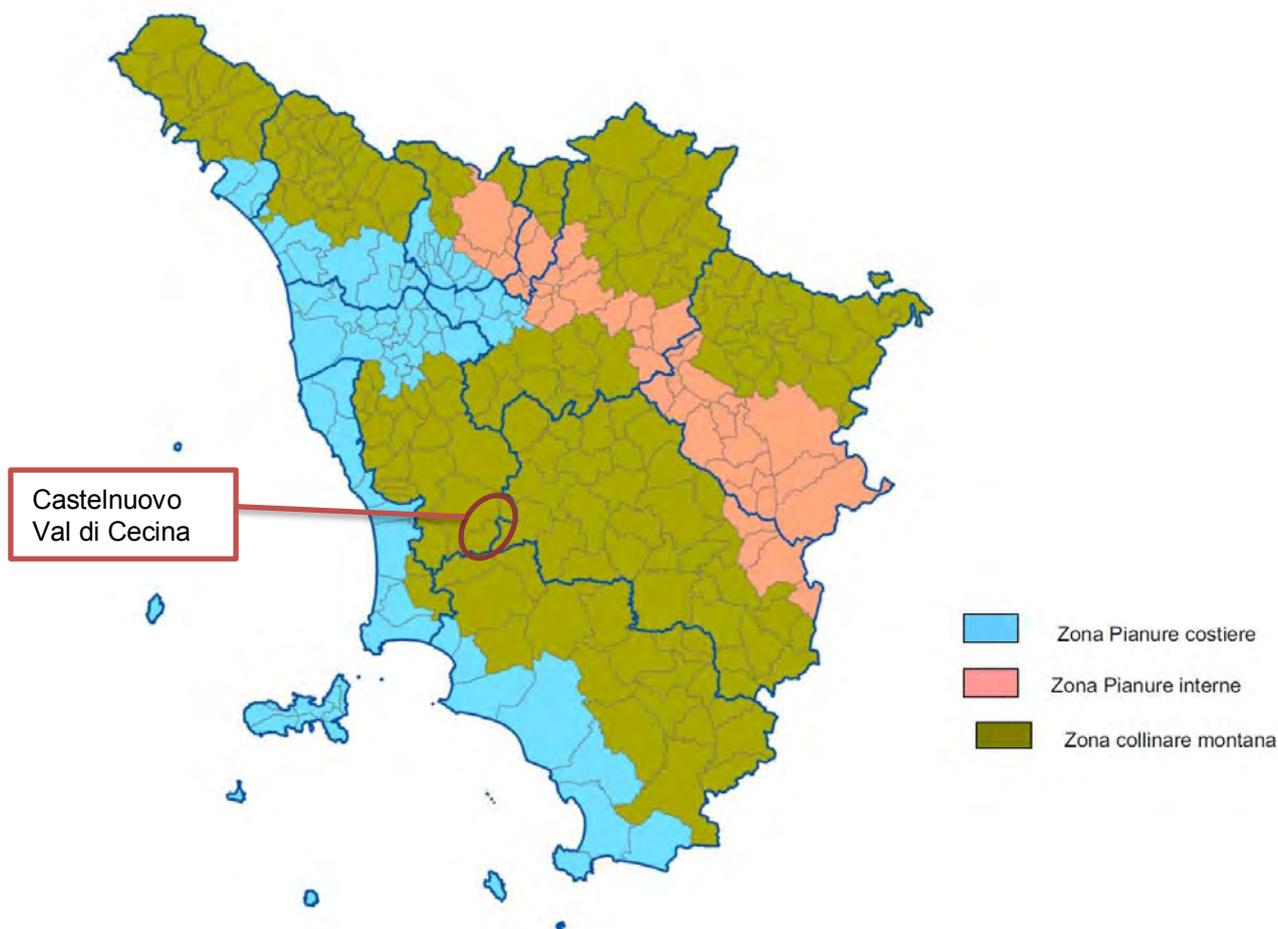


Figura 43: Zonizzazione per l'ozono (fonte: D.G.R. 1025/2010)

La zona collinare montana, coprente una superficie superiore ai 2/3 del territorio regionale, presenta, oltre al dato orografico, elementi caratterizzanti quali presenza di modeste pressioni sul territorio, bassa densità abitativa, bassa pressione emissiva (generalmente inferiori a quelle delle altre zone urbanizzate) e comunque concentrata in centri abitati di piccola e media grandezza ed in alcune limitate aree industriali. In questa zona si distingue un capoluogo toscano (Siena) e le due aree geotermiche del Monte Amiata e delle Colline Metallifere che presentano caratteristiche di disomogeneità rispetto al resto dell'area. Nelle aree geotermiche risulta opportuno il monitoraggio di alcuni inquinanti specifici come l'arsenico, il mercurio e l'H₂S.

La zona collinare montana è caratterizzata da concentrazioni degli inquinanti di cui all'Allegato V del D. Lgs. 155/2010 inferiori alla relativa soglia di valutazione inferiore (SVI) e concentrazioni di ozono superiori all'obiettivo a lungo termine (OLT) per la protezione della salute umana.

Sulla base dei risultati del monitoraggio della qualità dell'aria degli ultimi cinque anni, la D.G.R. 1025/2010 ha individuato i Comuni che hanno presentato negli ultimi cinque anni almeno un superamento del valore limite per le sostanze inquinanti rilevate e che sono pertanto tenuti all'elaborazione ed all'adozione del Piano di Azione Comunale (PAC) di cui all'art. 12 comma 1, lettera a, della L.R. 9/2010 (Tabella 21).



Tabella 21: L.R. 9/2010, art. 12, comma 1 - Individuazione dei Comuni tenuti all'adozione del PAC ai sensi dell'art. 12, comma 2, lettera a) (fonte: D.G.R. 1025/2010)

Comune	Sostanze inquinanti						
	PM ₁₀ (1)	PM _{2,5} (1)	NO ₂ (2)	SO ₂	CO	Benzene (2)	Pb
Agglomerato di Firenze (Bagno a Ripoli, Calenzano Campi Bisenzio, Firenze, Lastra a Signa, Scandicci, Sesto Fiorentino, Signa)	X		X				
Capannori	X		X				
Arezzo			X				
Carrara			X				
Cascina	X		X				
Empoli			X				
Grosseto			X				
Livorno	X		X				
Lucca	X						
Massa	X						
Montecatini Terme	X						
Montale	X						
Montemurlo			X				
Piombino			X				
Pisa	X		X				
Pistoia	X						
Porcari	X		X				
Poggibonsi			X				
Pontedera			X				
Prato	X		X				
Rosignano M.mo	X						
S.Croce sull'Arno	X						
Siena			X				
Viareggio	X		X				

(1) stazioni appartenenti alle reti regionali DGR 337/06 e 21/08;

(2) valutazione rispetto al valore limite entrato in vigore il 01.01.2010;

Come si evince dalla soprastante tabella, il comune di Castelnuovo Val di Cecina non è incluso nell'elenco dei comuni che hanno presentato negli ultimi cinque anni superamenti del valore limite per le sostanze inquinanti rilevate e non risulta quindi tenuto all'elaborazione e adozione del PAC.

Con riferimento alla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, nella tabella seguente sono riportate le stazioni di misura e la relativa dotazione strumentale. Nella zona collinare montana sono presenti una stazione in provincia di Arezzo, due in provincia di Siena ed una stazione in Provincia di Pisa, denominata Montecerboli e ubicata alla periferia del centro abitato di Montecerboli, nel comune di Pomarance: si tratta di una stazione suburbana, ovvero inserita in aree in cui sono presenti sia zone edificate, sia zone non urbanizzate, di fondo/industriale in cui sono misurate polveri (PM₁₀), NO₂, SO₂, H₂S e O₃. E' inoltre prevista l'attivazione del monitoraggio del mercurio.



Tabella 22: Rete regionale delle stazioni di misura degli inquinanti Allegato V e Allegato IX del D.Lgs. 155/2010 e relativa dotazione strumentale (fonte: ARPAT¹⁷)

Zonizzazione inq. All V	Class.		Provincia	Comune	Denominazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂	CO	Benzene	IPA	As	Ni	Cd	Pb	O ₃	Class	Zonizzazione O ₃
	Zona	Stazione																	
Agglomerato Firenze	U	F	FI	Firenze	FI-Boboli	X													
	U	F	FI	Firenze	FI-Bassi	X	X	X	X		X	X							
	U	T	FI	Firenze	FI-Gramsci	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			
	U	T	FI	Firenze	FI-Mosse	X		X											
	U	F	FI	Scandicci	FI-Scandicci	X		X											
	U	F	FI	Siana	FI-Siana	X		X										X	U
Zona Prato Pistoia	S	F	FI	Firenze	FI-Settignano			X									X	S	
	U	F	PO	Prato	PO-Roma	X	X	X			X	X							
	U	T	PO	Prato	PO-Ferrucci	X	X	X		X									
	U	F	PT	Pistoia	PT-Signorelli	X		X											
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	S	F	PT	Montale	PT-Montale	X	X	X									X	S	
	U	F	AR	Arezzo	AR-Acropoli	X	X	X									X	S	
Zona costiera	U	T	AR	Arezzo	AR-Repubblica	X		X		X									
	U	F	GR	Grosseto	GR-URSS	X	X	X											
	U	T	GR	Grosseto	GR-Sonnino (2)	x		x											
	R	F	GR	Grosseto	GR-Maremma			X									X	R	
Zona delle Pianure interne	U	F	LI	Livorno	LI-Cappiello	X	X	X											
	U	F/I	LI	Livorno	LI-Via La Pira (1)	X		X	X		X	X	X	X	X				
	U	T	LI	Livorno	LI-Carducci	X	X	X		X									
	U	F	LI	Piombino	LI-Parco 8 Marzo (1)	X		X			X	X	X	X	X				
	s	I	LI	Piombino	LI-Cotone	X		X		X	X	X							
	U	F	MS	Carrara	MS-Colombarotto	X		X											
Zona delle Pianure costiere	U	T	MS	Massa	MS-Marina vecchia (2)	x	x	x											
	U	F	LU	Viareggio	LU-Viareggio	X	X	X											
	U	F	LU	Capannori	LU-Capannori	X	X	X	X										
	U	F	LU	Lucca	LU-San Concordio (2)	x		x			X	X							
	U	T	LU	Lucca	LU-Micheletto	x		x											
	R	F	LU	Lucca	LU-Carignano			X										X	S
Zona Collinare Montana	U	F	PI	Pisa	PI-Passi	X	X	X									X	S	
	U	T	PI	Pisa	PI-Borahetto	X	x	X		X									
	S	F/I	PI	Santa Croce	PI-Santa Croce Coop (3)	X		X	X								X	S	
	U	F	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	X	X	X											
	U	T	SI	Siena	SI-Bracci (1)	X		X		X									
	S	F/I	PI	Pomarance	PI-Montecerboli (3)	X		X	X				X				X	S	
R reg	F	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	X		X										X	R	

Legenda: F - Fondo, T - Traffico, I - Industriale, U - Urbana, S - Suburbana, R - Rurale, R reg - Rurale fondo regionale.

(1) stazione attivata nel corso del 2014, serie non valide

(2) stazione non ancora attiva nel 2014, serie non valide

(3) stazione con misura di H₂S

X = parametro attivo per tutto il 2014

X = parametro attivato nel corso del 2014, serie non valida

x = parametro da attivare

Nel seguito si riportano i risultati del monitoraggio condotto negli ultimi anni presso la stazione di Montecerboli, distante circa 6.7 km dall'area di Progetto.

¹⁷ ARPAT – Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana – Anno 2014



PM₁₀: si evidenzia un trend di diminuzione del numero di superamenti del limite giornaliero (pari a 50 µg/m³, da non superare più di 35 volte per anno civile), in particolare, dal 2009 e con l'unica eccezione del 2012, non sono stati rilevati superamenti. Anche per la concentrazione media annuale sono stati registrati valori medi inferiori all'anno precedente in tutti gli anni in esame si evidenzia il rispetto del valore limite annuale (pari a 40 µg/m³).

Tabella 23: PM₁₀ - Numero superamenti valore limite giornaliero 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Zona	Class. Zona	Class. Stazione	Prov.	Comune	Nome stazione	N° superamenti media giornaliera di 50 µg/m ³							
						V.L. = 35 gg/anno							
						2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Zona Collinare e montana	U	F	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	-	-	-	-	20	0	1	1
	S	F/I	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	3	1	0	0	0	1	0	0
	R reg	F	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	0	1	0	0	0	1	*	4

Tabella 24: PM10 – Medie annuali 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Zona	Class. Zona	Class. Stazione	Prov.	Comune	Nome stazione	Medie annuali							
						V.L. = 40 µg/m ³							
						2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Zona Collinare e montana	U	F	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	-	-	-	-	29	22	18	18
	S	F/I	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	17	15	15	13	15	14	10	8
	R reg	F	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	12	12	11	10	13	13	*	11
Media rete regionale 2014													22

* efficienza minore del 90%
- parametro non attivo

NO₂: dall'analisi del numero delle medie orarie con concentrazione superiore al valore limite (pari a 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile) si evince che nel 2013 e 2014 presso la stazione di Montecerboli non sono occorsi superamenti. Le medie annuali rilevate nei medesimi anni sono risultate ampiamente al di sotto del relativo limite annuale (pari a 40 µg/m³).

Tabella 25: NO₂ - Numero superamenti valore limite giornaliero 2013 (fonte: ARPAT¹⁸)

Zona	Nome stazione	Tipologia	N° massime medie orarie > 200 µg/m ³
Zona collinare e montana	AR-Casa Stabbi	Rurale fondo	0
	PI-Montecerboli	Periferica fondo	0
	SI-Poggibonsi	Urbana Fondo	0

¹⁸ ARPAT – Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana – Anno 2013



Tabella 26: NO₂ - Numero superamenti valore limite giornaliero 2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Zona	Class. Zona	Class. Stazione	Prov.	Comune	Nome stazione	N° medie orarie > 200 µg/m ³
Zona collinare e montana	U	F	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	0
	S	F/I	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	0
	R reg	F	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	0

Tabella 27: NO₂ – Medie annuali 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Zona	Class. Zona	Class. Stazione	Prov.	Comune	Nome stazione	Medie annuali							
						V.L. = 40 µg/m ³							
						2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Zona Collinare e montana	S	F/I	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	-	-	-	-	-	*	5	9
	U	F	SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	-	-	-	-	21	19	20	18
	R reg	F	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	6	7	7	6	5	5	3	2
Media rete regionale 2014													23

* efficienza minore del 90%

- parametro non attivo

H₂S: per tale parametro la normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria. Tuttavia si può fare riferimento ai valori indicati dalla OMS-WHO riportati nella tabella sottostante.

Tabella 28: H₂S – Valori di riferimento indicati dalla OMS-WHO

Riferimento WHO Guidelines (2000) per la tutela della salute	Media giornaliera di 150 µg/m ³
Riferimento WHO Guidelines (1999) come soglia olfattiva in corrispondenza della quale quasi la totalità dei soggetti ha percezione dell'odore	7 µg/m ³

Confrontando le medie massime giornaliere registrate presso la stazione di Montecerboli negli anni 2007÷2014 con il valore proposto dall'OMS-WHO, queste risultano sempre ampiamente inferiori (Tabella 30), pur presentando picchi ben superiori alla soglia olfattiva (pari a 7 µg/m³) (Tabella 31) e percentuali significative di valori orari superiori alla soglia olfattiva (Figura 44). Tale dato indica che la popolazione della zona rappresentata dalla stazione di Montecerboli è stata sottoposta, dal 2007 ad oggi, a disagi di tipo olfattivo per una percentuale di tempo sempre superiore al 25%.



Tabella 29: H₂S – Medie annuali 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Zona	Class. Zona	Class. stazione	Prov.	Comune	Nome stazione	Media annuale (µg/m ³)							
						2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Zona collinare e montana	S	FI	Pisa	Pomarance	PI-Montecerboli	12	8	5	6	5	6	6	7

Tabella 30: H₂S – Medie massime giornaliere 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Zona	Class. Zona	Class. stazione	Prov.	Comune	Nome stazione	Massima media giornaliera (µg/m ³)							
						2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Zona collinare e montana	S	FI	Pisa	Pomarance	PI-Montecerboli	68	32	24	41	47	26	47	36

Tabella 31: H₂S – Massime medie orarie 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Zona	Class. Zona	Class. stazione	Prov.	Comune	Nome stazione	Massima media oraria (µg/m ³)							
						2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Zona collinare e montana	S	FI	Pisa	Pomarance	PI-Montecerboli	203	136	66	157	225	146	205	111

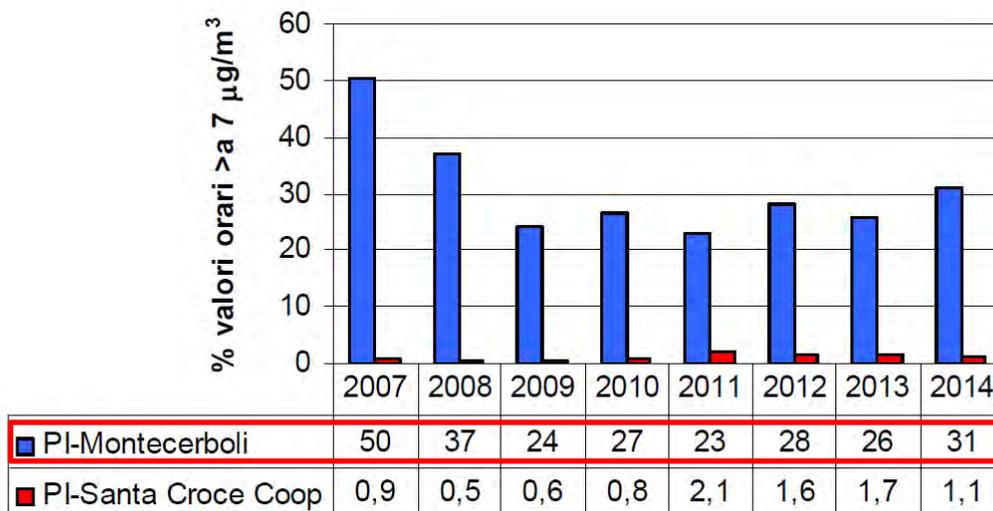


Figura 44: H₂S - Percentuali orarie con valori sopra la soglia olfattiva 2007÷2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Ozono: per tale inquinante la normativa indica un valore obiettivo per la protezione della salute umana, rappresentato dal numero delle medie massime giornaliere di 8 ore superiori a 120 µg/m³, come media dei valori degli ultimi tre anni (con limite di 25 superamenti), ed un valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40) pari a 18.000 µg/m³h (come media dei valori degli ultimi cinque anni) rappresentato



dalla somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tra maggio e luglio, rilevate ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00. Con riferimento ai dati rilevati presso la stazione di Pomarance, appare evidente il superamento di entrambi i limiti dal 2007 al 2014 e la presenza, in entrambi i casi, di un andamento crescente. Risulta pertanto confermata la criticità per questo inquinante, situazione peraltro rilevata presso la gran parte delle stazioni di rilevamento della rete regionale.

Tabella 32: O₃ – Valore obiettivo per la protezione della salute umana 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Zona	Classificazione zona	Provincia	Comune	Nome stazione	N° medie su 8 ore massime giornaliere >120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
					Valore obiettivo per la protezione della salute umana limite 25 superamenti come media di tre anni					
					media 2007-2009	media 2008-2010	media 2009-2011	media 2010-2012	media 2011-2013	media 2012-2014
Zona Collinare Montana	RF	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	17	11	21	40	41	32
	S	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	28	29	35	52	54	49

Tabella 33: O₃ – Valore obiettivo per la protezione della vegetazione 2007 ÷ 2014 (fonte: ARPAT¹⁷)

Zona	Classificazione zona	Provincia	Comune	Nome stazione	AOT40 Maggio/Luglio			
					Valore obiettivo per la protezione della vegetazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$) limite 18000 come media su 5 anni			
					media 2007-2011	media 2008-2012	media 2009-2013	media 2010-2014
Zona Collinare Montana	RF	AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	17271	19945	17784	19429
	S	PI	Pomarance	PI-Montecerboli	23214	26603	28371	28747

In conclusione, sulla base della caratterizzazione sopra descritta, ai fini della valutazione dell'impatto, alla componente atmosfera è stata attribuita una sensibilità media.

4.4.2 Valutazione degli impatti

4.4.2.1 Fattori di impatto

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente atmosfera per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati.

- Fase di costruzione
 - emissione di polveri;
 - emissione di inquinanti atmosferici;
 - emissione di gas serra.
- Fase di esercizio
 - emissione di gas serra;
 - emissione di inquinanti atmosferici.



4.4.2.2 Valutazione e matrici di impatto

Fase di costruzione

Emissione di polveri

Per quantificare le polveri potenzialmente sollevate durante le operazioni di cantiere, essendo queste correlate principalmente alle operazioni di scavo e di movimento terra, dal deposito temporaneo del materiale di scavo e dal trasporto delle terre di scavo lungo le strade sterrate del cantiere, sono stati utilizzati opportuni fattori di emissione (secondo le indicazioni contenute sia nel rapporto dell'US dall'EPA, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti AP-42 – Compilation of Air Pollutant emission Factors, sia nelle Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti dell'ARPA Toscana), distinti per le seguenti attività principali:

- scotico e scavo;
- formazione e stoccaggio di materiale inerte in cumuli;
- transito dei mezzi su strade non asfaltate.

Le emissioni di polveri legate alle attività di scavo e movimentazione del terreno possono essere calcolate applicando le seguenti relazioni elaborate dall'US EPA nel sopracitato documento, concernenti le emissioni orarie medie di particolato relative all'attività di un singolo mezzo da cantiere, per polveri di dimensioni $\leq 30\mu\text{m}$ e $> 15\mu\text{m}$:

$$\frac{2.6 (s)^{1.2}}{(M)^{1.3}}$$

Per le polveri aventi diametro $\leq 15\mu\text{m}$:

$$\frac{0.45 (s)^{1.5}}{(M)^{1.4}}$$

dove:

- s = contenuto in limo del materiale (%);
- M = umidità del materiale (%).

Per dimensioni del particolato inferiori occorre moltiplicare le equazioni sopra riportate per opportuni fattori correttivi, in particolare per il PM_{10} si moltiplica la seconda equazione per il coefficiente 0,75.

Dalla risoluzione delle equazioni, eventualmente opportunamente ridotte, si ottiene il fattore di emissione (in kg/ora) per la specifica dimensione delle polveri considerata nell'analisi.

Le equazioni del fattore di emissione sopra riportate consentono una stima attendibile se applicate per valori di umidità e di contenuto in limo del materiale compresi entro i seguenti intervalli:

- umidità del materiale (M): 2,2÷16,8%;
- contenuto in limo (s): 3,8÷15,1%.

Per quanto riguarda il contenuto di limo del terreno da asportare, tenuto conto dei litotipi presenti nell'area d'intervento, si è considerato un valore pari al 15%.

Per quanto concerne invece il tenore di umidità del terreno è stato utilizzato l'estremo inferiore del range di attendibilità della formula (2,2%), al fine di simulare, in via cautelativa, condizioni di materiale sostanzialmente asciutto.



In base alle assunzioni sopra esposte, il valore del fattore di emissione per la frazione PM₁₀ per mezzo risulta essere pari a 6,5 kg/h.

Le emissioni di polveri dalla formazione e stoccaggio del materiale inerte in cumuli derivano da diverse azioni, quali:

- l'accumulo del materiale in pile di stoccaggio;
- il movimento delle macchine operatrici;
- l'azione del vento sulla superficie dei cumuli;
- le operazioni di carico e scarico dei materiali.

Il quantitativo di particolato emesso dalle suddette azioni (espresso in chilogrammi per tonnellata di materiale movimentato) può essere stimato usando la seguente equazione empirica, riportata nel documento US EPA AP-42:

$$E = k(0.0016) \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove:

- E = fattore di emissione (kg/t);
- k = costante moltiplicativa adimensionale funzione della dimensione delle particelle costituenti il materiale;
- U = velocità media del vento (m/s);
- M = umidità del materiale accumulato (%).

La costante moltiplicativa k dell'equazione sopra riportata varia in funzione delle dimensioni delle particelle secondo il seguente schema:

Dimensioni delle particelle	k
< 30 µm	0,74
< 15 µm	0,48
< 10 µm	0,35
< 5 µm	0,20
< 2,5 µm	0,053

Nel presente studio per il calcolo della frazione PM₁₀ sono stati considerati valori di k pari a 0,35.

L'equazione del fattore di emissione sopra riportata consente una stima attendibile se applicata per valori di umidità del materiale e di velocità del vento compresi entro i seguenti intervalli:

- umidità del materiale (M): 0,25÷4,8%;



- velocità media del vento (U): 0,6÷6,7 m/s.

Nel calcolo del fattore di emissione è stata considerata una velocità del vento pari 1,1 m/s, valore rappresentativo della media annuale della velocità giornaliera del vento rilevata presso la stazione di Castelnuovo Val di Cecina – Loc. Sorbo (cfr. § 4.4.1.1).

Per quanto concerne il tenore di umidità dei materiali accumulati, sono stati considerati i due valori estremi del range di attendibilità della formula di calcolo: 0,25% come valore rappresentativo di condizioni di materiale sostanzialmente asciutto, 4,8% come rappresentativo delle condizioni del cumulo di terreno successive a bagnatura.

In base alle assunzioni sopra esposte, i valori del fattore di emissione del PM₁₀ risultano i seguenti:

	Fattore di emissione
	[kg/t]
	PM10
Assenza di bagnatura	0,004
Bagnatura	0,00007

Dai calcoli eseguiti emerge come la bagnatura delle terre possa contribuire in maniera sostanziale alla mitigazione dell’impatto dovuto all’emissione di polveri durante le operazioni di stoccaggio, con riduzioni del fattore di emissione dell’ordine del 98%.

L’emissione di polvere derivante dal transito degli automezzi e mezzi di cantiere sulle superfici non pavimentate può essere stimato mediante la seguente formula, riportata nel documento US EPA AP-42:

$$EF_i(kg/km) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i}$$

dove:

EF = fattore di emissione (kg/km);

s = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%);

W = peso medio del veicolo, calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico (t);

k_i, a_i e b_i sono coefficienti che variano in funzione delle dimensioni delle particelle e i cui valori sono i seguenti:

	k _i	a _i	b _i
PTS	1,38	0,7	0,45
PM ₁₀	0,423	0,9	0,45
PM _{2,5}	0,0423	0,9	0,45

L’equazione del fattore di emissione sopra riportata consente una stima attendibile se applicata per valori di contenuto in limo del materiale compresi tra 1,8÷25,2% e poiché la stima di questo parametro non è semplice, in mancanza di informazioni specifiche si suggerisce di considerare un valore all’interno dell’intervallo 12÷22%.



In considerazione del fatto che il transito dei mezzi avviene su strade in fondo sterrato di nuova realizzazione, per il calcolo si considera una percentuale di limo pari al 12%. Per il peso medio dei mezzi è stato considerato un valore di 30 t, valutato tenendo conto del peso a vuoto e a pieno carico di un bilico di capacità di circa 20 m³.

In base alle assunzioni sopra esposte, il valore del fattore di emissione per la frazione PM₁₀ risulta essere pari a 1,19 kg/km.

Partendo dai fattori di emissione sopra riportati, le emissioni di PM₁₀ sono calcolate considerando:

- le ore di lavoro della ruspa e/o escavatore previste per le fasi esecutive (cfr. § 3.6);
- le volumetrie di scavo/scotico/sbancamento previste per la realizzazione delle differenti opere ed accumulate (cfr. § 3.4.1.4);
- una densità del terreno di scavo pari a 1,9 t/m³;
- una percorrenza media di 800 m per autoveicolo (andata e ritorno da area di scavo ad area deposito temporaneo delle terre), un numero di carichi totali previsti per le differenti fasi pari a 2.660 (cfr. § 3.4.1.4);
- le seguenti misure che saranno adottate nell'area di cantiere al fine di mitigare la dispersione delle polveri durante le attività di lavoro:
 - bagnatura e copertura con teloni dei materiali polverulenti trasportati sugli autocarri;
 - limitazione dell'attività nelle ore di vento intenso (>6 m/s);
 - limitazione della velocità degli automezzi;
 - lavaggio delle ruote degli automezzi prima della loro uscita dal cantiere;
 - periodica bagnatura dei cumuli di terreni di scavo;
 - bagnatura periodica delle strade di cantiere percorse dagli automezzi.

Tabella 34: Emissioni di PM₁₀ da attività di scotico/scavo e di formazione e stoccaggio in cumuli

Attività	Fattore di emissione PM ₁₀	Ore lavoro ruspa ed escavatore	Materiale scavato ed accumulato (t)	Lunghezza percorso su strada di cantiere (km)	Emissioni di PM ₁₀ (kg)
Scotico e scavo	6,5 kg/h	1.680	-	-	10.920
Formazione e stoccaggio in cumuli	0,00007 kg/t	-	88.380	-	6
Transito mezzi su strade non asfaltate	1,19 kg/km	-	-	2.448	2.913
TOTALE					13.839

Le emissioni di PM₁₀ correlate alle attività di scotico, scavo e sbancamento ed alla formazione e stoccaggio in cumuli delle terre di scavo saranno pari a 13.839 kg. Considerando che le emissioni annuali di PM₁₀ del



territorio comunale di Castelnuovo Val di Cecina nel 2010 sono risultate pari 22.980 kg¹⁹, le emissioni di PM₁₀ correlate alla fase di costruzione rappresentano circa il 60%. Tuttavia, si ritiene l'impatto basso, data la natura temporanea, la reversibilità ed un'area di influenza circoscritta.

Emissione inquinanti atmosferici

Nella fase di costruzione l'emissione in atmosfera di inquinanti da combustione sono correlati principalmente all'attività delle macchine operatrici in cantiere (compreso generatori e compressori), al trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie alla perforazione dei pozzi ed alla costruzione della centrale elettrica geotermica, al trasporto dei rifiuti prodotti ed alla movimentazione interna del terreno di scavo.

Al fine di calcolare le emissioni di inquinanti derivanti dalle macchine operanti in cantiere, è stato considerato il consumo di gasolio previsto per ognuna delle principali fasi di attività, per un quantitativo complessivo pari a 1.294.900 litri di gasolio. Al riguardo si evidenzia che l'attività a maggior consumo di gasolio è rappresentata dalla perforazione dei pozzi. Infatti, durante le fasi di perforazione è stimato un consumo di gasolio pari a 1.228.500 litri.

Considerando una densità pari a 850 kg/m³ e i fattori di emissione²⁰ riportati in Tabella 35, sono state calcolate le seguenti emissioni totali di inquinanti correlate al consumo gasolio:

Tabella 35: Fattori di emissione per inquinanti atmosferici

CO (g/t gasolio)	NO _x (g/t gasolio)	PM ₁₀ (g/t gasolio)	NMVOC (g/t gasolio)
10.722	32.792	2.086	3.385

- CO: 11.801,3 kg;
- NO_x: 36.093,0 kg;
- PM₁₀: 2.296,0 kg;
- NMVOC: 3.725,8 kg.

Differentemente, per determinare le emissioni di inquinanti correlate al trasporto veicolare, sono stati considerati i flussi più rilevanti, rappresentati dalla movimentazione delle terre di scavo all'interno dell'area di cantiere, lungo la viabilità in fondo sterrato e dal trasporto dell'acqua di perforazione mediante autobotti.

Sono stati considerati i seguenti fattori di emissione, per veicoli diesel pesanti (> 35 t) e su percorsi di tipo extraurbano²¹:

- CO: 0,99 [g/km*veicolo];
- NO_x: 5,14 [g/km*veicolo];
- PM₁₀: 0,23 [g/km*veicolo];
- NMVOC: 0,27 [g/km*veicolo].

Considerando una percorrenza media di 800 m per veicolo (andata e ritorno da area di scavo ad area deposito temporaneo delle terre) ed un numero di carichi totali previsti per le differenti fasi pari a 2.660 (cfr. § 3.6), si ottengono le seguenti emissioni correlate al trasporto delle terre di scavo all'interno dell'area di cantiere:

¹⁹ Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in atmosfera (IRSE) della Regione Toscana

²⁰ European Environment Agency. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2013 - Non-road mobile sources and machinery, 2013

²¹ INEMAR ARPA Lombardia, 2012



- CO: 2,1 kg;
- NO_x: 10,9 kg;
- PM₁₀: 0,5 kg;
- NMVOC: 0,6 kg.

Differentemente, considerando una percorrenza massima di 100 km per veicolo (andata e ritorno da area di carico delle autobotti ad area di cantiere) e un numero di carichi totali previsti pari a 2.240 (stimato tenendo conto di 8 autobotti da 37.000 litri al giorno per 280 giorni di perforazione), si ottengono le seguenti emissioni correlate all'approvvigionamento idrico con autobotti:

- CO: 221,8 kg;
- NO_x: 1.151,4 kg;
- PM₁₀: 51,5 kg;
- NMVOC: 60,5 kg.

Nella fase di costruzione si stima pertanto la seguente emissione complessiva di inquinanti atmosferici:

- CO: 12.025 kg;
- NO_x: 37.255 kg;
- PM₁₀: 2.348 kg;
- NMVOC: 3.787 kg.

Considerando che le emissioni annuali di NO_x, CO, NMVOC e PM₁₀ del territorio comunale di Castelnuovo Val di Cecina nel 2010 sono risultate pari, rispettivamente, a 35.210 kg, 185.740 kg, 127.810 kg e 22.980 kg²², le emissioni di inquinanti correlate alla fase di costruzione rappresentano, per gli NO_x circa il 106%, per CO circa il 6%, per NMVOC circa il 3% e per il PM₁₀ circa il 10%.

Nell'area di cantiere saranno adottate le seguenti pratiche allo scopo di mitigare l'emissione degli inquinanti atmosferici durante le attività di lavoro:

- utilizzo di macchine di lavoro a basse emissioni;
- uso di macchine di potenza commisurata all'intervento;
- periodica manutenzione delle macchine e delle apparecchiature con motore a combustione;
- spegnimento delle macchine e delle apparecchiature con motore a combustione nel caso di non utilizzo.

Alla luce di quanto esposto, si ritiene l'impatto basso, data la natura temporanea, la reversibilità e l'area circoscritta di influenza.

Emissioni di gas serra

²² Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in atmosfera (IRSE) della Regione Toscana



I gas ad effetto serra (GHGs) hanno la peculiarità di assorbire e rilasciare radiazioni infrarosse emesse da nuvole, dall'atmosfera e dalla superficie terrestre. Questo processo ha impatto sul bilancio dell'energia e si traduce nell'effetto serra che scalda la superficie terrestre. Una concentrazione molto alta di tali gas nell'atmosfera impedisce il processo naturale di assorbimento e rilascio delle radiazioni infrarosse.

Essi possono essere di natura sia antropogenica che naturale. I principali gas ad effetto serra (GHGs) sono il biossido di carbonio (CO₂), il vapore acqueo (H₂O), l'ossido nitroso (N₂O), il metano (CH₄), l'ozono (O₃), gli idrofluorocarburi (HFC), i perfluorocarburi (PFC) e l'esafluoruro di zolfo (SF₆).

I GHGs hanno un effetto sia diretto che indiretto, per esempio favorendo trasformazioni chimiche nell'atmosfera che portano alla produzione di altri gas serra o influenzando la permanenza in atmosfera di altri gas. Gli effetti delle emissioni di gas serra generalmente non sono rilevanti ad una scala locale (se non nel caso di emissioni massicce ed incontrollate) ma, a causa della loro elevata persistenza nell'atmosfera, il loro impatto si ripercuote su una scala ben più ampia, globale.

La capacità di influire sul clima da parte dei vari gas ad effetto serra si basa sulla misura definita Global Warming Potential (GWP), indice sviluppato per poter comparare differenti GHGs rispetto al biossido di carbonio, il cui GWP è posto pari a 1: pertanto, le emissioni di GHGs sono solitamente riportate in termini di tonnellate di CO₂ equivalenti. Essendo il GWP dipendente dal fattore tempo considerato, nella tabella seguente si riporta il GWP dei principali gas ad effetto serra a 100 anni.

Tabella 36: Global Warming Potentials (100 Year Time Horizon, 1996 Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC)

Gas	GWP
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC-23	11.700
HFC-32	2.800
HFC-125	1.300
HFC-134	3.800
HFC-236	6.300
CF ₄	6.500
C ₂ F ₆	9.200
C ₄ F ₁₀	7.000
C ₆ F ₁₄	7.400
SF ₆	23.900

Al fine di stimare le emissioni di GHGs derivanti dai processi di combustione, ossia dal consumo di gasolio di tutte le macchine operanti in cantiere, sono stati considerati i seguenti fattori di emissione²³:

Tabella 37: Fattori di emissione di GHGs

CO ₂ (kg/t gasolio)	N ₂ O (g/t gasolio)	CH ₄ (g/t gasolio)
3.160	135	55

Considerando che nella fase di costruzione il consumo complessivo di gasolio è previsto pari a 1.294.900 litri e tenuto conto di una densità pari a 850 kg/m³, risultano emessi i seguenti quantitativi di GHGs:

²³ European Environment Agency. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2013 - Non-road mobile sources and machinery, 2013



- CO₂: 3.478,1 t;
- N₂O: 148,6 kg;
- CH₄: 60,5 kg.

Al fine di riportare le emissioni giornaliere di GHGs in termini di tonnellate di CO₂ equivalenti è stata applicata la formula:

$$t \text{ CO}_{2\text{eq}} = t \text{ GHG} * \text{GWP}$$

quindi,

$$\text{CO}_{2\text{eq}} = 148,6 * 10^{-3} * 310 + 60,5 * 10^{-3} * 21 = 47,4 \text{ t.}$$

Le emissioni totali di CO₂ equivalenti correlate alle attività di cantiere saranno pari a 3.525 t.

Con riferimento alle emissioni di GHGs derivanti da processi geologici, è opportuno considerare che durante i test di completamento che saranno effettuati a seguito della perforazione dei pozzi di produzione, il vapor d'acqua e i gas incondensabili in uscita dai pozzi saranno rilasciati in atmosfera. Considerando una portata di circa 9 kg/s di fluido geotermico, una percentuale in peso di CO₂ pari a circa il 7,8% ed una durata delle prove di 48 h, si stima un quantitativo totale di CO₂ emessa per pozzo pari a circa 120 t ed un quantitativo complessivo per i due pozzi di 240 t di CO₂.

Nella fase di costruzione si stima pertanto una emissione complessiva di CO₂ equivalente pari a 3.765 t.

Considerando che le emissioni annuali di CO₂ del territorio comunale di Castelnuovo Val di Cecina nel 2010 sono risultate pari a 207.626 t²⁴, le emissioni di CO₂ equivalente correlate alla fase di costruzione rappresentano circa 1,8%. Pur considerando che la sua area di influenza è globale, complessivamente, l'impatto è da considerarsi basso.

La Tabella 38 riassume i giudizi di impatto del Progetto sulla componente atmosfera in fase di cantiere per i singoli fattori di impatto individuati.

Tabella 38: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Atmosfera - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - ATMOSFERA FASE DI COSTRUZIONE		emissione di polveri	emissione di inquinanti atmosferici	emissione di gas serra
Durata nel tempo (D)	breve			
	medio-breve			
	media			
	medio-lunga			
	lunga			
Distribuzione temporale (Di)	concentrata			
	discontinua			
	continua			
Area di influenza (A)	circoscritta			
	estesa			

²⁴ Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in atmosfera (IRSE) della Regione Toscana



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - ATMOSFERA FASE DI COSTRUZIONE		emissione di polveri	emissione di inquinanti atmosferici	emissione di gas serra
	globale			
Rilevanza (Ri)	trascurabile			
	bassa			
	media			
	alta			
Reversibilità (R)	a breve termine			
	a medio-lungo termine			
	irreversibile			
Probabilità accadimento (P)	bassa			
	media			
	alta			
	certa			
Mitigazione (M)	alta			
	media			
	bassa			
	nulla			
Sensibilità componente (S)	trascurabile			
	bassa			
	media			
	alta			
Impatti		Basso	Basso	Basso

Fase di esercizio

Nell'ultimo decennio, al fine di ridurre la dipendenza dalle fonti fossili e a causa del crescente aumento delle concentrazioni di inquinanti atmosferici, sono diventate prioritarie le iniziative di promozione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Il crescente utilizzo delle fonti rinnovabili è inoltre connesso al riscaldamento globale e alla riduzione dell'effetto serra. Da questo punto di vista il settore elettrico risulta particolarmente interessante poiché è responsabile di un quarto delle emissioni nazionali di gas serra, mostra un andamento di lungo termine della domanda elettrica in crescita ed è caratterizzato da sorgenti emissive puntuali. Tali caratteristiche rendono il settore della generazione elettrica particolarmente rilevante in relazione alle possibili strategie di riduzione delle emissioni atmosferiche di gas serra.

Considerando che, nel 2013, per ogni kWh di energia elettrica da combustibile fossile sono stati emessi 0,554 kg di CO₂²⁵, la realizzazione dell'impianto pilota in progetto, producendo circa 40 GWh/anno di energia da fonti rinnovabili, consentirà di "non emettere" 22.160 t/anno di CO₂.

L'impatto del Progetto sulla componente atmosfera in fase di esercizio risulta essere pertanto positivo e medio-basso (Tabella 39).

²⁵ ISPRA. Fattori di emissione atmosferica di CO2 e sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore elettrico- Rapporti 212/2015.



Tabella 39: Matrice di valutazione degli impatti positivi - Componente Atmosfera - Fase di esercizio

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - ATMOSFERA	emissione di gas serra	
Durata nel tempo (D)	breve	
	medio-breve	
	media	
	medio-lunga	
	lunga	
Distribuzione temporale (Di)	concentrata	
	discontinua	
	continua	
Area di influenza (A)	circoscritta	
	estesa	
	globale	
Rilevanza (Ri)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Reversibilità (R)	a breve termine	
	a medio-lungo termine	
	irreversibile	
Probabilità accadimento (P)	bassa	
	media	
	alta	
	certa	
Mitigazione (M)	alta	
	media	
	bassa	
	nulla	
Sensibilità componente (S)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Impatto	Medio-Basso	

Sporadicamente, durante l'avviamento a freddo dell'Impianto, verranno emesse in atmosfera circa 5.000 kg di CO₂ e 100 kg di H₂S per l'avviamento di ciascun pozzo. I quantitativi sopra indicati presuppongono che la produzione del pozzo cresca linearmente durante il riscaldamento, con una portata media emessa in atmosfera di CO₂ pari a 1.250 kg/h e di H₂S pari a 25 kg/h.



L'impatto così generato dall'emissione di CO₂, di direzione negativa, avrà una durata breve (si stima che un avviamento a freddo durerà dalle 7 alle 10 ore) ed una distribuzione temporale concentrata generando così un impatto trascurabile. Contemporaneamente all'emissione di CO₂, nel transitorio di avviamento a freddo vi sarà anche un'emissione di H₂S che avrà un impatto negativo trascurabile (Tabella 40).

Tabella 40: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Atmosfera - Fase di esercizio

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - ATMOSFERA FASE DI ESERCIZIO		emissione di gas serra	emissione inquinanti atmosferici
Durata nel tempo (D)	breve		
	medio-breve		
	media		
	medio-lunga		
	lunga		
Distribuzione temporale (Di)	concentrata		
	discontinua		
	continua		
Area di influenza (A)	circoscritta		
	estesa		
	globale		
Rilevanza (Ri)	trascurabile		
	bassa		
	media		
	alta		
Reversibilità (R)	a breve termine		
	a medio-lungo termine		
	irreversibile		
Probabilità accadimento (P)	bassa		
	media		
	alta		
	certa		
Mitigazione (M)	alta		
	media		
	bassa		
	nulla		
Sensibilità componente (S)	trascurabile		
	bassa		
	media		
	alta		
Impatti		Trascurabile	Trascurabile



In **fase di dismissione** si procederà alla chiusura dei pozzi, alla dismissione dell'impianto ORC e delle opere connesse. Gli impatti connessi a questa fase saranno correlati all'emissione di polveri e di inquinanti in atmosfera e saranno inferiori rispetto agli impatti generati in fase di cantiere, in quanto non saranno presenti le emissioni relative alla perforazione dei pozzi e le attività di scavo/rimodellamento saranno inferiori. Per entrambi questi fattori l'impatto può essere stimato negativo ma trascurabile. In questa fase, inoltre, non saranno presenti fattori di impatto quali quelli legati al trasporto tramite autobotti, limitando ulteriormente l'emissione di inquinanti in atmosfera.

4.5 Suolo e sottosuolo

4.5.1 Descrizione della componente

4.5.1.1 Inquadramento geologico e geotermico

Le considerazioni geologiche e geotermiche riportate nel seguito si riferiscono principalmente al documento edito da Magma "Impianto geotermico pilota - "Castelnuovo" - Relazione geologica-mineraria – Ottobre 2015".

Geologia

Dal punto di vista geologico, la zona inerente al Permesso "Castelnuovo" comprende la parte orientale del Bacino pliocenico di Anqua-Pomarance, interessata da strutture riconducibili a una tettonica di tipo distensivo.

Nell'area di interesse, successivamente alla fase compressionale legata all'orogenesi dell'Appennino Settentrionale, l'evoluzione tettonica si è sviluppata in regime distensivo con assottigliamento litosferico, dando origine a depressioni strutturali in cui si sono depositate le unità stratigrafico-sedimentarie del Miocene.

La tettonica distensiva pliocenico-quadernaria è caratterizzata dallo sviluppo di strutture dirette e oblique ad alto angolo, che definiscono depressioni strutturali entro le quali si sono depositati sedimenti marini del Pliocene inferiore-medio. Queste strutture sono caratterizzate dallo sviluppo coevo di zone di deformazione ortogonali alle discontinuità tettoniche transtensive, a prevalente rigetto orizzontale che hanno svolto la funzione cinematica di trasferire l'entità di distensione tra un settore di bacino e l'altro, differenziando ambiti con stili deformativi diversi, ma riferibili allo stesso contesto tettonico.

Le principali unità tettoniche riconosciute nell'area di interesse sono le seguenti, dall'alto verso il basso²⁶:

- a) Unità neautoctone, comprendenti i sedimenti post-orogenici di età miocenica-pliocenica e i sedimenti recenti;
- b) Unità alloctone, comprendenti le varie formazioni liguri, sub-liguri e toscane, con età variabili dal Trias al Paleocene, sovrascorse sul substrato e accavallatesi l'una all'altra durante l'orogenesi appenninica, ivi incluso il cosiddetto "Complesso a Scaglie";
- c) Unità autoctone, comprendenti le rocce metamorfiche paleozoiche, considerate come il basamento originario della pila tettonica.

²⁶ Le informazioni geologiche espone e sintetizzate nella carta geologica riportata nel presente SIA derivano dalla collaborazione tra Magma Energy Italia e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Siena.



Legenda

- Pozzi Geotermici
- Geologia
- ALLUVIONI
 - SEDIMENTI MARINI PLIOCENICI
 - SEDIMENTI CONTINENTALI MIOCENICI
 - FORMAZIONE DI CHIUSDINO
 - OFIOLITI - ARGILLE A PALOMBINI
 - OFIOLITI - CALCARI A CALPIONELLA
 - FORMAZIONE DI LANCIAIA
 - OFIOLITI - DIASPRI
 - OFIOLITI - GABBRO BASALTI E SERPENTINITI
 - UNITA' DELLE ARGILLE E CALCARI - FORMAZIONE DI CANETOLO
 - MONTEVERDI M.MO - ARGILLE DI POGGIO ROCCHINO
 - MONTEVERDI M.MO - FORMAZIONE DI MONTEVERDI

0 1 2 3 4 km

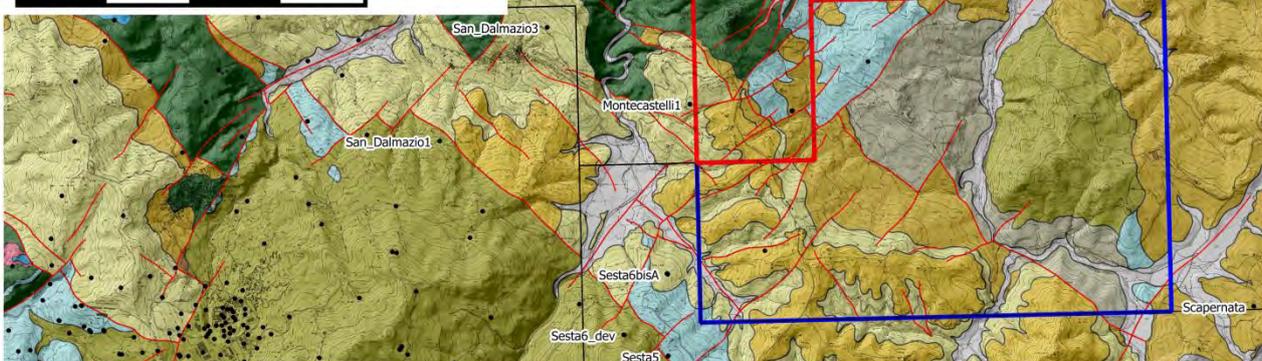


Figura 45: Carta Geologica dell'area interessata dal Permesso "Castelnuovo" e zone limitrofe con ubicazione pozzi preesistenti (punti neri). Fonte: rilievi originali inediti Magma Energy-Università di Siena

a) Unità neoautoctone

Tali unità tettoniche sono rappresentate da sedimenti neogenici, costituiti prevalentemente da livelli argillosi, nonché da conglomerati, calcari detritico-organogeni e sabbie più o meno argillose. Tali formazioni poggiano in discordanza sul substrato pre-neogenico. Si tratta di sedimenti continentali, di transizione e marini attribuiti al Miocene superiore – Pliocene medio. I depositi del Miocene si sono depositati in depressioni strutturali affioranti nella parte orientale e sud-orientale dell'area di interesse.

b) Unità alloctone

Il substrato pre-neogenico affiorante nell'area di interesse è costituito esclusivamente dalle Unità Liguri e, in particolare, dalle Unità Ofiolitifere (Superiore e Inferiore) e dall'Unità di Monteverdi Marittimo (il cosiddetto "Flysch ad elmintoidi").

La successione dell'Unità Ofiolitifera è caratterizzata, a partire dal basso, da Ofioliti (peridotiti, gabbrati e serpentiniti) di età compresa tra il Giurassico medio e il Giurassico superiore. Questa formazione affiora su buona parte dell'area del Permesso "Castelnuovo", ad esclusione dei bordi meridionale e orientale. Le Ofioliti sono state attraversate in profondità in occasione delle attività di esplorazione e/o produzione condotte nell'area vasta per uno spessore di circa 700 m (cfr. pozzo S.Dalmazio 3 in Figura 45, si ricorda che l'area del Permesso "Castelnuovo" è adiacente alla zona geotermica che alimenta la centrale geotermoelettrica di Sesta, sia l'area che le zone circostanti sono pertanto state interessate da esplorazioni e/o perforazioni produttive). Si tratta di rocce magmatiche appartenenti al basamento oceanico del Dominio Ligure che si possono trovare anche inglobate come scaglie tettoniche o come olistostromi nei litotipi argillitici, siltitici e marnosi della *Formazione delle Argille a Palombini*. Quest'ultima formazione raggiunge spessori intorno a 250 metri, si trova al tetto delle ofioliti ed è riferita



al Cretaceo inferiore. Essa costituisce il substrato della successione neogenica nella gran parte dell'area in studio e laddove non poggia sulle ofioliti, poggia sui litotipi della Unità di Monteverdi Marittimo-Lanciaia (es. Pozzo Montecastelli 1 in Figura 45).

Al di sopra di questa unità è presente una successione torbido-pelagica nota come *Formazione di Lanciaia*, riferita al Paleocene.

Il flysch di Monteverdi Marittimo affiora a SW e a E del Permesso "Castelnuovo" ed è rappresentato da una successione di età cretaceo-paleocenica costituita da calcari marnosi, calcari, marne e siltiti micacee a cui si intercalano livelli arenacei. Lo spessore massimo di questa formazione è valutabile in almeno 700 metri.

L'Unità di Monteverdi è stata perforata nell'area di interesse per uno spessore compreso tra 360 m e 650 m (pozzo S.Dalmazio 1 e pozzo Montecastelli 1, rispettivamente, in Figura 45). Essa giace direttamente sulla successione basale della Falda Toscana, rappresentata dalla successione evaporitica delle *Anidriti di Burano*, di età riferita al Carnico-Norico (Trias medio p.p. - superiore) caratterizzata da una intensa deformazione e brecciatura. Tale formazione rappresenta il "primo serbatoio" del campo geotermico di Larderello-Travale ed è costituita da banchi di anidriti, parzialmente o totalmente gessificate, cui si alternano strati di dolomie grigio-scure e brecce a elementi di dolomia in cemento gessoso-anidritico. Questi litotipi, se esposti ad agenti esogeni, per processi di dissoluzione degli elementi carbonatico-solfatici, sono trasformati in una roccia carbonatica per lo più brecciata e con tipica struttura a cellette, detta *Calcere Cavernoso*. Lo spessore della successione evaporitica di Burano attraversata nei sondaggi eseguiti nel corso dell'esplorazione/produzione geotermica è molto variabile (da pochi metri a un centinaio di metri), in quanto questo orizzonte è stato interessato da molteplici eventi tettonici.

I dati di sondaggi profondi che hanno raggiunto il basamento metamorfico nella zona della Centrale Sesta (ad es. pozzo Sesta 6, 1,3 km a sud del Permesso "Castelnuovo" in Figura 45) indicano inoltre che la successione evaporitica di Burano è spesso coinvolta nel *Complesso a Scaglie Tettoniche*. Con questo termine viene inteso un cospicuo spessore formato dall'alternanza di corpi di forma lenticolare e dimensioni assai variabili, appartenenti alle Filladi del Carbonifero-Permiano, al Gruppo del Verrucano (Trias inferiore e medio) e alla Formazione delle Anidriti di Burano (Trias superiore); questo complesso lito-tettonico non affiora ed è riconosciuto solo nei sondaggi geotermici.

c) Unità autoctone

Al di sotto del Complesso a Scaglie giacciono le formazioni del *Complesso delle Filladi* e del *Complesso dei Micascisti*, appartenenti all'Unità di Monticiano-Roccastrada. Queste formazioni costituiscono il basamento autoctono della regione.

Il complesso delle Filladi, che può raggiungere uno spessore di oltre 1000 metri, è composto da formazioni triassico-paleozoiche. Le analisi sui detriti recuperati in sondaggi profondi eseguiti nell'area di Travale-Radicondoli hanno mostrato una variegata composizione litologica di tale complesso, sintetizzabile in 4 associazioni litologiche-petrografiche: i) Brecce a elementi dolomitici immersi in un legante anidritico. Talvolta sono presenti filladi sericitiche grigie e grigio-verdi; ii) Alternanza di litotipi carbonatici, filladici e anidritici; iii) Filladi, filladi quarzose e metarenarie grafitose; iv) Filladi quarzose, metarenarie/metagrovacche cloritiche, sporadicamente intercalate a livelli carbonatici, grafitosi, ricristallizzati.

Il Complesso dei Micascisti è costituito da micascisti albitico-granatiferi, di colore grigio verde e grigio bruno, con associate lenti di quarziti grigie e, raramente, anfiboliti. Nell'area di Larderello-Travale sono stati effettuati sondaggi che hanno attraversato questo Complesso per uno spessore variabile tra 500 e 1000 m.

Al di sotto di queste due Unità giace l'*Unità degli Gneiss*, raggiunta da pozzi profondi nella zona di Sesta a una profondità di circa 3600-3800 m (pozzi Sesta 6bis e Sesta 6bisA in Figura 45). Questa Unità risulta formata da orto- e para- gneiss leucocratici e livelli anfibolitici.



La disponibilità di dati geologici, geofisici e di pozzo ha permesso di realizzare un modello geologico tridimensionale del Permesso “Castelnuovo”, con lo scopo di ricostruire le geometrie delle strutture e delle formazioni, necessarie per l’integrazione e la comprensione dei dati termici sia in fase esplorativa che nelle successive fasi di produzione e monitoraggio del serbatoio.

I numerosi dati disponibili in letteratura e i nuovi dati geologici di superficie acquisiti nell’attività esplorativa svolta da Magma nel Permesso “Mensano” (adiacente ai lati N, E e S del Permesso “Castelnuovo”) hanno consentito di ricavare un modello geologico 3D dell’area in oggetto.

Il modello geologico (Figura 46) contiene una serie stratigrafica che, seppur semplificata, rappresenta le diverse formazioni affioranti e raggiunte dalle perforazioni alle quali è possibile assegnare differenti proprietà petrofisiche significative per un modello geotermico (ad es. densità, suscettività magnetica, conducibilità termica, porosità).

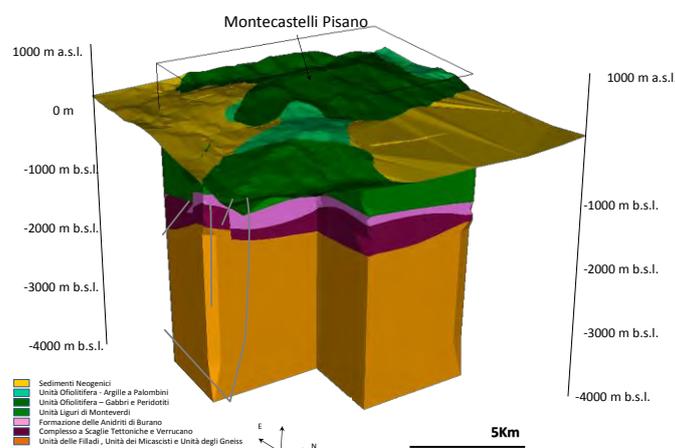


Figura 46: Modello geologico del Permesso “Castelnuovo” (da “Relazione Geologica-Mineraria” di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

Per la completa ricostruzione del modello geologico dell’area di interesse, si riporta inoltre un estratto della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000 (Foglio 295 – Pomarance), comprensivo di sezione geologica (Figura 47).

Sulla base dei dati geologici e geofisici disponibili, Magma ha quindi elaborato il modello geologico del Permesso “Castelnuovo” (Figura 48).

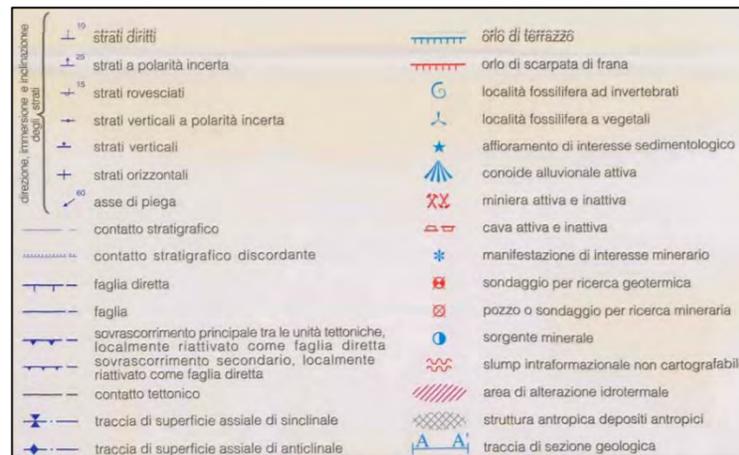
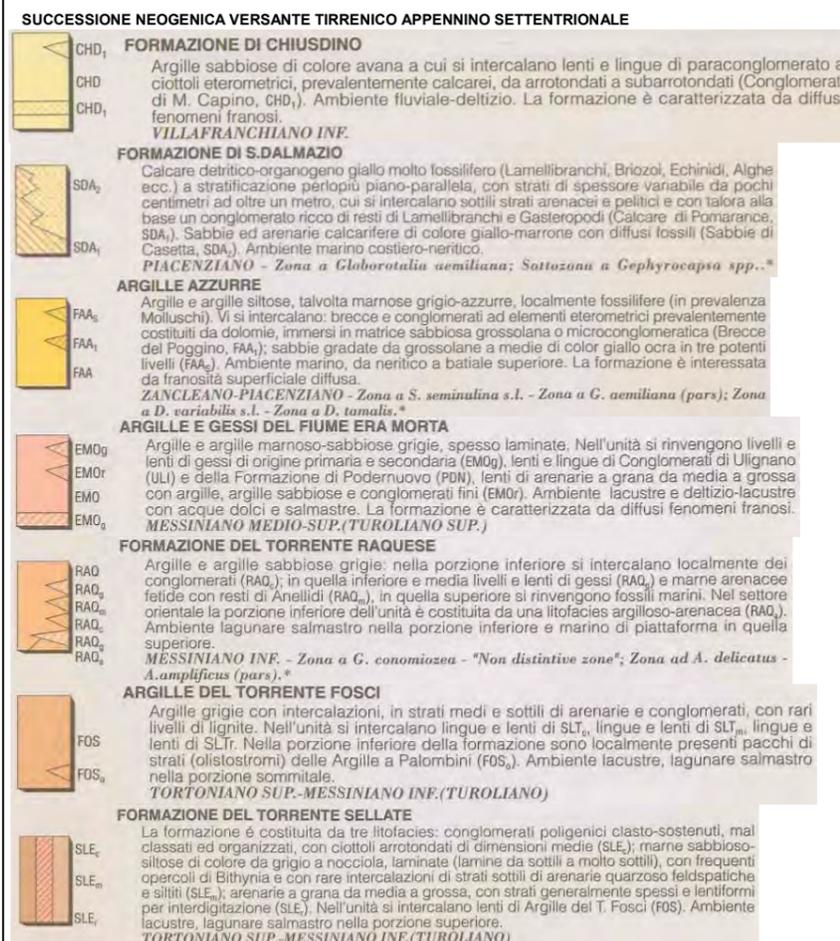
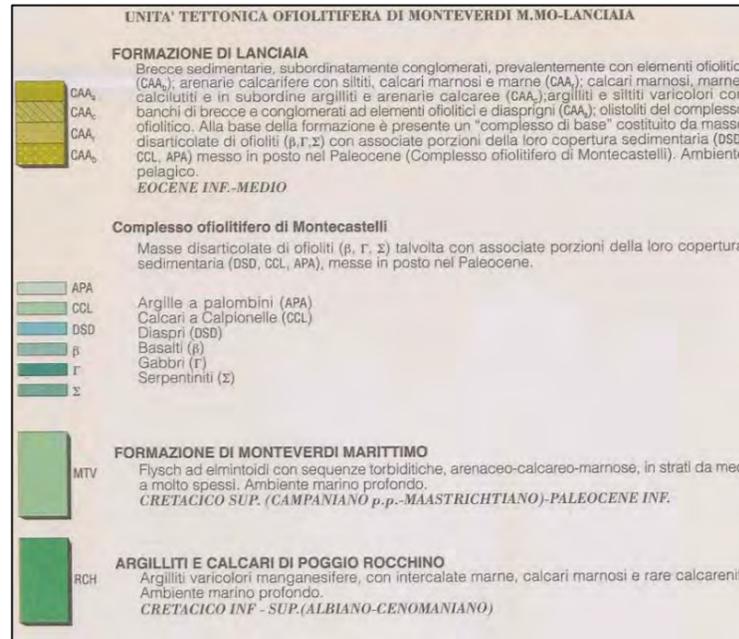
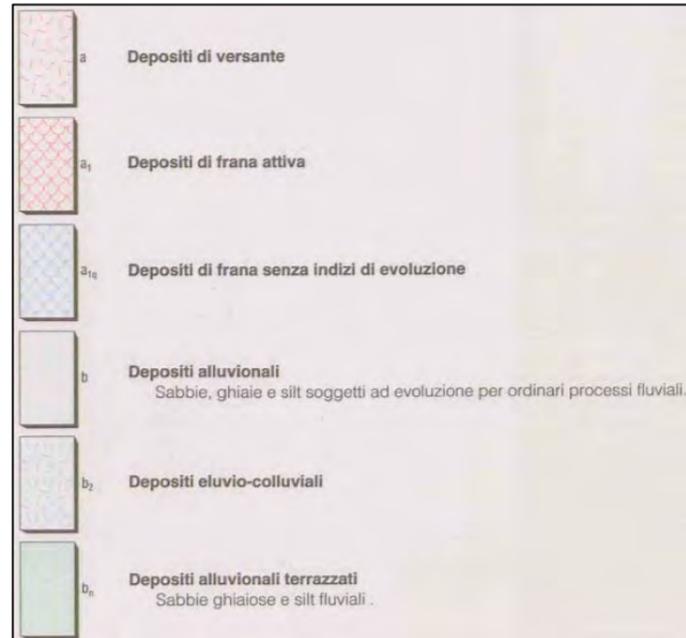
La ricostruzione della geometria dei corpi geologici mette in evidenza sia elementi litologici sia strutturali.

In particolare, da un punto di vista litologico, si sottolinea che la formazione delle Anidriti di Burano–Calcere Cavernoso, che costituisce il serbatoio superficiale del campo geotermico di Larderello–Travale (si veda la successiva parte di inquadramento geotermico per i dettagli), giace a profondità comprese tra 1200 m nel settore occidentale e 1500 m in quello orientale. Lo spessore non sembra superare mai i 150-200 m. Al di sotto di tale formazione, il Complesso a Scaglie può raggiungere spessori di oltre 500 metri e sormonta il basamento metamorfico, costituito, dall’alto verso il basso, dal Complesso delle Filladi, dal Complesso dei Micascisti e dall’Unità degli Gneiss, che rappresenta la roccia del serbatoio profondo, obiettivo geotermico del Progetto.

Dal punto di vista strutturale, i rilievi di superficie hanno evidenziato come le strutture che bordano il Bacino di Pomarance abbiano angoli di immersione di circa 60-70°. La loro geometria convergente implica che la struttura antitetica vada ad esaurirsi sul piano della faglia principale, con intersezione delle due strutture a una profondità stimata di circa 2500-3000 m rispetto al livello del mare.



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO



Posizione indicativa del Permesso "Castelnuovo"

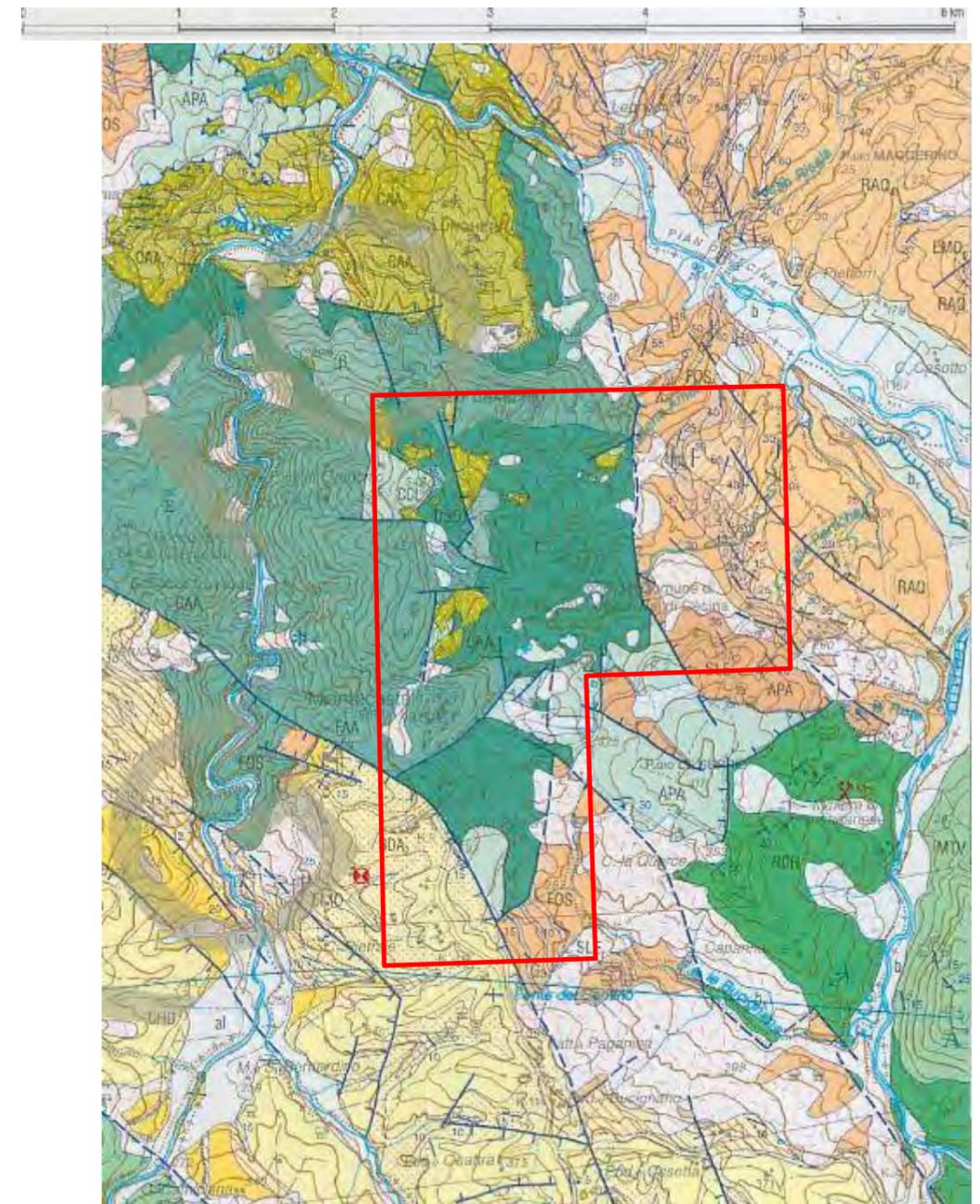
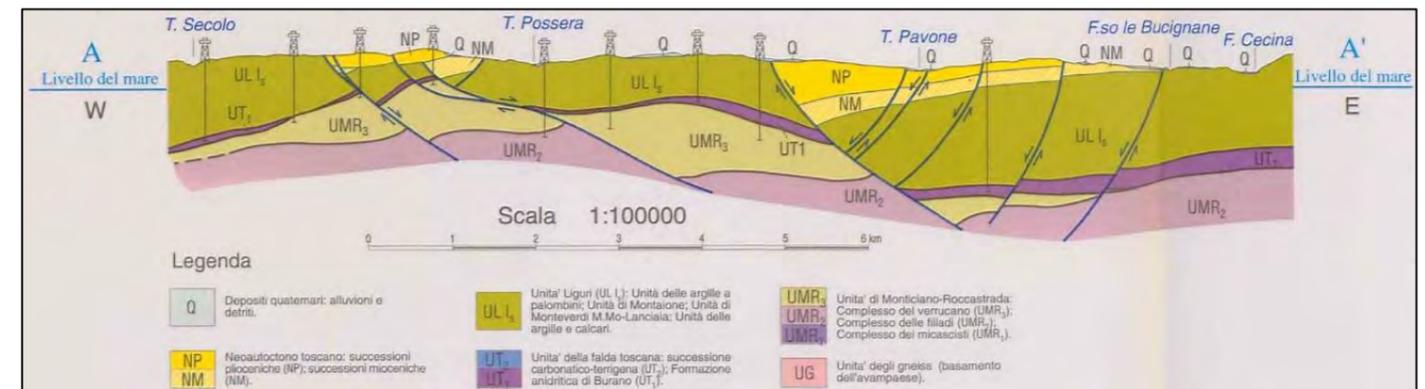
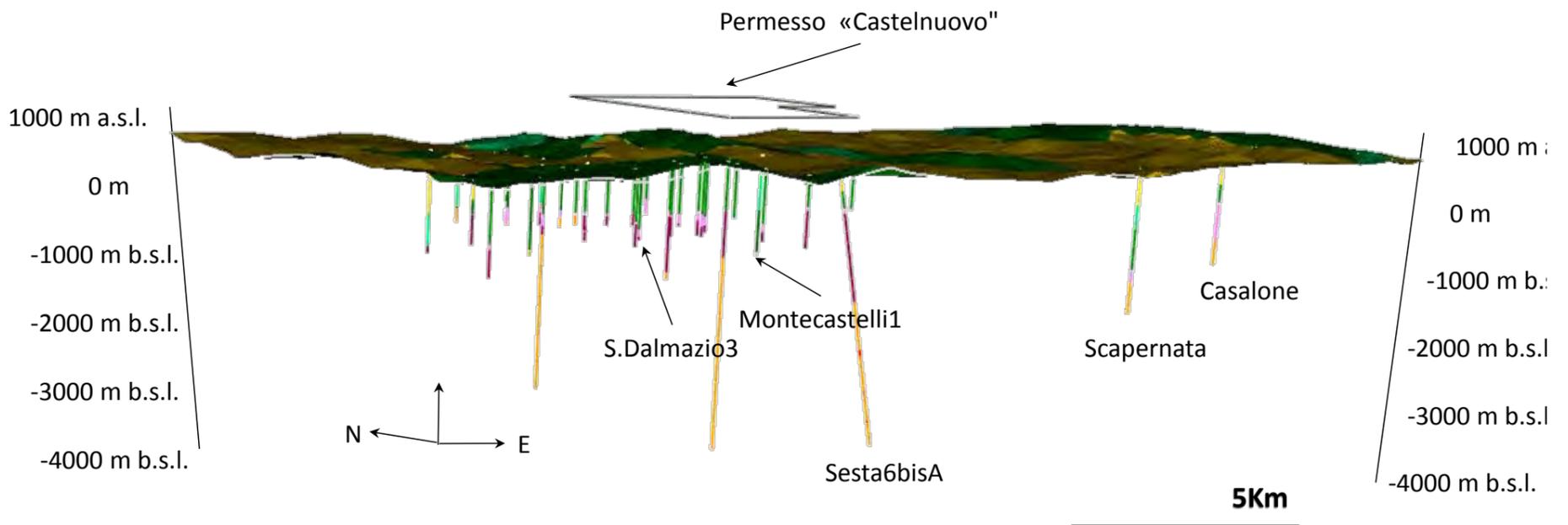


Figura 47: Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Estratto dal Foglio 295 – Pomarance)





GEOLOGIA DI SUPERFICIE E STRATIGRAFIE DEI POZZI GEOTERMICI



SEZIONI GEOLOGICHE

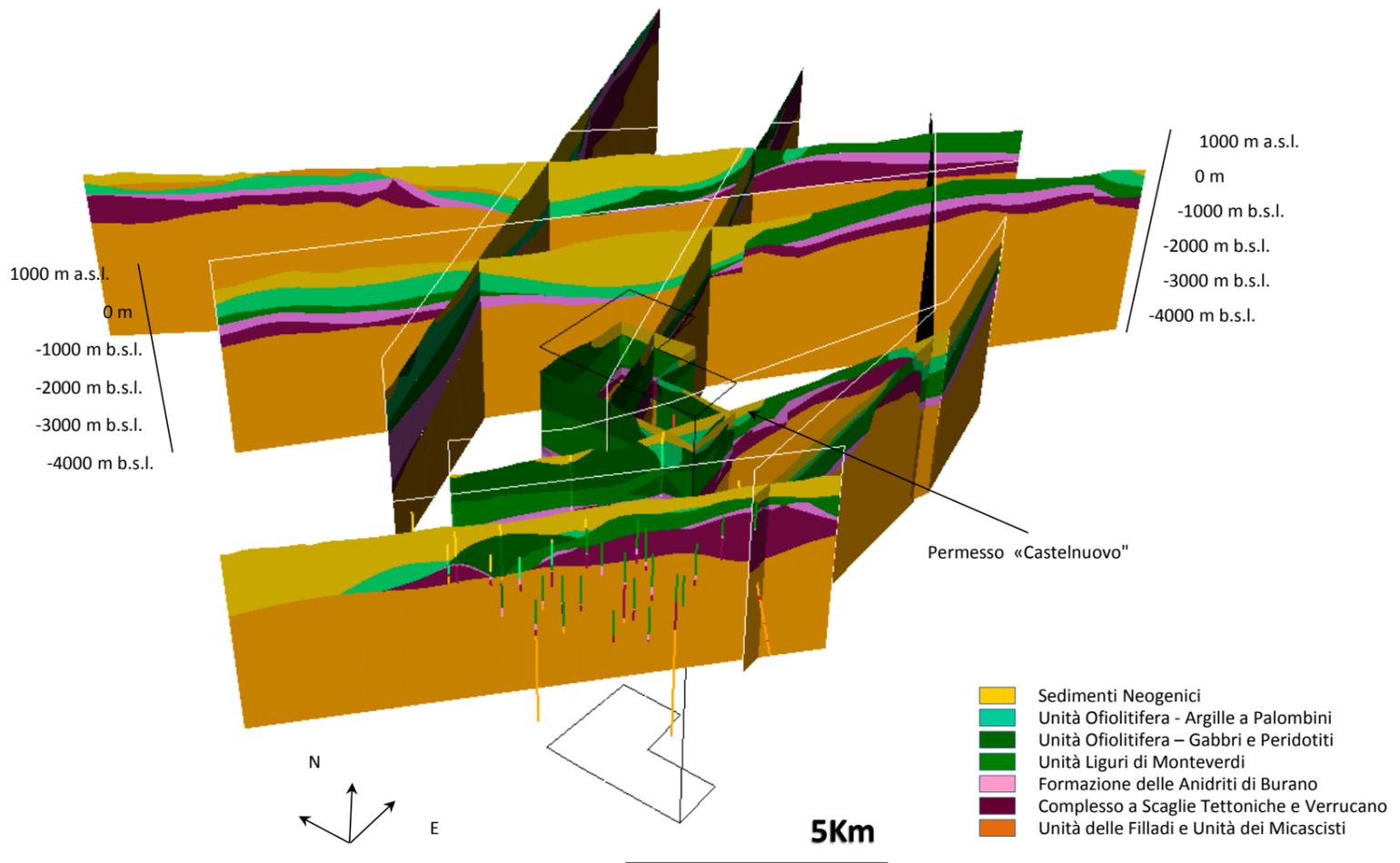


Figura 48: Modello geologico del Permessò «Castelnuovo» (da «Relazione Geologica-Mineraria» di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)



Geotermia

Dal punto di vista geotermico, la ricostruzione dell'andamento del flusso di calore ricostruito per l'intera area di Larderello-Travale²⁷ mette in evidenza come l'area di Montecastelli Pisano (in cui ricade il Permesso "Castelnuovo") sia caratterizzata da valori compresi, mediamente, tra 100 e 300 mW/m² (Figura 49).

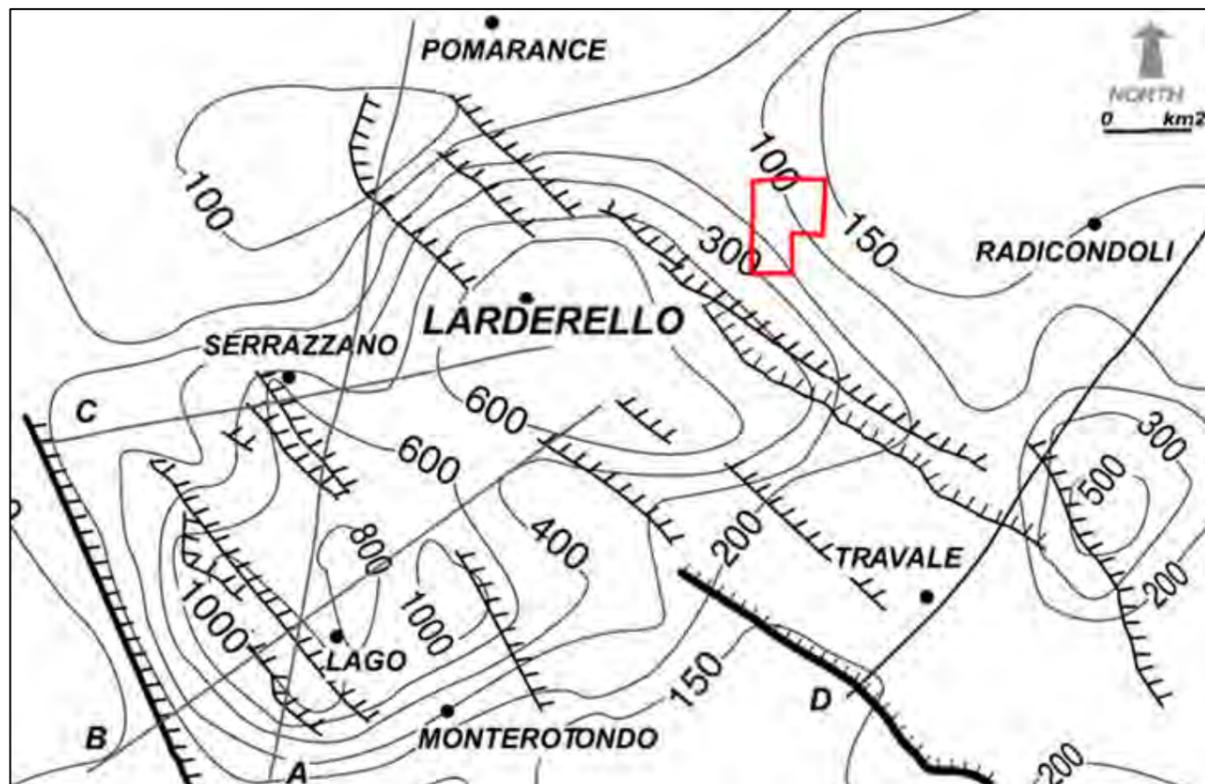


Figura 49: Schema tettonico con ubicazione delle principali faglie dirette ad alto angolo e distribuzione del flusso di calore espresso in mW/m² (Bellani et al., 2004)

La disponibilità di dati di numerosi pozzi esplorativi e/o produttivi hanno permesso di ricostruire le caratteristiche geometriche e la temperatura del serbatoio geotermico definito profondo.

A tale riguardo si evidenzia che la Toscana meridionale è caratterizzata dalla presenza di un evidente riflettore sismico, denominato "Orizzonte K", che si colloca a profondità variabile da 3 km (zona di Larderello) a 8-10 km (zona dell'Amiata). Nell'interpretazione più attendibile, tale orizzonte è dato da un livello fratturato permeato di fluidi in condizioni probabilmente supercritiche, a temperature di circa 450°C.

Al di sopra di tale orizzonte, a profondità di circa 2500-3500 metri è presente un altro orizzonte, noto come "Orizzonte H", più discontinuo, caratterizzato da alternanze di riflettori sismici che, laddove sono stati attraversati da pozzi profondi, sono risultati produttivi nel 70% dei casi.

Specifici studi²⁸ hanno mostrato come il serbatoio profondo del sistema geotermico Larderello-Travale sia ospitato all'interno delle successioni metamorfiche a profondità tra 3000 m e 4000 m e come, diversamente da quello superficiale, tale serbatoio sia caratterizzato da una permeabilità piuttosto disomogenea e localizzata.

Per tale motivo, negli ultimi 15 anni, una serie di prospezioni di sismica a riflessione 2D e 3D sono state realizzate in tale area al fine di localizzare le porzioni del serbatoio potenzialmente più produttive. A tal proposito, sono state individuate²⁹ zone interpretate come caratterizzate dalla presenza di vapore accumulato in rocce fratturate. I risultati della prospezione sismica 3D e le informazioni dei pozzi profondi hanno permesso la ricostruzione dettagliata dell'orizzonte sismico H, corrispondente a un livello fratturato spesso associato alla presenza di fluidi.

La Figura 50 presenta alcuni risultati della prospezione sismica 3D per l'area di Sesta, che parzialmente ricopre quella del Permesso "Castelnuovo". L'orizzonte riflettente H è chiaramente osservabile nella sezione 2D, inoltre il piano corrispondente all'"Orizzonte H" mostra delle anomalie che rivestono particolare interesse ai fini dell'esplorazione geotermica. Alcune perforazioni in prossimità dell'area del permesso di ricerca di "Castelnuovo" hanno già raggiunto tali obiettivi ottenendo produzione di fluidi geotermici per generazione geotermoelettrica.

²⁷ Bellani, S., Brogi, A., Lazzarotto, A., Liotta, D., Ranalli, G., 2004. Heat flow, deep temperatures and extensional structures in the Larderello geothermal field (Italy): constraints on geothermal fluid flow. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 132, 15–29.

²⁸ Barelli, A., Cappetti, G., & Stefani, G. (1995). Results of deep drilling in the Larderello-Travale/Radicondoli geothermal area. *Proceedings World Geothermal Congress*, 1275–1278.

Barelli A., Bertini G., Buonasorte G., Cappetti G. & Fiordalisi A. (2000). Recent deep exploration results at the margins of the Larderello Travale geothermal system. *Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu – Tohoku Japan, may 28 – June 10, 2000*.

²⁹ Casini, M., Ciuffi, S., Fiordalisi, A., Mazzotti, A. & Stucchi, E. (2010). Results of a 3D seismic survey at the Travale (Italy) test site. *Geothermics*, 39, 4-12.

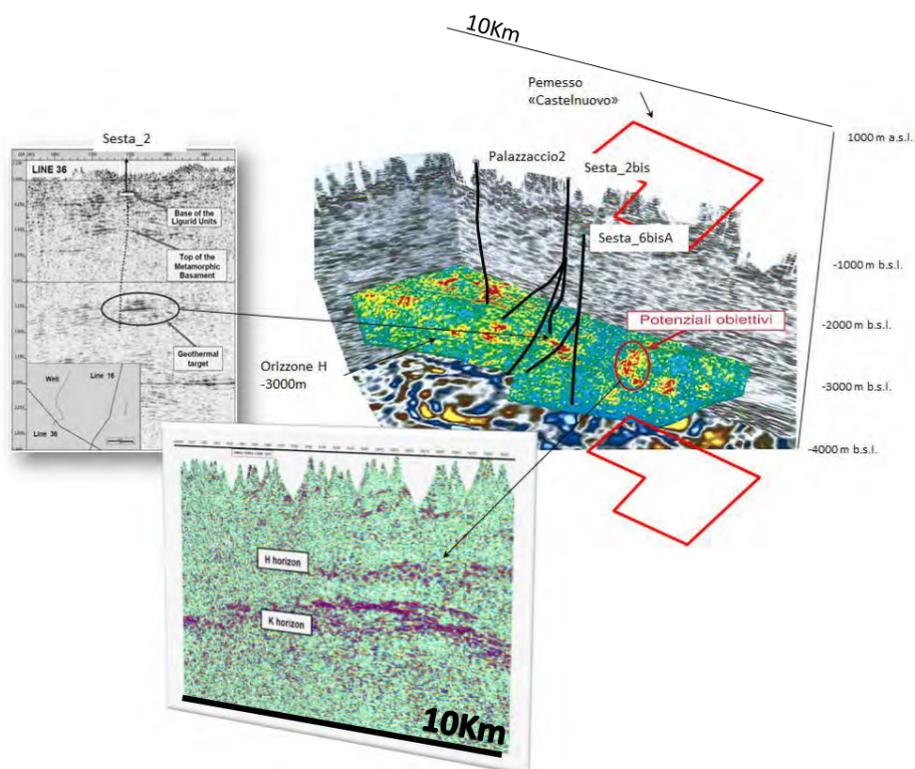


Figura 50: Ricostruzione dei risultati della prospezione sismica 3D per l'area del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

Con riferimento ai dati utili alla ricostruzione delle caratteristiche del serbatoio geotermico profondo, nel contesto dell'attività esplorativa condotta da Magma è stato realizzato un database di tutti i pozzi geotermici riportanti dati di temperatura. In Figura 51 è riportata la carta del gradiente geotermico calcolato sulla base dei pozzi geotermici che hanno raggiunto il basamento metamorfico a una profondità maggiore di 750 m. Dalla figura si può osservare come il Permesso "Castelnuovo" sia caratterizzato da un gradiente geotermico compreso tra 0.7 e 1.3°C/10m. Il gradiente mostra un trend crescente da NE verso SW con valori che superano 1°C/10m nella maggior parte dell'area del progetto pilota.

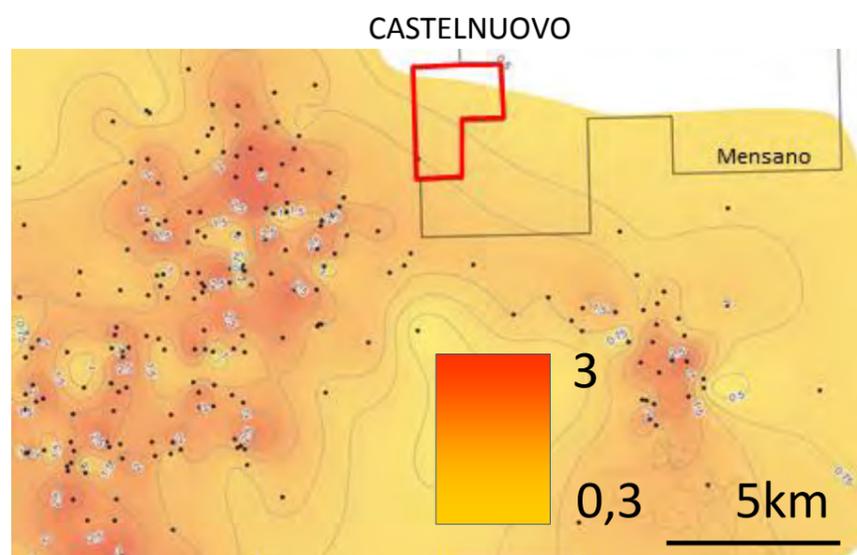


Figura 51: Carta del gradiente geotermico espresso in °C/10m con ubicazione dei pozzi analizzati (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

La carta del gradiente geotermico ha permesso di stimare la distribuzione della temperatura a differenti profondità e in Figura 52 sono riportate le temperature alle profondità di 1000, 2000 e 3000 m al di sotto del livello del mare. È possibile osservare che il permesso già alla profondità di 2000 m presenta condizioni di temperature superiori a 250°C nell'angolo SW. Temperature superiori sono previste a partire dalla profondità di 3000 m, dove i 300°C sono stati stimati ipotizzando un gradiente pari a 1°C/10m come attestato dalle misure nel pozzo Montecastelli1 (Figura 53).

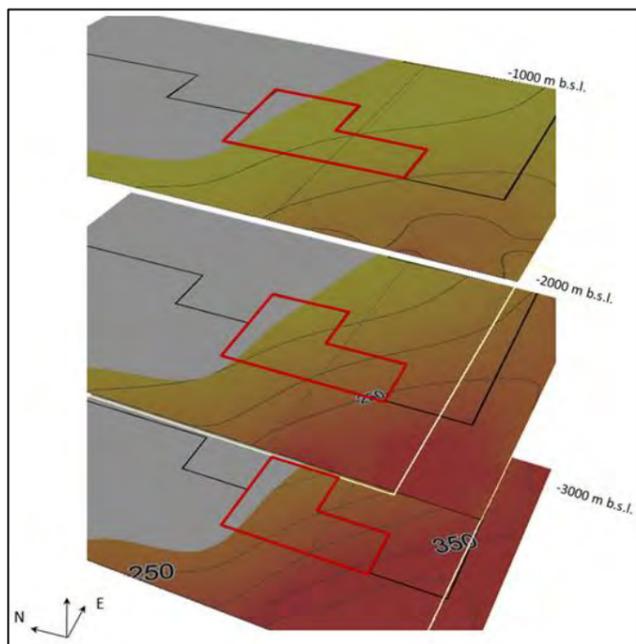


Figura 52: Distribuzione delle temperature al di sotto del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

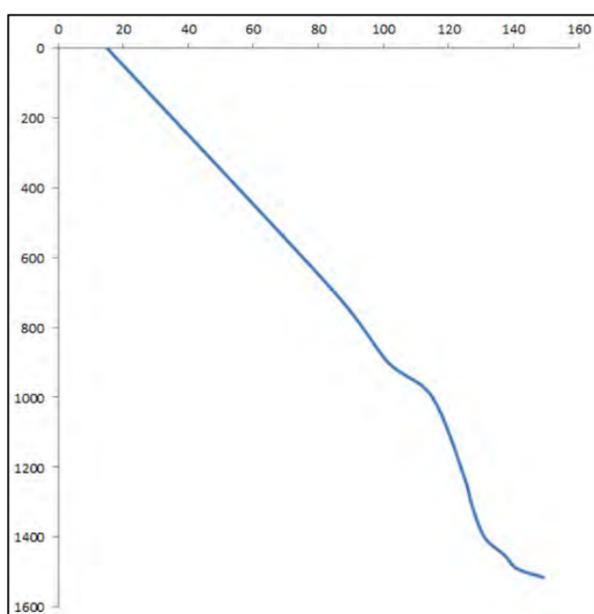


Figura 53: Profilo termico del pozzo Montecastelli1 (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy – Su dati Unmig)

Per quanto concerne il potenziale geotermico del Permesso "Castelnuovo", questo è stato calcolato da Magma sulla base del metodo del volume³⁰, che esprime il calore complessivo come somma del calore nella roccia e nel fluido in funzione dei seguenti parametri (tra parentesi i dati utilizzati, reperiti da osservazioni dirette o da letteratura):

- Volume del serbatoio (30 km³);
- Porosità del serbatoio (0.02);
- Porosità efficace del serbatoio (0.01);
- Densità della roccia serbatoio (2800 kg/m³);
- Densità del fluido contenuto nel serbatoio (950 kg/m³);
- Calore specifico delle rocce del serbatoio (900 J/(kg K));
- Calore specifico del fluido contenuto nel serbatoio (1840 J/(kg K));
- Temperatura del serbatoio (175-450°C);
- Temperatura di riferimento (15°C).

Nel calcolo è stato considerato un volume del serbatoio dato dalla superficie del permesso per uno spessore di 4000 m, limitato superiormente dalla profondità media a cui si osserva il top del basamento metamorfico (2000 m al di sotto del livello del mare) e inferiormente dalla profondità dell'orizzonte K nella zona di interesse (6000 m al di sotto del livello del mare).

Le temperature sono state calcolate suddividendo il serbatoio in 4 strati (Figura 54), a loro volta suddivisi in sub-volumi sulla base della distribuzione delle temperature alle differenti profondità di riferimento, la cui sommatoria fornisce il potenziale geotermico.

Il potenziale geotermico calcolato per il Permesso "Castelnuovo" è riportato nella seguente Tabella 41.

Tabella 41: Potenziale geotermico espresso in MWh termici del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

³⁰ ENEA (1993) – Inventario delle risorse geotermiche nazionali – Valutazione del potenziale geotermico.



IPOTESI DI SERBATOIO 2500-4000 (ENEA, 1993)		IPOTESI DI SERBATOIO 2000-6000 (ENEA, 1993)	
E. Ter. (por=0) [MWh]	1.15E+09	E. Ter. (por=0) [MWh]	5.79E+09
E. Ter. Roccia [MWh]	1.12E+09	E. Ter. Roccia [MWh]	1.37E+19
E. Ter. Fluido [MWh]	1.45E+07	E. Ter. Fluido [MWh]	1.75E+17
E. Ter. Roccia+Fluido [MWh]	1.14E+09	E. Ter. Roccia+Fluido [MWh]	1.39E+19
Energia termica a boccapozzo [MWh]	2.85E+07	Energia termica a boccapozzo [MWh]	1.44E+08

L'energia immagazzinata nel sottosuolo del Permesso "Castelnuovo" estraibile a boccapozzo è stata pertanto stimata in $2.85 \cdot 10^7$ MWht per la parte di serbatoio compresa tra 3000 e 4000 m e in $1.44 \cdot 10^8$ MWht considerando l'intero spessore di serbatoio tra 2000 e 6000 m.

Con la relazione di Doveri et al.³¹ (cfr.) è stata inoltre stimata la portata di fluido estraibile (Figura 55), dalla quale è stata ricavata la potenza elettrica installabile sull'intero permesso "Castelnuovo", riportata in Tabella 42.

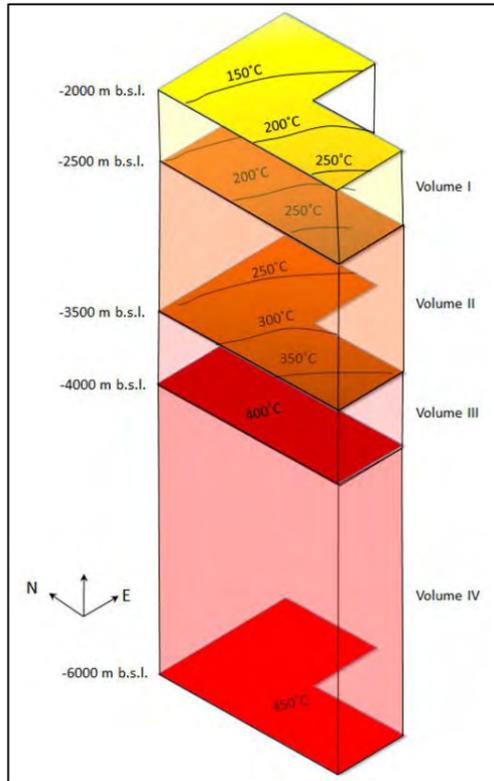


Figura 54: Distribuzione delle temperature alle diverse profondità considerata nel calcolo del potenziale geotermico del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

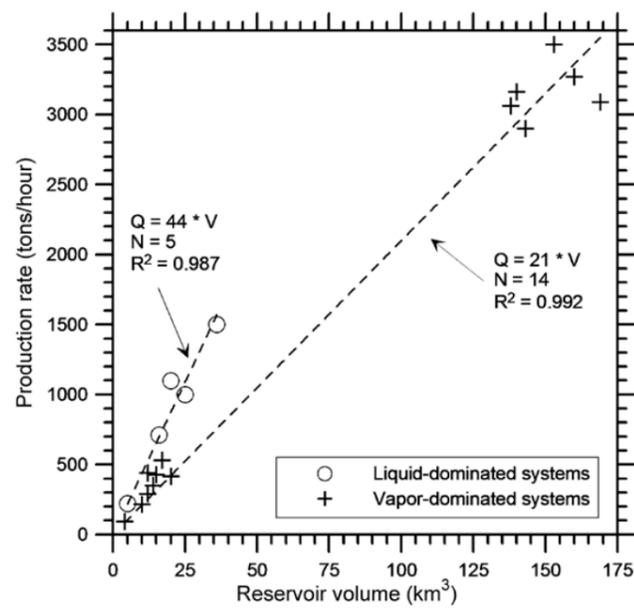


Figura 55: Relazione tra volume del serbatoio e portata di fluido estraibile (Doveri et al., 2010)

Tabella 42: Potenziale geotermico espresso in MWh elettrici del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

³¹ Doveri, M., Lelli, M., Marini, L., & Raco, B. (2010). Revision, calibration, and application of the volume method to evaluate the geothermal potential of some recent volcanic areas of Latium, Italy. *Geothermics*, 39(3), 260–269. doi:10.1016/j.geothermics.2010.06.002



IPOTESI DI SERBATOIO 2500-4000 (Doveri & al., 2010)			
Volume [km ³]	11.3		
Portata [t/h]	201.5		
Portata [kg/s]	56.0		
Temperatura [°C]	200	250	300
Potenza [MWt]	41.0	52.7	64.4
Potenza elettrica installabile [MWe]	6.2	7.9	9.7
Tempo di produzione [anni]	79	62	50
IPOTESI DI SERBATOIO 2000-6000 (Doveri & al., 2010)			
Volume [km ³]	30.0		
Portata [t/h]	630.1		
Portata [kg/s]	175.0		
Temperatura [°C]	200	250	300
Potenza [MWt]	128.2	164.9	201.5
Potenza elettrica installabile [MWe]	19.2	24.7	30.2
Tempo di produzione [anni]	128	100	81

Le portate necessarie a installare la potenza di progetto, pari a 5MWe netti sono state stimate in funzione della temperatura come riportato nella seguente Tabella 43.

Tabella 43: Stima delle portate per produrre 5 MWe netti con fluido geotermico in fase vapore (da “Relazione Geologica-Mineraria” di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

Portate stimate per la produzione di 5MWe _{netti}		
ΔT (°C)	Q (kg/s)	Q (t/h)
120	16.3	58.7
170	16.2	58.3
220	16.6	59.8

Per quanto riguarda le caratteristiche chimico-fisiche del fluido geotermico, si è fatto riferimento ai dati disponibili sul chimismo dei fluidi reperiti nel limitrofo campo di Sesta il quale, come già evidenziato, è stato oggetto di varie perforazioni geotermiche finalizzate all'esplorazione e alla produzione.

I dati disponibili (cfr. Tabella 44, fonte: Portale del Sistema Informativo Regionale dell'Ambiente della Toscana) indicano la presenza di vapore con presenza di gas incondensabili, che rappresentano circa l'8% in peso del fluido geotermico. Si tratta essenzialmente di anidride carbonica con circa il 95 %, con presenza di metano, azoto e idrogeno, questi ultimi in basse concentrazioni (meno dell'1%). L'idrogeno solforato è di norma presente in concentrazioni che possono arrivare all'1-2% della composizione del gas.

Tabella 44: Chimismo dei fluidi geotermici

Centrale	Carico al momento dei controlli	Portata fluido di alimentazione	Portata torre	Prelievo da	Date prelievi
SESTA 1	12,5 MW	91,5 t/h	7020000 Nm ³ /h	torre	24-26.02.2003

Parametri normati

Acido Solfidrico		Arsenico (come sale nel drift)		Mercurio (come sale nel drift)		Anidride Carbonica	
Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³
128100	18,2	0,041	5,9 E-06	0,0016	2,2 E-07	6,2 E +06	885,9

Parametri non normati

Ammoniaca		Arsenico e suoi composti		Antimonio e suoi composti		Selenio e suoi composti	
Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³
26700	3,8	1,3	1,8 E-04	< 0,28	< 4,0 E-05	< 0,28	< 4,0 E-05
Mercurio e suoi composti		Cadmio e suoi composti		Cromo totale e suoi composti		Manganese e suoi composti	
5,37	7,7 E-04	<0,0003	<5,6 E-08	< 0,0008	< 1,1 E-07	0,023	3,3 E-06
Nichel e suoi composti		Piombo e suoi composti		Rame e suoi composti		Vanadio e suoi composti	
0,004	5,5 E-07	< 0,003	< 4,4 E-07	0,004	5,5 E-07	< 0,0003	< 5,5 E-06

Altri parametri

Acido Borico		Anidride carbonica		Metano		Ossido di carbonio	
Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h	Conc. mg/Nm ³
156	0,022	-	-	28, E 03	4,1	52	7,4 E -03

Sulla base dei dati a disposizione, la zona di interesse per la produzione si colloca nel settore meridionale del Permesso “Castelnuovo”, in una fascia posta circa 800 a E del pozzo Montecastelli 1. Il principale obiettivo geotermico si colloca tra i 3000 e i 4000 m di profondità all'interno del basamento metamorfico. In questa fascia sono stati individuati livelli produttivi sia grazie al pozzo Sesta 6bisA, sia grazie all'analisi dei dati sismici 2D e 3D. Inoltre, i dati di temperatura osservati nei pozzi Montecastelli 1, Sesta 6bis e Sesta 6bisA hanno permesso anche di stimare la distribuzione delle temperature a diverse profondità e di localizzare la porzione del Permesso “Castelnuovo” dove si prevedono le temperature più elevate. Il settore sud possiede un gradiente geotermico di 1°C/10m che permetterebbe di raggiungere temperature anche maggiori di 300°C alle profondità individuate come obiettivo geotermico. Questo settore è caratterizzato anche da un'importante struttura geologica composta da faglie anastomizzate orientate SW-NE, subverticali e trascorrenti la cui attività recente, accertata mediante rilievi strutturali di dettaglio, viene considerata favorevole per sostenere condizioni di sufficiente permeabilità in profondità, soprattutto laddove tale struttura interseca le strutture principali orientate SE-NW.

Per garantire la produzione di fluido geotermico necessaria per alimentare l'impianto in progetto, si prevede la realizzazione di 2 pozzi di produzione spinti alla profondità di circa 3500 m. Il primo pozzo sarà realizzato a geometria verticale, il secondo, invece, a partire da una profondità di circa 400 m, sarà deviato di 16° sulla verticale con azimuth 220° in modo da intersecare le strutture sopra menzionate e raggiungere una profondità di 3500 m.

La re-iniezione è stata prevista in modo da evitare influenze termiche legate alla re-immissione del fluido. In particolare, è prevista la realizzazione di 1 pozzo dalla stessa postazione dei pozzi di produzione, ma con geometria deviata verso N-NE in modo da raggiungere il basamento metamorfico a una profondità di circa 3000 m e a una distanza dai pozzi di produzione tale da evitare influenze legate alla re-iniezione del fluido nella stessa formazione di prelievo.

Sulla base del modello geologico del settore in esame (cfr.

Figura 48) sono state ricavate le stratigrafie delle perforazioni dei pozzi di produzione (CAS-P1 e CAS-P2) e di re-iniezione (CAS-I), riportate nella Figura 56. La Figura 57 riporta invece l'andamento in 3D dei profili dei pozzi.



CAS-P1		CAS-P2		CAS-I	
0-150	Neogene	0-150	Neogene	0-150	Neogene
150-650	Complesso Ofiolitifero	150-650	Complesso Ofiolitifero	150-650	Complesso Ofiolitifero
650-1100	Unità di Monteverdi	650-1100	Unità di Monteverdi	650-1100	Unità di Monteverdi
1100-1550	Anidriti di Burano	1100-1600	Anidriti di Burano	1100-1750	Anidriti di Burano
1550-1750	Verrucano	1600-1800	Verrucano	1750-1950	Verrucano
1750-F.P.	Complesso Metamorfico	1800-F.P.	Complesso Metamorfico	1950-F.P.	Complesso Metamorfico

Figura 56: Stratigrafia attesa sulle postazioni di produzione e di re-iniezione (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

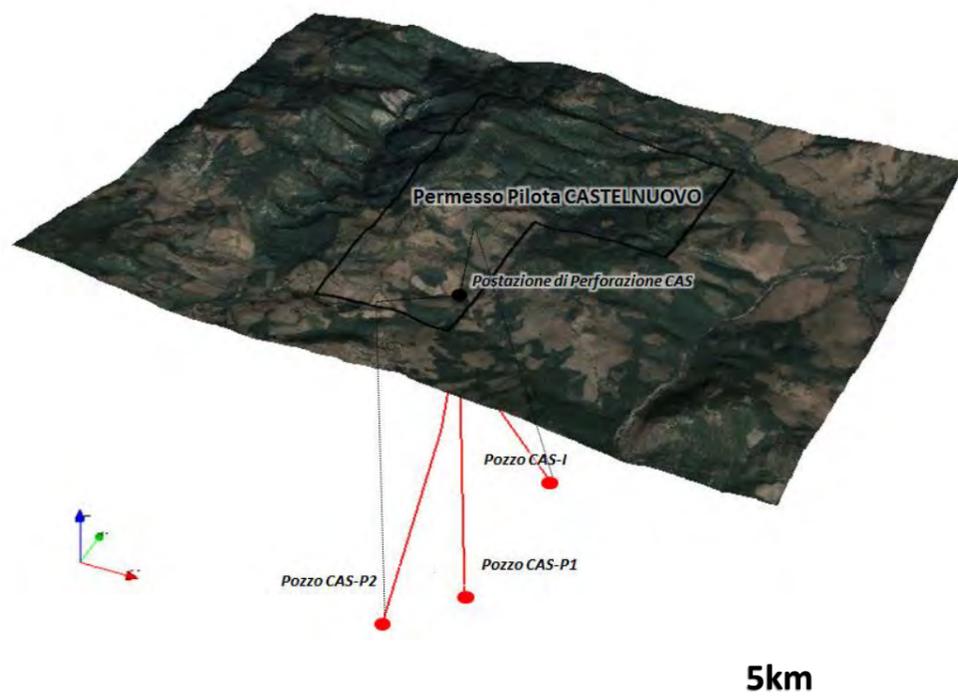


Figura 57: Vista in 3D dei profili dei pozzi di produzione e di re-iniezione (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

Nella seguente Figura 58 si riporta la sequenza stratigrafica del Permesso "Castelnuovo" (cfr.) integrata con le unità geotermiche individuate con la caratterizzazione geotermica del settore di interesse.

Simbolo	Complesso geologico	Unità tettonica	Unità geotermica
	Sedimenti Pliocenici	Unità neoautoctone	Formazioni di Copertura
	Sedimenti Miocenici		
	Complesso Ofiolitifero: Argille a Palombini	Unità alloctone	
	Complesso Ofiolitifero: Ofioliti		
	Flysch di Monteverdi Marittimo		
	Anidriti di Burano	Unità autoctone	Potenziale serbatoio
	Verrucano e Complesso a Scaglie		
	Basamento Metamorfico		

Figura 58: Sequenza stratigrafica e unità geotermiche del Permesso "Castelnuovo" (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

I potenziali serbatoi geotermici sono pertanto i seguenti (dall'alto verso il basso):

- il primo serbatoio, localizzato nelle rocce evaporitiche mesozoiche della Formazione delle Anidriti di Burano, a profondità comprese all'incirca tra 1200 m e 1600 m;
- il secondo serbatoio, localizzato nelle rocce del basamento metamorfico, a profondità comprese tra 2500 m e 4000 m circa.

I fluidi geotermici sono costituiti prevalentemente da vapore con pressione di strato dell'ordine di 50-60 bar.

Nella seguente Figura 59 è rappresentato il modello concettuale del sistema geotermico del Permesso "Castelnuovo" con la posizione dei pozzi di produzione e di re-iniezione. La Figura 60 riporta la sezione del modello geotermico lungo la traccia dei pozzi.

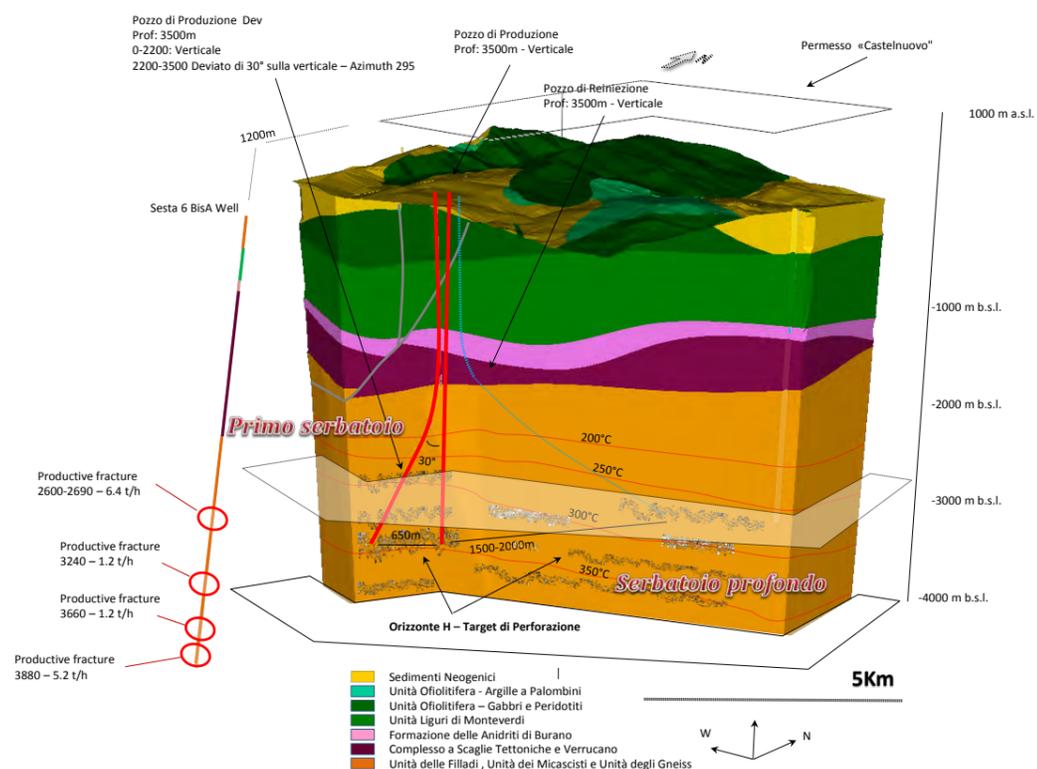


Figura 59: Modello concettuale geotermico del Permesso "Castelnuovo" con ubicazione dei pozzi di produzione e di re-iniezione (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

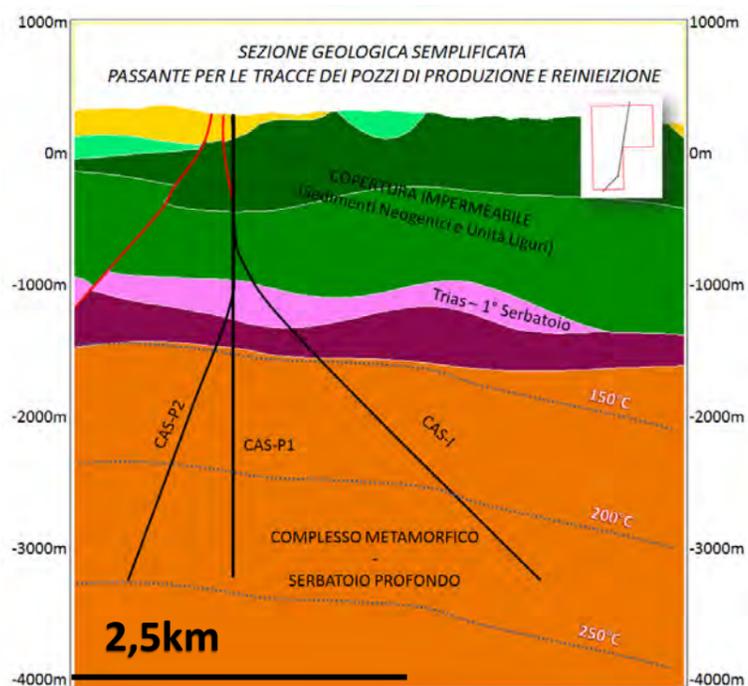


Figura 60: Sezione del modello geotermico lungo la traccia dei pozzi di produzione e di re-iniezione (da "Relazione Geologica-Mineraria" di supporto al progetto, a cura di Magma Energy)

4.5.1.2 Inquadramento sismico

Sismicità dell'area in studio

Per la caratterizzazione della sismicità dell'area in studio si è fatto principalmente riferimento ai dati disponibili dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

In particolare, sono state consultate le seguenti banche dati:

- Database Macrosismico Italiano, versione 2011 (DBMI11) – INGV - a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (dati dal 1900 al 2006);
- Database parametrico e strumentale della sismicità italiana - ISIDE (*Italian Seismic Instrumental and parametric Data-basE*) – INGV (dati dal 1985 ad oggi);
- Catalogo delle faglie capaci - ITHACA (*ITaly HAZard from CApable faults*) - Servizio Geologico d'Italia – ISPRA;
- Catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane DISS (*Database of Individual Seimogenic Sources*) – INGV;
- Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'OPCM 3274 del 20 marzo 2003 - Rapporto conclusivo – INGV, 2004;
- Visualizzatore del Portale del Servizio Geologico d'Italia.



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

Storia sismica di Castelnuovo di Val di Cecina [43.208, 10.906]



Numero di eventi: 9

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
NF	1887 11 14 05:48	Fiorentino	101	6 4.54 ±0.13
3	1895 05 18 19:55	Fiorentino	401	8 5.43 ±0.08
NF	1906 04 21 06:35	VAL D'ELSA	50	5-6 4.50 ±0.39
4	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8 5.37 ±0.10
NF	1911 09 13 22:29	Chianti	115	7 5.19 ±0.14
2	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09
NF	1984 05 11 10:41	Appennino abruzzese	342	5.50 ±0.09
NF	1987 01 22 05:10	LIVORNO	157	5-6 4.40 ±0.16
4-5	1998 05 20 11:07	Colline metallifere	31	4-5 4.20 ±0.17

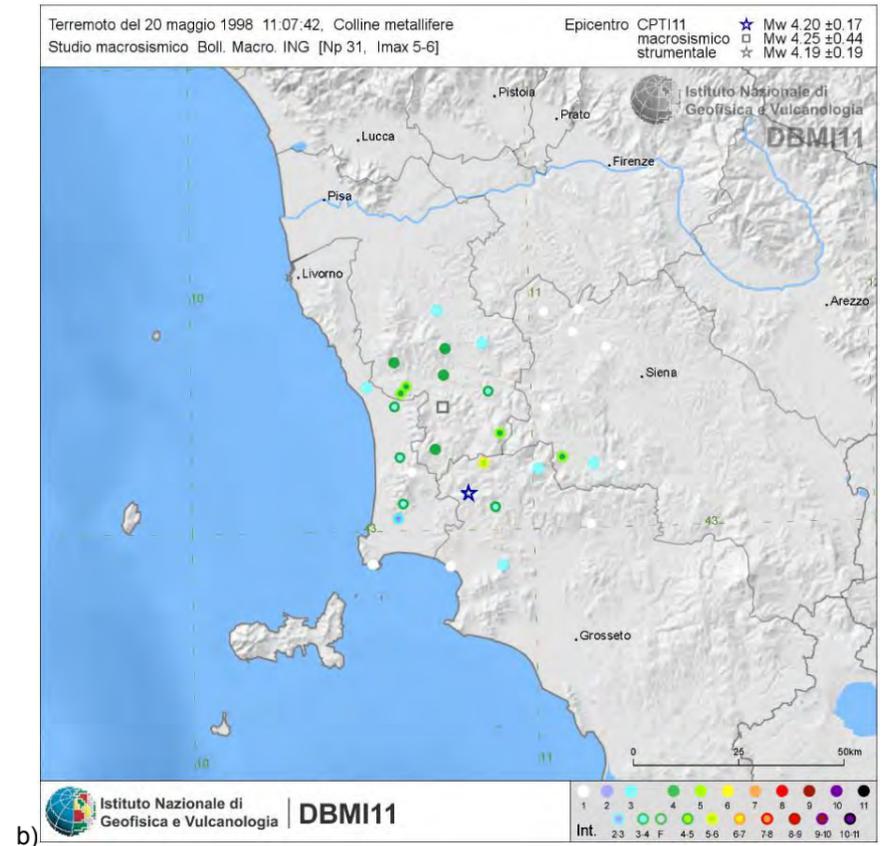
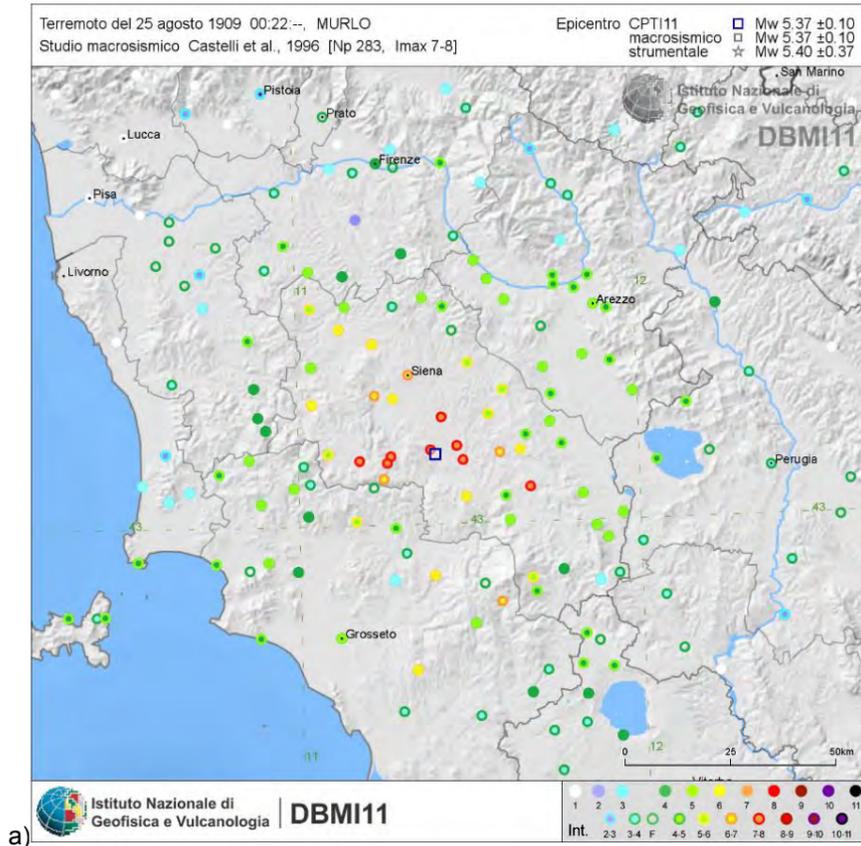
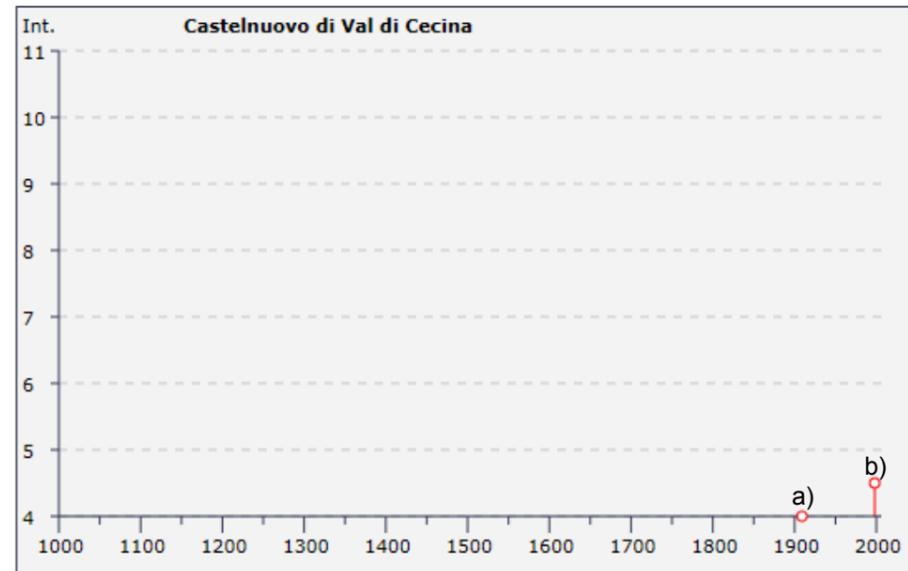


Figura 61: Database macrosismico italiano (estratto relativo a Castelnuovo di Val di Cecina)

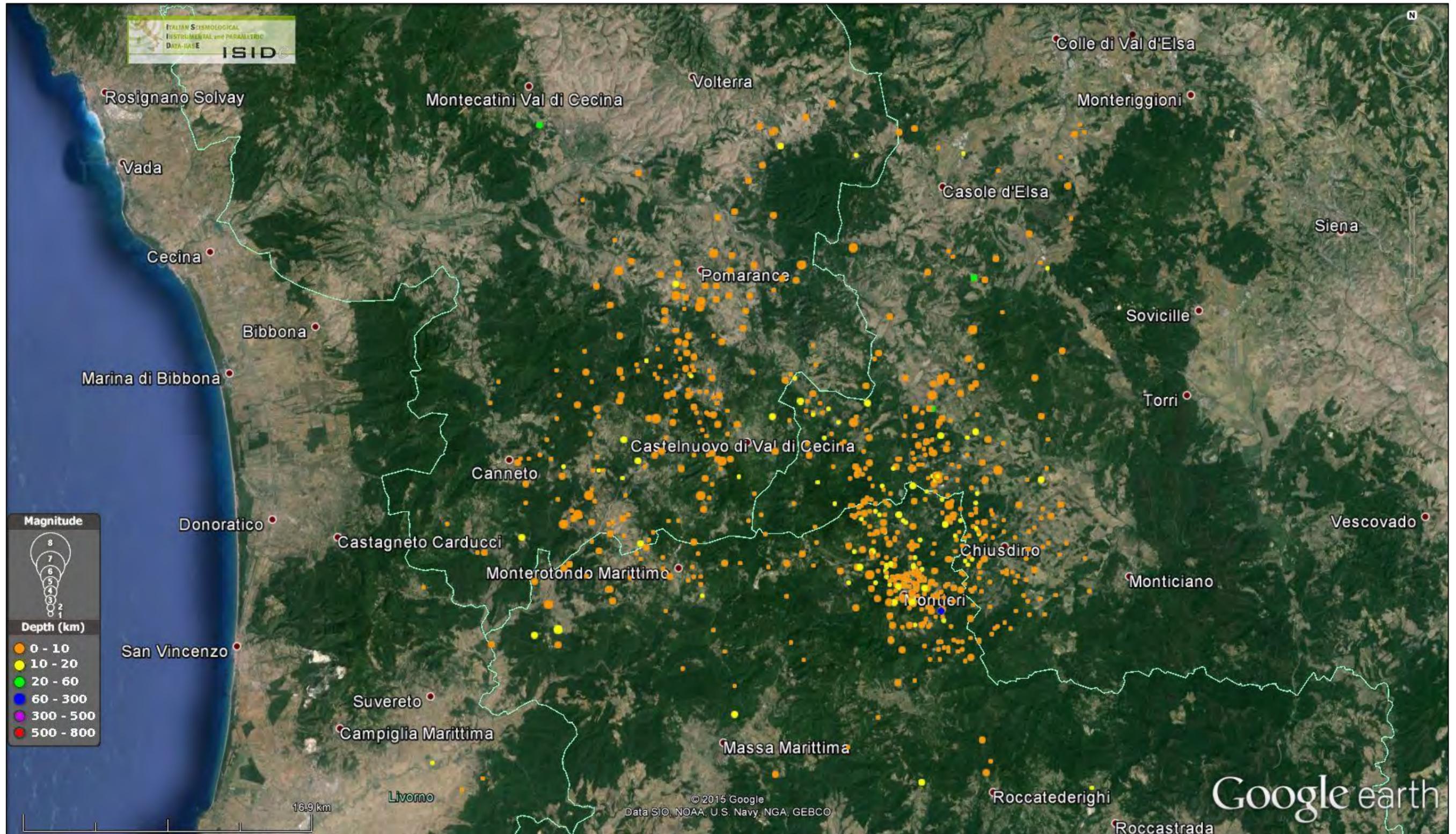


Figura 62: Database parametrico e strumentale della sismicità italiana (estratto relativo a un areale di 20 km da Castelnuovo)

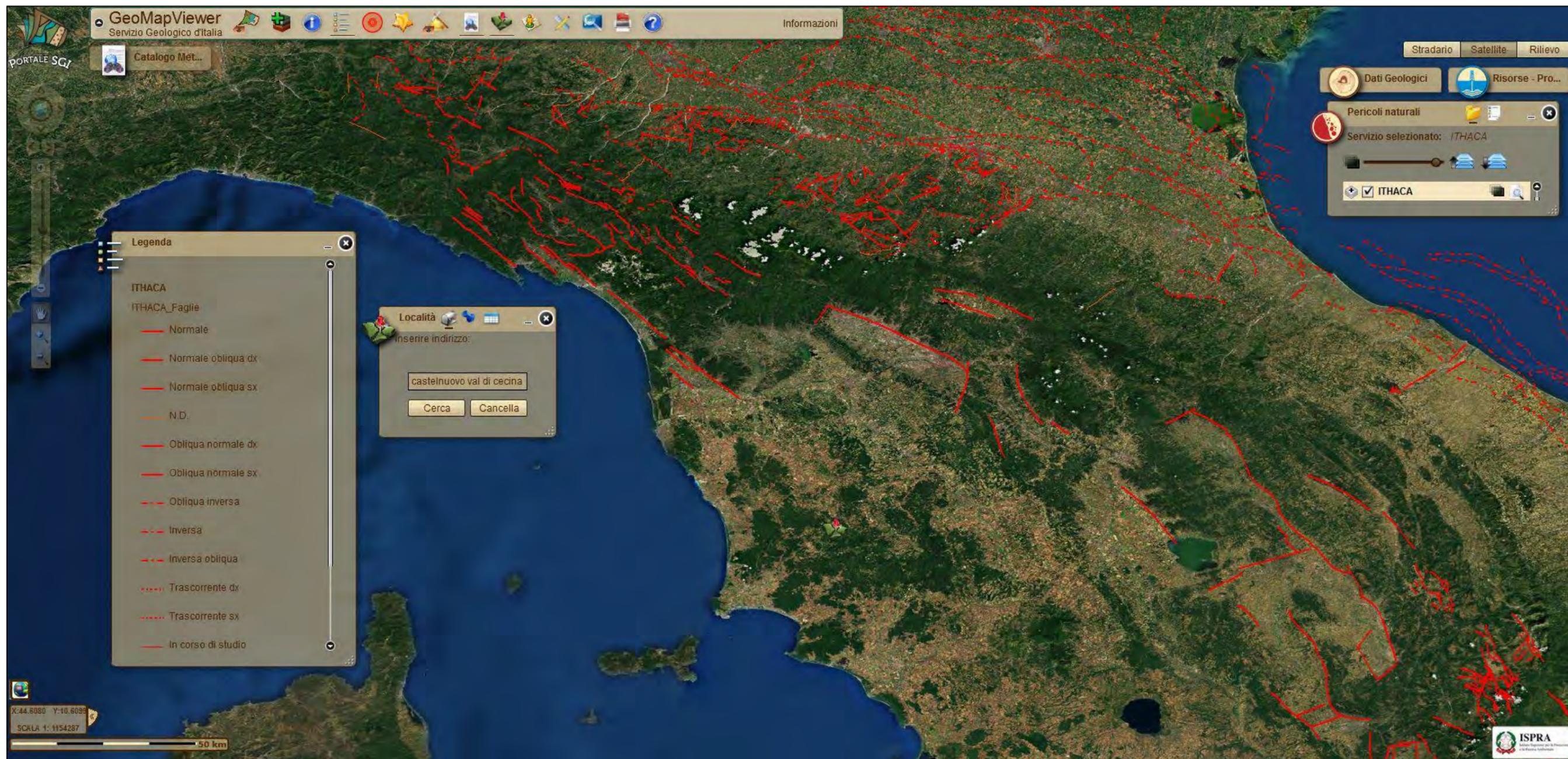


Figura 63: Catalogo delle faglie capaci (estratto relativo all'ambito regionale in studio)

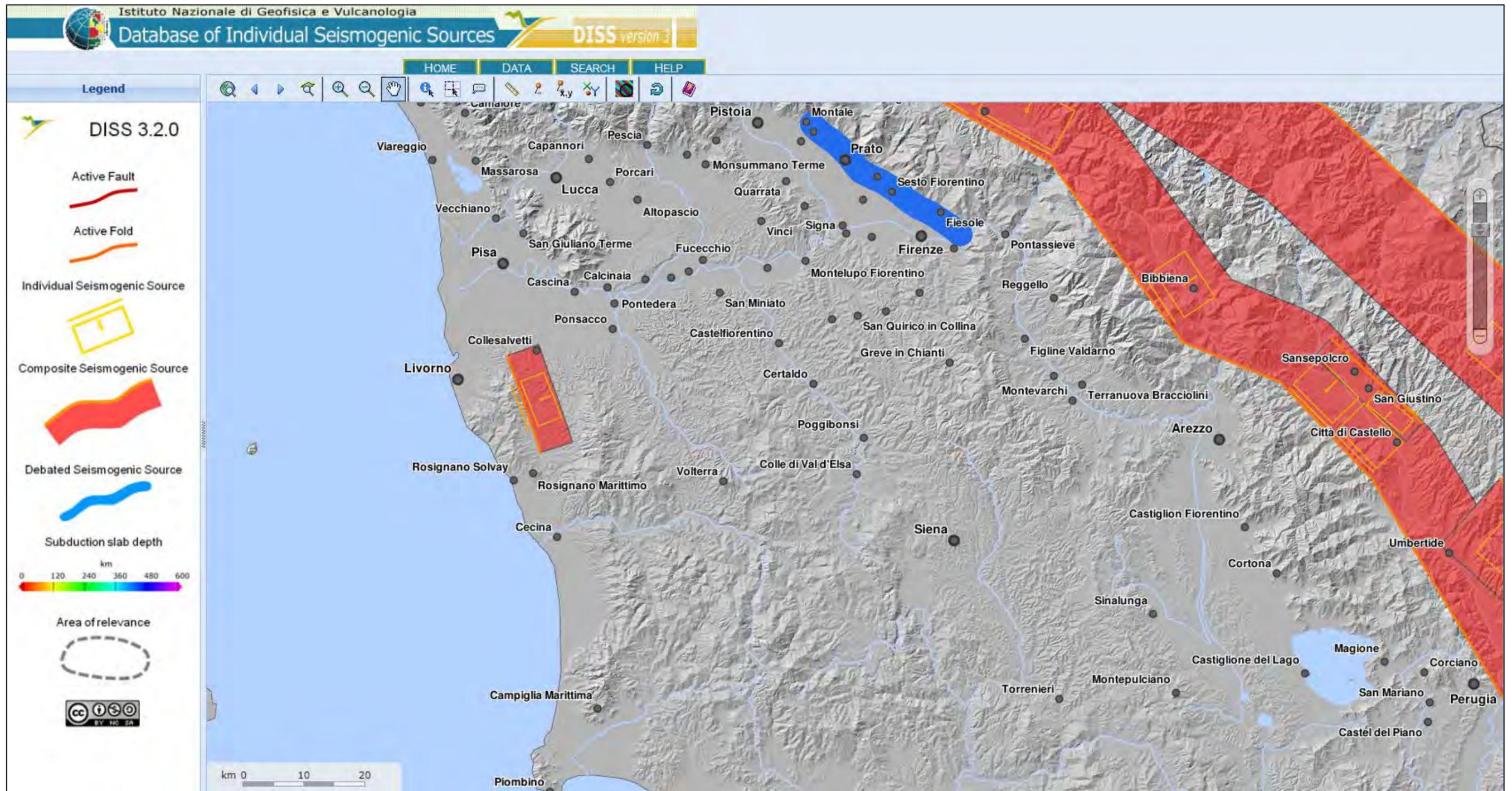


Figura 64: Catalogo delle sorgenti sismogenetiche (estratto relativo all'area in esame)

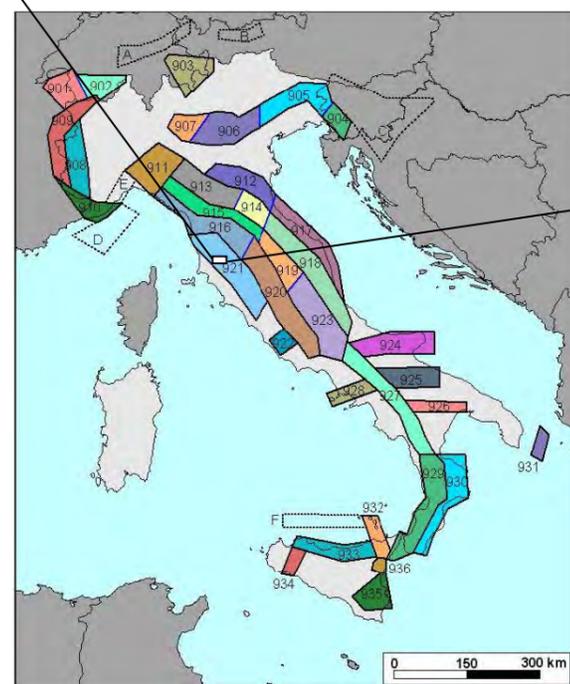
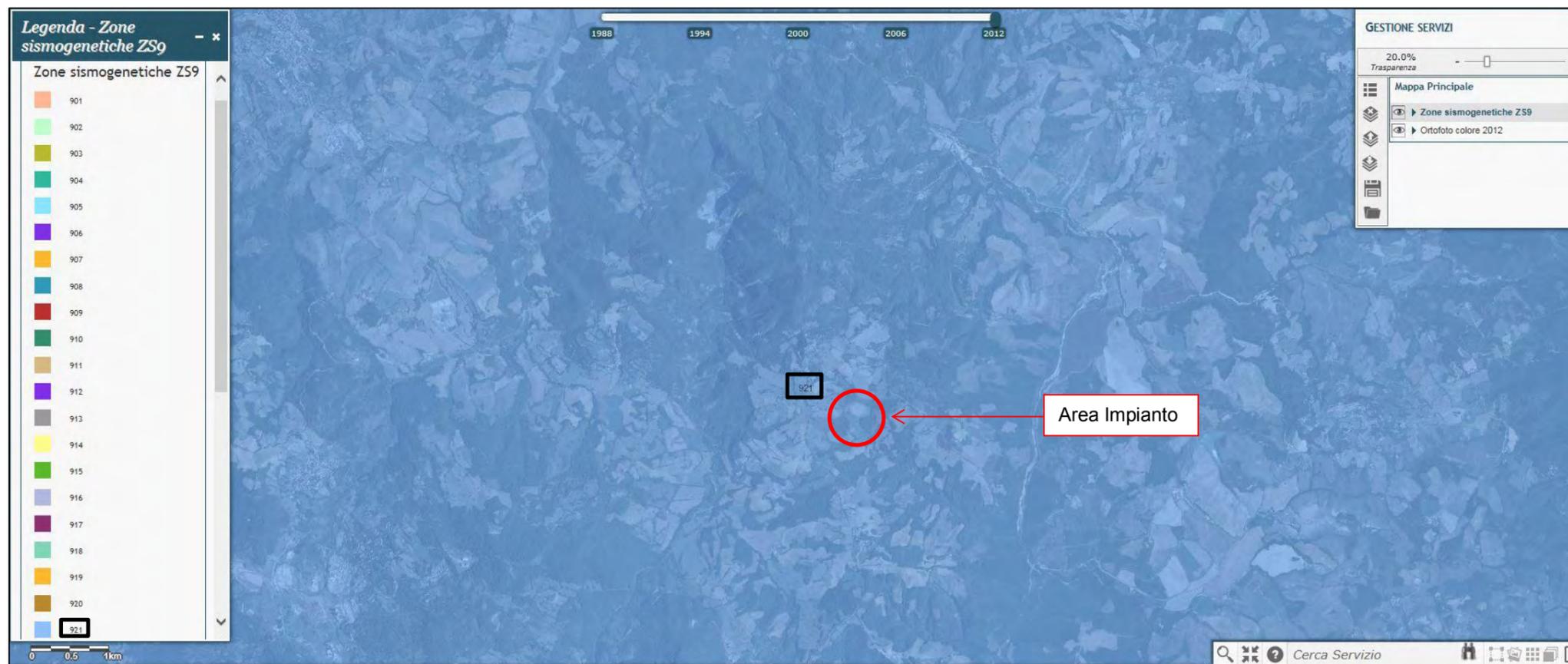


Figura 65: Zonazione sismogenetica ZS9 (estratti da: Rapporto conclusivo della redazione della mappa di pericolosità sismica dell'INGV e GeoMapViewer del Servizio Geologico d'Italia)

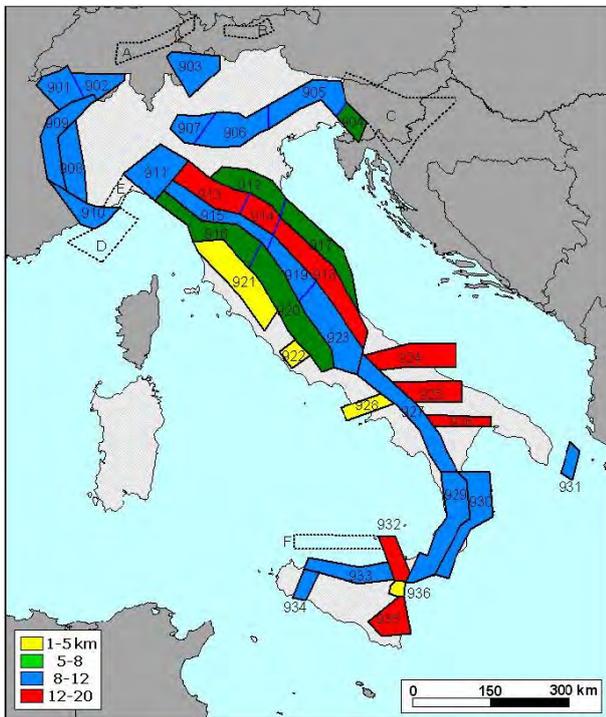


Figura 66: Zonazione sismogenetica ZS9 – Classi di profondità efficace (estratto dal Rapporto conclusivo della redazione della mappa di pericolosità sismica)

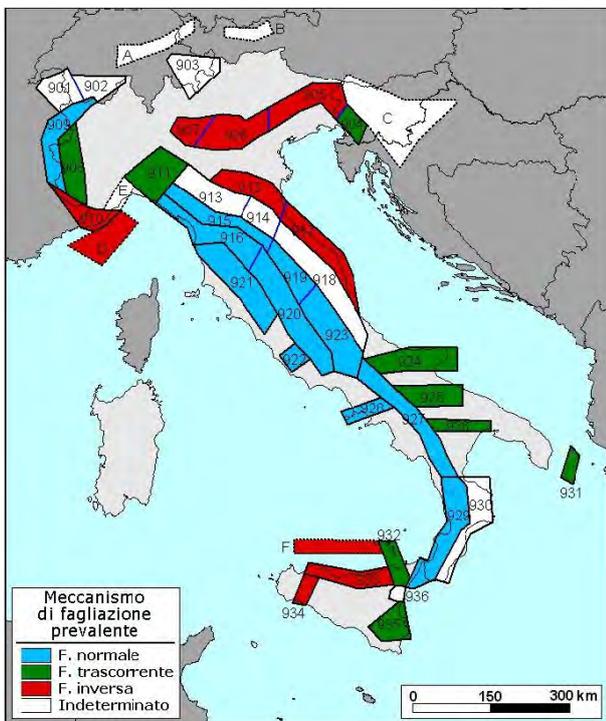


Figura 67: Zonazione sismogenetica ZS9 – Meccanismo di fagliazione prevalente atteso (estratto dal Rapporto conclusivo della redazione della mappa di pericolosità sismica)



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

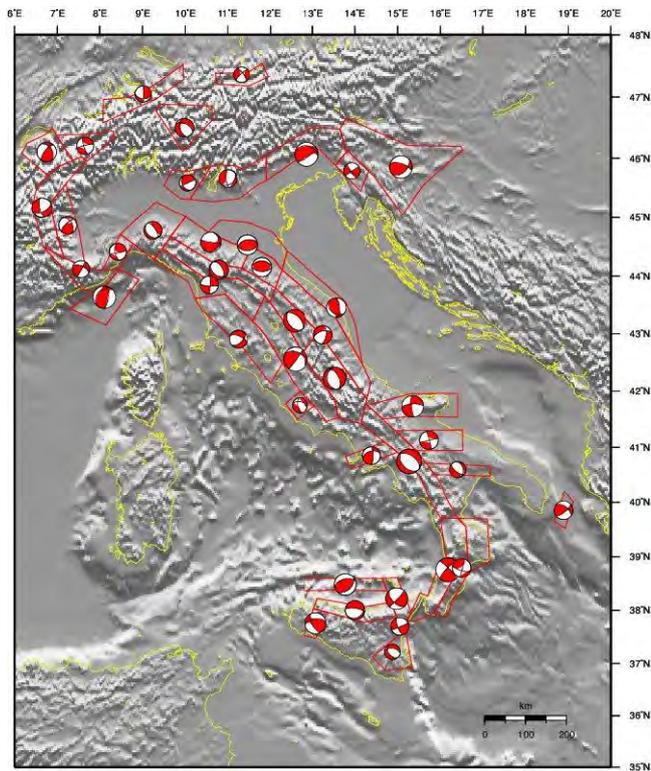


Figura 68: Zonazione sismogenetica ZS9 – Meccanismi focali medi (estratto dal Rapporto conclusivo della redazione della mappa di pericolosità sismica)

Tabella 45: Valori di magnitudo di momento massima

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04 2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Savoia	901		5.79	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+2(a)	6.14
Vallese	902		6.10	6.14	6.14		6.14		6.14
Grignoni-Valtellina	903		5.79	5.68	5.22	+3(b)	5.91	+4(a)	6.14
Trieste -Monte Nevoso	904		5.71	5.68	5.68		5.68	+2(a)	6.14
Friuli -Veneto Orientale	905	6.4	6.66	6.60	6.60		6.60		6.60
Garda-Veronese	906	6.2	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Bergamasco	907	5.9	5.67	5.68	5.68	G	5.91	+2(g)	6.14
Piemonte	908		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(a)	6.14
Alpi Occidentali	909		5.54	5.45	5.45	+1(a)	5.68	+3(a)	6.14
Nizza-Sanremo	910	6.3	6.29	6.37	6.37		6.37		6.37
Tortona-Bobbio	911		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(a)	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.2	5.88	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(a)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(a)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(a)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(a)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Irpinia -Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

a = aumento di 1 classe per convenzione (i) (arrotondamento alla classe superiore);
b = aumento per convenzione (ii) (adozione dell'evento massimo osservato anche se al di fuori del periodo di completezza);
c = aumento per motivazioni particolari;
d = aumento fino alla classe 6.14 per ragioni di maggiore cautela
G = aumento per adeguamento al dato geologico di DISS2.



Sulla base delle banche dati consultate, in sintesi, risulta quanto segue:

- la storia sismica di Castelnuovo di Val di Cecina è caratterizzata da 9 eventi, di cui 2 con intensità uguali o superiori al 4 grado della scala MCS (Figura 61);
- gli eventi registrati dalla rete strumentale dell'INGV (considerando un areale di 20 km da Castelnuovo di Val di Cecina) ammontano a 716, con magnitudo comprese tra 0.4 ML e 3.8 Md³² (Figura 62);
- l'area in esame non interessa faglie capaci (Figura 63) e singole sorgenti sismogenetiche (Figura 64);
- l'area in esame è compresa nella zona sismogenetica 921, denominata "Etruria" (Figura 65);
- gli eventi attesi per la suddetta zona sismogenetica hanno una profondità efficace³³ compresa tra 1-5 km (Figura 66);
- il meccanismo prevalente di fagliazione per la zona sismogenetica 921 è di tipo normale (Figura 67), con meccanismi focali prevalentemente distensivi (Figura 68);
- la magnitudo di momento massima ($M_{w,max}$) associata alla zona sismogenetica 921 risulta pari a 6.14 (Tabella 45).

Classificazione sismica

Per l'inquadramento dell'area in esame nella normativa sismica vigente si è fatto riferimento alla classificazione sismica del territorio nazionale ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n. 3274 del 20 marzo 2003 - *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*.

La suddetta normativa individua le seguenti zone sismiche (da un punto di vista amministrativo):

- Zona 1, zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti eventi sismici;
- Zona 2, nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti;
- Zona 3, i comuni compresi in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti;
- Zona 4, zona meno pericolosa, nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

L'OPCM 3274/2003 è stata successivamente aggiornata con l'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 - *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*.

Lo studio di pericolosità allegato all'OPCM 3519/2006 ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (Tabella 46).

³² Quando non è disponibile una magnitudo locale, perché l'evento non è stato registrato da stazioni a larga banda a tre componenti, è calcolata la magnitudo di stazione da durata Md secondo la relazione (Di Sanza, Console):

$$Md = 2 * \log_{10}(dur + ed * 0.082) - 0.87$$

valida per distanze epicentro-stazione inferiori a 600 chilometri, dove "dur" è la durata del segnale sismico alla stazione e "ed" è la distanza epicentro-stazione.

³³ La profondità efficace è stata identificata con la profondità corrispondente alla moda principale della distribuzione di frequenza degli eventi sismici, tale profondità equivale a quella alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità della zona sismogenetica.



Tabella 46: Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0,25$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$
4	$a_g \leq 0,05$

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità.

L'aggiornamento e l'adeguamento a livello regionale dell'elenco delle zone sismiche di cui all'OPCM 3519/2006 è stato ottemperato dalla Regione Toscana mediante l'emanazione della Deliberazione della Giunta Regionale (DGR) n. 421 del 26 maggio 2014.

Il territorio comunale di Castelnuovo di Val di Cecina, secondo l'OPCM 3519/2006 e la DGR n. 421 del 26 maggio 2014, rientra in zona sismica 3 (Tabella 47 e Figura 69).

Tabella 47: Classificazione sismica del comune di Castelnuovo di Val di Cecina

Regione	Provincia	Cod_Istat	Denominazione	Classificazione 2015
Toscana	Pisa	50011	Castelnuovo di Val di Cecina	3

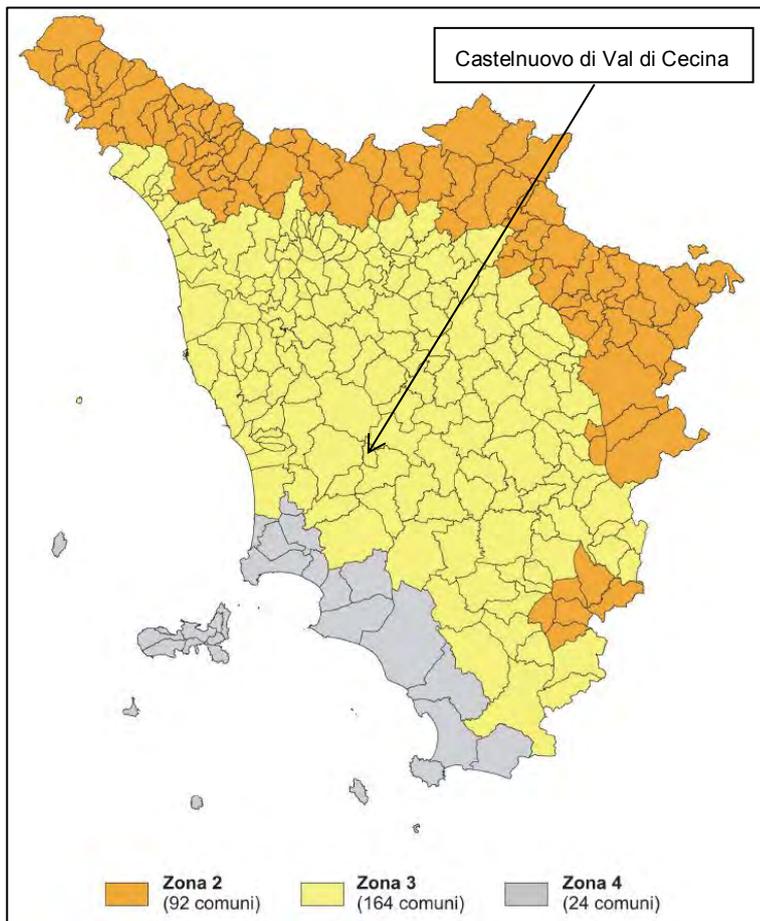


Figura 69: Mappa della classificazione sismica della Toscana

Rete sismica

Nella presente sezione del SIA viene fornita una panoramica delle stazioni sismiche presenti nell'intorno dell'area in esame.

A tal fine è stato consultato il già citato Database parametrico e strumentale della sismicità italiana (ISIDe).

ISIDe pubblica infatti i parametri ipocentrali forniti in tempo quasi-reale dal servizio di sorveglianza sismica, effettuato presso la sede di Roma dell'INGV, insieme con le localizzazioni del Bollettino Sismico Italiano, che sono il risultato della revisione giornaliera dei dati effettuata dagli analisti del Centro Nazionale Terremoti (CNT). I segnali sismici e le fasi analizzate provengono per la massima parte dalla Rete Sismica Nazionale (RSN), la quale conta oltre 300 punti di osservazione. La gran parte di queste stazioni è stata installata e viene gestita dal CNT, ma un numero considerevole di sismometri che contribuiscono alle localizzazioni è stato installato e viene mantenuto da altri dipartimenti dell'INGV o da altre istituzioni italiane o europee.

Nel seguito si riportano l'ubicazione (Figura 70) e le caratteristiche (Tabella 48) delle stazioni sismiche presenti in un areale di 60 km da Castelnuovo di Val di Cecina.

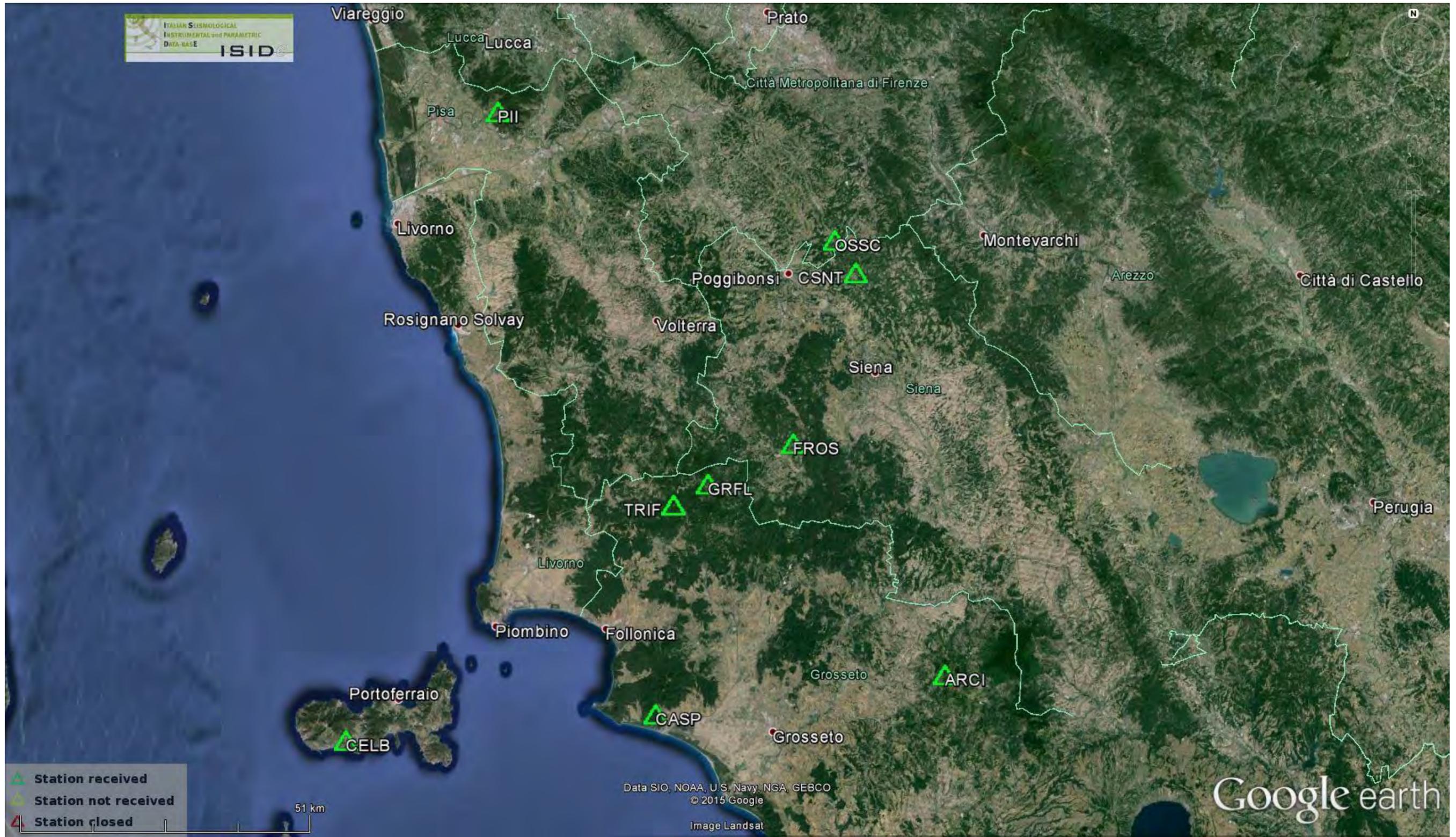


Figura 70: Ubicazione delle stazioni della rete di sorveglianza sismica nazionale presenti nell'area in esame



Tabella 48: Stazioni della rete di sorveglianza sismica nazionale

Codice identificativo	Nome	Latitudine	Longitudine	Altitudine	Rete di appartenenza	Data attivazione
ARCI	Arcidosso	42.8519	11.4754	1080	RSN	04/05/2005
CASP	Castiglione della Pescaia	42.7908	10.8652	390	RSN	30/05/2007
CELB	S.Piero in Campo Elba	42.746577	10.210652	742	RSN	08/06/2011
CSNT	Castellina in Chianti	43.47311	11.29017	636	RSN	01/03/2003
FROS	Frosini	43.20972	11.15622	432	RSN	01/06/2010
GRFL (*)	Gerfalco	43.14717	10.97545	750	RSN	01/03/2003
OSSC	Ossc	43.52358	11.24579	452	RSN	14/07/2011
PII	Pisa	43.72193	10.52495	66	RSN	01/03/2003
TRIF	Trifonti	43.11478	10.90265	596	RSN	17/05/2010

(*) stazione non più attiva

4.5.1.3 *Uso e qualità del suolo*

Per la caratterizzazione del suolo dell'area in esame, è stata consultata la cartografia tematica della Regione Toscana e la documentazione ad essa associata.

In particolare, si è fatto riferimento alla carta dell'uso e della copertura del suolo e alla carta della capacità d'uso del suolo.

L'area di Progetto ricade in una zona per la quale sono indicate le seguenti tipologie di uso e copertura del suolo (Figura 71):

- seminativi;
- boschi di latifoglie (per un breve tratto della pista di accesso al cantiere).



Figura 71: Carta dell'uso e della copertura del suolo



Per quanto riguarda la definizione della classe di capacità d'uso del suolo, la carta di capacità d'uso elaborata dalla Regione Toscana è stata realizzata secondo la metodologia della "Land Capability Classification" (LCC) predisposta nel 1961 dal *Soil Conservation Service* del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA), mentre la Classificazione della Fertilità ha seguito la metodologia proposta da Sanchez (1982) ed è stata in parte inserita nella carta di Capacità d'uso; essa tiene in maggior considerazione gli elementi della fertilità agronomica dei suoli (tessitura, pH, calcare, CSC, sodio, salinità) classificando le limitazioni che essi inducono sulla gestione del suolo.

Il metodo non considera la potenzialità dei suoli rispetto ad usi particolari o a specifiche colture, ma assegna ad ogni tipo pedologico una capacità d'uso generica che tiene conto di tutti i suoi parametri permanenti e non modificabili da interventi antropici.

La cartografia definisce otto "Classi di capacità d'uso"; solo le prime quattro, pur presentando limitazioni crescenti, vengono indicate come adatte all'uso agricolo; le classi dalla quinta alla settima non sono adatte a tale attività, ma sono destinate al pascolo e alla forestazione; la classe ottava comprende suoli da destinarsi esclusivamente a fini ricreativi, estetici, naturalistici.

Le classi di capacità d'uso sono designate con numeri romani da I a VIII in base al numero e alla severità delle limitazioni e sono definite come segue.

■ Suoli arabili:

- Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente.
- Classe II: suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi.
- Classe III: suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali.
- Classe IV: suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta.

■ Suoli non arabili:

- Classe V: suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali).
- Classe VI: suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi.
- Classe VII: suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo.
- Classe VIII: suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire la vegetazione.

Poiché le classi di capacità d'uso individuano ambiti territoriali che possono presentare limitazioni non necessariamente dello stesso tipo, possono rientrare nella stessa classe suoli anche molto diversi tra loro.



Figura 72: Carta della capacità d'uso del suolo



Dall'esame della Figura 72 emerge che l'area di Progetto ricade in una zona per la quale sono indicate le seguenti classi di capacità d'uso:

- classe III;
- classe IV.

4.5.1.4 *Stabilità dei versanti*

Per quanto concerne l'analisi dello stato della stabilità dei versanti nell'intorno dell'area di progetto si rimanda alla relazione geologica redatta a corredo del Progetto definitivo (cfr. Elaborato R.CV.203.MAGMA.15.202 – Relazione di fattibilità geologica). In questa sede si evidenzia quanto riportato nelle conclusioni della citata documentazione, secondo cui non si evidenzia "la presenza di fenomeni gravitativi macroscopici attivi", rimandando a tale relazione per i dettagli di merito

In conclusione, sulla base della caratterizzazione sopra descritta, ai fini della valutazione dell'impatto, alla componente suolo e sottosuolo è stata attribuita una sensibilità bassa.

4.5.2 *Valutazione degli impatti*

4.5.2.1 *Fattori di impatto*

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente suolo e sottosuolo per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati.

- **Fase di costruzione**
 - occupazione di suolo
 - asportazione di suolo/sottosuolo
 - immissione di inquinanti nel suolo/sottosuolo
 - variazione morfologica di versante
- **Fase di esercizio**
 - impermeabilizzazione di suolo
 - prelievo di fluido geotermico
 - immissione di fluido geotermico

4.5.2.2 *Valutazione e matrici di impatto*

In **fase di costruzione** si registrerà un impatto derivante dall'asportazione di suolo/sottosuolo a causa delle operazioni di scavo e/o sbancamento per la predisposizione delle aree di lavoro e degli scavi necessari principalmente alla realizzazione delle fondazioni della centrale geotermoelettrica e per la costruzione delle vasche di accumulo idrico e della viabilità di cantiere. Il volume complessivo di terreno asportato ammonta a 49.100 m³.

I terreni di scavo saranno sottoposti alle analisi di classificazione previste dalla normativa vigente e, se risulteranno conformi, saranno riutilizzati in sito per le operazioni di rinterro e riprofilatura; in caso contrario, gli stessi saranno gestiti in accordo alla normativa vigente e saranno inviati presso idonei siti di recupero/smaltimento autorizzati, tenendo conto della capacità di trattamento degli impianti presenti sul territorio provinciale. In attesa delle analisi per la verifica dell'idoneità del terreno al suo riutilizzo in loco, lo stesso sarà stoccato nell'apposita area dedicata prevista in progetto.

I lavori di movimento terra prevedono riporti pari a 42.100 m³, per cui si produrrà comunque un eccesso di 4000 m³ di terreno, il quale, opportunamente accantonato e protetto, potrà essere riutilizzato *in situ* a



chiusura della fase di costruzione per opere di rinverdimento (il terreno di scotico potrà essere miscelato con terreno di buona qualità per garantire l'attecchimento delle essenze vegetali).

Gli impatti relativi all'asportazione di sottosuolo sono inoltre legati alla realizzazione dei pozzi geotermici: i detriti di perforazione, stimati in circa 300 m³ per singolo pozzo, saranno gestiti e smaltiti secondo la normativa vigente (per quanto riguarda gli aspetti legati alla potenziale presenza di elementi radiogenici nei residui di perforazione si rimanda alla specifica sezione del presente SIA).

Un ulteriore impatto è atteso per l'occupazione di suolo nelle aree destinate allo stoccaggio temporaneo dei materiali da costruzione e delle terre di scavo (in attesa dei risultati delle analisi per stabilire il loro possibile riutilizzo) e nelle aree dove è prevista la realizzazione dei riporti necessari alla costruzione delle opere civili di impianto. La superficie complessiva delle aree occupate ammonta a circa 2.200 m² per l'area stoccaggio terre e a circa 3500m² per l'area stoccaggio materiali e mezzi.

Si sottolinea che si andrà a operare prevalentemente su suoli caratterizzati da un uso agricolo (seminativi) la cui capacità d'uso è di Classe III e IV, corrispondente a suoli che presentano rispettivamente limitazioni severe e molto severe alla pratica culturale.

Per quanto riguarda le operazioni di scavo e riporto, queste determineranno una variazione morfologica dei versanti oggetto di intervento, ritenuta nel complesso di media entità considerati i volumi di terreno coinvolti.

Per quanto riguarda gli aspetti più prettamente progettuali legati alla stabilità dei terreni e dell'insieme opera-terreno, questi saranno valutati in fase di progettazione esecutiva; per le valutazioni di merito dei suddetti aspetti si rimanda pertanto agli specifici elaborati geotecnici e strutturali redatti nell'ambito delle successive fasi di progetto.

Un potenziale impatto è infine ascrivibile all'eventuale occorrenza di eventi incidentali, con perdite di contaminanti dai mezzi d'opera durante le fasi di scavo e movimento terra. In tali casi, potranno verificarsi situazioni di contaminazione del suolo e del sottosuolo: tuttavia tale rischio risulta trascurabile in quanto la gestione delle attività di cantiere sarà svolta secondo opportune procedure in grado di minimizzare la possibilità di accadimento e/o di intervenire tempestivamente con la rimozione delle porzioni di terreno oggetto di eventuale contaminazione accidentale. In particolare, al fine di limitare i rischi di inquinamento del sottosuolo, in corrispondenza delle aree di cantiere saranno adottati opportuni accorgimenti, quali, ad esempio, l'esecuzione dei rifornimenti di carburante e lubrificanti ai mezzi meccanici su pavimentazione impermeabile ed il controllo giornaliero dei circuiti oleodinamici dei mezzi operativi.

La Tabella 49 riassume i giudizi di impatto del Progetto sulla componente suolo e sottosuolo in fase di costruzione.



Tabella 49: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Suolo e Sottosuolo - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SUOLO E SOTTOSUOLO FASE DI COSTRUZIONE		occupazione di suolo	asportazione di suolo / sottosuolo	immissione di inquinanti nel suolo / sottosuolo	variazione morfologica di versante
Durata nel tempo (D)	breve				
	medio-breve				
	media				
	medio-lunga				
	lunga				
Distribuzione temporale (Di)	concentrata				
	discontinua				
	continua				
Area di influenza (A)	circoscritta				
	estesa				
	globale				
Rilevanza (Ri)	trascurabile				
	bassa				
	media				
	alta				
Reversibilità (R)	a breve termine				
	a medio- lungo termine				
	irreversibile				
Probabilità accadimento (P)	bassa				
	media				
	alta				
	certa				
Mitigazione (M)	alta				
	media				
	bassa				
	nulla				
Sensibilità componente (S)	trascurabile				
	bassa				
	media				
	alta				
Impatti		Trascurabile	Basso	Trascurabile	Basso

Durante la **fase di esercizio** si attende un impatto legato all'impermeabilizzazione del suolo oggetto di occupazione definitiva della centrale e delle opere connesse.



In particolare, il Progetto comporterà l'occupazione definitiva delle seguenti superfici:

- piazzola di perforazione: 8.500 m²;
- piazzola della centrale elettrica geotermica: 5.500 m²;
- area di stoccaggio a servizio degli impianti: 3.500 m²;
- vasca di accumulo dell'acqua da 3.000 m³: 1.000 m²;
- vasca di accumulo dell'acqua da 12.000 m³: 2.500 m²;
- viabilità di accesso: 14.000 m²;
- cabina elettrica di consegna: 30 m².

Per quanto riguarda gli aspetti connessi all'estrazione e alla reiniezione del fluido geotermico durante l'attività di coltivazione del campo geotermico, i potenziali impatti sono legati agli eventuali fenomeni di sismicità e di subsidenza indotte, di seguito esaminati (le informazioni riportate fanno riferimento alle relazioni specialistiche redatte a cura di MAGMA Energy "Studio e monitoraggio della sismicità" e "Rapporto sul monitoraggio delle deformazioni del suolo", alle quali si rimanda per gli approfondimenti di merito).

I sistemi geotermici sono generalmente localizzati in aree tettonicamente attive e caratterizzati dalla presenza di moderata sismicità che si manifesta con microterremoti di medio-bassa magnitudo (< 2) per la preesistenza di sistemi di fratture. Durante le fasi di coltivazione di un campo geotermico, le operazioni di estrazione e reiniezione di fluidi geotermici possono, in alcuni casi, modificare lo stato tensionale delle strutture geologiche e provocare microterremoti.

Le modalità con le quali si manifesta la sismicità sono diverse in funzione del tipo di campo geotermico:

- nei sistemi idrotermali, la sismicità è correlata alla circolazione dei fluidi nei sistemi di fratture permeabili già presenti all'interno delle rocce serbatoio;
- nei sistemi EGS (*Engineered Geothermal System*), la sismicità si manifesta per effetto della creazione di fratturazione idraulica nelle rocce serbatoio indotta dall'iniezione di fluidi ad elevata pressione.

Le aree geotermiche di Larderello-Travale e del Monte Amiata sono sistemi idrotermali e sono stati oggetto di monitoraggio microsismico a partire dalla fine degli anni '70³⁴. Tali aree sono collocate in una fascia caratterizzata da un'evoluzione tettonica e geodinamica complessa. Si tratta di un'area sottoposta a stress tensionali che si manifestano con il rilascio di energia lungo zone di debolezza strutturale con eventi sismici molto frequenti, relativamente superficiali (entro i 10 km di profondità) ma di moderata intensità, con magnitudo usualmente inferiori a 2.6, che solo in un caso hanno raggiunto il valore di 3.8 nell'area di Larderello e di 4.1 nell'area del Monte Amiata.

La sismicità rilevata nelle aree geotermiche toscane non sembra mostrare relazioni di causa-effetto con le attività di perforazione in senso stretto, ma in qualche caso è correlabile alle operazioni di reiniezione dei fluidi. In particolare, è stato osservato come la frequenza degli eventi sismici aumenti all'aumentare della quantità di fluido reiniettato nel sottosuolo, mentre la magnitudo degli eventi tenda a diminuire, lasciando ipotizzare che il costante ma moderato rilascio di energia attraverso microterremoti impedisca l'accumulo di grandi tensioni e riduca il numero di terremoti di magnitudo elevata. Tuttavia, le informazioni su come effettivamente siano state gestite le operazioni di reiniezione non sono pubbliche, ed è quindi impossibile mettere in relazione diretta le portate di reiniezione con eventuali "cluster" di eventi.

Il permesso pilota "Castelnuovo" si trova sul margine Nord dell'area geotermica idrotermale di Larderello-Travale, adiacente alle Concessioni di Coltivazione Geotermiche vigenti e ricade all'interno di una zona

³⁴ Batini F., Console R. and Luongo G. – Seismological study of Larderello-Travale geothermal area – 1985 – Geothermics, Vol. 14, No. 2/3

Batini F., Bufo C., Cameli G.M., Console R., Fiordelisi A. – Seismic monitoring in Italian geothermal areas – 1980 – 2nd DOE-ENEL Workshop, proceedings



sismicamente attiva, come dimostrato dai dati sismologici raccolti sia in epoca storica che negli ultimi decenni con reti di rilevamento della microsismicità.

Al fine di monitorare con maggior livello di dettaglio l'attività sismica naturale all'interno del Permesso e nelle zone limitrofe, verrà installata una idonea rete di rilevamento costituita da sismometri distribuiti su tutta l'area del Permesso Castelnuovo, opportunamente integrata con la rete di sismometri già installati nell'adiacente Permesso di Ricerca Mensano. La rete sismica sarà quindi in grado di rilevare eventuali variazioni della sismicità eventualmente legate alle attività previste per la realizzazione del progetto industriale e, inoltre, consentirà di acquisire i dati necessari a ricostruire un modello tridimensionale della velocità e quindi delle proprietà meccaniche che caratterizzano le strutture geologiche del sistema geotermico.

Allo scopo di comprendere i possibili effetti delle attività di perforazione e di reiniezione nel contesto della sismicità naturale e della pericolosità sismica dell'area di interesse, è stata condotta un'analisi della sismicità che si è sviluppata in due fasi. Nella prima è stata valutata la pericolosità di riferimento (tempo di esposizione di 50 anni) a partire da due approcci di tipo statistico; nella seconda fase si è proceduto a un'analisi della sismicità negli ultimi secoli. Scopo di queste analisi è stato quello di localizzare le possibili sorgenti responsabili della pericolosità sismica locale (analisi di disaggregazione), valutando la possibile presenza di strutture sismogeniche potenzialmente pericolose all'interno o nelle vicinanze dell'area in studio.

Le due procedure di stima della pericolosità hanno confermato concordemente un livello di pericolosità sismica bassa per l'area di interesse, con intensità di riferimento (ossia le massime intensità caratterizzate da una probabilità di eccedenza non superiore al 10% in 50 anni) del VII grado MCS, cui corrispondono valori di accelerazione orizzontale di picco che conservativamente possono essere considerati nell'intervallo 0.13-0.18g.

Il risultato più importante di queste indagini proviene dall'analisi di disaggregazione, che ha evidenziato come la pericolosità sismica sia condizionata da eventi di magnitudo media (5.0-6.0), originati entro 15-20 km dall'area di studio. In particolare, sono stati identificati come rappresentativi di questa pericolosità due eventi storici: il terremoto della Toscana centrale del 7 agosto 1414, con magnitudo stimata pari a 6.0, e quello di Travale dell'11 dicembre 1724, con magnitudo stimata pari a 5.0. Per entrambi questi eventi si ipotizza una localizzazione epicentrale, seppur incerta a causa della scarsità di fonti documentali, prossima al settore meridionale del Permesso Castelnuovo.

Per validare l'ipotesi relativa alla possibile esistenza di una zona sismogenica a Sud dell'area di Castelnuovo e potenzialmente estesa all'interno di questa, è stata analizzata la sismicità strumentale così come riportata da tutte le fonti disponibili per l'area in studio. Questo tipo di indagine presenta notevoli difficoltà soprattutto per la bassa densità di stazioni sismiche della rete nazionale disponibili fino al 2004. Considerato che la sismicità dell'area è caratterizzata da magnitudo che non hanno superato il valore di 3.8, la scarsità di stazioni sismiche pubbliche distribuite nell'area condiziona pesantemente la completezza dei cataloghi disponibili e il livello di qualità delle determinazioni ipocentrali per molta parte della storia sismica dell'area. Pur con queste limitazioni, il quadro della sismicità strumentale sembra confermare le deduzioni effettuate sulla base della sismicità storica. In particolare, risulta confermata la presenza di una zona sismogenicamente attiva a Sud (Zona Travale) e a Sud-Ovest dell'area di Castelnuovo (Zona Larderello), con possibili estensioni al suo interno (nella parte più meridionale). Quest'area copre di fatto le zone di sfruttamento geotermico di Larderello e Travale, oggetto di un lungo monitoraggio da parte di Enel Green Power.

Nelle banche dati analizzate non è possibile identificare l'eventuale contenuto informativo prodotto dalle reti locali dislocate dall'Enel, in quanto il dato non risulta di dominio pubblico e quindi non è possibile valutare quanto la densità di informazioni (e quindi di terremoti localizzati) sia associabile alla naturale attività sismica dell'area, oppure ascrivibile all'effetto combinato della sismicità naturale e della coltivazione geotermica in corso, in particolare per quanto riguarda le operazioni di reiniezione di fluido in serbatoio. Tuttavia, la presenza di terremoti storici in questa stessa zona (almeno i citati eventi del 1414 e del 1724), depone a favore di una zona attiva in questa parte dell'area di studio.



Per quanto riguarda, in dettaglio, gli effetti dell'attività produttiva nei campi geotermici, in generale non si può escludere la possibilità che vi sia una correlazione tra sismicità e reiniezione di fluidi durante le fasi di coltivazione. Tuttavia, in questi casi, la sismicità correlata mostra le seguenti caratteristiche:

- gli eventi sismici generati sono generalmente classificabili come microsismi ($M < 3$);
- all'aumento della frequenza degli eventi sismici è associata una diminuzione della loro magnitudo;
- gli eventi sismici generati dalla reiniezione sulla base dei dati di letteratura possono essere generalmente localizzati in un intorno di alcune centinaia di metri dal punto di reiniezione;
- nell'area di Larderello-Travale gli ipocentri sono localizzati a profondità minori di 10 km;
- la macrosismicità attuale mostra valori di magnitudo del tutto confrontabili con i gradi di intensità risentiti nel passato e nettamente al di sotto dell'intensità massima dei terremoti più forti avvenuti nell'area.

Le operazioni si svolgeranno ai margini di un sistema geotermico idrotermale, ossia in una zona sismicamente attiva, quindi l'occorrenza di terremoti è attesa indipendentemente dall'esecuzione o meno di attività di produzione e reiniezione in serbatoio.

Al fine di garantire un adeguato controllo delle attività di coltivazione previste, è previsto un sistema di monitoraggio continuo della sismicità attraverso l'installazione di stazioni microsismiche nel territorio del Permesso, opportunamente integrato con la rete di sismometri già installati nell'adiacente Permesso di Ricerca Mensano e l'implementazione di una procedura d'allerta che consenta di intervenire per modificare le condizioni operative dell'impianto nel caso si verificassero eventi sismici correlabili alla reiniezione dei fluidi.

I dati raccolti dal sistema di monitoraggio saranno resi pubblici e messi a disposizione per studi di carattere tecnico scientifico che possano anche esulare dagli aspetti geotermici ma che possano contribuire a una migliore conoscenza del territorio anche in termini di:

- analisi di pericolosità ambientale e sismica;
- pianificazione territoriale;
- gestione delle emergenze di Protezione Civile.

La rete sismica installata nel Permesso Castelnuovo sarà integrata con la rete sismica nazionale di INGV, che in quest'area non presenta una densa copertura e i dati rilevati saranno resi fruibili in modo tale che anche le comunità locali possano disporre di informazioni oggettive con le quali documentarsi e valutare l'evoluzione della sismicità ed eventuali correlazioni con le operazioni condotte sugli impianti.

Per subsidenza si intende una deformazione altimetrica negativa, ossia un abbassamento di quota della superficie terrestre. L'abbassamento del suolo può essere legato a cause naturali (quali i processi tettonici), ma anche alcuni aspetti dell'attività antropica possono influenzare in modo considerevole il fenomeno o addirittura determinarne l'insorgere. La subsidenza indotta dalle attività antropiche si esplica generalmente in tempi relativamente brevi (al massimo alcune decine di anni), con effetti che possono avere conseguenze sulle opere umane, nel caso in cui non si intervenga preventivamente con azioni di controllo e gestione. Le cause più diffuse della subsidenza indotta sono essenzialmente legate all'emungimento eccessivo degli acquiferi, all'estrazione di idrocarburi, alle bonifiche idrauliche. Il grado di urbanizzazione e industrializzazione di un'area "sensibile" alla subsidenza può quindi sia influenzare tale fenomeno, sia esserne condizionato.

Nei campi geotermici produttivi il fenomeno della subsidenza, ove presente, è collegato alla diminuzione di pressione nel serbatoio, che causa il consolidamento delle rocce serbatoio comprimibili, ossia quelle in cui la matrice rocciosa non è tale da sostenere la perdita di pressione di poro. Il fenomeno della subsidenza in superficie a seguito dell'emungimento di fluidi geotermici si è manifestato in diverse parti del mondo, in particolare in quei campi geotermici dove il serbatoio produttivo è costituito da rocce particolarmente porose



(vulcaniti, carbonati vacuolari) situate a profondità ridotte (meno di 2000 m), all'interno delle quali le operazioni di reiniezione sono iniziate solo dopo diversi anni dall'inizio della produzione.

Nella zona di Larderello-Travale fenomeni di subsidenza sono documentati in letteratura, soprattutto fino agli anni '70, quando la produzione di fluido geotermico era concentrata nel primo serbatoio (Calcere cavernoso) a profondità di poche centinaia di metri nella zona centrale dell'area geotermica e la reiniezione dei reflui nel serbatoio non era una pratica ancora impiegata.

Dini et al.³⁵ riportano per il periodo 1986-1993 valori di subsidenza pari a 2 cm/anno nel settore centrale del campo di Larderello e valori di 6-8,5 cm/anno nelle zone più esterne, verso Castelnuovo di Val di Cecina e Serrazzano. Il settore interessato da maggiore sfruttamento della risorsa ha mostrato una subsidenza massima di 170 cm in 63 anni e, a seguito delle operazioni di reiniezione iniziate nel 1986, ha mostrato un notevole decremento della subsidenza fino a mostrare locali stabilizzazioni.

Ciulli et al (2010) hanno pubblicato uno studio relativo al campo di Travale, riportando dati di monitoraggio della subsidenza a partire dal 1973, anno in cui è iniziata l'attività industriale in quest'area sfruttando il serbatoio carbonatico a circa 1000 m di profondità. Nel trentennio 1973-2003 è stata registrata una subsidenza totale di 50 cm, con un tasso iniziale di 2,3 cm/anno che progressivamente è sceso all'attuale 1 cm/anno.

Nei primi anni '90 è iniziato lo sfruttamento del serbatoio profondo, con un aumento di produzione di circa 150 kg/s fino agli attuali 260 kg/s, che, a fronte di una diminuzione della pressione del serbatoio profondo di circa 1 MPa in 10 anni, non ha avuto effetti significativi sulla pressione nel serbatoio superficiale. La subsidenza nel decennio 1993-2003 è continuata, ma con tassi sensibilmente inferiori (1 cm/anno, prevalentemente correlata alla produzione del primo serbatoio) rispetto al ventennio precedente. Monitoraggi microgravimetrici effettuati a partire dal 1979 hanno mostrato una riduzione di 25 μ Gal in circa 25 anni di attività.

Questo andamento può essere spiegato in base alle caratteristiche fisico-meccaniche del serbatoio profondo, composto da rocce cristalline con valori elevati di modulo elastico e di compressibilità, tali che le rocce sono in grado di supportare l'estrazione di elevati volumi di fluido geotermico senza che vengano a determinarsi incrementi sensibili del fenomeno della subsidenza.

E' stato stimato (cfr. "Rapporto sul monitoraggio delle deformazioni del suolo") l'eventuale abbassamento del suolo a seguito dell'estrazione del fluido geotermico nel Permesso Castelnuovo, assumendo la roccia serbatoio come un mezzo omogeneo e isotropo, caratterizzato da deformazione poro-elastica prevalentemente lungo la direzione verticale e applicando la legge di Hooke. Ai fini di calcolo la diminuzione di pressione legata all'estrazione del fluido (il contributo positivo legato alla reiniezione non è stato considerato) è stata assunta in modo cautelativo pari al doppio di quella riportata da Ciulli et al. per il serbatoio profondo di Travale.

Per sola estrazione (senza reiniezione) da un serbatoio posto tra 2500 e 4000 m di profondità, nella non realistica ipotesi di ottenere un decremento di pressione doppio di quello generato nell'adiacente campo di Travale, si otterrebbe quindi una diminuzione di spessore inferiore a 4 cm in 30 anni, i cui effetti sarebbero assolutamente irrilevanti in superficie.

In ogni caso, al fine di monitorare accuratamente eventuali fenomeni di subsidenza sono state previste una serie di misurazioni che includono livellazioni topografiche e analisi interferometriche con tecnica InSAR, combinate con misure GPS, che verranno effettuate prima e durante il periodo di produzione.

³⁵ Dini et al (1995). Reinjection Monitoring in the Larderello Geothermal Field Using Microgravity and Topographic Measurements. World Geothermal Congress



In linea generale, con specifico riferimento alle attività estrattive che comportano la re-iniezione di fluidi, al fine di ridurre al minimo il potenziale impatto, è raccomandabile osservare le seguenti azioni principali nel corso dell'esercizio di un impianto³⁶:

- preservare il carico naturale originale, mantenendo il bilancio di fluidi estratti e re-iniettati il più vicino possibile allo zero;
- limitare al massimo la sovrappressione indotta in serbatoio dalla reiniezione dei fluidi (possono essere stimati circa 15 bar in funzione delle portate necessarie e dell'iniettabilità riscontrata in pozzi circostanti), in modo da non alterare significativamente le condizioni di pressione del serbatoio presso il reiniettore.

Tenuto conto delle suddette considerazioni, nell'ambito del presente SIA, per la valutazione dei potenziali impatti sulla componente suolo e sottosuolo legata all'estrazione e alla re-iniezione del fluido geotermico si fa riferimento all'eventuale rischio connesso a fenomeni sismici e di subsidenza indotti. Tali aspetti sono valutati mediante l'attuazione di specifici piani di monitoraggio, ai quali si rimanda per i dettagli di merito (cfr. Capitolo 5).

La Tabella 50 riassume i giudizi di impatto del Progetto sulla componente suolo e sottosuolo in fase di esercizio.

Tabella 50: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Suolo e Sottosuolo - Fase di esercizio

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SUOLO E SOTTOSUOLO		impermeabilizzazione di suolo	prelievo di fluido geotermico	immissione di fluido geotermico
FASE DI ESERCIZIO				
Durata nel tempo (D)	breve			
	medio-breve			
	media			
	medio-lunga			
	lunga			
Distribuzione temporale (Di)	concentrata			
	discontinua			
	continua			
Area di influenza (A)	circoscritta			
	estesa			
	globale			
Rilevanza (Ri)	trascurabile			
	bassa			
	media			
	alta			
Reversibilità (R)	a breve termine			
	a medio-lungo termine			
	irreversibile			
Probabilità accadimento (P)	bassa			

³⁶ Indicazioni tratte dal documento "Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche" - Redatto dal Gruppo di lavoro istituito dal Ministero dello Sviluppo Economico nell'ambito della Commissione Idrocarburi e risorse Minerarie (2014)



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SUOLO E FASE DI ESERCIZIO	SOTTOSUOLO	impermeabilizzazione di suolo	prelievo di fluido geotermico	immissione di fluido geotermico
	media			
	alta			
	certa			
Mitigazione (M)	alta			
	media			
	bassa			
	nulla			
Sensibilità componente (S)	trascurabile			
	bassa			
	media			
	alta			
Impatti		Medio-Basso	Trascurabile	Trascurabile

In **fase di dismissione** si procederà alla dismissione della centrale geotermoelettrica, delle opere connesse e alla chiusura mineraria dei pozzi. Considerando che la chiusura dell'impianto geotermico pilota avverrà dopo un periodo di almeno e/o minimo 25 anni di esercizio, al momento attuale non si ritiene pertinente valutare le possibili azioni di recupero dell'area in fase di chiusura. Questa progettazione sarà sviluppata in tempi successivi a valle della definizione e pianificazione degli obiettivi del recupero ambientale.

In questa sede si sottolinea comunque che la chiusura mineraria avverrà in modo sicuro e protetto nei confronti di potenziali effetti sull'ambiente circostante (si veda per i per i dettagli di tale aspetto l'analisi degli impatti della componente ambiente idrico sotterraneo).

Successivamente all'intervento di chiusura mineraria dei pozzi, si procederà al ripristino dei luoghi.

In particolare, saranno ripristinate le condizioni morfologiche e pedologiche dell'area mediante risagomatura/riprofilatura e ricostituzione dello strato vegetale.

Si segnala pertanto che gli impatti connessi a questa fase saranno positivi, in quanto gli interventi di ripristino saranno volti a ristabilire le originarie destinazioni d'uso dell'area interessata dalle attività di perforazione.

4.6 Ambiente idrico superficiale

4.6.1 Descrizione della componente

L'area di intervento è compresa nel territorio del bacino del fiume Cecina che è a sua volta compreso nel bacino Toscana Costa come descritto nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana (vedi paragrafo 2.1.5.2).

L'area di costruzione dell'impianto pilota e dei relativi pozzi di captazione e reimmissione nonché delle opere connesse (vasche di accumulo e impianto di trattamento dei fanghi) è ubicata in sinistra orografica del fiume Cecina a circa 3 km di distanza dal corso d'acqua.

Il territorio nel quale ricade l'area di intervento è percorso da alcuni corsi d'acqua minori ed in particolare dal Botro di Bucignano e dai rii minori che vi confluiscono.

Le aree interessate dalla costruzione delle opere in progetto non sono attraversate da corpi idrici superficiali sebbene siano ubicate in prossimità di questi (Figura 73):



- a nord, a circa 80 metri di distanza dalla vasca di accumulo da 12.000 m³ prevista dal progetto, corre il Botro della Casanova (affluente in destra orografica del Botro di Bucignano);
- a est, a circa 50 metri di distanza dalla vasca di accumulo da 12.000 m³ prevista dal progetto, corre il Botro di Bucignano;
- a sud, a circa 30 metri di distanza dalla vasca di accumulo da 3.000 m³ prevista dal progetto, corre il Botro della Quercia (affluente in destra orografica del Botro di Bucignano);
- a ovest, a circa 20 metri di distanza dall'area della piazzola di perforazione e dalle aree destinate alla centrale ed all'air cooler, corre un rio minore affluente del sopra menzionato Botro della Quercia.

Inoltre, a sud ovest delle aree di intervento (a circa 400 m di distanza) e a nord ovest delle medesime (a circa 150 m di distanza), presso il podere Casanova, sono presenti due laghetti ad uso irriguo.

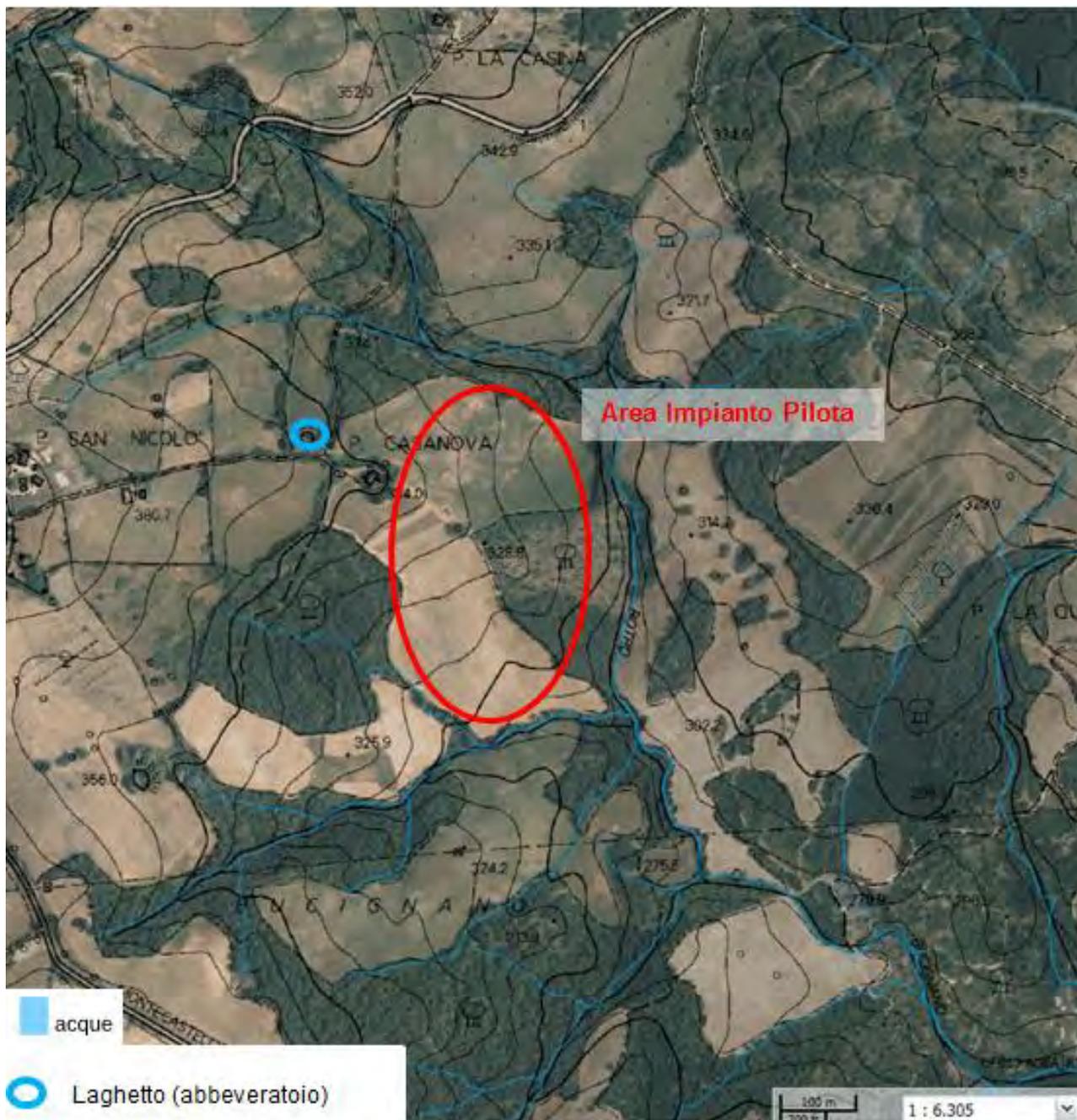


Figura 73: Corpi idrici superficiali (fonte: <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.html#>)



Come sopra menzionato l'area di intervento e i corsi d'acqua che corrono in prossimità di questo, è compresa nel bacino del Fiume Cecina.

Il Fiume Cecina prende origine dalle Cornate di Gerfalco, in provincia di Grosseto, a circa 812 m di altitudine. Il suo percorso si snoda in direzione nordovest dalla sorgente fino all'altezza dell'abitato di Saline di Volterra e poi in direzione ovest fino al mare. Il bacino del fiume ha una superficie complessiva di poco superiore ai 900 km² ed una lunghezza dell'asta principale di circa 79 km. Il fiume presenta un regime torrentizio, con portate misurate sul medio corso, variabili tra un massimo di 1.030 m³/sec ed un minimo di 0.01 m³/sec, con frequenti fenomeni di stress idrico.

Gli affluenti di sinistra sono più lunghi e hanno letti più ampi di quelli di destra, principalmente a carattere torrentizio e con maggiori pendenze del corso. In riva sinistra il Cecina riceve le acque dei Torrenti Pavone, Trossa e Sterza (i cui bacini occupano circa 367 km²). In riva destra riceve i Torrenti Fosci, Cortolla e Lupicaia (con circa 142 km² di bacino)³⁷.

Sull'asta principale si verificano lunghe magre durante il periodo estivo e forti piene da novembre fino alla stagione primaverile.

Il Piano Regionale di Azione Ambientale (PRAA) della Toscana 2004-2006 approvato dalla Regione Toscana con DCRT n. 29 del 2 marzo 2004 e oggi assorbito nei contenuti dal Piano Ambientale ed Energetico Regionale (vedi paragrafo 2.1.2.3). Il PRAA si propone come obiettivo il superamento delle criticità ambientali specifiche rilevate in alcune aree individuate entro i confini regionali. Tali aree, denominate "zone di criticità ambientale", sono ambiti territoriali in cui uno o più fattori di crisi ambientale che richiedono interventi contestualizzati in quella specifica dimensione territoriale e anche interventi integrati tra le diverse politiche ambientali e/o tra le politiche ambientali e le altre politiche pubbliche (economiche, territoriali e per la salute).

Il territorio interessato dal Progetto è compreso nella zona di criticità "Alta e Bassa Val di Cecina" per la quale il PRAA ha individuato le seguenti criticità causate dagli impatti dei processi produttivi:

- inquinamento atmosferico, siti da bonificare, rifiuti speciali;
- inquinamento atmosferico, siti da bonificare, rifiuti speciali, rischio industriale;
- inquinamento falde, deficit idrico, subsidenza, salinizzazione, erosione costiera;
- inquinamento falde, deficit idrico, subsidenza, salinizzazione, inquinamento atmosferico, rifiuti speciali, rifiuti urbani.

Quanto individuato dal PRAA è dettagliato nel capitolo 6 del PTA che riporta le criticità individuate per aree omogenee e in particolare di seguito si elencano quelle relative alla Val di Cecina:

- eccessivi prelievi di acque sotterranee in rapporto alla capacità di ricarica degli acquiferi;
- eccessivi prelievi di acque superficiali e/o di subalveo al fine del mantenimento delle portate naturali nel periodo estivo;
- ingressione del cuneo salino nella pianura costiera;
- inquinamento da nitrati delle falde idriche costiere;
- degrado qualitativo delle acque superficiali e sotterranee con presenza storica di attività minerarie, geotermiche ed industriali, nonché di siti di stoccaggio di rifiuti industriali e civili;
- prelievo di inerti dalle pianure alluvionali e dalle pertinenze fluviali;

³⁷ Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana (D.C.R. n. 6/05) – Bacino Toscana Costa - Parte A - Quadro di riferimento Conoscitivo e Programmatico



- presenza di impianti di frantumazione in prossimità dei pozzi d'acqua;
- carenza di impianti di depurazione.

Tabella riassuntiva pressioni ambientali sul fiume Cecina
● Prelievi acque sotterranee e superficiali per uso industriale e uso potabile e irriguo
● Intrusione acqua marina in prossimità della costa a causa livello piezometrico più basso rispetto al livello del mare per effetto dei pompaggi per uso potabile e irriguo nella zona della fascia costiera
● Utilizzo fertilizzanti ricchi in nitrati e fosfati con conseguente inquinamento delle acque superficiali e della falda
● Presenza di siti per escavazione inerti
● Presenza di siti per asportazione del salgemma
● Inquinamento delle acque da boro e mercurio che vengono utilizzati nei vari cicli produttivi industriali

La Regione Toscana, ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i., ha individuato i corpi idrici significativi superficiali ed i relativi tratti e, nel 2001, ha dato avvio al Programma di Monitoraggio per la determinazione degli stati di qualità ambientale i cui risultati relativi al periodo 2001-2003 sono già stati impiegati per la predisposizione del **Piano di Tutela** che ha fissato gli obiettivi di qualità ambientale per i suddetti corpi idrici (laghi, corsi, tratti).

L'obiettivo di qualità ambientale definito dal PTA per il fiume Cecina, da raggiungere nel 2016, è "buono" e corrisponde a quello rilevato nel periodo 2001-2003.

Inoltre dalla consultazione dei dati di monitoraggio disponibili sul Portale del Sistema Informativo Regionale dell'Ambiente della Toscana (SIRA)³⁸ emerge che la qualità ambientale del fiume Cecina in corrispondenza delle due stazioni di monitoraggio regionali più prossime all'area di intervento (Figura 74) è la seguente:

- **stazione MAS069** "fiume Cecina a monte della confluenza con il fiume Possera": stato chimico 2 (buono) definito sulla base dei parametri di base (tabella 1 A dell'allegato 1 alla parte terza del D.Lgs 152/06 e s.m.i.) e stato ecologico 2 (buono) definito sulla base dei parametri aggiuntivi (tabella 1 B dell'allegato 1 alla parte terza del D.Lgs 152/06 e s.m.i.) definita sulla base di dati aggiornati al 2009;
- **stazione MAS068** "fiume Cecina presso il ponte per Anqua": stato chimico 4 (non buono) definito sulla base dei parametri di base (tabella 1 A dell'allegato 1 alla parte terza del D.Lgs 152/06 e s.m.i.) e stato ecologico 2 (buono) definito sulla base dei parametri aggiuntivi (tabella 1 B dell'allegato 1 alla parte terza del D.Lgs 152/06 e s.m.i.) definita sulla base di dati aggiornati al 2013.

Inoltre la stazione MAS068 è impiegata dalla Regione anche per la definizione dell'idoneità alla vita dei pesci e, dai risultati disponibili sul SIRA, risulta caratterizzata da acque idonee alla vita dei pesci ciprinidi.

³⁸ <http://sira.arnat.toscana.it>

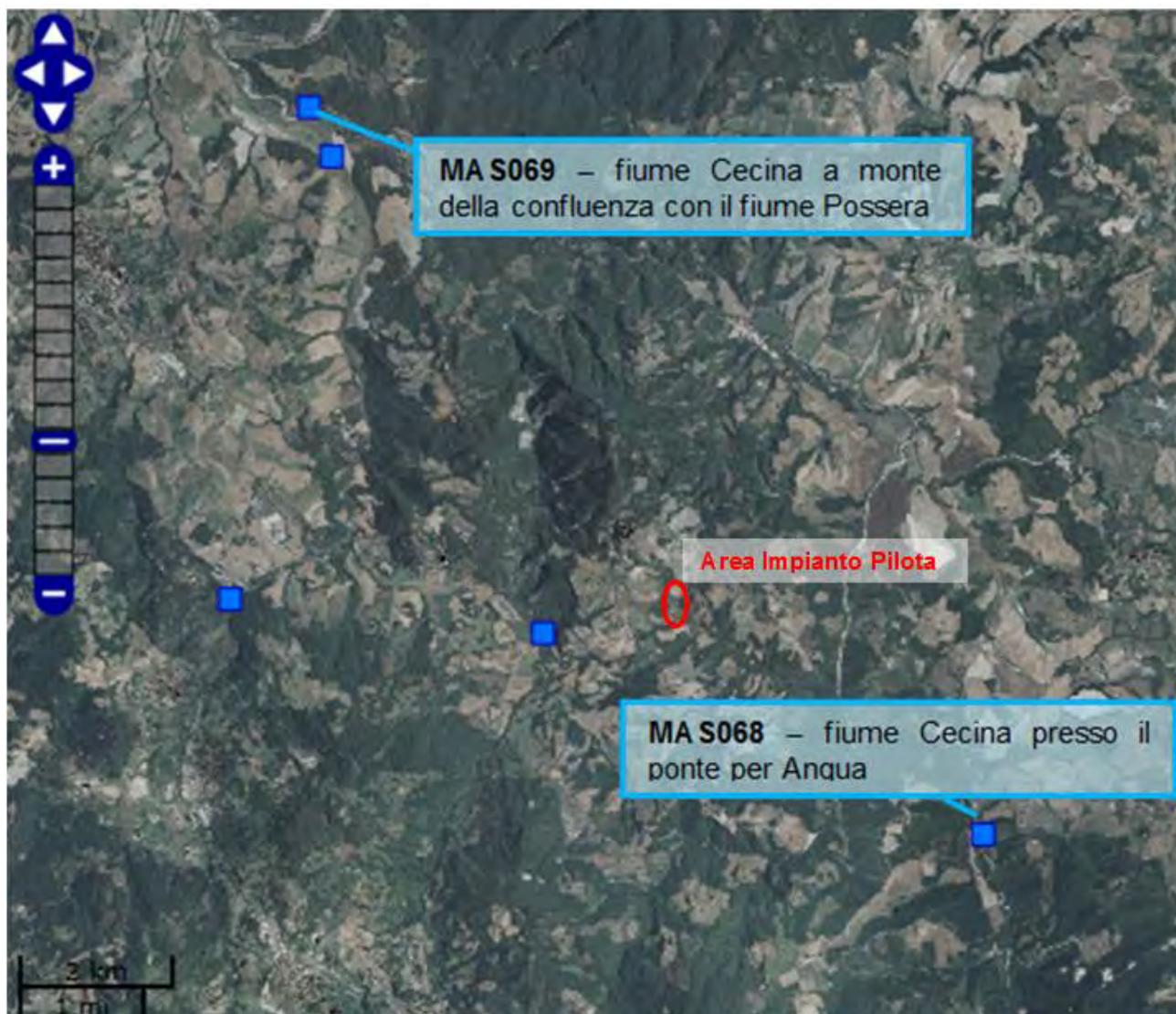


Figura 74: Punti di monitoraggio regionali delle acque superficiali (Fonte: http://sira.arpad.toscana.it/sira/inspire/map/mappa_rt.html?content=dati&dataset=mas)



Per quanto riguarda lo sfruttamento della risorsa idrica, il PTA evidenzia che all'interno del bacino, alcuni corpi idrici superficiali sono interessati da captazioni di entità superiore alla propria portata naturale. Nel caso dei corpi idrici a portata critica le misure prevedono anche una riduzione degli attingimenti già assentiti per il raggiungimento dell'obiettivo di garantire il Deflusso Minimo Vitale. Il fiume Cecina, al comma 1 dell'art. 13 delle Norme di Piano, è elencato tra i corsi d'acqua a portata critica.

Il Fiume Cecina, nel tratto che corre ad est dell'area di intervento non è oggetto di captazioni a fini idropotabili come risulta dalla mappa consultabile sul portale SIRA (Figura 75)

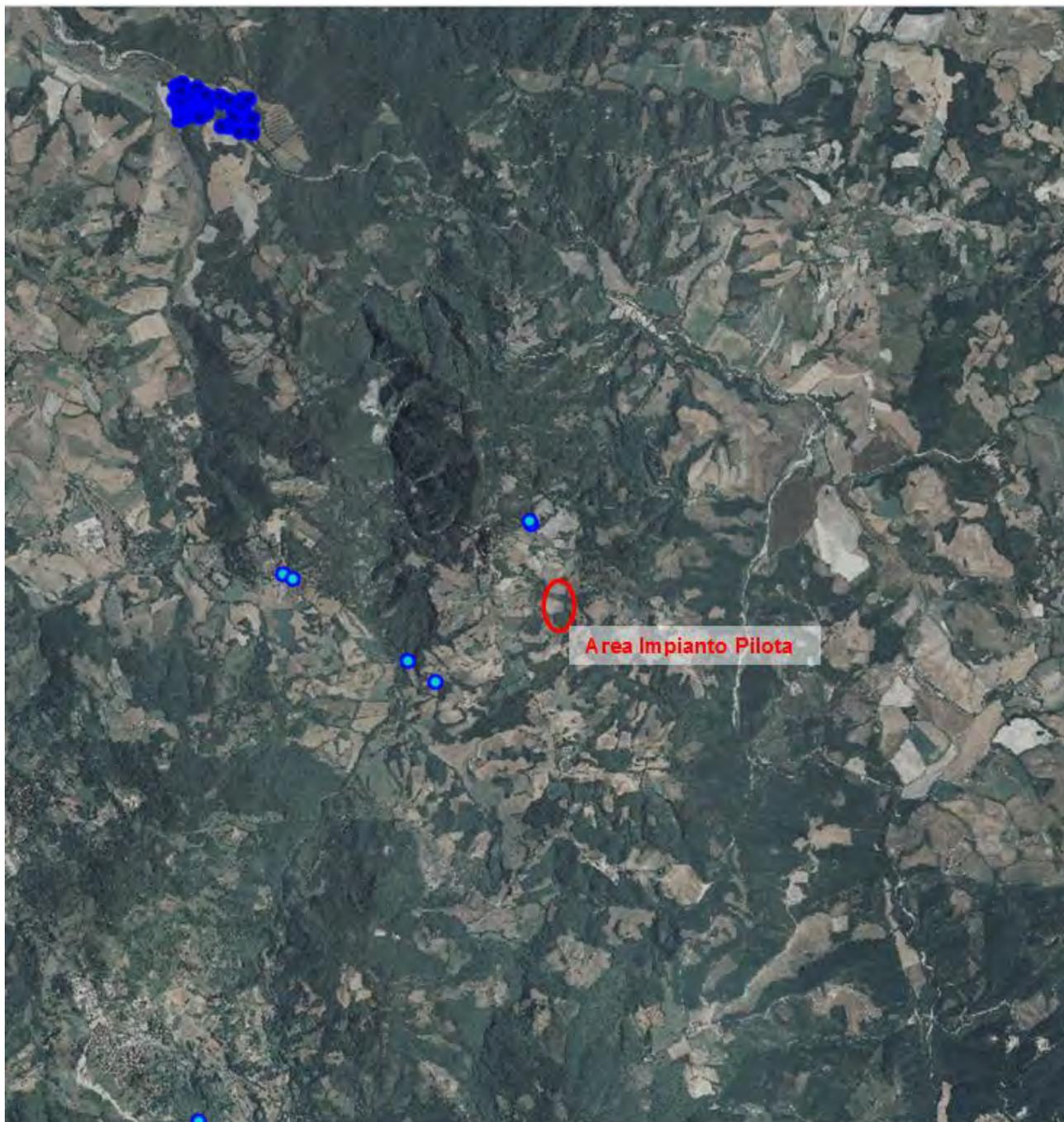


Figura 75: Captazioni idriche per fini idropotabili (fonte: <http://sira.arpat.toscana.it/sira/progetti/captazioni/mappa/map.php>)

Per quanto riguarda la funzionalità del fiume dal punto di vista ecologico, da uno studio condotto dall'ARPAT nel 2004³⁹ il fiume risulta essere caratterizzato da una buona funzionalità nel tratto dalla sorgente ad arrivare in corrispondenza del centro abitato di Montecastelli Pisano (Figura 76).

³⁹ ARPAT, 2004. Rete di monitoraggio acque bacino del fiume Cecina. Indice di Funzionalità Fluviale



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

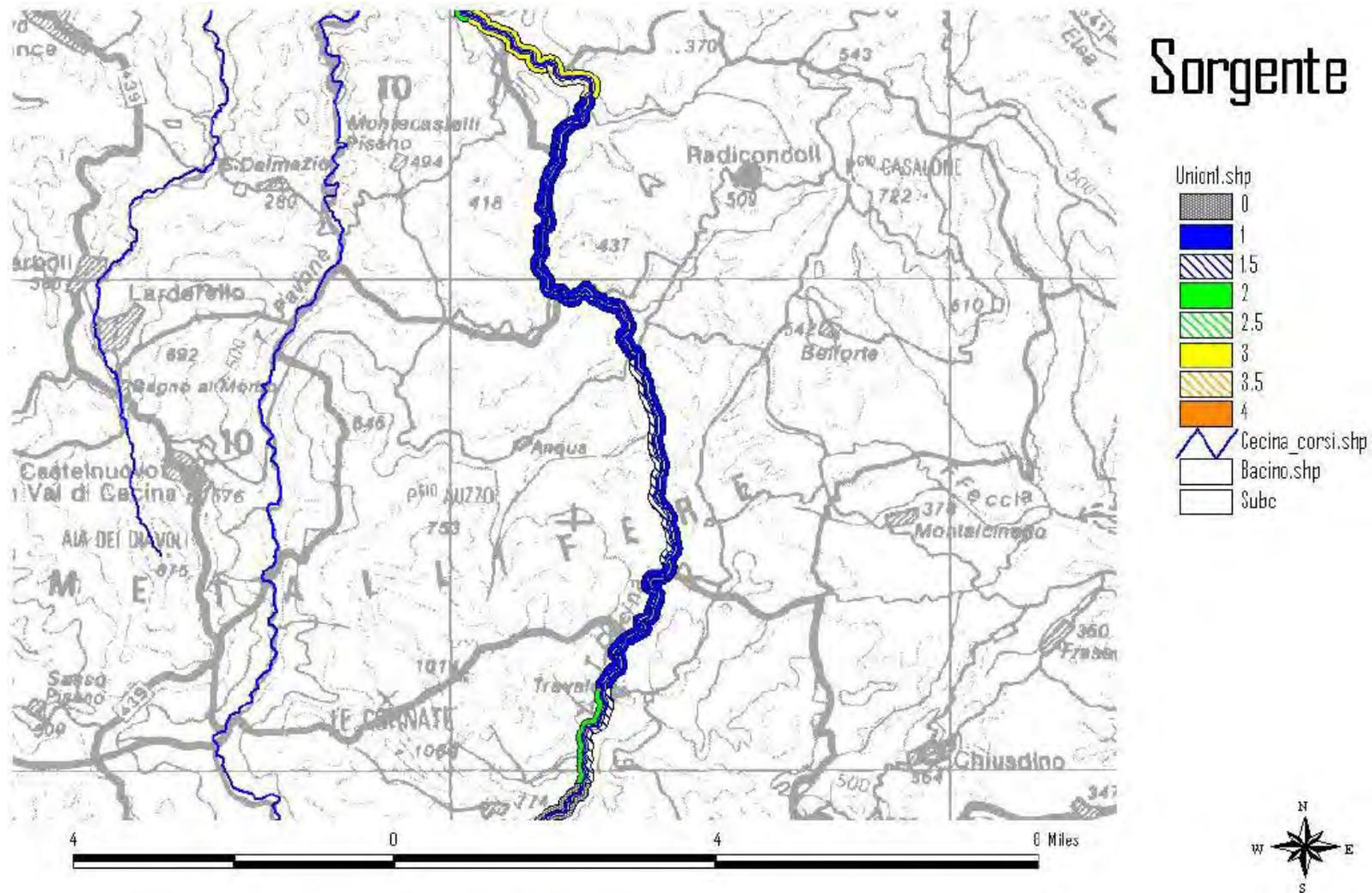


Figura 76: Indice di Funzionalità Fluviale (ARPAT, 2004. Rete di monitoraggio acque bacino del fiume Cecina. Indice di Funzionalità Fluviale)



In conclusione, sulla base della caratterizzazione sopra descritta, ai fini della valutazione dell'impatto, alla componente Ambiente Idrico Superficiale è stata attribuita una sensibilità alta.

4.6.2 Valutazione degli impatti

4.6.2.1 Fattori di impatto

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente ambiente idrico superficiale per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati.

■ Fase di costruzione

- immissione di acque in corpi idrici superficiali.

■ Fase di esercizio

- immissione di acque in corpi idrici superficiali.

4.6.2.2 Valutazione e matrici di impatto

In **fase di costruzione** il potenziale impatto sulla componente è imputabile alle immissioni di acque in corpi idrici superficiali.

A tale riguardo, tuttavia, non si prevedono immissioni di acque da attività di costruzione, le uniche immissioni in corpi idrici superficiali saranno rappresentate dalle acque meteoriche provenienti dalle aree esterne, mentre i reflui civili provenienti dai servizi igienici a servizio della postazione saranno invece raccolti in una vasca monoblocco che sarà svuotata con cadenza settimanale attraverso l'utilizzo di pompa mobile ed i liquami saranno caricati su autobotte e avviati all'impianto di depurazione più vicino per il successivo smaltimento.

A tal scopo il Progetto prevede la costruzione di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche dei piazzali e delle zone limitrofe a questi tramite un sistema di fognatura in soluzione unica nel quale i dislivelli sono superati mediante pozzetti con salto in corrispondenza dei salti di quota tra piazzali. Alla chiusura del sistema di drenaggio le acque saranno convogliate in un manufatto che permetterà di far decantare e disoleare il piovuto prima di inviarlo al ricettore che è individuato nel corpo idrico esistente a sud a circa 30 metri di distanza dalla vasca di accumulo da 3.000 m³.

In considerazione dei dati sopra forniti ed in considerazione del fatto che non si prevede emissione di acque di processo con conseguente immissione nell'ambiente idrico, è possibile affermare che l'impatto sulla componente ambiente idrico superficiale causata dall'immissione di acque in corpi idrici superficiali sarà trascurabile.

Si rammenta che in caso di eventi incidentali, con perdite di contaminanti dai mezzi d'opera durante le fasi di lavoro necessarie alla fase di costruzione, potranno verificarsi situazioni di contaminazione del terreno, con rischio di dilavamento degli inquinanti nell'ambiente idrico superficiale.

Il rischio di inquinamento si ritiene trascurabile, tenuto conto che gli interventi non prevedono l'esecuzione di opere in sotterraneo e che la gestione delle attività di cantiere sarà svolta secondo opportune procedure in grado di minimizzare la possibilità di accadimento e/o di intervenire tempestivamente con la rimozione delle porzioni di terreno oggetto di eventuale contaminazione accidentale.

Come già evidenziato nell'analisi degli impatti sulla componente suolo e sottosuolo, al fine di limitare i rischi di inquinamento del terreno, in corrispondenza delle aree di cantiere saranno infatti adottati opportuni accorgimenti, quali, ad esempio, l'esecuzione dei rifornimenti di carburante e lubrificanti ai mezzi meccanici su pavimentazione impermeabile e il controllo giornaliero dei circuiti oleodinamici dei mezzi operativi.



Tabella 51: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Ambiente idrico superficiale - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE FASE DI COSTRUZIONE		immissione di acque in corpi idrici superficiali
Durata nel tempo (D)	breve	
	medio-breve	
	media	
	medio-lunga	
	lunga	
Distribuzione temporale (Di)	concentrata	
	discontinua	
	continua	
Area di influenza (A)	circoscritta	
	estesa	
	globale	
Rilevanza (Ri)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Reversibilità (R)	a breve termine	
	a medio-lungo termine	
	irreversibile	
Probabilità accadimento (P)	bassa	
	media	
	alta	
	certa	
Mitigazione (M)	alta	
	media	
	bassa	
	nulla	
Sensibilità componente (S)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Impatto		Trascurabile

Durante la **fase di esercizio**, in relazione agli scarichi in corpi idrici superficiali, permarrà l'impatto trascurabile generato dall'immissione delle acque meteoriche raccolte dal sistema di regimazione delle



acque già attivo in fase di costruzione. I reflui civili provenienti dai servizi igienici a servizio della postazione saranno invece raccolti in una vasca monoblocco che sarà svuotata con cadenza settimanale attraverso l'utilizzo di pompa mobile ed i liquami saranno caricati su autobotte e avviati all'impianto di depurazione più vicino per il successivo smaltimento.

Tabella 52: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Ambiente idrico superficiale - Fase di esercizio

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE FASE DI ESERCIZIO		immissione di acque in corpi idrici superficiali
Durata nel tempo (D)	breve	
	medio-breve	
	media	
	medio-lunga	
	lunga	
Distribuzione temporale (Di)	concentrata	
	discontinua	
	continua	
Area di influenza (A)	circoscritta	
	estesa	
	globale	
Rilevanza (Ri)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Reversibilità (R)	a breve termine	
	a medio-lungo termine	
	irreversibile	
Probabilità accadimento (P)	bassa	
	media	
	alta	
	certa	
Mitigazione (M)	alta	
	media	
	bassa	
	nulla	
Sensibilità componente (S)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Impatto		Trascurabile



In **fase di dismissione** si procederà alla dismissione della centrale geotermoelettrica e delle opere connesse. Considerando che la chiusura dell'impianto geotermico pilota avverrà dopo un periodo di almeno e/o minimo 25 anni di esercizio, al momento attuale non si ritiene pertinente valutare le possibili azioni di recupero dell'area in fase di chiusura. Questa progettazione sarà sviluppata in tempi successivi a valle della definizione e pianificazione degli obiettivi del recupero ambientale.

Si segnala in conclusione che gli impatti connessi a questa fase saranno confrontabili con la magnitudo e la rilevanza degli impatti generati in fase di esercizio per l'immissione delle acque meteoriche in corpo idrico superficiale. Tuttavia l'estensione temporale sarà di breve durata, pertanto si possono anticipare impatti trascurabili.

4.7 Ambiente idrico sotterraneo

4.7.1 Descrizione della componente

Alla scala di bacino idrologico, il sito di interesse è inquadrabile nell'area del sottobacino del fiume Cecina, esteso su una superficie di circa 765 km² e appartenente al più ampio bacino definito dal Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Toscana quale "Bacino Toscana Costa".

La Valle del Cecina è una rilevante trasversale fisica che lega la costa ai territori interni della Toscana. Il corso del fiume Cecina si sviluppa per una lunghezza di circa 79 km con un percorso che si snoda in direzione NW dalla sorgente (presso Cornate di Gerfalco, in provincia di Grosseto, a circa 812 m s.l.m.) fino all'altezza di Volterra e poi in direzione W fino al mare.

Gli affluenti di sinistra sono più lunghi e hanno letti più ampi di quelli di destra, principalmente a carattere torrentizio e con maggiori pendenze del corso. In riva sinistra, il Cecina riceve le acque dei torrenti Pavone, Trossa e Sterza.

L'area di Progetto è localizzata nel settore di bacino del Cecina compreso tra questo e il torrente Pavone, a Sud del corso del Cecina stesso.

Dal punto di vista idrogeologico, i sedimenti alluvionali trasportati dal fiume Cecina e da alcuni corsi d'acqua minori hanno originato la stretta pianura costiera con caratteristiche di terrazzo degradante a debole inclinazione verso il mare; questa forma pianeggiante corrisponde a una superficie di regressione del mare Quaternario antico ed è incisa dagli alvei dei corsi d'acqua attuali, che si sono approfonditi in seguito ad una recente ripresa dell'attività erosiva.

Il margine occidentale delle colline che delimitano la pianura costiera è segnato da un sistema di faglie dirette, che hanno provocato l'abbassamento del territorio dal lato del mare; così mentre nella zona fra Riparbella e Montescudaio i depositi argillosi marini del Quaternario antico affiorano sui due lati della Val di Cecina fino alla quota di 200 m, al di sotto della pianura costiera si approfondiscono di circa 100 m sotto il livello del mare, formando il substrato dei sistemi alluvionali e costieri recenti ed attuali.

Per quanto riguarda la geometria e le caratteristiche degli acquiferi superficiali, si possono distinguere due settori separati:

- il settore a N del Cecina, nel quale lo spessore dei depositi permeabili è variabile fra 30 e 40 m e l'acquifero è prevalentemente di tipo freatico; la presenza di lenti di limo argillose intercalate alle ghiaie e alle sabbie nella parte inferiore, determina l'esistenza di falde profonde con locali caratteri di artesianità;
- il settore a S del Cecina, dove lo spessore dei sedimenti varia da 40 m a circa 100 m. In questo settore si rileva la presenza di falde di tipo freatico, dalle quali attingono i pozzi della profondità massima di 40 m, e di una falda profonda di tipo artesiano, separata dalle falde freatiche da livelli pressoché continui di limo e argille grigio-azzurre.

In particolare:



- nel bacino del fiume Cecina mancano strutture idrogeologiche atte a costituire grosse riserve di acque sotterranee. Le rocce permeabili e acquifere sono infatti limitate a piccoli nuclei affioranti nella parte alta e mediana del corso del Cecina;
- i depositi alluvionali dei tratti intervallivi del Cecina e degli affluenti hanno generalmente spessore limitato e scarsa permeabilità; la circolazione subalvea è limitata e talora assente nei periodi estivi. Le escavazioni in alveo hanno inoltre ridotto notevolmente il volume degli acquiferi alluvionali;
- le falde della pianura sono utilizzate al limite della loro potenzialità e ciò causa un peggioramento della qualità dell'acqua usata per scopi idropotabili e industriali a causa dell'intrusione marina.

L'areale di interesse non ricade all'interno di corpi idrici sotterranei classificati dal PTA come significativi e non sono disponibili dati sullo stato qualitativo delle acque sotterranee per l'area ristretta di Progetto.

Con riferimento agli acquiferi profondi (in mezzi fessurati), a S di Castelnuovo di Val di Cecina è identificato l'acquifero carbonatico delle Colline Metallifere, corpo idrico sotterraneo significativo e quindi caratterizzato dal punto di vista idrogeologico e idrochimico negli studi regionali. In particolare, l'acquifero carbonatico delle Colline Metallifere è situato in alta Val di Cecina, tra gli abitati di Monterotondo Marittimo, Massa Marittima e Chiusdino (Figura 77).

L'edificio strutturale di tale acquifero risulta composto dal basso verso l'alto dalla Falda Toscana, dalle Unità Subliguri e dalle Unità Liguri. Al tetto dell'edificio strutturale si trovano i depositi discordanti della Successione neogenico-quadernaria (Miocene superiore - Pleistocene).

La Falda Toscana è costituita da un basamento paleozoico sormontato da una successione stratigrafica di età mesozoico-terziaria. La parte mesozoica della successione è caratterizzata dalla predominanza di formazioni carbonatiche di ambiente di piattaforma (Calcere Cavernoso, Calcere a *Rhaetavicula contorta* e Calcere Massiccio) o bacinale (Rosso Ammonitico, Calcere Selcifero).

Tra il Cretaceo superiore e il Miocene, la Falda Toscana è caratterizzata dai depositi argillitico-marnosi della Scaglia e successivamente dalle torbiditi silico-clastiche del Macigno.

Le Unità Subliguri (nell'area delle Colline Metallifere poco rappresentate) e Liguri sono costituite da depositi bacinali formati da alternanze tra argilliti e calcari (Argille a Palombini e Argille e Calcari) o da torbiditi calcareo-marnose (Flysch di Monteverdi Marittimo).

La Successione neogenico-quadernaria nell'area delle Colline Metallifere è relativamente poco sviluppata ed è costituita da argille, sabbie e conglomerati di ambiente marino o continentale.

Dal punto di vista geologico-strutturale l'acquifero carbonatico delle Colline Metallifere è caratterizzato da geometrie determinate dalla diretta sovrapposizione tettonica di Unità Liguri impermeabili al di sopra dei termini basali della successione carbonatica della Falda Toscana. Questo assetto strutturale viene interpretato come il risultato degli eventi estensionali verificatosi nel Miocene pre-Messiniano, ai quali si può ricondurre la riduzione tettonica dell'edificio a falde di ricoprimento, realizzatosi in Toscana fino al Miocene inferiore. Il tetto dell'acquifero coincide quindi con le superfici tettoniche sottrattive a basso angolo lungo le quali è stato destrutturato l'impilamento di falde, con la giustapposizione tra la successione carbonatica basale della Falda Toscana, sede dell'acquifero, e le coperture impermeabili rappresentate dai termini più recenti della Falda Toscana (Scaglia e Macigno), o dalle Unità Liguri.

Al fine di fornire un inquadramento generale di area vasta relativamente agli acquiferi profondi presenti a scala regionale, nel seguito viene riportata la caratterizzazione idrogeochimica dell'acquifero delle Colline Metallifere⁴⁰, corpo idrico sotterraneo significativo ubicato alcuni chilometri a S dell'area di Progetto.

⁴⁰ Regione Toscana: Caratterizzazione geologica, idrogeologica e idrogeochimica dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Toscana (CISS) - 99MM040 "Acquifero delle Colline Metallifere" e 32CT060 "Acquifero carbonatico di Gavorrano" - Soggetti Realizzatori: Consorzio LaMMA, Consiglio Nazionale delle Ricerche (Istituto di Geoscienze e Georisorse) - 2009

Regione Toscana: Integrazione alla Caratterizzazione geologica, idrogeologica e idrogeochimica dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Toscana (CISS) - 99MM040 "Acquifero delle Colline Metallifere" e 32CT060 "Acquifero carbonatico di Gavorrano" - Soggetti Realizzatori: Consorzio LaMMA, Consiglio Nazionale delle Ricerche (Istituto di Geoscienze e Georisorse) - 2012

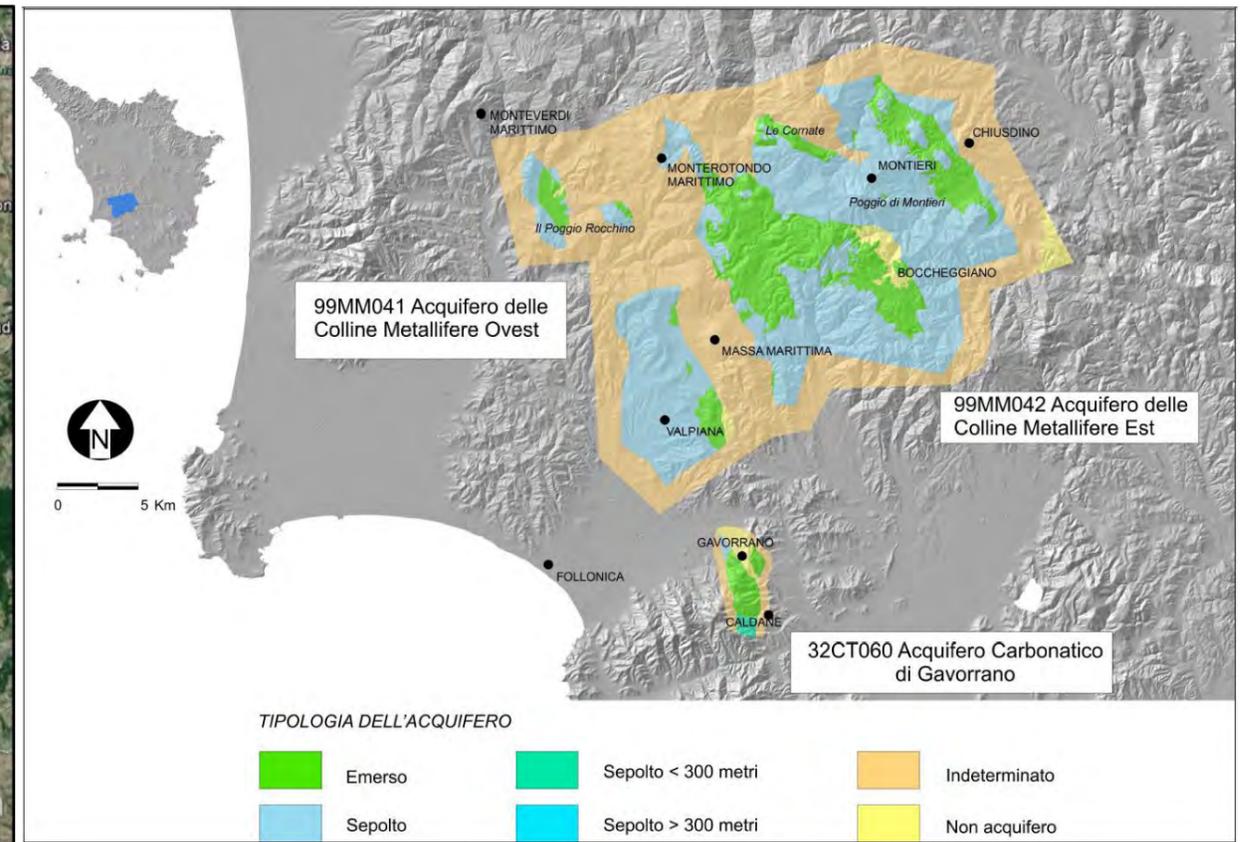
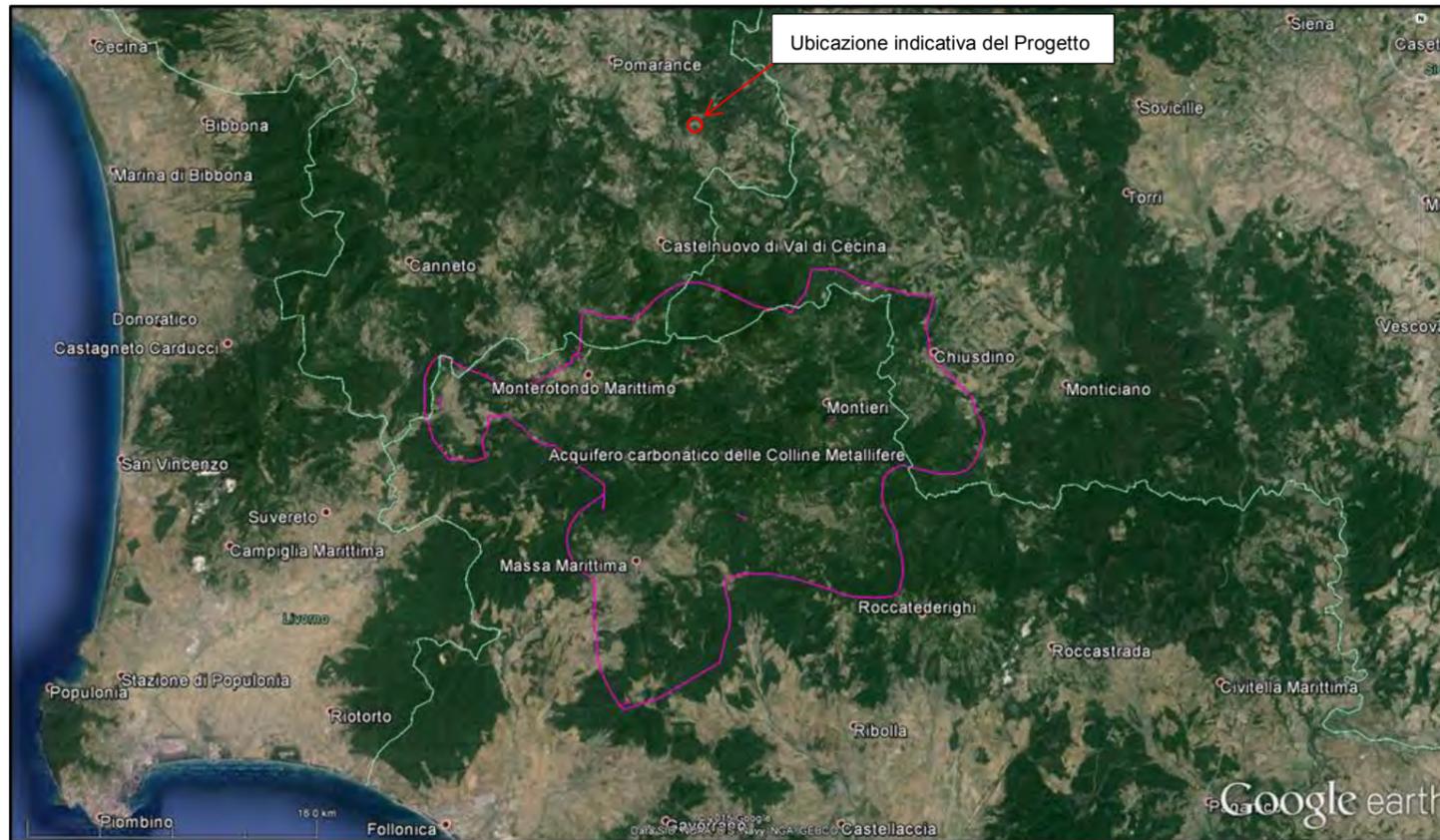


Figura 77: Acquifero idrico sotterraneo significativo delle Colline Metallifere



Gli estesi affioramenti che appartengono al corpo idrico delle Colline Metallifere costituiscono importanti aree di assorbimento delle acque che vanno ad alimentare una circolazione anche profonda. Come conseguenza, non sono presenti numerose sorgenti e, tra quelle esistenti, alcune (zona di Chiusdino) hanno caratteristiche idrotermali in ragione di una emergenza di circuiti relativamente profondi determinata dalla presenza di faglie ad alto angolo che ne favoriscono la risalita. Almeno una parte delle acque di infiltrazione in questi sistemi carbonatici va inoltre ad alimentare il campo geotermico di Lardarello⁴¹. Non si conoscono studi idrogeologici recenti che abbiano portato a una caratterizzazione dei parametri idrodinamici di questo sistema acquifero né tanto meno all'elaborazione di una superficie piezometrica basata su livelli di pozzo, anche perché il numero di pozzi è molto basso. Una ricostruzione piezometrica valida a scala regionale è quella di Celati et al. (1973), ricostruita sulla base dei livelli misurati in alcuni pozzi e delle quote di alcune sorgenti (Figura 78). Come mostra la figura, le zone di affioramento del carbonatico costituente il corpo idrico significativo in esame sono caratterizzate dai carichi piezometrici più elevati (tra i 400 e i 600 m s.l.m.), a testimonianza di un loro ruolo di assorbimento delle acque e di alimentazione di circuiti anche a carattere regionale.

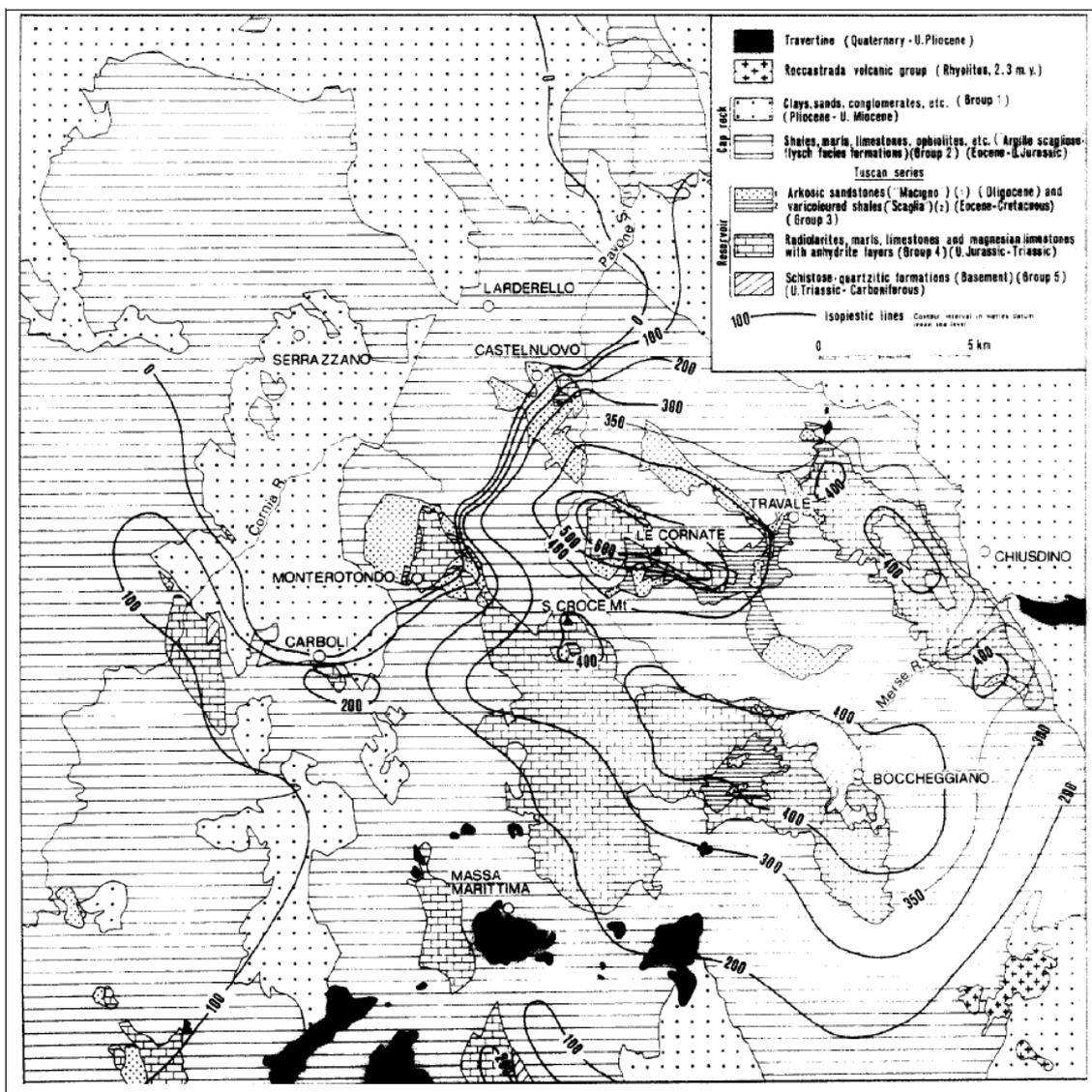


Figura 78: Piezometria del serbatoio carbonatico nell'area di Lardarello (da Celati et al., 1973)

⁴¹ Celati R., Noto P., C. Panichi, Squarci P., Taffi L., 1973. Interactions between the steam reservoir and surrounding aquifers in the Lardarello geothermal field. *Geothermics*, Volume 2, Issues 3-4, September-December 1973, Pages 174-185.

Celati R., Squarci P., Stefani G.C., Taffi L., 1977. Study of water levels in lardarello region geothermal wells for reconstruction of reservoir pressure trend. *Geothermics*, Volume 6, Issues 3-4, 1977, Pa



I dati idrogeochimici relativi agli acquiferi delle Colline Metallifere e di Gavorrano provengono in buona parte dai database del Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana (S.I.R.A.) e dell'Acquedotto del Fiora, in cui sono immagazzinate serie temporali estese per i punti d'acqua oggetto di monitoraggio.

Nella Figura 79 si riporta un estratto del database geologico regionale, riportante l'ubicazione dei punti d'acqua presenti in un intorno di circa 10 km di raggio dall'area di progetto (suddivisi in: pozzi, sorgenti, sorgenti termali e idrotermali). Dall'esame della figura emerge l'esistenza di 5 sorgenti rilevate nel settore sudoccidentale dell'areale considerato.

In Figura 80 si riporta inoltre un estratto della mappatura delle captazioni idriche sotterranee a fini idropotabili della Regione Toscana, costruita su dati forniti dall'Autorità Idrica Toscana (fonte: Sistema informativo regionale ambientale). La figura riporta l'ubicazione delle captazioni idriche a scopo idropotabile comprese, anche in questo caso, entro un areale di circa 10 km di raggio dal sito di progetto, si tratta principalmente di sorgenti, la cui descrizione è riportata nella Tabella 53 (si evidenzia che in tale tabella non sono riportati i dati dei pozzi ubicati in prossimità del fiume Cecina, nel settore nordoccidentale dell'areale considerato, tali pozzi presumibilmente prelevano le acque di subalveo del corpo idrico superficiale).

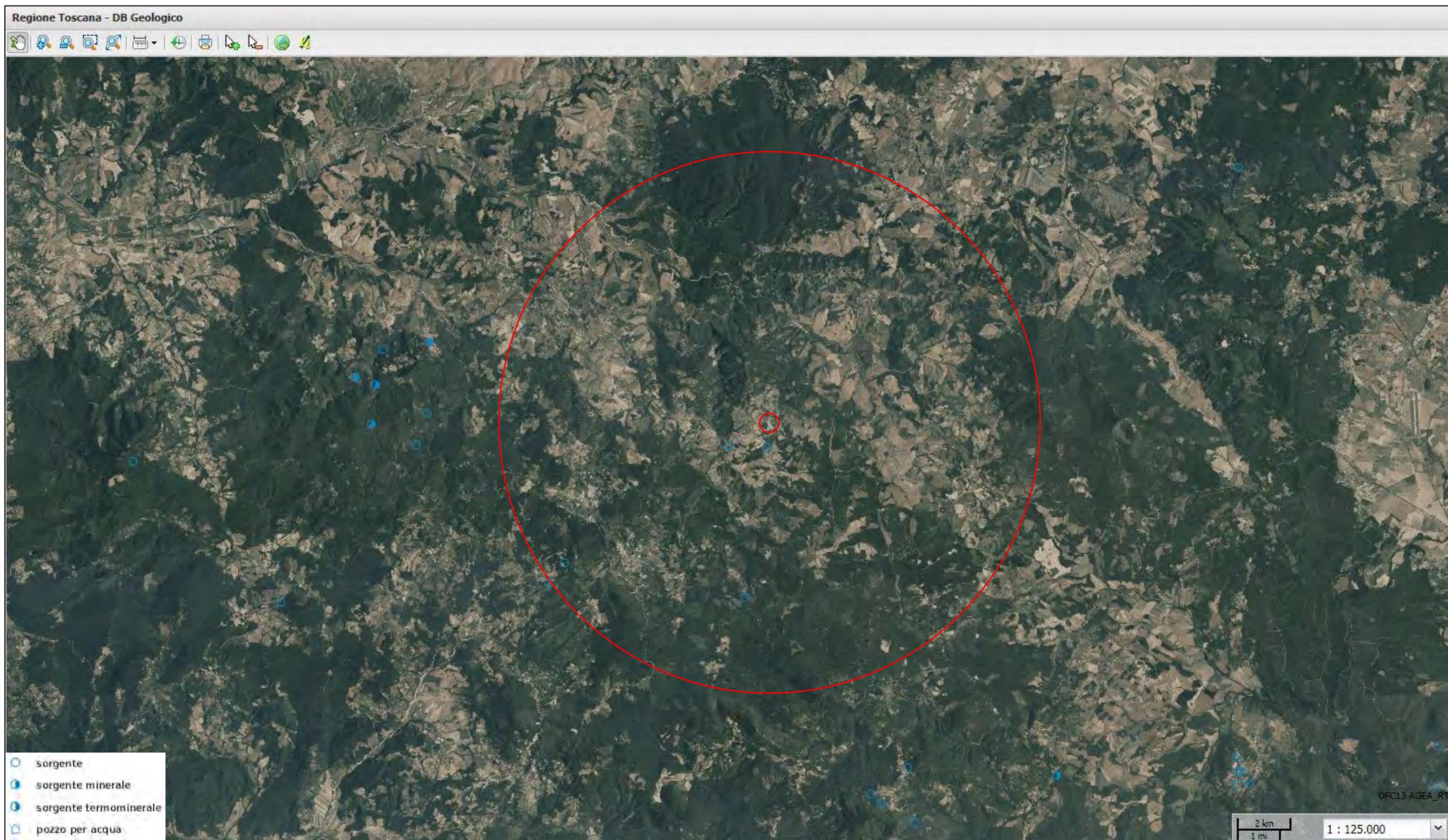


Figura 79: DataBase Geologico Regionale - sorgenti e pozzi rilevati sul territorio

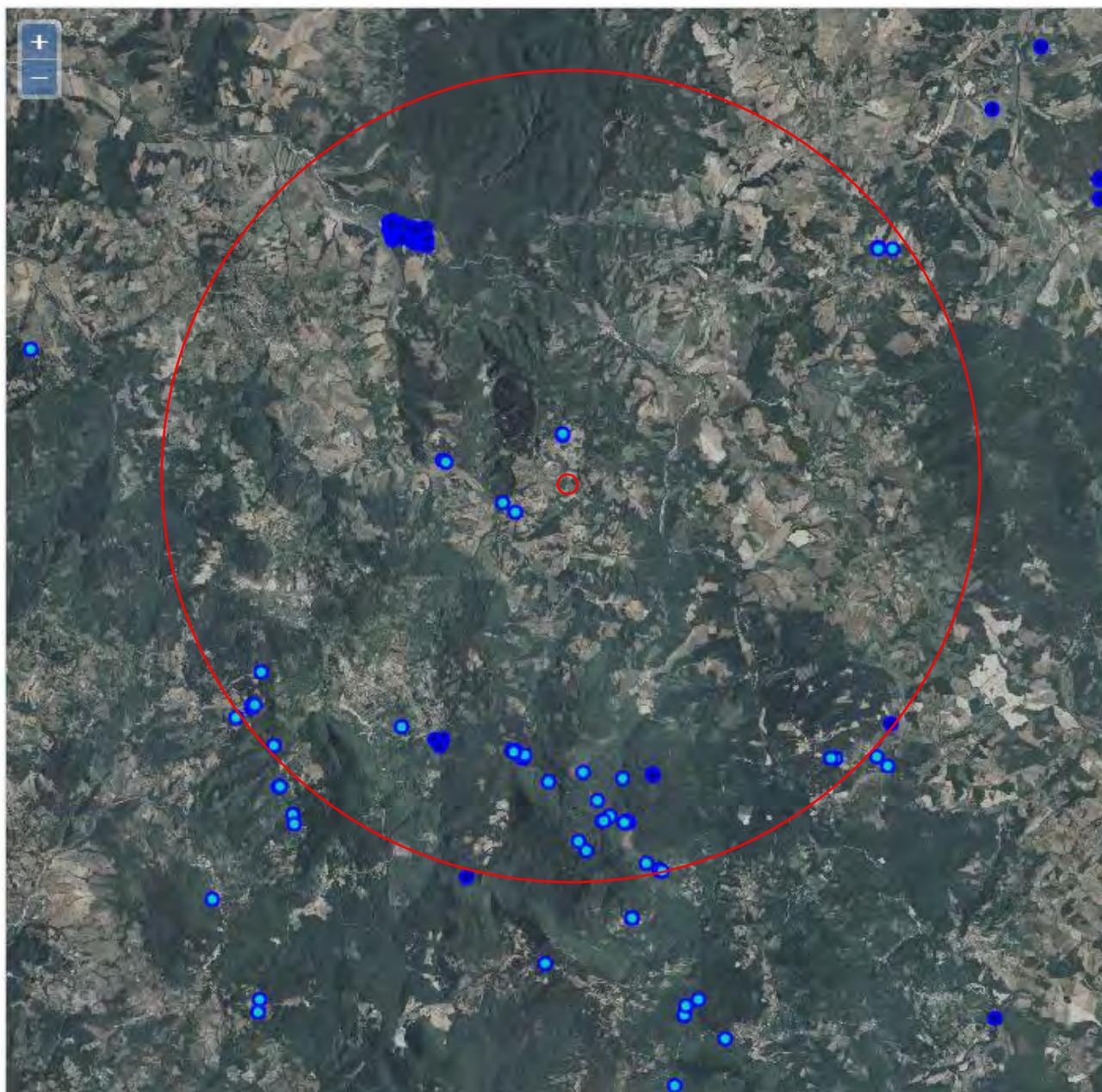


Figura 80: Estratto della carta delle captazioni idriche a scopo idropotabile (considerato un areale di circa 10 km di raggio dal sito di progetto)

Tabella 53: Pozzi e sorgenti idropotabili presenti nell'intorno dell'area di Progetto

CODICE	GESTORE	DESCRIZIONE	COORD. GB_EST	COORD. GB_NORD	LOCALITA'	COMUNE
PZ00000903	ASA spa	POZZO PAVONE1	1656436	4784975	PAVONE LOC. TRE VIGNE, P/RE	Castelnuovo di Val di Cecina
PZ00000902	ASA spa	POZZO PAVONE2	1656265	4784972	PAVONE LOC. TRE VIGNE, P/RE	Castelnuovo di Val di Cecina
PZ00000904	ASA spa	POZZO PAVONE3	1656363	4784831	PAVONE LOC. TRE VIGNE, P/RE	Castelnuovo di Val di Cecina



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

CODICE	GESTORE	DESCRIZIONE	COORD. GB_EST	COORD. GB_NORD	LOCALITA'	COMUNE
PZ00001835	ASA spa	POZZO PRATIVIGNA2	1661538	4784108	n.d.	Radicondoli
PZ00001834	ASA spa	POZZ PRATIVIGNA1	1661536	4784092	n.d.	Radicondoli
CHIPO2	Acquedotto del Fiora spa	Fiumarello (COSVIG)	1667277.95	4785332.32	n.d.	Chiusdino
SO00000634	ASA spa	SORG CALDANELLE	1658220	4790495	LOC. PIETRAIE (GRUPPI OPERE)- LOC. CALCERAIO (GRUPPI OPERE)	Castelnuovo di Val di Cecina
SO00001331	ASA spa	SORG SARACILIERI 2	1659348	4792366	LOC. SARACILIERI (GRUPPI OPERE)- LOC. MONTECASTELLI PISANO	Castelnuovo di Val di Cecina
SO00001330	ASA spa	SORG SARACILIERI 1	1659337	4792398	LOC. SARACILIERI (GRUPPI OPERE)- LOC. MONTECASTELLI PISANO	Castelnuovo di Val di Cecina
SO00001081	ASA spa	SORG CALCERAIO 3	1657891	4790734	LOC. PIETRAIE (GRUPPI OPERE)- LOC. CALCERAIO (GRUPPI OPERE)	Castelnuovo di Val di Cecina
SO00001083	ASA spa	SORG GORGO2	1651849	4785724	GORGO, P/RE	Castelnuovo di Val di Cecina
SO00001504	ASA spa	SORG GORGO1	1651846	4785800	GORGO, P/RE	Castelnuovo di Val di Cecina
SO00001505	ASA spa	SORG GORGO 3	1651895	4785800	GORGO, P/RE	Castelnuovo di Val di Cecina
SO00001329	ASA spa	SORG DOCCIOLI 2	1655446	4785275	PAVONE LOC. TRE VIGNE, P/RE	Castelnuovo di Val di Cecina
SO00001084	ASA spa	SORG POGGIBIADA 1	1652364	4784821	SS329-SP49 LOCALITA' BURRAIA SASSO(SASSO PISANO)	Castelnuovo di Val di Cecina
SO00000624	ASA spa	SORG FONTINO1-SAN DALMAZIO	1656432	4791768	SP27	Pomarance
SO00001082	ASA spa	SORG PESCINE ROSA	1652071	4786612	n.d.	Pomarance
SO00000623	ASA spa	SORG FONTINO2-I LAVATOI	1656542	4791715	SP27	Pomarance
SO00001072	ASA spa	SORG ONORE 4	1658415	4784489	PODERNUOVO, P/RE	Radicondoli
SO00001070	ASA spa	SORG ONORE 3	1658366	4784535	PODERNUOVO, P/RE	Radicondoli
SO00000662	ASA spa	SORG ONORE 1	1658373	4784538	PODERNUOVO, P/RE	Radicondoli
SO00000656	ASA spa	SORG CARLIN DEL PAPA	1659930	4782256	n.d.	Radicondoli



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

CODICE	GESTORE	DESCRIZIONE	COORD. GB_EST	COORD. GB_NORD	LOCALITA'	COMUNE
SO00000663	ASA spa	SORG RISCONE 3	1659010	4783949	Strada Comunale Solaio Fosini	Radicondoli
SO00000661	ASA spa	SORG PESCINE	1659846	4784151	n.d.	Radicondoli
SO00001506	ASA spa	SORG ACERO MEDIO	1660965	4782937	SORGENTE DELL'ACERO	Radicondoli
SO00001075	ASA spa	SORG RIMAGGIO1	1660790	4784015	n.d.	Radicondoli
SO00001074	ASA spa	SORG ACERO BASSO	1660926	4782963	SORGENTE DELL'ACERO	Radicondoli
SO00001073	ASA spa	SORG PALAZZOLI	1660481	4783106	n.d.	Radicondoli
SO00000685	ASA spa	SORG ACERO ALTO	1660857	4782942	SORGENTE DELL'ACERO	Radicondoli
SO00000660	ASA spa	SORG PIETRASDRUC CIOLA	1660196	4783488	n.d.	Radicondoli
SO00000659	ASA spa	SORG TREGGIATE 2	1660317	4782997	n.d.	Radicondoli
SO00000658	ASA spa	SORG TREGGIATE	1660330	4782996	n.d.	Radicondoli
SO00000657	ASA spa	SORG GINEPRO	1659737	4782471	n.d.	Radicondoli
SO00001071	ASA spa	SORG ONORE 2	1658372	4784531	PODERNUOVO, P/RE	Radicondoli
SO00001079	ASA spa	SORG GIUNCAIE	1658420	4784569	PODERNUOVO, P/RE	Radicondoli
SO00001078	ASA spa	SORG PODERE NUOVO3	1658192	4784696	PODERNUOVO, P/RE	Radicondoli
SO00001077	ASA spa	SORG PODERE NUOVO6	1658143	4784680	PODERNUOVO, P/RE	Radicondoli
SO00001076	ASA spa	SORG PODERE NUOVO2	1658169	4784667	PODERNUOVO, P/RE	Radicondoli
CAESO1	Acquedotto del Fiora spa	Solaioli	1666976.29	4796952.9	n.d.	Casole d'Elsa
CAESO2	Acquedotto del Fiora spa	Doccia Vecchia	1666993.65	4796920.15	n.d.	Casole d'Elsa
CAESO3	Acquedotto del Fiora spa	Paradiso	1667346.33	4796911.02	n.d.	Casole d'Elsa
CHISO2	Acquedotto del Fiora spa	Doccione 2	166.593.65	478.450.079	n.d.	Chiusdino
CHISO1	Acquedotto del Fiora spa	Doccione 1	166.585.52	478.449.777	n.d.	Chiusdino
MONSO7	Acquedotto del Fiora spa	Pian della Fonte	1661380.15	4781938.75	n.d.	Montieri
MONSO6	Acquedotto del Fiora spa	Casanacchi 1	1661714.89	4781753.79	n.d.	Montieri
MONSO14	Acquedotto del Fiora spa	Casanacchi 3	1661677.59	4781778.47	n.d.	Montieri
MONSO11	Acquedotto del Fiora spa	Casanacchi 2	1661747.88	4781751.13	n.d.	Montieri



In conclusione, sulla base della caratterizzazione sopra descritta, ai fini della valutazione dell'impatto, alla componente ambiente idrico sotterraneo è stata attribuita una sensibilità trascurabile.

4.7.2 Valutazione degli impatti

4.7.2.1 Fattori di impatto

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente ambiente idrico sotterraneo per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati.

■ Fase di costruzione

- immissione di inquinanti nel suolo/sottosuolo.

■ Fase di esercizio

- in fase di esercizio non è previsto alcun fattore di impatto agente sulla componente.

4.7.2.2 Valutazione e matrici di impatto

In **fase di costruzione**, un potenziale impatto sulla componente potrebbe derivare a seguito dell'immissione di inquinanti nel suolo/sottosuolo a causa di perdite accidentali dai mezzi durante le operazioni di scavo per la realizzazione delle opere civili e dell'impianto.

Si sottolinea che le condizioni idrogeologiche dell'area di intervento sono caratterizzate da una circolazione idrica circoscritta alle porzioni più superficiali delle formazioni litologiche affioranti.

La circolazione idrica sotterranea è in pratica da ascrivere alle coltri detritiche di alterazione superficiale, dotate di una maggiore, seppur limitata, conducibilità idraulica rispetto ai litotipi dell'area (a prevalente componente argillosa, sostanzialmente impermeabile).

Nell'area di intervento non sono pertanto attesi corpi idrici sotterranei significativi, bensì possono instaurarsi condizioni di circolazione limitata e a carattere stagionale (tale situazione è riscontrabile nel regime di portata delle sorgenti superficiali individuate nei pressi dell'area in esame).

Stante le suddette considerazioni, si ritiene che eventuali perdite accidentali di contaminanti dai mezzi d'opera durante gli scavi potranno determinare locali situazioni di contaminazione del suolo e/o del sottosuolo, ma non sono attese ripercussioni sulle acque sotterranee.

A tale riguardo si evidenzia che la gestione delle attività di cantiere sarà svolta secondo opportune procedure in grado di minimizzare la possibilità di accadimento di sversamenti di sostanze inquinanti e, anche nel caso di occorrenza di episodi incidentali, si potrà intervenire tempestivamente con la rimozione delle porzioni di suolo eventualmente contaminato.

Con riferimento alle misure di gestione del cantiere da attuare al fine di ridurre al minimo il rischio di episodi di contaminazione si menzionano, a titolo esemplificativo, le seguenti:

- eseguire controlli giornalieri dei circuiti oleodinamici dei mezzi d'opera;
- effettuare operazioni frequenti di manutenzione degli automezzi e delle macchine operatrici;
- prevedere idonee aree di stoccaggio delle sostanze pericolose/inquinanti;
- evitare soste prolungate dei mezzi su aree permeabili;
- disporre le operazioni di rifornimento carburante e lubrificanti dei mezzi d'opera su aree impermeabilizzate.

Con specifico riferimento alla realizzazione dei pozzi, al fine di evitare eventuali interazioni con gli acquiferi potenzialmente attraversati durante la perforazione e possibili contaminazioni, saranno adottate particolari modalità tecnico-operative atte a escludere impatti sulle acque sotterranee.



In particolare, la perforazione sarà condotta mediante l'applicazione di tecniche tali da escludere eventuali rischi di inquinamento delle falde sotterranee e/o danneggiamento di acquiferi derivanti dalla comunicazione tra i pozzi e le falde stesse; i pozzi geotermici profondi saranno infatti totalmente isolati e impermeabili fino alla profondità del serbatoio geotermico e il rivestimento dei fori di perforazione escluderà il contatto o la contaminazione di eventuali acquiferi.

Nel seguito si citano alcune tecniche previste per evitare l'interazione con le acque sotterranee in fase di perforazione:

- il fluido di perforazione utilizzato nei primi tratti perforati sarà preparato esclusivamente con acqua dolce e bentonite (con eventuale aggiunta di idrossido sodico per neutralizzare il pH);
- gli eventuali orizzonti produttivi incontrati (a profondità superiori a quella delle falde) saranno tamponati utilizzando malte cementizie che non contengono additivi chimici, ma solo cloruro di calcio (sostanza innocua), utilizzato per accelerarne il consolidamento;
- l'utilizzo del "conductor pipe" ad infissione permetterà l'isolamento delle eventuali venute d'acqua superficiali fino alla quota di progetto;
- il sistema di circolazione interno ai pozzi risulterà sempre isolato da possibili falde e acquiferi in quanto racchiuso all'interno di tubazioni cementate fino a giorno per poi essere convogliato al sistema fango (vibrovasche, vasche, pompe, etc.).

La Tabella 54 riassume i giudizi di impatto del Progetto sulla componente ambiente idrico sotterraneo in fase di costruzione.

Tabella 54: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Ambiente idrico sotterraneo - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO FASE DI COSTRUZIONE		immissione di inquinanti nel suolo / sottosuolo
Durata nel tempo (D)	breve	
	medio-breve	
	media	
	medio-lunga	
	lunga	
Distribuzione temporale (Di)	concentrata	
	discontinua	
	continua	
Area di influenza (A)	circoscritta	
	estesa	
	globale	
Rilevanza (Ri)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Reversibilità (R)	a breve termine	
	a medio-lungo termine	



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO FASE DI COSTRUZIONE		immissione di inquinanti nel suolo / sottosuolo
	irreversibile	
Probabilità accadimento (P)	bassa	
	media	
	alta	
	certa	
Mitigazione (M)	alta	
	media	
	bassa	
	nulla	
Sensibilità componente (S)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Impatto		Trascurabile

In **fase di esercizio** non sono previsti fattori di impatto agenti sull'ambiente idrico sotterraneo, in quanto i pozzi saranno realizzati in modo che anche durante il funzionamento dell'impianto non risulti possibile il contatto tra fluido geotermico ed eventuali falde; infatti, le tubazioni di rivestimento del pozzo (*casing* superficiale) sono posizionate fino a profondità tali da isolare completamente le eventuali falde superficiali.

In **fase di dismissione** si procederà alla dismissione della centrale geotermoelettrica, delle opere connesse e alla chiusura mineraria dei pozzi. Considerando che la chiusura dell'impianto geotermico pilota avverrà dopo un periodo di almeno e/o minimo 25 anni di esercizio, al momento attuale non si ritiene pertinente valutare le possibili azioni di recupero dell'area in fase di chiusura. Questa progettazione sarà sviluppata in tempi successivi, a valle della definizione e pianificazione degli obiettivi del recupero ambientale.

In questa sede si sottolinea comunque che la chiusura mineraria avverrà in modo sicuro e pretezzo. I pozzi dovranno essere conservati in modo tale che nessun deterioramento del *casing* da corrosione o altri processi si possano verificare nel tempo.

L'abbandono sarà pertanto svolto in modo tale da prevenire futuri flussi tra le diverse parti del serbatoio con potenzialità di pressione differenti e saranno messe in pratica le misure necessarie per garantire un abbandono sicuro e affidabile che non interferisca con l'ambiente idrico sotterraneo.

4.8 Clima acustico

4.8.1 Descrizione della componente

4.8.1.1 Clima acustico

Il vigente Piano di Classificazione Acustica del Comune di Castelnuovo Val di Cecina è stato approvato con la D.C.C. n. 29 del 28/06/2005.

Nella Figura 81 si riporta uno stralcio di tale piano dell'area di studio (fonte: SIRA - Sistema Informativo Regionale Ambientale Regione Toscana), relativo alla frazione di Montecastelli Pisano, dal quale si evince che l'area di insediamento della centrale geotermica e il territorio circostante entro un raggio di oltre 1 Km sono classificati in Classe III "Aree di tipo misto".

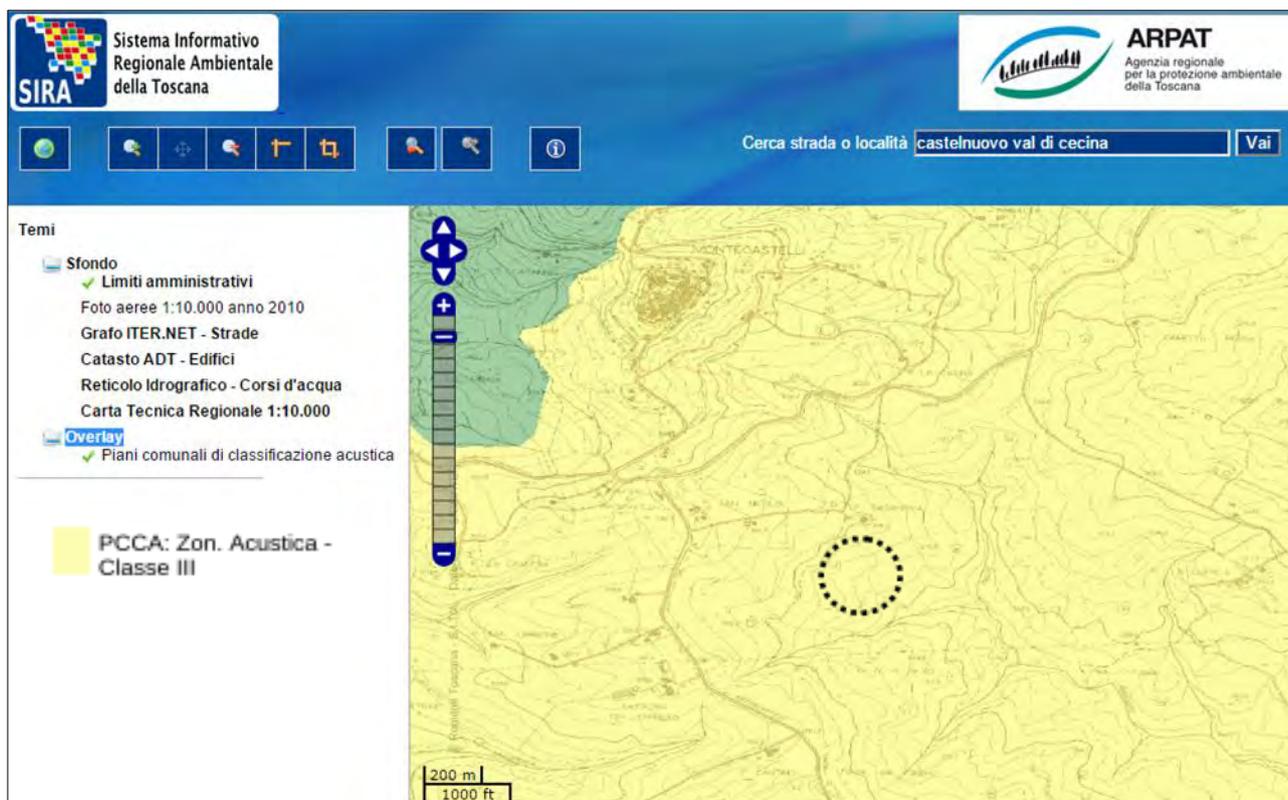


Figura 81: Estratto del Piano di classificazione acustica del Comune di Castelnuovo Val di Cecina (fonte:SIRA)

Al fine di definire il clima acustico dell'area, nei giorni 17 e 18 settembre 2015 è stata condotta dall'ing. Davide Papi, tecnico competente in acustica ambientale, un'indagine fonometrica.

Sono state definite n. 6 postazioni fonometriche, di cui n. 1 fissa (rilievo in continuo per 24h) denominata PF e n. 5 mobili (rilievo con campionamenti ripetuti da 10' in periodo diurno e notturno), denominate P1÷ P5 (Figura 82) (per i dettagli si rimanda alla Documentazione Previsionale di Impatto Acustico in Appendice A).

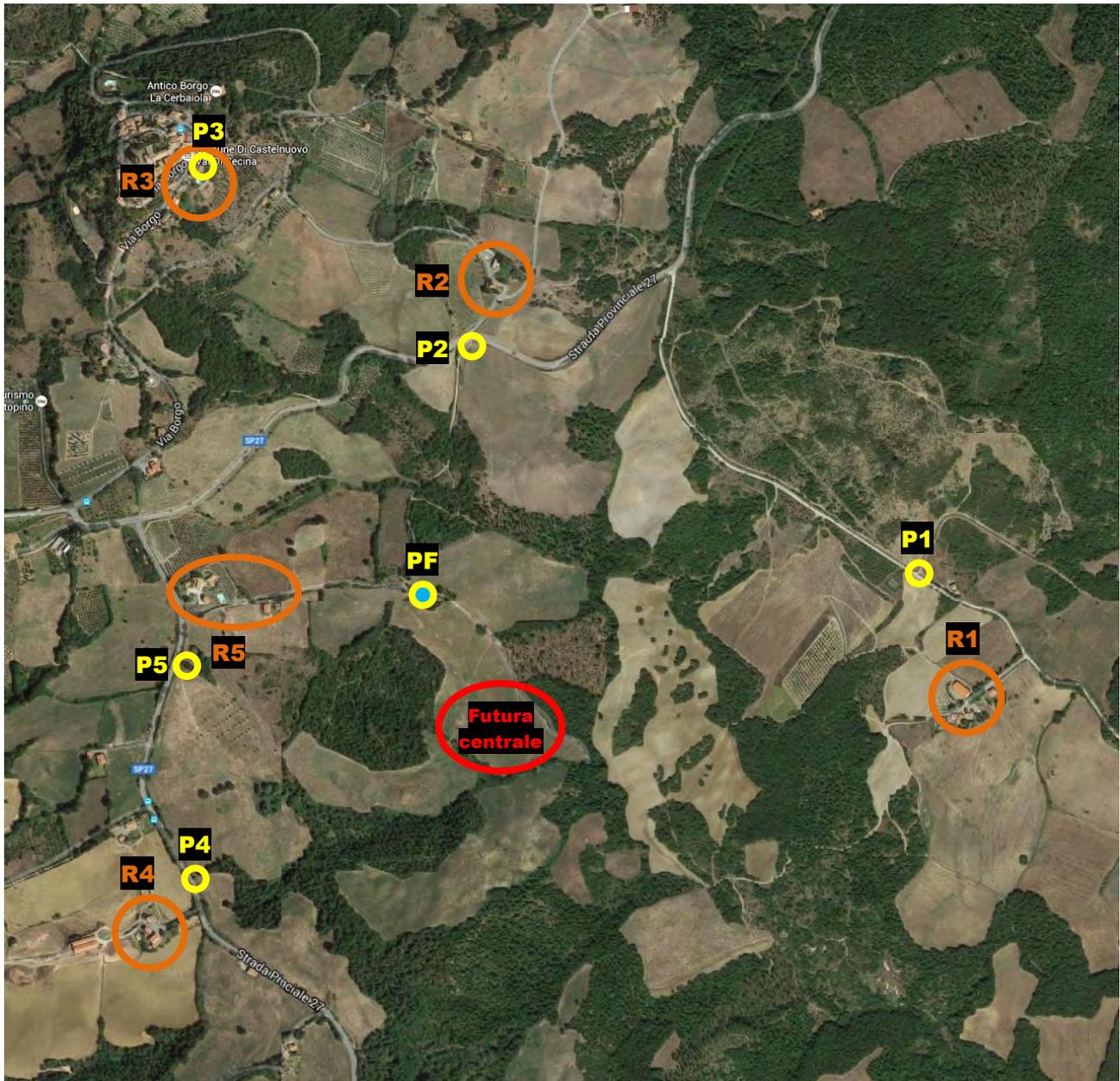


Figura 82: Postazioni di misura fonometrica (Pn) e principali ricettori (Rn)

In Tabella 55 e in Tabella 56 si riportano i risultati delle misure fonometriche. Per ogni postazione si indicano i livelli sonori equivalenti ($L_{Aeq, TM}$) nell'intervallo di misura TM, i livelli sonori di immissione medi del periodo di riferimento TR ($L_{Aeq, TR}$), i relativi Valori Limite di Immissione sonora (V.L.I.) che, in tutti i casi, corrispondono a quelli della Classe Acustica III in cui ricadono tutti i ricettori dell'area.

Tabella 55: Risultati del rilievo fonometrico condotto presso la postazione fissa PF

Postazione	Periodo	Data	Ora Inizio	Ora Fine	$L_{Aeq, TR}$ [dBA]	V.L.I. [dBA]
PF	Giorno	17/09/2015	16.00	22.00	35,0	60
		18/09/2015	06.00	16.00		
	Notte	17-18/09/2015	22.00	06.00	28,0	50



Tabella 56: Risultati dei rilievi fonometrici condotti presso le postazioni mobili P1÷P5

Punto	Periodo	Misura	Data	Ora Inizio	L _{Aeq, TM} [dBA]	L _{Aeq, TR} [dBA]	V.L.I. [dBA]
P1	Giorno	P1-D1	17/09/2015	18.18	29,7	33,5	60
		P1-D2	18/09/2015	09.43	36,4		
		P1-D3	18/09/2015	13.52	30,5		
	Notte	P1-N1	17/09/2015	22.01	27,7	28,5	50
		P1-N2	17/09/2015	23.34	28,9		
P2	Giorno	P2-D1	17/09/2015	18.35	34,3	32,5	60
		P2-D2	18/09/2015	10.27	32,9		
		P2-D3	18/09/2015	14.08	27,9		
	Notte	P2-N1	17/09/2015	22.15	32,0	31,5	50
		P2-N2	17/09/2015	23.53	30,4		
P3	Giorno	P3-D1	17/09/2015	18.55	41,0	38,5	60
		P3-D2	18/09/2015	10.49	38,2		
		P3-D3	18/09/2015	14.25	30,7		
	Notte	P3-N1	17/09/2015	22.33	30,7	29,0	50
		P3-N2	18/09/2015	00.12	26,7		
P4	Giorno	P4-D1	18/09/2015	11.12	34,3	37,5	60
		P4-D2	18/09/2015	13.19	40,1		
		P4-D3	18/09/2015	14.48	36,3		
	Notte	P4-N1	17/09/2015	22.56	30,3	30,0	50
		P4-N2	18/09/2015	00.35	29,6		
P5	Giorno	P5-D1	18/09/2015	11.34	36,5	37,5	60
		P5-D2	18/09/2015	13.33	37,7		
		P5-D3	18/09/2015	15.02	38,7		
	Notte	P5-N1	17/09/2015	23.14	29,8	29,0	50
		P5-N2	18/09/2015	00.54	27,8		

Dall'analisi dei dati risulta quanto segue:

- i livelli sonori residui diurni sono compresi tra 32.5 e 38.5 dB(A) L_{Aeq}, in tutti i casi ampiamente inferiori al valore limite di immissione diurno della Classe III (60 dB(A));
- i livelli sonori residui notturni sono compresi tra 28,0 e 31,5 dB(A) L_{Aeq}, in tutti i casi ampiamente inferiori al valore limite di immissione notturno della Classe III (50 dB(A)).

La principale sorgente sonora è rappresentata dal traffico veicolare della Strada Provinciale n. 27, interessata da flussi di traffico modesti e concentrati nel solo periodo diurno. Si segnala inoltre l'influenza acustica delle attività agricole aventi carattere discontinuo e il suono dei fenomeni naturali.

L'ambiente sonoro è caratterizzato da un'ottima qualità ambientale, pertanto ai fini della valutazione dell'impatto, alla componente clima acustico è stata attribuita una sensibilità media.

4.8.2 Valutazione degli impatti

4.8.2.1 Fattori di impatto

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente clima acustico per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati.



- **Fase di costruzione**
 - emissione di rumore.
- **Fase di esercizio**
 - emissione di rumore.

4.8.2.2 Valutazione e matrici di impatto

In **fase di costruzione** l'emissione di rumore è principalmente imputabile alle attività dei mezzi d'opera impegnati nei rimodellamenti morfologici e nella costruzione della centrale elettrica geotermica, all'attività di perforazione dei pozzi e, in misura minore, al flusso veicolare indotto dal cantiere. La valutazione previsionale dello stato acustico è stata condotta mediante l'impiego del software previsionale Soundplan ed ha riguardato le fasi caratterizzate da una maggiore emissione acustica e correlate sia alle attività di costruzione della centrale (opere civili e meccaniche) sia all'attività di perforazione dei pozzi, quest'ultima condotta anche in periodo notturno.

Per la valutazione di dettaglio si rimanda alla lettura del documento riportato in Appendice A.

La Tabella 57 riassume il giudizio di impatto del Progetto sulla componente clima acustico in fase di costruzione.

Tabella 57: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Clima acustico - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - CLIMA ACUSTICO		emissione di rumore
FASE DI COSTRUZIONE		
Durata nel tempo (D)	breve	
	medio-breve	
	media	
	medio-lunga	
	lunga	
Distribuzione temporale (Di)	concentrata	
	discontinua	
	continua	
Area di influenza (A)	circoscritta	
	estesa	
	globale	
Rilevanza (Ri)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Reversibilità (R)	a breve termine	
	a medio-lungo termine	
	irreversibile	
Probabilità accadimento (P)	bassa	
	media	
	alta	



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - CLIMA ACUSTICO FASE DI COSTRUZIONE		emissione di rumore
	certa	
Mitigazione (M)	alta	
	media	
	bassa	
	nulla	
Sensibilità componente (S)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Impatto		Medio-Basso

In **fase di esercizio** l'emissione di rumore è correlato al funzionamento della centrale elettrica geotermica.

Anche in questo caso è stata eseguita una valutazione previsionale dello stato acustico, condotta mediante l'impiego del software previsionale Soundplan.

Per la valutazione di dettaglio si rimanda alla lettura del documento riportato in Appendice A.

La Tabella 58 riassume il giudizio di impatto del Progetto sulla componente clima acustico in fase di costruzione. Tale impatto potrà comunque essere ridotto implementando le misure di mitigazione durante la fase esecutiva.

Tabella 58: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Clima acustico - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - CLIMA ACUSTICO FASE DI ESERCIZIO		emissione di rumore
Durata nel tempo (D)	breve	
	medio-breve	
	media	
	medio-lunga	
	lunga	
Distribuzione temporale (Di)	concentrata	
	discontinua	
	continua	
Area di influenza (A)	circoscritta	
	estesa	
	globale	
Rilevanza (Ri)	trascurabile	
	bassa	
	media	



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - CLIMA ACUSTICO FASE DI ESERCIZIO		emissione di rumore
	alta	
Reversibilità (R)	a breve termine	
	a medio-lungo termine	
	irreversibile	
Probabilità accadimento (P)	bassa	
	media	
	alta	
	certa	
Mitigazione (M)	alta	
	media	
	bassa	
	nulla	
Sensibilità componente (S)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Impatto		Medio-Alto

In **fase di dismissione** si procederà alla chiusura mineraria dei pozzi, alla dismissione della centrale a ciclo binario e delle opere connesse. Considerando che la chiusura dell'impianto geotermico pilota avverrà dopo un periodo di almeno e/o minimo 25 anni di esercizio, al momento attuale si può stimare che l'impatto connesso a questa fase sarà basso ed inferiore rispetto a quello stimato per la fase di cantiere poiché non saranno presenti le emissioni di rumore correlate all'attività di perforazione dei pozzi.

4.9 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

4.9.1 Descrizione della componente

4.9.1.1 Radiazioni ionizzanti

Per radiazione ionizzante si intende l'energia trasferita in forma di particelle o onde elettromagnetiche pari ad una lunghezza d'onda di 100 nanometri o meno (a una frequenza uguale a o maggiore di 3×10^{15} Hertz) in grado di produrre ioni direttamente o indirettamente⁴².

Le radiazioni ionizzanti sono particelle e/o radiazioni elettromagnetiche che scaturiscono dal processo di decadimento del nucleo di un atomo (radioattività), di origine naturale o artificiale, e sono in grado di modificare la struttura della materia con cui interagiscono. Nel caso dei tessuti biologici questa interazione può portare a un danneggiamento delle cellule. Nella maggior parte dei casi il danno viene riparato dai normali meccanismi di difesa dell'organismo ma, in funzione anche dell'entità e della durata dell'esposizione, a volte le cellule interessate possono risultare compromesse, con conseguenze sulla salute degli individui esposti.

⁴² Direttiva 2013/59/Euratom



La radioattività naturale terrestre è dovuta ai radionuclidi cosiddetti primordiali presenti in varie quantità nei materiali inorganici della crosta terrestre (rocce, minerali) fin dalla sua formazione. I principali radionuclidi primordiali sono il K-40, il Rb-87 e gli elementi delle serie radioattive dell'U-238 e del Th-232.

La concentrazione dei radionuclidi naturali nel suolo e nelle rocce varia fortemente da luogo a luogo in dipendenza della conformazione geologica delle diverse aree. Nell'aria, la radiazione naturale è dovuta principalmente alla presenza di radon e toron, cioè di gas (7,5 volte più pesanti dell'aria) appartenenti alle famiglie dell'uranio e del torio.

I radionuclidi naturali possono essere classificati in funzione dell'origine che li ha prodotti:

- radionuclidi naturali (Naturally Occurring Radioactive Materials - NORM)
- radionuclidi naturali incrementati da attività tecnologiche (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials - TENORM).

I radionuclidi naturali (NORM) sono diffusamente presenti nell'ambiente, con diverse concentrazioni nel suolo, nell'acqua, nell'aria, nei vegetali e negli organismi animali. Fra gli isotopi radioattivi normalmente presenti in natura occorre menzionare: le famiglie dell'Uranio (costituita da 18 radionuclidi), del Torio (costituita da 12 radionuclidi) e dell'Attinio (costituita da 16 radionuclidi), nonché i radionuclidi Carbonio-14, Trizio, Potassio-40, Berillio-7 e Rubidio-87.

I radionuclidi naturali incrementati da attività tecnologiche (TENORM) costituiscono spesso una delle principali sorgenti di esposizione della popolazione. A questa categoria appartengono, infatti, tutti quei materiali utilizzati nelle attività produttive che, pur non considerati radioattivi, contengono radionuclidi naturali che, per effetto dell'intervento tecnologico o di scelte produttive, vengono concentrati, incrementando così significativamente l'esposizione dei lavoratori e della popolazione attraverso:

- la produzione di residui con elevate concentrazioni di radionuclidi e conseguente contaminazione di suolo, aria, acqua ed alimenti per l'impiego di prodotti in cui i NORM hanno subito un processo di concentrazione
- la produzione di derivati da lavorazione di minerali che sono destinati all'impiego da parte di persone del pubblico e nei quali la presenza di radionuclidi è significativa ai fini dell'esposizione di queste.

4.9.1.1.1 Radon

L'uranio-238 è il capostipite di una catena naturale che attraverso successivi decadimenti del nucleo si trasforma in elementi e isotopi diversi fino a raggiungere l'isotopo stabile del piombo-206. Durante tutto il processo vengono emesse, ad ogni trasformazione nucleare, radiazioni ionizzanti di diverso tipo: alfa, beta, gamma o combinazioni di esse. Il decadimento dell'uranio-238 porta infatti alla formazione di Ra-226 che, emettendo una particella alfa, decade in Rn-222, cioè **radon**. Il Radon si trasforma spontaneamente in altre sostanze radioattive dette "figli". La catena di decadimenti ha termine con un elemento stabile rappresentato dal Piombo 206 (^{206}Pb). Nella famiglia del torio, il decadimento del Ra-224 porta alla formazione del Rn-220, un isotopo del Radon chiamato toron, e la catena dei decadimenti ha termine con l'elemento stabile rappresentato dal Piombo 208 (^{208}Pb).

Il radon emanato viene rapidamente disperso all'aperto, dove lo si trova in concentrazioni generalmente basse; quando invece è presente al chiuso, a causa del diminuito ricambio di aria esso tende a concentrarsi.

Tra gli elementi radioattivi naturali, il radon desta ormai da anni particolare attenzione poiché riconosciuto cancerogeno dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

Pertanto la riduzione dell'esposizione al radon nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro è da oltre due decenni oggetto di studio e raccomandazioni da parte di diversi organismi internazionali, e da più di 10 anni la normativa italiana ha introdotto il radon fra le sorgenti di radiazioni naturali soggette al controllo nelle attività lavorative che si svolgono nei sotterranei e in zone particolari del territorio.



Il D.Lgs. 230/95 e s.m.i. richiede, infatti, che le Regioni individuino le zone ad elevata probabilità di alte concentrazioni di radon (*radon-prone areas*) e le caratteristiche dei luoghi di lavoro che possono determinare livelli elevati di radon.

Negli ambienti di lavoro la normativa stabilisce che, se la concentrazione media annua di radon supera il livello di azione di 500 Bq/m^3 , il datore di lavoro deve mettere in atto azioni di rimedio per ridurre la concentrazione di radon e procedere a verificare l'efficacia dell'intervento con una nuova misura di durata annuale, il tutto entro 3 anni dalla prima misura. Le azioni di rimedio non sono dovute se il datore di lavoro dimostra che non viene superata la dose di esposizione di 3 mSv/anno ai lavoratori, dose che viene valutata tenendo conto del tempo di permanenza dei lavoratori nell'ambiente di lavoro.

Nel caso invece che la concentrazione di radon superi il livello di riferimento di 400 Bq/m^3 , è necessario ripetere la misura l'anno successivo (per tenere conto della variabilità annua e dell'incertezza sul risultato della misura).

In Italia non è presente uno strumento normativo per la protezione dall'esposizione al radon nelle abitazioni, tuttavia l'OMS ha proposto un valore di riferimento di 100 Bq/m^3 . Tuttavia, se particolari condizioni non consentissero l'adozione di tale valore, questo non dovrebbe comunque essere superiore a 300 Bq/m^3 (che rappresenta circa 10 mSv all'anno)⁴³.

La nuova Direttiva 2013/59/Euratom introduce livelli di riferimento inferiori rispetto ai livelli di azione indicati dalla normativa italiana per gli ambienti di lavoro. Infatti, ogni Stato membro dovrà stabilire livelli di riferimento nazionali per la concentrazione di radon nei luoghi di lavoro, per la media annua della concentrazione di attività di radon in aria, non superiori a 300 Bq/m^3 , a meno che un livello superiore non sia giustificato dalle circostanze esistenti a livello nazionale. Anche per le abitazioni lo Stato membro dovrà stabilire livelli di riferimento nazionali, per la media annua della concentrazione di attività di radon in aria, non superiori a 300 Bq/m^3 .

Inoltre, la Direttiva stabilisce che gli Stati membri devono garantire l'individuazione di classi o tipi di pratiche che comportano l'impiego di materiali contenenti radionuclidi presenti in natura e che determinano un livello di esposizione dei lavoratori o individui della popolazione non trascurabile dal punto di vista della radioprotezione e che l'individuazione debba essere effettuata tenendo conto dei settori industriali che comportano l'impiego di materiali contenenti radionuclidi presenti in natura, quale la produzione di energia geotermica.

La regione Toscana, già negli anni '90 aveva promosso un'indagine campionaria per rilevare la concentrazione di radon nelle abitazioni delle aree geotermiche dell'Amiata e delle Colline Metallifere: per quest'ultima area erano stati coinvolti otto comuni, tra cui Castelnuovo Val di Cecina⁴⁴. I risultati ottenuti per l'area geotermica delle Colline Metallifere mostrano una concentrazione media di radon nelle abitazioni confrontabile con il valore medio regionale, anche se sono presenti numerosi edifici con livelli medio-alti: infatti sono presenti percentuali significative, rispetto a quelle regionali, di superamento di 200 Bq/m^3 , indicato come livello di riferimento, e di 400 Bq/m^3 . Questo per la presenza di aree che si trovano su substrato geologico di tipo magmatico intrusivo o effusivo, con chimismo generalmente acido o intermedio.

Tabella 59: Risultati delle principali indagini effettuate in Toscana nelle abitazioni

Indagine	Area geografica	Periodo	Tipologia Edifici	Numero edifici	Media aritmetica Bq/m^3	Valore Massimo misurato Bq/m^3	% misure $> 200 \text{ Bq/m}^3$	% misure $> 400 \text{ Bq/m}^3$
Nazionale	Toscana	1989-91	Abitazione	308	48	350	1,2	0
Regionale	Amiata	1992-94	Abitazione	79	145	1240	38	11
Regionale	Colline Metallifere	1992-94	Abitazione	53	47	550	5,7	2

⁴³ World Health Organization. WHO handbook on indoor radon – A public health perspective, 2009

⁴⁴ ARPAT. Indagine regionale sulla concentrazione di radon negli ambienti di vita e di lavoro – Risultati nei Comuni della Toscana, 2012.



Per individuare le zone ad elevata probabilità di alte concentrazioni di radon (mappatura richiesta dal D.Lgs. 230/95 e s.m.i.), la Regione Toscana ha affidato ad ARPAT la realizzazione di una indagine estesa a tutto il territorio per determinare i livelli di radon nelle abitazioni e negli ambienti di lavoro.

L'indagine è stata svolta dal 2006 al 2010 presso tutti i Comuni della Regione Toscana⁴⁴. Gli indicatori calcolati a partire dai dati osservati, sia per le abitazioni che per i luoghi di lavoro sono:

- la media aritmetica (MA) fra le misure in un Comune, che è correlata direttamente al rischio sanitario;
- la media geometrica (MG) fra le misure in un Comune, che rappresenta un valore centrale della distribuzione dei dati nel Comune;
- le percentuali di superamento dei livelli di riferimento per le abitazioni (pari a 200 Bq/m³) e di azione per i luoghi di lavoro (pari a 500 Bq/m³).

Per l'individuazione dei Comuni ad elevata probabilità di alta concentrazione di radon (ai sensi del D.Lgs. 230/05 e s.m.i.) sono state considerate un numero di abitazioni misurate ≥ 15 e ad una percentuale di abitazioni che superano il livello di riferimento di 200 Bq/m³ $\geq 10\%$.

Nella Tabella seguente si riportano i Comuni così individuati.

Tabella 60: Comuni individuati in Toscana ai sensi del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Provincia	Comune	Abitazioni				Luoghi di lavoro			
		N	MA Bq/m ³	MG Bq/m ³	% > 200 Bq/m ³	N	MA Bq/m ³	MG Bq/m ³	% > 400 Bq/m ³
Grosseto	Sorano	19	289	201	50%	40	622	260	43%
Grosseto	Santa Fiora	24	240	168	42%	28	245	169	36%
Siena	Piancastagnaio	28	211	151	38%	29	289	170	24%
Siena	Abbadia San Salvatore	39	205	153	36%	37	246	147	19%
Grosseto	Isola del Giglio	22	157	110	27%	7	151	95	29%
Livorno	Marciana	18	161	84	25%	16	369	193	31%
Grosseto	Pitigliano	16	155	135	24%	34	329	213	38%
Pisa	Montecatini Val di Cecina	19	344	59	22%	17	278	98	18%
Grosseto	Arcidosso	28	143	112	22%	30	239	118	27%
Grosseto	Roccastrada	16	119	77	18%	32	151	80	13%
Grosseto	Castel del Piano	25	117	91	13%	35	247	116	14%
Livorno	Marciana Marina	15	111	74	13%	16	183	118	13%
Pistoia	Piteglio	19	106	66	12%	11	61	50	0%

Dall'analisi della tabella nella provincia di Pisa l'unico Comune interessato risulta essere Montecatini Val di Cecina.

Nelle seguenti tabelle si riportano i risultati rilevati presso il Comune di Castelnuovo Val di Cecina.

Per quanto concerne le abitazioni, essendo presente un numero di dati sufficiente, gli indicatori di MA, MG e la percentuale di abitazioni che presentano il superamento del valore di 100 Bq/m³, risultano in linea con i rispettivi valori Regionali (corrispondenti a 35 Bq/m³, 26 Bq/m³ e 5%). Non sono presenti abitazioni con valori superiori a 200 Bq/m³.



Con riferimento ai luoghi di lavoro, pur essendo esiguo il numero di dati, non sono presenti concentrazioni superiori a 400 Bq/m³.

Tabella 61: Abitazioni - Parametri statistici della distribuzione della concentrazione di radon per Comune

Provincia	Comune	N	MA Bq/m ³	MG Bq/m ³	% > 100 Bq/m ³	% > 200 Bq/m ³	% > 300 Bq/m ³
Pisa	Casciana Terme	5	47	27	12%	3%	1%
Pisa	Cascina	1	16	16			
Massa-Carrara	Casola in Lunigiana	6	52	42	14%	3%	1%
Siena	Casole d'Elsa	4	37	27	11%	3%	1%
Livorno	Castagneto Carducci	1	9	9			
Grosseto	Castel del Piano	25	117	91	45%	13%	5%
Arezzo	Castel Focognano	4	96	52	31%	15%	9%
Arezzo	Castel San Niccolò	18	56	45	12%	1%	0%
Firenze	Castelfiorentino	1	23	23			
Arezzo	Castelfranco di Sopra	3	82	66	34%	14%	7%
Pisa	Castelfranco di Sotto	3	50	35	18%	7%	3%
Grosseto	Castell'Azzara	4	96	80	40%	15%	7%
Siena	Castellina in Chianti	5	39	30	8%	1%	0%
Pisa	Castellina Marittima	5	28	23	4%	0%	0%
Siena	Castelnuovo Berardenga	6	20	18	0%	0%	0%
Lucca	Castelnuovo di Garfagnana	3	45	42	5%	0%	0%
Pisa	Castelnuovo di Val di Cecina	15	31	27	2%	0%	0%
Arezzo	Castiglion Fibocchi	7	65	48	17%	3%	1%
Arezzo	Castiglion Fiorentino	9	27	23	1%	0%	0%

Tabella 62: Luoghi di lavoro - Parametri statistici della distribuzione della concentrazione di radon per Comune

Provincia	Comune	N	MA Bq/m ³	MG Bq/m ³	% > 400 Bq/m ³	% > 500 Bq/m ³
Pisa	Castellina Marittima	1	42	42	0%	0%
Pisa	Castelnuovo di Val di Cecina	2	34	24	0%	0%
Arezzo	Castiglion Fiorentino	3	50	46	0%	0%
Grosseto	Castiglione della Pescaia	2	50	48	0%	0%

4.9.1.2 Radiazioni non ionizzanti

All'interno delle radiazioni non ionizzanti si distinguono, per importanza applicativa, i seguenti intervalli di frequenza:

- frequenze estremamente basse (pari a 50-60 Hz), la cui principale sorgente è costituita dagli elettrodotti;
- radiofrequenze (comprese tra 300 KHz e 300 MHz), le cui principali sorgenti sono costituite dagli impianti di ricetrasmisione radio/TV;



- microonde (con frequenze comprese tra 300 MHz e 300 GHz), le cui principali sorgenti sono costituite dagli impianti di telefonia cellulare e i ponti radio.

Gli elettrodotti sono composti da linee elettriche e cabine di trasformazione elettrica. Le linee elettriche si dividono nelle seguenti classi:

- alta tensione (380 kV, 220 kV e 132 kV): sono le sorgenti di campi elettromagnetici a bassa frequenza di maggior interesse per l'esposizione della popolazione;
- media tensione (15 kV);
- bassa tensione (380 V e 220 V): sono le linee che portano l'energia nei luoghi di vita e di lavoro.

Le linee elettriche a 132kV e a 15 kV non sono solo aeree esterne, ma possono anche essere interrato.

Le cabine di trasformazione, nelle quali la tensione viene trasformata da alta a media, o da media a bassa, si dividono in 3 tipologie:

- stazioni di trasformazione (riduzione di tensione da 380 kV e 220 kV a 132 kV);
- cabine primarie di trasformazione (riduzione di tensione da 132 kV a 15 kV);
- cabine secondarie di trasformazione MT/BT (riduzione di tensione da 15 kV a 380 V e a 220 V).

Nello spazio intorno a un elettrodotto ci sono:

- un campo elettrico, con la frequenza di 50 Hz, che si propaga verticalmente tra i conduttori della linea e la terra ed è molto intenso sotto i conduttori stessi; si misura in Volt su metro (V/m);
- un campo di induzione magnetica, con frequenza di 50 Hz, che si propaga dai conduttori per cerchi concentrici e si misura in microTesla (μ T).

Il campo elettrico prodotto dagli elettrodotti è facilmente schermato dalla maggior parte degli oggetti (anche la vegetazione e le strutture murarie). Esposizioni significative a questo campo elettrico si possono avere solo per alcuni tipi di attività professionali.

Il campo magnetico prodotto dagli impianti elettrici, invece, è poco attenuato da quasi tutti gli ostacoli normalmente presenti, per cui la sua intensità si riduce soltanto al crescere della distanza dalla sorgente. L'intensità del campo magnetico è direttamente proporzionale alla quantità di corrente che attraversa i conduttori della linea elettrica, pertanto varia a seconda dell'energia prodotta e della potenza assorbita (i consumi).

Per le linee aeree esterne l'induzione magnetica, a parità di corrente, varia con la distanza dalla linea, attenuandosi all'aumentare della stessa.

Nel caso di linee interrate, l'induzione magnetica generata è ridotta significativamente e si attenua già a pochi metri dalla linea, non per la schermatura del terreno, ma per il fatto che i 3 conduttori sono tra loro molto ravvicinati, ottenendo una sovrapposizione degli effetti che fa, di fatto, diminuire la risultante del campo generato.

Per gli elettrodotti ad alta tensione non è possibile definire una distanza di sicurezza uguale per tutti gli impianti, proprio perché non tutte le linee trasportano la stessa quantità di energia.

Nel caso delle cabine di trasformazione MT/BT l'impatto elettromagnetico è spazialmente molto confinato: campi significativi si possono trovare soltanto entro distanze di qualche metro dal perimetro della cabina stessa.

I limiti vigenti per l'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici, stabiliti dal D.P.C.M. 08/07/2003, sono i seguenti:



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

- limite di esposizione 100 μ T: livello di induzione magnetica che non deve essere mai superato in nessun punto dello spazio;
- limite di esposizione 5 kV/m: livello di campo elettrico che non deve essere mai superato in nessun punto dello spazio;
- valore di attenzione 10 μ T: livello di induzione magnetica (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio dell'elettrodotto) che non deve essere superato nelle abitazioni ed in generale nei luoghi adibiti a permanenza prolungata della popolazione superiore alle 4 ore giornaliere; si applica alle situazioni esistenti;
- obiettivo di qualità 3 μ T: livello di induzione magnetica (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio dell'elettrodotto) che non deve essere superato nelle abitazioni ed in generale nei luoghi adibiti a permanenza prolungata della popolazione superiore alle 4 ore giornaliere; si applica alle nuove realizzazioni (nuovi edifici vicini ad elettrodotti esistenti, oppure nuovo elettrodotto vicino ad edifici esistenti).

Il territorio del Comune di Castelnuovo Val di Cecina è attraversato da numerosi elettrodotti di alta tensione (Figura 83). Con riferimento all'area di progetto (Figura 84), sono presenti i seguenti elettrodotti aerei ad alta tensione:

- linea Terna da 132 kV "Pian della Speranza – Farinello", distante circa 200 m;
- linea Terna da 380 kV "Poggio a Caiano – Suvereto", distante circa 1.600 m;
- linea Terna da 132 kV "Pian della Speranza – Sesta All.", distante circa 1.700 m.

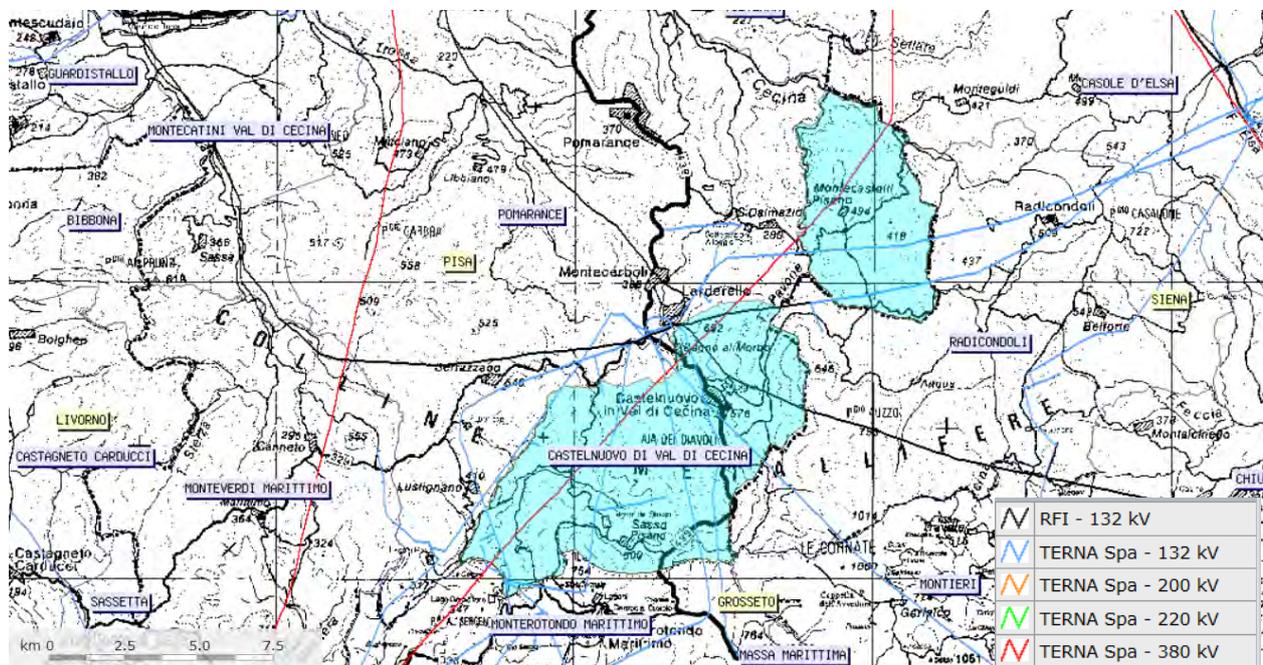


Figura 83: Elettrodotti presenti nel comune di Castelnuovo Val di Cecina (fonte: <http://sira.arpat.toscana.it>)



Figura 84: Elettrodotti presenti in prossimità dell'area di Progetto (fonte: <http://sira.arpat.toscana.it>)

Negli anni 2001 e 2007 l'ARPAT⁴⁵ ha eseguito misure a spot del campo magnetico in prossimità di un edificio distante circa 20 m dall'elettrodotto da 380 kV Poggio a Caiano – Suvereto”, in prossimità di Montecastelli Pisano, nel comune di Castelnuovo Val di Cecina (Figura 85): nella tabella seguente se ne riportano i risultati.

⁴⁵ <http://sira.arpat.toscana.it/webgis/map.phtml>



Figura 85: Ubicazione misure di campo magnetico spot presso edificio residenziale in prossimità di Montecastelli Pisano

Tabella 63: Risultati del monitoraggio del campo magnetico presso edificio residenziale in prossimità di Montecastelli Pisano

Data	Altezza sonda (m)	Campo magnetico medio (μ T)
15/12/2001	1,5	4,7
21/03/2007	0,5	0,54
22/03/2007	0,5	0,29
23/03/2007	0,5	0,29

In conclusione, sulla base della caratterizzazione sopra descritta, ai fini della valutazione dell'impatto, alla componente Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti è stata attribuita una sensibilità alta.



4.9.2 Valutazione degli impatti

4.9.2.1 Fattori di impatto

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente radiazioni ionizzanti e non ionizzanti per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati.

- **Fase di costruzione**
 - emissioni da radionuclidi
- **Fase di esercizio**
 - emissioni elettromagnetiche

4.9.2.2 Valutazione e matrici di impatto

Per quanto riguarda le emissioni da radionuclidi, sulla base delle informazioni disponibili non è possibile escludere la possibilità di arricchimento di radionuclidi naturali nell'ambito del processo produttivo. Si può quindi ipotizzare una mobilitazione di radionuclidi naturali quali ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{224}Ra , ^{222}Rn nell'ambito dell'estrazione del fluido geotermico e successivi processi di arricchimento, rilascio o esposizione a radiazioni ionizzanti, quali:

- Fase di costruzione (perforazione):
 - arricchimento di radionuclidi nei fanghi di perforazione, esposizione in fase di gestione dei fanghi;
- Fase di esercizio
 - rilascio di gas radon nel corso di operazioni di manutenzione del circuito del fluido geotermico;
 - precipitazione di isotopi di Radio all'interno del circuito geotermico ed esposizione agli stessi nel corso di attività di manutenzione o regolazione (revamping) dell'impianto;
 - arricchimento di ^{222}Rn , ^{210}Pb , ^{210}Po sotto forma di incrostazioni del circuito geotermico e quindi:
 - liberazione delle incrostazioni nel flusso in seguito a sollecitazioni meccaniche, con rischio di esposizione nel corso di attività di manutenzione o revamping dell'impianto.
 - contaminazione degli elementi di impianto ed esposizione per irraggiamento in prossimità dei componenti contaminati.
- Fase di dismissione
 - rilascio di gas radon nel corso di operazioni di smontaggio o demolizione del circuito del fluido geotermico;
 - precipitazione di isotopi di Radio all'interno del circuito geotermico ed esposizione agli stessi nel corso di attività di smontaggio o demolizione dell'impianto;
 - arricchimento di ^{222}Rn , ^{210}Pb , ^{210}Po sotto forma di incrostazioni del circuito geotermico e quindi:
 - liberazione delle incrostazioni nel flusso in seguito a sollecitazioni meccaniche, con rischio di esposizione nel corso di attività di smontaggio o demolizione dell'impianto.
 - contaminazione degli elementi di impianto ed esposizione per irraggiamento in prossimità dei componenti contaminati.

È inoltre possibile la generazione di rifiuti contaminati da NORM, che dovranno essere caratterizzati e gestiti come previsto dalla normativa in materia.



I potenziali impatti ambientali potrebbero essere generati **in fase di perforazione** in considerazione della necessità di gestione dei fanghi di perforazione potenzialmente arricchiti in NORM, tuttavia, a valle delle misure che verranno adottate per la prevenzione di eventuali emissioni, l'impatto in fase di perforazione si ritiene trascurabile.

Tabella 64: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI FASE DI CANTIERE		emissioni radionuclidi da
Durata nel tempo (D)	breve	
	medio-breve	
	media	
	medio-lunga	
	lunga	
Distribuzione temporale (Di)	concentrata	
	discontinua	
	continua	
Area di influenza (A)	circoscritta	
	estesa	
	globale	
Rilevanza (Ri)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Reversibilità (R)	a breve termine	
	a medio-lungo termine	
	irreversibile	
Probabilità accadimento (P)	bassa	
	media	
	alta	
	certa	
Mitigazione (M)	alta	
	media	
	bassa	
	nulla	
Sensibilità componente (S)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Impatto		Trascurabile



Durante la **fase di esercizio** la gestione delle emissioni da radionuclidi sarà trattata nell'ambito delle competenze di Salute e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro, mentre non è più prevista la generazione e lo smaltimento di fanghi potenzialmente contaminati in quanto la perforazione sarà completata. Il fattore di impatto che agirà sulla componente sarà relativo alla emissione di radiazioni non ionizzanti relative alla presenza dell'elettrodotta. Dal momento che il tracciato dell'elettrodotta è tuttora in fase di discussione con Enel, la valutazione degli impatti ad esso connessi non sono stati approfonditi nel presente Studio.

In **fase di dismissione** si procederà alla chiusura mineraria dei pozzi e alla dismissione della centrale geotermoelettrica e delle opere connesse. Come per la fase di esercizio, la gestione delle emissioni da radionuclidi sarà trattata nell'ambito delle competenze di Salute e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro.

4.10 Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi

4.10.1 Descrizione della componente

Lo stato attuale della componente "Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi" è stato esaminato considerando un'area di studio di 2 km dal Progetto.

4.10.1.1 Flora e vegetazione

Il territorio dell'area oggetto dello studio si estende in un contesto fitoclimatico omogeneo, in cui si rileva un'ampia distribuzione boschiva con una presenza dominante di suoli agricoli a seminativo semplice con campi delimitati da un reticolo di siepi o filari alberati (Figura 86): in appezzamenti più localizzati, si evidenziano colture tradizionali ad olivo (*Olea europaea*), talvolta distribuiti nell'ambito di colture miste (seminativi arborati), e di colture a vigneti. Le formazioni forestali sono spesso confinate in situazioni morfologiche critiche mentre i seminativi e le colture agricole in genere, comprese le arboree, sono presenti nelle condizioni morfologiche più favorevoli (sommità pianeggianti delle colline) e nei pressi dei centri abitati.



Figura 86: Vegetazione caratterizzante l'area di studio vista da Montecastelli

La tipologia vegetazionale dei boschi presenti è di tipo apenninico riconducibile ai codici Habitat 91 (foreste dell'Europa temperata) e 92 (foreste mediterranee caducifoglie), con strato arboreo dominante a *Quercus*



sp.pl., principalmente cerro (*Quercus cerris*), estese sui versanti delle colline. Queste formazioni si configurano come stadi seriali maturi caratterizzati anche dal castagno (*Castanea sativa*), dal rovere (*Quercus robur*) e, sporadicamente, dal faggio (*Fagus sylvatica*).

I querceti, quasi o esclusivamente cedui, sono nettamente dominati dal cerro e dalla roverella (*Quercus pubescens*) e si presentano anche in consociazione con altre specie quali l'orniello (*Fraxinus ornus*), il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e il carpino bianco (*Carpinus betulus*). Cerro e roverella sono spesso associati in filari e caratterizzano tipicamente il paesaggio toscano nell'area di interesse.

Il cerro è la specie caducifoglia più diffusa in Toscana perché le sue esigenze ecologiche intermedie fra la rusticità della roverella e le maggiori necessità della rovere e della farnia, gli consentono di occupare una vasta gamma di terreni.

Anche il cerro gravita sulle colline ma, rispetto alla roverella, ha maggiori capacità sia di risalita che di discesa. In montagna arriva a 1.000-1.100 metri insinuandosi fra le faggete nelle esposizioni più calde. Verso il basso e verso il mare si inserisce fra la vegetazione mediterranea nelle esposizioni meno soleggiate e lungo i fondovalle fino a raccordarsi ai querceti planiziali.

In questi boschi governati a ceduo il turno è di 10-14 anni effettuati con tagli intercalari delle specie diverse dalle querce e intensa applicazione del pascolo.

I boschi a dominanza di *Castanea sativa*, invece, derivano fondamentalmente da impianti produttivi che, abbandonati, si sono velocemente rinaturalizzati per l'ingresso di specie arboree, arbustive ed erbacee tipiche dei boschi naturali che i castagneti hanno sostituito per intervento antropico. In tutta Italia, sono state descritte numerose associazioni vegetali afferenti a diversi syntaxa di ordine superiore. Per l'area di interesse si fa riferimento in particolare all'ordine *Quercetalia roboris* Tüxen 1931 e all'alleanza *Quercion robori-petraeae* Br.-Bl. 1937 e all'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933. Specie caratteristiche di queste associazioni sono *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Castanea sativa*, *Fraxinus excelsior*, *Euonymus verrucosus*, *Lonicera caprifolium*, *Adoxa moschatellina*, *Cyclamen purpurascens*, *Cardamine pentaphyllos*, *Epimedium alpinum*, *Erythronium dens-canis*, *Knautia drymeja* s.l., *Asperula taurina*, *Lathyrus venetus*, *Potentilla micrantha*, *Dianthus barbatus*, *Primula vulgaris*, *Picea abies*, *Prunus avium*, *Crataegus monogyna*, *Cornus mas*, *Ligustrum vulgare*, *Anemone nemorosa*, *Cardamine enneaphyllos*, *Corydalis* sp.pl., *Carex alba*, *Luzula luzuloides*, *Melica nutans*, *Ornithogalum pyrenaicum*, *Polygonatum multiflorum*, *Salvia glutinosa*, *Scilla bifolia*, *Vinca minor*, *Viola odorata*, *Lathyrus jordani*.

In Figura 87 si riporta un esempio di popolamento arbustivo nell'area di studio, in cui sono riconoscibili *Quercus* sp., *Carpinus* sp., *Fraxinus* sp. ed uno strato arbustivo di transizione allo strato erbaceo caratterizzato principalmente da graminacee.



Figura 87: Un esempio della struttura vegetazionale dell'area di studio

Lo sviluppo di siepi ed altre strutture ecologiche campestri appare relativamente scarso nelle aree coltivate, mentre sono presenti alcune alberature sparse prevalentemente riferibili a specie della macchia e del bosco originario.

L'area di intervento risulta attualmente occupata da terreni agricoli in continuità con terreni agricoli a nord e ad est e circondata ad ovest da settori boschivi continui.

In particolare, si rileva la presenza delle seguenti emergenze vegetazionali in adiacenza all'area di intervento (Figura 88):

- raggruppamento complesso di alberi ad alto fusto (prevalentemente cerri - *Quercuscerris*) sui margini a nord-ovest e a sud-est oltre la strada consortile Bacci-Brini-Conti (A);
- raggruppamento semplice di alberi ad alto fusto lungo il margine meridionale (B);
- raggruppamento complesso di alberi ad alto fusto a sud della SP 27 attraverso la quale si prevede il passaggio della strada di accesso al cantiere (C).



Figura 88: Emergenze vegetazionali prossime all'area di Progetto

Si rileva, infine, che nell'area di studio non sono presenti alberi monumentali individuati ai sensi della L.R. 60/98 aggiornata con Decreto Dirigenziale n. 6252 /2014.

4.10.1.2 Fauna

L'area oggetto di intervento si inserisce in un contesto di interesse naturalistico ospitante numerose specie faunistiche perché legata da un lato alla presenza di aree coperte da boschi e arbusteti e dall'altro al fiume Cecina.

Per il presente studio si è presa in considerazione la normativa europea, relativamente alla fauna protetta, oltre che la normativa nazionale e regionale, in particolare: Dir 147/2009 CEE (Uccelli), Dir 92/43 CEE (Habitat), Dir 85/411 CEE, Dir 91/244 CEE, Convenzione di Berna⁴⁶ e successive ratifiche, Convenzione di Washington⁴⁷, Convenzione di Parigi⁴⁸, Convenzione di Ramsar⁴⁹. Per lo studio della fauna è stata rivolta una particolare attenzione agli habitat individuati, riferendosi ai documenti esistenti in bibliografia e ad osservazioni dirette effettuate durante il sopralluogo.

Il territorio interessato comprende aree naturali, seminaturali ed antropiche. La maggior parte dell'area in esame è stata nel tempo disboscata a vantaggio della pastorizia e dell'agricoltura, ma presenta la consueta compenetrazione tra habitat più o meno naturali nelle zone più acclivi, ed aree agricole nelle zone pianeggianti. Il sistema prato – cespuglieto – bosco qui presente è importante per la fauna, in quanto garantisce un ampio spettro di habitat potenzialmente idonei alle attività delle differenti specie presenti. Tali habitat, che si presentano spesso frammentati a causa dell'antropizzazione, esprimono massima potenzialità per la fauna selvatica quando sono collegati ecologicamente, cioè quando si avvicinano ad una serie di vegetazione completa. L'integrità degli habitat e delle serie (o parti di serie) di vegetazione si riflette in modo

⁴⁶ Convenzione per la conservazione della vita selvatica e dei suoi biotopi in Europa, fu elaborata nel 1979, ratificata in Italia con legge n. 503 del 05/08/81

⁴⁷ Convenzione di Washington o CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) del 3/3/73, ratificata in Italia con legge n. 874 del 19/12/1975

⁴⁸ Convenzione Internazionale per la protezione degli uccelli firmata a Parigi il 18/10/1950, notificata in Italia con Legge 812 del 24/11/1978

⁴⁹ Convenzione firmata a Ramsar il 02/02/1971, entra nella normativa nazionale con il DPR n. 448 del 13/03/1976



positivo sulla componente faunistica, che in un contesto del genere può riscontrare fattori ecologici adeguati alle fasi trofiche e di nidificazione delle specie.

Nella foto aerea che segue è rappresentato un settore dell'area di studio, con il tipico paesaggio illustrato: coltivi, pascoli degradati, cespuglieti di contatto e boschi, talvolta scampati al disboscamento grazie all'acclività del substrato che non ne ha permesso lo sfruttamento a fini agricoli.

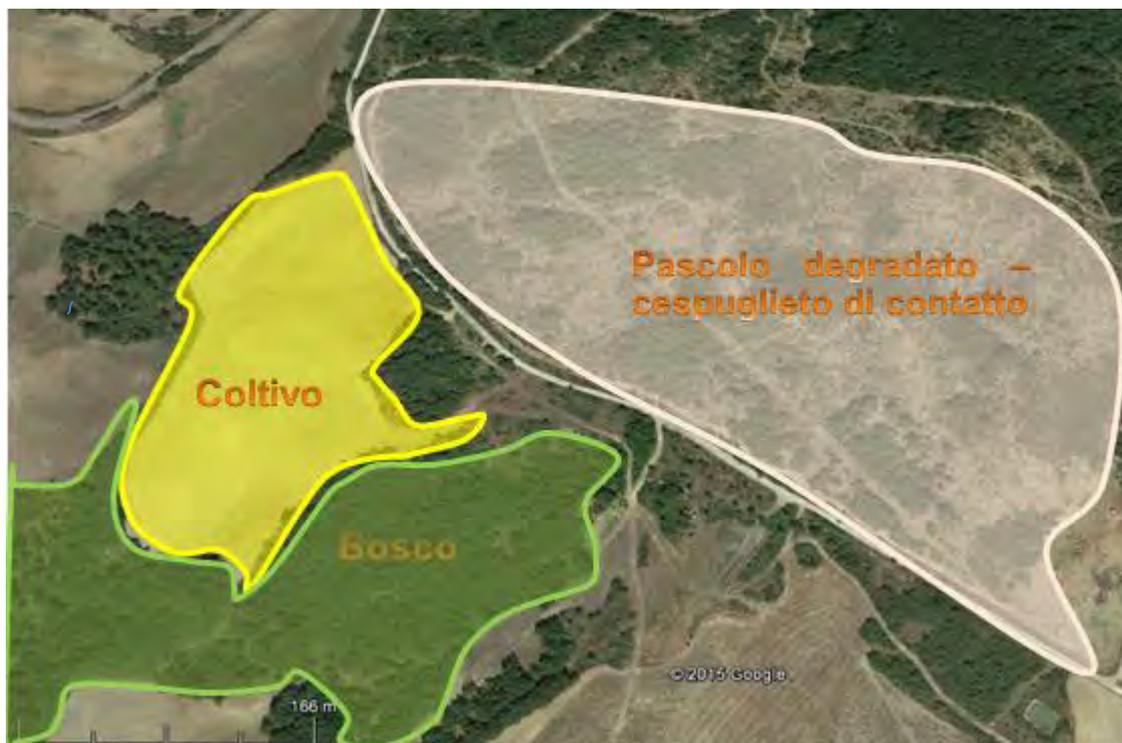


Figura 89: Eterogeneità di ambienti di differente idoneità per la fauna

L'eterogeneità strutturale della copertura vegetale, del substrato e delle condizioni ecologiche offrono un'ampia gamma di nicchie ecologiche favorevoli alle comunità animali, che si riscontra nella ricchezza e diversità della componente faunistica.

L'esame delle risorse faunistiche mostra una buona presenza di specie, alcune delle quali di elevato valore ai fini della conservazione. Nel seguito sono descritte le differenti classi faunistiche analizzate. In particolare, gli habitat agricoli influenzano la presenza di specie tolleranti che si sono adattate ai disturbi arrecati dalle pratiche agricole e dalle attività umane.

Mammiferi

Dall'analisi dei dati pregressi integrati con la ricerca bibliografica, nell'area sono potenzialmente presenti numerose specie di mammiferi appartenenti principalmente agli ordini dei Chiroteri, Roditori, Soricomorfi, Erinaceomorfi, Lagomorfi, Artiodattili e Carnivori. Tra gli ungulati selvatici, si rileva la presenza accertata del daino (*Dama dama*), qui presente non come specie reintrodotta, bensì come specie nativa. L'area esaminata, in particolare quella a nord dell'area di progetto, più boschiva, è interessata dalla presenza del cinghiale (*Sus scrofa*) e, tra gli altri mammiferi, della martora (*Martes martes*) e della faina (*Martes foina*). Le zone boschive o comunque ricoperte da abbondante cespuglieti sono frequentate anche dal quercino (*Eliomys quercinus*) e dal riccio europeo (*Erinaceus europaeus*) che si spinge anche verso le zone più antropizzate e coltivate. Inoltre, gli habitat presenti risultano anche idonei per la presenza della lepre (*Lepus europaeus*), del coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), del gatto selvatico (*Felis silvestris*), della puzzola (*Mustela putorius*) e del lupo (*Canis lupus*), queste ultime tre specie protette dalla Direttiva Habitat 92/43 (Allegato IV).



Tra i mammiferi, si segnala che l'area di studio evidenzia una buona idoneità alla presenza dei diversi chiroterteri segnalati per questo territorio. Nell'area di studio infatti sono presenti ruderi e case abbandonate potenzialmente idonee alla presenza di pipistrelli, in quanto le cavità formate da crolli o fratture formano spesso dei semplici anfratti che possono fungere da riparo temporaneo. Al momento attuale non vi sono dati sulla reale consistenza delle popolazioni delle diverse specie, tuttavia fra le specie più importanti ricordiamo il rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*), il vespertilio smarginato (*Myotis emarginatus*), il miniottero (*Miniopeterus schreibersii*) e il vespertilio maggiore (*Myotis myotis*).

Uccelli

Tra i dati più interessanti ai fini di una gestione sostenibile del territorio, è da sottolineare la presenza di specie predatrici che si situano al vertice delle reti trofiche, confermando l'esistenza di zoocenosi complesse che ne costituiscono la base alimentare. Tali specie vanno considerate in tutta la loro importanza di indicatori in relazione alla scala locale: ad esempio la presenza del biancone (*Circaetus gallicus*) e dello sparviero (*Accipiter nisus*), se considerata in una prospettiva puramente conservazionistica su ampia scala potrebbe essere considerata non importante. Entrambi, infatti, sono considerati a rischio minimo (*Least Concern* – LC) secondo le categorie dell'Unione Internazionale per la Natura (IUCN), si adattano ad una grande quantità di habitat ed hanno colonizzato molti centri urbani anche nel nostro paese. La loro presenza, però, in un contesto locale antropizzato, va letta come indicatore della presenza di una rete ecosistemica completa, comprendente micromammiferi quali prede e risorse alimentari lungo la catena trofica.

Altro dato essenziale alla lettura dell'inventario faunistico dell'area è rappresentato dall'analisi delle presenze faunistiche in termini di comunità. Un'area è considerata di maggior pregio se il numero delle specie è alto e sono poche quelle numericamente dominanti. Attualmente non sono disponibili dati esaustivi su composizione e consistenza delle comunità ma alcune osservazioni qualitative confermano la stretta interrelazione tra integrità dell'habitat e zoodiversità. Ne è un esempio la presenza della ghiandaia (*Garrulus glandarius*), del picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*) e del picchio muratore (*Sitta europea*) in quegli ambienti boschivi dove meno intenso è stato lo sfruttamento a fini pascolativi. L'esempio della ghiandaia permette di sottolineare anche il ruolo, spesso non abbastanza considerato, che alcune specie faunistiche ricoprono nella ricolonizzazione vegetale attraverso disseminazione di semi. Egualmente importante risulta il ruolo ricoperto da picchi che, insieme a micromammiferi e specie insettivore, in generale garantiscono il mantenimento dell'equilibrio ecosistemico del bosco.

Infine, negli incolti e nelle radure boschive si trovano, invece, latottavilla (*Lullula arborea*) e lo strillozzo (*Miliaria calandra*) e, talvolta, specie non frequenti come l'averla piccola (*Lanius collurio*) e l'averla capirossa (*Lanius senator*).

Rettili e anfibi

L'area di studio risulta mediamente idonea alla presenza di rettili e anfibi per la presenza di una rete idrografica (Botro della Casanova, Botro di Bucignano, Botro della Quercia) di potenziale elettività, tuttavia l'“Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Toscana”⁵⁰ indica la potenziale presenza di 14 specie di rettili e anfibi. Nelle zone più aride si potrebbe riscontrare la presenza della Testuggine comune (*Testudo hermanni*), tuttavia essa è segnalata solo per le zone più costiere della Toscana. Nelle zone più umide, in prossimità di ruscelli e di pozze temporanee o permanenti, tanto in zone boscate che aperte, tra gli anfibi si può trovare l'ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata*), il rospo comune (*Bufo bufo*), il rospo smeraldino (*Bufo viridis*) e la rana appenninica (*Rana italica*). L'ululone è l'anfibio più raro della provincia di Pisa, e altrove in Italia e in Europa risulta in allarmante declino.

Tra i rettili sono piuttosto comuni il gecko comune (*Tarentola mauritanica*), la lucertola campestre (*Podarcis sicula*), la lucertola muraiola (*Podarcis muraiola*) e il ramarro (*Lacerta bilineata*). Nei luoghi soleggati e aridi spesso si può trovare la luscegnola comune (*Chalcides chalcides*).

⁵⁰Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze Sezione di Zoologia “La Specola”. Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Toscana. Regione Toscana.



4.10.1.3 Ecosistemi

L'ecosistema esprime l'insieme delle relazioni tra gli esseri viventi (componente biotica) e le componenti ambientali abiotiche (acqua, suolo, aria) entro cui vivono e si muovono.

L'approccio tradizionalmente seguito per la conservazione della natura si è sempre basato sulla protezione di siti chiave; oggi è riconosciuto che questa visione, da sola, non è sufficiente a garantire la conservazione di tutti gli habitat e di tutte le specie di interesse ed il concetto di conservazione si è progressivamente esteso perseguendo l'obiettivo di riqualificare e di connettere tra loro gli habitat mediante la creazione di corridoi e di aree di sosta per la dispersione e la migrazione delle specie, la cosiddetta Rete Ecologica⁵¹. Ai fini del presente studio, si è considerato in particolare il ruolo ecologico assunto dalle diverse formazioni in rapporto al contesto ambientale complessivo e cioè il ruolo svolto dalle diverse cenosi per l'apporto di fonti alimentari, la disponibilità di siti di nidificazione e rifugio per i popolamenti faunistici, nonché il ruolo complementare svolto, insieme ai corsi d'acqua, per la funzionalità dei corridoi ecologici, che costituiscono un nodo di interconnessione importante ai fini di una gestione pianificata in un'ottica di Rete Ecologica. Filari, siepi, rii e fasce di vegetazione, formano una rete di corridoi di comunicazione tali da annullare quel fattore di isolamento che rischia di vanificare gli interventi di tutela rivolti alla conservazione delle biodiversità.

La costituzione di una Rete Ecologica è finalizzata inoltre ad assicurare la continuità dei flussi migratori e genetici delle varie specie e a garantire la funzionalità a lungo termine degli habitat naturali.

La Rete Ecologica è sinteticamente costituita da:

- nodi (aree nucleo o *core area*): aree vaste in cui vi sono le maggiori concentrazioni di elementi di naturalità di elevato valore funzionale, quali i siti della Rete Natura 2000, le aree naturali protette e le oasi di protezione della fauna (individuate dai Piani faunistico venatori);
- zone tampone (*buffer zones*), di sufficiente estensione e naturalità, con funzione di protezione ecologica e di mitigazione degli effetti dell'antropizzazione (effetto filtro). Le aree boscate e le aree umide appartengono a questa categoria.
- corridoi ecologici: lineari continui o diffusi in grado di svolgere necessarie funzioni di collegamento per alcune specie e gruppi di specie in grado di spostarsi, sia autonomamente (fauna) che tramite vettori (flora). Mettono in comunicazione le aree nucleo e le aree di connessione. In generale sono associabili ai corsi d'acqua e al loro corredo di vegetazione lineare. Il corridoio ecologico può essere definito come l'infrastruttura naturale e ambientale che persegue il fine di interrelazionare e di connettere ambiti territoriali dotati di una maggiore presenza di naturalità;
- isole di naturalità (*stepping zones*), elementi puntali o di ridotta dimensione, ma con concentrato carico di biodiversità, che completano il sistema della rete ecologica.

Si evidenzia che attualmente è in fase di elaborazione da parte dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la Carta della Natura alla scala 1:50000 della Provincia di Pisa, pertanto, per l'individuazione e descrizione della componente ecosistema, si è fatto riferimento ai risultati delle analisi svolte per le componenti fauna, flora e vegetazione. In particolare, le principali tipologie ecosistemiche individuate sono caratterizzate dagli elementi tipologici descritti nel seguito, riportate in ordine decrescente di naturalità.

Formazioni forestali

E' una tipologia di uso del suolo che comprende tutte le cenosi vegetali caratterizzate dalla presenza di piante forestali. Si tratta degli ecosistemi più complessi dal momento che la vegetazione conserva, almeno in linea teorica, l'articolazione nei diversi strati di copertura, arboreo, arbustivo ed erbaceo. L'interesse floristico-vegetazionale è molto elevato perchè, oltre alle entità che partecipano in primo piano alla strutturazione del bosco, sono presenti numerose specie nemorali che possono sopravvivere solo in questo

⁵¹ Il concetto di Rete Ecologica compare nell'art 3 della Direttiva Habitat 92/43/CEE, a monte del quale è costituita una rete ecologica Europea coerente di zone speciali di conservazione, denominata "Natura 2000".



tipo di ambiente. La situazione ecologica e l'attuale livello di diffusione di queste cenosi è stata strettamente condizionata dalle modalità di utilizzo dell'ambiente da parte dell'uomo; piuttosto diffusi sono infatti i boschi governati a ceduo (con differente densità di matricinatura) mentre modesta è la presenza di formazioni d'alto fusto, con una struttura ben definita, in cui si raggiunge il valore più alto di complessità strutturale.

Dal punto di vista floristico il tipo di bosco più diffuso è il querceto misto, con netta prevalenza di cerro (*Quercus cerris*), nelle stazioni con suolo più profondo e maggiormente umide, e di roverella (*Quercus pubescens*) nelle zone di versante più aride ed assolate.

Per quanto riguarda la presenza faunistica, va detto che i soprassuoli boscati rivestono un'importanza basilare nella conservazione di un gran numero di specie. Le zone boscate rappresentano infatti l'habitat esclusivo di moltissimi vertebrati; in particolare costituiscono le uniche zone di rifugio per quasi tutte le specie di mammiferi di medie e grandi dimensioni. Ogni strato della vegetazione offre risorse alimentari diverse, cosicché le reti trofiche si presentano particolarmente articolate. Va però segnalato che in presenza di interventi che conducono alla semplificazione della struttura vegetazionale, come ad esempio il governo a ceduo, si assiste ad una riduzione della diversità faunistica, venendo a mancare tutte quelle entità legate al bosco di alto fusto.

Arbusteti

L'arbusteto è una tipologia di uso del suolo che caratterizza ampie zone del territorio indagato. Si tratta di cenosi vegetali formate da specie con spiccate caratteristiche pioniere capaci di colonizzare, più o meno velocemente, tutti gli ambiti territoriali non più soggetti a forme di gestione attiva, come ad esempio i prati-pascoli ed i seminativi abbandonati. L'aspetto fisionomico-strutturale risulta abbastanza eterogeneo, in relazione al tempo intercorso dalla cessazione dell'utilizzo tradizionale. Le specie legnose che li compongono sono soprattutto *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Pyrus amygdaliformis* e alcune specie del genere *Rosa*.

Questi ambienti si presentano dal punto di vista ecosistemico come situazioni di transizione tra gli ecosistemi "aperti" dei prati e quelli "chiusi" dei boschi. Pur essendo strutturalmente poco complessi, presentano un rilevante interesse naturalistico in relazione alla grande biodiversità che li caratterizza.

Vegetazione ripariale

In questa tipologia sono state raggruppati i popolamenti naturali o seminaturali che, indipendentemente dall'aspetto fisionomico, afferiscono agli ambienti umidi presenti. I lembi di vegetazione naturale o seminaturale presenti sono in genere formazioni arbustive ed erbacee, raramente arboree, caratterizzate da una copertura discontinua, da una struttura irregolare o a volte coetaneiforme (a seconda dell'origine o della specie prevalente) e dalla prevalenza di un modello di distribuzione a gruppi. Tra le specie più rappresentate si citano *Salix purpurea*, *Salix fragilis* e *Salix eleagnos*, che formano gruppi piuttosto densi, mentre pioppo *Populus alba*, *Alnus glutinosa* e *Salix alba* sono presenti con esemplari più isolati.

Gli ecosistemi ripariali, quasi trascurabili sotto il profilo dell'estensione nell'area di studio poiché prevalentemente di natura temporanea, innalzano in modo determinante la diversità biologica dell'area indagata. Numerose sono le specie della flora esclusive dei greti sabbiosi e ghiaiosi, come pure le specie faunistiche ad essi legati. I corsi d'acqua rappresentano l'habitat esclusivo di tutta l'ittiofauna e l'habitat riproduttivo per tutte le specie di anfibi, oltreché un ambiente elettivo per numerosi rettili, uccelli e mammiferi.

Coltivi e prati-pascoli

Una ampia estensione dell'area di studio è occupata da superfici utilizzate per attività agricole estensive ed, in minor misura, pastorali. Come già citato, il tipo di agricoltura maggiormente diffuso è rappresentato dalle colture arboree di tipo viticolo e dagli oliveti. In entrambi i casi le colture sono poste nelle immediate vicinanze dei centri abitati ed hanno in genere estensioni esigue. Per quanto riguarda i prati-pascoli, essi sono ampiamente diffusi, anche se in tutta l'area si registra il frequente abbandono dei tradizionali indirizzi gestionali.

Sotto il profilo ecosistemico, i coltivi arborei si presentano poco interessanti soprattutto perché la struttura della vegetazione è stata fortemente banalizzata dall'uomo; la componente arborea è limitata alle specie



coltivate, mentre quelle arbustiva ed erbacea sono scarsamente rappresentate e composte da specie sinantropiche e/o infestanti. La semplificazione strutturale e specifica limita la recettività nei confronti della fauna vertebrata; le possibilità di rifugio e riproduzione/nidificazione sono modeste, le opportunità di alimentazione si mantengono invece abbastanza elevate, soprattutto in coincidenza della maturazione dei frutti, che può costituire un forte richiamo anche per le specie di altri ambienti.

Va segnalato che in certi tipi di coltivi arborei, come ad esempio i vecchi oliveti, le frequenti cavità dei tronchi possono costituire ottimali ambienti di rifugio, riproduzione e nidificazione per alcune specie di piccoli mammiferi e molte specie di uccelli.

Considerando le descrizioni precedenti e la presenza del SIR Valle del Pavone e Rocca Sillana e la definizione della Rete Ecologica da PTCP, si evidenzia l'importanza dell'intera area di studio quale *core area* che assume un ruolo di connessione primaria e secondaria.

Sotto il profilo ecosistemico più tradizionale l'area di progetto rientra nella casistica di un tipico agro-ecosistema a media naturalità.

L'area di progetto confina su tutti i lati con un ampio sistema semi-naturale rappresentato dagli agro-ecosistemi dei coltivi e dal sistema naturale rappresentato dalle formazioni boscate. Si può inoltre affermare che per il basso livello di antropizzazione dell'area le aree coltivate e quelle naturali e seminaturali sono in stretta correlazione. Pertanto fossi e canali che in contesti di significativa artificializzazione rappresentano elementi strategici per la connessione ecologica secondaria, non svolgono tale ruolo nel contesto di studio.

Si segnala infine che esiste una stretta correlazione tra biodiversità vegetale, biodiversità animale e qualità e struttura del suolo: comunità "bene strutturate", dotate di grande diversità biologica, vivono in suoli "ben strutturati" e contribuiscono a mantenerne le qualità. Infine, la diversità biologica a livello pedologico costituisce l'elemento centrale della biodiversità degli ecosistemi e della vita terrestre.

In conclusione, sulla base della caratterizzazione sopra descritta, ai fini della valutazione dell'impatto, alla componente Flora, fauna, vegetazione ed ecosistemi è stata attribuita una sensibilità media.

4.10.2 Valutazione degli impatti

4.10.2.1 Fattori di impatto

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente flora, fauna ed ecosistemi per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati.

■ Fase di costruzione

- emissione di polveri;
- emissione di inquinanti atmosferici;
- asportazione di vegetazione;
- danneggiamento di vegetazione;
- emissione di rumore;
- emissione luminosa.

■ Fase di esercizio

- impermeabilizzazione di suolo;
- emissione di rumore;
- emissione luminosa.



4.10.2.2 Valutazione e matrici di impatto

In **fase di costruzione** il potenziale impatto sarà principalmente imputabile alle emissioni di polveri ed inquinanti in atmosfera derivanti dalle operazioni di movimento terra ed alle attività dei mezzi d'opera per il conferimento dei materiali da costruzione e dei materiali necessari alla costruzione dell'Impianto. Tali emissioni sono sostanzialmente riconducibili ai composti NO_x, CO, CO₂, e particolato inalabile (PM₁₀, PM_{2.5}). Si sottolinea al riguardo che l'ambito di lavoro degli automezzi sarà limitato all'intorno dell'area di Progetto. La rilevanza di tale fattore di impatto, ai fini del presente studio su flora, vegetazione fauna ed ecosistemi, si ritiene pertanto trascurabile.

Il sollevamento di polveri deriverà anche dalla riprofilatura del versante per la predisposizione delle aree di progetto. Per gli interventi di progetto sarà infatti necessario modellare il versante secondo una serie di gradoni di idonea pendenza e provvedere a un adeguato riporto di terra per consentire la corretta configurazione progettuale.

Eventuali ricadute di polveri con ripercussioni sulla capacità vegetativa delle specie floristiche esaminate sono da considerare trascurabili in relazione alla scarsa entità del materiale emesso e grazie alla mitigazione mediante operazioni di bagnatura e all'utilizzo di strumentazioni in grado di limitare le emissioni di polveri (ad esempio, la bagnatura e la copertura con teloni dei materiali polverulenti trasportati sugli autocarri). Ulteriori dettagli sono riportati al paragrafo 4.4.2 relativo alla componente Atmosfera.

In caso di eventi incidentali, con perdite di contaminanti dai mezzi d'opera, potranno verificarsi situazioni di contaminazione del suolo e delle acque sotterranee e conseguente danno alla componente in esame: tuttavia tale impatto risulta trascurabile in quanto la gestione delle attività di cantiere sarà svolta secondo opportune procedure in grado di minimizzare la possibilità di accadimento e/o di intervenire tempestivamente con la rimozione delle porzioni di terreno oggetto di eventuale contaminazione accidentale. In particolare, al fine di limitare i rischi di inquinamento del suolo, in corrispondenza delle aree di cantiere saranno adottati opportuni accorgimenti, quali, ad esempio, l'esecuzione dei rifornimenti di carburante e lubrificanti ai mezzi meccanici su pavimentazione.

Un potenziale impatto più significativo è previsto in relazione al taglio della vegetazione (principalmente di cerro - *Q. Cerris*) appartenente alla fascia boscata a nord della strada vicinale Bacci-Brini-Conti. Il taglio interesserà circa 1.500 m². Si segnala che questo taglio comporterà un impatto basso in relazione all'entità dell'estensione che non si ritiene possa avviare un processo di frammentazione degli ecosistemi e riduzione della permeabilità degli habitat con conseguente danno per la mobilità della fauna segnalata potenzialmente presente nell'area in esame. Inoltre questa area si configura già attualmente come un bosco rado. L'impatto dovuto alla riduzione di cerreta sulla componente faunistica ed ecosistemica risulta pertanto trascurabile e completamente reversibile.

Il passaggio dei mezzi di cantiere potrebbe causare un danneggiamento della vegetazione, ma un'opportuno confinamento delle aree con rete di cantiere riduce notevolmente i potenziali impatti in termini, ad esempio, di danni al colletto, al tronco ed alla chioma. E' importante segnalare che, nonostante il confinamento degli individui, si potrebbe verificare un potenziale schiacciamento delle radici degli esemplari più prossimi alle aree di cantiere. In tal caso sarà opportuno mantenere monitorato lo stato fitosanitario degli individui arborei maggiormente a rischio di danneggiamento.

Il rumore prodotto durante le fasi di costruzione potrebbe creare disturbo alla fauna ma non tale da produrre alterazioni dei modelli comportamentali. Le fonti di emissione acustica principali saranno rappresentate dalle attività di perforazione e dai mezzi d'opera utilizzati nelle diverse fasi di lavorazione e dall'aumento del traffico locale di mezzi pesanti, fattori di disturbo per diverse specie animali. Si sottolinea che le attività per la predisposizione del sito e costruzione della centrale avranno una durata limitata. Osservazioni effettuate in situazioni analoghe a quella in esame inducono a ritenere, con ragionevoli margini di certezza, che la fauna locale reagirà alla presenza del cantiere allontanandosi inizialmente dalle fasce di territorio circostanti il sito, soprattutto gli uccelli che risultano particolarmente sensibili a sollecitazioni di questo tipo; in un secondo tempo, tenderà a ricoprire tali habitat. Considerando quindi la transitorietà del cantiere, l'impatto è stimato essere basso.



Per quanto riguarda l'emissione luminosa, si evidenzia che l'intensità luminosa dell'area di studio è bassa ed è principalmente correlata all'abitato di Montecastelli ed alle illuminazioni delle singole abitazioni.

Gli effetti dell'inquinamento luminoso possono provocare interferenze con i naturali cicli luce/buio e possono influenzare i processi a livello fisiologico. L'esposizione alla luce artificiale durante le ore notturne, per esempio, può alterare gli orologi biologici in conseguenza di squilibri ormonali e l'inquinamento luminoso può anche trasporre comportamenti che si manifestano in ore diurne o crepuscolari alle ore notturne e incidere sui comportamenti riproduttivi quando essi sono sincronizzati con il fotoperiodo. Inoltre i gradienti di luminosità possono condizionare i tempi dedicati alla ricerca del cibo da parte delle diverse specie animali modificando i processi di competizione interspecifica.

L'impatto potenziale individuato nell'area di studio è principalmente da evidenziare per l'avifauna (soprattutto migratrice) e per i mammiferi, mentre si ritiene trascurabile per gli anfibi, sia anuri che urodeli, che hanno forti abitudini notturne ma che tendono a concentrarsi nelle aree umide più distanti dal sito per i processi riproduttivi. L'avifauna e i chiroterri invece potranno subire delle interferenze dei voli, con conseguenti allontanamenti del volo rispetto all'area di progetto, mentre per gli altri mammiferi vi sono ipotesi in letteratura che la luce artificiale possa avere effetti sullo stato fisiologico degli animali. Tuttavia, data la natura temporanea della fase di cantiere, questo impatto si ritiene basso in quanto reversibile e non agente direttamente su un corridoio ecologico strategico per i movimenti delle specie considerate.

In conclusione è possibile affermare che l'estensione temporale del Progetto non darà luogo ad un impatto protratto nel tempo, considerato che la fase di costruzione avrà durata limitata nel tempo ed una estensione territoriale limitata.

La Tabella 65 riassume i giudizi di impatto del Progetto sulla componente "Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi" in fase di costruzione.



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

Tabella 65: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Flora, fauna, vegetazione ed ecosistemi - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - FLORA, VEGETAZIONE, FAUNA ED ECOSISTEMI FASE DI COSTRUZIONE		emissione di polveri	emissione di inquinanti atmosferici	asportazione vegetazione	danneggiamento di vegetazione	emissione di rumore	emissione luminosa
Durata nel tempo (D)	breve						
	medio-breve						
	media						
	medio-lunga						
	lunga						
Distribuzione temporale (Di)	concentrata						
	discontinua						
	continua						
Area di influenza (A)	circoscritta						
	estesa						
	globale						
Rilevanza (Ri)	trascurabile						
	bassa						
	media						
	alta						
Reversibilità (R)	a breve termine						
	a medio-lungo termine						
	irreversibile						
Probabilità accadimento (P)	bassa						
	media						
	alta						
	certa						



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - FLORA, VEGETAZIONE, FAUNA ED ECOSISTEMI FASE DI COSTRUZIONE		emissione di polveri	emissione di inquinanti atmosferici	asportazione vegetazione	danneggiamento di vegetazione	emissione di rumore	emissione luminosa
Mitigazione (M)	alta						
	media						
	bassa						
	nulla						
Sensibilità componente (S)	trascurabile						
	bassa						
	media						
	alta						
Impatti		Trascurabile	Trascurabile	Basso	Trascurabile	Basso	Trascurabile



In **fase di esercizio** i potenziali impatti saranno legati essenzialmente alle emissioni sonore correlate al funzionamento dell’Impianto ed alle emissioni luminose dei fari per l’illuminazione.

Si evidenzia che le specie faunistiche rispondono in modo diverso al disturbo acustico rispetto alla sensibilità umana, pertanto i limiti di potenze sonore definite alla sorgente ed ai recettori costituiscono solamente un riferimento qualitativo ai fini della valutazione. Tuttavia si segnala che le specie faunistiche, dopo un primo periodo in cui si verifica un maggior disturbo, hanno la capacità di adattarsi alle modifiche ambientali, pertanto gli impatti ad esse correlate dal funzionamento dell’impianto in fase di esercizio sono da considerare bassi.

Altri impatti registrabili in misura minore sono l’impermeabilizzazione di suolo che si traduce in una sottrazione di habitat utile ed il disturbo arrecato alla fauna durante i lavori di manutenzione. Le specie sensibili alla presenza dell’uomo, infatti, possono essere disturbate, e quindi allontanate, dalla maggiore presenza umana dovuta alla fase di costruzione. Durante la fase di esercizio, tuttavia diminuisce sensibilmente la presenza umana e gli impatti ad essa associata (disturbo, rumore, inquinamento) e tali impatti sono da considerare pertanto trascurabili.

La Tabella 66 riassume i giudizi di impatto del Progetto sulla componente “Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi” in fase di costruzione.

Tabella 66: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Flora, fauna, vegetazione ed ecosistemi - Fase di esercizio

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - FLORA, VEGETAZIONE, FAUNA ED ECOSISTEMI FASE DI ESERCIZIO		impermeabilizzazione di suolo	emissione di rumore	emissione luminosa
Durata nel tempo (D)	breve			
	medio-breve			
	media			
	medio-lunga			
	lunga			
Distribuzione temporale (Di)	concentrata			
	discontinua			
	continua			
Area di influenza (A)	circoscritta			
	estesa			
	globale			
Rilevanza (Ri)	trascurabile			
	bassa			
	media			
Reversibilità (R)	alta			
	a breve termine			
	a medio-lungo termine			
Probabilità accadimento (P)	irreversibile			
	bassa			
	media			
	alta			
	certa			



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - FLORA, VEGETAZIONE, FAUNA ED ECOSISTEMI FASE DI ESERCIZIO		impermeabilizzazione di suolo	emissione di rumore	emissione luminosa
Mitigazione (M)	alta			
	media			
	bassa			
	nulla			
Sensibilità componente (S)	trascurabile			
	bassa			
	media			
	alta			
Impatti		Basso	Trascurabile	Trascurabile

In **fase di dismissione** si procederà alla dismissione dell'impianto ORC e delle opere connesse. Considerando che la chiusura dell'impianto geotermico pilota avverrà dopo un periodo di almeno e/o minimo 25 anni di esercizio, al momento attuale non si ritiene pertinente valutare le possibili azioni di recupero dell'area in fase di chiusura. Questa progettazione sarà sviluppata in tempi successivi a valle della definizione e pianificazione degli obiettivi del recupero ambientale.

Si segnala in conclusione che gli impatti connessi a questa fase saranno confrontabili con gli impatti generati in fase di cantiere, in particolare in relazione alla emissione di polveri ed inquinanti in atmosfera ed alla emissione di rumore. Se il sito sarà oggetto di ripristino naturalistico, si possono anticipare impatti positivi sulla componente flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi.

4.11 Paesaggio

4.11.1 Descrizione della componente

Il Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico, approvato con Delibera del Consiglio Regionale (DCR) n. 37 del 27 marzo 2015, suddivide il territorio in 20 ambiti, riconosciuti per gli aspetti, i caratteri peculiari e le caratteristiche paesaggistiche del territorio regionale derivanti dalla natura, dalla storia e dalle loro interrelazioni. L'area di studio appartiene all'ambito n. 13 "Val di Cecina", come mostrato nelle figure sottostanti.

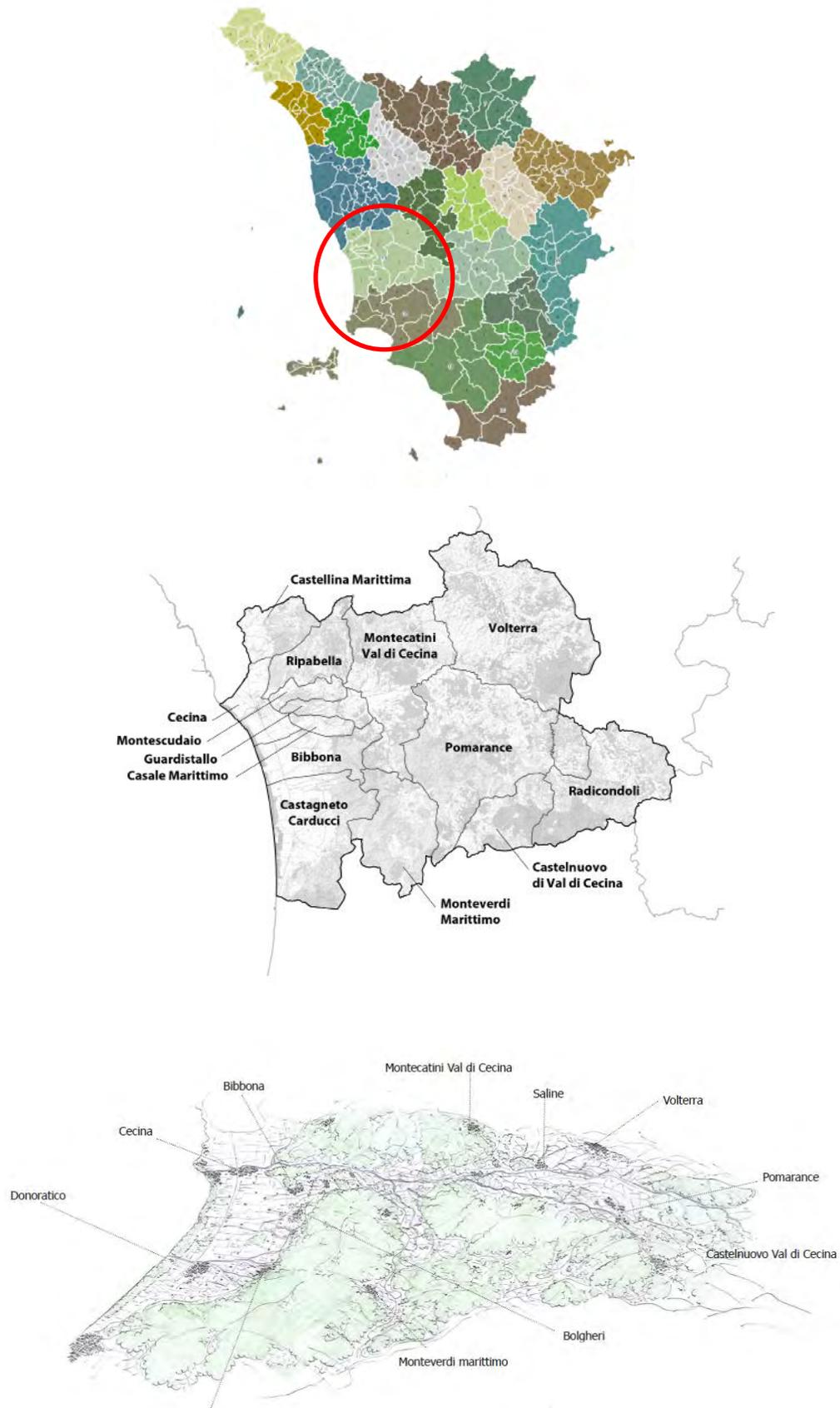


Figura 90: Ambito di paesaggio n. 13 "Val di Cecina" individuato nel Piano di Indirizzo Territoriale.



Ogni ambito di paesaggio è descritto dal piano tramite apposite schede, secondo i seguenti parametri:

- caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici;
- caratteri ecosistemici del paesaggio;
- carattere policentrico e reticolare dei sistemi insediativi, urbani e infrastrutturali;
- caratteri morfotipologici dei sistemi agro ambientali dei paesaggi rurali;

Si riportano di seguito alcuni estratti del Piano utili per caratterizzare in maggiore dettaglio lo stato attuale del contesto paesaggistico in cui si colloca l'area di studio.

Per quel che riguarda i caratteri **idro-geo-morfologici** l'ambito della Val di Cecina comprende una ricca articolazione di paesaggi collinari, dei bacini neogenici e costieri, a cavallo tra i bacini idrografici dell'Arno, dell'Ombrone e della Costa Toscana.

Alle spalle delle catene costiere, si struttura un paesaggio complesso; una seconda serie di catene collinari segue a breve distanza, talvolta senza soluzione di continuità; si tratta di nuovo di sistemi collinari sulle Unità Liguri, prevalentemente a versanti ripidi; i rilievi della Collina su terreni neogenici deformati fiancheggiano e proseguono le colline sui terreni Liguri, offrendo paesaggi più morbidi coperti da mosaici a prevalenza di boschi. Questa catena si raccorda alle propaggini settentrionali delle Colline Metallifere, a cui è associata dalle emergenze vulcaniche e minerarie. Alle spalle della seconda catena di colline si estendono i paesaggi dei bacini neo-quadernari di Volterra – Pomarance. In questo ambito, i bacini neo-quadernari sono stati interessati da sollevamenti superiori alla media di questo tipo fisiografico, tanto che, al limite orientale, sono già visibili le avanguardie delle Colline senesi, con la stessa associazione di terreni Liguri e terreni neogenici antichi, miocenici, deformati. La massima testimonianza di questo sollevamento è, indubbiamente, l'emergenza visuale e paesaggistica di Volterra. Le colline di Pomarance sono un altro esempio dello stesso sistema, anche se con forme più dolci. In effetti, entrambi questi rilievi avrebbero potuto essere classificati nel sistema della Collina su depositi neo-quadernari a livelli resistenti, ma la classificazione scelta tiene conto delle criticità geomorfologiche, più vicine a quelle tipiche della Collina dei bacini neo-quadernari.

Dal punto di vista morfogenetico l'area di studio appartiene ai due seguenti sistemi:

- Collina dei bacini neo-quadernari, litologie alternate (CBAt):
 - **Forme:** Modellamento erosivo intenso, rari ripiani sommitali residuali, versanti ripidi con movimenti di massa (balze e calanchi)
 - **Litologia:** Alternanze di depositi neo-quadernari diversi
 - **Suoli:** Suoli dei sistemi a sabbie e argille dominanti
- Collina a versanti ripidi sulle Unità Liguri (CLVr)
 - **Forme:** Modellamento erosivo intenso, rari ripiani sommitali residuali, versanti ripidi con movimenti di massa (balze e calanchi)
 - **Litologia:** Alternanze di depositi neo-quadernari diversi
 - **Suoli:** Suoli dei sistemi a sabbie e argille dominanti

L'attività agricola condiziona in molti casi le forme dei versanti collinari, in particolare nei sistemi della Collina dei bacini neo-quadernari a litologie alternate e della Collina dei bacini neo-quadernari a argille dominanti. Le superfici oggi osservabili sono il risultato di una storia evolutiva che parte dalla prima colonizzazione agricola, che ha innescato le dinamiche di erosione accelerata in epoche storiche anche recenti, e attraversa un periodo contemporaneo di intenso "recupero" delle forme erosive, basato sull'uso di mezzi pesanti nella riforma meccanica dei versanti. Negli ultimi decenni, una tendenza alla sostituzione delle colture seminatrici con la pastorizia ha portato effetti positivi dal punto di vista idrogeologico. La tendenza alla riforma



meccanica dei versanti si è in massima parte esaurita, ma non si possono escludere nuove intenzioni di intervento, in relazione alla dinamica dei prezzi agricoli; quest'ultima potrebbe provocare un movimento di nuova espansione dei seminativi, da sorvegliare per le possibili conseguenze idrogeologiche.

Tra i valori il piano evidenzia che il territorio della Val di Cecina è ricco di risorse geologico - paesaggistiche e geositi, spesso inclusi in aree protette. Importanti manifestazioni geotermiche sono presenti nella zona di Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo (SIR Campi di alterazione geotermica di Monterotondo e Sasso Pisano), un paesaggio collinare e montuoso dominato dagli impianti di Larderello, sede della prima esperienza al mondo di sfruttamento dell'energia geotermica per la produzione di energia elettrica. Mineralizzazioni boracifere sono associate all'attività geotermica. Nella stessa area sono presenti le sorgenti sulfuree di Micciano e di Libbiano, nella zona di Pomarance, e le sorgenti termali di Sasso Pisano, già sfruttate in epoca ellenistica.

Per quel che riguarda le criticità il Piano evidenzia che il territorio della Val di Cecina ha conservato un buon grado di naturalità, anche grazie alla presenza di numerose aree protette. Il Piano sottolinea che in Val di Cecina sono presenti alcuni dei campi geotermici più importanti di Italia (Larderello e Travale – Radicondoli) i cui impianti di estrazione e sfruttamento, torri di raffreddamento e impianti di adduzione (vaporkotti) hanno un impatto paesaggistico rispetto all'ambiente naturale circostante.

Per quel che riguarda i **caratteri ecosistemici del paesaggio** il piano evidenzia che le zone collinari interne dell'ambito sono dominate da paesaggi agro-silvo-pastorali di elevato valore naturalistico, attraversati dal largo corso del Fiume Cecina e da un denso reticolo idrografico. Vasti complessi forestali di sclerofille e latifoglie termofile (Monterufoli, Caselli, Berignone, Tatti, ecc.), si alternano a paesaggi agricoli tradizionali ed estensivi (colline di Pomarance, Radicondoli), spesso mosaicati con tipiche formazioni dei calanchi e delle bianche (Volterra), o a una agricoltura più intensiva (alta Valdera).

La rete ecologica forestale dell'ambito si caratterizza per l'elevata estensione della sua componente di matrice, interessando in modo continuo i rilievi costieri e interni, con prevalenza di boschi termofili di latifoglie e sclerofille. Tale elemento, in gran parte attribuibile al target regionale delle Foreste e macchie alte di sclerofille e latifoglie, comprende quindi la vegetazione forestale dell'orizzonte mediterraneo e submediterraneo a prevalenza di formazioni di querce sempreverdi (boschi di leccio e macchie alte) e di latifoglie termofile (querceti di roverella e cerro) o di formazioni miste di sclerofille e latifoglie.

La porzione centrale e meridionale dell'ambito presenta un paesaggio agro-silvo-pastorale di elevato valore naturalistico, con pascoli, oliveti e seminativi mosaicati con la copertura forestale e con una elevata densità degli elementi vegetali lineari e puntuali (siepi, siepi alberate, boschetti, ecc.). Tra le aree a maggiore densità di nodi degli agroecosistemi emergono i versanti circostanti Pomarance (alta valle del T. Trossa e del Fiume Cecina), la zona tra Radicondoli e Belforte, tra San Dalmazio e Castelnuovo Val di Cecina, i rilievi circostanti Lustignano, Serrazzano e Monteverdi M.mo.

Il territorio dell'ambito presenta dinamiche territoriali diversificate con settori interessati da processi di abbandono delle attività agro-silvo-pastorali e aree collinari con agricoltura intensiva ed elevato utilizzo selvicolturale, ambienti fluviali ad elevata naturalità contrapposti a tratti fluviali fortemente alterati e inquinati e aree di pertinenza fluviale fortemente antropizzate. Gli ambienti forestali della Val di Cecina hanno subito nel passato una intensa utilizzazione. Rilevante, fino agli anni '60 del secolo scorso, il prelievo di risorse legnose per fornire legna da ardere alle caldaie di evaporazione delle saline di Volterra. Dopo un abbandono diffuso dei boschi verificatosi nel dopoguerra, nell'ultimo ventennio tali attività sono riprese con maggiore intensità, soprattutto nelle proprietà private, per effetto concomitante della maggior richiesta sul mercato di biomassa a scopo energetico, della maggior quantità di legname presente e, infine, della disponibilità di manodopera a basso costo. Al forte prelievo nelle proprietà private, spesso causa di forti alterazioni della struttura ecologica e del valore naturalistico dei boschi, si contrappone una gestione più conservativa nell'ambito del patrimonio agricolo-forestale regionale e nel sistema delle Riserve Naturali. La gestione di tipo naturalistico, finalizzata a conservare la foresta, anche mediante interventi di miglioramento ambientale, ha restituito notevoli elementi di naturalità e maturità al bosco, accentuandone il valore paesaggistico ed ecologico.



Tra gli elementi di criticità il Piano cita i processi di abbandono delle attività agro-silvo-pastorali delle zone interne (ad es. nelle Colline metallifere) o di semplificazione degli agroecosistemi nei casi di estese monoculture cerealicole (in alta Valdera) o viticole (nelle colline tra Bolgheri e Castagneto Carducci). Pur in un contesto di elevata naturalità, rilevanti attività antropiche hanno condizionato il paesaggio della Val di Cecina e i suoi valori ecosistemici: dalla presenza di vaste aree minerarie per l'estrazione del salgemma (Saline di Volterra), alle numerose attività estrattive nelle aree di pertinenza fluviale del Cecina e allo sviluppo dell'industria geotermica (con particolare riferimento alla zona di Larderello e alle colline metallifere interne).

L'area di studio è individuata dal piano come **matrice agro-ecosistemica collinare**.

Dal punto di vista del **carattere insediativo**, le zone collinari interne afferiscono al morfotipo n. 5 "Morfotipo insediativo policentrico a maglia del paesaggio storico collinare" (Art. 5.6 "Volterra" e Art. 5.14 "I rilievi boscati di Radicondoli"). Il sistema insediativo policentrico a maglia del paesaggio storico collinare è costituito da insediamenti collinari di origine medievale che si posizionano lungo la viabilità di crinale longitudinale che segue l'andamento morfologico nord-ovest/sud-est delle colline plioceniche. Questi centri sono relazionati tra loro da una viabilità trasversale principale e da rapporti reciproci di intervisibilità. Le relazioni con il sistema agrario circostante sono assicurate dal sistema delle ville fattoria.

Tra le criticità il piano evidenzia l'abbandono delle aree collinari interne della Val di Cecina con fenomeni di accentramento della popolazione verso i poli industriali di fondovalle, a discapito degli insediamenti più storicizzati e decadimento delle economie ad esse connesse.

Per quel che riguarda il **carattere agro ambientale** il paesaggio collinare è strutturato dalla presenza di grandi rilievi boscati: le propaggini settentrionali dei Monti di Campiglia Marittima; parte delle Colline Metallifere; i colli posti lungo il limite orientale dell'ambito, al confine con la Valdelsa. I boschi sono per lo più costituiti da leccete, cerrete e da associazioni di sempreverdi e latifoglie decidue.

Ai rilievi dominati dalla matrice forestale si affiancano formazioni collinari caratterizzate dall'alternanza tra bosco e tessuti coltivati. L'associazione tra oliveti e seminativi è uno dei tratti distintivi del paesaggio rurale della Val di Cecina e, più in generale, della Toscana centromeridionale. Non di rado, in questi contesti, siepi e formazioni boschive si insinuano capillarmente tra le colture bordando i confini degli appezzamenti che assumono quasi l'aspetto di campi chiusi. Molto alto il valore ambientale di queste porzioni di paesaggio, quasi tutte coincidenti con nodi della rete ecologica regionale degli ecosistemi agropastorali. Sulla gran parte delle Colline Metallifere l'elemento maggiormente qualificante il paesaggio è la presenza di estese superfici agricole e pascolive a campi chiusi (morfotipo 9), che costituiscono testimonianza storica di una particolare modalità di organizzazione del territorio rurale, diversificano il manto forestale contenendo al proprio interno una fitta e articolata rete di equipaggiamento vegetale della maglia agraria dalle importanti funzioni di connettività ecologica, creano un quadro paesistico caratterizzato dall'alternanza tra apertura e chiusura visiva, prodotte rispettivamente da praterie e colture erbacee e dal passo di siepi, filari, macchie boscate.

Più nello specifico il morfotipo dei campi chiusi a seminativo e a prato di collina e di montagna, a cui l'area vasta appartiene, è dato dalla combinazione tra aree a seminativo e a prato-pascolo in cui è leggibile l'organizzazione della maglia a "campi chiusi" con filari, siepi, boschi poderali e alberi isolati. Può essere sia espressione di una modalità di utilizzazione agricola del territorio consolidata, sia esito di fenomeni di rinaturalizzazione derivanti dall'espansione di siepi ed elementi vegetazionali su terreni in stato di abbandono.

In sintesi il piano individua come criticità principali dell'area l'abbandono di coltivi con fenomeni di colonizzazione arbustiva e arborea, la scarsa manutenzione dei tessuti agricoli tradizionali, l'alta produzione di reflussi e il conseguente rischio di erosione del suolo e infine la ridotta qualità ecologica delle formazioni forestali.

Il Piano ha inoltre effettuato un'**analisi dell'intervisibilità teorica**, per verificare le conseguenze dirette visive di una trasformazione della superficie del suolo. Attraverso tale analisi, svolta attraverso applicazione di algoritmi con strumenti informatici, è possibile prevedere da quali punti di vista, considerando le asperità del terreno, tale trasformazione sarà visibile o meno. Sulla base di tale analisi l'area risulta avere un **indicatore linguistico di valutazione molto basso**.



In aggiunta è stata effettuata **un'analisi di intervisibilità ponderata** delle reti di fruizione paesaggistica, per misurare la probabilità di ciascuna porzione del suolo regionale di entrare con un ruolo significativo nei quadri visivi di un osservatore che percorra il territorio. Per questa analisi sono stati considerati Strade panoramiche e/o di interesse paesaggistico, Punti panoramici, Centri e nuclei storici, Aree archeologiche ex art. 136, Siti Unesco, Sentieri CAI, Via Francigena, Grande Escursione Appenninica (GEA), Ferrovie di interesse paesaggistico e la Rete di valorizzazione fruitiva dei beni paesaggistici e delle aree tutelate per legge come punti di fruizione. Sulla base di tale analisi l'area risulta avere un **indicatore linguistico di valutazione molto basso**.

4.11.2 Beni vincolati

Nell'area di studio sono presenti i seguenti beni culturali o paesaggistici vincolati:

- Tomba etrusca a camera detta "Buca delle Fate", identificata dal Piano di Indirizzo Territoriale con codice ARCHEO144 e tutelata con provvedimento di tutela diretta ai sensi della L. 1089/1939 o del D.Lgs. 490/1999 (Titolo I), localizzata a circa 500 m a nord-est dell'area di progetto;
- Torre di Montecastelli, identificata con numero 305797444 e tutelata con provvedimento di tutela diretta ai sensi della L. 363/1909, localizzata a circa 1,2 km a nord dell'area di progetto;
- Cimitero di proprietà comunale, identificato con numero 305797568 tutelato con provvedimento di tutela diretta ai sensi della L. 1089/1939 o del D.Lgs. 490/1999 (Titolo I), localizzata a circa 1,3 km a nord dell'area di progetto.

Risultano infine vincolati ai sensi dell'articolo 142 punto g del D.Lgs. 42/2004 i boschi, alcuni dei quali confinanti con il Sito.

Inoltre il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa identifica nell'area di studio la "Buca delle Fate" come bene di valore culturale a livello sovra provinciale e alcune architetture rurali, tra cui il podere Casanova ai confini nord del Sito, come beni di valore culturale di livello locale.

4.11.3 Analisi dei caratteri identitari dell'area di studio

Si presentano di seguito alcune immagini dell'area di studio in cui si evidenziano i caratteri identitari dell'area di studio così come emersi dai documenti analizzati.



Le strade vicinali



Il sistema agricolo caratterizzato dall'alternanza tra bosco e tessuto coltivato.



Oliveti, seminativi e architetture rurali



Le architetture religiose nei borghi



Gli insediamenti collinari di origine medioevale come il borgo di Montecastelli



Il fiume Cecina

4.11.4 Analisi della visibilità del sito

Per meglio comprendere l'impatto delle opere nel contesto paesaggistico è stata condotta una analisi della visibilità dell'area di Sito.

L'analisi della visibilità consiste nell'individuazione di una serie di punti di visuale sensibili, ossia di punti ad alta fruizione da parte del pubblico, punti di spiccata panoramicità o punti in prossimità di canali visivi privilegiati.

I punti di visuale considerati nell'analisi sono della seguente tipologia:

- Punti di visuale dinamici: indica principalmente strade carrabili da cui il sito risulti visibile in una situazione di moto;
- Punti di visuale statici: indica luoghi puntuali frequentati dal pubblico o con spiccate viste panoramiche;
- Recettori: indica altri luoghi puntuali quali residenze o luoghi di lavoro.

Sulla base di tali considerazioni sono stati individuati i seguenti punti di visuale



Tabella 67: Punti di visuale

Identificativo	Localizzazione	Tipologia
1	Lungo la SP 27 a ovest del sito	Punto di visuale dinamico
2	Presso l'area archeologica Buca delle Fate	Punto di visuale statico
3	Lungo la SP 27 a nord ovest del sito, in prossimità del recettore	Punto di visuale statico e dinamico, presenza di recettore
4	Lungo la SP 27 a nord del sito	Punto di visuale dinamico
5	Da via Borgo, in prossimità dell'ingresso al borgo di Montecastelli	Punto di visuale statico e dinamico, presenza di recettori
6	Lungo la SP 27 a nord-est del sito	Punto di visuale dinamico
7	Lungo una strada vicinale a ovest del Sito	Punto di visuale dinamico e presenza di recettori

Durante le attività di campo la localizzazione dei punti di visuale ha subito lievi modifiche rispetto alla posizione individuata inizialmente (in particolare nel caso di punti di visuale in corrispondenza di recettori) per evitare interferenze e disturbi con le rispettive proprietà private.

La figura sottostante indica i punti di visuale da cui sono state effettuate le riprese fotografiche. Le pagine successive presentano le fotografie scattate dai vari punti; la freccia mostra indicativamente l'area in cui sorgerà il progetto.



Figura 91: Localizzazione dei punti di visuale



Figura 92: vista verso nord est dal punto di visuale 1



Figura 93: vista verso nord est dal punto di visuale 1



Figura 94: vista verso est dal punto di visuale 2



Figura 95: vista verso sud est dal punto di visuale 3



Figura 96: vista verso sud dal punto di visuale 4



Figura 97: vista verso sud dal punto di visuale 4



Figura 98: vista verso sud dal punto di visuale 5



Figura 99: vista verso sud dal punto di visuale 5



Figura 100: vista verso sud ovest dal punto di visuale 6



Figura 101: vista verso ovest dal punto di visuale 7



Figura 102: vista verso ovest dal punto di visuale 7

Il sito è localizzato in un'area agricola, circondata da campi e boschi, in una zona piuttosto distante da recettori e dalle strade. La morfologia del contesto, composta principalmente da colline, fa sì che l'area di progetto risulti spesso mascherata da colline e da elementi vegetazionali quali alberi, filari e boschi. Il Sito si trova infatti sul versante di una collina in un'area più bassa rispetto alle strade e ai recettori circostanti.

Come mostrato dalle fotografie, il sito risulta generalmente distante dai principali punti di visuale e difficilmente visibile a causa della morfologia del territorio e della presenza di elementi di interferenza visiva quali alberi e boschi. I punti di visuale risultano in genere a bassa fruizione, comprese le strade provinciali, che hanno livelli di traffico generalmente ridotti.

4.11.5 Valutazione della sensibilità della componente

Per l'analisi della componente paesaggistica si è utilizzato un approccio qualitativo che permette di descrivere e valutare la sensibilità dell'area di studio sulla base di alcune criteri, a loro volta suddivisi in sotto-elementi. Di seguito si riporta un'indicazione degli elementi considerati.

■ **Qualità morfologica**

- **Naturalità:** indica la presenza di elementi naturali e il loro ruolo nel definire l'assetto del paesaggio complessivo (reti ecologiche, manto forestale, siepi e filari);
- **Rarietà:** indica presenza di elementi con spiccate caratteristiche tipiche del luogo, difficilmente riscontrabili in altri contesti;
- **Integrazione:** indica il livello di integrazione tra elementi antropici, storici e contemporanei, con la morfologia e l'assetto naturale del luogo.

■ **Qualità percettiva**

- **Fruizione paesaggistica:** indica il grado di visibilità del luogo sulla base alla morfologia dell'area e la presenza di spiccati luoghi panoramici;



- Fruizione ricreativa: indica il grado in cui il territorio è utilizzato per attività ricreative per le quali l'esperienza del paesaggio è un elemento centrale.
- Elementi di intrusione: presenza di elementi di chiara detrazione paesaggistica per la loro incoerenza con il contesto paesaggistico dominante.

■ Qualità simbolica e culturale

- Tutela: indica il livello di tutela e salvaguardia da parte di normative nazionali e locali, oltre che iniziative di valorizzazione;
- Simbolicità: indica la presenza di elementi paesaggistici che appartengono a espressioni artistiche celebri, a tradizioni locali e a immagini di richiamo turistico.

Nel valutare la condizione complessiva dell'area si propone per ogni chiave di lettura quindi una breve descrizione qualitativa e un giudizio del valore che assume nel contesto specifico.

Tabella 68: Valutazione della sensibilità della componente

Criteria	Componente	Descrizione qualitativa	Valore
Qualità morfologica	Naturalità	Le aree a maggiore naturalità sono rappresentate dai boschi che si alternano ai campi coltivati. Tali boschi hanno quindi un aspetto generalmente frammentato, mentre estensioni più ampie si trovano a nord di Montecastelli.	Medio
	Rarità	L'area presenta caratteristiche paesaggistiche di qualità, che però sono riscontrabili in un'area ampia delle colline metallifere toscane, e quindi non considerabili rare e uniche a questa zona.	Basso
	Integrazione	Il paesaggio mostra un buon livello di integrazione tra morfologia, rete ecologica e attività antropiche. Le aree abitate risultano generalmente circoscritte ai borghi storici e ai casolari rurali dispersi sul territorio. Le forme di coltivazione agricola prevedono un'alternanza di coltivazioni e aree boscate, aumentando la complessiva integrazione dell'agricoltura nel paesaggio.	Alto
Qualità paesaggistica	Fruizione paesaggistica	Data la morfologia collinare esistono numerosi punti di visuale panoramica lungo le strade, spesso collocate sui crinali. Come mostrato nell'analisi della visibilità, la percezione dei luoghi è spesso condizionata dalla presenza di elementi naturali quali alberi e boschi che interrompono le visuali. Non esistono punti panoramici celebri. Il paese di Montecastelli Pisano è in una posizione privilegiata, data la collocazione sopraelevata rispetto al contesto; la tipologia urbanistica racchiusa, di impianto medioevale, fa sì che il paesaggio circostante sia visibile da scorci che si creano all'interno del borgo, ma non esistono chiari punti panoramici nel borgo quali balconate, piazze o sagrati.	Medio
	Fruizione ricreativa	L'area ha una fruizione turistica ed è dotata di	Basso



Criteri	Componente	Descrizione qualitativa	Valore
		alcune infrastrutture per l'ospitalità, in particolare agriturismi. Per tali strutture la qualità paesaggistica è un elemento centrale dell'offerta, ma va evidenziato che la loro dimensione in termini di ospitalità è ridotta e l'afflusso turistico è pertanto limitato. A parte l'area archeologica "Buca delle fate", non sono presenti altri luoghi puntuali di particolare richiamo turistico. L'area di Montecastelli è attraversata da una rete di sentieri che fa parte del sistema escursionistico Alta Val di Cecina; tali sentieri non si trovano in prossimità dell'area in progetto. Non si individuano altri luoghi per attività all'aria aperta o aree verdi attrezzate.	
	Elementi di intrusione	Nell'area sono presenti 3 elettrodotti, ma non sono individuati altri elementi antropici di rilevante intrusione, quali impianti produttivi o grandi infrastrutture.	Basso
Qualità simbolica e culturale	Tutela	Esistono alcuni elementi puntuali tutelati per il loro valore architettonico o culturale. L'elemento tutelato più prossimo al sito risulta essere l'area archeologica "Buca delle fate", che risulta anche aperto alla fruizione libera da parte del pubblico.	Medio
	Simbolicità	Non risultano esserci elementi di particolare valore simbolico, in quanto legati a espressioni artistiche, tradizioni o ricorrenze locali.	Basso

Nel complesso di ritiene pertanto che la componente abbia una sensibilità media.

4.11.6 Valutazione degli impatti

4.11.6.1 Fattori di impatto

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente paesaggio per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati.

■ Fase di costruzione

- variazione morfologica di versante;
- presenza di manufatti e di opere artificiali;
- emissione luminosa.

■ Fase di esercizio

- presenza di manufatti e di opere artificiali;
- emissione luminosa.

4.11.6.2 Valutazione e matrici di impatto

Durante la fase di **costruzione** i potenziali impatti sulla componente paesaggistica saranno dovuti principalmente alla variazione morfologica di versante e alla presenza di manufatti e opere artificiali funzionali al progetto.



La costruzione implicherà infatti alcune modifiche rispetto alla attuale conformazione del sito, legate essenzialmente alla realizzazione dei percorsi di accesso, dei piazzali, delle vasche di accumulo. Tali operazioni implicheranno infatti uno sbancamento e una riprofilatura delle aree, con conseguenti modifiche in parte di tipo temporaneo e in parte reversibili. Va evidenziato che il progetto verrà realizzato in aree verdi non boscate, pertanto non sarà necessario l'abbattimento di alberi. L'unico taglio di alberi è previsto per la realizzazione dei percorsi, nella fascia boscata a nord della strada vicinale Bacci-Brini-Conti. Il taglio interesserà circa 1.500 m². Si segnala che questo taglio comporterà un impatto basso dal punto di vista paesaggistico.

Oltre alla modificazione della morfologia, la realizzazione dell'impianto avrà come conseguenza l'introduzione di elementi artificiali in un contesto attualmente dominato da un impianto rurale dove la presenza di strutture antropiche è relativamente ridotta. In particolare durante questa fase l'elemento più impattante sarà rappresentato dalla torre di perforazione, data la sua forma verticale che potrebbe renderla più visibile rispetto ad altri elementi.

Come evidenziato nell'analisi delle alternative e nell'analisi di visibilità, il Sito risulta distante dai recettori e generalmente poco visibile dal borgo di Montecastelli e da luoghi di fruizione pubblica quali strade e percorsi pedonali. Le modifiche apportate dal progetto avranno pertanto un effetto da un numero limitato di punti di visuale, riducendo l'entità complessiva dell'impatto. Va infine segnalato che l'illuminazione necessaria per le attività di costruzione determinerà inoltre una visibilità del sito anche in orari notturni, vista la ridotta presenza di luci artificiali nell'area.

La Tabella 69 riassume i giudizi di impatto del Progetto sulla componente "Paesaggio" in fase di costruzione.

Tabella 69: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Paesaggio - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - PAESAGGIO FASE DI COSTRUZIONE		variazione morfologica di versante	presenza di manufatti e opere artificiali	emissione luminosa
Durata nel tempo (D)	breve			
	medio-breve			
	media			
	medio-lunga			
	lunga			
Distribuzione temporale (Di)	concentrata			
	discontinua			
	continua			
Area di influenza (A)	circoscritta			
	estesa			
	globale			
Rilevanza (Ri)	trascurabile			
	bassa			
	media			
	alta			
Reversibilità (R)	a breve termine			
	a medio-lungo termine			
	irreversibile			
Probabilità accadimento (P)	bassa			
	media			



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - PAESAGGIO FASE DI COSTRUZIONE		variazione morfologica di versante	presenza di manufatti e opere artificiali	emissione luminosa
	alta			
	certa			
Mitigazione (M)	alta			
	media			
	bassa			
	nulla			
Sensibilità componente (S)	trascurabile			
	bassa			
	media			
	alta			
Impatti		Trascurabile	Trascurabile	Trascurabile

Durante la fase di **esercizio** i potenziali impatti sulla componente paesaggistica saranno dovuti alla presenza di manufatti e opere artificiali funzionali al progetto.

Per facilitare la valutazione degli impatti durante la fase operativa nella seguente Figura 105 vengono presentati alcuni fotoinserimenti che forniscono un'idea dell'aspetto che il progetto assumerà nell'attuale contesto paesaggistico. I punti di visuale non corrispondono a quelli individuati durante la fase di analisi perché non risulterebbero significativi per mostrare il progetto nel suo complesso.



Figura 103: Render: vista posteriore della centrale con tetto verde



Figura 104: Render: vista frontale della centrale con tetto verde



Figura 105: Render: vista a “volo d’uccello” della centrale con tetto verde

In particolare, durante questa fase gli elementi che possono avere un impatto paesaggistico possono essere raggruppati in tre comparti principali: l'**impianto** legato ai pozzi, la **centrale geotermoelettrica** e le opere



accessorie quali strade di accesso e vasche di accumulo. In particolare l'**impianto** sarà composto dai seguenti elementi:

- la testa pozzo, la cui presenza non costituirà, per le dimensioni esigue, elemento di disturbo visivo e ambientale;
- una recinzione intorno all'area della cantina munita di cancello per impedire l'accesso;
- l'area cementata della postazione e le aree che, se possibile, saranno ripristinate con il terreno in eccesso integrato con materiale di qualità.

La **centrale geotermoelettrica** sarà collocata all'interno di un unico corpo di fabbrica di forma rettangolare, di superficie pari a 1.560 m², che conterrà il gruppo di produzione, i locali di servizio e di controllo e i vari impianti. Tale area sarà interamente coperta attraverso una copertura curvilinea che avrà delle aperture sul lato adiacente la zona dei cooler in modo da favorire il ricircolo dell'aria. Va segnalato che tale corpo di fabbrica sarà dotato di copertura verde, che pertanto favorirà l'integrazione nel contesto e di conseguenza mitigherà l'impatto complessivo nel paesaggio.

Infine le opere accessorie saranno le medesime già utilizzate durante la fase di costruzione. In questo caso va segnalato che le aree libere saranno rinaturalizzate, in modo da migliorarne l'inserimento nel contesto paesaggistico.

I principali impatti sono pertanto legati all'introduzione e alla permanenza di manufatti artificiali in un contesto paesaggistico caratterizzato da un impianto rurale dove la presenza di strutture antropiche è relativamente ridotta.

Come già evidenziato nella valutazione in fase di costruzione, l'area di sito risulta generalmente poco visibile, riducendo complessivamente l'entità dell'impatto.

Va segnalato che anche nella fase di esercizio l'illuminazione necessaria per le attività determinerà inoltre una visibilità del sito anche in orari notturni, vista la generale assenza di luci artificiali nell'area.

La Tabella 70 riassume i giudizi di impatto del Progetto sulla componente "Paesaggio" in fase di esercizio.

Tabella 70: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Paesaggio - Fase di esercizio

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - PAESAGGIO FASE DI ESERCIZIO		presenza di manufatti e opere artificiali	emissione luminosa
Durata nel tempo (D)	breve		
	medio-breve		
	media		
	medio-lunga		
	lunga		
Distribuzione temporale (Di)	concentrata		
	discontinua		
	continua		
Area di influenza (A)	circoscritta		
	estesa		
	globale		
Rilevanza (Ri)	trascurabile		
	bassa		
	media		
	alta		



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - PAESAGGIO FASE DI ESERCIZIO		presenza di manufatti e opere artificiali	emissione luminosa
Reversibilità (R)	a breve termine		
	a medio-lungo termine		
	irreversibile		
Probabilità accadimento (P)	bassa		
	media		
	alta		
	certa		
Mitigazione (M)	alta		
	media		
	bassa		
	nulla		
Sensibilità componente (S)	trascurabile		
	bassa		
	media		
	alta		
Impatti		Trascurabile	Basso

In **fase di dismissione** si procederà alla chiusura mineraria dei pozzi, alla dismissione dell'impianto ORC e delle opere connesse. Considerando che la chiusura dell'impianto geotermico pilota avverrà dopo un periodo di almeno e/o minimo 25 anni di esercizio, al momento attuale non si ritiene pertinente valutare le possibili azioni di recupero dell'area in fase di chiusura. Questa progettazione sarà sviluppata in tempi successivi a valle della definizione e pianificazione degli obiettivi del recupero ambientale.

Se il sito sarà oggetto di ripristino naturalistico, si possono anticipare impatti positivi sulla componente paesaggistica.

4.12 Sistema antropico

4.12.1 Descrizione della componente

4.12.1.1 Geotermia in Toscana

L'attività di produzione di energia mediante coltivazione dei fluidi geotermici si colloca nella Toscana centro-meridionale, in corrispondenza delle colline metallifere e del massiccio dell'Amiata, dove si individuano due aree principali: quella storica ("tradizionale"), che include le località di Lardarello, Val di Cornia (detta anche di "Lago") e Radicondoli-Travale, dove l'attività geotermoelettrica, pur non esente da problemi, è parte del tessuto economico, produttivo, sociale e culturale di quei territori, e quella "nuova" dell'Amiata senese e grossetana.

L'area del monte Amiata è ricca di sorgenti termali utilizzate per scopi curativi e ricreativi, tra cui le terme di Chianciano, di San Casciano dei Bagni, di Bagni San Filippo, di Bagno Vignoni, di Saturnia e di Bagnore. Le sorgenti termali solfuree sono accompagnate dall'emissione in atmosfera di acido solfidrico (H₂S) e, nel caso di acque calde, anche di vapori di mercurio⁵². Già dalla fine del 1800 quest'area è stata sede di una fiorente attività estrattiva e metallurgica del cinabro (solfo di mercurio, HgS), destinata alla produzione del mercurio metallico. In questo territorio si trovano ancora molti impianti dismessi, a testimonianza della pregressa

⁵² Fabrizio Minichilli et al. Stato di salute delle popolazioni residenti nelle aree geotermiche della toscana. Epidemiol Prev 2012; 36 (5) suppl. 1:1-104



attività, il cui declino è iniziato negli anni 1960-1970. Diversamente dall'area amiatina, nell'area tradizionale gli impianti termali ricreativi sono poco presenti. Tuttavia, in queste località si trovano numerose manifestazioni naturali di gas endogeno ricco di anidride carbonica e acido solfidrico, come "lagone", ancora attivo in località Monterotondo Marittimo e numerose "putizze", ossia fuoriuscite naturali di vapore endogeno, ubicate tra Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo, che caratterizzano il territorio rendendolo attrattivo a fini turistici. E' proprio in queste località che nel 1800 venne avviato lo sfruttamento commerciale dei lagoni boraciferi per la produzione dell'acido borico, il cui declino cominciò a partire dal 1870. Con il passare del tempo, su queste aree è andato sempre più affermandosi l'uso dei fluidi geotermici per la produzione di energia.

Concessioni e permessi di ricerca

In Toscana sono in essere 8 concessioni, per una superficie totale di circa 490 km² suddivisi nelle provincie di Grosseto, Pisa e Siena⁵³, e, al 30/09/2015, sono stati assegnati i permessi di ricerca⁵⁴ sotto elencati e riportati in Figura 106.

- Bagnolo;
- Boccheggiano;
- Campiglia d'Orcia;
- Castiglione d'Orcia;
- Celle sul Rigo;
- Cinigiano;
- Gorfalco;
- Guardistallo;
- La Grasceta;
- La Guardiola;
- Le Cascinelle;
- Mazzolla;
- Mensano;
- Montalcino;
- Monte Labbro;
- Monte Santa Croce;
- Montebamboli;
- Montegemoli;
- Monteroni;
- Montorio;

⁵³ Regione Toscana. P.A.E.R. – Proposta di Piano Ambientale ed energetico Regionale, A.3 allegato 3 – L'energia geotermica in toscana, ottobre 2012

⁵⁴ Ministero dello Sviluppo Economico (UNMIG). Bollettino ufficiale degli idrocarburi e delle georisorse, Ano LIX, n.9, 30 settembre 2015



- Murci;
- Murlo;
- Peccioli;
- Pereta;
- Poggio Forte;
- Poggio Montone;
- Pomonte;
- Ripa d'Orcia;
- Roccastrada;
- Scansano;
- Torrenieri.

Inoltre, al 30/09/2015, erano in corso 3 procedimenti per rilascio di permessi di ricerca e due procedimenti per il rilascio di concessione⁵⁵.

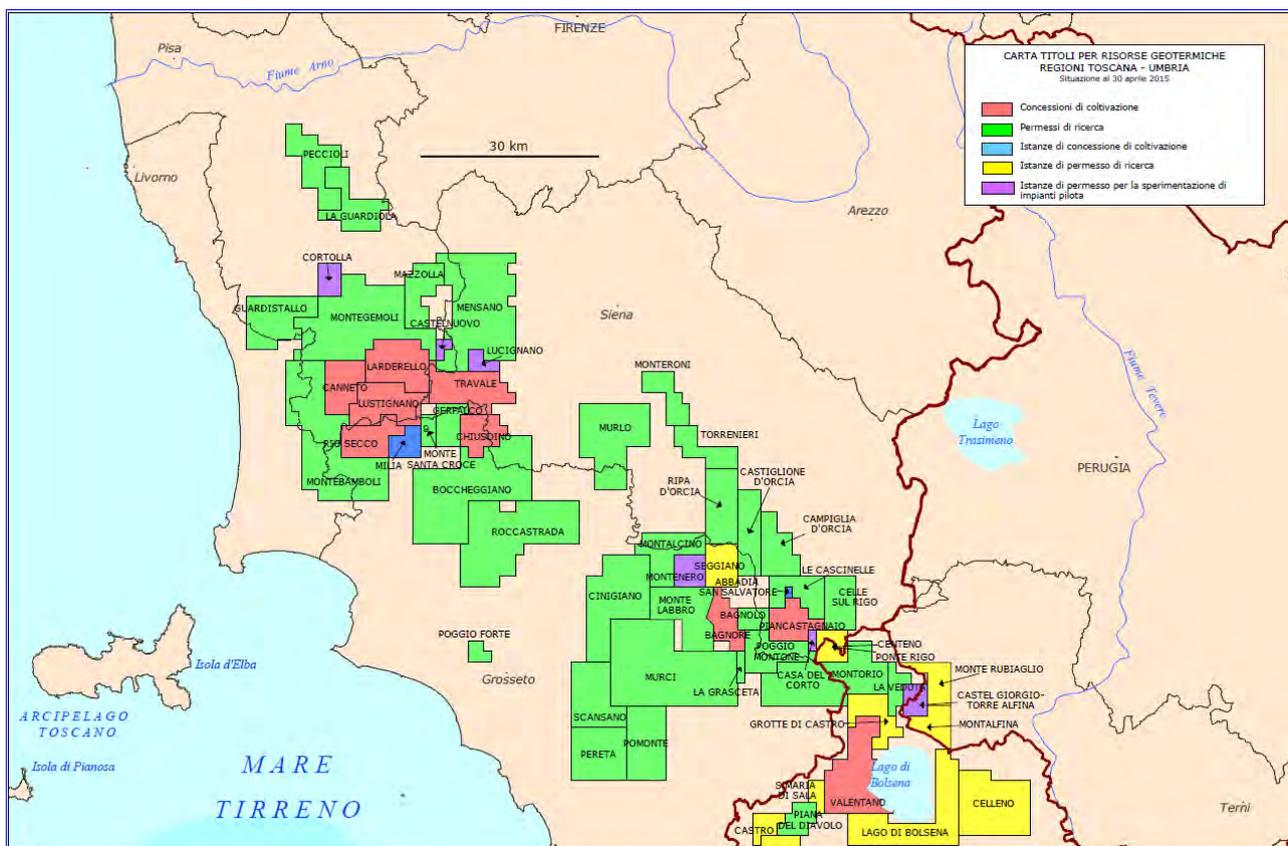


Figura 106: Concessioni e permessi di ricerca in Toscana al 30/04/2015 (fonte: UNMIG)

⁵⁵ <http://www.regione.toscana.it/-/permessi-concessioni-e-impianti>



Impianti pilota

Il D. Lgs. n. 22 del 11/02/2010, modificato dal D. Lgs. n. 28 del 03/03/2011 e dall'articolo 28 del D.L. n. 179 del 18/10/2012, prevede che, al fine di promuovere la ricerca e lo sviluppo di nuove centrali geotermoelettriche a ridotto impatto ambientale, siano considerati di interesse nazionale i fluidi geotermici a media ed alta entalpia finalizzati alla sperimentazione, su tutto il territorio nazionale, di impianti pilota con reiniezione del fluido geotermico nelle stesse formazioni di provenienza e con potenza nominale installata non superiore a 5 MW per ciascuna centrale.

In questo caso l'autorità competente per il conferimento dei relativi titoli minerari è il Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, che acquisiscono l'intesa con la regione interessata. In Toscana allo stato attuale sono presenti le seguenti istanze di permesso di ricerca di risorse geotermiche finalizzato alla sperimentazione di impianti pilota⁵⁶:

- Casa del Corto: l'area, di circa 5 km², interessa i territori comunali di Piancastagnaio, San Casciano dei Bagni in Provincia di Siena;
- Castelnuovo: l'area, di circa 7,5 km², interessa i territori comunali di Castelnuovo Val di Cecina (PI) e Radicondoli (SI). **Il Progetto ricade in tale area;**
- Cortolla: l'area, di circa 22,5 km², interessa il territorio comunale di Montecatini Val di Cecina in provincia di Pisa;
- Montenero: l'area, di circa 30 km², interessa i territori comunali di Arcidosso, Castel del Piano e Cinigiano in Provincia di Grosseto.

Centrali geotermiche

Nella regione sono presenti 35 centrali geotermiche ENEL (dato aggiornato a gennaio 2015), ubicate nelle quattro aree territoriali di Larderello, Radicondoli, Lago e Piancastagnaio afferenti alle province di Pisa, Siena e Grosseto (Figura 107 e Tabella 71).

⁵⁶ <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it>

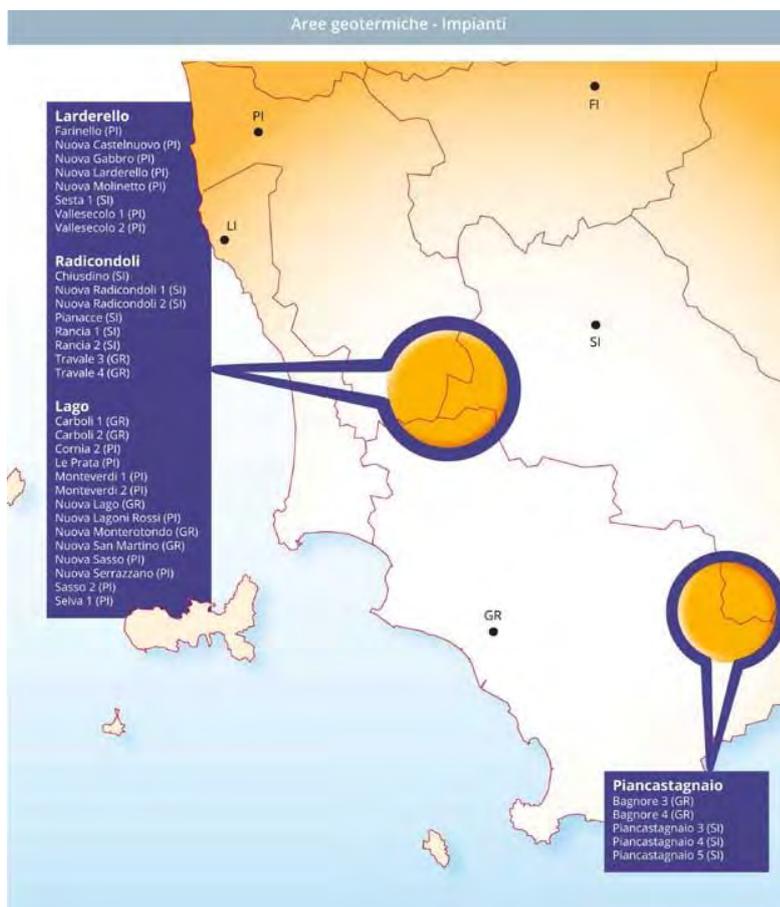


Figura 107: Aree geotermiche ed impianti

Tabella 71: Centrali geotermiche in esercizio in Toscana

Area geotermica	Nome centrale	Comune	Prov	Anno avvio
Larderello	SESTA 1	Radicondoli	SI	2002
Larderello	FARINELLO	Pomarance	PI	1995
Larderello	NUOVA GABBRO	Pomarance	PI	2002
Larderello	NUOVA LARDERELLO	Pomarance	PI	2005
Larderello	VALLE SECOLO 1	Pomarance	PI	1991
Larderello	VALLE SECOLO 2	Pomarance	PI	1992
Larderello	NUOVA CASTELNUOVO	Castelnuovo Val di Cecina	PI	2000
Larderello	NUOVA MOLINETTO	Castelnuovo Val di Cecina	PI	2002
Radicondoli	NUOVA RADICONDOLI 1	Radicondoli	SI	2002
Radicondoli	NUOVA	Radicondoli	SI	2010



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

Area geotermica	Nome centrale	Comune	Prov	Anno avvio
	RADICONDOLI 2			
Radicondoli	PIANACCE	Radicondoli	SI	1987
Radicondoli	RANCIA 1	Radicondoli	SI	1986
Radicondoli	RANCIA 2	Radicondoli	SI	1988
Radicondoli	TRAVALE 3	Montieri	GR	2000
Radicondoli	TRAVALE 4	Montieri	GR	2002
Radicondoli	CHIUSDINO	Chiusdino	SI	2010
Lagoni	NUOVA ROSSI LAGONI	Pomarance	PI	1981
Lagoni	NUOVA SERRAZZANO	Pomarance	PI	2002
Lagoni	MONTEVERDI 1	Monteverdi	PI	1997
Lagoni	MONTEVERDI 2	Monteverdi	PI	1997
Lagoni	CARBOLI 1	Monterotondo	GR	1998
Lagoni	CARBOLI 2	Monterotondo	GR	1997
Lagoni	NUOVA LAGO	Monterotondo	GR	2002
Lagoni	NUOVA MONTEROTONDO	Monterotondo	GR	2002
Lagoni	NUOVA S. MARTINO	Monterotondo	GR	2005
Lagoni	CORNIA 2	Castelnuovo Val di Cecina	PI	1994
Lagoni	LE PRATA	Castelnuovo Val di Cecina	PI	1996
Lagoni	NUOVA SASSO	Castelnuovo Val di Cecina	PI	1996
Lagoni	SASSO 2	Castelnuovo Val di Cecina	PI	2009
Lagoni	SELVA 1	Castelnuovo Val di Cecina	PI	1999
Piancastagnaio	BAGNORE 3	Santa Fiora	GR	1998
Piancastagnaio	BAGNORE 4	Santa Fiora	GR	2014
Piancastagnaio	PIANCASTAGNAIO 3	Piancastagnaio	SI	1990
Piancastagnaio	PIANCASTAGNAIO 4	Piancastagnaio	SI	1991
Piancastagnaio	PIANCASTAGNAIO 5	Piancastagnaio	SI	1996



In provincia di Pisa sono presenti 7 centrali nel territorio comunale di Castelnuovo Val di Cecina, 7 in quello di Pomarance e 2 in quello di Monteverdi Marittimo (Figura 108).

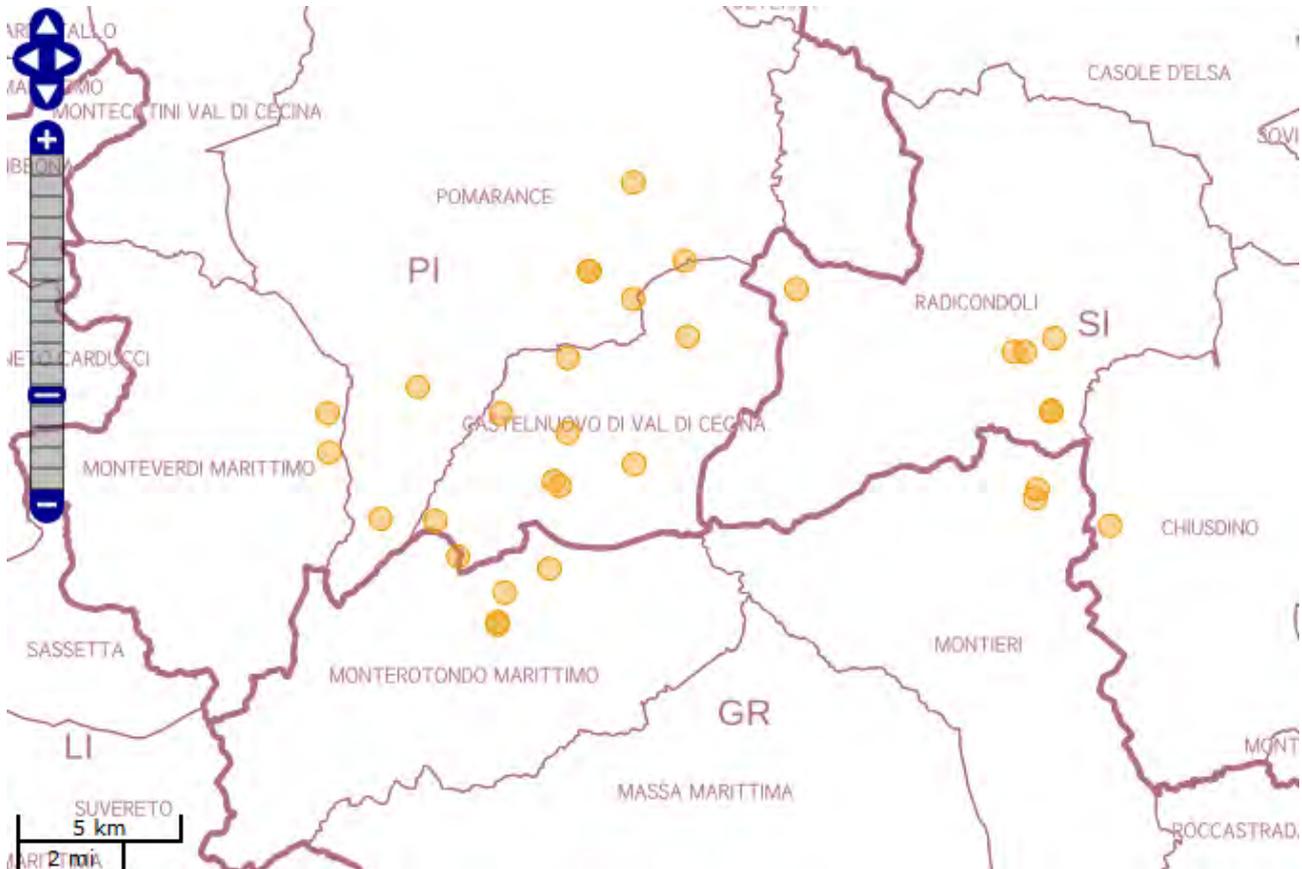


Figura 108: Ubicazione centrali di produzione di energia geotermica in Provincia di Pisa (fonte: S.I.R.A. della Regione Toscana)

4.12.1.2 Sistema socio-economico

Unità locali e addetti

Nelle tabelle seguenti sono riportate le unità locali attive sul territorio comunale di Castelnuovo Val di Cecina al 2011, suddivise per settore ed il relativo numero di addetti⁵⁷.

Le imprese attive risultano essere 111. Il settore maggiormente rappresentato è il commercio all'ingrosso e al dettaglio con 32 unità (rappresentanti il 29%), seguito dai settori costruzione (20 unità, rappresentanti il 18%), attività di servizi di alloggio e di ristorazione (16 unità, rappresentanti il 14%), agricoltura, silvicoltura e pesca (11 unità, rappresentanti il 10%).

Il numero complessivo di addetti è pari a 286, di cui 127 impiegati nel settore costruzioni (44%), 58 nel settore del commercio all'ingrosso e al dettaglio (20%), 22 nel manifatturiero (8%) e 13 nell'agricoltura, silvicoltura e pesca (4%).

⁵⁷ <http://dati-censimentoindustriaeservizi.istat.it>



Tabella 72: Numero delle imprese attive nel comune di Castelnuovo Val di Cecina

Territorio	Castelnuovo di Val di Cecina
Tipo dato	numero imprese attive
Classe di addetti	totale
Impresa con dipendenti	totale
Carattere artigiano	totale
Appartenenza a gruppi	totale
Diffusione territoriale	qualunque diffusione territoriale
Anno	2011
Forma giuridica	totale
totale	111
agricoltura, silvicoltura e pesca	11
coltivazioni agricole e produzione di prodotti animali, caccia e servizi connessi	1
silvicoltura ed utilizzo di aree forestali	10
attività manifatturiere	3
industrie alimentari	1
industria del legno e dei prodotti in legno e sughero (esclusi i mobili), fabbricazione di articoli in paglia e materiali da intreccio	1
altre industrie manifatturiere	1
fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	1
attività di raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti recupero dei materiali	1
recupero dei materiali	1
costruzioni	20
costruzione di edifici	1
lavori di costruzione specializzati	19
commercio all'ingrosso e al dettaglio riparazione di autoveicoli e motocicli	32
commercio all'ingrosso e al dettaglio riparazione di autoveicoli e motocicli	2
commercio all'ingrosso (escluso quello di autoveicoli e di motocicli)	2
commercio al dettaglio (escluso quello di autoveicoli e di motocicli)	28
trasporto e magazzinaggio	2
trasporto terrestre e trasporto mediante condotte	2
attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	16
alloggio	10
attività dei servizi di ristorazione	6
servizi di informazione e comunicazione	1
attività dei servizi d'informazione e altri servizi informatici	1
attività finanziarie e assicurative	2
attività ausiliarie dei servizi finanziari e delle attività assicurative	2
attività professionali, scientifiche e tecniche	7
attività degli studi di architettura e d'ingegneria, collaudi ed analisi tecniche	6
altre attività professionali, scientifiche e tecniche	1
noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	3
attività di noleggio e leasing operativo	1
attività dei servizi delle agenzie di viaggio, dei tour operator e servizi di prenotazione e attività connesse	1
attività di supporto per le funzioni d'ufficio e altri servizi di supporto alle imprese	1
sanità e assistenza sociale	6
assistenza sanitaria	6
attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	2
attività creative, artistiche e di intrattenimento	1
attività sportive, di intrattenimento e di divertimento	1
altre attività di servizi	5
altre attività di servizi per la persona	5



Tabella 73: Numero addetti delle unità locali delle imprese attive nel comune di Castelnuovo Val di Cecina

Territorio	Castelnuovo di Val di Cecina
Tipo dato	numero addetti delle unità locali delle imprese attive
Anno	2011
Classe di addetti	totale
totale	286
agricoltura, silvicoltura e pesca	13
coltivazioni agricole e produzione di prodotti animali, caccia e servizi connessi	2
silvicoltura ed utilizzo di aree forestali	11
attività manifatturiere	22
industrie alimentari	5
industria del legno e dei prodotti in legno e sughero (esclusi i mobili), fabbricazione di articoli in paglia e materiali da intreccio	3
fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche	13
altre industrie manifatturiere	1
fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	2
attività di raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti recupero dei materiali	2
costruzioni	127
costruzione di edifici	14
lavori di costruzione specializzati	113
commercio all'ingrosso e al dettaglio riparazione di autoveicoli e motocicli	58
commercio all'ingrosso e al dettaglio e riparazione di autoveicoli e motocicli	7
commercio all'ingrosso (escluso quello di autoveicoli e di motocicli)	4
commercio al dettaglio (escluso quello di autoveicoli e di motocicli)	47
trasporto e magazzinaggio	4
trasporto terrestre e trasporto mediante condotte	2
servizi postali e attività di corriere	2
attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	18
alloggio	10
attività dei servizi di ristorazione	8
servizi di informazione e comunicazione	0
attività dei servizi d'informazione e altri servizi informatici	0
attività finanziarie e assicurative	10
attività di servizi finanziari (escluse le assicurazioni e i fondi pensione)	8
attività ausiliarie dei servizi finanziari e delle attività assicurative	2
attività professionali, scientifiche e tecniche	8
attività degli studi di architettura e d'ingegneria, collaudi ed analisi tecniche	7
altre attività professionali, scientifiche e tecniche	1
noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	3
attività di ricerca, selezione, fornitura di personale	1
attività dei servizi delle agenzie di viaggio, dei tour operator e servizi di prenotazione e attività connesse	1
attività di supporto per le funzioni d'ufficio e altri servizi di supporto alle imprese	1
sanità e assistenza sociale	7
assistenza sanitaria	7
attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	2
attività creative, artistiche e di intrattenimento	1
attività sportive, di intrattenimento e di divertimento	1
altre attività di servizi	12
altre attività di servizi per la persona	12



Sul sito del Comune di Castelnuovo Val di Cecina nella sezione turismo risultano 7 strutture di pernottamento (di cui 1 a Montecastelli Pisano) e 3 strutture di ristorazione (di cui 1 a Montecastelli Pisano). Per quel che riguarda il settore agro-alimentare risultano 2 aziende vitivinicole (di cui una a Montecastelli Pisano), 7 aziende di produzione di olio di oliva (di cui 2 a Montecastelli Pisano) e 1 associazione di castanicoltori.

Indagine telefonica sugli stili di vita e sulla percezione del rischio ambientale

Nell'ambito delle attività di approfondimento per la valutazione dello stato di salute delle popolazioni residenti nelle aree geotermiche, l'ARS ha condotto tra il 2009 e il 2012 alcune indagini telefoniche sugli stili di vita e sulla percezione del rischio ambientale⁵⁸.

La popolazione in studio nelle indagini, è costituita dai residenti nei 16 comuni dell'area geotermica, distinta in area Nord pisana (circa 17.000 abitanti) e area Sud amiatina (circa 27.000 abitanti), e, come controllo, dai residenti nei comuni di un'area non geotermica compresa entro un raggio di 50 chilometri dall'area geotermica. Per ciascuna delle tre aree è stato estratto dall'elenco telefonico un campione casuale di circa 500 persone maggiorenni stratificato per sesso ed età (18-39 anni, 40-64 anni, 65 anni e più), rappresentativo della popolazione totale di ciascuna area.

Il questionario telefonico individuale ha rilevato informazioni socio-demografiche, stili di vita, tra cui il consumo di bevande alcoliche, il numero di sigarette fumate, alcune abitudini alimentari, l'attività fisica, la percezione del rischio ambientale con particolare riferimento alla presenza di impianti geotermici.

Considerando l'insieme complessivo dei dati ricavati dalle indagini, il confronto tra la popolazione residente nei comuni delle aree geotermiche e dell'area non geotermica non ha rilevato sostanziali differenze nelle caratteristiche sociali (titolo di studio, occupazione e classe sociale), demografiche e negli stili di vita (consumo di tabacco, alcol, attività fisica, dieta).

Relativamente alle abitudini alimentari è da segnalare la proporzione consistente di intervistati che consuma frutta e verdura proveniente dagli orti locali, in misura significativamente maggiore nei comuni geotermici rispetto a quelli non geotermici. Rispetto all'approvvigionamento idrico, emerge una maggiore percentuale di residenti nell'area dell'Amiata che preferisce consumare acqua dell'acquedotto, rispetto sia ai residenti dell'area Nord, che a quelli nei comuni non geotermici. In generale, in termini di gusto, l'acqua dell'acquedotto è giudicata "buona o molto buona" dalla maggioranza dei suoi consumatori, anche se nell'area dell'Amiata sono in numero maggiore gli insoddisfatti (12%), coloro cioè che non ritengono buona e sicura l'acqua proveniente dall'acquedotto, rispetto alle altre due aree (6-7%).

Dal punto di vista della percezione della qualità ambientale, la maggior parte degli intervistati ritiene di vivere in un territorio "molto sano" o "abbastanza sano", senza differenze significative di opinione tra le tre aree geotermiche e non geotermiche. La cattiva qualità dell'ambiente in cui si vive è attribuita soprattutto alle attività dell'uomo (traffico, fabbriche, discariche, etc.). La qualità dell'aria respirata è giudicata in maniera positiva da oltre l'80% del campione in tutte le aree in studio. Rispetto alla presenza degli impianti geotermici il 58,2% degli intervistati nell'Amiata e il 62,6% negli intervistati dell'area pisana non sanno esprimersi sui possibili effetti sulla salute o ritengono che l'effetto sia trascurabile o nullo. I più preoccupati risultano i residenti dell'area amiatina, dove il 26,5% ritiene che gli impianti geotermici possono avere un effetto dannoso o molto dannoso, rispetto al 16,6% dei residenti nell'area pisana.

Produzioni tipiche

Il territorio di Castelnuovo Val di Cecina ricade nella zona di produzione di alcuni prodotti agroalimentari tutelati, elencati nelle seguenti tabelle e suddivisi tra produzioni esclusive della Toscana e produzioni che contemplano aree anche in altre regioni d'Italia.

⁵⁸ <https://www.ars.toscana.it/it/component/content/article/604-geotermia-e-salute/1730-indagine-telefonica-sugli-stili-di-vita-e-sulla-percezione-del-rischio-ambientale-nelle-aree-geotermiche-toscane.html>



Tabella 74: Produzioni agroalimentari tutelate esclusive della Toscana

Denominazione	Forma di tutela	Tipologia
Cinta Senese	DOP	Carni fresche
Prosciutto Toscano	DOP	Prodotti a base di carne
Finocchiona	IGP	Prodotti a base di carne
Pecorino Toscano	DOP	Formaggi
Pecorino delle Balze Volterrane	DOP	Formaggi
Olio Toscano	IGP	Olio
Montecastelli	IGT	Vino
Toscana	IGT	Vino

Tabella 75: Produzioni agroalimentari tutelate che comprendono anche altre regioni d'Italia

Denominazione	Forma di tutela	Tipologia
Agnello centro Italia	IGP	Carni fresche
Vitellone bianco dell'appennino	IGP	Carni fresche
Salamini Italiana alla Cacciatora	DOP	Prodotti a base di carne
Mortadella di Bologna	IGP	Prodotti a base di carne

4.12.1.3 Impianti di gestione rifiuti

In provincia di Pisa sono presenti impianti autorizzati a gestire i rifiuti che verranno prodotti dal Progetto (nella forma di selezione, stoccaggio provvisorio, stoccaggio, recupero, trattamento chimico-fisico o biologico e smaltimento). La tabella elenca tali impianti, indicando quali codici CER sono autorizzati a trattare e quali attività svolgono.

Tabella 76: Impianti di trattamento rifiuti in Provincia di Pisa (fonte: Sistema Informativo Ambientale della Regione Toscana - SIRA)

Nome	Codice CER autorizzato	Comune	Indirizzo	Attività svolta
SPEDI - S.R.L.	170503, 170504, 010504, 010507, 010508, 010599	Vecchiano	Via Traversagna Sud 66, 56019 Migliarino	Stoccaggio Provvisorio
WASTE RECYCLING S.P.A.	170503, 170504	Castelfranco di Sotto	Via Malpasso 63, 56022	Selezione
WASTE RECYCLING S.P.A.	170503, 170504, 010504, 010505, 010506, 010507, 010508, 010599	Castelfranco di Sotto	Via Malpasso 63, 56022	Stoccaggio Provvisorio



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

Nome	Codice CER autorizzato	Comune	Indirizzo	Attività svolta
TECNOAMBIENTE S.P.A.	170503, 170504, 010504, 010505, 010506, 010507, 010508	San Miniato	Via Chico Mendez, 56027 Ponte A Egola	Selezione
D & D DI D'AGNESE ANDREA & C. S.A.S.	170503, 170504, 010505, 010506, 010507, 010508, 010599	Cascina	Via Dello Scolmatore 50, 56021 Palmerino	Stoccaggio Provvisorio
WASTE RECYCLING S.P.A.	170503, 170504, 010505, 010506, 010507, 010508, 010599	Castelfranco Di Sotto	Via Usciana 115/A, 56022	Stoccaggio Provvisorio
WASTE RECYCLING S.P.A.	170503, 170504, 010504, 010506, 010508, 010599	Castelfranco Di Sotto	Via Usciana 115/A, 56022	Trattamento Chimico-Fisico e/o Biologico
SOCIETA' CHIMICA LARDERELLO S.P.A.	170503, 170504, 010599	Pomarance	Localita Bulera (Sede Piazza Leopolda 2), 56045	Discarica
WASTE RECYCLING S.P.A.	170503, 170504, 010504, 010505, 010506, 010599	Castelfranco Di Sotto	Via Malpasso 63, 56022	Trattamento Chimico-Fisico e/o Biologico
PUNTO ECOLOGIA S.R.L.	170503, 170504, 010504, 010505, 010506, 010507, 010508, 010599	San Miniato	Via Chico Mendez, 56027 Ponte A Egola	Stoccaggio Provvisorio
ECOGEST S.R.L.	170503, 170504, 010505, 010506,	Pomarance	Localita Area Industriale Larderello, 56045	Stoccaggio Provvisorio



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

Nome	Codice CER autorizzato	Comune	Indirizzo	Attività svolta
	010507, 010508			
TESECO S.P.A.	170503, 170504, 010505, 010506, 010507, 010508, 010599	Pisa	Via Raghianti (Ex Gabriele Monasterio O Via Cannizzaro) 12, 56100 Ospedaletto	Stoccaggio Provvisorio
GEOFOR S.P.A.	170504, 010504, 010507, 010508, 010599	Pontedera	Via Dello Scolmatore, 56025 Gello	Discarica
COMUNE DI PECCIOLI	170504	Peccioli	Via Monti, 56037 Legoli	Discarica
ECO-REC DI VITALI STEFANO	170504	Montescudaio	Via Di Poggio Gagliardo, 56040 Poggio Gagliardo	Stoccaggio Provvisorio
LEROSE S.R.L.	170504, 010504, 010507	Pontedera	Via America 103, 56025 Gello	Recupero
ECOFOR SERVICE S.P.A.	170504, 010599	Cascina	Via Del Nugolaio Snc, 56021 Navacchio	Discarica
DELCA S.P.A.	170504	Vicopisano	Via Masaccio 11, 56010 Lugnano	Recupero
SERENA SCAVI - S.R.L.	170504	Calcinaia	Via Provinciale Della Botte 74, 56012	Recupero
NOCERA GIOVANNI	170504	Castelfranco Di Sotto	Via Quarterona 30/A, 56022	Recupero
ECOFOR SERVICE S.P.A.	010504, 010507, 010508, 010599	Pontedera	Via Dell'industria, 56025 Cincinnato Gello	Trattamento Chimico-Fisico e/o Biologico
ACQUE INDUSTRIALI SRL SOCIETA' UNIPERSONALE	10504	Pontedera	Via Hangar, 56025	Trattamento Chimico-Fisico e/o Biologico
JAN DE NUL N.V.	010504, 010505, 010506, 010507, 010508, 010599	Pisa	Via Matteucci 38/F, 56124	Recupero



4.12.1.4 Viabilità

La viabilità nell'intorno dell'area di intervento è rappresentata dalla SP n. 27 di Montecastelli, che corre a ovest e a nord, dalla viabilità comunale di accesso all'abitato di Montecastelli Pisano e da viabilità secondaria, asfaltata e non, che si diparte dalla strada provinciale.

Con riferimento ai flussi di traffico, uno studio condotto dalla Provincia di Pisa⁵⁹ lungo la SP n. 27 nel 2002 in giorni feriali e nell'arco orario 7:00÷22:00, ha rilevato un flusso veicolare giornaliero pari a 409 (Tabella 77). Il traffico, inferiore a 5.000 veicoli/giorno, risulta essere pertanto scarso e costituito principalmente da autoveicoli (75%) e da veicoli commerciali pesanti e bus (14%).

Tabella 77: Volumi totali di traffico per sezione

SEZIONE			auto		comm. leggeri + caravan e roulotte		comm. pesanti + bus		mezzi speciali		due ruote		totali
SP 19	164	S.P. CAMMINATA (N.19)	394	75%	97	18%	26	5%	0	0%	11	2%	528
SP 20	134	S.P. DEL LODANO (N.20)	59	29%	33	16%	72	35%	4	2%	38	18%	206
SP 21	112	S.P. DEL PIANO DELLA TORA (N.21)	2.235	77%	189	7%	283	10%	14	0%	167	6%	2.888
SP 22	63	S.P. DEL MARE (N.22) DAVANTI AL CIMITERO	4.349	81%	479	9%	292	5%	9	0%	232	4%	5.361
SP 22	64	S.P. DEL MARE (N.22) DAVANTI CAMPO SPORTIVO	5.844	81%	419	6%	481	7%	8	0%	422	6%	7.174
SP 22	65	S.P. DEL MARE (N.22)	5.845	79%	525	7%	832	11%	11	0%	221	3%	7.434
SP 22	66	S.P. DEL MARE (N.22) DAVANTI CAMP DERBY	3.692	73%	331	7%	848	17%	9	0%	156	3%	5.036
SP 23	70	S.P. DI GELLO (N.23)	7.432	78%	873	9%	875	9%	7	0%	337	4%	9.524
SP 23	71	S.P. DI GELLO (N.23)	11.916	77%	1.499	10%	1.559	10%	34	0%	418	3%	15.426
SP 24	113	S.P. ARNACCIO CALCI (N.24)	3.123	83%	168	4%	344	9%	4	0%	129	3%	3.768
SP 24	114	S.P. 24 ARNACCIO CALCI	6.692	82%	617	8%	271	3%	60	1%	501	6%	8.141
SP 24	125	S.P. 24 DAVANTI IPERCOOP	10.707	90%	401	3%	693	6%	30	0%	46	0%	11.877
SP 25	92	S.P. 25 TRA BIENTINA E VICOPISANO	10.150	74%	1.458	11%	1.509	11%	26	0%	551	4%	13.694
SP 25	93	S.P. 25 TRA BIENTINA E QUATTRO STRADE	4.588	78%	592	10%	377	6%	31	1%	291	5%	5.879
SP 25	94	S.P. VICOPISANO SANTA MARIA A MONTE (N.2)	8.997	84%	872	8%	558	5%	4	0%	264	2%	10.695
SP 26	115	S.P. DI SAN PIETRO BELVEDERE (N.26)	3.735	80%	318	7%	432	9%	31	1%	130	3%	4.646
SP 26	126	S.P. 26 DA CAPANNOLI A S.PIETRO B.	2.764	86%	225	7%	117	4%	32	1%	88	3%	3.226
SP 27	158	S.P. DI MONTECASTELLI (N.27)	308	75%	28	7%	58	14%	0	0%	15	4%	409
SP 28	72	S.P. DEI TRE COMUNI (N.28)	1.377	86%	167	10%	53	3%	3	0%	5	0%	1.605
SP 28	73	S.P. DEI TRE COMUNI (N.28)	2.062	89%	172	7%	45	2%	4	0%	31	1%	2.314
SP 29	74	S.P. DELLA VAL DI CECINA (N.29)	2.644	77%	301	9%	348	10%	21	1%	101	3%	3.415
SP 30	75	S.P. DEL LUNGOMONTE PISANO (N. 30)	5.674	83%	575	8%	333	5%	20	0%	234	3%	6.836
SP 30	76	S.P. DEL LUNGO MONTE PISANO (N. 30)	9.187	80%	814	7%	736	6%	67	1%	683	6%	11.487
SP 30	77	S.P. 30 TRA S.GIULIANO E PONTASSERCHIO	10.767	79%	955	7%	576	4%	53	0%	1.215	9%	13.566
SP 30	90	S.P. 30 TRA FILETTOLE E AVANE	2.592	92%	149	5%	50	2%	10	0%	20	1%	2.821

Nel settembre 2015, nel corso di un sopralluogo, è stato conteggiato un traffico veicolare diurno in giorno feriale di circa 30÷40 veicoli, dato non discordante rispetto a quanto rilevato nel 2002.

In conclusione, sulla base della caratterizzazione sopra descritta, ai fini della valutazione dell'impatto, alla componente Sistema antropico è stata attribuita una sensibilità bassa.

4.12.2 Valutazione degli impatti

4.12.2.1 Fattori di impatto

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente sistema antropico per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati:

⁵⁹ Provincia di Pisa. Piano Territoriale di Coordinamento – Indagine sui flussi di traffico della rete stradale della Provincia di Pisa, ottobre 2002



■ Fase di costruzione

- flussi di traffico;
- presenza di elementi di interferenza con sistema di gestione rifiuti;
- occupazione di manodopera.

■ Fase di esercizio

- occupazione di manodopera;
- produzione di energia da fonte rinnovabile.

4.12.2.2 Valutazione e matrici di impatto

Durante la fase di **costruzione** sono previsti sulla componente potenziali impatti di carattere sia negativo sia positivo. Tra quelli negativi si individuano i flussi di traffico e la presenza di elementi di interferenza con il sistema di gestione rifiuti, mentre la creazione di opportunità di lavoro e la produzione di energia da fonte rinnovabile sono considerate un impatto positivo.

In particolare, per quel che riguarda il traffico, le attività di cantiere genereranno sia flussi di materiali in ingresso sia flussi di rifiuti in uscita. I principali flussi in ingresso e in uscita avverranno durante le attività di perforazione. In particolare, coinvolgeranno le fasi 5, 6 e 7, di seguito sintetizzate:

■ Montaggio impianto di perforazione ("mob")

Tale fase prevede il trasporto e il montaggio dell'impianto di perforazione con i relativi equipaggiamenti. Avrà una durata di circa 3 settimane, con un impiego di 20-30 persone per il montaggio.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- Trasporti pesanti (100-120 viaggi);
- autogru (250 ore).

■ Perforazione primo pozzo di produzione

In questa fase sono operative, per una durata di circa 13 settimane (12 di perforazione e 1 per allestimento ed esecuzione prove brevi di erogazione) squadre di 4-5 persone su 2 turni da 12 ore sul piano sonda e 5-10 persone a terra su 2 turni da 12 ore.

I mezzi utilizzati e la relativa stima di utilizzo sono i seguenti:

- Autocarri o autoarticolati (200 viaggi);
- Autocarri per servizi di cementazione, log di pozzo, etc (16 viaggi);
- autogru (120 ore);
- autoveicoli per trasporto personale (750 viaggi);
- RIG (2000 ore).

■ Perforazione pozzo di reiniezione (direzionale)

In perforazione sono operative, per una durata di circa 16 settimane (1 per spostamento impianto, 14 di perforazione e 1 per allestimento ed esecuzione prove brevi di erogazione) squadre di 4-5 persone su 2 turni da 12 ore sul piano sonda e 5-10 persone a terra su 2 turni da 12 ore.

I mezzi utilizzati e la relativa stima di utilizzo sono i seguenti:

- Autocarri o autoarticolati (200 viaggi);
- Autocarri per servizi di cementazione, log di pozzo, etc (16 viaggi);
- autogru (250 ore);
- autoveicoli per trasporto personale (850 viaggi);
- RIG (2350 ore).



■ Perforazione secondo pozzo di produzione (direzionale)

In perforazione sono operative, per una durata di circa 16 settimane (1 per spostamento impianto, 14 di perforazione e 1 per allestimento ed esecuzione prove brevi di erogazione) squadre di 4-5 persone su 2 turni da 12 ore sul piano sonda e 5-10 persone a terra su 2 turni da 12 ore.

I mezzi utilizzati e la relativa stima di utilizzo sono i seguenti:

- Autocarri o autoarticolati (200 viaggi);
- Autocarri per servizi di cementazione, log di pozzo, etc (16 viaggi);
- autogru (250 ore);
- autoveicoli per trasporto personale (850 viaggi);
- RIG (2350 ore).

■ Smontaggio impianto di perforazione ("demob")

Tale fase prevede lo smontaggio e l'allontanamento dell'impianto di perforazione con i relativi equipaggiamenti. Avrà una durata di circa 3 settimane, con un impiego di 20-30 persone per il montaggio.

I mezzi utilizzati saranno i seguenti:

- Trasporti pesanti (100-120 viaggi);
- autogru (250 ore).

Oltre ai flussi sopra specificati sono da considerare anche quelli legati all'approvvigionamento idrico tramite autobotti (stimati 2.240 transiti).

Dal punto di vista del traffico tutte le suddette fasi sono rilevanti. Le altre fasi di cantiere non sono state valutate in quanto richiedono flussi di mezzi più ridotti.

Per quanto riguarda le perforazioni, allo stadio attuale non è noto dove verranno approvvigionati i materiali in ingresso e dove verranno smaltiti quelli in uscita, pertanto non si conoscono i percorsi che verranno effettuati dai mezzi. Si può ragionevolmente ipotizzare che per raggiungere il sito i mezzi percorreranno la SP 27 o la SS439, che pertanto risulteranno le strade maggiormente impattate.

Per le opere civili i materiali in ingresso proverranno da cave, impianti e magazzini nel raggio di 50 km, i percorsi ipotizzati sono due: dalla provincia di Siena (dalla direttrice Colle-Montarrenti) o dalla provincia di Pisa (dalla direzione di Castelnuovo Val di Cecina).

La produzione di rifiuti dovuti alle attività di cantiere potrebbe creare interferenze con il sistema di gestione rifiuti. Questo aspetto verrà affrontato a monte cercando di ridurre i rifiuti prodotti durante le attività di cantiere. Le fasi di progetto maggiormente impattanti dal punto di vista di produzione di rifiuti saranno quelle di perforazione, durante le quali è prevista complessivamente la produzione di circa 2.142 t di fanghi di perforazione e 2.313 t di detriti di perforazione. Tutti i rifiuti prodotti saranno gestiti in conformità alla normativa vigente e il trasporto avverrà con automezzi autorizzati. In particolare, per quanto riguarda lo smaltimento dei fanghi di perforazione e dei detriti sarà eseguito lo smaltimento "in linea" durante la perforazione, a cura di imprese specializzate che conferiranno tutti i materiali ad impianti di trattamento specifici. Verranno inoltre effettuate valutazioni nella selezione dei siti di smaltimento per evitare situazione di sovraccarico o di interferenza rispetto alle attività correnti degli impianti.

La Tabella 78 riassume i giudizi di impatto negativi del Progetto sulla componente "Sistema antropico" in fase di costruzione.



Tabella 78: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Sistema antropico - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SISTEMA ANTROPICO FASE DI COSTRUZIONE		flussi di traffico	presenza di elementi di interferenza con sistema gestione rifiuti
Durata nel tempo (D)	breve		
	medio-breve		
	media		
	medio-lunga		
	lunga		
Distribuzione temporale (Di)	concentrata		
	discontinua		
	continua		
Area di influenza (A)	circoscritta		
	estesa		
	globale		
Rilevanza (Ri)	trascurabile		
	bassa		
	media		
	alta		
Reversibilità (R)	a breve termine		
	a medio-lungo termine		
	irreversibile		
Probabilità accadimento (P)	bassa		
	media		
	alta		
	certa		
Mitigazione (M)	alta		
	media		
	bassa		
	nulla		
Sensibilità componente (S)	trascurabile		
	bassa		
	media		
	alta		
Impatti		Medio-basso	Trascurabile

Nel contesto del sistema antropico il Progetto genererà anche impatti positivi legati alla creazione di opportunità di lavoro. Queste opportunità di lavoro saranno di tipo diretto, per gli operai impiegati in cantiere



nelle attività di costruzione, e di tipo indiretto per aziende fornitrici di servizi, componenti e materiali. Il cantiere nel suo complesso avrà una durata di circa 24 mesi, durante i quali verranno richiesti da un minimo di 10 operai nella fase 1 e nella fase 8 a un massimo di 45 operai nella fase 7, che per una durata totale di 26 settimane prevede che venga perforato il secondo pozzo e contestualmente realizzate le opere meccaniche della centrale e degli aircooler.

La realizzazione delle attività di perforazione e assemblaggio della centrale e dei suoi componenti verrà appaltata a società specializzate del settore, ma i servizi tecnici e logistici come pure la manodopera, se disponibili, verranno prioritariamente reperiti tra soggetti residenti del Comune o Comuni Limitrofi. Guardando ai dati raccolti si può notare che il settore delle costruzioni rappresenta quello di maggiore importanza nel comune di Castelnuovo per numero di persone impiegate, pertanto si ritiene che il progetto possa avere importanti ricadute localmente su questo settore. Le opportunità di lavoro permetteranno inoltre un accrescimento delle capacità delle maestranze durante operazioni che richiedono professionalità di alto livello.

La Tabella 79 riassume i giudizi di impatto positivi del Progetto sulla componente "Sistema antropico" in fase di costruzione.

Tabella 79: Matrice di valutazione degli impatti positivi - Componente Sistema antropico - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SISTEMA ANTROPICO		occupazione di manodopera
FASE DI COSTRUZIONE		
Durata nel tempo (D)	breve	
	medio-breve	
	media	
	medio-lunga	
	lunga	
Distribuzione temporale (Di)	concentrata	
	discontinua	
	continua	
Area di influenza (A)	circoscritta	
	estesa	
	globale	
Rilevanza (Ri)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Reversibilità (R)	a breve termine	
	a medio-lungo termine	
	irreversibile	
Probabilità accadimento (P)	bassa	
	media	
	alta	
	certa	



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SISTEMA ANTROPICO FASE DI COSTRUZIONE		occupazione di manodopera
Mitigazione (M)	alta	
	media	
	bassa	
	nulla	
Sensibilità componente (S)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Impatto		Basso

Durante la fase di **esercizio** i principali impatti positivi saranno legati alla occupazione di manodopera e alla produzione di energia da fonte rinnovabile. Per quel che riguarda l'occupazione, in questa fase l'impianto richiederà il presidio da parte di personale tecnico preposto per la gestione della centrale e del campo pozzi, di un direttore tecnico dell'impianto, di staff tecnico (ingegneri di serbatoio, ingegneri di processo, geologi), nonché di personale di sorveglianza e di quello richiesto per la manutenzione dell'impianto (una squadra di 2 addetti 1-2 volte a settimana) per un totale di circa 18 addetti. Inoltre l'impianto genererà opportunità di lavoro indiretto per aziende fornitrici di servizi e materiali. L'attuale utilizzo del sito per seminativi e pascoli fa sì che il valore agricolo dei terreni non sia particolarmente rilevante e pertanto non si ritiene che la realizzazione del Progetto possa avere effetti negativi rilevanti sul sistema agricolo locale e sull'occupazione che genera.

Per quel che riguarda la produzione di energia va ricordato che dal punto di vista ambientale l'energia geotermica rappresenta una fonte energetica rinnovabile importante per ridurre la dipendenza da fonti fossili e per limitare le emissioni di CO₂, in linea con le principali strategie nazionali ed europee. L'avvio di un progetto pilota permetterà quindi di aggiungere un tassello importante ad un settore importante della *green economy*, con ricadute non solo in ambito locale ma anche nazionale. La presenza della centrale permetterà inoltre di rafforzare il distretto geotermico che trova proprio a Larderello e Castelnuovo una delle zone più vocate in ambito nazionale. L'idea di sfruttare l'energia geotermica per produrre elettricità nacque per la prima volta al mondo proprio in queste zone a inizio '900, diventando una realtà storicamente radicata nel tessuto economico locale e più in generale della Toscana. L'Italia è pertanto da sempre uno dei paesi che sfrutta maggiormente tale forma di energia e che ha costruito un know-how di alto livello, esportato anche in altri paesi del mondo.

La Tabella 80 riassume i giudizi di impatto positivi del Progetto sulla componente "Sistema antropico" in fase di esercizio per i singoli fattori di impatto individuati.

Tabella 80: Matrice di valutazione degli impatti positivi - Componente Sistema antropico - Fase di esercizio

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SISTEMA ANTROPICO FASE DI ESERCIZIO		occupazione di manodopera	di produzione di energia da fonte rinnovabile
Durata nel tempo (D)	breve		
	medio-breve		
	media		
	medio-lunga		
	lunga		



MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SISTEMA ANTROPICO FASE DI ESERCIZIO		occupazione di manodopera	produzione di energia da fonte rinnovabile
Distribuzione temporale (Di)	concentrata		
	discontinua		
	continua		
Area di influenza (A)	circoscritta		
	estesa		
	globale		
Rilevanza (Ri)	trascurabile		
	bassa		
	media		
	alta		
Reversibilità (R)	a breve termine		
	a medio-lungo termine		
	irreversibile		
Probabilità accadimento (P)	bassa		
	media		
	alta		
	certa		
Mitigazione (M)	alta		
	media		
	bassa		
	nulla		
Sensibilità componente (S)	trascurabile		
	bassa		
	media		
	alta		
Impatti		Trascurabile	Basso

In **fase di dismissione** si procederà alla chiusura mineraria dei pozzi, alla dismissione della centrale geotermoelettrica e delle opere connesse. Considerando che la chiusura dell'impianto geotermico pilota avverrà dopo un periodo di almeno e/o minimo 25 anni di esercizio, al momento attuale per questa fase si possono ipotizzare impatti sia negativi che positivi confrontabili con gli impatti generati in fase di cantiere, in particolare in relazione all'occupazione della manodopera, al traffico e alla generazione di rifiuti, mentre la produzione di energia da fonte rinnovabile cesserà.



4.13 Salute pubblica

4.13.1 Descrizione della componente

4.13.1.1 Demografia

Nell'area vasta ricade il territorio comunale di Castelnuovo Val di Cecina (PI). Nella Tabella 81 si riportano la popolazione residente al 1° gennaio di ogni anno (totale e ripartita per sesso) ed il confronto con la popolazione residente nell'intera Provincia di Pisa per l'ultimo decennio 2006÷2015⁶⁰, mentre nella Tabella 82 è riportato il bilancio demografico annuale.

Tabella 81: Popolazione residente nel comune di Castelnuovo Val di Cecina e nella Provincia di Pisa - 2006÷2015

Anno	Castelnuovo Val di Cecina				Provincia di Pisa	
	Popolazione totale	Maschi	Femmine	Variazione % sull'anno precedente	Popolazione totale	Variazione % sull'anno precedente
2006	2.423	1.137	1.286	-	392.965	-
2007	2.365	1.119	1.246	-2,4	395.180	0,6
2008	2.370	1.123	1.247	0,2	400.781	1,4
2009	2.346	1.112	1.234	-1,0	404.491	0,9
2010	2.312	1.102	1.210	-1,4	407.446	0,7
2011	2.286	1.097	1.189	-1,1	410.271	0,7
2012	2.286	1.098	1.188	0,0	410.728	0,1
2013	2.284	1.099	1.185	-0,1	413.602	0,7
2014	2.284	1.107	1.177	0,0	420.254	1,6
2015	2.271	1.102	1.169	-0,6	421.816	0,4

Tabella 82: Bilancio demografico annuale di Castelnuovo Val di Cecina - 2006÷2015

Anno	Popolazione totale	Nati	Morti	Saldo naturale	Immigrati	Emigrati	Saldo migratorio
2006	2.423	19	48	-29	65	94	-29
2007	2.365	16	16	0	98	93	+5
2008	2.370	25	52	-27	111	108	+3
2009	2.346	12	40	-28	110	116	-6
2010	2.312	17	32	-15	71	82	-11
2011	2.286	22	35	-13	94	81	+13
2012	2.286	21	39	-18	85	69	+16
2013	2.284	24	35	-11	85	74	+11
2014	2.284	14	37	-23	63	53	+10

⁶⁰ <http://demo.istat.it>



Anno	Popolazione totale	Nati	Morti	Saldo naturale	Immigrati	Emigrati	Saldo migratorio
2015	2.271	-	-	-	-	-	-

L'andamento della popolazione nel comune di Castelnuovo Val di Cecina dal 2006 al 2015 registra un trend decrescente (l'unico incremento è stato registrato nel 2008) ed in controtendenza rispetto all'incremento demografico rilevato per l'intera provincia di Pisa.

Tale fenomeno risulta essere imputabile ad un saldo naturale (derivante dalla differenza tra i nati ed i morti) quasi sempre negativo e ad un saldo migratorio (derivante dalla differenza tra iscrizioni e cancellazioni anagrafiche conseguenti a trasferimenti di residenza e ad altri movimenti anagrafici) quasi sempre positivo ma, in valore assoluto, inferiore al saldo naturale.

Inoltre, la popolazione femminile risulta essere sempre prevalente rispetto a quella maschile.

L'analisi della struttura e dell'andamento demografico di una popolazione, ed in particolare l'utilizzo di alcuni indici demografici, consente di individuare la presenza ed il peso di classi di età particolarmente vulnerabili e di individuare alcuni fenomeni di tipo socio-economico che possono rendere più o meno severi gli effetti di una modificazione dei determinanti della salute umana. Sono note, infatti, le relazioni tra la salute umana e parametri quali un elevato indice di vecchiaia e di dipendenza di una popolazione, o ancora i fenomeni di disagio sociale e pressione sulle strutture sanitarie legati alla presenza di una numerosa popolazione anziana.

Gli indici utilizzati sono stati i seguenti:

- indice di vecchiaia;
- indice di dipendenza.

L'indice di vecchiaia è il rapporto (per cento) tra la popolazione di 65 anni e più e la popolazione di 0-14 anni, e rappresenta un indicatore dinamico in grado di stimare il grado di invecchiamento di una popolazione: valori dell'indice superiori a 100 indicano una maggiore presenza di soggetti anziani rispetto ai giovanissimi. E' un indicatore di invecchiamento abbastanza grossolano ma efficace, poiché nel processo di invecchiamento di una popolazione si assiste, generalmente, ad un aumento del numero di anziani e, contemporaneamente, a una diminuzione del numero dei soggetti più giovani ed in tal modo il numeratore e il denominatore della frazione che esprime l'indice, variano in senso opposto, esaltandone l'effetto.

L'indice di dipendenza è il rapporto (per cento) tra la somma della popolazione di 65 anni e più e 0-14 anni, e la popolazione di età compresa tra i 15 ed i 64 anni, e viene considerato un indicatore di rilevanza economica e sociale. Il numeratore è costituito dalla frazione di popolazione che, a causa dell'età (troppo bassa o troppo alta) si ritiene non essere pienamente autonoma, e quindi, dipendente da altri soggetti. Il denominatore è costituito viceversa dalla fascia di popolazione che, essendo in attività, dovrebbe provvedere al sostentamento della frazione di popolazione sopra considerata. E' un indicatore che risente della struttura economica della popolazione: ad esempio, in società con una importante componente agricola i soggetti molto giovani o anziani non possono essere considerati economicamente o socialmente dipendenti dagli adulti; al contrario, nelle strutture più avanzate, una parte degli individui considerati nell'indice al denominatore sono in realtà dipendenti in quanto studenti o disoccupati.

Nella tabella e nelle figure seguenti sono riportati gli indici di vecchiaia e di dipendenza calcolati per il Comune di Castelnuovo Val di Cecina e per la Provincia di Pisa per gli anni 2006÷2015.



Tabella 83: Indici di vecchiaia e di dipendenza - Castelnuovo Val di Cecina e Provincia di Pisa - 2006÷2015

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza
Castelnuovo Val di Cecina		
2006	308,2	69,8
2007	328,5	70,4
2008	324,3	72,6
2009	292,4	71,4
2010	285,8	70,1
2011	290,4	69,0
2012	263,3	70,0
2013	251,5	71,1
2014	244,5	73,6
2015	249,8	74,4
Provincia di Pisa		
2006	184,6	53,3
2007	183,4	53,8
2008	180,9	53,8
2009	178,1	54,2
2010	175,3	54,8
2011	174,5	55,1
2012	175,0	56,2
2013	175,7	57,2
2014	177,4	58,3
2015	179,5	59,2

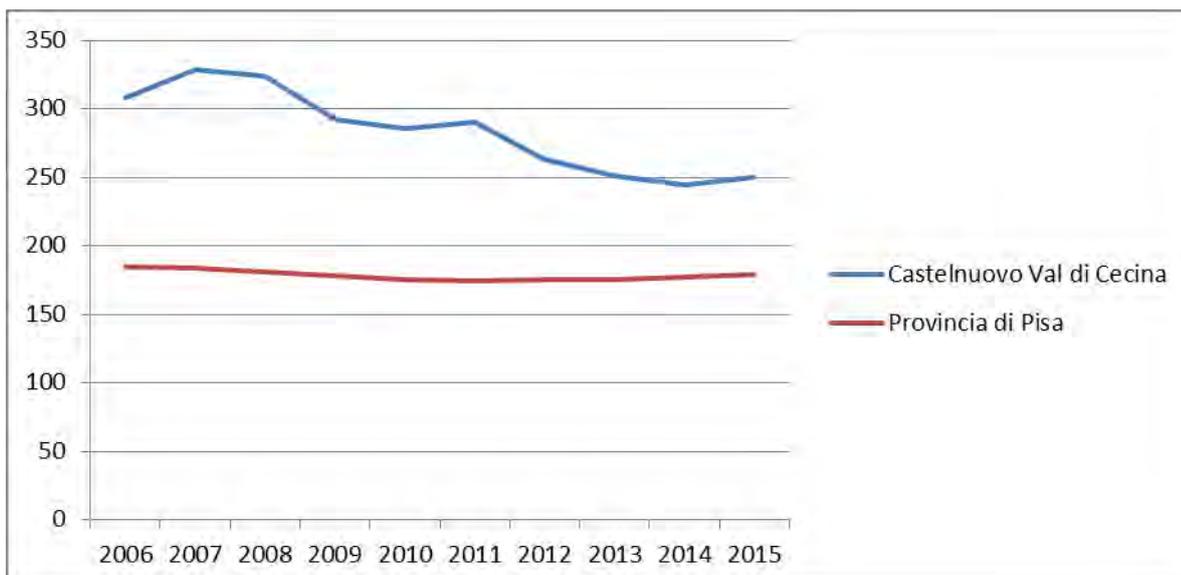


Figura 109: Andamento dell'indice di vecchiaia - 2006÷2015

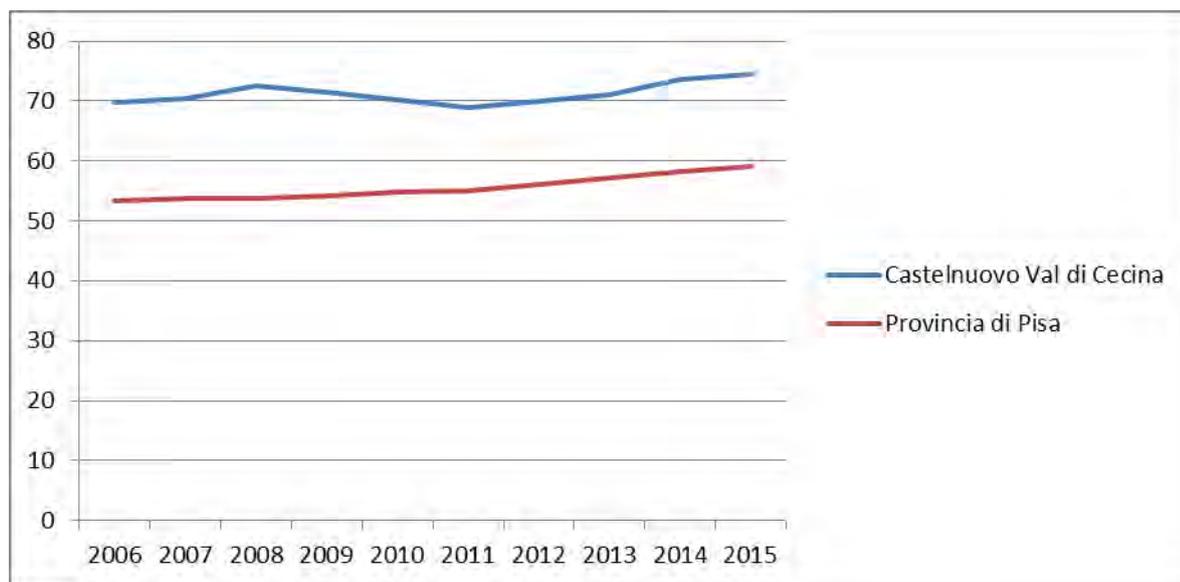


Figura 110: Andamento dell'indice di dipendenza - 2006÷2015

L'indice di vecchiaia (Tabella 83 e Figura 109) della popolazione residente nel comune di Castelnuovo Val di Cecina presenta un andamento decrescente, mentre quello dell'intera provincia di Pisa presenta un andamento più costante: tuttavia l'indice di vecchiaia rilevato per la popolazione comunale risulta essere sempre molto superiore a 100 ed a quello rilevato per la provincia di Pisa, ciò a sottolineare la presenza di una popolazione maggiormente anziana rispetto a quella dell'intera provincia.

Differentemente, l'indice di dipendenza (Tabella 83 e Figura 110) rilevato per il comune di Castelnuovo Val di Cecina presenta un andamento crescente, in linea con quello rilevato per la Provincia di Pisa, con valori sempre inferiori a 100 ma significativamente sempre maggiori di quelli rilevati per l'intera provincia.

4.13.1.2 Dati epidemiologici

Nel corso del 2011-2013, l'Agenzia Regionale di Sanità (ARS) della Toscana ha effettuato un aggiornamento dell'analisi di mortalità e di ospedalizzazione per primo ricovero relativo all'area geotermica totale, area geotermica nord e area geotermica sud, aggiungendo nuovi anni di osservazione (2007-2009)⁶¹. Alla precedente analisi del periodo 2000-2006⁶² sono stati pertanto aggiunti tre anni di osservazione, completando così un intero decennio di studio (2000-2009).

L'area geotermica nord (denominata anche area tradizionale), situata nella parte occidentale della Toscana centrale, è costituita dai comuni di Castelnuovo Val di Cecina, Chiusdino, Montecatini Val di Cecina, Monte verdi Marittimo, Monterotondo Marittimo, Montieri, Pomarance, Radicondoli (Figura 111); questa zona è inoltre distinta nelle tre subaree denominate "Lardarello", "Val di Cornia" (detta anche di "Lago") e "Radicondoli-Travale".

L'area geotermica sud (denominata anche area del monte Amiata), situata nella parte meridionale della Toscana, è costituita dai comuni di Abbadia San Salvatore, Arcidosso, Castel del Piano, Piancastagnaio, Radicofani, Roccalbegna, San Casciano dei Bagni, Santa Fiora.

⁶¹ www.ars.toscana.it

⁶² Fabrizio Minichilli et al. Stato di salute delle popolazioni residenti nelle aree geotermiche della toscana. *Epidemiol Prev* 2012; 36 (5) suppl. 1:1-104

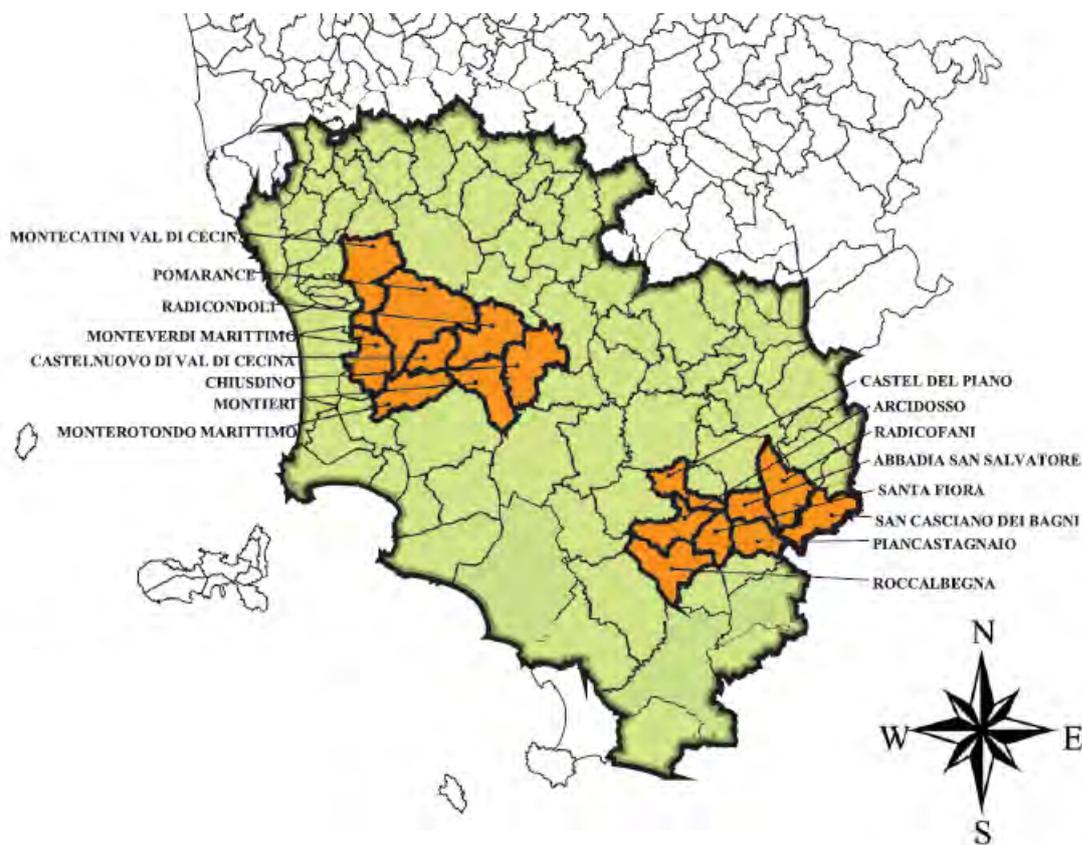


Figura 111: Mappa delle aree geotermiche nord e sud e dell'area di riferimento locale (fonte: www.ars.toscana.it)

L'analisi della mortalità è basata sui dati del registro di mortalità regionale (RMR) attivo dal 1987 presso l'Istituto per lo studio e la prevenzione oncologica di Firenze (ISPO), che registra i decessi dei residenti nella regione Toscana. In analogia alle analisi condotte nella fase precedente, gli indicatori epidemiologici calcolati sono i seguenti:

- tasso di mortalità standardizzato per età (TSM): è calcolato come media pesata dei tassi specifici di mortalità per classi di età, ognuna delle quali assume un peso dato dalla struttura per età di una popolazione di riferimento considerata come standard (la popolazione di riferimento utilizzata è quella europea fittizia). Tale metodo permette di confrontare tassi di popolazioni che presentano strutture per età differenti tra di loro. I TSM sono stati calcolati per le aree geotermiche e per la Regione Toscana, per i due generi separatamente;
- rapporto di mortalità standardizzato per età (SMR): attraverso l'SMR si evidenziano scostamenti in eccesso o in difetto di mortalità dei residenti nei comuni di studio rispetto ai residenti di un'area presa a riferimento, al netto delle diverse strutture per età delle due popolazioni. L'SMR è calcolato dal rapporto tra casi osservati nella popolazione in studio e casi attesi, intesi quali casi che si sarebbero verificati nella popolazione in esame se questa avesse sperimentato gli stessi livelli di mortalità della popolazione presa a riferimento. Il rapporto tra osservati e attesi è espresso per 100. Per ogni SMR sono riportati i limiti di confidenza al 95%, inferiori (IC 95% inf.) e superiori (IC 95% sup.), utili per valutare la precisione della stima. Se il limite inferiore dell'intervallo di confidenza dell'SMR è maggiore di 100, siamo in presenza di un eccesso statisticamente significativo di mortalità per la patologia in studio rispetto alla popolazione dell'area di riferimento, al netto dell'età. Se, al contrario, il limite superiore dell'intervallo di confidenza è inferiore a 100, siamo in presenza di un difetto statisticamente significativo. Per il calcolo degli attesi dell'SMR è stata utilizzata la popolazione residente nei comuni limitrofi ai comuni geotermici, compresi in un'area nel raggio di 50 km (rappresentati in verde nella Figura 111).



L'analisi dei ricoveri è stata effettuata con i dati delle schede di dimissione ospedaliera (SDO) sia in regime ordinario che in day-hospital; in caso di soggetti ricoverati più volte per la stessa causa, in analisi è stato considerato solo il primo ricovero. In analogia alle analisi condotte nella fase precedente, sono stati calcolati i seguenti indicatori epidemiologici:

- rapporto di ospedalizzazione standardizzato per età (SHR): attraverso l'SHR si evidenziano scostamenti in eccesso o in difetto di ospedalizzazione dei residenti nei comuni di studio rispetto ai residenti di un'area presa a riferimento, al netto delle diverse strutture per età delle due popolazioni. L'SHR è calcolato dal rapporto tra casi osservati e casi attesi, intesi quali casi che si sarebbero verificati nella popolazione in esame se questa avesse sperimentato gli stessi livelli di ospedalizzazione della popolazione presa a riferimento. Tale rapporto è espresso per 100. Per ogni SHR sono riportati i limiti di confidenza al 95%, inferiori (IC 95% inf.) e superiori (IC 95% sup.), utili per valutare la precisione della stima. Se il limite inferiore dell'intervallo di confidenza dell'SHR è maggiore di 100, siamo in presenza di un eccesso statisticamente significativo di ospedalizzazione per la patologia in studio rispetto alla popolazione dell'area di riferimento, al netto dell'età. Se, al contrario, il limite superiore dell'intervallo di confidenza è inferiore a 100, siamo in presenza di un difetto statisticamente significativo. Per il calcolo degli attesi dell'SHR è stata utilizzata la popolazione residente nei comuni limitrofi ai comuni geotermici, compresi in un'area nel raggio di 50 km.

Di seguito si riporta la sintesi dei risultati ottenuti dall'analisi epidemiologica condotta per l'area geotermica nord, cui appartiene il comune di Castelnuovo Val di Cecina, aggiornati all'ultimo triennio (2007-2009) di osservazione. Si sottolinea che la popolazione residente negli otto comuni nel 2012 era pari a 16.051 soggetti, in diminuzione dell'8% rispetto al 2000 ed in controtendenza rispetto all'incremento del 4% dei comuni limitrofi non geotermici e della regione. L'invecchiamento della popolazione di questa area è documentato dalla rilevante percentuale di ultra65enni sia nei maschi (26%) che nelle femmine (32%), percentuali maggiori dei rispettivi valori regionali pari a 21% e 26%.



Mortalità

Le cause di morte selezionate per lo studio sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 84: Cause di morte in studio ordinate secondo il codice ICD-9 (fonte: www.ars.toscana.it)

CAUSA (tutte le età)	Codice ICD-9
Tutte le cause	0-999
Malattie infettive e parassitarie	001-139
• Tubercolosi	010-018
• Epatite virale	070
Tutti i tumori	140-239
• Tumori maligni delle labbra, della cavità orale, della faringe	140-149
• Tumori maligni dell'esofago	150
• Tumori maligni dello stomaco	151
• Tumori maligni del colon	153
• Tumori maligni del retto	154
• Tumori maligni del fegato e della colecisti e dei dotti biliari	155-156
• Tumori maligni del pancreas	157
• Tumori maligni della laringe	161
• Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone	162
• Tumori maligni della pleura	163
• Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli	171
• Melanoma maligno della cute	172
• Tumori maligni della mammella	174-175
• Tumori maligni dell'utero	179-180, 182
• Tumori maligni dell'ovaio e di altri annessi uterini	183
• Tumori maligni della prostata	185
• Tumori maligni del testicolo	186
• Tumori maligni della vescica	188
• Tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari	189
• Tumori maligni del sistema nervoso centrale	191-192, 225, 239.6
• Tumori maligni del tessuto linfematoipoietico	200-208
– Linfomi non Hodgkin	200.202
– Malattia di Hodgkin	201
– Mieloma multiplo e neoplasie immunoproliferative	203
– Leucemie	204-208
– Leucemia linfoide (acuta e cronica)	204
– Leucemia mieloide (acuta e cronica)	205
Diabete Mellito - Altri disturbi endocrini	250
Demenze	290, 331.0-331.2
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	320-389
• Morbo di Parkinson	332
• Malattia del motoneurone	335,2
• Sclerosi multipla	340
• Epilessie	345
• Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	357,9
Malattie del sistema circolatorio	390-459
• Malattia ipertensiva	401-405
• Infarto miocardico acuto della parete enterolaterale	410
• Malattie ischemiche del cuore	410-414
• Disturbi circolatori dell'encefalo	430-438
Malattie dell'apparato respiratorio	460-519
• Malattie respiratorie acute	460-466, 480-487
– Polmonite	480-486
• Malattie polmonari croniche ostruttive	490-496
– Broncopneumopatie croniche ostruttive	491-492, 494-496
– Asma	493
• Pneumoconiosi	500-505
Malattie dell'apparato digerente	520-579
• Malattie epatiche croniche e cirrosi	571
Malattie del sistema genitourinario	580-629
• Nefrosi	581-583
• Insufficienza renale acuta e cronica	584-585
Malformazioni congenite	740-759
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	780-799
Traumatismi ed avvelenamenti	800-999

Nel periodo dal 1971 al 2009, i tassi di mortalità generale standardizzati (TMS) risultano essere in progressiva diminuzione sia nei maschi che nelle femmine (Figura 112 e Figura 113) e risultano essere, in entrambi i generi, sempre inferiori a quelli toscani.

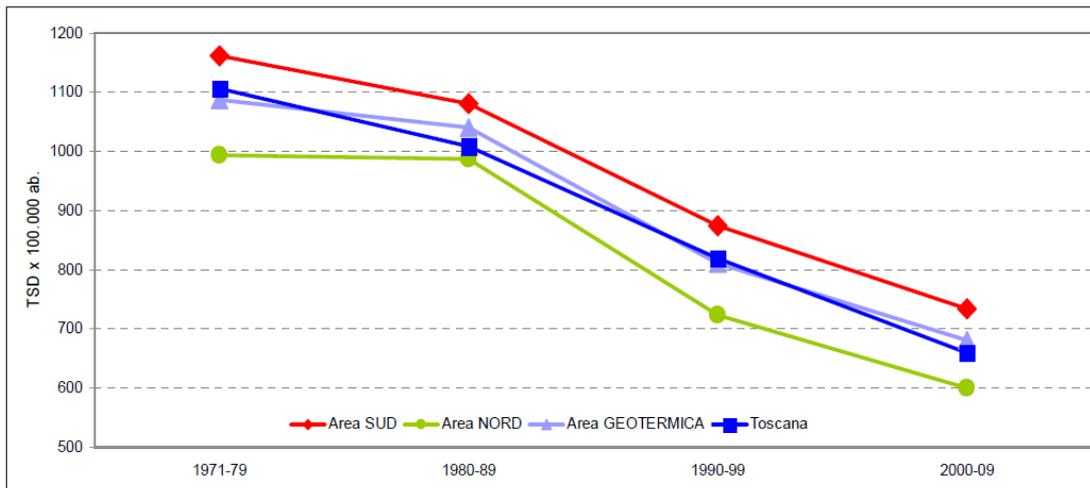


Figura 112: TSM x 100.000 abitanti - Maschi - Standard: popolazione Europa (fonte: www.ars.toscana.it)

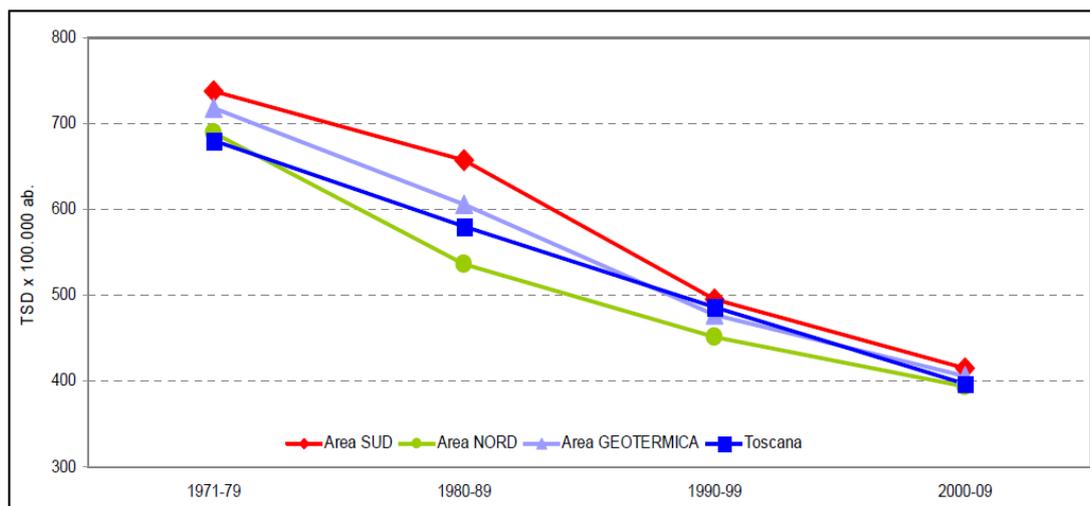


Figura 113: TSM x 100.000 abitanti - Femmine - Standard: popolazione Europa (fonte: www.ars.toscana.it)

La tabella dei risultati dell'analisi di mortalità (Tabella 85) riporta, per ciascuna della 60 cause esaminate per il periodo 2000-2009, il numero di decessi osservati (OSS), quelli attesi in base alla mortalità nei comuni limitrofi (ATT), la differenza tra osservati ed attesi (OSS-ATT), i rapporti di mortalità standardizzati per età (SMR%) ed i relativi intervalli di confidenza al 95% (IC95%, inferiore-superiore). In rosso sono evidenziati gli eccessi significativi, in verde i difetti significativi.

Nel periodo 2000-2009, nell'area geotermica nord si sono registrati 2.451 decessi, a fronte di 2.572 attesi, equivalenti a 121 casi in meno in 10 anni, di cui 94 in meno nei maschi e 27 in meno nelle femmine.

Nello stesso periodo, i livelli di mortalità sono del tutto sovrapponibili a quelli dei residenti nei comuni limitrofi non geotermici. Anzi, la mortalità generale, per tumori e per tumore del polmone, nei maschi residenti nell'area geotermica nord risulta significativamente inferiore all'atteso (- 7%, - 19% e - 30% rispettivamente). Nei maschi, superiore all'atteso è solo la mortalità per malattie del sistema respiratorio (+ 26%), sostenuta perlopiù da quella per pneumoconiosi.

Nelle femmine si osservano eccessi significativi di mortalità per malattie cerebrovascolari (+ 18%), per malattie del sistema genitourinario (+ 49%) e per tumore dell'ovaio (+ 63%), ma non per malattie respiratorie, per tumori, né per tumori polmonari.



SIA IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA CASTELNUOVO

Rispetto all'analisi precedente, riferita al periodo 2000-2006, sia nei maschi che nelle femmine, non si rilevano importanti variazioni nei risultati, con esclusione dell'eccesso di malattie dell'apparato genitourinario nelle femmine. Inoltre, si sottolinea che l'analisi condotta a livello comunale riferita al 2000-2006 ha evidenziato, per il comune di Pomarance, eccessi significativi di mortalità per disturbi circolatori dell'encefalo in entrambi i sessi e per tumore dell'ovario⁶³.

Tabella 85: Analisi di mortalità per l'area geotermica nord - Anni 2000-2009 (fonte: www.ars.toscana.it)

Patologia	ICD-9	Area geotermica Nord									
		Maschi					Femmine				
		OSS	ATT	OSS-ATT	SMR %	IC95%	OSS	ATT	OSS-ATT	SMR %	IC95%
Tutte le cause	0-999	1194	1287,8	-93,8	92,7	87,5-98,1	1257	1284,1	-27,1	97,9	92,6-103,5
Malattie infettive e parassitarie	001-139	10	6,1	3,9	165,2	79,1-303,9	4	5,9	-1,9	68,0	18,3-174,0
Tubercolosi	010-018	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Epatite virale	070	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Tutti i tumori	140-239	337	415,2	-78,2	81,2	72,7-90,3	290	288,3	1,7	100,6	89,4-112,9
Tumori delle labbra, della cavità orale, della faringe	140-149	12	7,1	4,9	168,9	87,2-295,0	3	3,0	0,0	101,5	20,4-296,5
Tumori dell'esofago	150	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Tumori dello stomaco	151	34	37,4	-3,4	91,0	63,0-127,2	23	26,5	-3,5	86,9	55,1-130,5
Tumori del colon	153	27	34,8	-7,8	77,6	51,1-112,9	34	29,1	4,9	117,0	81,0-163,5
Tumori del retto	154	7	11,5	-4,5	61,0	24,4-125,6	9	9,0	0,0	100,3	45,8-190,5
Tumori del fegato, della colecisti e dei dotti biliari	155-156	19	26,0	-7,0	73,2	44,0-114,3	21	19,5	1,5	107,7	66,6-164,6
Tumori del pancreas	157	22	19,4	2,6	113,2	70,9-171,4	20	19,7	0,3	101,4	61,9-156,7
Tumori della laringe	161	10	6,2	3,8	162,5	77,8-298,9	<3	-	-	-	-
Tumori della trachea, dei bronchi e del polmone	162	72	102,5	-30,5	70,3	55,0-88,5	17	23,0	-6,0	74,0	43,1-118,5
Tumori della pleura	163	5	2,7	2,3	187,9	60,6-438,6	3	1,1	1,9	284,5	57,2-831,3
Tumori del connettivo e di altri tessuti molli	171	0	-	-	-	-	4	1,2	2,8	325,0	87,5-832,1
Melanoma della cute	172	4	3,9	0,1	103,5	27,8-264,9	4	3,3	0,7	120,0	32,3-307,3
Tumori della mammella	174-175	<3	-	-	-	-	28	38,8	-10,8	72,2	48,0-104,4
Tumori dell'utero	179-180, 182	0	-	-	-	-	17	11,3	5,7	150,3	87,5-240,6
Tumori dell'ovaio e di altri annessi uterini	183	0	-	-	-	-	23	14,1	6,9	163,3	103,5-245,0
Tumori della prostata	185	31	38,7	-7,7	80,0	54,4-113,6	0	-	-	-	-
Tumori del testicolo	186	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Tumori della vescica	188	16	21,2	-5,2	75,6	43,2-122,7	5	5,5	-0,5	91,0	29,3-212,5
Tumori del rene e di altri non specificati organi urinari	189	12	11,3	0,7	106,3	54,9-185,7	5	6,7	-1,7	75,1	24,2-175,4
Tumori del sistema nervoso	191-192, 225, 239,6	7	11,1	-4,1	62,9	25,2-129,5	12	10,0	2,0	120,1	62,0-209,8
Tumori del tessuto linfoematopoietico	200-208	28	31,3	-3,3	89,6	59,5-129,4	26	27,4	-1,4	95,1	62,1-139,3
Linfomi non Hodgkin	200, 202	8	10,5	-2,5	76,3	32,9-150,4	10	9,4	0,6	106,4	50,9-195,6
Malattia di Hodgkin	201	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Mieloma multiplo e neoplasie immunoproliferative	203	7	6,9	0,1	101,8	40,8-209,7	5	6,5	-1,5	76,6	24,7-178,7
Leucemie	204-208	12	13,4	-1,4	89,5	46,2-156,4	9	10,7	-1,7	83,9	38,3-159,3
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	204	<3	-	-	-	-	4	3,5	0,5	115,4	31,0-295,3
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	205	8	5,4	2,6	148,6	64,0-292,8	4	4,8	-0,8	82,7	22,2-211,7
Diabete mellito	250	25	28,4	-3,4	87,9	56,9-129,8	33	40,5	-7,5	81,6	56,1-114,6
Demenze	290,331,0-331,2	24	30,0	-6,0	79,9	51,2-118,8	67	60,6	6,4	110,6	85,7-140,5
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	320-389	42	36,9	5,1	113,9	82,1-154,0	42	47,9	-5,9	87,8	63,2-118,6
Morbo di Parkinson	332	14	10,5	3,5	132,9	72,6-223,0	10	10,0	0,0	100,4	48,1-184,7
Malattie del motoneurone	335,2	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Sclerosi multipla	340	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Epilessie	345	0	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	357,9	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Malattie del sistema circolatorio	390-459	483	506,6	-23,6	95,4	87,0-104,2	633	625,4	7,6	101,2	93,5-109,4
Malattia ipertensiva	401-405	24	21,9	2,1	109,4	70,1-162,8	51	39,6	11,4	128,7	95,8-169,3
Malattie ischemiche del cuore	410-414	155	168,9	-13,9	91,8	77,9-107,4	135	154,3	-19,3	87,5	73,4-103,6
Infarto miocardico acuto della parete enterolaterale	410	60	72,4	-12,4	82,8	63,2-106,6	62	59,1	2,9	104,9	80,5-134,5
Disturbi circolatori dell'encefalo	430-438	152	146,6	5,4	103,7	87,8-121,5	244	206,3	37,7	118,3	103,9-134,1
Malattie dell'apparato respiratorio	460-519	135	107,5	27,5	125,5	105,2-148,6	58	68,0	-10,0	85,3	64,8-110,2
Malattie respiratorie acute	460-466,480-487	22	26,2	-4,2	84,1	52,7-127,4	20	26,3	-6,3	76,2	46,5-117,6
Polmonite	480-486	21	23,7	-2,7	88,6	54,8-135,5	19	22,0	-3,0	86,4	52,0-135,0
Malattie polmonari croniche ostruttive	490-496	61	52,1	8,9	117,1	89,5-150,4	26	26,9	-0,9	96,6	63,1-141,5
Broncopneumopatie croniche ostruttive	490-492, 494, 496	59	51,0	8,0	115,7	88,1-149,3	23	24,7	-1,7	93,2	59,1-139,8
Asma	493	<3	-	-	-	-	3	2,2	0,8	133,6	26,9-390,2
Pneumoconiosi	500-505	31	10,9	20,1	283,9	192,9-403,0	0	-	-	-	-
Malattie dell'apparato digerente	520-579	40	48,5	-8,5	82,5	58,9-112,3	49	50,1	-1,1	97,7	72,3-129,2
Malattia epatica cronica e cirrosi	571	11	17,3	-6,3	63,4	31,6-113,5	18	13,3	4,7	134,9	79,9-213,1
Malattie del sistema genitourinario	580-629	26	22,4	3,6	115,8	75,6-169,7	34	22,9	11,1	148,6	102,9-207,6
Nefrosi	581-583	0	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Insufficienza renale acuta e cronica	584-585	12	13,0	-1,0	92,7	47,8-161,9	20	13,5	6,5	148,6	90,7-229,4
Malformazioni congenite	740-759	0	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	780	8	14,8	-6,8	54,0	23,3-106,4	15	28,4	-13,4	52,7	29,5-87,0
Traumatismi e avvelenamenti	800	58	58,5	-0,5	99,1	75,2-128,1	33	36,8	-3,8	89,6	61,7-125,8

⁶³ Fabrizio Minichilli et al. Stato di salute delle popolazioni residenti nelle aree geotermiche della toscana. Epidemiol Prev 2012; 36 (5) suppl. 1:1-104



Ricoveri ospedalieri

In Tabella 86 sono riportati i risultati dell'analisi di primo ricovero per ciascuna della 60 cause esaminate per il periodo 2007-2009, nel dettaglio, il numero di casi osservati di ospedalizzazione per primo ricovero (OSS), quelli attesi in base all'ospedalizzazione dei residenti nei comuni limitrofi (ATT), la differenza tra osservati ed attesi (OSS-ATT), i rapporti di ospedalizzazione standardizzati per età (SHR%) ed i relativi intervalli di confidenza al 95% (IC95%, inferiore-superiore). In rosso sono evidenziati gli eccessi significativi, in verde i difetti significativi.

I risultati delle analisi sui ricoverati nel periodo 2007-2009 mostrano un eccesso di ospedalizzazione generale sia nei maschi (+ 10%) che nelle femmine (+ 8%).

Analizzando le singole cause, nei maschi dell'area geotermica nord si conferma l'eccesso significativo di ricoverati per pneumoconiosi (+ 367%) già rilevato nei dati di mortalità e compare quello per malattie dell'apparato digerente (+ 20%) e per tumore della laringe (+ 110%). Risultano invece essere in difetto significativo i ricoveri per polmonite (- 25%).

Nelle femmine si osservano eccessi di ricoverati per malattie del sistema digerente (+ 33%) e si conferma quello per tumore dell'ovaio (+ 108%). D'altra parte, nelle femmine risultano in difetto significativo i ricoveri per malattie dell'apparato respiratorio (- 23%), tra cui quelle polmonari cronico-ostruttive, e per le malformazioni (- 44%).

Rispetto all'analisi precedente, riferita al periodo 2004-2006 (Tabella 87), non si rilevano importanti novità tra gli eccessi, ad eccezione del tumore della laringe nei maschi e del tumore dell'ovaio nelle femmine. Si segnala, nelle femmine, un riallineamento ai valori attesi delle ospedalizzazioni per tumori del sistema ematolinfopoietico, tra cui i linfomi di Hodgkin e le leucemie, che erano in eccesso. Con riferimento ai risultati dell'analisi condotta negli anni 2004-2006 a livello comunale si sottolinea che nel comune di Castelnuovo Val di Cecina sono emersi eccessi di ricoverati per tutte le cause per entrambi i generi, mentre a Pomarance sono emersi eccessi significativi di ospedalizzazione per tumori del linfoematopoietico, in particolare per le leucemie, tra le femmine⁶⁴.

⁶⁴Fabrizio Minichilli et al. Stato di salute delle popolazioni residenti nelle aree geotermiche della toscana. Epidemiol Prev 2012; 36 (5) suppl. 1:1-104



Tabella 86: Analisi di primo ricovero per l'area geotermica nord - Anni 2007-2009 (fonte: www.ars.toscana.it)

Patologia	ICD-9	Area geotermica Nord									
		Maschi					Femmine				
		OSS	ATT	OSS-ATT	SHR %	IC95%	OSS	ATT	OSS-ATT	SHR %	IC95%
Tutte le cause	0-999	964	872,9	91,1	110,4	103,6-117,6	1085	1008,0	77,0	107,6	101,3-114,2
Malattie infettive e parassitarie	001-139	60	52,0	8,0	115,4	88,0-148,5	57	43,9	13,1	129,9	98,4-168,3
Tubercolosi	010-018	<3	-	-	-	-	3	1,7	1,3	171,8	34,5-502,0
Epatite virale	070	7	7,5	-0,5	93,9	37,6-193,5	3	4,3	-1,3	69,3	13,9-202,4
Tutti i tumori	140-239	252	242,8	9,2	103,8	91,4-117,4	230	247,2	-17,2	93,0	81,4-105,9
Tumori delle labbra, della cavità orale, della faringe	140-149	8	5,3	2,7	150,2	64,7-295,9	<3	-	-	-	-
Tumori dell'esofago	150	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Tumori dello stomaco	151	12	12,4	-0,4	96,4	49,7-168,4	6	8,7	-2,7	69,3	25,3-150,8
Tumori del colon	153	27	23,4	3,6	115,4	76,0-167,9	14	18,7	-4,7	74,9	40,9-125,8
Tumori del retto	154	14	14,1	-0,1	99,3	54,2-166,6	11	9,2	1,8	120,0	59,8-214,7
Tumori del fegato, della colecisti e dei dotti biliari	155-156	12	10,3	1,7	116,4	60,1-203,3	7	6,0	1,0	116,3	46,6-239,7
Tumori del pancreas	157	8	6,2	1,8	128,2	55,2-252,5	5	6,1	-1,1	82,0	26,4-191,4
Tumori della laringe	161	10	4,8	5,2	209,9	100,5-386,1	<3	-	-	-	-
Tumori della trachea, dei bronchi e del polmone	162	23	26,6	-3,6	86,5	54,8-129,8	13	8,7	4,3	149,9	79,8-256,4
Tumori della pleura	163	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Tumori del connettivo e di altri tessuti molli	171	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Melanoma della cute	172	<3	-	-	-	-	3	3,1	-0,1	95,8	19,3-279,8
Tumori della mammella	174-175	0	-	-	-	-	38	46,5	-8,5	81,8	57,8-112,2
Tumori dell'utero	179-180,182	0	-	-	-	-	7	8,8	-1,8	79,6	31,9-164,0
Tumori dell'ovaio e di altri annessi uterini	183	0	-	-	-	-	12	5,8	6,2	208,3	107,5-364,0
Tumori della prostata	185	24	31,2	-7,2	76,9	49,2-114,4	0	-	-	-	-
Tumori del testicolo	186	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Tumori della vescica	188	22	27,9	-5,9	79,0	49,5-119,6	6	7,6	-1,6	78,5	28,7-170,8
Tumori del rene e di altri non specificati organi urinari	189	15	11,9	3,1	125,6	70,2-207,1	<3	-	-	-	-
Tumori del sistema nervoso	191-192, 225, 239,6	<3	-	-	-	-	8	7,4	0,6	108,7	46,8-214,2
Tumori del tessuto linfoematopoietico	200-208	17	16,3	0,7	104,4	60,8-167,2	12	13,3	-1,3	89,9	46,4-157,1
Linfomi non Hodgkin	200, 202	5	7,4	-2,4	67,7	21,8-157,9	6	6,0	0,0	99,7	36,4-217,0
Malattia di Hodgkin	201	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Mieloma multiplo e neoplasie immunoproliferative	203	4	3,6	0,4	109,8	29,5-281,1	4	2,8	1,2	144,0	38,7-368,6
Leucemie	204-208	8	5,4	2,6	147,7	63,6-291,0	<3	-	-	-	-
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	204	5	2,8	2,2	177,0	57,1-413,1	<3	-	-	-	-
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	205	3	2,5	0,5	119,7	24,1-349,8	0	-	-	-	-
Diabete mellito	250	6	12,2	-6,2	49,4	18,0-107,4	9	11,0	-2,0	81,9	37,4-155,4
Demenze	290,331,0-331,2	3	7,4	-4,4	40,7	8,2-118,9	7	9,7	-2,7	72,3	29,0-148,9
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	320-389	92	108,1	-16,1	85,1	68,6-104,4	106	112,4	-6,4	94,3	77,2-114,1
Morbo di Parkinson	332	5	3,3	1,7	150,1	48,4-350,3	4	2,8	1,2	142,7	38,4-365,4
Malattie del motoneurone	335,2	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Sclerosi multipla	340	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Epilessie	345	14	9,2	4,8	151,5	82,8-254,3	12	8,5	3,5	141,9	73,2-247,9
Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	357,9	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Malattie del sistema circolatorio	390-459	371	348,0	23,0	106,6	96,0-118,0	335	319,6	15,4	104,8	93,9-116,7
Malattia ipertensiva	401-405	14	13,2	0,8	106,3	58,1-178,3	21	15,5	5,5	135,5	83,8-207,1
Malattie ischemiche del cuore	410-414	114	110,9	3,1	102,8	84,8-123,4	75	68,4	6,6	109,7	86,2-137,5
Infarto miocardico acuto della parete enterolaterale	410	52	66,0	-14,0	78,8	58,9-103,4	47	45,6	1,4	103,0	75,6-136,9
Disturbi circolatori dell'encefalo	430-438	131	120,0	11,0	109,2	91,3-129,6	126	127,9	-1,9	98,5	82,1-117,3
Malattie dell'apparato respiratorio	460-519	220	224,3	-4,3	98,1	85,6-112,0	137	178,4	-41,4	76,8	64,5-90,8
Malattie respiratorie acute	460-466,480-487	63	77,0	-14,0	81,9	62,9-104,7	46	58,6	-12,6	78,5	57,4-104,7
Polmonite	480-486	47	62,6	-15,6	75,1	55,2-99,9	38	44,6	-6,6	85,3	60,3-117,0
Malattie polmonari croniche ostruttive	490-496	24	25,8	-1,8	93,0	59,6-138,4	10	19,7	-9,7	50,7	24,3-93,2
Broncopneumopatie croniche ostruttive	490-492, 494, 496	20	22,2	-2,2	90,0	54,9-138,9	7	16,5	-9,5	42,3	17,0-87,2
Asma	493	5	3,8	1,2	131,6	42,4-307,0	4	3,7	0,3	109,3	29,4-279,7
Pneumoconiosi	500-505	12	2,6	9,4	466,5	240,8-815,0	<3	-	-	-	-
Malattie dell'apparato digerente	520-579	375	312,0	63,0	120,2	108,3-133,0	313	234,8	78,2	133,3	118,9-148,9
Malattia epatica cronica e cirrosi	571	10	13,7	-3,7	73,0	34,9-134,2	7	9,7	-2,7	72,2	28,9-148,8
Malattie del sistema genitourinario	580-629	156	163,4	-7,4	95,5	81,1-111,7	187	205,9	-18,9	90,8	78,3-104,8
Nefrosi	581-583	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Insufficienza renale acuta e cronica	584-585	44	32,7	11,3	134,6	97,8-180,8	37	27,5	9,5	134,4	94,6-185,3
Malformazioni congenite	740-759	34	30,0	4,0	113,2	78,4-158,3	12	21,4	-9,4	56,1	28,9-98,0
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	780	87	106,1	-19,1	82,0	65,7-101,1	90	102,0	-12,0	88,2	71,0-108,5
Traumatismi e avvelenamenti	800	242	222,5	19,5	108,7	95,5-123,3	231	224,2	6,8	103,0	90,2-117,2



Tabella 87: Rapporti standardizzati di ospedalizzazione (SHR), aggiustati per indice di deprivazione (SHR-ID) per l'area geotermica nord - Anni 2004-2006 (fonte: www.ars.toscana.it)

Patologia	Codice ICD9	Area Nord					
		maschi			femmine		
		OSS	SHR% (IC95%)	SHR-ID% (IC95%)	OSS	SHR% (IC95%)	SHR-ID% (IC95%)
Tutte le cause	0-999	1.193	105 (99-111)	105 (99-111)	1357	105 (100-111)	106 (100-111)
Malattie infettive e parassitarie	001-139	67	121 (94-153)	114 (89-145)	54	108 (81-141)	107 (80-139)
Tubercolosi	010-018		<3		0	0	0
Epatite virale	70	13	81 (43-139)	80 (43-137)	19	88 (53-137)	82 (49-128)
Tutti i tumori	140-239	256	98 (86-110)	97 (85-109)	297	111 (98-124)	109 (97-123)
Tumori delle labbra, della cavità orale, della faringe	140-149	6	97 (35-211)	94 (34-205)	5	182 (59-425)	181 (58-422)
Tumori dell'esofago	150		<3		0	0	0
Tumori dello stomaco	151	17	118 (69-189)	120 (70-192)	13	136 (72-232)	137 (73-234)
Tumori del colon	153	22	96 (60-145)	94 (59-143)	23	127 (80-190)	129 (82-194)
Tumori del retto	154	15	109 (61-179)	105 (59-173)	12	115 (60-201)	113 (58-198)
Tumori del fegato, della colecisti e dei dotti biliari	155-156	7	72 (29-148)	73 (29-150)	8	122 (53-241)	111 (48-219)
Tumori del pancreas	157	12	167 (86-292)	171 (89-299)	6	100 (37-217)	102 (37-221)
Tumori della laringe	161	5	111 (36-259)	113 (37-264)		<3	
Tumori della trachea, dei bronchi e del polmone	162	27	88 (58-128)	91 (60-133)	4	47 (13-120)	47 (13-120)
Tumori della pleura	163		<3		0	0	0
Tumori del connettivo e di altri tessuti molli	171	3	167 (34-487)	148 (30-432)		<3	
Melanoma della cute	172	5	156 (50-363)	152 (49-355)	3	113 (23-329)	113 (23-331)
Tumori della mammella	174-175	0	0	0	39	82 (58-112)	84 (59-114)
Tumori dell'utero	179-180,182				13	129 (69-220)	131 (69-223)
Tumori dell'ovaio e di altri annessi uterini	183				7	112 (45-230)	108 (43-222)
Tumori della prostata	185	20	53 (32-82)	54 (33-84)			
Tumori del testicolo	186		<3				
Tumori della vescica	188	22	91 (57-138)	90 (57-137)	5	78 (25-183)	73 (24-169)
Tumori del rene e di altri non specificati organi urinari	189	9	79,8 (37-152)	73,8 (34-140)	4	73 (20-186)	74 (20-190)
Tumori del sistema nervoso centrale	191-192,225,239,6		<3		7	86 (35-178)	79 (32-162)
Tumori del tessuto linfoematopoietico	200-208	20	127 (77-196)	124 (75-191)	21	167 (103-255)	160 (99-245)
Linfomi non Hodgkin	200, 202	8	104 (45-205)	99 (43-195)	9	151 (69-286)	145 (66-276)
Malattia di Hodgkin	201		<3		4	433 (117-1110)	360 (97-922)
Mieloma multiplo e neoplasie immunoproliferative	203	6	174 (64-378)	171 (63-373)	4	133 (36-340)	138 (38-353)
Leucemie	204-208	7	133 (54-274)	135 (54-277)	11	273 (136-489)	262 (131-469)
Leucemia Linfoide (acuta e cronica)	204	4	159 (43-406)	174 (47-445)	9	514 (235-975)	409 (187-777)
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	205		<3			<3	
Diabete Mellito	250	21	136 (84-208)	143 (88-218)	22	145 (91-220)	153 (96-232)
Demenze	290,331.0-331.2	8	213 (92-419)	214 (92-421)	16	206 (117-334)	202 (115-327)
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	320-389	101	87 (71-105)	87 (71-106)	118	95 (79-114)	94 (78-112)
Morbo di Parkinson	332	3	114 (23-332)	116 (23-339)	6	161 (59-351)	175 (64-381)
Malattie del motoneurone	335,2	0	0	0		<3	
Sclerosi multipla	340		<3		5	137 (44-319)	135 (44-315)
Epilessia	345		<3		4	48 (13-122)	48 (13-124)
Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	357,9		<3		0	0	0
Malattie del sistema circolatorio	390-459	391	95 (85-104)	94 (85-103)	381	101 (91-112)	101 (91-112)
Malattia ipertensiva	401-405	22	141 (88-213)	137 (86-207)	20	111 (68-172)	112 (68-173)
Infarto miocardico acuto della parete enterolaterale	410	66	87 (68-111)	95 (73-121)	44	86 (62-115)	91 (66-122)
Malattie ischemiche del cuore	410-414	122	94 (78-112)	98 (81-116)	79	94 (74-117)	99 (78-123)
Disturbi circolatori dell'encefalo	430-438	114	84 (70-101)	82 (68-99)	130	99 (83-118)	99 (83-117)
Malattie dell'apparato respiratorio	460-519	250	103 (91-117)	104 (91-118)	157	83 (71-97)	84 (72-98)
Malattie respiratorie acute	460-466,480-487	80	97 (77-121)	95 (75-118)	50	79 (59-105)	78 (58-103)
Polmonite	480-486	55	84 (63-109)	81 (61-105)	30	62 (42-88)	61 (41-87)
Malattie polmonari croniche ostruttive	490-496	37	99 (70-136)	102 (72-140)	31	109 (74-155)	117 (79-165)
Broncopneumopatie croniche ostruttive	491-492,494-496		<3		0	0	0
Asma	493		<3		5	83 (27-194)	87 (28-203)
Pneumoconiosi	500-505	6	206 (76-448)	333 (122-726)	0	0	0
Malattie dell'apparato digerente	520-579	392	114 (103-126)	112 (101-124)	300	113 (100-126)	112 (100-125)
Malattia epatica cronica e cirrosi	571	25	130 (84-192)	132 (85-194)	15	124 (70-205)	129 (72-213)
Malattie del sistema genitourinario	580-629	152	83 (70-97)	82 (70-96)	244	104 (91-118)	102 (90-116)
Nefrosi	581-583		<3		4	262 (72-672)	250 (68-640)
Insufficienza renale acuta e cronica	584-585	19	67 (40-104)	66 (40-103)	15	65 (36-107)	71 (40-117)
Malformazioni congenite	740-759	24	84 (54-125)	86 (55-128)	20	93 (57-144)	89 (55-138)
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	780-799	125	109 (90-129)	112 (93-133)	99	95 (77-115)	99 (81-121)
Traumatismi e avvelenamenti	800-999	227	97 (84-110)	97 (85-110)	255	108 (95-122)	109 (96-123)

Considerando quanto sopra esposto, l'analisi epidemiologica condotta per l'area geotermica nord, aggiornata ai dati del 2009, ha evidenziato che "...il profilo di salute dei residenti dell'area geotermica nord è



sovrapponibile a quello dei comuni limitrofi presi a riferimento. Anzi, gli indicatori epidemiologici più rilevanti, quali la mortalità generale e per tumori, presentano nei maschi valori significativamente inferiori all'atteso. L'eccesso di ospedalizzazione rilevato sia nei maschi che nelle femmine, può essere espressione di maggiore frequenza di malattie, ma anche di un uso maggiore dell'ospedale in aree con servizi sanitari extraospedalieri meno accessibili⁶⁵.

In conclusione, sulla base della caratterizzazione sopra descritta, ai fini della valutazione dell'impatto, alla componente salute pubblica è stata attribuita una sensibilità bassa.

4.13.2 Valutazione degli impatti

4.13.2.1 Fattori di impatto

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente salute pubblica per le fasi di progetto considerate sono di seguito individuati.

■ Fase di costruzione

- emissione di polveri;
- emissione di inquinanti atmosferici;
- emissione di rumore.

■ Fase di esercizio

- emissione di rumore.

4.13.2.2 Valutazione e matrici di impatto

La valutazione dell'impatto sulla salute pubblica nella **fase di costruzione** ha riguardato le potenziali interferenze negative derivanti dalle variazioni della qualità dell'aria e del clima acustico.

La variazione della qualità dell'aria è correlata sia all'emissione di polveri potenzialmente sollevate durante le operazioni di scavo e di movimento terra, dal deposito temporaneo del materiale di scavo e dalla movimentazione degli automezzi lungo le strade sterrate del cantiere, sia all'emissione di inquinanti atmosferici derivanti dall'attività delle macchine operatrici in cantiere e dal traffico veicolare indotto dal cantiere. Gli impatti correlati, considerando che il più vicino recettore è rappresentato dall'Azienda Agrituristica "S. Nicolò" ubicata a circa 450 m a nord-ovest e che il borgo di Montecastelli Pisano dista circa 1.150 m a nord-ovest, sono da considerarsi negativi trascurabili.

La variazione del clima acustico in fase di cantiere sarà determinata dalle emissioni di rumore derivanti dalle attività dei mezzi d'opera (costruzione delle opere civili e per la realizzazione della centrale), dal traffico indotto da e per il cantiere e dalle emissioni emesse dalle macchine perforatrici per la perforazione dei pozzi con un conseguente disturbo per la popolazione residente. Per la caratterizzazione di dettaglio del clima acustico in relazione alle potenziali interferenze ai recettori si rimanda alle valutazioni riportate in Appendice A. Sulla base dei risultati riportati nell'Appendice A, si prevede un impatto negativo basso correlato all'emissione di rumore.

La Tabella 88 riassume i giudizi di impatto negativi del Progetto sulla componente Salute pubblica in fase di costruzione.

⁶⁵ www.ars.toscana.it. Area geotermica Nord – Aggiornamento dei dati di mortalità e ospedalizzazione, maggio 2013



Tabella 88: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Salute pubblica - Fase di costruzione

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SALUTE PUBBLICA FASE DI COSTRUZIONE		emissione di polveri	emissione di inquinanti atmosferici	emissione di rumore
Durata nel tempo (D)	breve			
	medio-breve			
	media			
	medio-lunga			
	lunga			
Distribuzione temporale (Di)	concentrata			
	discontinua			
	continua			
Area di influenza (A)	circoscritta			
	estesa			
	globale			
Rilevanza (Ri)	trascurabile			
	bassa			
	media			
	alta			
Reversibilità (R)	a breve termine			
	a medio-lungo termine			
	irreversibile			
Probabilità accadimento (P)	bassa			
	media			
	alta			
	certa			
Mitigazione (M)	alta			
	media			
	bassa			
	nulla			
Sensibilità componente (S)	trascurabile			
	bassa			
	media			
	alta			
Impatti		Trascurabile	Trascurabile	Basso

Per quanto concerne la **fase di esercizio**, impatti negativi sulla salute pubblica sono attesi a causa delle emissioni sonore dovuto al funzionamento dell'impianto. Tale impatto è già stato trattato nell'analisi della componente clima acustico, a cui si rimanda per i dettagli di merito. Considerata la durata del progetto di almeno e/o minimo 25 anni, la media rilevanza del fattore di impatto agente sulla componente e l'alto potenziale delle mitigazioni messe in atto, si stima un impatto medio-basso sulla salute pubblica in fase di esercizio.



Tabella 89: Matrice di valutazione degli impatti negativi - Componente Salute pubblica - Fase di esercizio

MATRICE VALUTAZIONE DI IMPATTO - SALUTE PUBBLICA		emissione di rumore
Durata nel tempo (D)	breve	
	medio-breve	
	media	
	medio-lunga	
	lunga	
Distribuzione temporale (Di)	concentrata	
	discontinua	
	continua	
Area di influenza (A)	circoscritta	
	estesa	
	globale	
Rilevanza (Ri)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Reversibilità (R)	a breve termine	
	a medio-lungo termine	
	irreversibile	
Probabilità accadimento (P)	bassa	
	media	
	alta	
	certa	
Mitigazione (M)	alta	
	media	
	bassa	
	nulla	
Sensibilità componente (S)	trascurabile	
	bassa	
	media	
	alta	
Impatto		Medio-basso

In **fase di dismissione** si procederà alla chiusura mineraria dei pozzi, alla dismissione della centrale geotermoelettrica e delle opere connesse. Considerando che la chiusura dell'impianto geotermico pilota avverrà dopo un periodo di almeno e/o minimo 25 anni di esercizio, al momento attuale si può stimare che gli impatti connessi a questa fase saranno confrontabili con gli impatti generati in fase di cantiere ma comunque minori perchè non saranno presenti gli impatti correlati alla costruzione dei pozzi.



5.0 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il presente capitolo costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) redatto secondo gli indirizzi delle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA" (D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) al fine di monitorare lo stato delle componenti ambientali maggiormente impattate dalle attività previste di perforazione e di eventuale messa in produzione, in caso di esito minerario positivo, del progetto denominato "Castelnuovo".

La presente proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale sarà definita in dettaglio a seguito della progettazione esecutiva ed eventualmente concordata con le Autorità Competenti.

5.1 Suolo e sottosuolo

5.1.1 Sismicità

Finalità

Il monitoraggio della sismicità comprende i seguenti obiettivi principali:

- definizione e installazione di un idoneo sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati sismici nell'area del Permesso Castelnuovo e nelle zone limitrofe;
- verifica della sismicità nell'area in esame e rilievo delle eventuali variazioni nella sismicità naturale correlabili all'attività del Progetto.

Area di monitoraggio

La rete di monitoraggio sismico è stata progettata al fine di ottenere risultati ottimali in termini di localizzazione ipocentrale e rilevamento della magnitudo.

L'estensione della rete consentirà di localizzare gli eventi sia all'interno del permesso Castelnuovo sia nelle adiacenti Concessioni Minerarie geotermiche.

A tale riguardo si evidenzia che il monitoraggio sismico previsto per il progetto Castelnuovo potrà godere dell'integrazione con la rete di monitoraggio già predisposta e operativa da parte di Magma Energy Italia per il Permesso di Ricerca Mensano.

Nella seguente figura si riporta l'ubicazione prevista per l'installazione delle stazioni microsismiche nell'area del Permesso Castelnuovo.

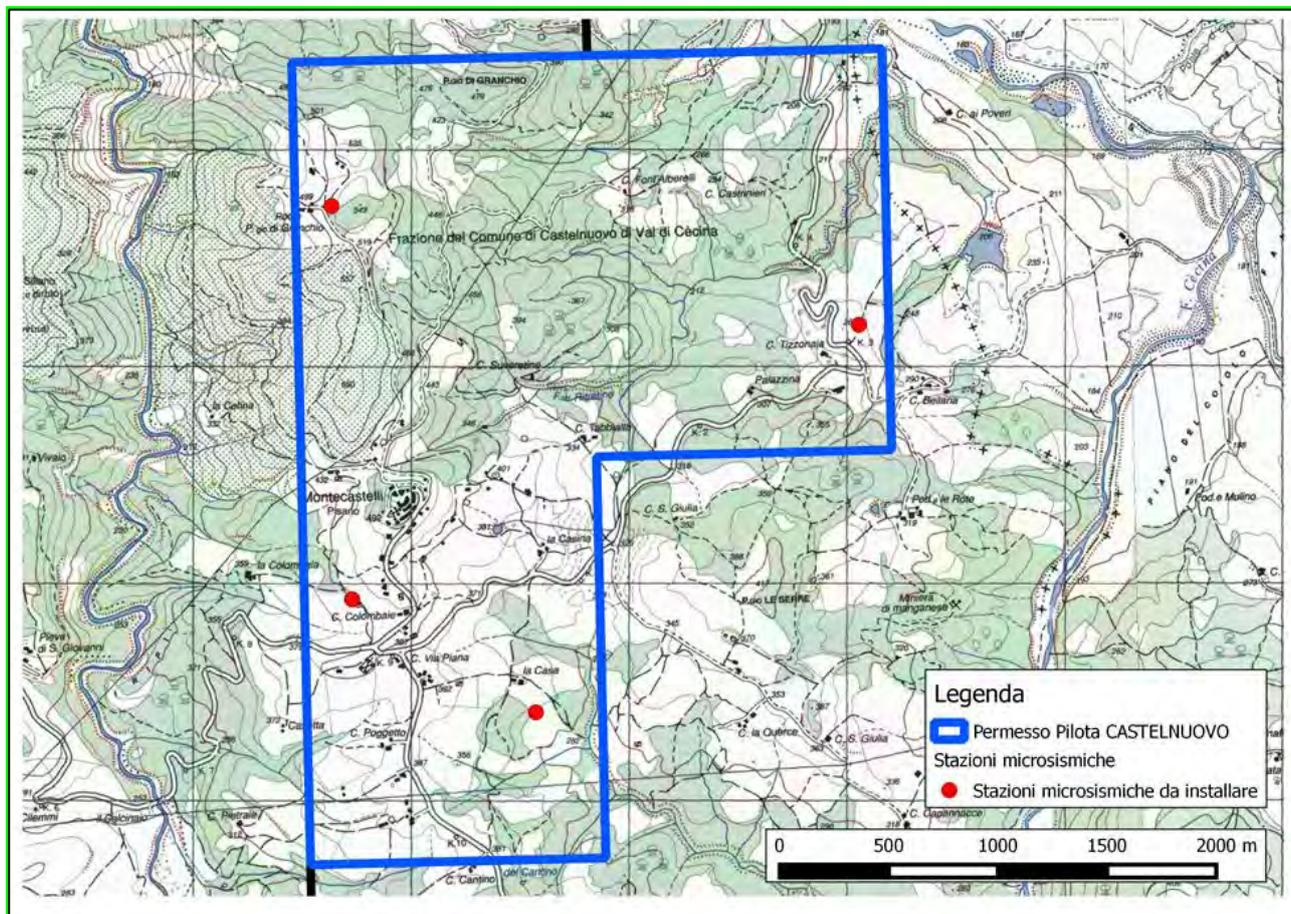


Figura 114: Ubicazione prevista per l'installazione delle stazioni microsismiche nell'area del Permesso Castelnuovo (da "Studio e monitoraggio della sismicità", Magma Energy)

Studi e linee guida di riferimento

Come ricordato in precedenza nel SIA, nel novembre 2014 è stato pubblicato il documento "Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche" ("Linee Guida").

Le Linee Guida fanno seguito alle raccomandazioni della Commissione ICHESE e "hanno l'obiettivo di definire gli standard iniziali di osservazione degli effetti delle attività antropiche a seguito di operazioni di reiniezione di fluidi nel sottosuolo (acque di strato) e di estrazione/stoccaggio di idrocarburi e, in particolare, di stabilire le procedure e i protocolli di monitoraggio, includendo tra questi le modalità di analisi dell'evoluzione spazio-temporale di alcuni parametri descrittivi della sismicità, della deformazione del suolo e della pressione di poro. ... Più in generale, le Linee Guida, opportunamente adattate, potrebbero essere adottate anche nel caso di ... Geotermia tradizionale".

Le Linee guida evidenziano che lo scopo del monitoraggio è di "rilevare variazioni nei parametri monitorati, evidenziare la loro eventuale correlazione con le attività antropiche svolte nel sottosuolo e intraprendere le azioni di mitigazione necessarie per ricondurre i parametri misurati entro il livello di fondo atteso, nonché predisporre le azioni più opportune per la messa in sicurezza dell'impianto, delle persone e del territorio interessato".

Tipologia di attività

Le attività di monitoraggio finalizzate alla stima del rischio associato alla potenziale sismicità indotta dallo sfruttamento del campo geotermico di Castelnuovo prevedono l'installazione di una rete di strumenti per la misura dell'attività microsismica dell'area in esame.



Per consentire il monitoraggio in continuo della sismicità e verificare la sua eventuale correlazione con le attività di progetto, verrà inoltre installato un idoneo sistema di acquisizione ed elaborazione dati in tempo reale.

La rete strumentale installata permetterà di raggiungere, nel dominio interno di rilevazione (inteso come il volume all'interno del quale si ritiene possano verificarsi eventuali fenomeni di sismicità indotta associati all'attività svolta), una accuratezza nella localizzazione ipocentrale di alcune centinaia di metri per terremoti con magnitudo locale compresa tra 0.5 e 1.

La rete di monitoraggio sarà anche implementata con stazioni esterne al Permesso Castelnuovo, già operative nell'adiacente Permesso di Ricerca Mensano. La rete strumentale complessiva consentirà di localizzare gli eventi sia all'interno del permesso Castelnuovo sia nelle adiacenti Concessioni Minerarie geotermiche.

Oltre ai sismometri, ove ritenuto necessario, saranno installati anche uno o più accelerometri.

Tutti i dati registrati saranno elaborati in tempo reale, fornendo per ogni evento classificato i parametri di sorgente, i quali saranno organizzati in cataloghi e messi periodicamente a disposizione del pubblico.

Durata e frequenza delle attività

Il monitoraggio sismico partirà circa un anno prima dell'inizio delle operazioni di perforazione, al fine di poter verificare e misurare la sismicità naturale di fondo in condizioni "non perturbate" e sarà esteso per tutto il periodo di attività della coltivazione.

Programma del monitoraggio

La rete di rilevamento sismico di nuova realizzazione consisterà n. 4 stazioni (ubicate come riportato nella Figura 114).

Si ricorda che nell'area in esame è già presente una rete attiva (cfr. rete relativa al Permesso di Ricerca Mensano), cui si potrà fare riferimento anche per il monitoraggio previsto nell'ambito del Permesso Castelnuovo.

La rete sismica installata sarà inoltre integrata con la rete sismica nazionale dell'INGV.

Le stazioni di monitoraggio prevedono l'installazione di sismometri collegati a una centralina di acquisizione (digitalizzatore), alimentata o con pannelli fotovoltaici o tramite allaccio alla rete. La sincronizzazione temporale tra le stazioni sarà garantita da una rete GPS.

I dati registrati in continuo saranno immagazzinati all'interno del digitalizzatore e trasmessi via rete UMTS a un centro di calcolo presso la sede Magma Energy.

Il sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati della sismicità sarà tale da consentire il controllo e la gestione del rischio derivante dell'eventuale insorgere di eventi sismici nel corso delle attività di coltivazione.

Restituzione dei dati

La comunicazione dei risultati ottenuti comprenderà:

- l'individuazione su idonea base cartografica delle stazioni di monitoraggio sismico installate (specificandone le coordinate geografiche nel sistema di riferimento WGS 84 e la quota);
- la documentazione fotografica delle stazioni di monitoraggio sismico installate;
- la descrizione delle stazioni sismiche installate (caratteristiche dei sensori di registrazione e dei sistemi di elaborazione dei segnali sismici);
- la descrizione delle modalità di acquisizione ed elaborazione dei dati sismici.



I risultati complessivi delle rilevazioni saranno illustrati e analizzati in rapporti periodici, con cadenza indicativa di 6 mesi.

I rapporti descriveranno, per il periodo rendicontato:

- lo stato di funzionamento della rete, riportando eventuali anomalie, con rappresentazione grafica dello stato on/off quotidiano delle stazioni e del livello del segnale/rumore di fondo;
- la sismicità rilevata, riportando anche un catalogo parametrico completo e aggiornato;
- un'analisi delle prestazioni complessive della rete, che viene valutata in funzione della sismicità rilevata e localizzabile;
- eventuali situazioni in cui la sismicità si discosti dall'ordinario.

5.1.2 Subsidenza

Finalità

Il monitoraggio della subsidenza comprende i seguenti obiettivi principali:

- definizione e attuazione di una serie di misure delle deformazioni del suolo nell'area del Permesso Castelnuovo (livellazioni topografiche e analisi interferometriche con tecnica InSAR, combinate con misure GPS);
- verifica degli eventuali fenomeni di subsidenza correlabili all'attività del Progetto.

Area di monitoraggio

L'area di monitoraggio si estende alla zona di subsidenza attesa, definibile sulla base delle previsioni elaborate nell'ambito dello sviluppo delle conoscenze giacimentologiche del Progetto.

Al fine di poter rilevare la subsidenza indotta dallo sfruttamento del campo geotermico, l'area di monitoraggio avrà un'estensione sufficientemente ampia rispetto alla dimensione dell'area di progetto (l'estensione delle misure previste sono definite nella successiva descrizione delle singole attività di monitoraggio previste).

Tipologia di attività

Il monitoraggio delle deformazioni del suolo comprenderà le seguenti attività:

- livellazioni topografiche;
- interferometria PSInSAR;
- misure GPS.

Livellazioni topografiche

La livellazione topografica prevista è del tipo geometrico di alta precisione, la quale prevede misure ogni 40 m con precisione di 1 mm/km. Tale metodologia rappresenta un tipo di misurazione affidabile e ampiamente utilizzata.

La metodologia di lavoro consiste nella misura dei dislivelli tra due punti con il metodo della livellazione geometrica dal mezzo, eseguendo misure in andata e in ritorno ragionevolmente differenziate nel tempo in modo che le due serie di misure risultino da condizioni operative (meteorologiche, di luce, di percorso, ecc.) sufficientemente diversificate in modo da ridurre eventuali possibilità di errori sistematici, ma non oltre le 24 ore successive.

Interferometria PSInSAR



L'analisi interferometrica di dati radar da satellite viene definita mediante l'acronimo InSAR [rilievi Interferometrici SAR (SAR – *Synthetic Aperture Radar*)].

Il SAR è un sensore attivo montato su satellite che emette radiazioni elettromagnetiche e registra la potenza del segnale riflesso da elementi della superficie terrestre (bersagli radar) calcolando inoltre il tempo intercorso tra emissione e ritorno del segnale.

L'interferometria, in pratica, misura le variazioni della fase del segnale SAR tra due acquisizioni distinte provenienti dal medesimo bersaglio a terra. Un movimento del terreno, alterando la distanza sensore-bersaglio, induce una variazione nella fase del segnale.

Questa metodologia, sia per la qualità che per la quantità di dati collezionabili, si rivela particolarmente adatta al monitoraggio degli eventuali fenomeni di subsidenza legati alla produzione e re-iniezione di fluidi geotermici.

Misure GPS

Le misure GPS (*Global Positioning System*) avranno la funzione di integrarsi con le misure InSAR al fine di ottenere il massimo dettaglio delle eventuali deformazioni del suolo associate con le attività geotermiche del Permesso Castelnuovo.

La registrazione degli spostamenti utilizza i segnali dei satelliti della costellazione GPS, tale sistema permette la determinazione precisa della posizione di punti appositamente strumentati mediante antenna ricevente. Il sistema fornisce le coordinate geografiche e la posizione altimetrica delle stazioni di monitoraggio.

Durata e frequenza delle attività

Si riporta nel seguito la definizione dei tempi previsti per l'esecuzione delle differenti tipologie di attività di monitoraggio.

Livellazioni topografiche

L'intera rete potrà essere coperta 1 volta prima dell'inizio della fase di perforazione, in modo da definire una condizione di "bianco", e, successivamente, a cadenze concordate in base alle esigenze (ad esempio, una volta ogni 6 mesi il primo anno, una volta ogni 12 mesi il secondo anno, una volta ogni 24-36 mesi, in seguito, durante la coltivazione).

Interferometria PSInSAR

Il monitoraggio potrà essere suddiviso in due fasi:

- monitoraggio del "bianco" - tale fase permetterebbe di ottenere un'immagine temporale delle possibili deformazioni del suolo, con possibilità di analizzare immagini dal 2002;
- monitoraggio in fase di produzione - questa fase potrebbe svilupparsi a partire dalla fine della fase perforazione, con possibilità di analizzare immagini a frequenza maggiore per un primo periodo di circa 3 anni, con cadenza di analisi ogni 6 mesi, per poi passare a 12 mesi negli anni successivi.

Misure GPS

Come evidenziato in precedenza, le misure GPS saranno eseguite ad integrazione dei rilievi InSAR.

Programma del monitoraggio

Nel seguito si descrivono gli aspetti operativi e logistici del programma di monitoraggio della subsidenza per le diverse tipologie di attività previste.

Livellazioni topografiche



La rete di livellazione topografica sarà opportunamente progettata e collegata con i capisaldi della rete IGM esistente (Figura 115).

Le misure di quota verranno effettuate mediante l'impianto di una serie di capisaldi e l'acquisizione delle misure avverrà tramite un livello ottico accoppiato a due stadi in invar.

I percorsi lungo i quali effettuare le misure sono stati determinati tenendo conto dell'esigenza di coprire nel modo più omogeneo possibile l'area del Permesso Castelnuovo compatibilmente con la viabilità esistente e con la necessità di terminare ciascun percorso entro la giornata lavorativa.

Come riferimenti planimetrici dai quali far partire le nuove misure sono stati considerati due capisaldi IGM⁶⁶ presenti nelle immediate vicinanze del Permesso Castelnuovo e denominati: Cave di Marmo (120704) e Ponte Cecina (n. 119626). Si prevede di materializzare due punti anche presso il polo di produzione e il polo di re-iniezione.

Si prevede di acquisire misure per circa 3 km al giorno (6 km in andata e ritorno) effettuando misure intermedie tra i capisaldi (ad esempio ogni 40 m).

La rete di monitoraggio proposta ha una lunghezza complessiva di circa 100 km.

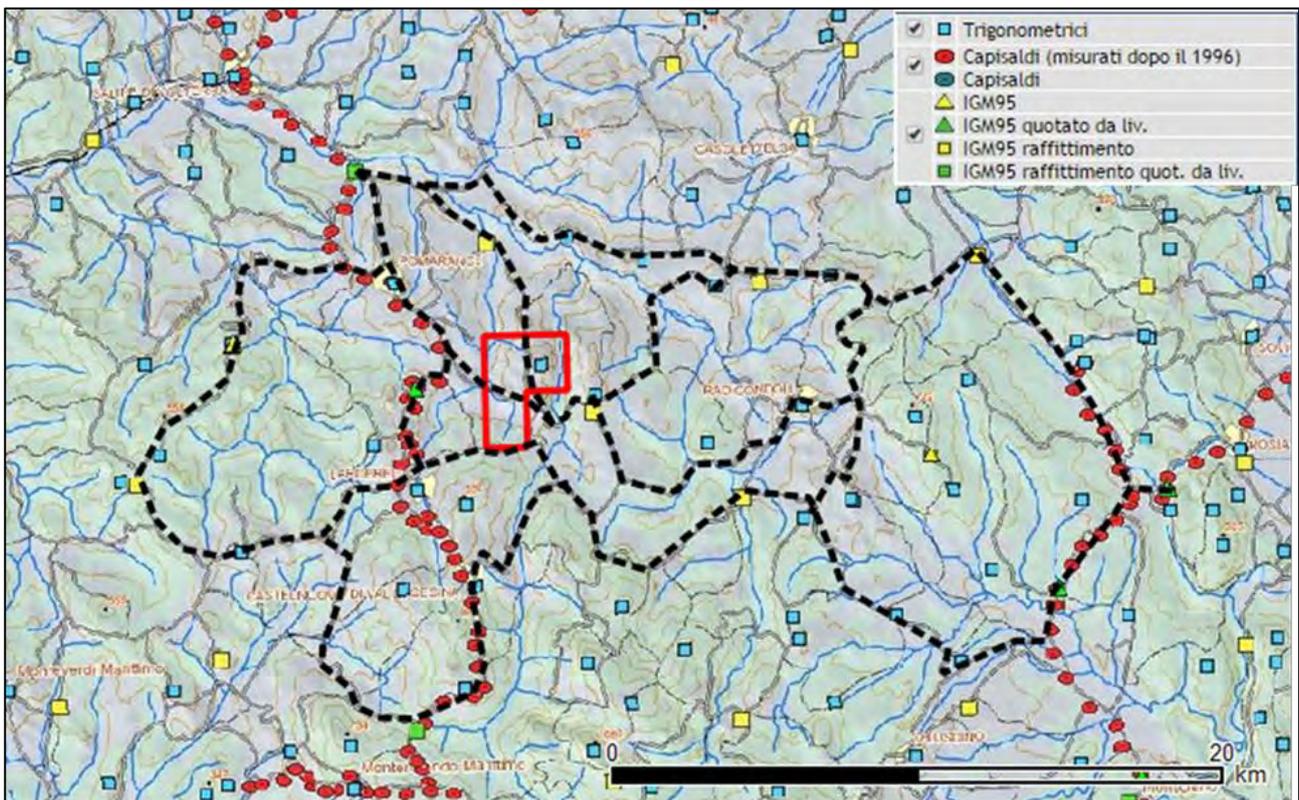


Figura 115: Ubicazione di massima della rete di monitoraggio della subsidenza (da "Rapporto sul monitoraggio delle deformazioni del suolo", Magma Energy)

Interferometria PSInSAR

Per l'elaborazione dei dati sarà utilizzata l'analisi su diffusori puntuali (metodologia PSInSARTM)⁶⁷. Un riflettore permanente (PS - *Permanent Scatterer*) è un bersaglio radar contenuto entro una cella di risoluzione dell'immagine SAR. I PS corrispondono a elementi esistenti al suolo, quali manufatti o elementi

⁶⁶ Fonte: <http://www.igmi.org/geodetica/>

⁶⁷ La tecnica PSInSARTM (*Permanent Scatterer InSAR Technique*) è stata brevettata dal Politecnico di Milano nel 1999 e concessa in uso esclusivo a TRE



naturali, che si distinguono nell'area esaminata in quanto possiedono una elevata stabilità nel tempo della risposta magnetica.

Tale tecnica, per ottenere risultati attendibili, richiede l'utilizzo di un numero relativamente elevato di interferogrammi (generalmente non inferiore a 15). Il ricorso a un approccio multi-interferometrico, in cui i dati dei vari interferogrammi vengono utilizzati congiuntamente, consente anche la stima dello spostamento storico del bersaglio radar, ossia la ricostruzione della sua serie temporale di movimento.

Per l'area occupata dal Permesso Castelnuovo si prevede di coprire un'area di circa 30 km².

L'acquisizione e l'elaborazione (*processing*) del dato prevedrà orbite ascendenti e discendenti con campionamenti di circa 100 m.



Figura 116: Ubicazione del Permesso Castelnuovo rispetto alle immagini satellitari disponibili per l'area di interesse (da "Studio monitoraggio delle deformazioni del suolo", Magma Energy)

Misure GPS

Le misure saranno collegate a stazioni permanenti preesistenti collocate entro un raggio di 200-300 km.

Stazioni permanenti operative da più di 2 anni sono presenti sull'intero territorio regionale. Il sito web dell'IGM⁶⁸ riporta l'ubicazione delle seguenti stazioni:

⁶⁸ Fonte: <http://37.207.194.154/rdn/>



- SIEN 00000M000 (Siena);
- PRAT 12760M001 (Prato - P.I.N. Center);
- MAON 00000M000 (Monte Argentario, Grosseto);
- MADA 00000M000 (Madonna dell'Acqua, Pisa);
- IGMI 12701M003 (Firenze);
- GROS 19524M001 (Grosseto);
- GROG 00000M000 (Gorgona island, Livorno);
- ELBA 12721M002 (San Piero Campo nell'Elba, Livorno).

Restituzione dei dati

I risultati complessivi delle rilevazioni delle deformazioni del suolo saranno illustrati e analizzati in rapporti periodici, prodotti secondo le frequenze dei monitoraggi eseguiti, così come individuate nei precedenti punti relativi alla "durata e frequenza delle attività".

I rapporti descriveranno, per il periodo analizzato:

- la descrizione delle modalità di acquisizione ed elaborazione dei dati, riportando eventuali anomalie;
- l'andamento temporale delle deformazioni del suolo e la loro distribuzione spaziale;
- eventuali variazioni rispetto alle condizioni di "bianco".

5.2 Clima acustico

Finalità

Il monitoraggio della componente rumore ha come scopo fondamentale quello di definire il clima acustico presso recettori sensibili che possono essere oggetto di impatto durante le attività di Progetto. Data la sensibilità acustica dei luoghi, è opportuno programmare un Piano di Monitoraggio Acustico volto a un controllo puntuale del clima acustico che si verrà a stabilire nelle fasi di cantiere e di esercizio. Il Piano di Monitoraggio Acustico sia per le fasi di cantiere e di esercizio sarà in ogni caso da concordarsi con gli organi tecnici del Proponente e degli Enti Pubblici preposti al controllo ambientale.

Area di monitoraggio

Le attività di monitoraggio della componente saranno pertanto costituite da rilievi fonometrici condotti su 24h (RG) presso i ricettori maggiormente interessati dall'immissione acustica, in modo da permettere il confronto con i limiti previsti dal piano di zonizzazione acustica vigente.

Durata e frequenza delle attività

Il monitoraggio sarà condotto ante operam (ovvero prima della costruzione della centrale), in fase di costruzione (tale monitoraggio potrà essere intensificato nelle fasi di maggiore attività del cantiere in particolare durante le attività di perforazione) e nel primo periodo di vita della centrale geotermica (entro 3 mesi dalla messa in funzione).

La tecnica di monitoraggio del rumore consisterà nella misura giornaliera in continuo del rumore per 24 ore presso la postazione, con memorizzazione della cronologia temporale (*time history*) e delle eccedenze rispetto a parametri preimpostati. La modalità di rilievo sarà quella prevista dal D.M. del 16/03/98, ovvero sarà effettuato in assenza di precipitazioni atmosferiche, di neve al suolo, di nebbia e di vento (velocità < 5 m/s) ed il microfono, munito di cuffia antivento, sarà posizionato su stativo telescopico a 4 m dal piano campagna (ovvero a 1,5 m da p.c. per gli edifici con un piano fuori terra).



Il rilievo della time history sarà effettuato con costante di tempo fast (veloce), rete di ponderazione A e memorizzazione dei L_{eq} e L_{picco} ogni minuto. La memorizzazione dei livelli statistici sarà svolta ogni 60'.

Il rilievo delle eccedenze verrà effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e memorizzazione della durata, del livello massimo L_{max} , e del decorso temporale dei L_{eq} ogni secondo.

Tipologia di attività

I parametri acustici rilevati saranno i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A $L_{Aeq,1min}$;
- livello massimo L_{max} ;
- livello minimo L_{min} ;
- principali livelli statistici L_1 , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{95} ad intervalli di 60';
- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A $L_{Aeq,1sec}$ delle eccedenze;
- livello massimo, SEL e durata delle eccedenze.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) sarà ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato e degli eventi anomali.

La strumentazione utilizzata dovrà essere conforme agli standard previsti nell'Allegato B del D.P.C.M. del 01/03/91 e nel D.M. del 16/03/98 per la misura del rumore ambientale e dovrà essere sottoposta a periodica taratura così come indicato nella normativa vigente.

Durante il rilievo fonometrico dovranno essere monitorati in continuo anche i seguenti principali parametri meteorologici, mediante installazione di una stazione meteorologica portatile (costituita da un insieme di sensori):

- velocità del vento (m/s);
- direzione del vento (grado sessagesimale °);
- temperatura (°C);
- umidità relativa (%);
- precipitazioni (mm di H_2O).

I sensori saranno installati alla sommità di un palo telescopico posizionato a 1,5-2 m dal piano campagna per la determinazione della temperatura, dell'umidità relativa e delle precipitazioni ed a 10 m dal p.c. per la misura della velocità e della direzione del vento.

Restituzione dei dati

La comunicazione dei risultati ottenuti dovrà comprendere:

- l'individuazione su idonea base cartografica della stazione di monitoraggio (specificandone le coordinate geografiche nel sistema di riferimento UTM-WGS 84);
- la documentazione fotografica della stazione di monitoraggio con apparecchiatura installata;
- il tempo di riferimento, di osservazione e di misura;
- la descrizione della strumentazione utilizzata;



- i dati orari meteorologici registrati;
- le modalità di rilevamento ed i riferimenti legislativi;
- la catena di misura completa, precisando la strumentazione impiegata ed il relativo grado di precisione;
- il certificato di verifica della taratura;
- il modello, tipo, dinamica e risposta in frequenza nei casi di utilizzo di un sistema di registrazione o riproduzione;
- i dati giornalieri rilevati ed acquisiti:
- il confronto con i limiti di legge previsti;
- tipo e caratteristiche di eventuali sorgenti di rumore interagenti con la stazione di monitoraggio e loro distanza dalla stazione recettore;
- la segnalazione di eventuali anomalie tecniche e/o ambientali che potrebbero inficiare e/o condizionare parzialmente o totalmente i risultati;
- le conclusioni;
- identificativo e firma leggibile del tecnico competente che ha eseguito le misure.



Firme della Relazione

GOLDER ASSOCIATES S.R.L.

Elisa Sizzano
Project Manager

Livia Manzone
Project Director

C.F. e P.IVA 03674811009

Registro Imprese Torino

Società soggetta a direzione e coordinamento di Enterra Holding Ltd. ex Art. 2497 c.c.



APPENDICE A

Documentazione Previsionale di Impatto Acustico



A.1 INTRODUZIONE

A.1.1 Generalità

Nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.) del progetto per il nuovo Impianto Geotermico Pilota "Castelnuovo" ubicato in Toscana, nel comune di Castelnuovo Val di Cecina (PI), la presente relazione costituisce Documentazione Previsionale di Impatto Acustico (D.P.I.A.) redatta ai sensi dell'art. 8 della Legge n. 447/1995.

Il Progetto ricade nell'area del Permesso di Ricerca "Castelnuovo", localizzato in Toscana nelle Province di Pisa e Siena. Il Permesso di Ricerca ha una superficie di 7,52 km² e un potenziale geotermico sufficiente a sostenere lo sviluppo di un impianto geotermico con potenza netta di 5 MWe.

Il presente documento è stato redatto da tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della Legge 447/1995, della L.R. n. 52 del 20/10/2000 n° 9-11616 e della D.G.R. Piemonte del 02/02/2004 n° 9-11616.

A.1.2 Scopo e contenuti dello studio

La D.P.I.A. in oggetto presenta i risultati dello studio di impatto acustico associato alle variazioni di rumore ambientale associate alla costruzione e alla successiva messa in esercizio del nuovo Impianto geotermico pilota Castelnuovo ubicato in Toscana, nel comune di Castelnuovo Val di Cecina (PI).

La D.P.I.A., condotta in conformità alla D.G.R. Toscana del 21/10/2013 n. 857, è così suddivisa:

- quadro normativo in materia di acustica ambientale;
- descrizione dell'intervento in progetto e delle sorgenti sonore connesse;
- definizione e descrizione dell'area di studio;
- descrizione dello stato acustico ante operam;
- modellazione acustica e definizione dei livelli sonori di emissione in fase di cantiere ed esercizio;
- calcolo dei livelli sonori di immissione in fase di cantiere ed esercizio e verifica dei limiti di legge;
- piano di monitoraggio acustico.

La D.P.I.A. è stata sviluppata sulla base delle informazioni tecniche e progettuali fornite dal Proponente nonché sulla base di un'apposita indagine fonometrica ante operam e una successiva modellazione acustica dell'area di studio condotta con software previsionale accreditato. Quest'ultima ha consentito di verificare l'impatto acustico dell'intervento e conseguentemente indicare ai progettisti i necessari requisiti acustici delle opere in progetto tali da garantire il rispetto della legislazione vigente in materia.

A.2 LEGISLAZIONE VIGENTE

A.2.1 Legislazione nazionale

A.2.1.1 Legge del 26/10/1995, n. 447

In Italia, a livello nazionale la materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico è disciplinata dalla Legge del 26/10/1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico. La legge n. 447/95 prevede, inoltre, decreti attuativi di regolamentazione in materia di inquinamento acustico, tra i quali:

- D.P.C.M. del 14/11/1997 "Determinazione del valore limite delle sorgenti sonore";
- D.M. Ambiente 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";



- D.P.C.M. del 31/03/1998 “Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l’esercizio dell’attività del tecnico competente in acustica”.

La Legge n. 447/95, oltre a indicare finalità e dettare obblighi e competenze per i vari Enti, fornisce le definizioni dei parametri interessati al controllo dell’inquinamento acustico. Si riportano di seguito le principali definizioni considerate in ambito acustico:

- Valore limite di emissione: valore massimo di rumore che può essere emesso da una o più sorgenti sonore misurato in prossimità della sorgente stessa;
- Valore limite assoluto di immissione: valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell’ambiente abitativo o nell’ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori. I valori limite di immissione sono distinti in:
 - a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
 - b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.
- Valore di attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l’ambiente;
- Valori di qualità: il valore di rumore da conseguire nel breve, medio e lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

La classificazione acustica consiste nella suddivisione del territorio in classi, definite dal D.P.C.M. 14/11/1997 in cui si applicano i limiti individuati dallo stesso decreto. In **Tabella A.1**, si riportano tali indicazioni.

In relazione alla classificazione acustica del territorio, risultano individuati dalla normativa, ed in particolare dal D.P.C.M. 14/11/1997, i valori limite di emissione e immissione, come riportati nella **Tabella A.2**.

La misurazione dei valori di confronto con i limiti indicati nella **Tabella A.2**, deve essere realizzata in accordo ai disposti del D.M. Ambiente 16/03/1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico” ed in generale alla normativa vigente all’atto della misurazione stessa.

I limiti differenziali sono definiti in 3 dB durante il periodo notturno e 5 dB durante il periodo diurno. Tali limiti si applicano su tutto il territorio nazionale tranne che nelle aree esclusivamente industriali (Classe VI) e qualora il rumore all’interno dei vani dei ricettori disturbati, misurato a finestre aperte/chiuso, sia inferiore a:

- 50/35 dBA durante il periodo diurno;
- 40/25 dBA durante il periodo notturno.

Tabella A.1: Classificazione del territorio comunale secondo D.P.C.M. del 14/11/97

	<i>Aree particolarmente protette</i>
Classe I	Aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
	<i>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</i>
Classe II	Aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Classe III	<p><i>Aree di tipo misto</i></p> <p>Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.</p>
Classe IV	<p><i>Aree di intensa attività umana</i></p> <p>Aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.</p>
Classe V	<p><i>Aree prevalentemente industriali</i></p> <p>Aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p>
Classe VI	<p><i>Aree esclusivamente industriali</i></p> <p>Aree interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.</p>

Tabella A.2: Valori limite definiti dal D.P.C.M. del 14/11/97

Classi	TAB. B Valori limite di emissione		TAB. C Valori limite assoluti di immissione		TAB. D Valori di qualità		Valori di attenzione riferiti a 1 ora	
	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte
I	45	35	50	40	47	37	60	45
II	50	40	55	45	52	42	65	50
III	55	45	60	50	57	47	70	55
IV	60	50	65	55	62	52	75	60
V	65	55	70	60	67	57	80	65
VI	65	60	70	70	70	70	80	75

A.2.1.2 Decreto Legislativo del 19/08/2005, n. 194

Costituisce l'attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. Il decreto, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, compreso il fastidio, definisce le competenze e le procedure per:

- l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche;
- l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione, volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale laddove necessario, in particolare, quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché ad evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose;



- assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale e ai suoi effetti.

Inoltre il decreto disciplina gli indicatori acustici da utilizzare (Allegato 1) e gli standard da seguire per la misurazione e il calcolo previsionale dei primi (Allegato 2).

In particolare, per il calcolo acustico previsionale, il decreto indica i seguenti standard di calcolo:

- rumore dell'attività industriale: ISO 9613-2 (le misure per i dati di rumorosità in ingresso sono realizzate secondo gli standard fissati dalle norme ISO 8297, ISO 3744 e ISO 3746);
- rumore degli aeromobili: documento 29 ECAC.CEAC (tecnica di segmentazione di cui alla sezione 7.5 del documento);
- rumore del traffico veicolare: metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96 (SETRACERTU-LCPC-CSTB);
- rumore ferroviario: metodo di calcolo ufficiale dei Paesi Bassi.

A.2.1.3 Decreto del Presidente della Repubblica del 30/03/2004, n. 142

Il D.P.R. stabilisce le norme per la prevenzione e il contenimento dell'inquinamento acustico originato dall'esercizio delle infrastrutture stradali. Il decreto definisce:

- le categorie di appartenenza delle infrastrutture stradali, essenzialmente individuate sulla base dei volumi di traffico insistenti (dalle autostrade alle strade locali);
- l'ampiezza delle fasce di pertinenza acustica e i limiti di immissione relativi a ciascuna categoria, per ciascuna fascia di pertinenza e per ciascuna tipologia di recettore (scuole, ospedali, case di cura e/o riposo, altri recettori), sia nel caso di infrastrutture stradali esistenti sia nel caso di infrastrutture stradali di nuova realizzazione;
- le modalità di verifica e controllo dell'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio delle infrastrutture stradali;
- gli interventi diretti a tutela di recettori già esistenti o di aree territoriali edificabili nel caso di nuova infrastruttura.

Nella Tabella A.3 sono inseriti i valori limiti di immissione relativi alle strade esistenti e assimilabili.

Tabella A.3: Strade esistenti e assimilabili - Valori limite di immissione secondo D.P.R. 142/2004

Tipo di strada (secondo CdS)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole ^(*) , ospedali, case di cura e di riposo		Altri recettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Tipo di strada (secondo CdS)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole ^(*) , ospedali, case di cura e di riposo		Altri recettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV Cnr 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori della Tabella C del DPCM 14/11/97 e comunque conformi alla zonizzazione acustica delle aree urbane			
F – locale		30				

^(*) Per le scuole vale il solo limite diurno

A.2.2 Legislazione Regione Toscana

A.2.2.1 L.R. 01/12/1998 n. 89

La Legge Regionale del 1/12/1998 n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico" detta norme per la tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, in attuazione della Legge Quadro sul Rumore del 26/10/1995, n. 447 e in coerenza con le disposizioni del D.Lgs. 31/03/1998, n. 112 (Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli enti locali).

La legge dà ai Comuni l'obbligo di provvedere alla classificazione acustica del territorio e di coordinare la stessa con la pianificazione urbanistica in vigore e alla Giunta Regionale il compito di definire le modalità e i criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della documentazione di valutazione previsionale del clima acustico.



Definisce le categorie di progetti e opere che devono essere corredati di valutazione acustica, definisce la figura del tecnico competente in acustica, introduce i piani di miglioramento e risanamento acustico, definisce i livelli di competenza dei vari Enti in riguardo alle attività di vigilanza e controllo.

A.2.2.2 D.G.R. del 21/10/2013 n. 857

Con la D.G.R. n. 857 del 21/10/2013 si definiscono i criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 della L.R. n. 89/1998 (individuati nell'allegato A) che i comuni devono richiedere ai titolari dei progetti di cui al comma 1, 4, 5 e 6bis dello stesso articolo. Inoltre, ai sensi dell'art. 12, comma 3, si definiscono i criteri tecnici (allegato B) che i soggetti pubblici e privati di cui allo stesso comma devono seguire per la redazione della relazione previsionale di clima acustico. Sono inoltre individuate le indicazioni che la certificazione di cui al comma 3bis deve contenere al fine di attestare il rispetto dei requisiti di protezione acustica in relazione alla zona acustica di riferimento individuata nel piano comunale di classificazione acustica. Con tale D.G.R. sono state abrogate le D.G.R. n. 788/99 e n. 398/00.

A.2.2.3 Altri provvedimenti regionali

- D.G.R. n. 490 del 16/06/2014 "Comitato regionale di coordinamento ex art. 15 bis, L.R. 89/98: linee guida regionali in materia di gestione degli esposti, di verifica di efficacia delle pavimentazioni stradali fonoassorbenti e/o a bassa emissività negli interventi di risanamento acustico e di gestione dei procedimenti di Valutazione di Impatto Acustico"
- D.G.R. n. 856 del 21/10/2013 "Individuazione delle attività di competenza delle Aziende unità sanitarie locali e dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT) in materia di tutela dall'inquinamento acustico ai sensi dell'art. 2, comma 2, lettera b) della Legge Regionale n. 89/98"
- D.P.G.R. n. 2/R del 08/01/2014 "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'art. 2, comma 1, della LR 89/98 - Norme in materia di inquinamento acustico".

A.2.3 Provvedimenti comunali

A.2.3.1 Classificazione acustica del Comune di Castelnuovo Val di Cecina

Il vigente Piano di Classificazione Acustica del Comune di Castelnuovo Val di Cecina è stato approvato con la D.C.C. n. 29 del 28/06/2005.

Nella **Figura A.1** si riporta uno stralcio di tale piano dell'area di studio (fonte: SIRA - Sistema Informativo Regionale Ambientale Regione Toscana), relativo alla frazione di Montecastelli Pisano, dal quale si evince che l'area di insediamento della centrale geotermica e il territorio circostante entro un raggio di oltre 1 Km sono classificati in **Classe III "Aree di tipo misto"**.

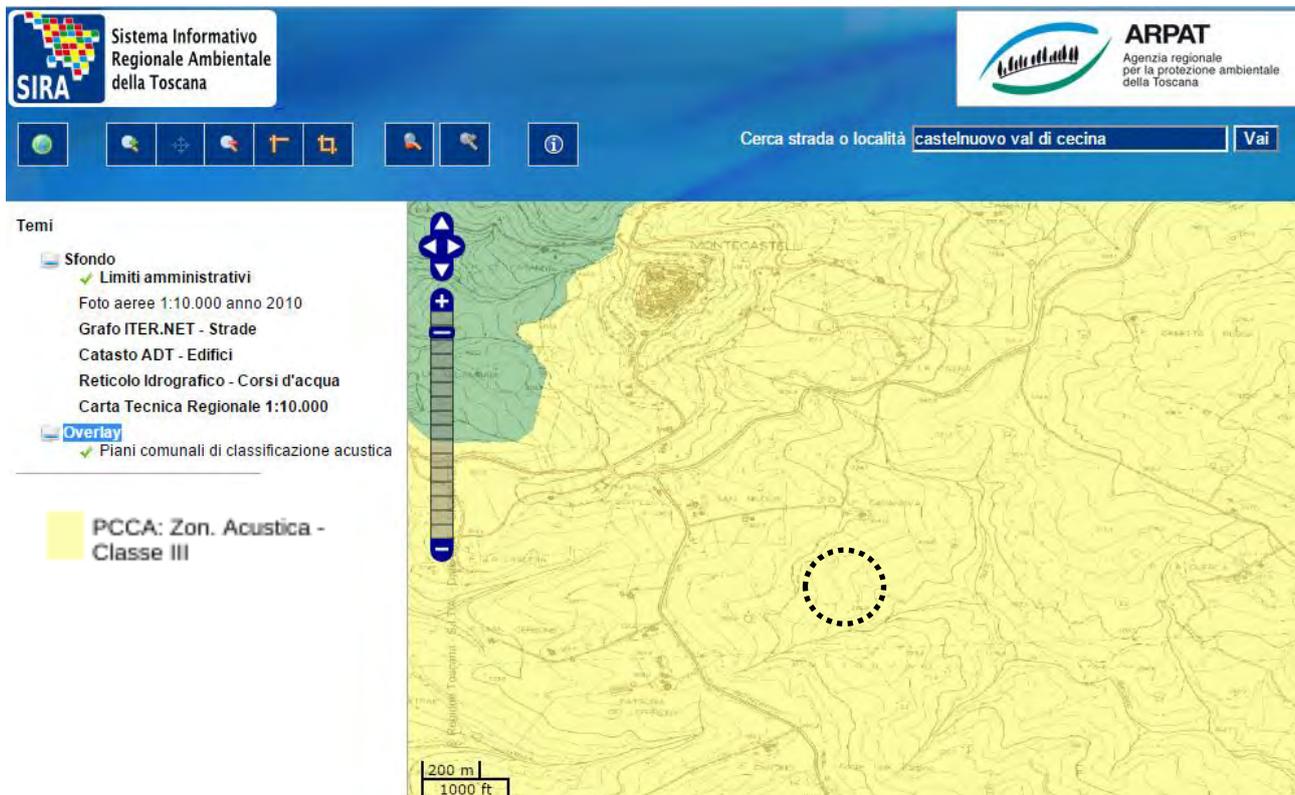


Figura A.1: Estratto del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Castelnuovo Val di Cecina (fonte: SIRA)

A.2.3.2 Regolamento Comunale delle Attività Rumorose

Il Regolamento disciplina le competenze comunali in materia di inquinamento acustico ai sensi della Legge n. 447/1995 e della L.R. n. 89/1998. Oltre a definire i limiti imposti dal vigente piano di classificazione acustica comunale e gli obblighi ai sensi dell'art. 8 della L. 447/95 in tema di valutazioni di impatto e clima acustico, il Regolamento introduce le modalità e i limiti per la richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti per le attività rumorose temporanee quali attività di spettacolo e cantieri.

Di particolare importanza sono gli articoli 7 e 9.3 che riguardano le attività legate alla geotermia.

L'art. 7 del Regolamento, che disciplina le attività legate alla realizzazione, esercizio e manutenzione di impianti geotermici, considera "attività rumorose a carattere permanente" la realizzazione di nuove centrali geotermiche e la realizzazione di nuove postazioni e pozzi. Tali attività non sono soggette alla disciplina di cui all'art. 5 del Regolamento (ndr. valutazione di impatto acustico) pertanto, di norma, non necessitano della richiesta di autorizzazione in deroga all'esecuzione delle attività temporanee rumorose in quanto la stessa autorizzazione è ricompresa nell'ambito del procedimento amministrativo cui il progetto è soggetto (es. Valutazione di Impatto Ambientale, Screening Ambientale, etc.).

L'articolo 9.3 prevede inoltre che le attività collegate all'utilizzo della risorsa geotermica, così come definite all'art. 7, possano determinare il superamento dei limiti di zona previsti a patto di rientrare entro i seguenti limiti temporali e di rumorosità:

Durata

- Massimo 10 giorni per attività effettuate sull'arco delle 24 ore;
- Massimo 30 giorni per attività effettuate nel periodo di riferimento diurno;



Orari

Per le aree lontane da ricettori non ci sono limitazioni di orario. Per i ricettori devono essere evitate le giornate festive e prefestive, nonché i periodi notturni.

Limiti massimi di immissione sonora

- 70 dBA L_{Aeq} , per il periodo di riferimento diurno (06.00-22.00);
- 65 dBA L_{Aeq} , per il periodo di riferimento notturno (22.00-06.00);

Per le attività oggetto di autorizzazione in deroga non si considerano i limiti differenziali.

I limiti di immissione sonora sopra indicati si intendono valutati in facciata degli edifici, in corrispondenza dei ricettori più disturbati o più vicini.

Qualora l'attività geotermica non rientri in tale ambito si dovrà procedere con la richiesta di autorizzazione in deroga secondo la procedura ordinaria, indirizzando al Comune specifica domanda almeno 60 giorni prima dell'inizio della attività.

Il Comune, valutate le motivazioni addotte, sentito il parere dell'ARPAT e della ASL competente, autorizzerà l'attività rumorosa temporanea entro il termine di attivazione previsto nella domanda, mediante un apposito atto nel quale sono riportate le eventuali prescrizioni da seguire per l'esecuzione dei lavori.

A.3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Per la descrizione del Progetto in esame si rimanda al Quadro Progettuale del presente SIA.

A.4 SORGENTI SONORE

A.4.1 Fase di cantiere

Nella **Figura A.2** si riporta il cronoprogramma dei lavori.

Il cantiere durerà verosimilmente 24 mesi e sarà suddiviso nelle seguenti 8 fasi di lavoro:

- Fase 1: Allestimento del cantiere, adeguamento viabilità e nuova viabilità 1° tratto
Durata circa 2 mesi
- Fase 2: Nuova viabilità 2° tratto, realizzazione vasca di accumulo 12.000 m³ e area di stoccaggio
Durata circa 2 mesi
- Fase 3: Movimenti terra piazzola di perforazione
Durata circa 2,5 mesi
- Fase 4: Opere civili piazzola di perforazione, movimentazioni terra area centrale e aircooler, riempimento vasca di accumulo 12.000 m³, realizzazione vasca di accumulo 3.000 m³, montaggio opere meccaniche della piazzola di perforazione
Durata circa 3 mesi
- Fase 5: Allestimento e perforazione del 1° pozzo di produzione
Durata circa 4 mesi



- Fase 6: Realizzazione opere civili dell'area centrale e aircooler + perforazione pozzo di reinizione
Durata circa 4,5 mesi
- Fase 7: Opere meccaniche area centrale e aircooler + perforazione 2° pozzo di produzione + realizzazione dei fluidodotti
Durata circa 6,5 mesi
- Fase 8: Opere di mitigazione
Durata circa 2 mesi

Le Fasi 1÷4 saranno circoscritte al solo periodo diurno e saranno rappresentate principalmente dalle operazioni di scavi e movimento terra con escavatori, pale meccaniche, apripista ($L_{wA} \approx 105\div 110$ dB(A)), tipiche di un cantiere civile tradizionale.

Le Fasi 5÷7 saranno invece caratterizzate sia dalle attività di costruzione della centrale (opere civili e meccaniche) sia dalle attività di perforazione dei tre pozzi. Mentre le attività di costruzione saranno generalmente circoscritte al periodo diurno, le attività di perforazione, per ragioni tecniche, saranno di tipo continuo e pertanto interesseranno anche il periodo notturno.

Le Fasi 5÷7, della durata complessiva di oltre un anno, rappresentano il momento maggiormente sfavorevole per quanto riguarda l'impatto acustico del cantiere verso terzi e come tale saranno oggetto di approfondimento e valutazione. Nella **Tabella A.4** si riportano le principali sorgenti sonore considerate nella valutazione. Cautelativamente si è considerato lo scenario peggiore, assumendo un funzionamento contemporaneo e continuo delle lavorazioni di cantiere.

L'impatto acustico della Fase 8, circoscritta al solo periodo diurno, sarà secondario.



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

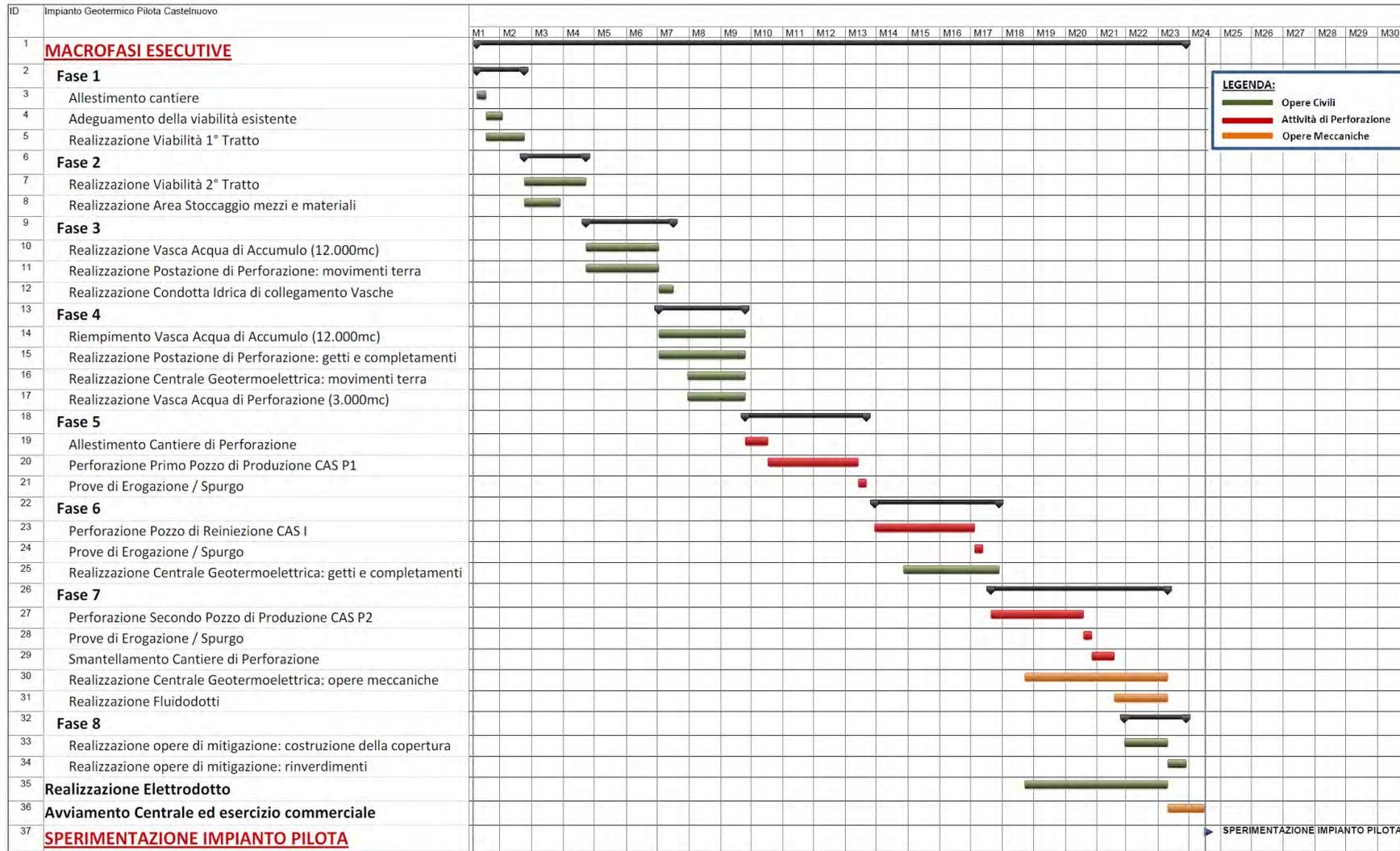


Figura A.2: Cronoprogramma delle lavorazioni di cantiere



Tabella A.4: Sorgenti sonore del cantiere nel momento più sfavorevole (Fasi 5÷7)

Lavorazione	Macchina / Impianto	L _{WA} [dBA]	T _{funz}
Costruzione Centrale	Gru	102	Diurno
	Saldatrici	90	Diurno
	Mola ad aria	104	Diurno
	Gruppo Elettrogeno	97	Diurno
	Avvitatore	108	Diurno
Perforazione idraulica	Impianto di perforazione idraulica Tipo DRILLMEC mod. HH300	116	24h

A.4.2 Fase di esercizio

La centrale geotermica opererà in continuo sulle 24 ore.

Nella Tabella A.5 si riassumono i livelli di emissione sonora delle principali attrezzature (equipments) impiantistiche della centrale, da considerarsi come requisiti acustici imposti ai progettisti e definiti in base alle migliori tecnologie disponibili in modo da assicurare il rispetto dei limiti di legge presso i principali ricettori circostanti.

Per contenere il rumore emesso dalla centrale verrà realizzato un apposito fabbricato dentro cui saranno inseriti alcuni degli equipments più rumorosi, ovvero:

- Turbogeneratore SK-101
- Pompe di reinizione P-102 A/B
- Pompe di drenaggio P-103 A/B
- Tubo (*Skid*) evacuazione degli NCG
- Trasformatore

Tale fabbricato, avente dimensioni in pianta di 65 m x 24 m e un'altezza massima di 13,86 m, sarà realizzato con struttura in acciaio, tamponature in vetro/legno e copertura composta da lamiera grecata, pannelli isolanti e uno strato di 20 cm di terra sulla sommità. Il fabbricato sarà inoltre dotato di silenziatori in corrispondenza delle prese di aerazione, delle bocche di espulsione aria e degli sfiati in atmosfera. Le



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

caratteristiche tecniche dell'involucro edilizio e dei silenziatori saranno definiti successivamente in fase di progettazione esecutiva.

I livelli di emissione sonora degli equipments saranno garantiti tramite l'acquisizione di unità silenziate o tramite l'adozione di cappottature fonoisolanti o di schermature acustiche, da definirsi in sede di progetto esecutivo allorché saranno note le precise caratteristiche tecniche e acustiche degli equipments, in termini di livelli di potenza sonora e soprattutto in termini di spettro di frequenza.

Tabella A.5: Emissione sonora dei principali equipments impiantistici in fase di esercizio

ID	Sorgente sonora	B [m]	L [m]	H [m]	L _{pA,1m} dBA	L _{wA} [dBA]	N°	L _{WA,TOT} [dBA]
---	Fabbricato Turbogeneratore Facciata Nord ¹	65,0	---	13,8	60	90,0	1	90
---	Fabbricato Turbogeneratore Facciata Est ¹	24,0	---	13,8	60	85,9	1	86
---	Fabbricato Turbogeneratore Facciata Sud ¹	65,0	---	13,8	60	90,0	1	90
---	Fabbricato Turbogeneratore Facciata Ovest ¹	24,0	---	13,8	60	85,9	1	86
---	Fabbricato Turbogeneratore Copertura ¹	65,0	24,0	---	60	92,4	1	93
03	Air cooler HE-301 (n. 14 ventilatori)	-	-	9,5	-	93,0	14	105
04	Pompa di circolazione P-201	-	-	-	70	81,0	1	81
02	Compressore NCG SK-102	1,0	1,0	2,5	70	87,1	1	88
07	Pompe di drenaggio P401 A/B	-	-	-	70	81,0	2	84
10	Raffreddatore aria per gli NCG HE-401	4,0	4,0	5,0	70	92,6	1	93
11	Valvola by-pass PCV 223 (silenced) ²	-	-	-	80	91,0	1	91
12	Valvola di sicurezza PSV 921 ³	-	-	-	115	126,0	1	126
13	Valvola di sicurezza PSV 931 ³	-	-	-	115	126,0	1	126
15	Espulsione silenziata da valvola FCV 109	-	-	-	80	91,0	1	91

1) Sorgente ad emissione superficiale

2) Attiva solo durante i transitori di regolazione della portata, per brevi periodi

3) Attiva solo in caso di emergenza



A.5 AREA DI STUDIO

A.5.1 Inquadramento territoriale

Il sito in esame è situato nel Comune di Castelnuovo Val di Cecina, nella Frazione di Montecastelli Pisano, al fondo della valle posta a Sud del borgo medioevale di Montecastelli.

Trattasi di area collinare, con destinazione d'uso del territorio prevalentemente a uso agricolo e boschivo. I principali ricettori sono rappresentati da edifici agricoli isolati, distanti almeno 400 m dalla futura centrale geotermica, posti in quota sopraelevata rispetto a quest'ultima.

A.5.2 Identificazione delle sorgenti sonore

La principale sorgente sonora è rappresentata dal traffico veicolare della Strada Provinciale n. 27, interessata da flussi di traffico modesti e concentrati nel solo periodo diurno. Si segnala inoltre l'influenza acustica delle attività agricole aventi carattere discontinuo e il suono dei fenomeni naturali.

A.5.3 Identificazione dei recettori rappresentativi

Ai fini del presente studio sono stati individuati i seguenti ricettori:

- R1 - Edificio rurale 2 piani f.t. pressi Cascina Santa Maria II, a circa 800 m a Est della futura centrale
- R2 - Edificio rurale 2 piani f.t., S.P. 27, a circa 800 m a Nord
- R3 - Edifici di Via Borgo, Borgo di Montecastelli Pisano, a circa 1150 m a Nord-Ovest
- R4 - Edificio rurale 2 piani f.t., S.P. 27, a circa 700 m a Ovest
- R5 - Azienda Agrituristica "S. Nicolò", S.P. 27, a circa 450 m a Nord-Ovest

Nella **Figura A.3** si riporta la fotografia satellitare dell'area di studio con indicati i ricettori suddetti. Nella stessa si riportano anche le posizioni delle postazioni di misura della campagna di misura del rumore ante operam.

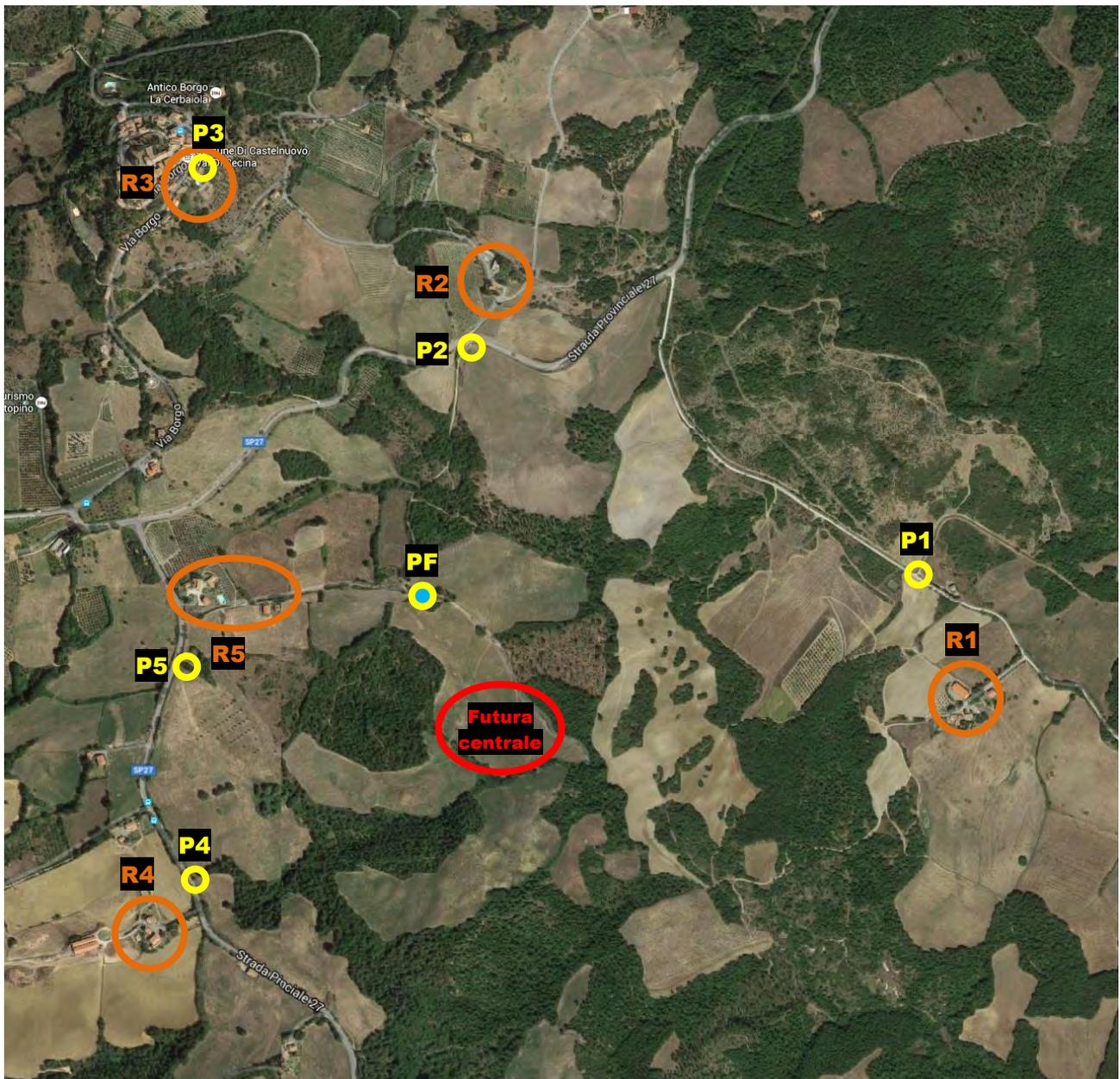


Figura A.3: Area di studio, principali ricettori e postazioni di misura fonometrica ante operam

A.6 MISURE FONOMETRICHE

I livelli di rumorosità ante operam dell'area sono stati definiti mediante un'apposita indagine fonometrica condotta nei giorni 17 e 18 settembre 2015 dall'ing. Davide Papi, tecnico competente in acustica ambientale.

Sono state definite n. 6 postazioni fonometriche, di cui n. 1 fissa (rilievo in continuo per 24h) denominata PF e n. 5 mobili (rilievo con campionamenti ripetuti da 10' in periodo diurno e notturno), denominate P1÷ P5.

La postazione fissa PF è stata collocata in corrispondenza del rudere disabitato nel Podere Casanova, a circa 200 m a Nord dalla futura centrale geotermica. La postazione, collocata al centro dell'area di studio, consente di descrivere efficacemente l'andamento del clima acustico della zona nelle 24 ore, evidenziando eventuali fenomeni acustici che potrebbero non essere rilevati in corrispondenza delle postazioni mobili.



Le postazioni mobili P1+P5 sono state collocate in prossimità dei principali ricettori. In molti casi non è stato possibile posizionare la strumentazione di misura in corrispondenza delle facciate esterne degli edifici in quanto i proprietari dei terreni non hanno fornito il consenso all'accesso all'interno degli stessi. In questi casi la postazione è stata collocata il più possibile nelle vicinanze degli edifici ma sulla pubblica strada, rendendo così necessaria una mascheratura dei transiti veicolari in sede di analisi dati in modo da ricreare le condizioni acustiche similari a quelle che si sarebbero avute in corrispondenza dei ricettori.

Nella fotografia satellitare di **Figura A.3** si riporta la posizione delle postazioni di misura fonometrica:

Postazione fissa 24h

PF - Rudere disabitato, Podere Casanova, a circa 200 m a Nord della centrale in progetto

Postazioni mobili (campionamenti in periodo diurno e notturno)

P1 - Strada consortile a Est, pressi Cascina Santa Maria II (pressi R1)

P2 - S.P. 27, tratto Nord, pressi bivio stradina che conduce alla futura centrale (pressi R2)

P3 - Montecastelli Pisano, Via Borgo, lato Hotel "Lo Scricciolo" (pressi R3)

P4 - S.P. 27, tratto Ovest, intersezione S.P. con elettrodotto (pressi R4)

P5 - S.P. 27, tratto Ovest, in prossimità della "Buca delle Fate" (pressi R5)

La postazione fissa PM è stata oggetto di una misura fonometrica in continuo di 24h dalle ore 16.00 del 17/09/2015 alle ore 16.00 del 18/09/2015.

Presso le postazioni mobili P1+P5 sono stati eseguiti brevi campionamenti fonometrici di 10' cadauno, ripetuti in diversi momenti della giornata. Per ogni postazione sono stati acquisiti n. 5 campionamenti, dei quali n. 3 in periodo diurno e n. 2 in periodo notturno. In concomitanza di ciascun campionamento fonometrico sono stati annotati gli orari dei transiti veicolari lungo la strada principale antistante la postazione in modo tale da consentirne il mascheramento acustico in sede di analisi dati.

Le condizioni meteo sono state caratterizzate da cielo sereno, temperature ambientali comprese tra 18 e 25 °C, assenza di precipitazioni atmosferiche. La presenza di vento moderato sino alle ore 18.00 del 17/09/2015 ha reso necessario il mascheramento dei livelli sonori misurati presso la postazione fissa sino alle ore 18.00 nonché la posticipazione dei campionamenti fonometrici dopo tale ora.

La strumentazione di misura utilizzata, conforme al D.M.A. del 16/03/1998, è la seguente:

PF) Fonometro-analizzatore Larson & Davis mod. 820, n/s 0993 + Recorder Taskam DR-05

Microfono Larson & Davis mod. 2560 n/s 2873

(certificato taratura Centro Accredia Microbel n. 2013121101 del 11/12/2013)

P1+P5) Fonometro-analizzatore LARSON & DAVIS mod. 831, n/s 0001212

Microfono 1/2" PCB mod. 377B02, n/s 103963

(certificato di taratura Microbel n.LAT213S/15/007/00/SLM del 06/02/2015)

La strumentazione è stata controllata prima e dopo ogni ciclo di misura con il calibratore microfonic Larson & Davis mod. CA-200, n/s 0138 *(certificato di taratura Microbel n. LAT213S/15/064/00/SSR del 26/06/2015)*, riscontrando un errore entro i limiti (± 0.5 dB).

Nell'**Allegato A.1** si riportano le copie degli attestati di taratura della strumentazione.



Nell'**Allegato A.2** si riportano le schede di analisi dati delle misurazioni fonometriche condotte presso le postazioni PF e P1+P5, nelle quali si documentano le fotografie delle sei postazioni, i tracciati grafici delle registrazioni fonometriche e la sintesi dei principali indicatori acustici.

In **Tabella A.6** e in **Tabella A.7** si riportano i risultati delle misure fonometriche. Per ogni postazione si indicano i livelli sonori equivalenti ($L_{Aeq, TM}$) nell'intervallo di misura TM, i livelli sonori di immissione medi del periodo di riferimento TR ($L_{Aeq, TR}$), i relativi Valori Limite di Immissione sonora (V.L.I.) che in tutti i casi corrispondono a quelli della Classe Acustica III in cui ricadono tutti i ricettori dell'area.

Dall'elaborazione dei dati risulta quanto segue:

- I livelli sonori residui diurni sono compresi tra 32.5 e 38.5 dB(A) L_{Aeq} , in tutti i casi ampiamente inferiori al valore limite di immissione diurni della Classe III (60 dB(A)).
- I livelli sonori residui notturni sono compresi tra 28.0 e 31.5 dB(A) L_{Aeq} , in tutti i casi ampiamente inferiori al valore limite di immissione notturni della Classe III (50 dB(A)).

La principale sorgente sonora è rappresentata dal traffico veicolare della Strada Provinciale n. 27, interessata da flussi di traffico modesti e concentrati nel solo periodo diurno. Si segnala inoltre l'influenza acustica delle attività agricole aventi carattere discontinuo e il suono dei fenomeni naturali.

L'ambiente sonoro ante operam è caratterizzato da un'ottima qualità ambientale.

Tabella A.6: Risultati rilievo fonometrico stato attuale c/o la postazione fissa PF

Postazione	Periodo	Data	Ora		$L_{Aeq, TR}$ [dBA]	V.L.I. [dBA]
			Inizio	Fine		
PF	Giorno	17/09/2015	16.00	22.00	35,0	60
		18/09/2015	06.00	16.00		
	Notte	17-18/09/2015	22.00	06.00	28,0	50



Tabella A.7: Risultati rilievi fonometrici (10') stato attuale c/o le postazioni mobili P1÷P5

Punto	Periodo	Misura	Data	Ora	L _{Aeq,TM} [dBA]	L _{Aeq,TR} [dBA]	V.L.I. [dBA]
				Inizio			
P1	Giorno	P1-D1	17/09/2015	18.18	29,7	33,5	60
		P1-D2	18/09/2015	09.43	36,4		
		P1-D3	18/09/2015	13.52	30,5		
	Notte	P1-N1	17/09/2015	22.01	27,7	28,5	50
		P1-N2	17/09/2015	23.34	28,9		
P2	Giorno	P2-D1	17/09/2015	18.35	34,3	32,5	60
		P2-D2	18/09/2015	10.27	32,9		
		P2-D3	18/09/2015	14.08	27,9		
	Notte	P2-N1	17/09/2015	22.15	32,0	31,5	50
		P2-N2	17/09/2015	23.53	30,4		
P3	Giorno	P3-D1	17/09/2015	18.55	41,0	38,5	60
		P3-D2	18/09/2015	10.49	38,2		
		P3-D3	18/09/2015	14.25	30,7		
	Notte	P3-N1	17/09/2015	22.33	30,7	29,0	50
		P3-N2	18/09/2015	00.12	26,7		
P4	Giorno	P4-D1	18/09/2015	11.12	34,3	37,5	60
		P4-D2	18/09/2015	13.19	40,1		
		P4-D3	18/09/2015	14.48	36,3		
	Notte	P4-N1	17/09/2015	22.56	30,3	30,0	50
		P4-N2	18/09/2015	00.35	29,6		
P5	Giorno	P5-D1	18/09/2015	11.34	36,5	37,5	60
		P5-D2	18/09/2015	13.33	37,7		
		P5-D3	18/09/2015	15.02	38,7		
	Notte	P5-N1	17/09/2015	23.14	29,8	29,0	50
		P5-N2	18/09/2015	00.54	27,8		

A.7 MODELLAZIONE ACUSTICA

La previsione dello stato acustico in fase di cantiere e di esercizio (post operam) ha richiesto la predisposizione di un modello acustico 3D dell'area di studio, condotto in accordo alla Norma UNI ISO 9613-2:2006 con il software previsionale Soundplan. Tale software, sviluppato dalla società Braunstein + Berndt GmbH, conforme alla Raccomandazione CEE n. 2003/613/CE del 06/08/2003, è da oltre 20 anni il software di previsione acustica per ambienti esterni più utilizzato nel mondo.

Il software Soundplan è stato concepito per prendere in considerazione l'effetto delle riflessioni multiple derivanti dalla presenza degli edifici e di spazi complessi. Gli algoritmi implementati permettono di considerare la maggior parte delle variabili che influenzano la propagazione del rumore, tra cui:

- geometria tridimensionale degli edifici;
- topografia e natura del territorio;
- caratteristiche degli schermi acustici;
- caratteristiche delle sorgenti di emissione.



La logica del funzionamento del modello consiste nell'individuazione delle leggi della fisica che consentono di determinare il livello di pressione sonora in un determinato punto R (ricettore) di coordinate assegnate (x, y, z) prodotto da una sorgente qualsiasi posta in un punto P dello spazio. Il calcolo viene eseguito considerando i contributi di rumore derivanti dai raggi acustici, che partendo dal ricettore raggiungono le sorgenti di emissione (percorso inverso).

Il software Soundplan è stato validato con un margine medio di errore della modellazione di ± 1.5 dB(A).

Il dominio di calcolo Soundplan è stato schematizzato importando all'interno del software un disegno DXF riportante le principali linee di livello del terreno dell'area, gli edifici ricettori e le sagome delle principali componenti impiantistiche e aree operative previste dal progetto in esame.

Nella **Figura A.4** è riportato il modello 3D semplificato dell'area di studio, realizzato con Soundplan.

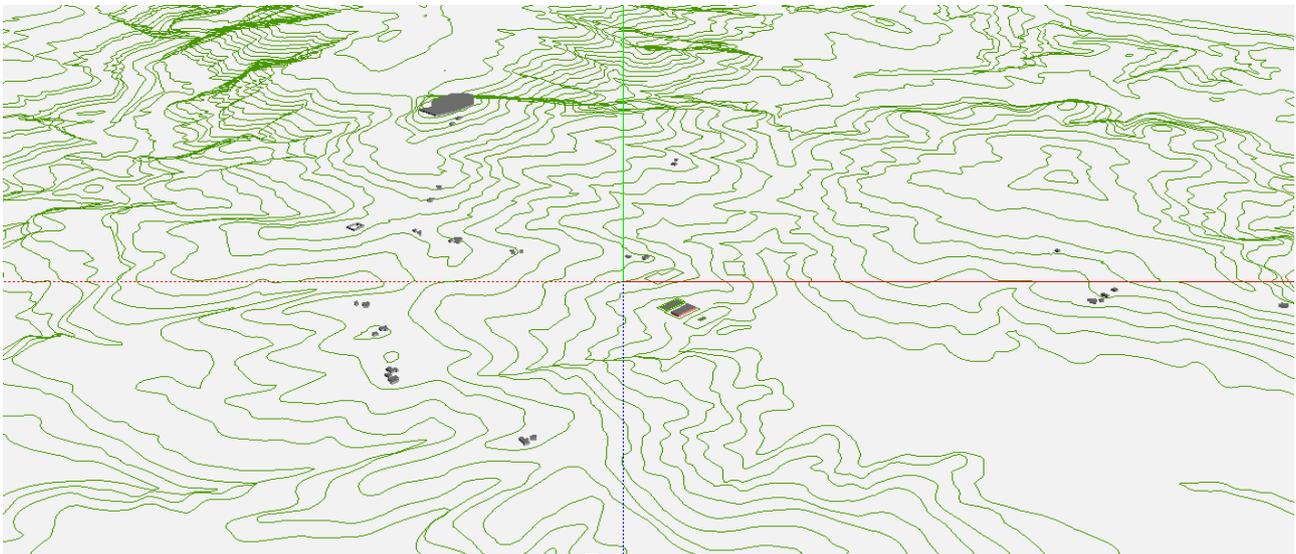


Figura A.4: Modello acustico 3D Soundplan dell'area di studio

A.8 PREVISIONE ACUSTICA FASE DI CANTIERE (CORSO D'OPERA)

Per la valutazione dell'impatto acustico nella fase di cantiere sono state considerate le ipotesi di emissione sonora riassunte nella **Tabella A.4**, corrispondenti alle Fasi 5+7 ipotizzate come le più sfavorevoli.

Sono state condotte n. 2 simulazioni acustiche con il modello Soundplan:

Sim1) Simulazione acustica nel periodo diurno 6÷22h

Si considera la contemporaneità della costruzione della centrale con la perforazione dei pozzi

Sim2) Simulazione acustica nel periodo notturno 22÷6h

Si considera esclusivamente la perforazione dei pozzi

Le simulazioni sono state impostate secondo i seguenti parametri di calcolo:

- codice di calcolo Norma ISO 9613-2
- numero di riflessioni ottiche dei raggi: 5;
- temperatura 15°C, umidità relativa 80%, pressione atmosferica 1013 mbar;



- effetto del terreno: metodo alternativo (Cap. 7.3.2 Norma ISO 9613-2);
- raggio di ricerca della sorgente nell'intorno del ricettore: 2000 m;
- risoluzione spaziale orizzontale della griglia per il calcolo delle mappe acustiche: 5 m;
- metodo di calcolo del DEM: triangolazione;

Per ciascuna simulazione acustica è stata ricavata una mappa di rumore calcolata a quota +4 m dal p.c. e sono stati altresì determinati i livelli di emissione sonora del cantiere in corrispondenza delle facciate più esposte dei ricettori R1+R5, ovvero gli edifici residenziali più vicini all'opera in progetto.

In **Figura A.5** e **Figura A.6** si riportano le due mappe di rumore riferite ai periodi diurno e notturno.

In **Tabella A.8** e **Tabella A.9** si riporta il calcolo puntuale dei livelli di immissione rispettivamente nei periodi di riferimento diurno e notturno, ottenuti come somma logaritmica dei livelli di emissione del cantiere previsti con i livelli di rumore residuo misurati nella fase ante operam. Dall'esame di entrambe le tabelle si evince che in entrambi i periodi di riferimento i livelli di immissione sonora nella fase di cantiere verosimilmente si manterranno inferiori ai valori limite di immissione della Classe III in cui ricadono tutti i ricettori esaminati.

Poiché l'attività di perforazione non potrà essere interrotta per ragioni tecniche, nel periodo notturno si potrà verificare un superamento del limite differenziale di rumore presso i ricettori limitrofi. Per tale ragione il Proponente dovrà anticipatamente richiedere l'autorizzazione in deroga al Comune di Castelnuovo Val di Cecina seguendo la procedura ordinaria del vigente Regolamento Comunale delle Attività Rumorose.

In ogni caso, al fine di limitare il disturbo verso la collettività, nella fase esecutiva il Proponente approfondirà lo studio acustico del cantiere, ottimizzerà il layout e la gestione dello stesso nonché valuterà l'emissione acustica delle singole attrezzature in modo da pianificare le possibili opere di mitigazione acustica.

A completamento, nella fase di cantiere il Proponente, anche con il supporto di ARPAT e della ASL competente, eseguirà apposite indagini fonometriche presso i ricettori e presso le attrezzature di cantiere al fine di verificare la presenza di criticità acustiche e in tal caso definire le necessarie opere di mitigazione acustica di tipo attivo e passivo a completamento di quelle già previste in sede di progetto.

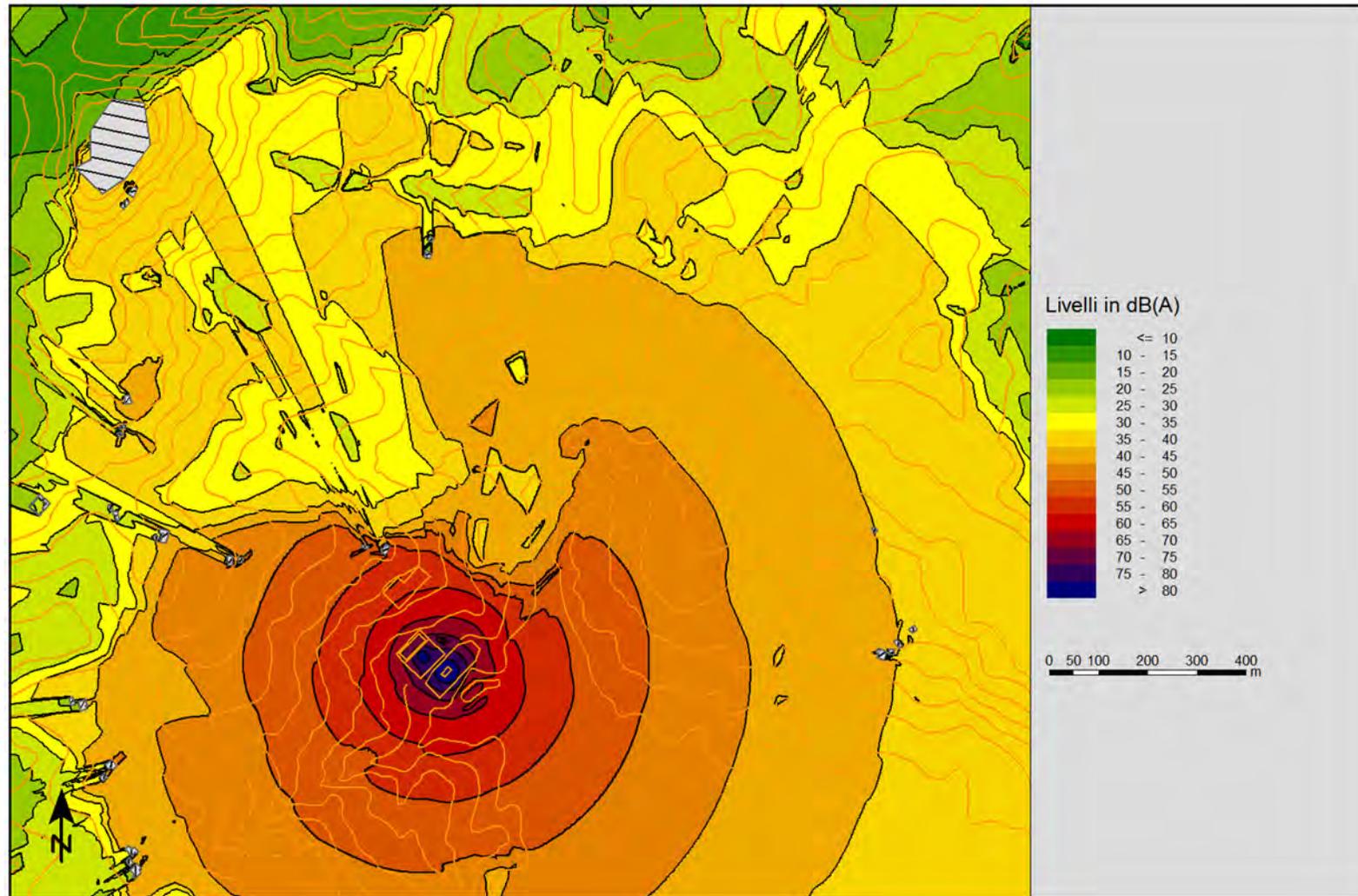


Figura A.5: Mappa di rumore, h = 4 m da p.c., EMISSIONE CANTIERE, Periodo DIURNO

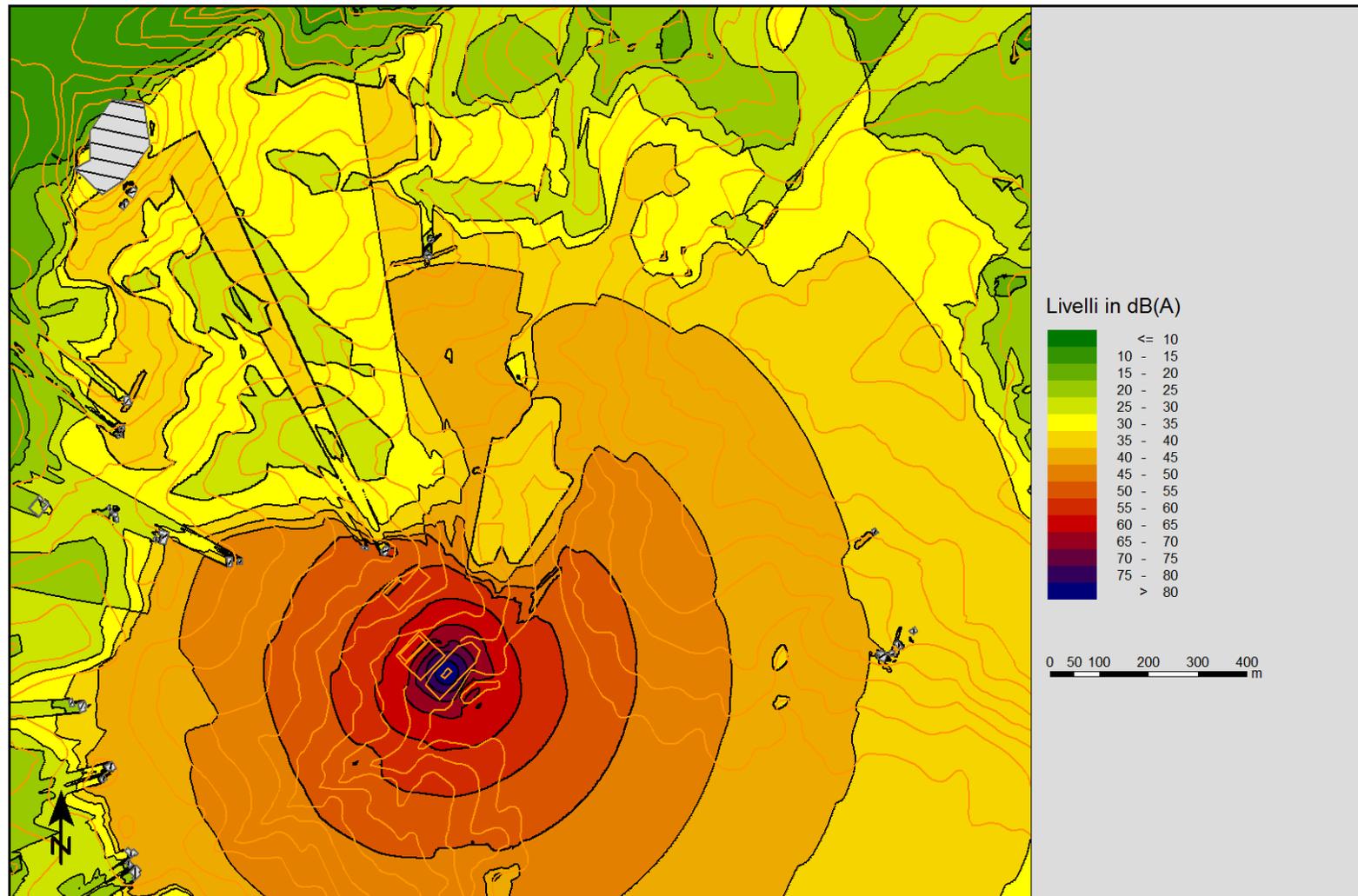


Figura A.6: Mappa di rumore, $h = 4$ m da p.c., EMISSIONE CANTIERE, Periodo NOTTURNO



Tabella A.8: Livelli sonori di IMMISSIONE del CANTIERE c/o Ricettori R1÷R5, periodo DIURNO

Ricettore (Classe)	Piano	Periodo Diurno 6-22h			
		Residuo dB(A)	Emissione dB(A)	Immissione dB(A)	V.L.I. dB(A)
R1 (III)	P.T.	33,5	40,6	41,4	60
	1°P	33,5	40,7	41,5	60
R2 (III)	P.T.	32,5	42,5	42,9	60
	1°P	32,5	42,5	42,9	60
R3 (III)	P.T.	38,5	36,6	40,7	60
	1°P	38,5	36,6	40,7	60
R4 (III)	P.T.	37,5	43,2	44,2	60
	1°P	37,5	43,2	44,2	60
R5 (III)	P.T.	37,5	48,1	48,5	60
	1°P	37,5	48,1	48,5	60

Tabella A.9: Livelli sonori di IMMISSIONE del CANTIERE c/o Ricettori R1÷R5, periodo NOTTURNO

Ricettore (Classe)	Piano	Periodo Notturno 6-22h			
		Residuo dB(A)	Emissione dB(A)	Immissione dB(A)	V.L.I. dB(A)
R1 (III)	P.T.	28,5	39,8	40,1	50
	1°P	28,5	39,8	40,1	50
R2 (III)	P.T.	31,5	41,8	42,2	50
	1°P	31,5	41,8	42,2	50
R3 (III)	P.T.	29,0	35,5	36,4	50
	1°P	29,0	35,5	36,4	50
R4 (III)	P.T.	30,0	42,1	42,4	50
	1°P	30,0	42,1	42,4	50
R5 (III)	P.T.	29,0	46,7	46,8	50
	1°P	29,0	46,7	46,8	50



A.9 PREVISIONE ACUSTICA FASE DI ESERCIZIO (POST OPERAM)

Per la valutazione dell'impatto acustico nella fase di esercizio sono state considerate le ipotesi di emissione sonora della centrale geotermica a regime riassunte nella [Tabella A.5](#).

Poiché il funzionamento della centrale sarà continuo nelle 24 ore, è stata realizzata un'unica simulazione acustica (**Sim3**), impostata secondo i parametri di calcolo già adottati per la fase di cantiere.

Nella [Figura A.7](#) si riporta la mappa di rumore del livello di emissione sonora della centrale geotermica riferita alle 24 ore e calcolata a quota +4 m dal p.c.

Sono stati altresì determinati i livelli di emissione sonora della centrale in corrispondenza delle facciate più esposte dei ricettori R1+R5, ovvero gli edifici residenziali più vicini all'opera in progetto.

In [Tabella A.10](#) e in [Tabella A.11](#) si riporta il calcolo puntuale presso i ricettori dei livelli sonori assoluti di emissione e immissione previsti rispettivamente nei periodi di riferimento diurno e notturno. I livelli di immissione sonora sono stati ottenuti come somma logaritmica dei livelli di emissione della centrale geotermica con i livelli di rumore residuo misurati nella fase ante operam. Nelle tabelle i livelli sonori previsti sono confrontati con i rispettivi Valori Limite di Emissione (V.L.E.) e Valori Limite di Immissione (V.L.I.).

Dall'esame delle due tabelle si prevede che in entrambi i periodi di riferimento sia i livelli di emissione sia i livelli di immissione sonora nella fase post operam si mantengano inferiori ai rispettivi valori limite della Classe III presso tutti i ricettori esaminati.

La verifica dei livelli differenziali di immissione sonora in ambiente abitativo all'interno dei Ricettori R1+R5, è stata condotta sulla base dei livelli di immissione previsti sulle facciate esterne più esposte. Non disponendo delle caratteristiche di isolamento acustico di facciata di tali ricettori, in conformità alla metodologia consolidata in bibliografia, si è assunta una differenza di -3 dB(A) tra il livello sonoro previsto sulla facciata esterna e il livello sonoro previsto nell'ambiente abitativo a finestre aperte. L'ipotesi è cautelativa poiché nella realtà si riscontrano anche differenze di $-5/6$ dB(A).

Applicando dunque la differenza di -3 dB(A) ai livelli di immissione sonora esterni, si sono così stimati i livelli di rumore ambientale e residuo a finestre aperte negli ambienti abitativi dei ricettori in esame.

In tutti i casi in cui il livello di rumore ambientale in ambiente abitativo a finestre aperte è risultato inferiore a 50 dB(A) nel periodo diurno ovvero 40 dB(A) nel periodo notturno, l'effetto del rumore ambientale è stato considerato "trascurabile" ai sensi dell'art. 4 c. 2 del D.P.C.M. 14/11/1997 e non si è proceduto al calcolo e alla verifica del limite differenziale.

Nei restanti casi si è calcolato il livello differenziale (LD) come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale e il livello di rumore residuo. Il livello differenziale è stato considerato conforme se inferiore al Valore Limite Differenziale (V.L.D.) di 5 dB(A) nel periodo diurno e 3 dB(A) nel periodo notturno.

Il calcolo e la verifica dei livelli differenziali sono riportati in [Tabella A.12](#) e [Tabella A.13](#).

Dall'esame delle suddette tabelle si evince che in entrambi i periodi, all'interno di tutti i ricettori esaminati, si prevedono livelli sonori ambientali inferiori alle soglie per l'applicabilità del limite differenziale di cui all'art. 4 c. 2 del D.P.C.M. 14/11/1997. Pertanto, ai sensi di tale decreto, ogni effetto del rumore ambientale in ambiente abitativo è da considerarsi "trascurabile" e non è dovuta la verifica del limite differenziale.

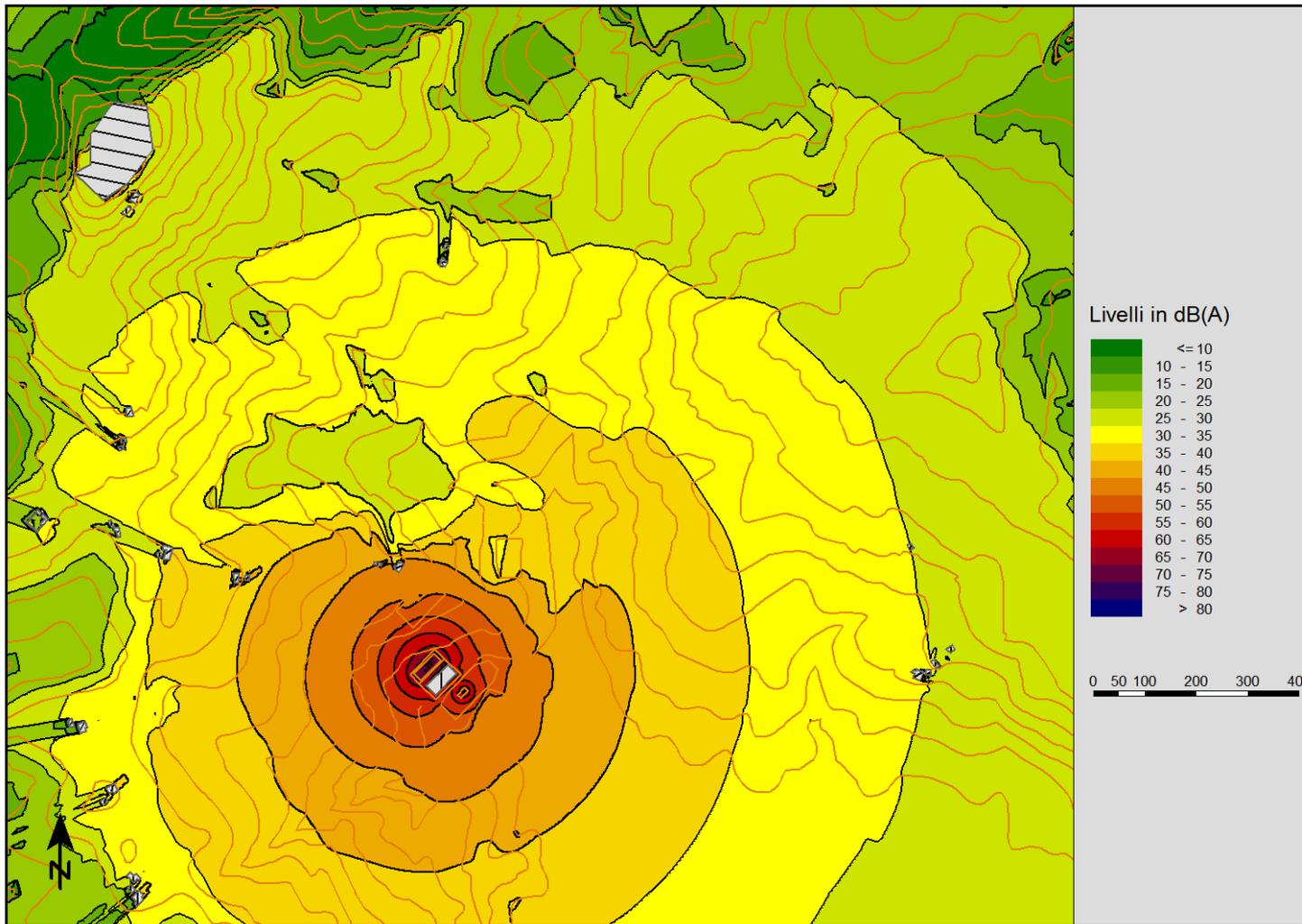


Tabella A.10: Livelli sonori di EMISSIONE / IMMISSIONE fase POST OPERAM c/o R1÷R5, periodo DIURNO

Ricettore (Classe)	Piano	Periodo Diurno 6-22h				
		Residuo dB(A)	Emissione dB(A)	V.L.E. dB(A)	Immissione dB(A)	V.L.I. dB(A)
R1 (III)	P.T.	33,5	30,2	55	35,2	60
	1°P	33,5	30,4	55	35,2	60
R2 (III)	P.T.	32,5	31,2	55	34,9	60
	1°P	32,5	31,5	55	35,0	60
R3 (III)	P.T.	38,5	28,0	55	38,9	60
	1°P	38,5	28,2	55	38,9	60
R4 (III)	P.T.	37,5	33,5	55	39,0	60
	1°P	37,5	33,7	55	39,0	60



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

R5	P.T.	37,5	39,0	55	41,3	60
(III)	1°P	37,5	39,2	55	41,4	60

Tabella A.11: Livelli sonori di EMISSIONE / IMMISSIONE fase POST OPERAM c/o R1÷R5, periodo NOTTURNO

Ricettore (Classe)	Piano	Periodo Notturno 22-6h				
		Residuo dB(A)	Emissione dB(A)	V.L.E. dB(A)	Immissione dB(A)	V.L.I. dB(A)
R1 (III)	P.T.	28,5	30,2	45	32,4	50
	1°P	28,5	30,4	45	32,6	50
R2 (III)	P.T.	31,5	31,2	45	34,4	50
	1°P	31,5	31,5	45	34,5	50
R3 (III)	P.T.	29,0	28,0	45	31,5	50
	1°P	29,0	28,2	45	31,6	50
R4 (III)	P.T.	30,0	33,5	45	35,1	50
	1°P	30,0	33,7	45	35,2	50
R5 (III)	P.T.	29,0	39,0	45	39,4	50
	1°P	29,0	39,2	45	39,6	50

Tabella A.12: Livelli sonori DIFFERENZIALI fase POST OPERAM c/o R1÷R5, periodo DIURNO

Ricettore (Classe)	Piano	Periodo Diurno 6-22h					
		Ambiente Esterno		Ambiente Abitativo - Finestre Aperte			
		Residuo dB(A)	Immissione dB(A)	Residuo dB(A)	Ambientale dB(A)	L.D. dB(A)	V.L.D. dB(A)
R1 (III)	P.T.	33,5	35,2	30,5	32,2	n.a. (1)	n.a. (1)
	1°P	33,5	35,2	30,5	32,2	n.a. (1)	n.a. (1)
R2 (III)	P.T.	32,5	34,9	29,5	31,9	n.a. (1)	n.a. (1)
	1°P	32,5	35,0	29,5	32,0	n.a. (1)	n.a. (1)
R3 (III)	P.T.	38,5	38,9	35,5	35,9	n.a. (1)	n.a. (1)
	1°P	38,5	38,9	35,5	35,9	n.a. (1)	n.a. (1)
R4 (III)	P.T.	37,5	39,0	34,5	36,0	n.a. (1)	n.a. (1)
	1°P	37,5	39,0	34,5	36,0	n.a. (1)	n.a. (1)
R5 (III)	P.T.	37,5	41,3	34,5	38,3	n.a. (1)	n.a. (1)
	1°P	37,5	41,4	34,5	38,4	n.a. (1)	n.a. (1)



(1) n.a. = non applicabile: ai sensi dell'art. 4 c. 2 del D.P.C.M. 14/11/1997 qualora il livello ambientale diurno a finestre aperte è minore di 50 dB(A) il limite differenziale non si applica in quanto il livello ambientale è considerato accettabile.

Tabella A.13: Livelli sonori DIFFERENZIALI fase POST OPERAM c/o R1÷R5, periodo NOTTURNO

Ricettore (Classe)	Piano	Periodo Notturno 22-6h					
		Ambiente Esterno		Ambiente Abitativo - Finestre Aperte			
		Residuo dB(A)	Immissione dB(A)	Residuo dB(A)	Ambientale dB(A)	L.D. dB(A)	V.L.D. dB(A)
R1 (III)	P.T.	28,5	32,4	25,5	29,4	n.a. (2)	n.a. (2)
	1°P	28,5	32,6	25,5	29,6	n.a. (2)	n.a. (2)
R2 (III)	P.T.	31,5	34,4	28,5	31,4	n.a. (2)	n.a. (2)
	1°P	31,5	34,5	28,5	31,5	n.a. (2)	n.a. (2)
R3 (III)	P.T.	29,0	31,5	26,0	28,5	n.a. (2)	n.a. (2)
	1°P	29,0	31,6	26,0	28,6	n.a. (2)	n.a. (2)
R4 (III)	P.T.	30,0	35,1	27,0	32,1	n.a. (2)	n.a. (2)
	1°P	30,0	35,2	27,0	32,2	n.a. (2)	n.a. (2)
R5 (III)	P.T.	29,0	39,4	26,0	36,4	n.a. (2)	n.a. (2)
	1°P	29,0	39,6	26,0	36,6	n.a. (2)	n.a. (2)

(2) n.a. = non applicabile: ai sensi dell'art. 4 c. 2 del D.P.C.M. 14/11/1997 qualora il livello ambientale notturno a finestre aperte è minore di 40 dB(A) il limite differenziale non si applica in quanto il livello ambientale è considerato accettabile.

A.10 MONITORAGGIO ACUSTICO

Data la sensibilità acustica dei luoghi, è opportuno programmare un Piano di Monitoraggio Acustico volto ad un controllo puntuale del clima acustico che si verrà a stabilire nelle fasi di cantiere e di esercizio (cfr. Piano di Monitoraggio Ambientale del presente SIA).

Per la fase di cantiere si ritiene utile effettuare periodiche campagne di misura, della durata di almeno 24h, da condursi presso i ricettori più sfavoriti. Tale monitoraggio potrà essere intensificato nelle fasi di maggiore attività del cantiere, in particolare durante le attività di perforazione giacché interesseranno la notte.

Il monitoraggio consentirà di valutare le emissioni sonore del cantiere e stabilire se queste rientrano nei parametri di legge e nell'ambito delle prescrizioni comunali definite in sede di rilascio dell'autorizzazione in deroga per attività rumorose. Nel caso in cui si riscontrasse un superamento dei limiti, individuate le cause, si potrà procedere a interventi di tipo organizzativo e/o all'allestimento di opere di mitigazione acustica.

Durante l'esercizio della centrale geotermica, nel primo periodo di vita (entro 3 mesi dalla messa in funzione), è da prevedersi un monitoraggio di 24h presso i ricettori residenziali più sfavoriti per documentare l'impatto sonoro dell'opera. Nel caso si riscontrasse un superamento dei limiti, saranno individuate le cause e intrapresi i necessari interventi di natura organizzativa e/o tecnica atti a contenere le emissioni sonore.

Il monitoraggio in fase di esercizio potrebbe essere ripetuto a distanza di un anno per verificare la stabilità delle emissioni sonore e il mantenimento delle prestazioni acustiche iniziali o documentare eventuali variazioni delle condizioni al contorno e operative.



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

Il Piano di Monitoraggio Acustico sia per le fasi di cantiere e di esercizio sarà in ogni caso da concordarsi con gli organi tecnici del Proponente e degli Enti Pubblici preposti al controllo ambientale.



Firme della Relazione

GOLDER ASSOCIATES S.R.L.

Ing. Davide Papi

C.F. e P.IVA 03674811009

Registro Imprese Torino

Società soggetta a direzione e coordinamento di Enterra Holding Ltd. ex Art. 2497 c.c.



Allegato A.1 - Attestati di taratura della strumentazione



Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 213
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S/13/076/00/SLM Certificate of calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2013-12-11	Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 213 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n.273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.
- cliente <i>customer</i>	Studio ing. Davide Papi Via Induno, 2 10137 Torino (TO)	
- destinatario <i>receiver</i>	Studio ing. Davide Papi Via Induno, 2 10137 Torino (TO)	
- richiesta <i>application</i>	Ordine	
- in data <i>date</i>	2013-12-04	
<i>Si riferisce a</i> <i>referring to</i>		
- oggetto <i>item</i>	Fonometro	<i>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 213 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.</i>
- costruttore <i>manufacturer</i>	Larson Davis	
- modello <i>model</i>	820	
- matricola <i>serial number</i>	0993	
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2013-12-04	
- data delle misure <i>date of measurement</i>	2013-12-11	
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	2013121101	

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicandole procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

Enrico Natalini



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 213
Membro degli Accordi di Muto
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S/13/076/00/SLM
Certificate of Calibration

Descrizione dell'oggetto di taratura
Description of the item to be calibrated

Strumento	Costruttore	Modello	Numero di serie
Fonometro	Larson Davis	820	0993
Preamplificatore	Larson Davis	PRM828	2018
Microfono	Larson Davis	2560	2873

Identificazione procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature

Technical procedure used for calibration performed

CEI 29-30 (1997) – Verifica dei misuratori di pressione sonora

ISO 266 (1997): Acoustics -- Preferred frequencies

IEC 60651 Consol. Ed. 1.2 (incl. am1+am2)(2001-10): Sound level meters

IEC 60804 - Ed. 2.0(2000-10): Integrating-averaging sound level meters

IEC 61094-4 - Ed. 1.0 (1995-11): Measurement microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones

I risultati di misura sono stati ottenuti applicando la procedura tecnica PT01 Revisione 3 emessa in data 2009-03-10.

Strumenti campioni che garantiscono la riferibilità del Centro

Instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre

Strumento	Costruttore	Modello	Numero di serie	Certificato di taratura	Emesso da
Multimetro digitale	Agilent Technologies	34401A	MY45012922	1-5021772449-1	Agilent Technologies
Calibratore	Norsonic	1253	31050	13-0195-01	INRIM

Condizioni ambientali e di taratura

Calibration and environmental condition

Grandezza	Condizioni di riferimento	Condizioni di prova
Pressione atmosferica	101,3 hPa	99,0 hPa
Temperatura	20 °C	21,3 °C
Umidità relativa	65 %	29,9 %



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 213
Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S/15/007/00/SLM Certificate of calibration

- data di emissione
date of issue 2015-02-06
- cliente
customer Ing. Davide Papi
Via Induno, 2
10137 Torino (TO)
- destinatario
receiver Ing. Davide Papi
Via Induno, 2
10137 Torino (TO)
- richiesta
application Ordine
- in data
date 2015-02-05

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 213 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n.273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

Si riferisce a
referring to
- oggetto
item Fonometro
- costruttore
manufacturer Larson Davis
- modello
model 831
- matricola
serial number 0001212
- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item 2015-02-05
- data delle misure
date of measurement 2015-02-06
- registro di laboratorio
laboratory reference 2015020601

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 213 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991, which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicandole procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

Enrico Natalini



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 213
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S/15/007/00/SLM
Certificate of Calibration

Identificazione procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature
Technical procedure used for calibration performed

ISO 266 (1997): Acoustics -- Preferred frequencies
IEC 60942 - Ed. 2.0 (1997-11): Electroacoustics - Sound calibrators
IEC 61672-1 Ed. 2.0 (2013-09) Sound level meters - Part 1: Specifications
IEC 61672-2 Ed. 2.0 (2013-09) Sound level meters - Part 2: Pattern evaluation tests
IEC 61672-3 Ed. 2.0 (2013-09) Sound level meters - Part 3: Periodic tests
I risultati di misura sono stati ottenuti applicando la procedura tecnica PT05 Revisione 2 sviluppata secondo le prescrizioni della norma CEI IEC 61672-3.

Strumenti campioni che garantiscono la riferibilità del Centro
Instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre

Strumento	Costruttore	Modello	Numero di serie	Certificato di taratura	Emesso da
Multimetro digitale	Agilent Technologies	34401A	MY45012922	1-5809230763-1	LAT n.005 Agilent Technologies
Calibratore	Norsonic	1253	31050	PT-AC-01-T-02	INRIM
Sonda termo-igrometrica	Thommen	HM 30	60010066	0079/MU/2014	LAT n. 150 ASIT instruments
Sonda barometrica	Thommen	HM 30	1034990	0079/MU/2014	LAT n. 150 ASIT instruments

Condizioni ambientali e di taratura
Calibration and environmental condition

Grandezza	Condizioni di riferimento	Condizioni inizio prova	Condizioni fine prova
Pressione atmosferica	101,3 hPa	95,8 hPa	95,8 hPa
Temperatura	20 °C	20,6 °C	20,5 °C
Umidità relativa	65 %	30,6 %	30,8 %



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 213
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S/15/007/00/SLM Certificate of Calibration

Descrizione dell'oggetto di taratura

Description of the item to be calibrated

Strumento	Costruttore	Modello	Numero di serie
Fonometro	Larson Davis	831	0001212
Preamplificatore	PCB	PRM 831	0304
Microfono	PCB	377B02	103963

Firmware del fonometro: 2.202 – DSP 0.4

Manuale d'uso del fonometro: Technical Reference Manual I831.01 Rev. D (Ottenuto da sito web Costruttore)

Dati omologazione:

Standard	Classe	Fonte
IEC 61672:2002	1	PTB N. 21.21/08.02

Dati tecnici fonometro:

Frequenza verifica calibrazione	Livello pressione sonora di riferimento	Campo di misura di riferimento
1000 Hz	114 dB	28-140 dB

Calibratore acustico associato

Costruttore	Modello	Adattatore	Numero di serie	Ultima taratura
Norsonic	1253	-	31050	2014-03-12

Adattatore capacitivo utilizzato:

Costruttore	Modello	Capacità
Norsonic	1447/2	18,4 pF

Origine dati per correzioni microfoniche: Technical Reference Manual I831.01 Rev. D



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 213
Membro degli Accordi di Mutuo
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S/15/007/00/SLM
Certificate of Calibration

Incertezza estesa Expanded uncertainties

Prova	Campo di frequenza	Incertezza
Ponderazione di frequenza con segnali acustici	31,5 Hz	0,52 dB
	63 Hz	0,48 dB
	125 Hz	0,46 dB
	250 Hz	0,42 dB
	500 Hz - 2 kHz	0,41 dB
	4 kHz	0,48 dB
	8 kHz	0,67 dB
	12,5 kHz	0,80 dB
	16 kHz	0,86 dB
Ponderazione di frequenza con segnali elettrici	63 Hz	0,20 dB
	125 Hz - 250 Hz	0,18 dB
	500 Hz - 4 kHz	0,16 dB
	8 kHz - 16 kHz	0,18 dB
Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz	31,5 Hz - 16 kHz	0,15 dB
Linearità campo primario	8 kHz	0,14 dB
Linearità campi secondari	1 kHz	0,14 dB
Risposta treni d'onda	4 kHz	0,19 dB
Rivelatore di picco C	500 Hz e 8 kHz	0,20 dB
Indicatore sovraccarico	4 kHz	0,21 dB

*Il fonometro sottoposto a prova ha superato positivamente i test periodici della classe 1 della CEI IEC 61672-3 alle condizioni ambientali alle quali sono stati effettuati i test. Dato che è disponibile prova, da parte di organizzazione indipendente responsabile per la procedura di omologazione in accordo alla CEI IEC 61672-2, che dimostra che il modello di fonometro soddisfa pienamente i requisiti della CEI IEC 61672-1, **il fonometro sottoposto a verifica soddisfa i requisiti per la classe 1 della CEI IEC 61672-1***



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Microbel S.r.l.
Corso Primo Levi 23b
10098 Rivoli (TO)

Centro di Taratura N°213
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 213
Membro degli Accordi di Muto
Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 213 S/15/064/00/SSR Certificate of calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2015-06-24	Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N. 213 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n.273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.
- cliente <i>customer</i>	Studio ing. Davide Papi Via Induno, 2 10137 Torino (TO)	
- destinatario <i>receiver</i>	Studio ing. Davide Papi Via Induno, 2 10137 Torino (TO)	
- richiesta <i>application</i>	Ordine	
- in data <i>date</i>	2015-06-24	
<i>Si riferisce a</i>		
- oggetto <i>item</i>	Calibratore	<i>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 213 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.</i>
- costruttore <i>manufacturer</i>	Larson Davis	
- modello <i>model</i>	CAL 200	
- matricola <i>serial number</i>	0138	
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2015-06-24	
- data delle misure <i>date of measurement</i>	2015-06-24	
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	2015062401	

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicandole procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

Enrico Natalini



Allegato A.2 - Schede di analisi dati delle misurazioni fonometriche condotte presso le postazioni PF e P1÷P5



APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

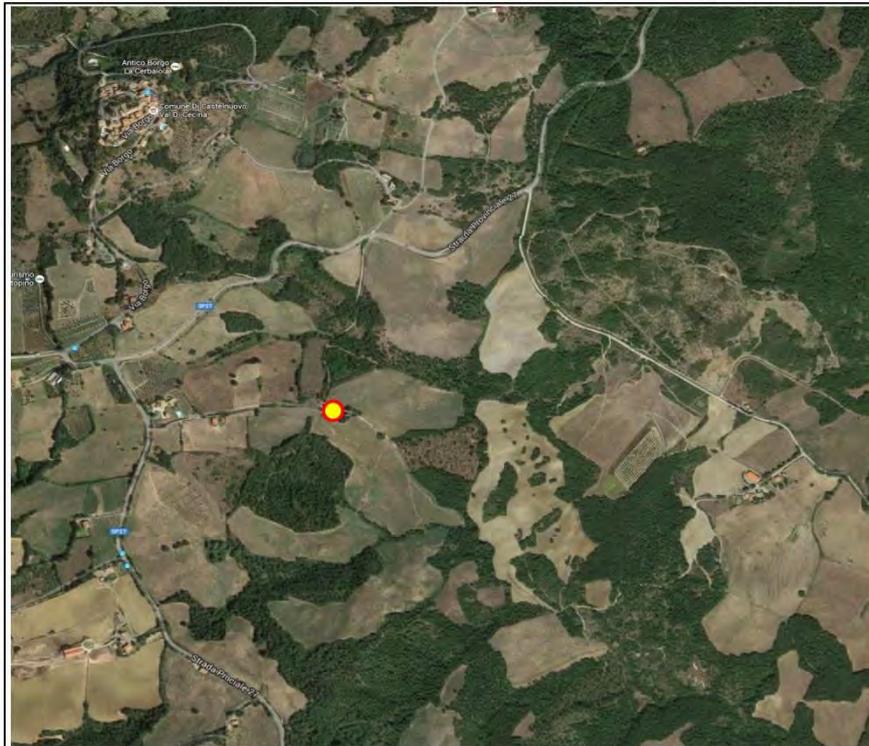


Golder Associates S.r.l.
Via Banfo 43, Torino - www.golder.com

Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

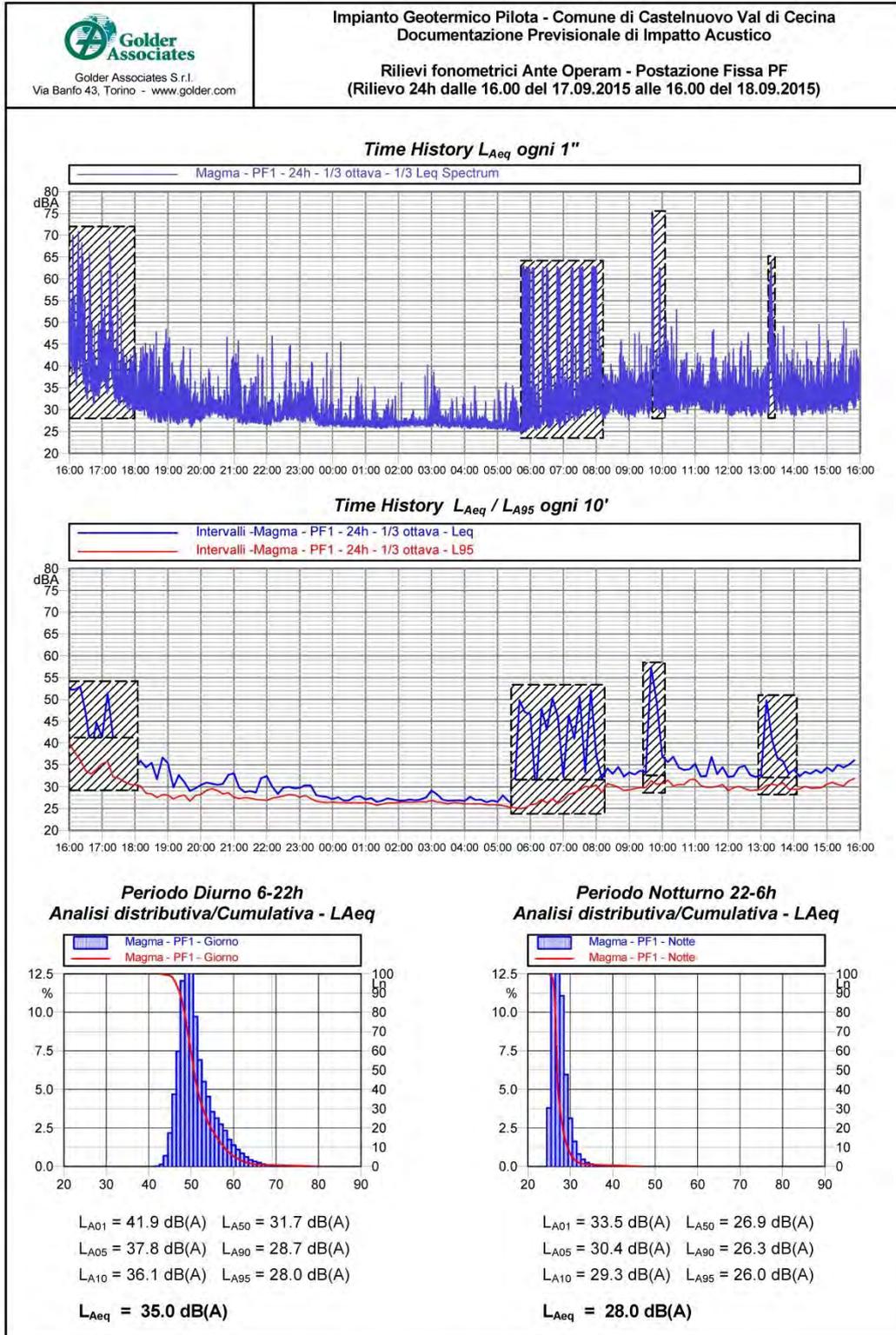
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazione Fissa PF
(Rilievo 24h dalle 16.00 del 17.09.2015 alle 16.00 del 18.09.2015)

Postazione PF - Rudere disabitato, Podere Casanova, a circa 200 m Nord del sito





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



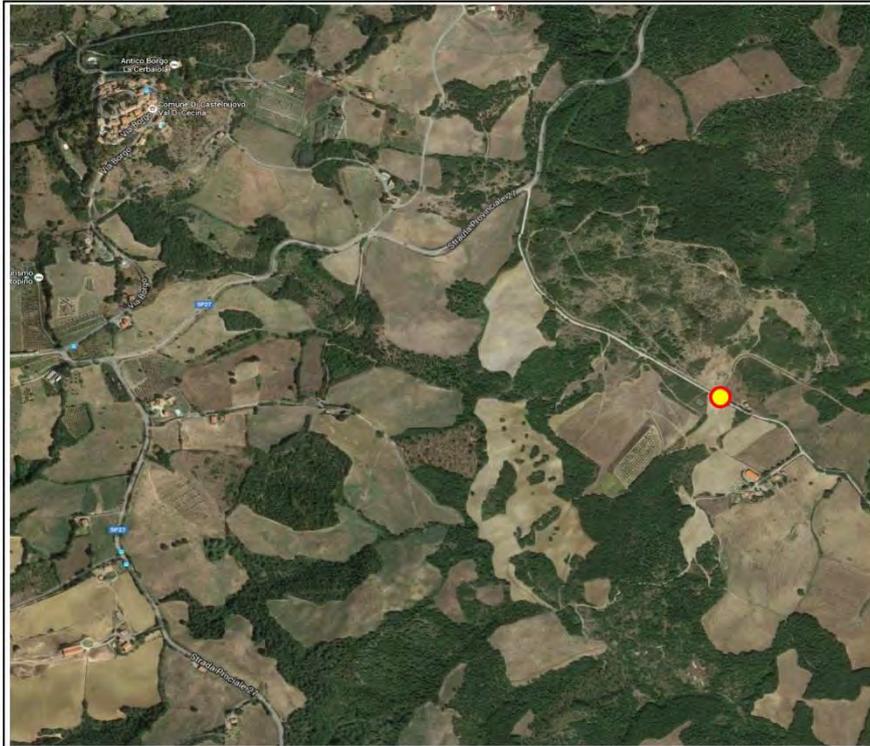
N.B. Mascheramento intervallo 16.00-18.00 del 17/09/2015 causa vento > 5 m/s
Mascheramenti fenomeni sonori anomali il 18/09/2015 dopo le ore 6.00



**Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico**

**Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015**

Postazione P1 - Strada consortile a Est, pressi Cascina Santa Maria II





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

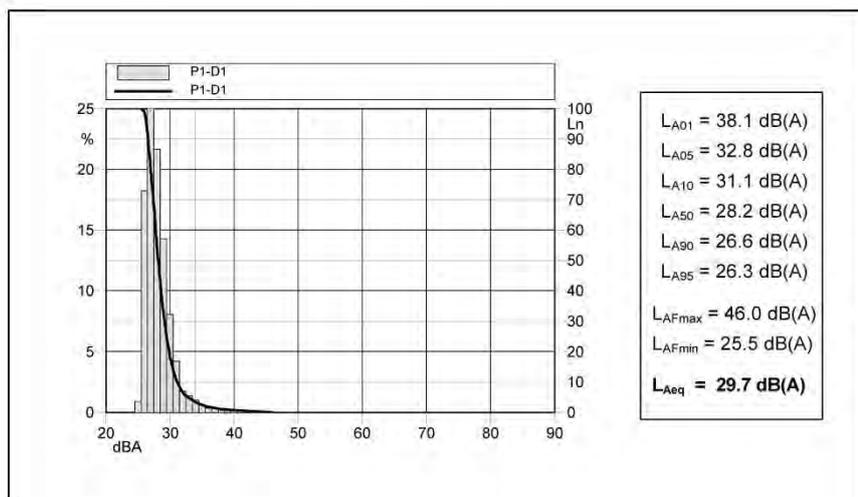
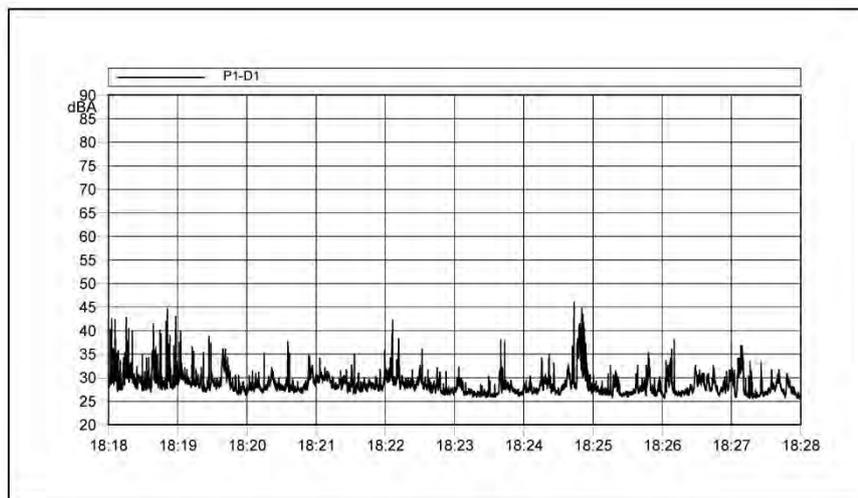
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 18:18:17

Postazione: P1 - Strada consortile a Est, pressi Cascina Santa Maria II

Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 1

Annotazioni: Suoni naturali e rumore di fondo S.P. 27





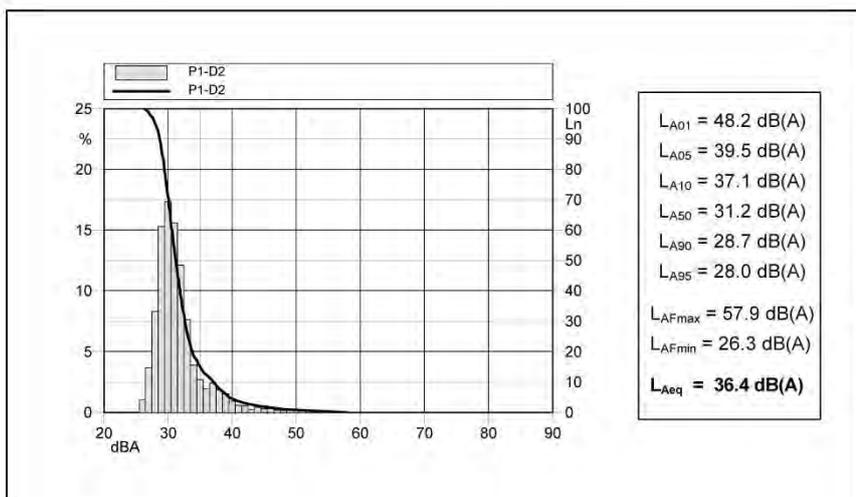
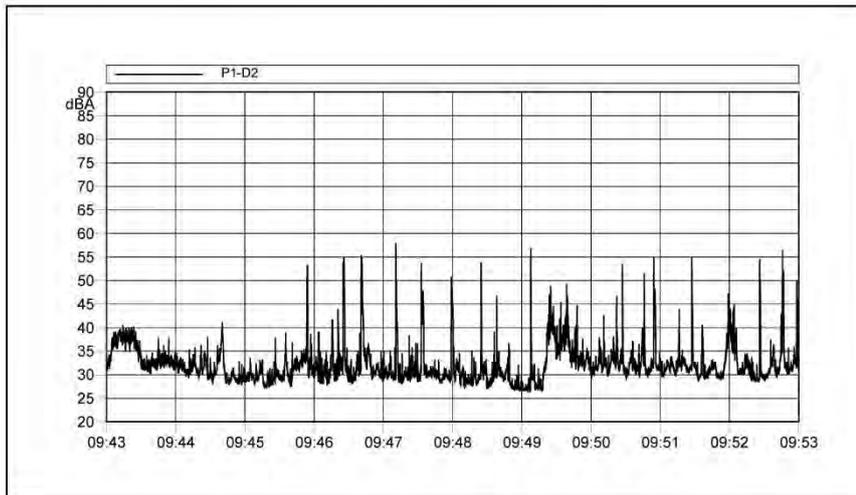
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 09:43:33
Postazione: P1 - Strada consortile a Est, pressi Cascina Santa Maria II
Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 2
Annotazioni: Suoni naturali e rumore di fondo S.P. 27
Mezzo agricolo a 200 m da t = 9.49





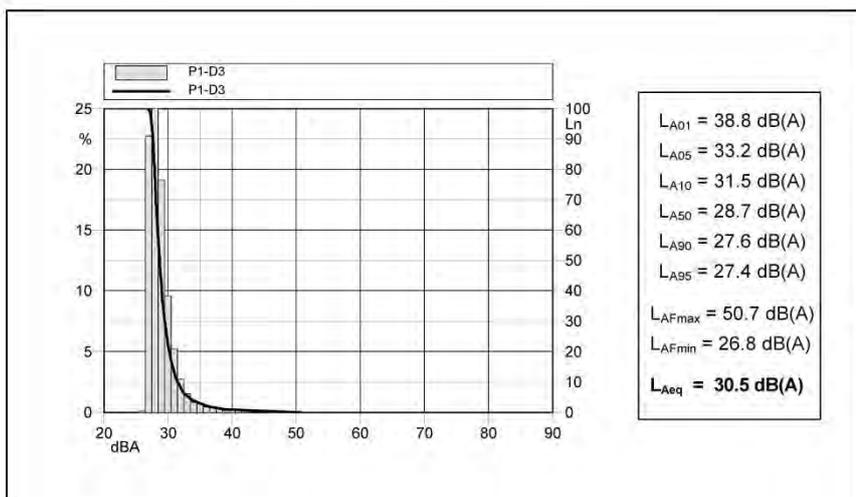
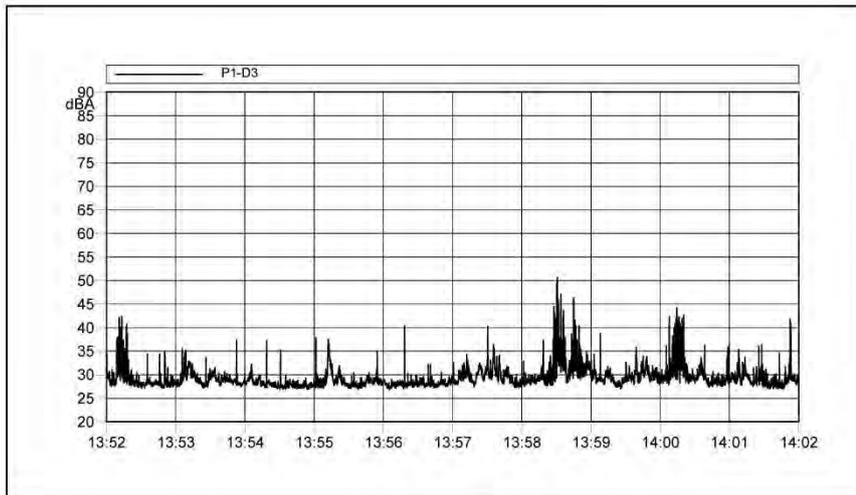
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 13:52:20
Postazione: P1 - Strada consortile a Est, pressi Cascina Santa Maria II
Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 3
Annotazioni: Suoni naturali e rumore di fondo S.P. 27





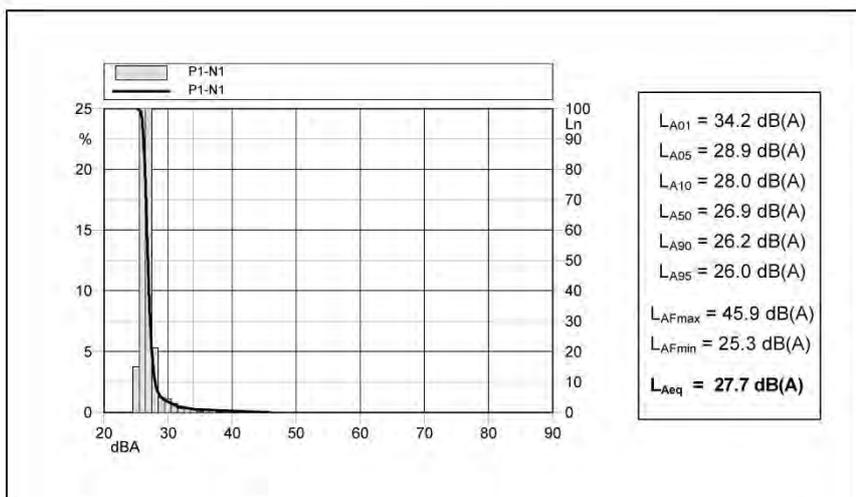
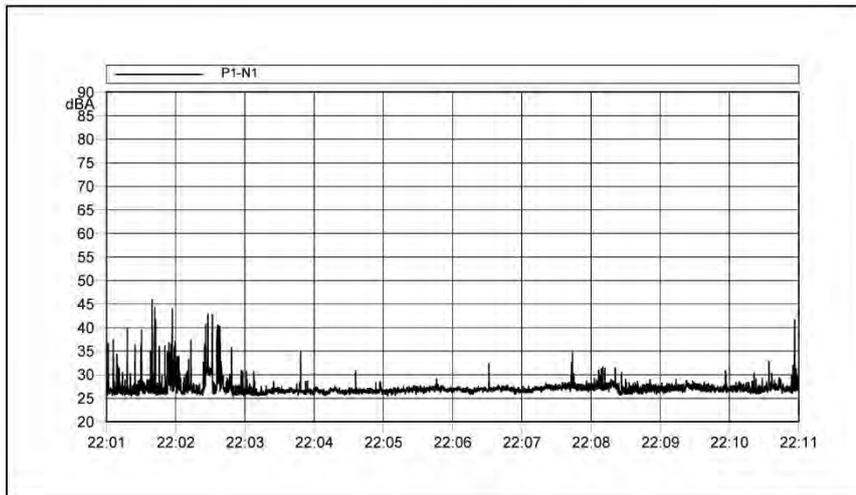
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 22:01:33
Postazione: P1 - Strada consortile a Est, pressi Cascina Santa Maria II
Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n. 1
Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)





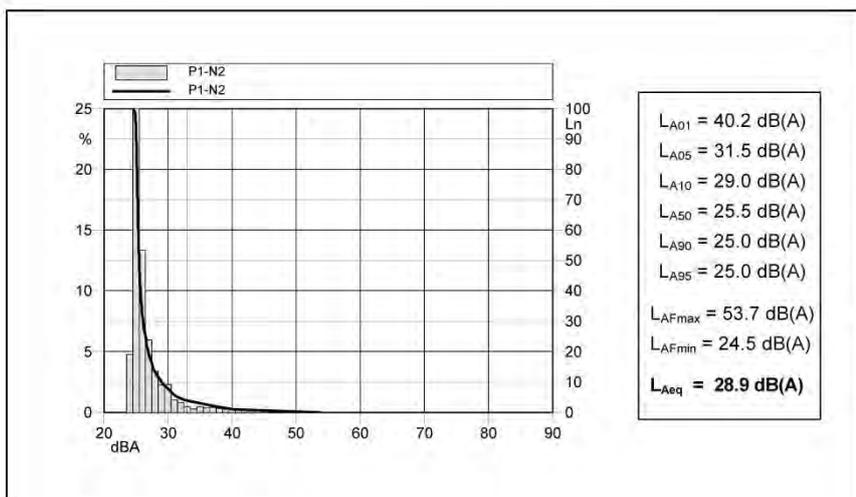
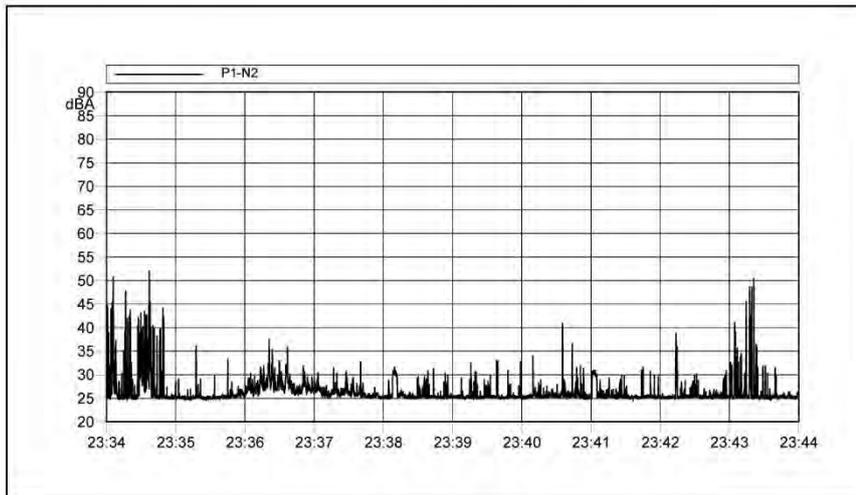
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 23:34:45
Postazione: P1 - Strada consortile a Est, pressi Cascina Santa Maria II
Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n. 2
Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)





**Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico**

**Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015**

Postazione P2 - S.P. 27, tratto Nord





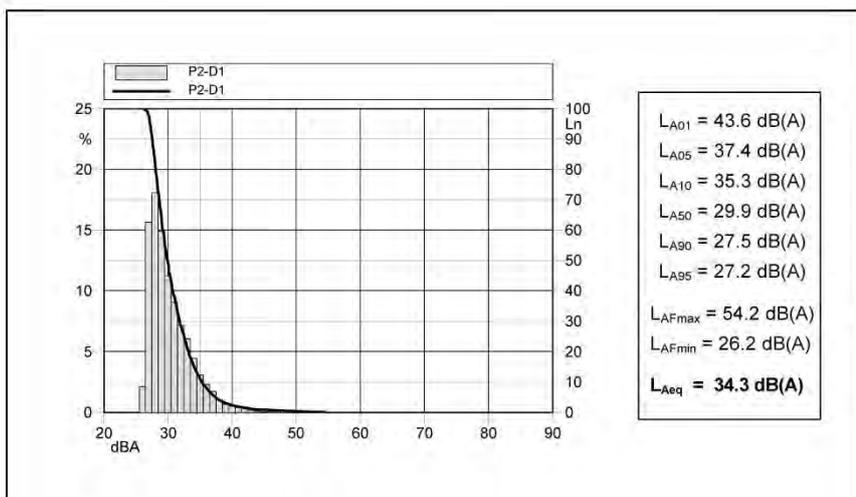
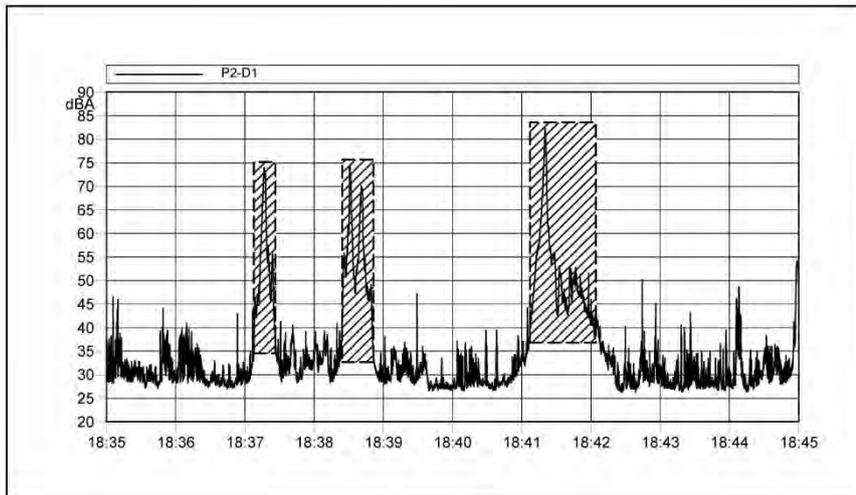
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 18:35:54
Postazione: P2 - S.P. 27, tratto Nord
Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 1
Annotazioni: Transiti di n. 3 auto sulla S.P. 27 (mascherati)
Suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

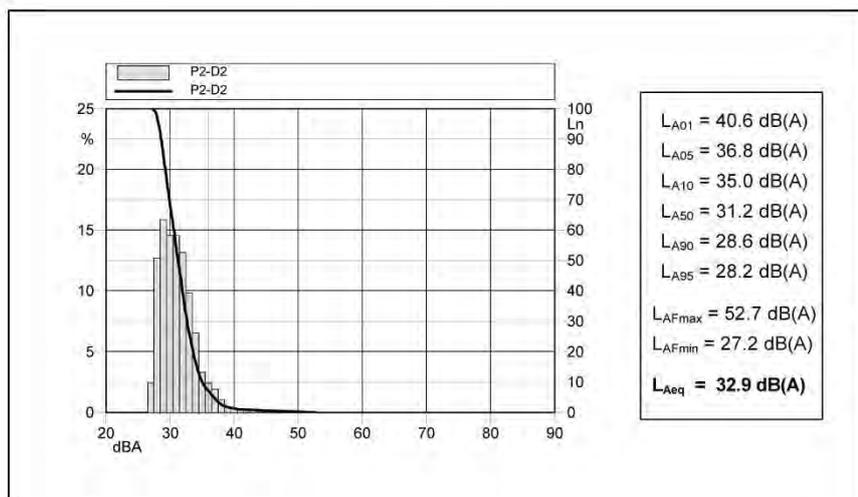
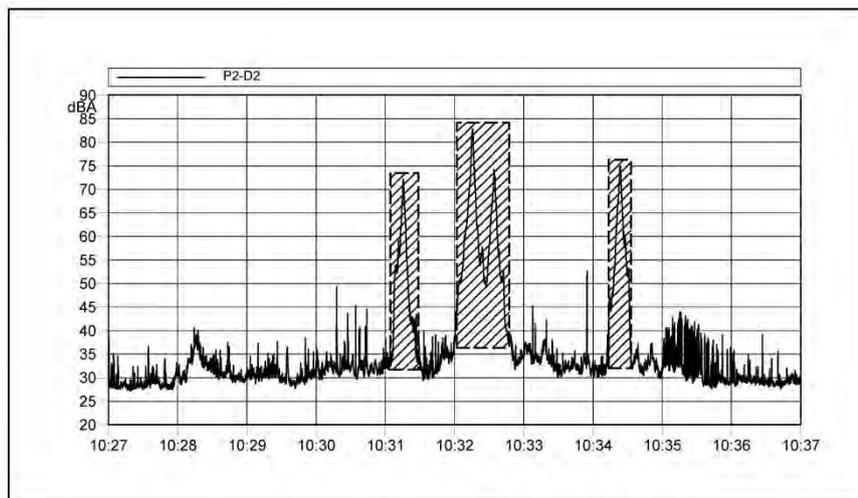
Rilevi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 10:27:33

Postazione: P2 - S.P. 27, tratto Nord, pressi bivio stradina che conduce alla futura centrale

Condizione: Periodo Diurno - Rilevo n. 2

Annotazioni: Transiti di n. 4 auto sulla S.P. 27 (mascherati)
Suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

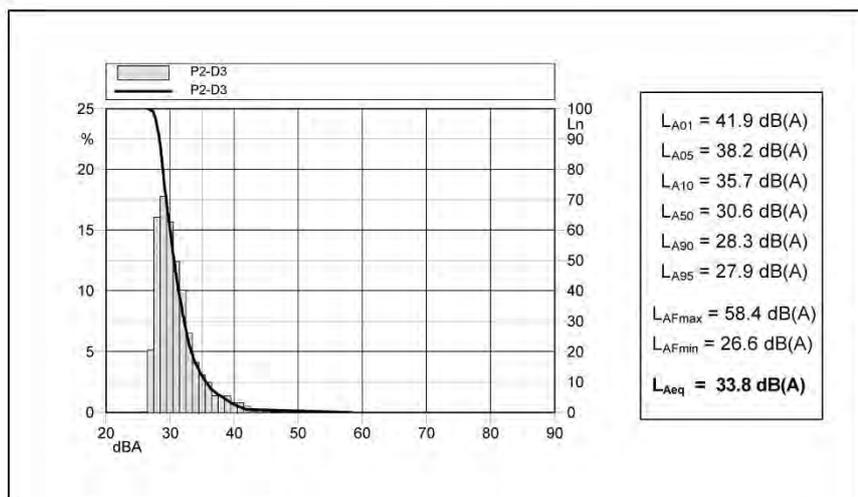
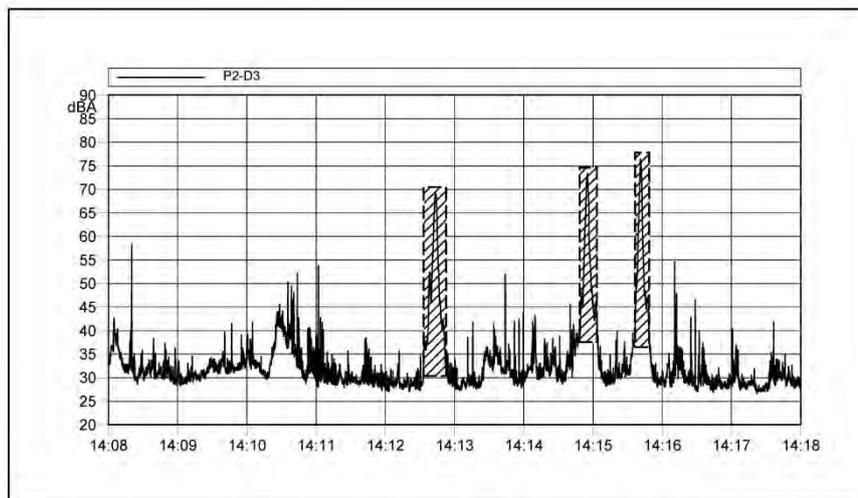
Rilevi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 14:08:44

Postazione: P2 - S.P. 27, tratto Nord, pressi bivio stradina che conduce alla futura centrale

Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 3

Annotazioni: Transiti di n. 4 auto sulla S.P. 27 (mascherati)
Suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

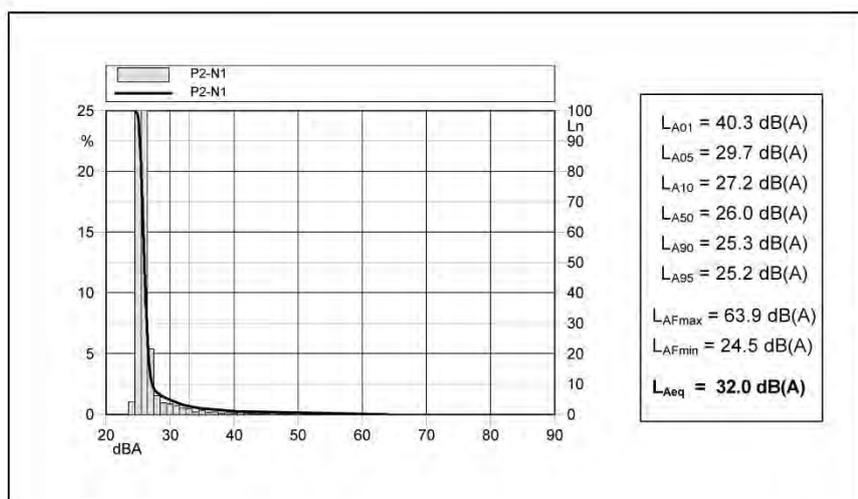
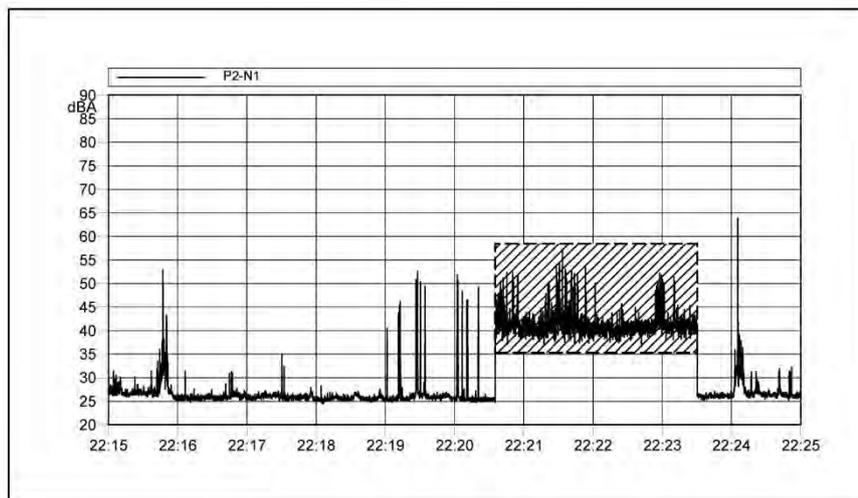
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 22:15:17

Postazione: P2 - S.P. 27, tratto Nord, pressi bivio stradina che conduce alla futura centrale

Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n. 1

Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)
Abbaire di cani a T = 22.20 (mascherato)





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

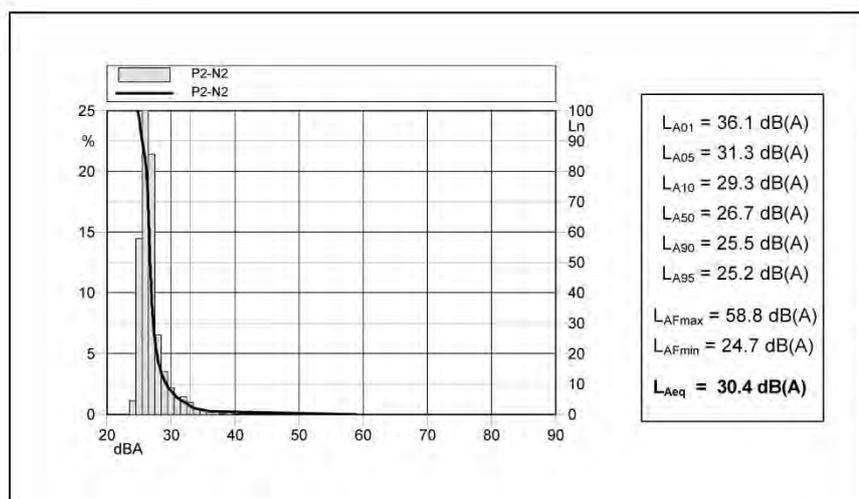
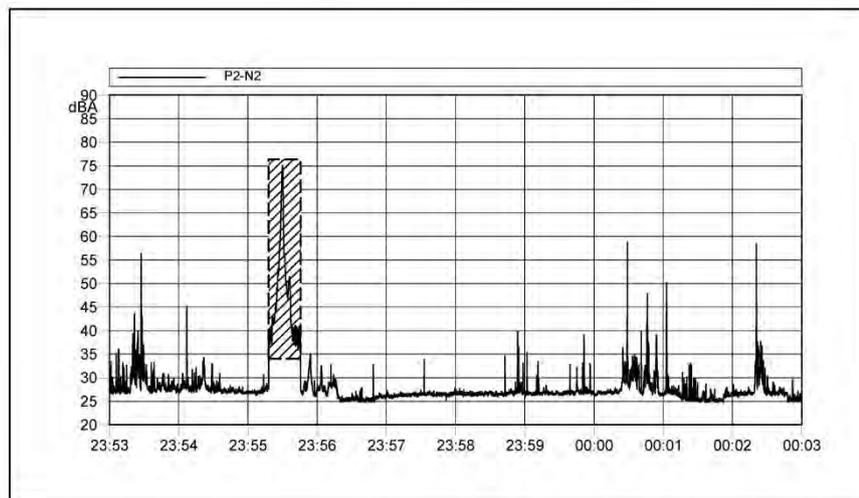
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 23:53:47

Postazione: P2 - S.P. 27, tratto Nord, pressi bivio stradina che conduce alla futura centrale

Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n. 2

Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)
Transiti di n. 1 auto sulla S.P. 27 (mascherato)





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Postazione P3 - Montecastelli Pisano, Via Borgo, lato Hotel "Lo Scricciolo"





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

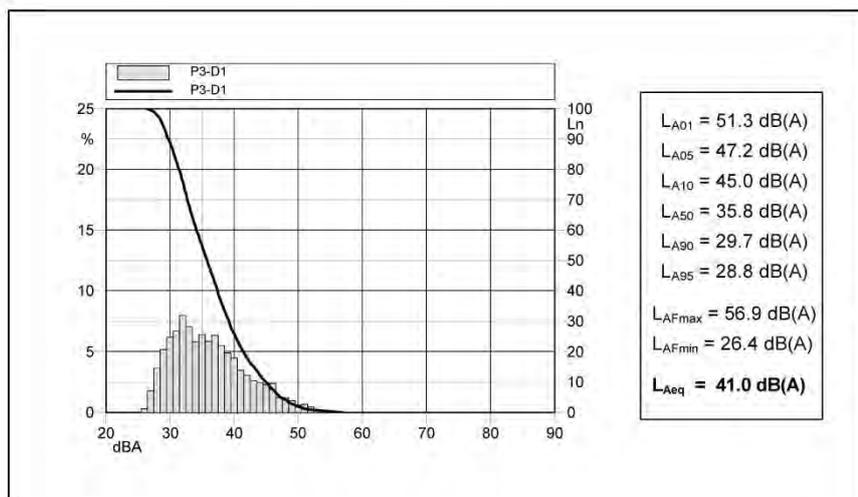
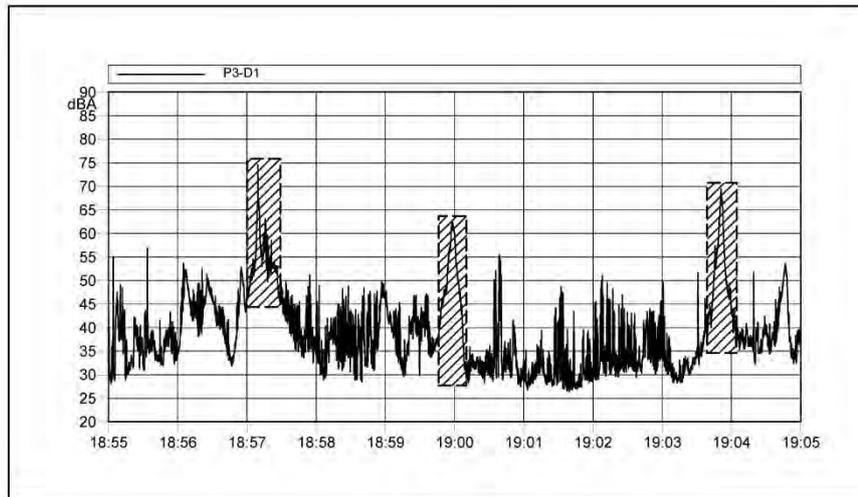
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 18:55:58

Postazione: P3 - Montecastelli Pisano, Via Borgo, lato Hotel "Lo Scricciolo"

Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 1

Annotazioni: Transiti di n. 3 auto su Via Borgo (mascherati)
Rumore di fondo del fondovalle + suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

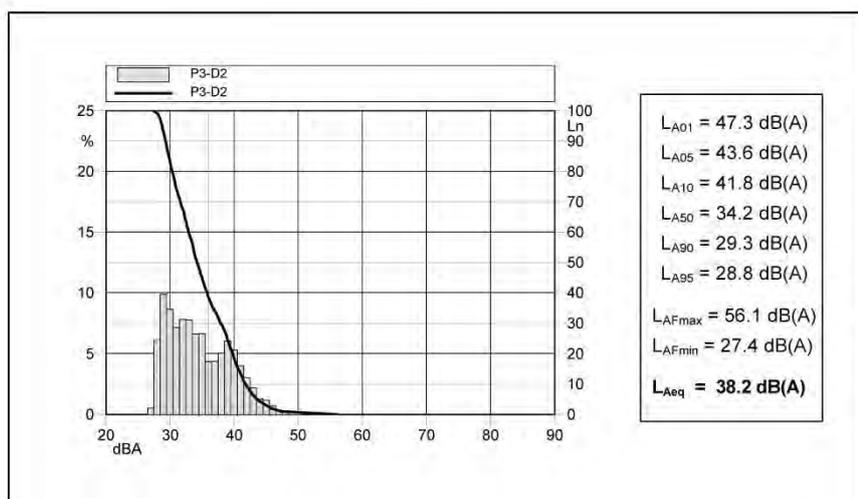
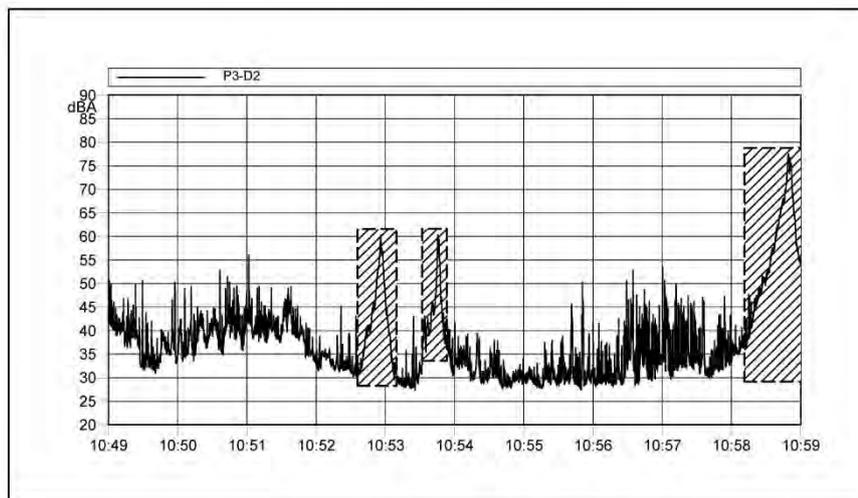
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 10:49:11

Postazione: P3 - Montecastelli Pisano, Via Borgo, lato Hotel "Lo Scricciolo"

Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 2

Annotazioni: Transiti di n. 2 auto su Via Borgo e un trattore (mascherati)
Rumore di fondo del fondovalle + suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

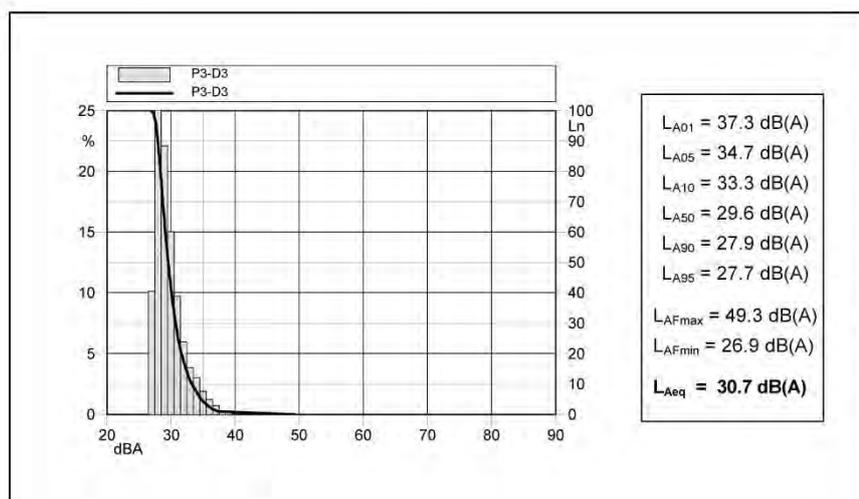
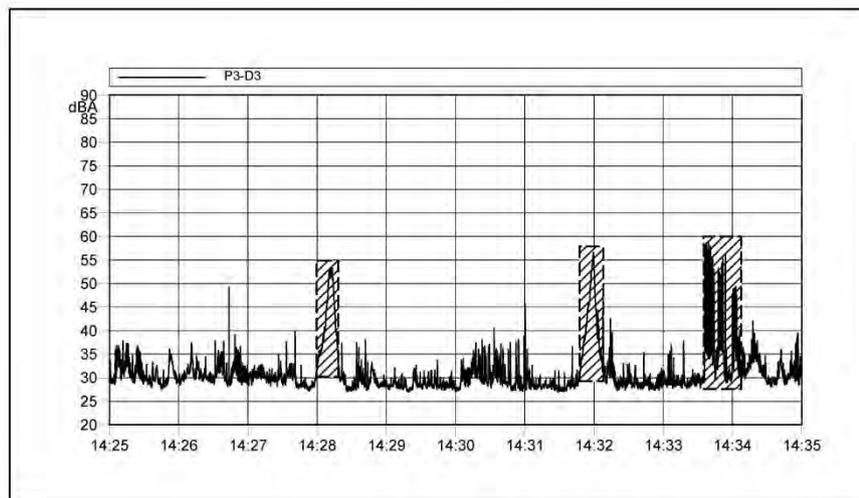
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 14:25:23

Postazione: P3 - Montecastelli Pisano, Via Borgo, lato Hotel "Lo Scricciolo"

Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n.3

Annotazioni: Transiti di n. 2 auto su Via Borgo + cani (mascherati)
Rumore di fondo del fondovalle + suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

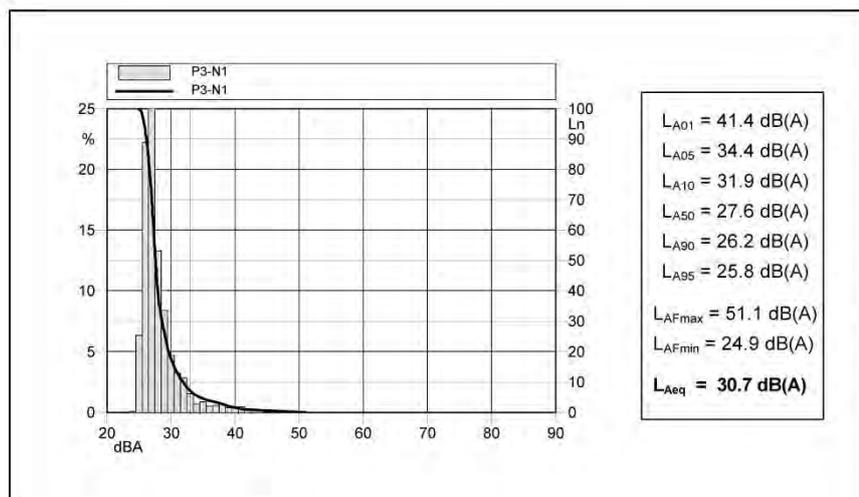
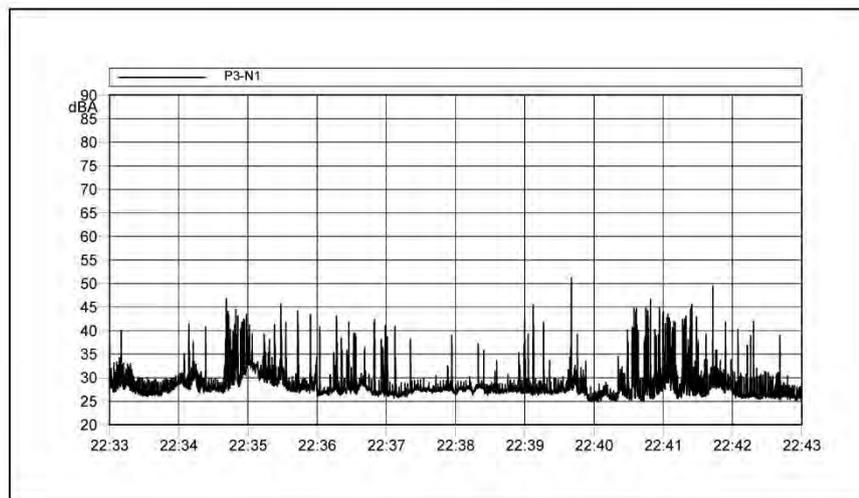
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 22:33:44

Postazione: P3 - Montecastelli Pisano, Via Borgo, lato Hotel "Lo Scricciolo"

Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n.1

Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)
Rumore di fondo del fondovalle + suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

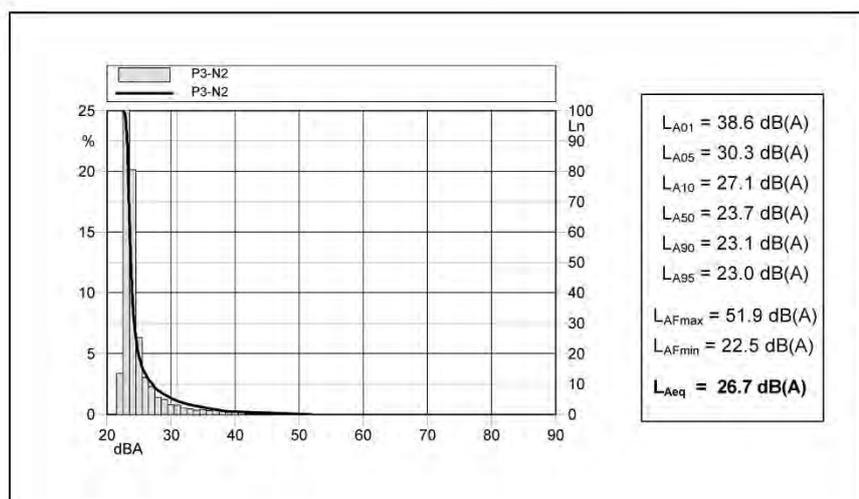
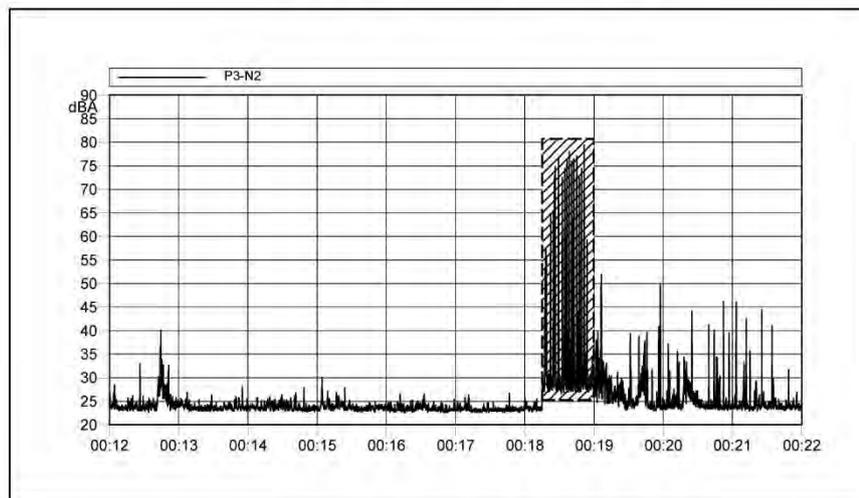
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 00:12:11

Postazione: P3 - Montecastelli Pisano, Via Borgo, lato Hotel "Lo Scricciolo"

Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n.2

Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)
Verso di rapace notturno a t = 00.18 (mascherato)
Rumore di fondo del fondovalle + suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Postazione P4 - S.P. 27, tratto Ovest, intersezione S.P. con elettrodotto





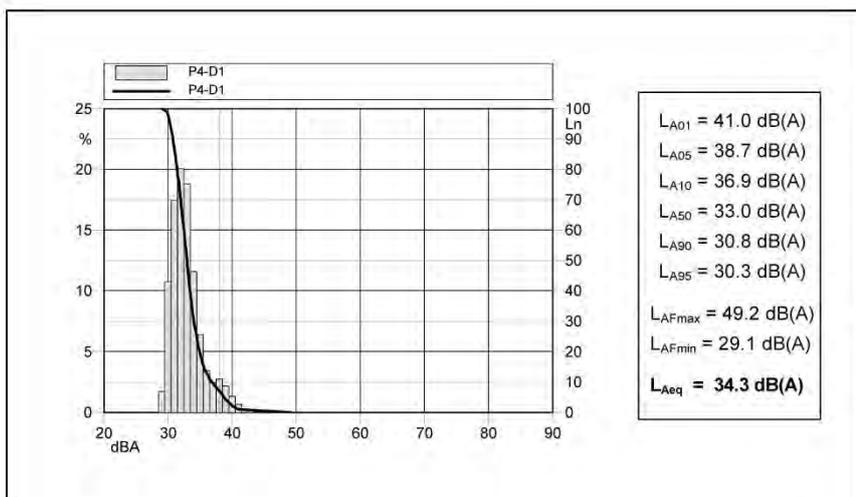
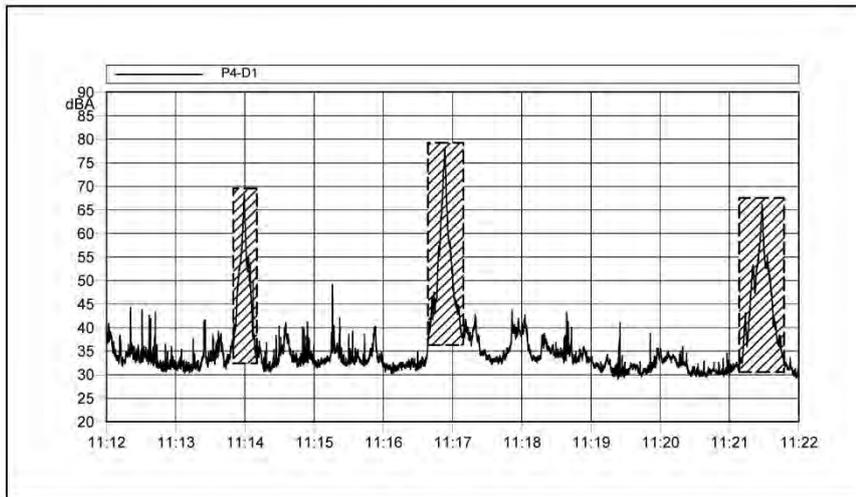
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 11:12:36
Postazione: P4 - S.P. 27, tratto Ovest, intersezione S.P. con elettrodotto
Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 1
Annotazioni: Transiti di n. 3 auto sulla S.P. 27 (mascherati)
Suoni naturali





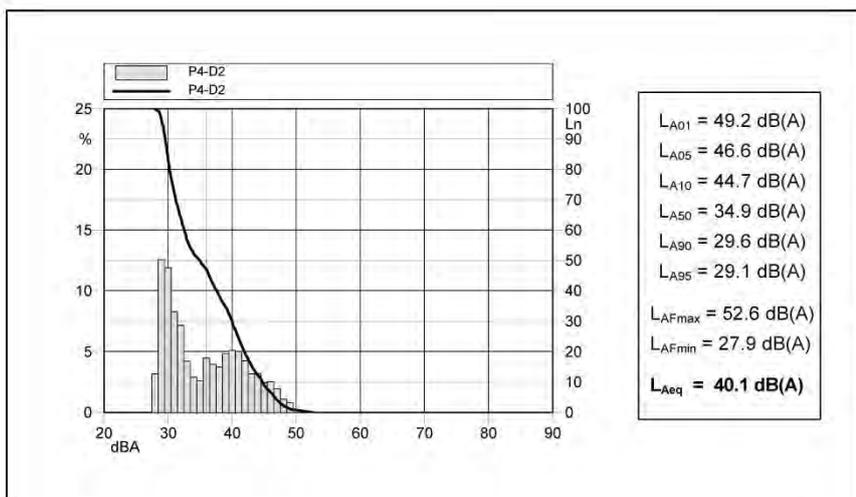
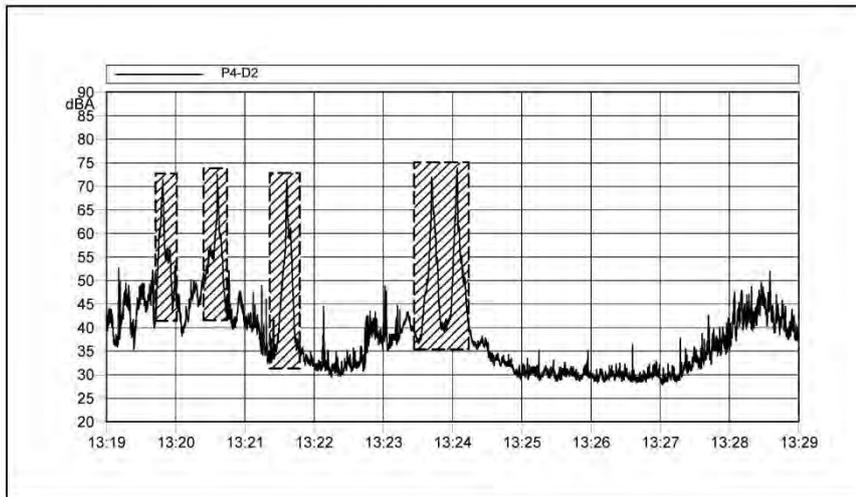
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilevi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 13:19:06
Postazione: P4 - S.P. 27, tratto Ovest, intersezione S.P. con elettrodotto
Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 2
Annotazioni: Transiti di n. 5 auto sulla S.P. 27 (mascherati)
Suoni naturali





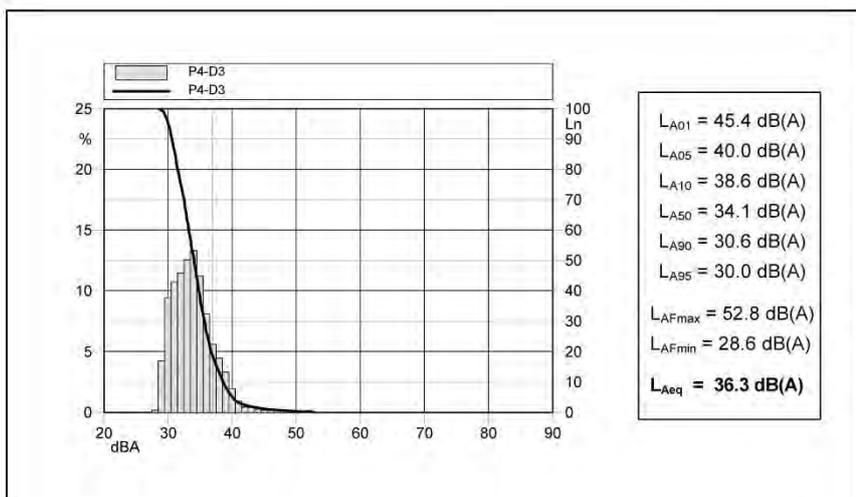
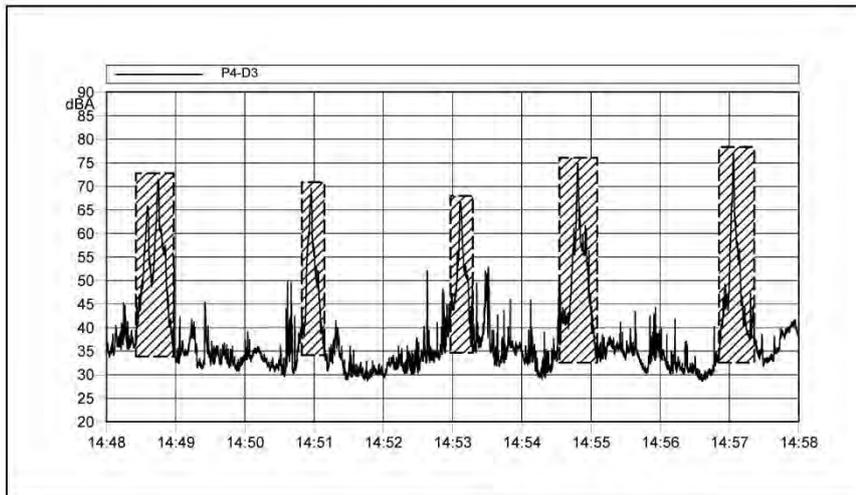
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilevi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 14:48:45
Postazione: P4 - S.P. 27, tratto Ovest, intersezione S.P. con elettrodotto
Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 3
Annotazioni: Transiti di n. 5 auto sulla S.P. 27 (mascherati)
Suoni naturali





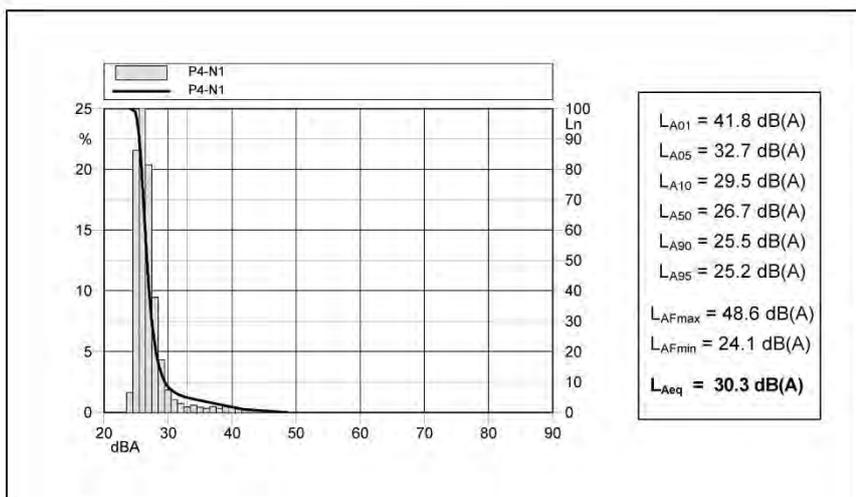
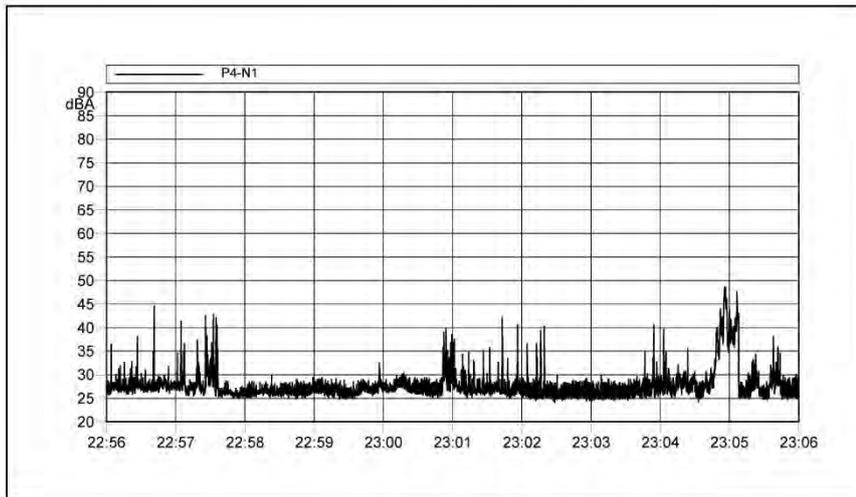
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 22:56:56
Postazione: P4 - S.P. 27, tratto Ovest, intersezione S.P. con elettrodotto
Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n. 1
Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)
Suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

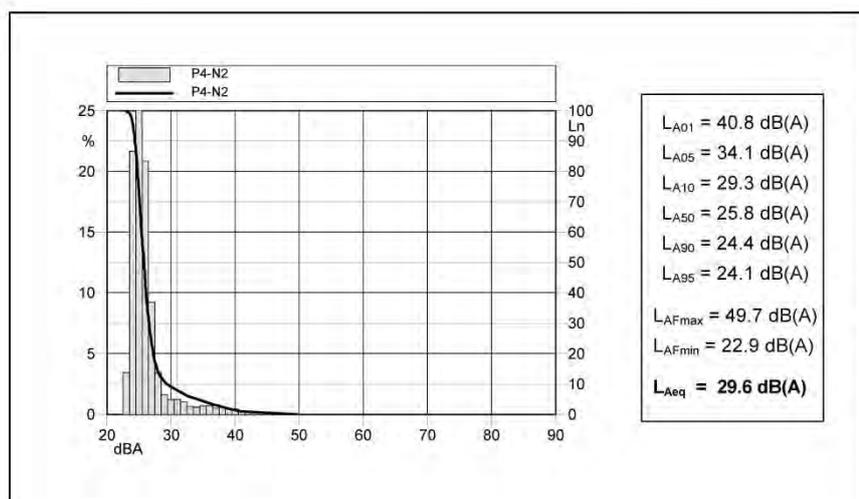
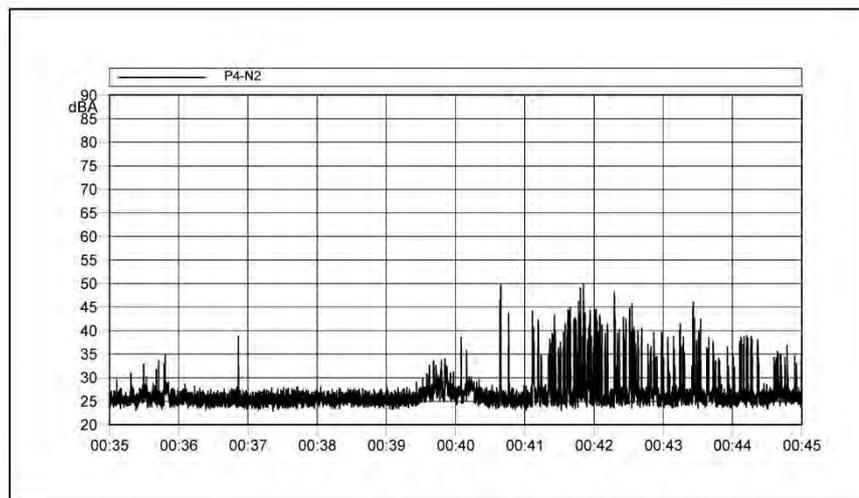
Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 00:35:37

Postazione: P4 - S.P. 27, tratto Ovest, intersezione S.P. con elettrodotto

Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n. 2

Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)
Abbaire di cani in lontananza
Suoni naturali





APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Postazione P5 - S.P. 27, tratto Ovest, pressi "Buca delle Fate"





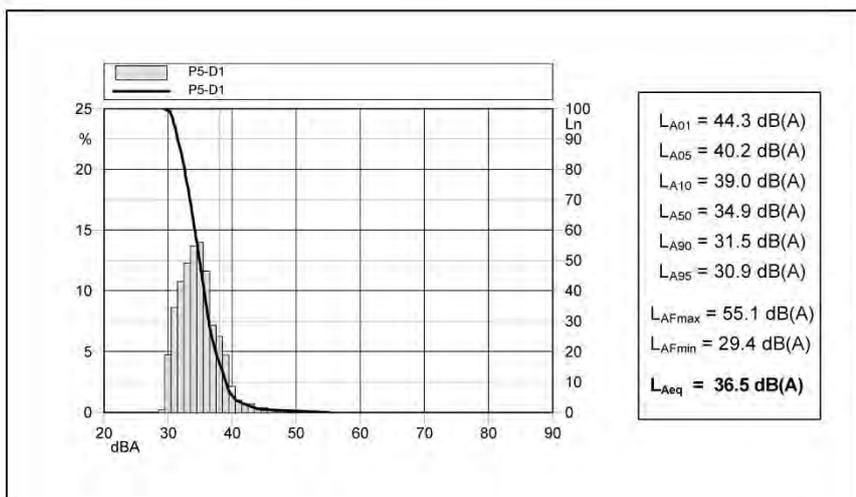
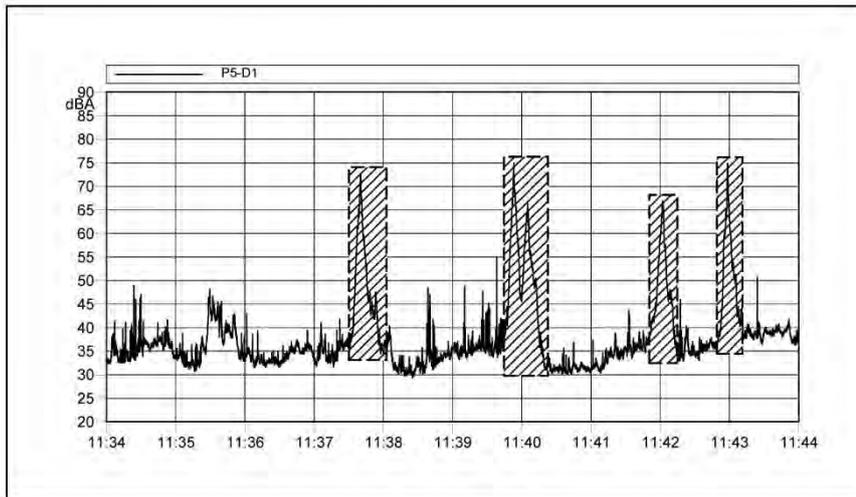
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 11:34:32
Postazione: P5 - S.P. 27, tratto Ovest, pressi "Buca delle Fate"
Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 1
Annotazioni: Transiti di n. 5 auto sulla S.P. 27 (mascherati)
Suoni naturali





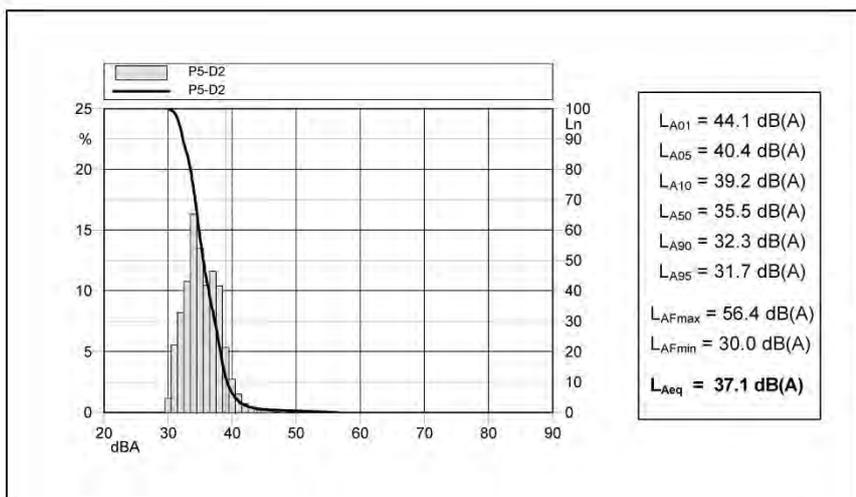
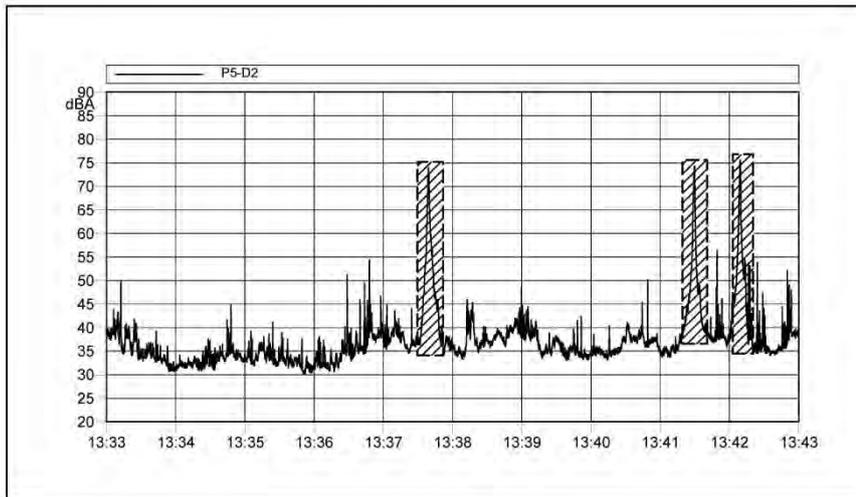
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilevi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 13:33:54
Postazione: P5 - S.P. 27, tratto Ovest, pressi "Buca delle Fate"
Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 2
Annotazioni: Transiti di n. 3 auto sulla S.P. 27 (mascherati)
Suoni naturali





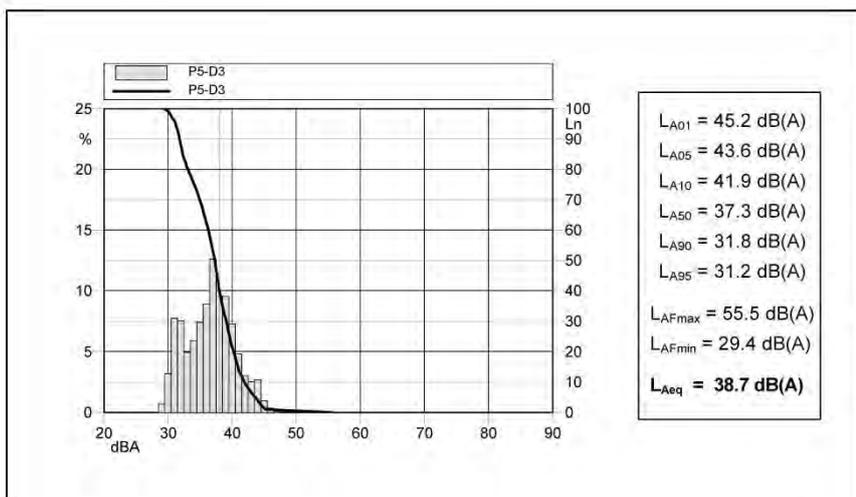
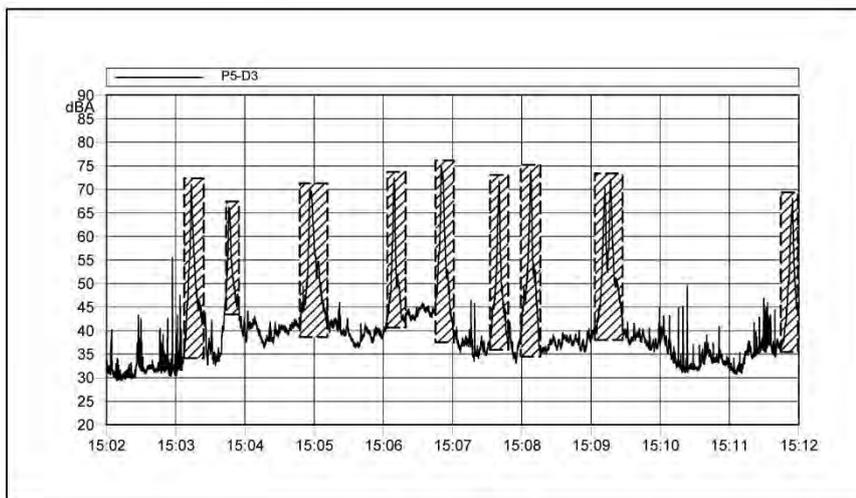
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 15:02:54
Postazione: P5 - S.P. 27, tratto Ovest, pressi "Buca delle Fate"
Condizione: Periodo Diurno - Rilievo n. 3
Annotazioni: Transiti di n. 9 auto sulla S.P. 27 (mascherati)
Suoni naturali





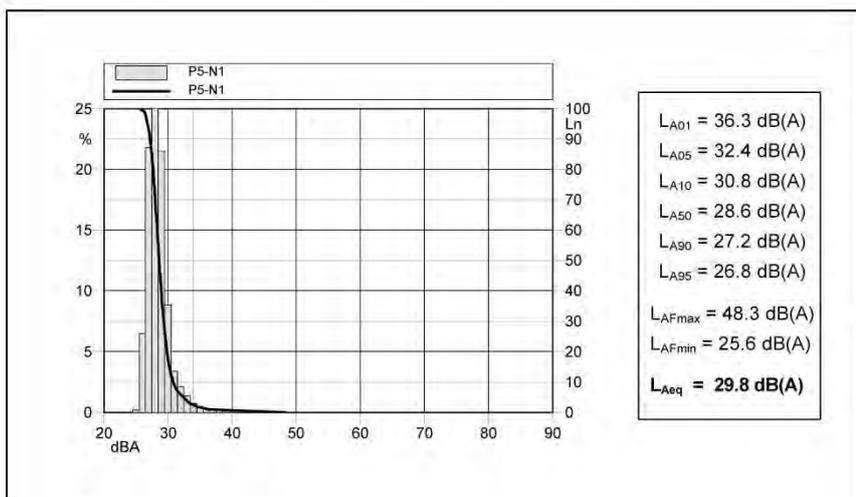
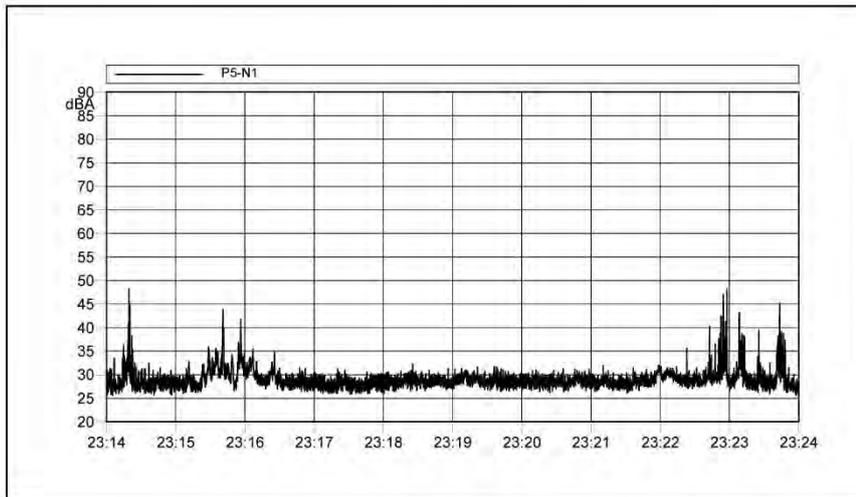
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 17/09/2015 - 23:14:09
Postazione: P5 - S.P. 27, tratto Ovest, pressi "Buca delle Fate"
Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n. 1
Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)
Suoni naturali





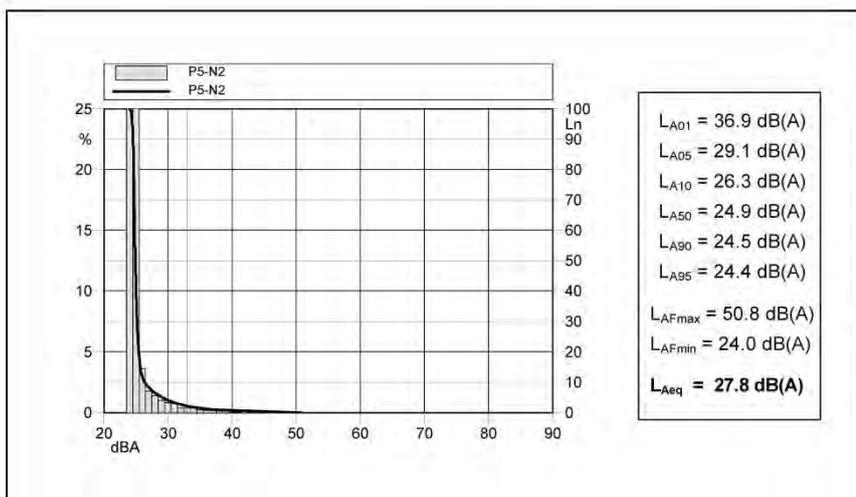
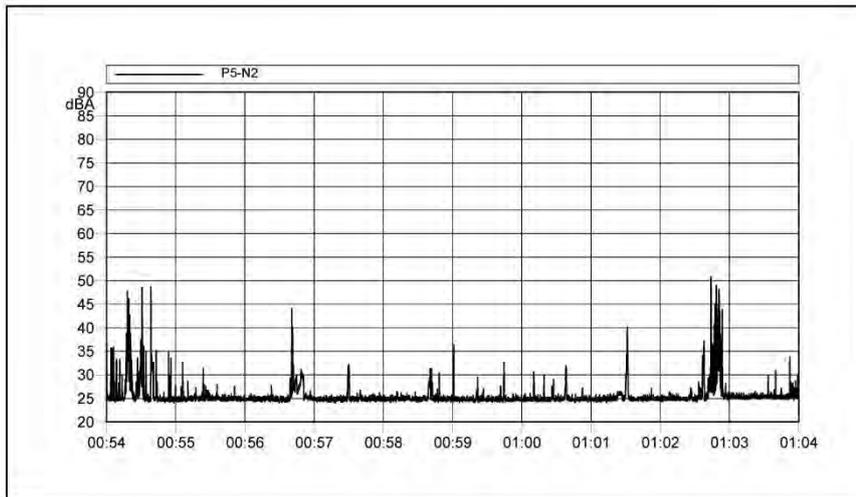
APPENDICE A – DOCUMENTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO



Impianto Geotermico Pilota - Comune di Castelnuovo Val di Cecina
Documentazione Previsionale di Impatto Acustico

Rilievi fonometrici Ante Operam - Postazioni Mobili P1-P5
Campionamenti del 17/09/2015 e 18/09/2015

Data - Ora misura: 18/09/2015 - 00:54:52
Postazione: P5 - S.P. 27, tratto Ovest, pressi "Buca delle Fate"
Condizione: Periodo Notturno - Rilievo n. 2
Annotazioni: Frinire di grilli stazionario a 2500-3150 Hz (mascherato)
Suoni naturali



Golder Associates è una società internazionale che offre, da oltre 50 anni, servizi di consulenza, progettazione e realizzazione nel campo delle scienze ambientali, dell'ingegneria geotecnica e dell'energia. La nostra mission "Engineering Earth's Development, Preserving Earth's Integrity" sottolinea il nostro costante impegno verso l'eccellenza - sia in campo tecnico, sia nella cura del servizio al cliente - e verso la sostenibilità.

Per maggiori informazioni visitate il sito www.golder.com

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 86 21 6258 5522
Oceania	+ 61 3 8862 3500
Europa	+ 44 1628 851851
America del Nord	+ 1 800 275 3281
America del Sud	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates S.r.l.
Banfo43 Centre
Via Antonio Banfo 43
10155 Torino
Italia
T: +39 011 23 44 211

