



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA

Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna
Servizio Difesa del Suolo, Assetto Idrogeologico e Gestione del Rischio Alluvioni

**"STUDIO DI DETTAGLIO E APPROFONDIMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO
DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO DA FRANA
NEL SUB BACINO N°3 COGHINAS – MANNU – TEMO.
PROGETTO DI VARIANTE GENERALE E DI REVISIONE
DEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
DELLA REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
(di cui all'Art. 37, comma 1, delle vigenti Norme di Attuazione)"**

**Relazione tecnica per il Sub bacino n° 3
Relazione tecnica generale**

R.T.I.:



**Dott. Forestale
Claudio Alberto Caria**



CODICE ELABORATO

F	A	-	0	9	-	0	1	-	R	-	0	1	-	0	1
FASE	ATTIVITA'		PRODOTTO		TIPO ELAB.		NUMERO ELABORATO		REVISIONE						

01	DICEMBRE 14	GEOL. E. CAVALLERO	ING. I. FRESIA	ING. I. FRESIA	
00	AGOSTO 13	GEOL. E. CAVALLERO	ING. I. FRESIA	ING. I. FRESIA	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

INDICE

1. PREMESSA	1
2. IMPOSTAZIONE METODOLOGICA	3
2.1 Determinazione delle aree oggetto delle analisi e degli studi di dettaglio	3
2.1.1 Carta litologica	5
2.1.2 Carta delle pendenze	7
2.1.3 Carta dell'uso suolo	7
2.1.4 Carta geomorfologica o dei fenomeni franosi	9
2.1.5 Carta dell'instabilità potenziale dei versanti	11
2.2 Carta della pericolosità	12
2.3 Carta degli elementi a rischio	15
2.4 Carta delle aree a rischio da frana	16
2.5 Schede interventi di mitigazione del rischio da frana	17
3. OSSERVAZIONI PERVENUTE A SEGUITO DELL'ADOZIONE PRELIMINARE	18
4. CARATTERIZZAZIONE DEL TERRITORIO DEL SUB BACINO 3	20
4.1 Inquadramento generale dell'area del sub bacino 3 Coghinas – Mannu - Temo	20
4.2 Alghero	22
4.2.1 Principali aree in dissesto	22
4.2.2 Pericolosità ed elementi a rischio	22
4.2.3 Interventi	23
4.2.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	25
4.3 Anela	25
4.3.1 Principali aree in dissesto	25
4.3.2 Pericolosità ed elementi a rischio	25
4.3.3 Interventi	25
4.4 Ardara	26
4.4.1 Principali aree in dissesto	26
4.4.2 Pericolosità ed elementi a rischio	26
4.4.3 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	26
4.5 Banari	27
4.5.1 Principali aree in dissesto	27
4.5.2 Pericolosità ed elementi a rischio	27
4.5.3 Interventi	28
4.5.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	28
4.6 Bessude	29
4.6.1 Principali aree in dissesto	29
4.6.2 Pericolosità ed elementi a rischio	29
4.6.3 Interventi	29
4.7 Bonnanaro	29
4.7.1 Principali aree in dissesto	29
4.7.2 Pericolosità ed elementi a rischio	30

4.7.3	Interventi	30
4.8	Bono	31
4.8.1	Principali aree in dissesto	31
4.8.2	Pericolosità ed elementi a rischio	31
4.8.3	Interventi	32
4.9	Bonorva	32
4.9.1	Principali aree in dissesto	32
4.9.2	Pericolosità ed elementi a rischio	33
4.9.3	Interventi	33
4.10	Borutta	35
4.10.1	Principali aree in dissesto	35
4.10.2	Pericolosità ed elementi a rischio	35
4.10.3	Interventi	35
4.11	Bottida	36
4.11.1	Principali aree in dissesto	36
4.11.2	Pericolosità ed elementi a rischio	36
4.11.3	Interventi	37
4.12	Bultei	37
4.12.1	Principali aree in dissesto	37
4.12.2	Pericolosità ed elementi a rischio	37
4.12.3	Interventi	37
4.13	Bulzi	37
4.13.1	Principali aree in dissesto	37
4.13.2	Pericolosità ed elementi a rischio	38
4.13.3	Interventi	38
4.14	Burgos	39
4.14.1	Principali aree in dissesto	39
4.14.2	Pericolosità ed elementi a rischio	39
4.14.3	Interventi	39
4.15	Cargeghe	39
4.15.1	Principali aree in dissesto	39
4.15.2	Pericolosità ed elementi a rischio	40
4.15.3	Interventi	40
4.15.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	41
4.16	Castelsardo	41
4.16.1	Principali aree in dissesto	41
4.16.2	Pericolosità ed elementi a rischio	43
4.16.3	Interventi	44
4.16.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	47
4.17	Cheremule	49
4.17.1	Principali aree in dissesto	49
4.17.2	Pericolosità ed elementi a rischio	49
4.17.3	Interventi	50
4.18	Chiaramonti	50
4.18.1	Principali aree in dissesto	50
4.18.2	Pericolosità ed elementi a rischio	50

4.18.3	Interventi	51
4.18.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	51
4.19	Codrorgianos	52
4.19.1	Principali aree in dissesto	52
4.19.2	Pericolosità ed elementi a rischio	52
4.19.3	Interventi	53
4.20	Cossoine	53
4.20.1	Principali aree in dissesto	53
4.20.2	Pericolosità ed elementi a rischio	53
4.20.3	Interventi	54
4.21	Erula	54
4.21.1	Principali aree in dissesto	54
4.21.2	Pericolosità ed elementi a rischio	54
4.21.3	Interventi	55
4.22	Esporlatu	56
4.22.1	Principali aree in dissesto	56
4.22.2	Pericolosità ed elementi a rischio	56
4.22.3	Interventi	56
4.23	Florinas	56
4.23.1	Principali aree in dissesto	56
4.23.2	Pericolosità ed elementi a rischio	57
4.23.3	Interventi	58
4.24	Giave	59
4.24.1	Principali aree in dissesto	59
4.24.2	Pericolosità ed elementi a rischio	59
4.24.3	Interventi	60
4.25	Illorai	61
4.25.1	Principali aree in dissesto	61
4.25.2	Pericolosità ed elementi a rischio	61
4.25.3	Interventi	61
4.26	Ittireddu	61
4.26.1	Principali aree in dissesto	61
4.26.2	Pericolosità ed elementi a rischio	61
4.26.3	Interventi	62
4.27	Ittiri	63
4.27.1	Principali aree in dissesto	63
4.27.2	Pericolosità ed elementi a rischio	63
4.27.3	Interventi	64
4.27.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	66
4.28	Laerru	66
4.28.1	Principali aree in dissesto	66
4.28.2	Pericolosità ed elementi a rischio	66
4.28.3	Interventi	66
4.29	Mara	67
4.29.1	Principali aree in dissesto	67
4.29.2	Pericolosità ed elementi a rischio	68

4.29.3	Interventi	69
4.30	Martis	69
4.30.1	Principali aree in dissesto	69
4.30.2	Pericolosità ed elementi a rischio	69
4.30.3	Interventi	70
4.31	Monteleone Rocca Doria	70
4.31.1	Principali aree in dissesto	70
4.31.2	Pericolosità ed elementi a rischio	71
4.31.3	Interventi	72
4.32	Mores	74
4.32.1	Principali aree in dissesto	74
4.32.2	Pericolosità ed elementi a rischio	74
4.32.3	Interventi	74
4.33	Muros	75
4.33.1	Principali aree in dissesto	75
4.33.2	Pericolosità ed elementi a rischio	76
4.33.3	Interventi	77
4.34	Nughedu San Nicolò	77
4.34.1	Principali aree in dissesto	77
4.34.2	Pericolosità ed elementi a rischio	77
4.34.3	Interventi	77
4.35	Nulvi	78
4.35.1	Principali aree in dissesto	78
4.35.2	Pericolosità ed elementi a rischio	79
4.35.3	Interventi	79
4.36	Olmedo	80
4.36.1	Principali aree in dissesto	80
4.36.2	Pericolosità ed elementi a rischio	80
4.36.3	Interventi	80
4.37	Osilo	81
4.37.1	Principali aree in dissesto	81
4.37.2	Pericolosità ed elementi a rischio	81
4.37.3	Interventi	82
4.37.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	84
4.38	Ossi	84
4.38.1	Principali aree in dissesto	84
4.38.2	Pericolosità ed elementi a rischio	84
4.38.3	Interventi	85
4.38.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	86
4.39	Ozieri	87
4.39.1	Principali aree in dissesto	87
4.39.2	Pericolosità ed elementi a rischio	87
4.39.3	Interventi	87
4.39.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	88
4.40	Padria	89
4.40.1	Principali aree in dissesto	89

4.40.2	Pericolosità ed elementi a rischio	89
4.40.3	Interventi	89
4.41	Pattada	90
4.41.1	Principali aree in dissesto	90
4.41.2	Pericolosità ed elementi a rischio	91
4.41.3	Interventi	91
4.42	Perfugas	92
4.42.1	Principali aree in dissesto	92
4.42.2	Pericolosità ed elementi a rischio	92
4.42.3	Interventi	92
4.43	Ploaghe	93
4.43.1	Principali aree in dissesto	93
4.43.2	Pericolosità ed elementi a rischio	94
4.43.3	Interventi	95
4.44	Porto Torres	95
4.44.1	Principali aree in dissesto	95
4.44.2	Pericolosità ed elementi a rischio	96
4.44.3	Interventi	97
4.44.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	98
4.45	Pozzomaggiore	98
4.45.1	Principali aree in dissesto	98
4.45.2	Pericolosità ed elementi a rischio	99
4.45.3	Interventi	99
4.46	Putifigari	100
4.46.1	Principali aree in dissesto	100
4.46.2	Pericolosità ed elementi a rischio	100
4.46.3	Interventi	101
4.47	Romana	101
4.47.1	Principali aree in dissesto	101
4.47.2	Pericolosità ed elementi a rischio	101
4.47.3	Interventi	102
4.48	Santa Maria Coghinas	103
4.48.1	Principali aree in dissesto	103
4.48.2	Pericolosità ed elementi a rischio	103
4.48.3	Interventi	103
4.49	Sassari	104
4.49.1	Principali aree in dissesto	104
4.49.2	Pericolosità ed elementi a rischio	105
4.49.3	Interventi	106
4.49.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	107
4.50	Sedini 108	
4.50.1	Principali aree in dissesto	108
4.50.2	Pericolosità ed elementi a rischio	108
4.50.3	Interventi	109
4.51	Semestene	110
4.51.1	Principali aree in dissesto	110

4.51.2	Pericolosità ed elementi a rischio	110
4.51.3	Interventi	111
4.51.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	112
4.52	Sennori	112
4.52.1	Principali aree in dissesto	112
4.52.2	Pericolosità ed elementi a rischio	112
4.52.3	Interventi	113
4.52.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	114
4.53	Siligo	114
4.53.1	Principali aree in dissesto	114
4.53.2	Pericolosità ed elementi a rischio	115
4.53.3	Interventi	115
4.54	Sorso	117
4.54.1	Principali aree in dissesto	117
4.54.2	Pericolosità ed elementi a rischio	117
4.54.3	Interventi	118
4.55	Stintino	119
4.55.1	Principali aree in dissesto	119
4.55.2	Pericolosità ed elementi a rischio	119
4.55.3	Interventi	119
4.55.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	120
4.56	Tergu	120
4.56.1	Principali aree in dissesto	120
4.56.2	Pericolosità ed elementi a rischio	121
4.56.3	Interventi	121
4.57	Thiesi	121
4.57.1	Principali aree in dissesto	121
4.57.2	Pericolosità ed elementi a rischio	121
4.57.3	Interventi	122
4.58	Tissi	123
4.58.1	Principali aree in dissesto	123
4.58.2	Pericolosità ed elementi a rischio	123
4.58.3	Interventi	124
4.58.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	125
4.59	Torralba	125
4.59.1	Principali aree in dissesto	125
4.59.2	Pericolosità ed elementi a rischio	125
4.59.3	Interventi	126
4.60	Tula	126
4.60.1	Principali aree in dissesto	126
4.60.2	Pericolosità ed elementi a rischio	126
4.60.3	Interventi	126
4.61	Uri	127
4.61.1	Principali aree in dissesto	127
4.61.2	Pericolosità ed elementi a rischio	128
4.61.3	Interventi	128

4.62 Usini	128
4.62.1 Principali aree in dissesto	128
4.62.2 Pericolosità ed elementi a rischio	129
4.62.3 Interventi	129
4.62.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	130
4.63 Valledoria	130
4.63.1 Principali aree in dissesto	130
4.63.2 Pericolosità ed elementi a rischio	132
4.63.3 Interventi	132
4.64 Viddalba	133
4.64.1 Principali aree in dissesto	133
4.64.2 Pericolosità ed elementi a rischio	134
4.64.3 Interventi	134
4.65 Villanova Monteleone	135
4.65.1 Principali aree in dissesto	135
4.65.2 Pericolosità ed elementi a rischio	136
4.65.3 Interventi	137
4.65.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	139
4.66 Aggius	139
4.66.1 Principali aree in dissesto	139
4.66.2 Pericolosità ed elementi a rischio	139
4.66.3 Interventi	139
4.67 Ala dei Sardi	139
4.67.1 Principali aree in dissesto	140
4.67.2 Pericolosità ed elementi a rischio	140
4.67.3 Interventi	140
4.68 Badesi	140
4.68.1 Principali aree in dissesto	140
4.68.2 Pericolosità ed elementi a rischio	140
4.68.3 Interventi	141
4.68.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	142
4.69 Berchidda	142
4.69.1 Principali aree in dissesto	142
4.69.2 Pericolosità ed elementi a rischio	143
4.69.3 Interventi	143
4.70 Bortigiadas	144
4.70.1 Principali aree in dissesto	144
4.70.2 Pericolosità ed elementi a rischio	144
4.70.3 Interventi	144
4.71 Budduso'	145
4.71.1 Principali aree in dissesto	145
4.71.2 Pericolosità ed elementi a rischio	146
4.71.3 Interventi	146
4.72 Calangianus	147
4.72.1 Principali aree in dissesto	147
4.72.2 Pericolosità ed elementi a rischio	147

4.72.3	Interventi	147
4.73	Monti	147
4.73.1	Principali aree in dissesto	147
4.73.2	Pericolosità ed elementi a rischio	147
4.73.3	Interventi	148
4.74	Olbia	148
4.74.1	Principali aree in dissesto	148
4.74.2	Pericolosità ed elementi a rischio	149
4.74.3	Interventi	149
4.75	Oschiri	149
4.75.1	Principali aree in dissesto	149
4.75.2	Pericolosità ed elementi a rischio	149
4.75.3	Interventi	149
4.76	Padru	150
4.76.1	Principali aree in dissesto	150
4.76.2	Pericolosità ed elementi a rischio	150
4.76.3	Interventi	151
4.77	Telti	151
4.77.1	Principali aree in dissesto	151
4.77.2	Pericolosità ed elementi a rischio	151
4.77.3	Interventi	151
4.78	Tempio Pausania	151
4.78.1	Principali aree in dissesto	151
4.78.2	Pericolosità ed elementi a rischio	151
4.78.3	Interventi	152
4.79	Trinità d'Agultu e Vignola	152
4.79.1	Principali aree in dissesto	152
4.79.2	Pericolosità ed elementi a rischio	153
4.79.3	Interventi	153
4.80	Bosa	154
4.80.1	Principali aree in dissesto	154
4.80.2	Pericolosità ed elementi a rischio	155
4.80.3	Interventi	157
4.80.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	158
4.81	Cuglieri	158
4.81.1	Principali aree in dissesto	158
4.81.2	Pericolosità ed elementi a rischio	159
4.81.3	Interventi	161
4.81.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	163
4.82	Flussio	163
4.82.1	Principali aree in dissesto	163
4.82.2	Pericolosità ed elementi a rischio	163
4.82.3	Interventi	164
4.83	Magomadas	164
4.83.1	Principali aree in dissesto	164
4.83.2	Pericolosità ed elementi a rischio	165

4.83.3	Interventi	166
4.83.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	167
4.84	Modolo	168
4.84.1	Principali aree in dissesto	168
4.84.2	Pericolosità ed elementi a rischio	168
4.84.3	Interventi	169
4.85	Montresta	170
4.85.1	Principali aree in dissesto	170
4.85.2	Pericolosità ed elementi a rischio	170
4.85.3	Interventi	170
4.86	Narbolia	171
4.86.1	Principali aree in dissesto	171
4.86.2	Pericolosità ed elementi a rischio	171
4.86.3	Interventi	172
4.86.4	Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare	172
4.87	San Vero Milis	172
4.87.1	Principali aree in dissesto	172
4.87.2	Pericolosità ed elementi a rischio	172
4.87.3	Interventi	172
4.88	Sagama	172
4.88.1	Principali aree in dissesto	172
4.88.2	Pericolosità ed elementi a rischio	172
4.88.3	Interventi	173
4.89	Santu Lusurgiu	174
4.89.1	Principali aree in dissesto	174
4.89.2	Pericolosità ed elementi a rischio	174
4.89.3	Interventi	174
4.90	Scano di Montiferro	174
4.90.1	Principali aree in dissesto	174
4.90.2	Pericolosità ed elementi a rischio	174
4.90.3	Interventi	175
4.91	Seneghe	176
4.91.1	Principali aree in dissesto	176
4.91.2	Pericolosità ed elementi a rischio	176
4.91.3	Interventi	176
4.92	Sennariolo	176
4.92.1	Principali aree in dissesto	176
4.92.2	Pericolosità ed elementi a rischio	177
4.92.3	Interventi	177
4.93	Suni	177
4.93.1	Principali aree in dissesto	177
4.93.2	Pericolosità ed elementi a rischio	177
4.93.3	Interventi	178
4.94	Tinnura	179
4.94.1	Principali aree in dissesto	179
4.94.2	Pericolosità ed elementi a rischio	179

4.94.3	Interventi	179
4.95	Tresnuraghes	179
4.95.1	Principali aree in dissesto	179
4.95.2	Pericolosità ed elementi a rischio	179
4.95.3	Interventi	180
4.96	Bolotana	181
4.96.1	Principali aree in dissesto	181
4.96.2	Pericolosità ed elementi a rischio	182
4.96.3	Interventi	182
4.97	Borore	182
4.97.1	Principali aree in dissesto	182
4.97.2	Pericolosità ed elementi a rischio	182
4.97.3	Interventi	182
4.98	Bortigali	182
4.98.1	Principali aree in dissesto	182
4.98.2	Pericolosità ed elementi a rischio	183
4.98.3	Interventi	183
4.99	Lei	183
4.99.1	Principali aree in dissesto	183
4.99.2	Pericolosità ed elementi a rischio	183
4.99.3	Interventi	183
4.100	Macomer	183
4.100.1	Principali aree in dissesto	183
4.100.2	Pericolosità ed elementi a rischio	184
4.100.3	Interventi	184
4.101	Silanus	184
4.101.1	Principali aree in dissesto	184
4.101.2	Pericolosità ed elementi a rischio	184
4.101.3	Interventi	184
4.102	Sindia	184
4.102.1	Principali aree in dissesto	184
4.102.2	Pericolosità ed elementi a rischio	185
4.102.3	Interventi	185

Il presente documento costituisce la relazione tecnica relativa allo “Studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nel sub bacino n°3 Coghinias – Mannu –Temo. Progetto di Variante generale e di revisione del piano per l’assetto idrogeologico della Regione Autonoma della Sardegna, di cui all’Art. 37, comma 1, delle vigenti Norme di Attuazione”.

Dal punto di vista amministrativo l'area di studio interessa 101 Comuni, ricadenti totalmente o parzialmente nel sub bacino n° 3 Coghinas–Mannu-Temo, appartenenti alle Province di Sassari (64 comuni), Olbia-Tempio (14 comuni), Oristano (16 comuni) e Nuoro (7 comuni), come indicato in Figura 1.



Figura 1 – Inquadramento amministrativo Sub bacino n° 3 Coghinas-Mannu-Temo

L'attività ha comportato un processo di revisione ed approfondimento del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) vigente quale piano territoriale di settore, al fine di definire una maggiore e accurata conoscenza delle problematiche di dissesto, con particolare riferimento ad alcune aree non indagate o che nel frattempo, a decorrere dalla prima stesura del P.A.I., sono state oggetto di sopravvenuti eventi di dissesto che hanno prodotto uno stato di criticità.

L'impostazione metodologica dell'attività riprende quella già adottata per la redazione del PAI ("Linee Guida per l'attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia", redatte nell'agosto 2000 per la Regione Autonoma della Sardegna dal Gruppo di Coordinamento composto dal Dott. Geol. Daria Dovera, Prof. Ing. Marco Mancini e dal Prof. Ing. Marco Salis)

Dopo una fase iniziale di raccolta dati, si è proceduto allo sviluppo di un prototipo di studio nell'ambito di un bacino pilota, con la finalità di verificare preventivamente la metodologia di lavoro su un'area rappresentativa dell'intero sub-bacino (cfr. Art. 2.2 – punto "III - redazione e consegna di un prototipo dello studio" del capitolato).

A tale scopo è stato proposto, e approvato dal Gruppo di Valutazione, quale bacino pilota un settore di territorio che comprende parte dei comuni di Castelsardo, Valledoria, Sedini e una modesta porzione di Tergu e Nulvi, ritenuto particolarmente rappresentativo delle problematiche da affrontare nell'ambito dell'intero sub bacino.

Per il bacino prototipo di studio, tramite l'assegnazione di specifiche prescrizioni al modello di calcolo GIS, è stato proposto al Gruppo di Valutazione di vincolare ulteriormente l'attribuzione dei pesi litologici al fattore pendenza del versante in modo più dettagliato, attribuendo pesi diversi alle litologie in funzione delle pendenze e delle giaciture. La variazione dei pesi per quanto riguarda le classi a minore pendenza era già stata proposta a suo tempo nella *Relazione Generale del PAI 2004*; al di sotto di una determinata acclività, infatti, in assenza di elementi geomorfologici quali la presenza di cavità, di scarpate di modesta altezza (e quindi potenzialmente non evidenziate dal DEM) ecc., si può infatti affermare che non vi siano le condizioni fisiche per lo sviluppo di dissesti di natura gravitativa, indipendentemente dal tipo di substrato ed uso del suolo.

I risultati ottenuti hanno espresso valori di instabilità potenziale leggermente in difetto rispetto al metodo proposto nelle Linee Guida PAI, pur risolvendo le problematiche relative ai materiali sciolti con debole pendenza, sopravvalutati come instabilità potenziale nel metodo PAI.

Sulla base dei risultanzi ottenuti nel bacino pilota, in accordo con il Gruppo di Valutazione si è ritenuto opportuno mantenere la metodologia PAI senza modifiche per il calcolo dell'instabilità potenziale, procedendo in seguito ad una conversione della stessa in termini di pericolosità sulla base dei risultati delle indagini in campo e dell'attività di fotointerpretazione.

Le attività previste da capitolato sono state estese in seguito su tutto il territorio del sub bacino n° 3 Coghinas – Mannu – Temo secondo le modalità in seguito descritte.

Nei successivi capitoli, infine, si caratterizza il territorio del sub bacino n° 3 Coghinas – Mannu – Temo in funzione delle problematiche relative al rischio da frana, con sezioni dedicate a ciascuno dei comuni oggetto di analisi, corredate di una descrizione e stima economica degli interventi di difesa posti in opera, in progetto o proposti nell'ambito del presente lavoro.

2. IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

La metodologia utilizzata nell'area di studio segue sostanzialmente quanto previsto dalle "Linee Guida per l'attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia" (2000), poi riviste sulla base della loro applicazione pratica nella "Relazione generale del PAI" del 2004 e successive varianti approvate.

A questo proposito occorre premettere che, per quanto riguarda il calcolo dell'instabilità potenziale, l'esperienza applicativa acquisita nel territorio regionale suggerisce che un utilizzo meccanico e acritico del metodo previsto nelle Linee Guida PAI per la definizione dell'instabilità potenziale conduca, nei calcoli di matrice, ad una sopravvalutazione della componente geolitologica ed una sottovalutazione della pendenza dei versanti, in particolare per quanto riguarda le aree caratterizzate da pendenze molto basse o nulle.

In conseguenza dell'applicazione rigorosa del metodo, senza correttivi o vincoli aggiuntivi sul modello di valutazione, si ottiene una distribuzione di livelli d'instabilità geomorfologica - da bassi a massimi - e di connessa pericolosità che talora non trova riscontro nelle condizioni effettive di stabilità dei versanti. Ciò accade in particolare in quei luoghi ove affiorino litologie sedimentarie di carattere detritico (anche di genesi eluviale), soprattutto se abbinate ad usi del suolo agrario o a roccia nuda, anche in condizioni di pendenza nulla o bassa.

Tutto ciò premesso si è ritenuto, in accordo con il Gruppo di Valutazione, di utilizzare la metodologia PAI senza modifiche per il calcolo dell'instabilità potenziale, procedendo in seguito ad una conversione della stessa in termini di pericolosità sulla base dei risultati delle indagini in campo e dell'attività di fotointerpretazione, e quindi degli esiti della caratterizzazione geomorfologica. Tale analisi critica ha permesso di escludere le aree in cui, per i motivi sopra citati, si aveva una evidente sopravvalutazione dell'instabilità potenziale ovvero dove tale parametro non aveva riscontro con la pericolosità reale. Le motivazioni di tali scelte sono state sintetizzate e dettagliate per singolo comune nei capitoli successivi.

2.1 Determinazione delle aree oggetto delle analisi e degli studi di dettaglio

Il capitolato prevedeva che gli studi di dettaglio dovessero essere eseguiti sulla parte del territorio del sub bacino n° 3 Coghinas-Mannu-Temo interessata da:

- a) aree a pericolosità geomorfologica di qualunque livello già inserite nel P.A.I. vigente;
- b) aree contermini (contigue) a quelle indicate al punto precedente, non studiate dal P.A.I. vigente; si procederà alla loro delimitazione su basi fisiografiche e geomorfologiche;
- c) studio della pericolosità geomorfologica, per i territori comunali i cui limiti amministrativi ricadono in più sub bacini, dovrà interessare una porzione di area esterna al sub bacino in esame la cui estensione dovrà coincidere con un limite fisiografico;
- d) aree caratterizzate da pericolosità geomorfologica interessanti o insistenti su elementi a rischio, con particolare attenzione a quelli di classe E3 ed E4 (essenzialmente infrastrutture, aree edificate e turistiche) non considerate dall'attuale edizione del P.A.I., ovvero segnalate dai Comuni;
- e) aree individuate e censite nell'ultima edizione dell' I.F.F.I. del territorio regionale, e non ricomprese nel P.A.I., incluse le aree pericolose individuate nell'art. 26 delle vigenti Norme di Attuazione del P.A.I. e non perimetrate nella cartografia di piano, con particolare riferimento alle aree a franosità diffusa, aree costiere a falesia e aree interessate da fenomeni di sprofondamento (sinkhole s.l.);
- f) i versanti dei rilievi montuosi recentemente percorsi dal fuoco.

Di fatto, si è proceduto, in accordo con il Gruppo di valutazione, ad uno studio di base complessivo basato essenzialmente sull'analisi geomorfologica e sulla fotointerpretazione sull'intero territorio del sub bacino, con approfondimenti basati sull'analisi dei dati documentali e tramite sopralluoghi in sito per le aree maggiormente a rischio (aree urbanizzate, principali vie di comunicazione, tratti di costa interessati dall'attività balneare ecc.).

In altre parole si è proceduto all'ampliamento ed integrazione delle aree coperte dal PAI vigente (cfr. Figura 2 e Figura 3), fino a coprire l'intero territorio, tenendo conto sia delle segnalazioni di nuove frane, sia dello sviluppo delle linee guida con l'inserimento di nuove tipologie di dissesto, quali in particolare il collasso per la presenza di cavità sotterranee (fenomeno che utilizzando un inglesismo viene oggi spesso classificato con il termine "sinkhole") e i crolli lungo le falesie costiere, con particolari implicazioni soprattutto in relazione alla fruizione turistica dei tratti di costa rocciosa.

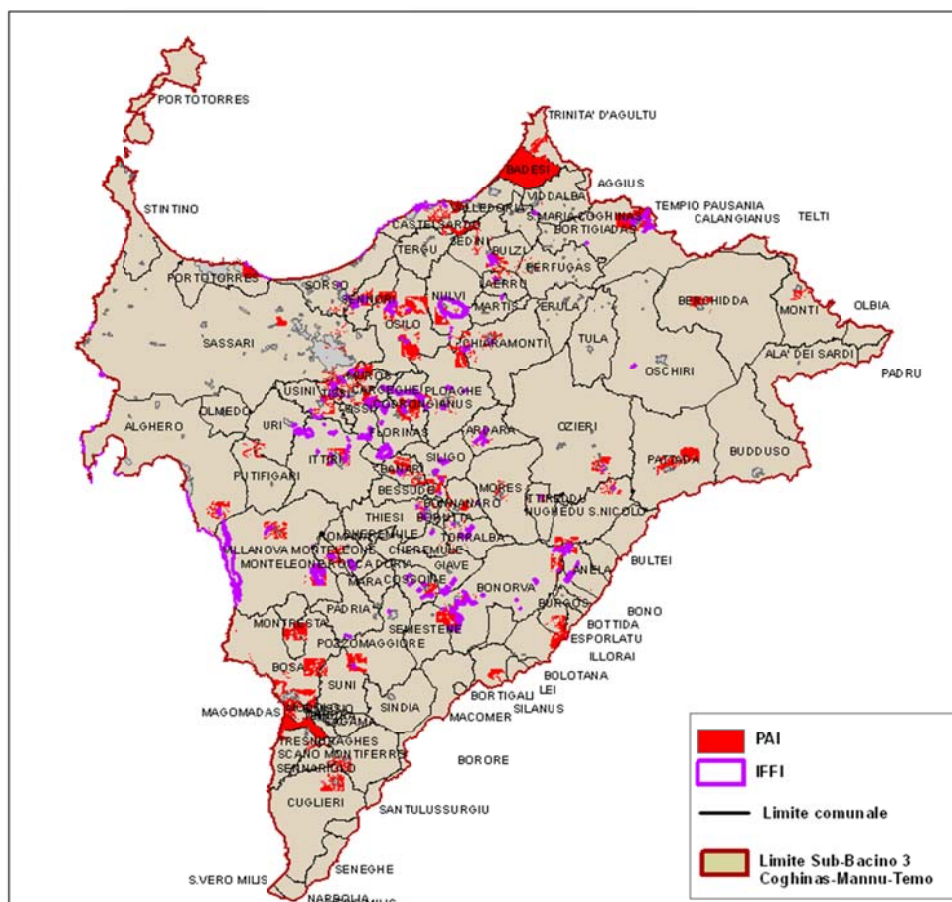


Figura 2 – Aree a pericolosità da frana del PAI vigente e catasto IFFI

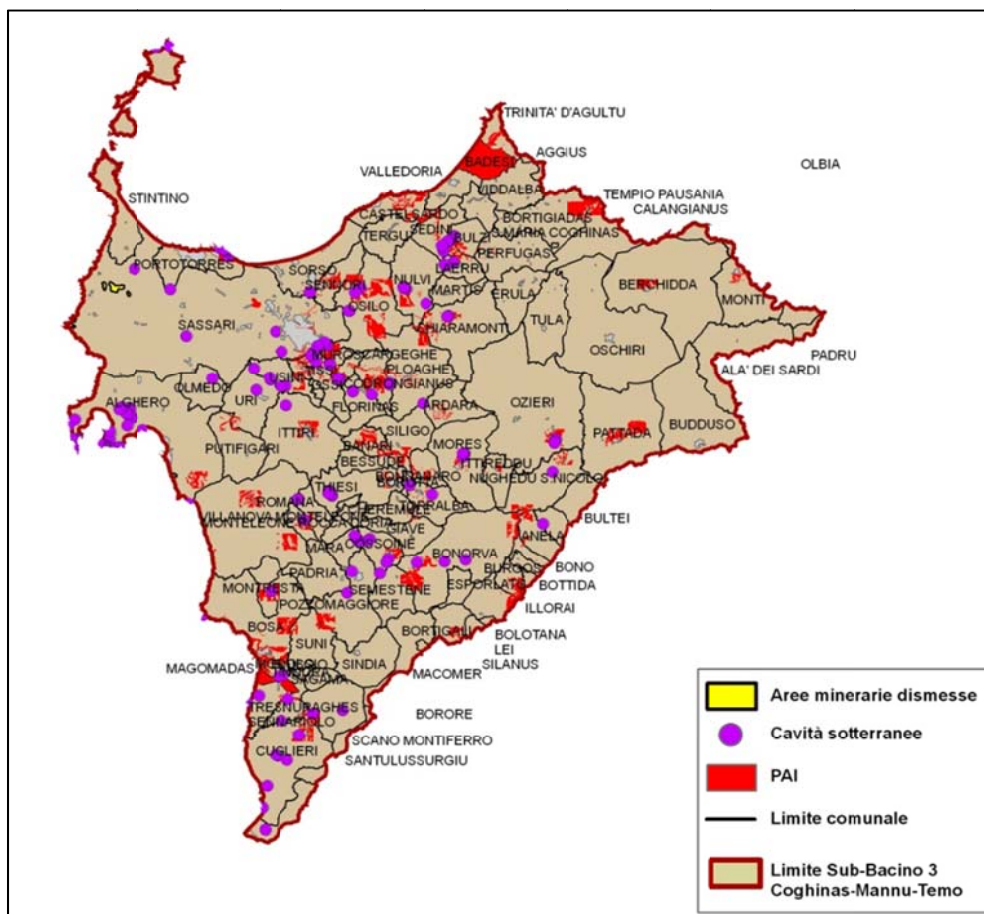


Figura 3 – Distribuzione delle grotte/caverne (naturali o artificiali) e delle aree minerarie dismesse (da Piano Paesaggistico Regionale) per la definizione delle aree a rischio di collasso per cedimento di cavità sotterranee.

L'applicazione della metodologia delle "Linee Guida PAI" prevede la redazione di una cartografia intermedia costituita dalle seguenti carte alla scala 1: 10.000 sull'intera area del sub bacino:

- carta litologica;
- carta delle pendenze;
- carta dell'uso del suolo;
- carta geomorfologica o dei fenomeni franosi;
- carta dell'instabilità potenziale dei versanti.

Per la redazione della cartografia intermedia si è proceduto con le seguenti modalità.

2.1.1 Carta litologica

La copertura della litologia è stata ottenuta partendo dalla carta geologica di base della Regione Sardegna, individuando le classi litologiche definite nelle Linee guida del PAI. Si è proceduto ad un aggiornamento-revisione della carta litologica sulla base di sopralluoghi, fotointerpretazione e documentazione acquisita nella raccolta dati. In particolare sono state utilizzate le cartografie di dettaglio della litologia allegate alle Varianti dei Piani Urbanistici Comunali di adeguamento al PAI, a studi di dettaglio e pubblicazioni scientifiche tra cui, in

particolare, la cartografia IFFI per l'inserimento delle DGPV e delle frane stabilizzate (individuazione di paleofrane). Per l'attribuzione dei pesi relativi si è fatto riferimento alla seguente tabella delle Linee Guida PAI.

Classe	Descrizione	Peso
1.0	Detrito di falda, con detritici e conoidi di deiezione	1
1.1	Corpi di frana attivi e paleofrane	1
2	Depositi lagunari, lacustri e palustri	1
3	Alluvioni ghiaiose recenti ed attuali degli alvei fluviali	1
4	Alluvioni ghiaiose, antiche e terrazzate	2
5	Alluvioni prevalentemente sabbiose	1
6	Depositi alluvionali prevalentemente limoso-argillosi	1
7	Depositi argillosi, depositi eluvio-colluviali, detriti immersi in matrice fine talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti arricchiti in frazione organica	2
8	Sabbie eoliche; depositi di spiaggia sabbioso-ghiaiosi attuali	1
9	Sabbie, anche grossolane con livelli ghiaiosi ed intercalazioni di arenarie e conglomerati	3
10	Arenarie, arenarie conglomeratiche, metarenarie e metaconglomerati, epiclastiti	5
11	Marne, bauxiti	4
12	Calcari, calcari marnosi miocenici, marne e calcari marnosi mesozoici, travertini	6
13	Dolomie, dolomie calcaree mesozoici	8
14	Calcescisti, micascisti, argilloscisti, metapeliti, metargilliti	4
15	Anfiboliti, quarziti, metagabbri	8
16	Gneiss con elevata densità di giunti di fratturazione, paragneiss anche associati a micascisti	5
17	Gneiss massicci e con giunti di fratturazione radi, metatessiti	8
18.0	Piroclastiti mioceniche (tufi, tufi conglomeratici)	3
18.1	Piroclastiti mioceniche alterate (argillificate a carattere spingente, bentoniti)	2
19	Ignimbriti mioceniche	6
20	Basalti	7
21	Trachiti, fonoliti	7
22.0	Andesiti	5
22.1	Andesiti alterate	2
23	Rioliti e daciti	7
24	Graniti, granodioriti alterati con potenti coperture di sabbioni arcosici	2
25	Graniti, granodioriti leucograniti, monzograniti, tonaliti, gabbri massicci privi di copertura di alterazione	9
27	Depositi antropici	1
28	Depositi antichi di spiaggia	4
29	Filoni di varia natura	7
30	Brecce intrusive	6

Tabella 1 – Classi litologiche e attribuzione dei relativi pesi

Sono state aggiornate le classi litologiche (ove mancanti) e i relativi pesi al fine di contestualizzarli al territorio del sub-bacino del Coghinas Mannu-Temo. E' da segnalare che l'attuale legenda delle "Linee Guida del PAI" prevede in talune litologie un range di indeterminatezza assai ampio (l'esempio più rilevante sono i granitoidi e le loro diversificazioni da roccia intonsa ad arenizzazioni che, nella LL. GG. varia da 9 a 2); questo comporta a volte di ottenere risultati di instabilità potenziale dei versanti con differenze significative in aree tra comuni limitrofi, dovute a valutazioni soggettive. Si segnala inoltre che nelle "Linee Guida PAI" per le alluvioni più fini

sabbiose, limose o per i depositi ghiaiosi recenti e palustri attuali sono previsti punteggi elevati, prossimi a quelli per le rocce cristalline, probabilmente a compensazione di un mancato legame tra litologie e pendenze. Sulla base di valutazioni effettuate anche in funzione dei sopralluoghi in sito e degli esiti della raccolta dati presso gli Enti Locali, le formazioni riportate in legenda sulla carta geologica regionale sono state accorpate alle classi litologiche come riportato nell'Allegato 1.

2.1.2 Carta delle pendenze

La pendenza dei versanti è stata ottenuta derivando le classi di pendenza dal modello digitale del terreno DTM SAR passo 10 m, suddividendo le classi di pendenza come indicato nella tabella (cfr. Tab. 11 pag.25) delle "Linee Guida PAI".

Pendenza %	Peso
0-10	+2
11-20	+1
21-35	0
36-50	-1
>50	-2

Tabella 2 – Classi di pendenza ed attribuzione dei relativi pesi

E' da segnalare che al di sotto di una determinata acclività (sotto il 20% di pendenza, pari a circa 10°), in assenza di elementi geomorfologici quali la presenza di cavità, di scarpate di modesta altezza (e quindi potenzialmente non evidenziate dal DEM) ecc. o di infiltrazioni di acqua e di condizioni pluviometriche intense, si può infatti affermare che non vi siano le condizioni fisiche per lo sviluppo di dissesti di natura gravitativa, indipendentemente dal tipo di substrato ed uso del suolo.

2.1.3 Carta dell' uso suolo

Sono state utilizzate le classi di uso del suolo definite nella tabella 12 nelle " *Linee Guida del PAI (2000)*" opportunamente integrate sulla base degli elementi a rischio presenti nel sub bacino n° 3 Coghinas-Mannu-Temo.

Sigla	Classe uso del suolo III livello Corine Land Cover	Impedenza	Peso
111	Tessuto urbano continuo	mediocre	0
112	Tessuto urbano discontinuo	mediocre	0
121	Aree industriali e commerciali mediocri	mediocre	0
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	minima	-1
123	Aree portuali	mediocre	0
124	Aeroporti	mediocre	0
131	Aree estrattive	nulla	-2
132	Discariche e depositi di rottami	nulla	-2
133	Aree in costruzione	nulla	-2
141	Aree verdi urbane	buona	1
142	Aree ricreative sportive e archeologiche	mediocre	0
143	Cimiteri	mediocre	0

Sigla	Classe uso del suolo III livello Corine Land Cover	Impedenza	Peso
211	Seminativi in aree non irrigue	nulla	-2
212	Seminativi in aree irrigue	mediocre	0
221	Vigneti	nulla	-2
222	Frutteti	mediocre	0
223	Oliveti	minima	-1
231	Prati stabili	mediocre	0
241	Colture temporanee associate a colture permanenti	minima	-1
242	Sistemi colturali particellari complessi	minima	-1
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie	nulla	-2
244	Aree agroforestali	minima	-1
311	Boschi di latifoglie	massima	2
312	Boschi di conifere	massima	2
313	Boschi misti	massima	2
321	Aree a pascolo naturale e prateria d'alta quota	mediocre	0
322	Brughiere e cespuglieti	buona	1
323	Aree a vegetazione sclerofilla	mediocre	0
324	Aree vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	buona	1
331	Spiagge, dune, sabbie	nulla	-2
332	Rocce nude, falesie, rupi e affioramenti	nulla	-2
333	Aree con vegetazione rada	minima	-1
411	Paludi	nulla	-2
421	Paludi salmastre	nulla	-2
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	nulla	-2
512	Bacini d'acqua	nulla	-2
521	Lagune, laghi e stagni costieri	nulla	-2
522	Estuari e delta	nulla	-2
523	Mari	nulla	-2

Tabella 3 – Classi di uso del suolo e relativi pesi.

Per la redazione della copertura dell'uso del suolo si è fatto riferimento alla cartografia avente la scala di studio con il maggior dettaglio possibile, cioè la copertura dell'Uso del Suolo 2008 della Regione Sardegna, classificata secondo il III e IV livello CORINE LAND COVER. Tale copertura è stata opportunamente aggiornata sia nella classificazione che nella geometria sulla base della fotointerpretazione eseguita dall'RTI, tramite immagini Bing e Google Earth e Google Streetview 2013.

Come già evidenziato nella "Relazione Generale del PAI" del 2004 si segnalano alcune situazioni particolari in cui l'assegnazione dei pesi alle classi di uso del suolo, non vincolati al parametro della pendenza, porta a risultati nel calcolo dell'instabilità potenziale non realistici. E' il caso delle spiagge e dune che, pur avendo una scarsa impedenza, in quanto materiali sciolti e non ricoperti di vegetazione, a cui è stato assegnato il valore più basso a disposizione, generando situazioni di instabilità potenziale elevate che in realtà non risultano instabili, ma semplicemente in equilibrio dinamico. Tali anomalie sono state poi di fatto corrette nella redazione della carta della pericolosità mediante l'analisi geomorfologica e la fotointerpretazione dell'intero territorio del sub bacino.

2.1.4 Carta geomorfologica o dei fenomeni franosi

Per la redazione della carta geomorfologica o dei fenomeni franosi si è fatto riferimento alle specifiche riportate nelle "Linee Guida del PAI" e nella "Relazione Generale del PAI" del 2004. E' stata fatta una sintesi delle indicazioni dei due documenti, tenendo conto che comunque la "Relazione Generale del PAI" è più recente delle "Linee Guida del PAI" e ne rappresenta, in un certo senso, la revisione critica a seguito della loro prima applicazione. Si ricorda che il fine prioritario della cartografia tematica relativa ai fenomeni franosi è quello di raccogliere tutti gli elementi necessari alla stesura della carta della pericolosità che non siano già stati considerati nelle altre cartografie tematiche. Sono stati pertanto utilizzati, nei limiti ovviamente delle forme effettivamente presenti nel sub bacino n° 3 del Coghinas–Mannu–Temo , i seguenti elementi areali, lineari e puntuali.

Elementi areali:

- Frane per crollo/ribaltamento (attive/quiescenti);
- Frane per saturazione e fluidificazione di terreni sciolti, soil slip (attive/quiescenti);
- Frane di scorrimento o scivolamento (attive/quiescenti);
- Frane complesse (attive/quiescenti);
- Frane per colamento (attive/quiescenti);
- Deformazioni gravitative profonde (attive/quiescenti);
- Aree minerarie dismesse, zone interessate dalla presenza diffusa di cavità sotterranee artificiali (di cui sono noti processi di crollo-sprofondamento/potenzialmente instabili);
- Aree percorse da incendi che per tipo di substrato e pendenza potrebbero essere interessate da dissesti, in particolare tipo soil slip;
- Zone interessate dalla presenza diffusa di cavità naturali (per lo più carsiche) soggette a crolli/sprofondamenti, sinkhole (di cui sono noti processi di crollo-sprofondamento/potenzialmente instabili);
- Aree interessate da franosità diffusa;
- Falesie costiere (per cui non sono noti dissesti specifici meglio caratterizzati);
- Aree soggette a dilavamento diffuso, calanchi e/o aree soggette a ruscellamento e a erosioni concentrate (ad esempio a seguito di pratiche di rittochino);
- Cave (abbandonate/ attive)
- Doline.

Elementi lineari:

- Orlo di scarpate rocciose indicativamente di altezza superiore ai 3-4 m;
- Scarpate di terrazzo (potenzialmente instabili per altezza e pendenza) e nicchie di distacco delle frane;
- Scarpate stradali instabili di altezza superiore a 3-4 m;
- Alvei torrentizi fortemente incisi.
- Serie di imbocchi di cavità (naturali/artificiali) potenzialmente instabili disposte linearmente alla base di scarpate-pareti rocciose.

Elementi puntuali:

- Imbocco di singole cavità artificiali/naturali potenzialmente instabili ma senza evidenze di dissesti in atto;
- Frane non cartografabili (attive/quiescenti).

Pur inizialmente previste non sono state inserite nei dissesti, in quanto non osservate nel territorio, le frane per espansione laterale (che alla scala del presente lavoro non sono state ritenute distinguibili dalle frane per crollo) e le conoidi soggette a colate detritiche, sostanzialmente assenti nel territorio in esame soprattutto per ragioni altimetriche. Inoltre si è proceduto molto raramente alla delimitazione delle falesie costiere quale elemento in senso stretto, ritenendo più semplice e pratico farle rientrare nelle frane per crollo, nei soil slip oppure ancora sotto forma di scarpate rocciose potenzialmente instabili o di scarpate di terrazzo, con quindi una più adeguata caratterizzazione della tipologia dei dissesti ad esse legati.

In generale in corrispondenza delle scarpate rocciose, già individuate sotto forma di tema lineare, è stato delimitato un corpo frana per crollo solo in presenza di segnalazioni documentali (IFFI, schede comuni ecc.) oppure in evidenza di accumuli alla base delle pareti rocciose stesse.

Un dissesto è stato considerato attivo sulla base di notizie documentate o di chiare evidenze rilevate durante i sopralluoghi e/o tramite fotointerpretazione. Nei casi contrari i dissesti sono stati considerati quiescenti. Le scarpate rocciose sono generalmente state considerate sede di dissesti per crollo quiescenti, anche ove non è stato possibile individuare con chiarezza un corpo frana o un'area di accumulo (si tratta della maggior parte dei casi).

Per quanto riguarda le cave lo stato di attività è stato dedotto sulla base della fotointerpretazione e dei rilievi in sito.

Complessivamente sono stati individuati:

- 410 elementi puntuali (68 cavità artificiali, 258 cavità naturali, 84 frane puntuali);
- 19160 elementi lineari (di cui 4165 scarpate di terrazzo e 14995 scarpate rocciose);
- 1433 elementi areali (di cui 207 cave tra attive e abbandonate, 987 frane per crollo, 83 aree caratterizzate da dilavamento diffuso, 38 aree a franosità diffusa, 33 frane complesse, 18 frane per scivolamento, 65 aree soggette a soli slip, 2 doline).

Si osserva quindi che i dissesti di gran lunga più frequenti sono quelli legati allo sviluppo di frane per crollo, siano essi contraddistinti dalla sussistenza di veri e propri corpi frana oppure dalla sola presenza di scarpate rocciose instabili.

Decisamente meno diffusi ma comunque di una certa rilevanza sono i dissesti legati allo sviluppo di frane per scivolamento o soil slip, due tipologie di dissesto per altro non sempre distinguibili tra loro, essendo generalmente legate alla movimentazione delle coltri di alterazione superficiale di marne, argilliti e/o vulcaniti, con quindi spessori del "corpo frana" relativamente modesti. A tali tipologie sono per altro indirettamente legate le frane complesse, ove spesso si tratta di frane per scivolamento in evoluzione verso colate, e aree a dilavamento diffuso, non di rado associate a dissesti tipo soli slip. Molto rare, se non assenti, invece le frane per scivolamento di considerevole ampiezza e spessore, legate per lo più alla presenza di complessi flysciodi con stratificazione inclinata, così frequenti, ad esempio, nelle aree appenniniche, o alle colate s.s. legate a potenti complessi argillosi, sostanzialmente non presenti all'interno del sub bacino n° 3 del Coghinas-Mannu-Temo, ove i complessi terziari hanno per lo più una giacitura sub-orizzontale.

2.1.5 Carta dell'instabilità potenziale dei versanti

La definizione della carta dell'instabilità potenziale dei versanti avviene, secondo la metodologia PAI, sulla base della sintesi di cartografie tematiche differenti (cfr. Figura 4). In sostanza, la carta deriva dall'intersezione tra carta litologica, carta dell'uso del suolo e carta delle pendenze. La carta della pericolosità finale si ottiene quindi dalla sovrapposizione della carta dei fenomeni franosi, ovvero dei dissesti effettivamente presenti sul territorio, siano essi attivi o quiescenti con la carta della instabilità potenziale che esprime la propensione al dissesto del territorio.

Per quanto riguarda l'esposizione dei versanti e i fattori climatici, la considerazione di fondo è che, pur trattandosi di fattori che possono influire sull'evoluzione dei dissesti di natura gravitativa, non sono disponibili relazioni sufficientemente fondate per potere utilizzare questa tipologia di informazioni ai fini della definizione della pericolosità da frana.

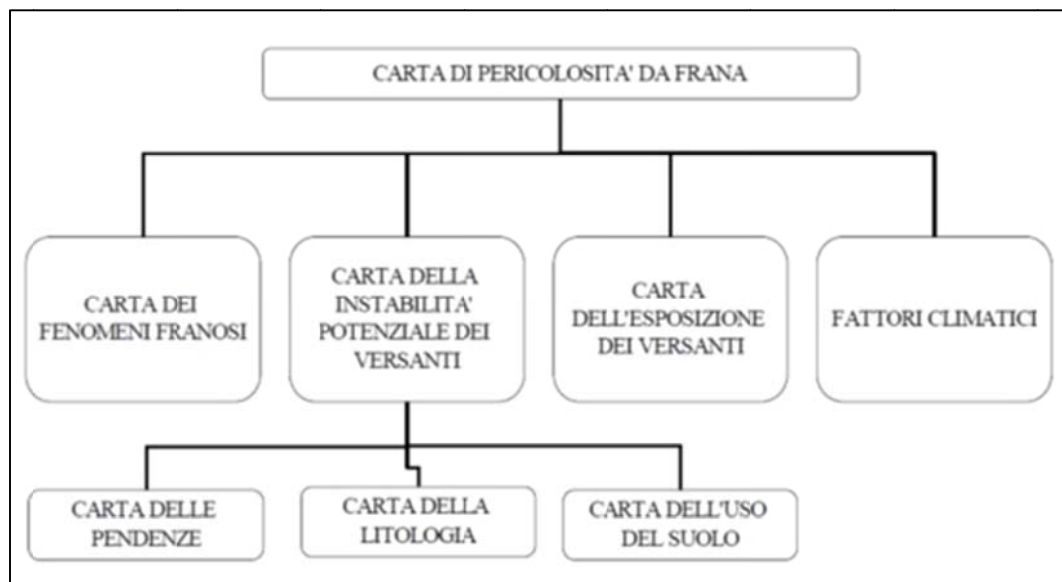


Figura 4 - Schema metodologico teorico per la redazione della carta della pericolosità da frana (fonte Linee Guida del PAI)

Il modello di calcolo dell'instabilità potenziale dei versanti previsto dalle "Linee Guida PAI", fa riferimento a una matrice che lega litologia, uso del suolo e pendenza, mediante una pura somma algebrica dei relativi pesi assegnati in precedenza.

Classe di instabilità	Descrizione	Pesi	
		da	a
1	Situazione potenzialmente stabile	10	12
2	Instabilità potenziale limitata	7	9
3	Instabilità potenziale media	4	6
4	Instabilità potenziale forte	1	3
5	Instabilità potenziale massima	-3	0

Tabella 4 – Classi di instabilità potenziale dei versanti.

2.2 Carta della pericolosità

La carta della pericolosità rappresenta una sintesi della carta dell'instabilità potenziale dei versanti e della carta geomorfologica o dei fenomeni franosi. Anche in questo caso si ravvisa un'evoluzione tra quanto previsto inizialmente dalle Linee Guida del PAI, rispetto alla metodologia effettivamente applicata nella redazione del PAI vigente, così come emerge dalla relazione generale del 2004, ove era prevista la classe Hg0 non considerata dalle Linee Guida del PAI.

Si ricorda, per altro, che nella più recente revisione del PAI del Sub bacino 5 Posada – Cedrino (2006), è stata riproposta la suddivisione a sole 4 classi (da Hg1 a Hg4). In accordo con il Gruppo di Valutazione tale impostazione è stata confermata, ovvero non è stata inserita la classe Hg0; semplicemente le aree con pericolosità assente non sono state perimetrate (aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi).

Sempre in accordo con il Gruppo di Valutazione le indicazioni derivanti dalla carta dell'instabilità potenziale sono state verificate ed incrociate con l'analisi geomorfologica esplicitata nell'omonima carta tematica. Quindi l'attribuzione alle classi Hg2, Hg3 e Hg4 è legata comunque alla presenza di riscontri, sia pure indiretti, di carattere geomorfologico, tutto ciò al fine di correggere quelle sopravvalutazioni dell'instabilità potenziale insite nella metodologia della prima versione del PAI. In effetti vi sarebbero i margini per migliorare tale metodologia, ma questo non era l'oggetto del presente studio, pertanto non è restato che assoggettare gli esiti dell'instabilità potenziale a riscontri di tipo geomorfologico. Tale approccio tuttavia tende a togliere significato alla classe Hg1, per la quale non è possibile una verifica di carattere geomorfologico in quanto la presenza di indizi, anche indiretti, di dissesti e di instabilità, anche quiescenti o stabilizzate, implica necessariamente l'attribuzione ad una classe superiore di pericolosità. In pratica tale classe è stata adottata nei casi in cui all'indicazione d'instabilità potenziali significative o di classi del PAI vigenti elevate corrispondono condizioni geomorfologiche che tenderebbero ad escludere la possibilità di dissesto; in altre parole si tratta di aree in cui è comunque necessario un approfondimento, sia pure a livello comunale.

Per quanto riguarda le Varianti dei Piani Urbanistici Comunali di adeguamento al PAI e gli studi di compatibilità geologica e geotecnici presentati dai Comuni ai sensi dell'art.8 comma 2 delle N.A. del PAI, presentate, l'approccio adottato è stato quello di confermare, salvo nei casi in cui si è ritenuto di rilevare incongruenze significative, sia di tipo metodologico (per lo più eccessiva frammentazione delle fasce di pericolosità) che di contenuti rispetto a criteri di ragionevole cautela. Una sintesi delle motivazioni che hanno portato a proporre correzioni alle varianti al PAI sono state riportate nei paragrafi dedicati alla caratterizzazione dei singoli comuni.

Le modifiche alla prima versione del PAI sono state invece decisamente più estese e sono legate sia al fatto che il presente studio di aggiornamento è stato condotto ad un maggiore livello di dettaglio e sull'intero territorio del sub bacino, invece che su aree limitate, sia in quanto dalla stesura della prima versione la documentazione si è arricchita e, in minor misura, si sono sviluppati o riattivati nuovi dissesti (si veda ad esempio la frana di Florinas sulla SS 131).

Poste tali premesse, va rilevato che la prima versione del PAI non prevedeva la restituzione di carte tematiche o intermedie, compresa quella di analisi geomorfologica, né erano chiariti i criteri specifici e locali di delimitazione delle aree a differente pericolosità. Ne deriva che sono stati esaminati non pochi casi in cui, a fronte di territori apparentemente senza problemi in termini di potenziale sviluppo di dissesti sulla base

dell'analisi geomorfologica, dei riscontri documentali e dei sopralluoghi in sito, si avevano classificazioni corrispondenti a pericolosità elevata o anche molto elevata. In tali casi si è proceduto alla ripermimetrazione e declassamento, anche solo parziale, della pericolosità, sintetizzando le ragioni della scelta nei paragrafi dedicati ai singoli comuni, in modo di lasciar traccia delle motivazioni delle scelte tecniche adottate. Ovviamente vi sono stati anche casi inversi, in cui a fronte di riscontri oggettivi di potenziale sviluppo di dissesti si hanno, nella prima versione del PAI, classi di pericolosità non adeguate; in questi casi la scelta tuttavia è stata più agevole, tenendo conto che il presente studio è stato più approfondito e sulla base di criteri di cautela.

Nella tabella seguente vengono descritti i criteri di attribuzione alle singole classi, proponendo una sintesi di quanto previsto dalla Relazione Generale del PAI del 2004 (in nero), dalle Linee Guida del PAI del 2000 (in rosso), con eventuali integrazioni e precisazioni proposte nell'ambito del presente lavoro (in grassetto blu).

Classe	Intensità	Valore	Descrizione
Hg0	Nulla	0,00	Aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente - Classe non prevista nelle Linee Guida del PAI Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi
Hg1	Moderata	0,25	Aree con pericolosità moderata aventi classi di instabilità potenziale limitata o assente - classe 2 e classe 1.
Hg2	Media	0,50	Aree con pericolosità media con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, falesie lungo le coste (stabili e o vegetate); zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento), zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi ovvero corrispondenti alla classe di instabilità potenziale media (classe 3). Aree percorse da incendi con pendenza maggiore del 20% e caratterizzate da copertura alberata e/o boschiva. Cave attive. Paleofrane o DGPV stabilizzate. Presenza di doline, di cavità sotterranee naturali, , o artificiali di vecchia fattura per cui non vi sono evidenze di colassi o cedimenti.
Hg3	Elevata	0,75	Aree con pericolosità elevata con frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fronti di scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza, siti minerari dismessi; aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza. Classe di instabilità potenziale forte (classe 4), pareti in roccia (fra cui falesie a mare aventi tali caratteristiche), orlo di scarpata o di terrazzo (potenzialmente instabili per pendenza e altezza), frane di crollo quiescenti, frane di scorrimento quiescenti, fenomeni di dilavamento diffuso e concentrato (calanchi).
Hg4	Molto Elevata	1,00	Aree con pericolosità molto elevate con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto AVI, IFFI o dagli Enti interpellati o rilevate direttamente dal Gruppo di lavoro. Classe di instabilità potenziale massima (classe 5), frane di crollo attive (compresi falde e con di detrito attivi e canali in roccia [e non] con scarico di detrito), frane di scorrimento attive, o scivolamenti rapidi in roccia, detrito, fluidificazione di terreni sciolti superficiali, piccole frane (attive), deformazioni gravitative profonde di versante attive, crolli e fenomeni di instabilità lungo l'intaglio stradale. Cavità sotterranee naturali o artificiali soggette a processi di crollo o sprofondamento ovvero sinkhole. Falesie marine in

Classe	Intensità	Valore	Descrizione
			arenarie, marne, calcari marnosi terziari e/o pleistocenici.

Tabella 5 – Sintesi delle indicazioni per la definizione delle classi di pericolosità

Ad integrazione di quanto riportato nella tabella si precisa che alcune indicazioni sono state volontariamente omesse in quanto si ritiene non siano applicabili o, per contro, siano ridondanti. In particolare non sono state riportate le indicazioni relative a fattori predisponenti già considerati per il calcolo delle aree potenzialmente instabili, ovvero la litologia (riportata nelle Linee Guida del PAI), l'uso suolo (aree boscate o non boscate) e la pendenza. Queste indicazioni sono in effetti ribadite più volte nella Relazione Generale del PAI ma, si ritiene, siano piuttosto da interpretarsi come una descrizione delle caratteristiche prevalenti dei territori che ricadono nelle singole classi piuttosto che dei caratteri vincolanti nella definizione della pericolosità.

Non è stato ripreso il termine di soliflusso, citato nelle Linee Guida del PAI ma non nella Relazione Generale del PAI 2004, intendendo con questo movimenti lenti e superficiali che per lo più si sviluppano in suoli con comportamento plastico. In effetti si ritiene che si tratti di dissesti a cui è connesso un rischio molto basso, essendo molto lenti e superficiali. Diversamente possono essere classificati, a seconda dei casi, come colamenti lenti o come frane per saturazione e fluidificazione dei terreni superficiali.

Si rileva inoltre che, in estrema sintesi e fermo restando il fatto che non sono gli unici fattori considerati, nella classe Hg4 sono riportati i dissesti attivi, ovvero quelli per cui vi sono elementi effettivi tali da poter ritenere che vi siano stati movimenti recenti (segnalazioni, studi sulla pericolosità, evidenze in sito o visibili da fotointerpretazione) mentre alla classe Hg3 vengono assegnate le aree interessate da dissesti quiescenti, ovvero per i quali non sussistono informazioni che portino a affermare che vi siano stati, ragionevolmente, movimenti recenti.

Pur non essendo espressamente previsto, si intende che nell'intorno dei dissesti attivi o quiescenti e degli elementi morfologici ad essi connessi è, non solo prassi ma, si ritiene, pratica necessaria, prevedere una fascia di rispetto in estensione alle aree in dissesto in senso stretto.

Per i dissesti descritti con i tematismi areali, tale fascia è opportuno sia individuata tenendo conto dell'area coinvolta verso valle, della morfologia, e dell'eventuale possibile sviluppo dei processi di arretramento delle scarpate stesse. Spesso, soprattutto per le frane per crollo, è opportuno portare il limite verso monte sullo spartiacque (se prossimo) e verso valle fino all'incisione valliva o alla prima vera rottura di pendenza del versante interessato.

Per quanto riguarda i temi lineari, ovvero le scarpate rocciose e di terrazzo, è stata definita una fascia di riferimento di 15 m, per lo più da realizzarsi per via automatica con metodi GIS costruendo un buffer avente detti raggi, fatta salva la loro revisione manuale al fine, per lo più, di incrementare l'estensione dell'area di pericolosità verso valle, portandola, come si è già detto sopra, alla prima evidente rottura di pendenza. Tale fascia potrà inoltre essere ridotta in ragione della modesta altezza delle scarpate o corone esaminate e/o della presenza di barriere naturali (ad esempio contropendenze).

Le aree di pericolosità legate alla presenza di cavità sotterranee sono state tracciate in modo da avere, indicativamente, un raggio o buffer di 30 m; nel caso frequente di cavità orizzontali impostate su versanti o pareti rocciose, le fasce di pericolosità sono state corrette in modo da escludere i settori di territorio che

fisicamente non possono essere coinvolti da eventuali dissesti, costituite essenzialmente dalle aree pianeggianti prospicienti l'imbocco della cavità stessa.

Alle falesie costiere è stata generalmente attribuita la classe Hg4, essendo per lo più evidenti e diffusi i riscontri diretti di dissesti recenti, ed in ragione della forte azione erosiva e destabilizzante operata dal moto ondoso ai piedi delle falesie stesse. Tale impostazione di carattere generale, per altro in accordo con la prima versione del PAI e numerose recenti Varianti del PUC al PAI (cfr. Comuni di Sorso, Stintino, Sassari, Villanova Monteleone e Magomadas), è stata confermata anche in presenza di frane classificate quiescenti nell'IFFI, proprio in considerazione del particolare contesto morfologico.

Per quanto riguarda la caratterizzazione della pericolosità nelle aree percorse dal fuoco negli ultimi 5 anni con una pendenza superiore al 20% l'intento è stato quello di incrementare di una classe di pericolo le aree in pendenza percorse da incendio al fine di permettere alla vegetazione di ricostituire condizioni di stabilità pari a quelle attuali. In altre parole il passaggio di un incendio può determinare un aumento della pericolosità in condizioni di pendenza superiore al 20% in aree boscate o a vegetazione rada arborea per un periodo limitato, legato al tempo necessario al ripristino del sottobosco e della copertura vegetale.

Per queste ragioni si è determinato che le condizioni di ripristino possano essere quantificate in cinque anni dal passaggio del fuoco e quindi sono stati valutati soltanto gli incendi scoppiati nel quinquennio precedente. La scelta di non far entrare nel modello di calcolo della pericolosità gli incendi è dovuto alla temporaneità dell'incremento di pericolosità determinata da questi fenomeni. Per tale ragione la sovrapposizione a valle del calcolo della pericolosità delle aree percorse da incendio permette un aggiornamento continuo della cartografia senza però dover rielaborare tutti gli strati inseriti nel modello.

Nel complesso prevalgono nettamente le aree a pericolosità Hg2 e Hg3, pari rispettivamente ad una superficie di 576 Km² (10% del totale del territorio) e 375 Km² (7% del territorio), mentre decisamente minore è l'incidenza della classe Hg4, concentrata soprattutto sulle coste (complessivamente 38 Km² pari a poco meno dell'1% del territorio complessivo). Resta comunque il dato che oltre il 7% del territorio del sub bacino n° 3 Coghinas-Mannu-Temo ricade in aree a pericolosità elevata o molto elevata.

2.3 Carta degli elementi a rischio

La copertura degli elementi a rischio deriva dalla carta del danno potenziale fornita dalla Regione Sardegna opportunamente aggiornata nei suoi elementi principali al 2013; mediante la fotointerpretazione eseguita dall'RTI, tramite immagini Bing e Google Earth 2013, è stata aggiornata la geometria della tipologia degli elementi sulla base dell'uso reale del suolo. Particolare attenzione è stata posta all'individuazione degli elementi a classe E3 ed E4 interferenti con le classi di pericolosità da frana Hg3 elevata e Hg4 molto elevata (viabilità principali, aree edificate, reti tecnologiche, etc.).

Per la classificazione degli elementi a rischio (E1, E2, E3, E4) è stata mantenuta quella definita dall'Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna - Servizio Difesa del Suolo, Assetto Idrogeologico e Gestione del Rischio Alluvioni redatta secondo quanto previsto dal Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni" secondo la seguente tabella.

Classe	Elementi
E4	Zone residenziali Edifici pubblici, anche al di fuori delle aree residenziali Strutture ospedaliere, sanitarie e scolastiche Zone industriali e commerciali Zone industriali, commerciali ed insediamenti produttivi Reti di comunicazione e trasporto strategiche (strade statali) Reti di comunicazione e trasporto primarie (aree portuali, reti ferroviarie e spazi annessi, aree aeroportuali ed eliporti) Strutture ed impianti a supporto delle reti di comunicazione e trasporto che non ricadono nelle aree residenziali Impianti a rischio Aree di rilievo storico-culturale e archeologico Aree protette (parchi nazionali, regionali ed aree protette)
E3	Aree ricreative e sportive Cantieri Aree cimiteriali Aree estrattive Discariche Fognature e impianti di depurazione Reti tecnologiche e di servizio, strutture tecnologiche a supporto delle reti Reti di comunicazione e trasporto primarie (strade provinciali, reti stradali e spazi accessori)
E2	Aree verdi urbane Reti di comunicazione e trasporto secondarie (strade comunali) Zone agricole permanenti ed eterogenee Superfici agricole seminative
E1	Superfici a vegetazione rada Aree boscate e prati Corpi idrici Zone umide

Tabella 6 - Classificazione degli elementi a rischio

2.4 Carta delle aree a rischio da frana

La carta delle aree a rischio da frana è il risultato dell'intersezione degli elementi a rischio (E1, E2, E3, E4) con le aree a pericolosità (Hg1, Hg2, Hg3, Hg4). Per tale elaborato è stata utilizzata la matrice definita nelle "Linee Guida PAI" riportata nella seguente tabella..

	Hg1	Hg2	Hg3	Hg4
E1	Rg1	Rg1	Rg1	Rg1
E2	Rg1	Rg1	Rg2	Rg2
E3	Rg1	Rg2	Rg3	Rg3
E4	Rg1	Rg2	Rg3	Rg4

Tabella 7 – Classificazione delle aree a rischio da frana

Le classi e l'intensità di rischio da frana moderato (Rg1), medio (Rg2), elevato (Rg3) e molto elevato (Rg4) sono legate agli effetti secondo la seguente descrizione.

Classe	Intensità	Descrizione effetti
Rg1	Moderato	Danni sociali, economici e al patrimonio ambientale
Rg2	Medio	Sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio

Classe	Intensità	Descrizione effetti
		ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
Rg3	Elevato	Sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
Rg4	Molto elevato	Sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche.

Tabella 8 – Intensità delle aree a rischio da frana e descrizione degli effetti attesi

2.5 Schede interventi di mitigazione del rischio da frana

Sono state redatta delle specifiche schede degli interventi di mitigazione del rischio realizzati, di quelli in progetto o proposti nell'ambito del presente studio, così come previsto dall'articolo 2.2 punto VIII del capitolato: "Il complesso degli interventi di mitigazione considerato sarà costituito oltre che da quelli proposti nello studio che si ritengono necessari per la riduzione della pericolosità da frana, da quelli già realizzati, o in fase di realizzazione e di rilevante importanza".

Sono state quindi predisposte delle schede di sintesi che comprendono:

- una sezione anagrafica introduttiva con codice intervento (Codice ISTAT comune prevalente + numerazione a 4 cifre), comune, toponimo località;
- uno stralcio cartografico con l'ubicazione delle aree interessate dagli interventi;
- una sezione con descrizione del sito dal punto di vista geologico, geomorfologico e dei dissesti in atto corredata di documentazione fotografica;
- una sezione dedicata alla descrizione degli interventi realizzati e di quelli in progetto con relativo valore dei costi dei lavori ove disponibile, corredata di documentazione fotografica;
- una sezione dedicata alla descrizione degli interventi proposti nell'ambito del presente studio con relativa valutazione economica degli stessi;
- una sezione finale in cui viene riportata in allegato copia della documentazione raccolta in relazione al sito in esame (schede di segnalazioni dei comuni, studi, progetti, certificati di collaudo ecc.).

La scheda contiene infine una stima di massima dell'importo dei lavori, rappresentati dal costo delle opere strutturali che risulta necessario eseguire per la stabilizzazione dei dissesti presenti e/o per la protezione dei beni esposti e che sono individuati nelle parti precedenti della scheda stessa.

La stima non comprende gli importi che, nei quadri economici dei progetti, ricorrono normalmente sotto la voce "somme a disposizione dell'amministrazione" e che sono di natura più generale e comprendono, oltre all'IVA, i costi per gli accertamenti e indagini necessarie alla progettazione (topografiche, geologiche, geotecniche ecc.), gli espropri, gli oneri di progettazione, direzione dei lavori e coordinamento della sicurezza, gli imprevisti.

La stima dell'importo dei lavori relativa a ciascuna scheda di intervento è stata effettuata sulla base di una quantificazione di massima della consistenza delle singole opere da realizzare, che vengono nel loro insieme a costituire l'intervento nel suo complesso, in funzione delle finalità individuate. Per ciascuna tipologia di opera si è fatto riferimento a prezzi unitari desunti dai prezziari della Regione Sardegna e, ove questo non è stato

possibile, da prezzi riferimento validi per altre aree geografiche a scala nazionale, per i quali si è considerata la rappresentatività anche per le aree interessate.

Data la prevalenza di dissesti legati a frane per crollo, per lo più gli interventi sono costituiti da barriere paramassi, reti radenti, chiodature, disgaggi e demolizione di blocchi instabili. Purtroppo per tali tipologie di opere gli interventi di ingegneria naturalistica, pur previsti ove possibile, sono sussidiari alle opere principali che per loro natura debbono essere realizzate con materiali che garantiscano la massima sicurezza possibile. Tali interventi inoltre, generalmente, pur consentendo di ridurre in misura netta e sostanziale il rischio, non permettono la messa in sicurezza totale dell'elemento a rischio considerato e/o la stabilizzazione del versante soggetto a dissesto, il che può tradursi in una riduzione della pericolosità da molto elevato ad elevata (Hg4-Hg3) ma quasi mai da elevata a media (Hg3-Hg2). In alcuni casi molto specifici, legati a vie di comunicazione di primaria importanza, è stata proposta la realizzazione di gallerie artificiali, una delle poche tipologie di opere che consente la messa in sicurezza totale in caso di estese frane per crollo.

Nel caso di soil slip, frane per scivolamento o simili, legati essenzialmente a movimenti sulle coperture di alterazione dei complessi marnosi e vulcanici o a dissesti sulle falesie costiere, vi sono maggiori margini sia per l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica, sia per la stabilizzazione dei versanti. In tali casi, tuttavia, può essere opportuno procedere ad eventuali declassamenti solo a seguito di un congruo tempo di verifica dell'efficacia delle opere realizzate (ad esempio posticipando il declassamento al primo aggiornamento del PAI).

Nel complesso sono state realizzate 185 schede intervento e sono stati proposti interventi per un valore complessivo pari a circa 153,5 milioni di euro.

3. OSSERVAZIONI PERVENUTE A SEGUITO DELL'ADOZIONE PRELIMINARE

Il presente studio è stato adottato, in via preliminare, con delibera n° 3 del 07/05/2014 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Autonoma della Sardegna.

A seguito, della fase di istruttoria pubblica e della Conferenza Programmatica tenutasi presso la Sala Conferenze degli Uffici della Regione Autonoma della Sardegna siti in viale Dante, 37 a Sassari in data 12/11/2014, è stato prorogato al 21/11/2014 il termine ultimo per la presentazione delle osservazioni al presente studio.

Con nota n° 0012886 del 27/11/2014 è stato trasmesso, tramite PEC al Raggruppamento Temporaneo di Imprese, l'elenco ufficiale e il protocollo di acquisizione RAS delle osservazioni consegnate o inviate al Servizio difesa suolo, assetto idrogeologico e gestione del rischio alluvioni, da parte di Enti pubblici e/o privati cittadini.

A integrazione della nota n° 0012886 del 27/11/2014, con nota n° 0013343 del 05/12/2014, ad integrazione dell'elenco ufficiale delle osservazioni, sono stati trasmessi gli studi redatti dai comuni di Cuglieri e Narbolia, ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I., per le opportune valutazioni di merito nell'ambito dello studio.

Nel presente documento è riportata una sintesi delle osservazioni pervenute e dei pareri formulati, per ogni comune interessato, nei capitoli relativi a "Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare".

Le osservazioni sono state esaminate con attenzione, procedendo agli opportuni approfondimenti anche tramite sopralluoghi in sito.

In relazione all'approccio utilizzato è qui opportuno ricordare che il presente lavoro ha tra l'altro l'obiettivo di coordinare e uniformare gli studi e le varianti al PAI predisposti dai singoli comuni e forniti sia nel corso della redazione del presente studio sia successivamente sotto forma di osservazioni.

Questo ha reso necessario un'analisi critica degli studi stessi in funzione sia dell'effettiva pericolosità dei territori esaminati, sia di quanto previsto dalla metodologia del PAI, secondo l'interpretazione che ne è stata data dal gruppo di lavoro sotto la supervisione e coordinamento del Gruppo di Valutazione. Tutto ciò significa che non è stato possibile recepire acriticamente le proposte di varianti presentate da privati e comuni (il che da un punto di vista pratico avrebbe indubbiamente semplificato il lavoro), in quanto era necessario garantire una coerenza negli esiti dello studio, soprattutto in relazione a omogeni criteri di ragionevole cautela.

Detto questo in linea di massima il criterio utilizzato è stato quello di accogliere le proposte di perimetrazione contenute nelle varianti comunali, spesso fondate su studi realizzati a scala di maggiore dettaglio rispetto al presente, sia nei casi in cui gli esiti di tali studi fossero in sostanziale concordanza rispetto al presente lavoro, sia ove gli esiti degli stessi fossero improntati a criteri di maggiore cautela. Nel caso in cui invece le proposte delle varianti comunali siano state ritenute, almeno inizialmente, non sufficientemente cautelative si è proceduto ad un'analisi di dettaglio i cui esiti non necessariamente hanno portato alla conferma delle stesse.

Uno sforzo è stato poi condotto per correggere l'eccessiva frammentazione delle fasce di pericolosità frutto, spesso, di un utilizzo eccessivamente rigido degli esiti del calcolo della franosità potenziale e quindi della tecnica di incrocio delle coperture. In tali casi, fermi restando di criteri di ragionevole cautela, le proposte delle osservazioni sono state prese in considerazione con maggiore elasticità, soprattutto in presenza di richieste di ripermimetrazione di superfici di modesta entità.

Per un maggior dettaglio delle attività di riscontro, analisi e studio connesse all'esame ed all'eventuale recepimento delle osservazioni e dei pareri formulati si rimanda al documento "Esame delle osservazioni presentate a seguito dell'adozione preliminare del C.I. con delib. n° 3 del 07/05/2014" (FC_01_01_R01_00_Osservazioni).

4. CARATTERIZZAZIONE DEL TERRITORIO DEL SUB BACINO 3

4.1 Inquadramento generale dell'area del sub bacino 3 Coghinas – Mannu - Temo

Il sub bacino 3 comprende i bacino del Coghinas, del Mannu di Porto Torres, del Temo, le aree intercluse e l'isola dell'Asinara.

Si tratta di un territorio alquanto vario, prevalentemente collinare, sebbene non manchino le piane costiere e interne e, sui limiti meridionali e orientali del Sub Bacino, rilievi di tipo francamente montano che superano i mille metri di altitudine, quali la catena del Montiferru (monte Urtigu 1050 m s.m.), del Goceano (monte Rasu 1259 m s.m.), e il monte Limbara (1359 m s.m.).

Tra le piane costiere si ricorda quella alla foce del Coghinas, quella di Platamona e, verso Sud, quella di sa Renas ai confini con il Sub Bacino del Tirso. Tra le piane interne va menzionata innanzitutto la Nurra, tra Alghero e Porto Torres, ma ve ne sono anche di interne, spesso si tratta per altro di veri e propri altipiani tra i quali spicca, lungo la spartiacque con il Tirso, quello di Campedda.

Si può tuttavia dire che il paesaggio prevalente, tipico del settore centrale del Sub Bacino 3, è costituito da una serie di ripiani terrazzata o altipiani sovrapposti, impostati su complessi marini o vulcaniti terziarie o pleistoceniche, intensamente modellato dal reticolo idrografico principale e secondario, con formazione, talora di veri e propri canyon.

Lungo il mare tratti di costa bassa si alternano a quelli a falesia, con indubbia prevalenza di questi ultimi lungo la costa occidentale. Dagli altipiani emergono localmente rilievi vulcanici, quali caldere o cupole di ristagno.



Foto 1 – Falesia costiera instabile nel tratto di costa posta subito ad Est della località La Ciaccia

Solo lungo i limiti meridionali e orientali del Sub Bacino, nella zona di Argentiera e sull'isola dell'Asinara i rilievi, siano essi collinari o montani, assumono una morfologia tradizionale. Nel settore Orientale, forme tipiche sono i "Tor", rilievi rocciosi, emergenti da qualche metro ad alcune decine di metri dalla superficie circostante, suddivisi in blocchi dalle litoclasti allargate dai fenomeni di disfacimento, e le "cataste di blocchi sferoidali".

Dal punto di geologico, riprendendo quanto riportato nella relazione generale del PAI vigente, il Sub Bacino può essere suddiviso in tre grandi sotto insiemi.

Il settore Orientale e Sud-Orientale è prevalentemente paleozoico; una sequenza vulcanosedimentaria permiana ricopre i terreni paleozoici e depositi detritici quaternari delimitano ad ovest il corpo intrusivo suddetto. La sequenza stratigrafica dell'area è chiusa dai depositi alluvionali del fiume Coghinas, da sabbie litorali e localizzati depositi eluvio-colluviali e di versante. Le alluvioni del Coghinas sono presenti con continuità tra i rilievi di Badesi - La Tozza - Monte Ruiu - Monte Vignola e la linea di costa. Lungo la costa i depositi francamente alluvionali lasciano il posto ad eolianiti e sabbie litorali. I depositi eluvio-colluviali, prodotti dal disfacimento delle litologie presenti nell'area, localmente pedogenizzati, rivestono, con sottili spessori i versanti e localmente lasciano il posto a detrito di versante.

Il settore Centrale è prevalentemente terziario. Il potente complesso vulcanico oligo-miocenico, che occupa quasi interamente e senza soluzione di continuità il settore centrale, costituisce il substrato della regione e poggia in parte sulla piattaforma carbonatica mesozoica della Nurra, ribassata di circa 2000 m dal sistema di faglie che ha dato origine alla "fossa sarda", ed in parte sul basamento cristallino paleozoico. Il Complesso vulcanico oligo-miocenico è stato ricoperto dalla "Serie sedimentaria miocenica (un complesso lacustre di transizione ai depositi marini calcareo-arenacei e marnoso-arenacei). Infine i prodotti del vulcanismo plio-quaternario e i depositi detritici quaternari in corrispondenza delle incisioni vallive ed in prossimità dei corsi d'acqua.

Il settore Nord-Occidentale è costituito dallo zoccolo cristallino dell'horst della Gallura paleozoico e dalle formazioni carbonatiche mesozoiche che culminano con i rilievi del Doglia e del sistema di Punta Cristallo e di Capo Caccia. Le intrusioni granitiche erciniche affiorano solo nella propaggine settentrionale, costituita dall'isola dell'Asinara

Nel seguito vengono esaminate le problematiche specifiche relative ai singoli comuni ordinati per Provincia di Sassari, Olbia Tempio, Oristano e Nuoro.

4.2 Alghero

4.2.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Alghero copre in un territorio ampio e piuttosto articolato, comprendente ampia parte della piana della Nurra, un esteso tratto del costa nord-occidentale, e una limitata porzione degli altopiani vulcanici interni. Le principali aree in dissesto si concentrano sulle falesie costiere e sui versanti che collegano gli altopiani interni alla piana costiera. In tali aree si sviluppano frane per crollo anche di rilevante estensione, nonché, soprattutto sulle falesie a sud di Alghero, impostate su depositi sabbioso arenacei pleistocenici, scivolamenti della coltre superficiale.

Da segnalare inoltre il pericoli derivanti dal possibile collasso di cavità sotterranee con particolare riferimento ai sistemi di cavità carsiche presenti all'interno dei calcari mesozoici nella zona di Capo Caccia e aree limitrofe, e alle gallerie artificiali connesse alle attività estrattive nel complesso minerario di Calabona, ubicato nei pressi della costa, subito a sud dell'abitato di Alghero.



Foto 2 – Falesia rocciosa a mare con evidenti dissesti in atto sul versante occidentale di Capo Caccia

4.2.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggiore pericolosità si concentrano in corrispondenza delle falesie costiere, classificate per lo più in Hg4 e sui versanti di collegamento con gli altopiani interni a cui, a seconda dei casi, è stata attribuita una classe di pericolosità Hg3 o, nei casi meno preoccupanti Hg2.

Come di consueto sulle falesie costiere è stata mantenuta generalmente la classe Hg4, essendo per lo più evidenti e diffusi i riscontri diretti di dissesti recenti, ed in ragione della forte azione erosiva e destabilizzate

operata dal moto ondoso ai piedi delle falesie stesse. Tale impostazione, di carattere generale, è stata confermata anche in presenza di frane classificate quiescenti nell'IFFI, proprio in considerazione del particolare contesto morfologico.

Gli elementi a rischio sono soprattutto costituiti da strade statali e provinciali. Il centro urbano di Alghero, realizzato sulla piana costiera, fatto salvo un breve tratto lungo costa posto ai margini meridionali dell'abitato (zona Hotel Carlos V) non presenta problemi di stabilità. Nei nuovi sobborghi all'interno sono state edificate alcune ville probabilmente troppo a ridosso di versanti che culminano con pareti rocciose instabili, con particolare riferimento ad alcuni settori delle pendici di M. Calvia, Carru e Rizzu.

Per quanto riguarda le strade si segnala come settori soggetti a frane per crollo o alla caduta diffusa di blocchi e massi isolati:

- la SP 55 nel tratto di accesso al piazzale della Grotta di Nettuno e nel settore sottostante la P. Frade minore, non lontano dall'abitato del Tamariglio;
- la SP 105 in località Calabona-il Cataro;
- la SP 105 nel tratto presso il monte Fogheras;
- la SS 292 in corrispondenza della rampa di uscita sull'altopiano interno in località M. Piccada;
- la SS 127 bis in località C.le S. Elmo.

Dissesti lungo la costa minacciano, infine, alcune aree di balneazione piuttosto frequentate d'estate, tra cui in particolare la spiaggia di T.re del Porticciolo-Cala Viola; alcune delle calette comprese tra capo Galera e Fertiglia; il promontorio nei pressi dell'albergo Carlos V (non ovviamente l'area sistemata di recente), la zona di Calabona - il Cataro. Delle aree a pericolosità elevata, con parziale coinvolgimento di fabbricati sono state individuate anche nella zona di Cala Burantinu sulla base della fotointerpretazione, senza tuttavia che sia stato possibile effettuare verifiche in sito in quanto si tratta di aree recintate (in parte soggette a servitù militare) con accessi a mare chiusi.

Si ricorda che l'accesso alle grotte di Nettuno, attraverso una scalinata appoggiata a pareti rocciose instabili, è, correttamente, regolamentato.

Ampie aree individuate a instabilità potenziale "forte" sono in effetti sub-pianeggianti e derivano dalla presenza di aree coltivate a seminativo o vigneto e dalla presenza terreni sciolti o argillosi. In assenza di pendenze sufficienti non sono state pertanto considerate per la realizzazione della carta della pericolosità. Non sono stati segnalati incendi recenti.

Tra gli elementi a rischio si segnala la presenza di fabbricati isolati, sia di tipo rurale che residenziale, opere militari, aree archeologiche (per lo più si tratta di nuraghe realizzati sui cigli delle scarpate rocciose) e reti acquedottistiche (che nelle aree soggette al rischio di crollo presentano una vulnerabilità molto bassa essendo tubazioni sepolte).

4.2.3 Interventi

Gli interventi esistenti consistono essenzialmente nella posa di reti radenti, per lo più leggere, a difesa di scarpate stradali. Fanno eccezione la sistemazione della falesia costiera davanti all'Hotel Carlo V, realizzata con terre armate rinverdite con essenze a radicazione profonda (uno dei pochi esempi riusciti di rinverdimento di scarpate a mare), e i periodici interventi di disgaggio effettuati con rocciatori sulla scalinata di accesso alla grotta di Nettuno.

Le proposte riguardano per lo più il completamento o la realizzazione dei sistemi di difesa a protezione delle carreggiate stradali per le quali, talora, potrebbero essere sufficienti interventi di pulizia dei versanti con o senza posa di reti radenti rinforzate, in altri casi, dove le aree instabili sono troppo estese o si sviluppano su versanti ampi, è opportuna la realizzazione di più costose barriere paramassi deformabili. In generale si tratta di soluzioni che garantiscono una netta riduzione del rischio ma non la sicurezza assoluta dell'infrastruttura minacciata.

Ad Alghero è stata proposta inoltre l'estensione alle aree limitrofe degli interventi effettuati con successo a fronte dell'Hotel Carlo V ed inoltre, nei sobborghi, la protezione con barriere paramassi (da valutare eventualmente in alternativa la posa di valli) di alcune abitazioni realizzate recentemente lungo i versanti dei monti Calvia, Carru e Rizzu.



Foto 3 – Falesia a mare stabilizzata con terre armate rinforzate nel tratto di costa prospiciente l'hotel Carlo V

Interventi comune di ALGHERO (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090003_0048	Capo Caccia - Grotta di Nettuno	€ 250.000
090003_0049	Versante orientale p.ta Frade Minore	€ 1.200.000
090003_0050	Hotel Carlos V	€ 120.000
090003_0051	Calabona - Il Cataro	€ 120.000
090003_0053	M. Scala Piccada	€ 1.000.000
090003_0054	M. Calvia - M. Carru – M. Rizzu	€ 1.600.000
Stima costi totale		€ 4.290.000

Tabella 9 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Alghero (SS) e stima di massima dei costi

4.2.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Sono state presentate osservazioni da parte dall'Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, per conto del comune di Alghero. In esse a completamento di una relazione descrittiva e di commento della variante, si sostiene la tesi secondo cui sarebbe stato applicato, per alcune zone, un criterio eccessivamente cautelativo nel tracciamento delle fasce di pericolosità. Purtroppo le osservazioni presentate non sono corredate da un'opportuna cartografia, il che ha reso non agevole la traduzione delle indicazioni in proposte concrete di ridefinizione delle perimetrazioni.

In ogni caso si è provveduto ad una revisione delle aree genericamente descritte nelle osservazioni, che, salvo alcune correzioni localizzate, ha portato a riconfermare la versione adottata in via preliminare. In effetti la proposta di declassificare molte delle aree in esame da classi più elevate ad Hg1, anche in presenza di dissesti o forme morfologiche quali pareti rocciose, terrazzi ecc. non è conforme al PAI e, forse, risponde più al desiderio di decentrare alcuni aspetti della pianificazioni dalla Regione ai Comuni (cosa che si avrebbe di fatto con il passaggio alla classe Hg1) piuttosto che definire la pericolosità reale del territorio. Si intende, tuttavia, che non è questa la sede per affrontare, anche solo in via indiretta, il problema dei rapporti tra enti locali in relazione alla gestione delle problematiche di natura di dissesto idrogeologico.

4.3 **Anela**

4.3.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Anela ricade solo parzialmente nel sub bacino n° 3 del Coghinas-Mannu-Temo, interessando il settore nord occidentale del territorio comunale che è caratterizzato dai rilievi collinari vulcanici (ignimbriti e basalti) che passano, nel settore centrale, a formazioni del basamento metamorfico (metarenarie del paleozoico) senza evidenti variazioni morfologiche. I dissesti lungo le cornici della valle del Riu Tuvu e Carta sono dovuti all'alterazione dei basalti con tipologie legate a fenomeni prevalenti di crollo, mentre lungo i versanti di Monte Unturzu, Nodu Tuvos De'Oe, Punta Masiennera i crolli sono legati agli affioramenti delle cornici arenacee.

4.3.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4) sono state perimetrate lungo la cornice rocciosa dei versanti della valle del riu Tuvu e Carta e Monte sa Domo. Lungo i versanti di Monte Unturzu, Nodu Tuvos De'Oe, Punta Masiennera sono individuati areali in classe di pericolosità Hg3, mentre le classi di pericolosità Hg2 sono legate alla presenza di cornici rocciose lungo i versanti di Monte Padronu, Punta Testurris, Monte e Mesu, Punta Osetta, Nodu su Pirastru, che non coinvolgono comunque elementi a rischio significativi.

4.3.3 Interventi

Non sono previsti interventi.

4.4 Ardara

4.4.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Ardara si sviluppa su una piana terrazzata impostata su substrato vulcanico o calcareo (formazione di Mores). Le aree potenzialmente instabili si concentrano sulle scarpate di terrazzo, ove localmente possono affiorare delle cornici rocciose soggette a crolli. Possono inoltre svilupparsi limitati dissesti per scivolamento/colata della coltre superficiale.

Le aree maggiormente a rischio di dissesto corrispondono alle scarpate che delimitano la valle del rio de s'Adde nonché alcune pareti rocciose, talora a mensola, presenti nell'abitato e aree limitrofe.

4.4.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le limitate aree classificate con pericolosità Hg3 cadono in zone prive di fabbricati o infrastrutture importanti; il centro abitato non presenta in genere problemi legati ad aree in dissesto, pur essendo stato edificato in vicinanza di una delle scarpate potenzialmente instabili. Fa eccezione l'area di piazza Torres, via Manzoni, in cui ad una scarpata rocciosa è stata attribuita la classe Hg4 su indicazione, in sede di osservazioni, del comune. Gli altri siti, viceversa, ricadono in settori marginali di aree edificate (essenzialmente fabbricati rurali), relative per lo più a pertinenze (si veda in particolare l'area di Figu Chia ai margini dell'abitato), e di aree archeologiche (aree di rispetto di nuraghe realizzati sul ciglio di scarpate).

Sono presenti aree classificate ad instabilità potenziale "forte", tuttavia si tratta per lo più di settori di territorio sub-pianeggianti e privi di segni di movimenti, che pertanto non sono stati considerati per la perimetrazione della pericolosità. Analoghe considerazioni valgono per alcuni tratti a detrito di falda ma caratterizzati da pendenze molto inferiori a quelle del presumibile angolo di attrito.

Data l'assenza di elementi a rischio di significativa importanza non sono stati proposti interventi. Da tenere sotto controllo le aree edificate situate subito a tergo di scarpate potenzialmente instabili (ad esempio quelle in località Domo Gianfrancesco) e l'area di Figu Chia dove una frana quiescente censita dall'IFFI interessa marginalmente una zona residenziale e la zona del centro abitato classificato in Hg4.

4.4.3 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune di Ardara ha presentato un'osservazione redatta con il supporto tecnico della Lithos S.r.l. Si tratta in sostanza di una riperimetrazione delle aree di pericolosità limitatamente al centro comunale ed aree limitrofe.

A seguito di tali proposte, sulla base anche di un sopralluogo di verifica effettuato in data 19/12/2014, sono state recepite, come da prassi, tutte le situazioni in cui le osservazioni propongono riperimetrazioni che comportino un'estensione e/o un aggravio delle classi di pericolosità. In alcune aree circoscritte, tuttavia, caratterizzate dalla presenza di scarpate rocciose a mensola, l'oggettiva instabilità potenziale dei siti non ha permesso di ridurre la pericolosità come proposto nella documentazione presentata dal comune.

4.5 Banari

4.5.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Banari ricade all'interno di un'area collinare caratterizzata dalla presenza di rilievi piuttosto aspri, tratti di altopiani vulcanici e diffusa presenza di pareti rocciose costituite da calcari miocenici, talora marne e più raramente vulcaniti. I dissesti di gran lunga prevalenti sono pertanto le frane per crollo, che minacciano però per lo più le aree agricole e naturali visto che l'abitato è edificato su un'area di altopiano pianeggiante. Il comune segnala alcuni dissesti su strade comunali secondarie ma, di gran lunga, l'area più critica è costituita dalla zona della Rocca de Cunzadu dove sono presenti pareti rocciose instabili di notevole altezza e sviluppo laterale.



Foto 4 – Versante occidentale della Rocca de Cunzadu – Si osservino i resti di vecchi dissesti alla base delle pareti rocciose potenzialmente instabili

4.5.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il territorio comunale presenta un elevato grado di propensione al dissesto, tuttavia le aree urbanizzate insistono essenzialmente su zone sicure in quanto poste in aree pianeggianti. In effetti il comune segnala problemi su due strade comunali secondarie, di collegamento tra aree agricole che, per altro, non è stato possibile individuare con precisione (strade sas Iscas e sa Punta). Di gran lunga l'area più pericolosa è la zona della Rocca de Cunzadu dove la SP 41 bis passa alla base di pareti rocciose da cui possono staccarsi massi isolati e frane per crollo anche di ingente volumetria.

Ricadono all'interno delle aree Hg3 anche dei tratti di condutture di acquedotto (che per altro essendo generalmente sepolte sono poco vulnerabili alle frane per crollo), delle fasce di rispetto di aree archeologiche o edifici sacri, linee elettriche (anch'esse moderatamente vulnerabili alle frane per crollo).

In alcuni tratti rispetto al PAI vigente si è proceduto al declassamento da Hg4 a Hg3 in quanto si tratta di aree per le quali non si hanno notizie di dissesti recenti. La carta dell'instabilità potenziale è in generale coerente con quanto emerso dall'analisi geomorfologica, fatta salva la sopravvalutazione della pericolosità di alcune aree di altopiano sub-pianeggianti (ma dotate di coltri eluvio-colluviali) e di alcuni accumuli di detrito aventi pendenze non sufficienti per lo sviluppo di dissesti di natura gravitativa. Anche l'incendio che ha coinvolto il settore occidentale, fatte salve le aree già individuate sulla base di criteri di natura geomorfologica, ha interessato prevalentemente aree a pascolo o cespuglieto rado, senza quindi determinare un incremento dell'instabilità complessiva.

4.5.3 Interventi

Occorre completare con reti paramassi deformabili il sistema a difesa già esistente della SP41 bis nel settore della Rocca de Cunzadu. Trattandosi di opere di ingente valore e che comunque non garantiscono una protezione assoluta è opportuno regolare l'accesso alla provinciale in caso di condizioni meteorologiche avverse. Stesse precauzioni andrebbero prese per le strade comunali segnalate dal comune, sulle quali il rischio è comunque limitato dal fatto che si tratta di vie di comunicazioni secondarie poco frequentate.

Interventi Comune di BANARI (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090007_0063	Rocca di Cunzadu	€ 900.000

Tabella 10 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel Comune di Banari (SS) e stima di massima dei costi

4.5.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

E' stata presentata un'osservazione dal comune di Banari in cui si chiede di tenere conto del nuovo studio di compatibilità geologica-geotecnica finalizzato alla definizione del Piano Urbanistico Comunale.

Tale variante al PAI proposta dal comune, la cui consegna è avvenuta dopo l'adozione preliminare della presente variante, è stata completata senza tenere conto degli esiti del presente lavoro. Per quanto gli studi che hanno portato alla cartografia intermedia siano condivisibili, si è proceduto alla perimetrazione della pericolosità senza attribuire il giusto peso alle caratteristiche morfologiche del territorio e, apparentemente, privilegiando in modo esclusivo il solo calcolo della franosità potenziale, con esiti non condivisibili su alcune parti essenziali. Pertanto, a parte l'inserimento della pericolosità connessa alla presenza di una ex area di cava, è stata confermata la versione del presente studio presentata in sede di adozione preliminare.

4.6 Bessude

4.6.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Bessude comprende una breve porzione delle pendici del monte Pelau e una lunga fascia collinare, con porzioni di altopiano, impostate su complessi vulcanici e carbonatici miocenici. I dissesti sono legati alla presenza di frane per crollo da cornici rocciose o affioramenti isolati. In particolare nei pressi del paese la scarpata terminale del monte Pelau è soggetta a frequenti distacchi da pareti rocciose basaltiche.

Sullo stesso versante si sviluppano inoltre dissesti di limitata estensione legati a scivolamenti o erosione della coltre superficiale alterata. Analoghi processi sono probabilmente attivi anche in altre aree del territorio comunale ma in proposito non si hanno notizie.

4.6.2 Pericolosità ed elementi a rischio

L'abitato è posto su un pianoro alla base delle pendici del monte Pelau ma ad una distanza apparentemente di sicurezza dalle aree soggette alla caduta di massi. Per la verità sul PAI vigente sono segnate al alto rischio alcune aree dell'abitato apparentemente sicure e pertanto si è provveduto ad una ridefinizione delle aree a rischio coerente con le evidenze raccolte sul terreno, che determina una sensibile riduzione delle aree a pericolosità elevata; precauzionalmente è stata mantenuta la classe Hg1 sulla parte dell'abitato in cui originariamente era prevista la classe di pericolosità Hg4, nonostante le evidenze indichino trattarsi di un'area ragionevolmente stabile.

Per il resto le aree soggette a dissesti ricadono per lo più nelle zone agricole (compreso qualche edificio rurale) o naturali e quindi in zone prive di elementi a rischio di significativa rilevanza. Cadono inoltre nelle fasce Hg3 alcune aree archeologiche, ma per lo più le aree a rischio corrispondono alle sole fasce di rispetto) nonché tratti di condotte di acquedotto e linee elettriche che, tuttavia, presentano una vulnerabilità ridotta alle frane per crollo (in particolare le tubazioni sepolte). Rientra infine marginalmente nelle aree pericolose il campo sportivo che nel medio lungo termine potrebbe essere coinvolto dall'arretramento della scarpata nei pressi della quale è stato realizzato.

La carta dell'instabilità potenziale individua alcune aree di detrito ormai stabilizzate (settore occidentale del comune), a bassa pendenza, a cui non corrisponde tuttavia una pericolosità reale.

4.6.3 Interventi

Sono stati realizzati degli interventi di sistemazione idraulico-forestale (canalette in gabbioni essenzialmente) su una serie di strade secondari, in parte sterrate, che risalgono le pendici del monte Pelau. Il comune ha chiesto ulteriori finanziamenti per completare gli interventi.

4.7 Bonnanaro

4.7.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Bonnanaro copre un tratto di altopiano interno, terrazzato ed impostato su complessi carbonatici miocenici su cui si affaccia una porzione del versante orientale del monte Pelau. I dissesti principali sono legati al distacco di massi e frane per crollo dalle cornici rocciose poste sui margini di tale altopiano.

Secondariamente vi sono distacchi localizzati nella piana posta ad est del paese in corrispondenza di scarpate di terrazzo rocciose, su cui talora si ha lo sviluppo di mensole utilizzate localmente come ripostigli agricoli o ovili.

4.7.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Pur essendo ubicato alla base delle pendici del monte Pelau, l'abitato è posto in posizione di sicurezza in relazione al rischio di caduta massi. Nell'area ipoteticamente raggiungibile dai crolli è tuttavia compresa l'opera di captazione da sorgente di un acquedotto e due chiesette edificate direttamente sui versanti. In passato vi sono stati problemi di stabilità su una delle scarpate stradali dello svincolo della SS 131, inoltre il comune ha segnalato la necessità di intervenire su una scarpata rocciosa secondaria (località Cannisones) che minaccia una strada sterrata a bassa percorrenza. Ricadono infine in area Hg3 alcune aree archeologiche (si tratta tuttavia per lo più delle fasce di rispetto e non degli insediamenti veri e propri) e un breve tratto di linea elettrica.

Nel complesso il territorio comunale, fatti salvi i versanti del monte Pelau, presenta una propensione al dissesto relativamente modesta.

La carta dell'instabilità potenziale segnala estese aree di pianura ad instabilità "forte", caratterizzati dalla presenza di terreni fini, a cui non corrisponde tuttavia una pericolosità reale, vista la bassissima acclività del territorio. In relazione agli incendi si rileva che, a parte alcune aree subpianeggianti, il resto dei territori interessati dalle fiamme erano già stati delimitati come pericolosi su basi geomorfologiche.

4.7.3 Interventi

Interventi sono stati realizzati in passato per stabilizzare le scarpate della SS 131, con esiti apparentemente positivi.

Sui versanti del monte Pelau sono stati realizzati degli interventi di sistemazione idraulica forestale, finalizzati piuttosto a risolvere problemi locali (scarpate stradali) piuttosto che non a contenere frane per crollo provenienti dai rilievi sovrastanti. A monte dell'opera di presa dell'acquedotto sono tuttavia presenti dei muri in gabbioni, forse destinati a costituire una inconsueta barriera paramassi.

Per quanto riguarda la scheda progetto del comune relativa alla località Cannisones, in parte finanziata, si propone in alternativa di spostare la strada sterrata minacciata dai dissesti, visto che la stabilizzazione del costone da cui potrebbero staccarsi dei massi appare abbastanza problematica e molto onerosa.



Foto 5 – Scarpata autostradale dello svincolo della SS 131 oggetto di ripetuti interventi di stabilizzazione.

4.8 Bono

4.8.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Bono ricade solo parzialmente nel sub bacino n° 3 del Coghinas-Mannu-Temo, interessando il settore nord occidentale del territorio comunale che è caratterizzato dall'alto strutturale metamorfico della catena del Goceano (Monte Rasu) raccordandosi con i rilievi collinari vulcanici (ignimbriti e basalti) senza evidenti salti morfologici. I dissesti sono dovuti all'alterazione del ripiano basaltico con tipologie legate a fenomeni prevalenti di crollo e scivolamenti superficiali della coltre detritica di alterazione lungo le cornici della piana di Pranu Mannu, con fenomeni di ribaltamento anche per erosione selettiva al piede dovuta all'infiltrazione delle acque meteoriche che interessano l'intenso sistema di fratturazione della piana tabulare basaltica. Altri dissesti sono legati al taglio della strada provinciale per Bono SP 43 con presenza di crolli localizzati e dilavamenti superficiali che possono potenzialmente interessare la sede stradale.

4.8.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4) sono state perimetrate lungo la cornice rocciosa al limite della piana di Pranu Mannu, e il taglio della strada provinciale SP 6 con presenza di cornici rocciose basaltiche instabili sovrastanti la provinciale. Altre aree a pericolosità Hg3 si riscontrano lungo i versanti di Montiju su' Acchile e lungo la SP 43 Bono-Bonorva in località Punta de Bobore Manchinu.

Le classi di pericolosità Hg2 sono legate alla presenza di cornici rocciose lungo i versanti di Montiju Sa Raighina, Monte Trulliu, Zorzi Carvone e Monte Rasu che non coinvolgono comunque elementi a rischio significativi.

4.8.3 Interventi

Lungo il versante caratterizzato da cornici rocciose basaltiche sovrastante la SP 6 dal Km18 al Km 20 sono previsti interventi di posa di reti paramassi e disgaggio/demolizione dei blocchi instabili, e la posa di barriere paramassi deformabili nei tratti più esposti.

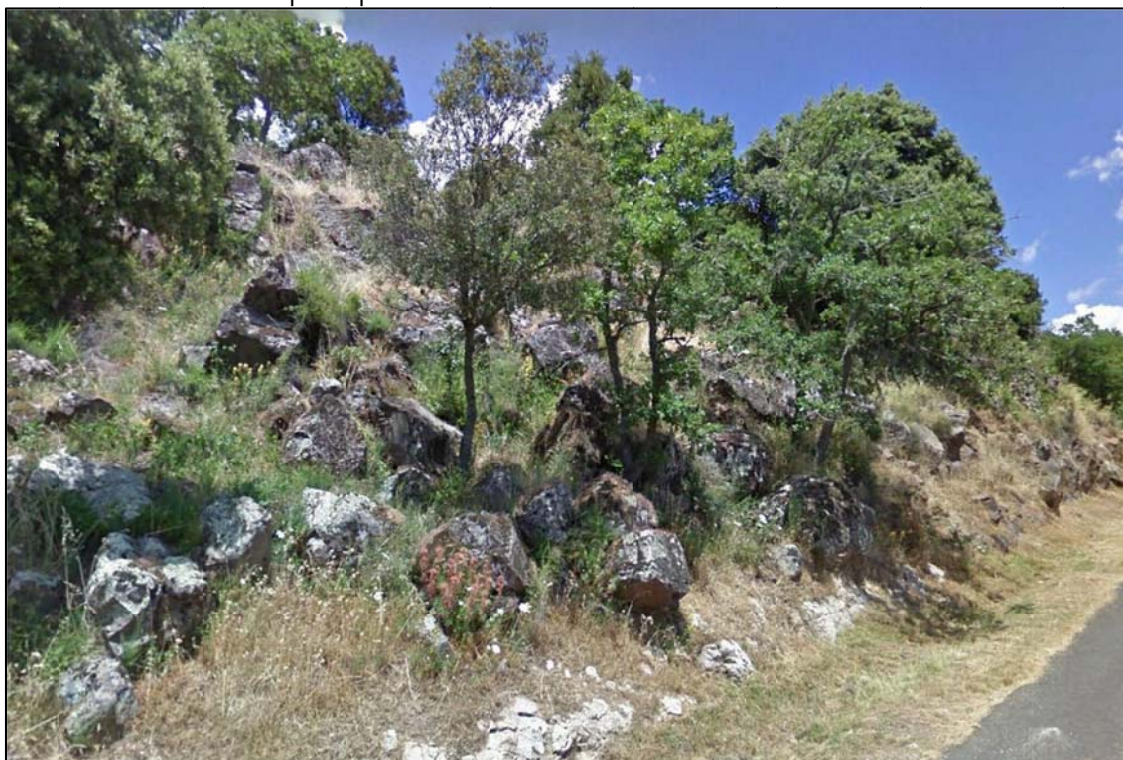


Foto 6 – Blocchi basaltici instabili lungo la scarpata a monte della SP6 a Nuraghe Restiddi

Interventi comune di BONO (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090012_0037	SP 6 a Nuraghe Restiddi dal Km 18 al Km 20	€ 450.000
Stima costi totale		€ 450.000

Tabella 11 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Bono (SS) e stima di massima dei costi.

4.9 **Bonorva**

4.9.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Bonorva, piuttosto vasto, comprende i margini nord-orientali dell'altopiano di Campeda. La fascia a maggiore criticità è dunque rappresentata dai versanti alquanto acclivi posti al bordo dell'altopiano, spesso sormontati da cornici rocciose costituite da basalti o da calcari miocenici. Da tali cornici tendono a staccarsi frane per crollo anche di notevole volumetria. Meno frequentemente si hanno dissesti della stessa natura nella

fascia collinare costituita per lo più dalle stesse litologie, posta a Nord dell'altopiano e, che, verosimilmente, è il prodotto residuale dell'erosione dell'altopiano stesso.

All'interno dei calcari miocenici possono essere presenti cavità sotterranee, sia di origine carsica che artificiale, potenzialmente soggette a collasso. Sulle coltri superficiali si possono infine sviluppare scivolamenti tipo soil slip o frane per colata.

4.9.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggiore pericolosità sono poste alla base o lungo i versanti che delimitano l'altopiano nei settori in cui questi sono interessati dalla presenza di cornici rocciose. Si tratta in particolare della SS 131, della Ferrovia Cagliari - Golfo Aranci, della strada di accesso al Borgo di Rebeccu e, soprattutto, del settore meridionale del centro comunale, in particolare la zona di Corso Umberto I e via Salis. Nella zona dei rilievi collinari secondari si ricorda, in particolare, la pericolosità di un tratto della provinciale per Semestene e la presenza di alcune limitate scarpate rocciose lungo la SP 43 (cantoniera Iscoridosu). Anche l'area limitrofa al monte/altopiano di Pranu Mannu presenta aree ad elevata pericolosità, ma si tratta di zona essenzialmente disabitate, in cui sono minacciati al più edifici isolati ad uso agrario e strade secondarie.

Risultano incluse nelle aree classificate Hg3 e Hg4 alcuni tratti delle rete acquedottistiche ed elettriche scarsamente vulnerabili alle frane per crollo (le prime sono infatti sepolte, mentre le altre sono vulnerabili solo in corrispondenza dei tralicci). Allo stesso modo presentano generalmente rischio modesto le aree archeologiche o di interesse storico-architettonico, anche perché il più delle volte nelle aree di pericolosità ricadono solo le fasce di rispetto e non i manufatti o i resti veri e propri (si veda il caso di Rebeccu).

L'instabilità potenziale conferma la criticità dei bordi degli altipiani, mentre invece risulta decisamente sovrastimata quella calcolata per le vastissime aree pianeggianti e i fondovalle posti a Nord dell'altopiano. Per quanto riguarda il PAI vigente, nell'area dell'abitato è stata ridotta la pericolosità da Hg4 a Hg3 lungo la cornice rocciosa principale che segue il bordo dell'altipiano, contenendone anche l'estensione sulla base degli esiti dei sopralluoghi; per contro è stata inserito la classe Hg3 tutto il tratto di versante sovrastante il paese oggetto di sistemazioni con barriere paramassi.

Alcune aree boscate interessate da incendi recenti, soprattutto ubicate sul versante settentrionale di punta Silvanas, sono state classificate in Hg2. Nella maggior parte degli altri casi le fiamme hanno percorso aree subpianeggianti e occupate da pascoli e cespuglieti radi, in grado di rigenerarsi rapidamente e senza quindi conseguenze se non temporanee sulla stabilità del versante.

4.9.3 Interventi

Nel territorio comunale sono stati messi in opera numerosi interventi tra cui in particolare:

- la stabilizzazione con chiodature della cima del Palas de Monte a Rebeccu;
- la stabilizzazione con gabbioni e reti radenti delle scarpate sovrastanti la SP 43 in località Cantoniera Iscurigosu;
- la difesa dell'abitato, zona via Umberto I e via Salis, dalla caduta di massi tramite la posa di barriere paramassi in rete metallica;
- la stabilizzazione delle scarpate della SS 131 Km 159-161 con spritz betton e la posa, sempre nello stesso tratto, di barriere paramassi in rete metallica;

- la difesa della ferrovia Cagliari – Golfo Aranci in località Funtana e Chercu attraverso la realizzazione di una galleria artificiale.



Foto 7 – Barriere paramassi a protezione dell'abitato.

Per contro sono stati individuati i seguenti interventi a completamento di quelli già realizzati:

- la stabilizzazione di uno sperone roccioso con reti radenti e chiodature a protezione della SP 43 in località Nuraghe 'e Paza;
- la protezione con barriere paramassi di un tratto della strada di accesso al borgo di Rebeccu;
- la difesa della strada provinciale per Semestene con la posa di reti radenti e con interventi di disgaggio/demolizione dei blocchi instabili.

Per quanto riguarda la SP 6, che tra il Km 13 e il Km 17 transita alla base di versanti soggetti alla caduta di massi o, molto più raramente, di frane per crollo, si consiglia allo stato attuale di limitarsi a regolare l'utilizzo della strada in occasioni di condizioni meteorologiche avverse, procedendo poi all'occorrenza la ripristino della viabilità. Si tratta infatti di una via di comunicazione poco utilizzata in cui il fronte di potenziale distacco appare discontinuo ma esteso, per cui la messa in sicurezza richiedere interventi diffusi e molto onerosi lungo ampie parti del tracciato. Per ragioni simili non sono stati previsti interventi sul vecchio tracciato della SS 131 in località Funtana Cumbessos, ora utilizzato solo per il trasporto locale, in quanto il traffico si è spostato sul nuovo tracciato. Anche in questo caso sarebbe opportuno regolare il traffico in caso di condizioni meteorologiche avverse.

Interventi comune di BONORVA (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi

090013_0079	SP 43 in località Nuraghe 'e Paza	€ 40.000
090013_0080	Strada di accesso a Rebeccu	€ 120.000
090013_0085	SP per Semestene in località Monte Benarzosi	€ 60.000
Stima costi totale		€ 220.000

Tabella 12 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Bonorva (SS) e stima di massima dei costi.

4.10 Borutta

4.10.1 Principali aree in dissesto

Borutta è un piccolo comune posto sui margini meridionali dell'altipiano che costituisce il monte Pelau. L'abitato in particolare è stato edificato all'interno di una valle terrazzata scavata nei complessi carbonatici miocenici. Sui versanti che costituiscono le scarpate di detti terrazzi si concentrano i dissesti, rappresentati essenzialmente da limitate frane per crollo a partire da pareti rocciose instabile affioranti prevalentemente ai margini dell'altipiano. All'interno dei calcari possono essere presenti cavità di origine carsica, in particolare una di queste è ubicata sulla scarpata posta di fronte al paese, nei pressi del Santuario Pedro de Sorres.

4.10.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il paese è stato realizzato alla base della scarpata di terrazzo che delimita l'altipiano. La prima fila delle abitazione dal lato dell'abitato rivolto sul versante sono soggette al pericolo di caduta di frane per crollo e/o di blocchi isolati.

In posizione sicura dovrebbero essere invece gli edifici che costituiscono il santuario di Pedru Sores, ubicato sul terrazzo posto subito a Sud del Paese, per quanto alcune delle pertinenze rientrano nella fascia di rispetto della scarpata. Sono inoltre all'interno della fascia Hg3 linee elettriche (poco vulnerabili però alle frane per crollo), strade comunali secondarie, e un'area archeologica (probabilmente solo la fascia di rispetto).

L'instabilità potenziale "forte" o "massima" calcolata su complessi sabbioso arenacei o falde di detrito è stata ritenuta corrispondente ad una pericolosità reale solo nei siti in cui si aveva una sufficiente pendenza per consentire la mobilitazione di tali tipi di terreni e/o ove vi erano segni anche indiretti di movimenti

4.10.3 Interventi

In corrispondenza di via Italia è stata realizzata una barriera paramassi in rete metallica rinforzata.



Foto 8 – Rete paramassi a difesa di via Italia – abitato di Borutta

Si propone di procedere all'estensione di detta barriera verso Ovest, in modo da coprire anche il settore di via Marconi. Si consiglia inoltre di procedere al disgaggio/demolizione dei blocchi instabili, intervento, quest'ultimo, da estendere anche al settore di via Lanzani.

Interventi comune di BORUTTA (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090007_0063	Abitato – Via Marconi, via Lanzani	€ 300.000

Tabella 13 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Borutta (SS) e stima di massima dei costi

4.11 Bottida

4.11.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Bottidda rientra nell'area di studio solo per una porzione marginale del territorio, costituita da un tratto di altopiano vulcanico, pressoché disabitato e privo di rilevanti problemi di dissesto. Risultano infatti potenzialmente soggetti a dissesto alcuni tratti del versante meridionale del monte/altopiano di Pranu Mannu e una sottostante strada secondaria, il cui accesso andrebbe regolamentato in caso di condizioni meteo avverse.

4.11.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Ricadono nelle aree classificate in Hg3 anche alcune zone archeologiche (tra cui dei nuraghe), tuttavia per lo più risultano a rischio le fasce di rispetto e non direttamente i resti.

4.11.3 Interventi

Per le ragioni esposte sopra non sono stati previsti interventi né, per contro, ne sono stati censiti di esistenti. Alcune modeste aree a instabilità potenziale alta non sono state prese in considerazione per il tracciamento della pericolosità a causa della modestissima pendenza dei versanti.

4.12 **Bultei**

4.12.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Bultei ricade solo parzialmente nel sub bacino n° 3 del Coghinas-Mannu-Temo, interessando il settore nord occidentale del territorio comunale che è caratterizzato dall'alto strutturale metamorfico della catena del Goceano, con presenza di un lembo di piroclastiti oligo-mioceniche depositate sopra il basamento metamorfico in località Montrigo Onu. I fenomeni di dissesto potenziali individuati nel territorio comunale di Bultei, ricadenti nell'area di studio, riguardano quasi esclusivamente il distacco di blocchi dalle scarpate rocciose ed il loro rotolamento lungo i versanti a pendenza elevata.

4.12.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per la caratterizzazione della pericolosità è stata di fatto recepita la perimetrazione relativa allo studio di compatibilità geologica e geotecnica presentata dal comune ai sensi dell'Art. 8 comma 2 delle N.A. del PAI. Le aree a maggior pericolosità (Hg3) sono state perimetrate lungo la cornice rocciosa di Punta Pedrucanu, Nodu Mandra Ingannu (graniti), Monte sa Murta, Su Meuddinu, Su Pizzu Sa Preda. Le classi di pericolosità Hg2 sono legate alla presenza di cornici rocciose lungo i versanti di Monte Rasu de Bultei, Pinnetta Sos de Anari, Monte Partipetta e Monte Crastu Pistola. Le aree ad instabilità potenziale elevata in località Badde Chercu Tortu e Punta Burtillacca sono dovute alla presenza di coltre detritiche di alterazione superficiali coperte da una fitta vegetazione arborea, che fa desumere una stabilizzazione dei depositi. Gli elementi principali potenzialmente a rischio sono alcuni tratti della SP 36 Bultei – Nughedu San Nicolò.

4.12.3 Interventi

Non sono previsti interventi.

4.13 **Bulzi**

4.13.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Bulzi presenta un territorio caratterizzato in gran parte dal basamento ignimbrico con vergenza NO-SE su cui appoggiano nel settore occidentale le formazioni arenacee e calcaree marnose del miocene. Il settore maggiormente soggetto a dissesto è quello posto a ovest dell'abitato di Bulzi, caratterizzato dalla cornice calcareo marnoso che appoggia sul substrato arenaceo. Nella fascia di alterazione formatasi sui complessi marnoso-arenacei, si sviluppano fenomeni di soil-slip lungo la fascia mediana dei versanti; sempre ai piedi delle cornici rocciose possono rimobilizzarsi blocchi e massi provenienti dalle sovrastanti cornici

rocciose e quindi facenti parte di accumuli di vecchie frane per crollo e ribaltamento. I rilievi presentano, in base al loro grado di alterazione e fratturazione, tipologie di dissesto legate a crolli e ribaltamenti che possono potenzialmente interessare la SS 134 per Sedini.

4.13.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg3) sono state perimetrate lungo le cornici calcaree-marnose appoggiate sul substrato arenaceo e ignimbritico, poste a ovest dell'abitato di Bulzi. La coltre di alterazione posta ai piedi dei rilievi è stata classificata Hg2 e Hg1 (abitato di Bulzi) per la diminuzione della pendenza del versante, con possibili riattivazioni di fenomeni di scivolamento superficiale legato ad infiltrazione delle acque superficiali. Altri settori di pericolosità media (Hg2) sono stati rilevati lungo scarpate artificiali legate al taglio stradale della SS 134 e a interventi di urbanizzazione.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, nella piana in località Sa Sorighina-Pedru Longu sono legate alla presenza di depositi argillosi e alluvionali; il dato appare sovrastimato dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio sia per mancanza di azione gravitativa che alla mancanza di dissesti in atto o segnalazioni storiche di instabilità dell'area. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.13.3 Interventi

Gli interventi riguardano la messa in sicurezza dei tratti di strada SS 134 che attraversano il territorio comunale, soggetti a crolli localizzati e a scivolamenti superficiali. E' da segnalare che lungo la SS 134 in direzione di Sedini sono stati realizzati numerosi interventi di consolidamento delle cornici rocciose calcaree, mediante posa di reti di contenimento e muri in c.a. con reti paramassi in sommità. In località Monte Tundu sono state realizzate delle gabbionate a sostegno del versante lungo il taglio della strada statale.



Foto 9 – Gabbioni lungo il taglio della SS 134.

Interventi Comune di BULZI (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090065_0011	Strada statale SS 134 Sedini- Bulzi	€ 1.000.000*
090019_0048	SS 134 in località Monte Tundu	€ 0**
Stima costi totale		€ 1.000.000

Tabella 14 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Bulzi (SS) e stima di massima dei costi (*intervento ricadente in parte nel comune di Sedini; **sono state realizzate delle gabbionate a sostegno del taglio stradale).

4.14 Burgos

4.14.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Burgos include un settore marginale dell'area di studio, comprendente per lo più aree collinari coperte da boschi e il piccolo borgo denominato Foreste di Burgos, sede dell'omonimo parco. Nel complesso si tratta di aree tendenzialmente non soggette a dissesti di natura gravitativa. Fanno eccezione alcuni versanti, su cui affiorano cornici rocciose, che si sviluppano immediatamente a tergo del sopra nominato abitato, e da cui possono staccarsi frane per crollo. Tali dissesti non dovrebbero tuttavia interessare le aree urbanizzate e/o infrastrutture, fatta salvo un breve tratto di strada secondaria, il cui accesso va regolamentato in caso di condizioni meteo avverse. Sempre nei pressi di Foresta di Burgos rientra nelle aree a rischio un nuraghe ubicato in corrispondenza di una cresta rocciosa, per il quale per altro non si ritiene vi sia un rischio immediato, tenuto anche conto che si tratta di opere che hanno oltre 3000 anni.

4.14.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Nei pressi dei limiti settentrionali del territorio comunale vengono individuata alcune aree ad instabilità potenziale "forte". Si tratta di coltri eluvio-colluviali su aree sub-pianeggianti o falde di detrito stabilizzate su pendii poco acclivi a cui non corrisponde una pericolosità reale proprio in ragione della modesta o nulla pendenza dei versanti.

4.14.3 Interventi

Non essendovi significativi elementi a rischio non sono stati, pertanto, previsti degli interventi, né, per contro, ne sono stati censiti di esistenti.

4.15 Cargeghe

4.15.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Cargeghe presenta una forma allungata con asse NordEst – SudOvest. Il settore centrale è costituito da una piana percorsa dal riu Mascari, da cui emerge, nel centro, un basso terrazzo vulcanico delimitato da scarpate rocciose potenzialmente instabili. Verso Nord sono presenti aree agricole collinari con substrato vulcanico, pendenze abbastanza modeste e circoscritti problemi di stabilità. A Sud il territorio comunale comprende i margini di un altopiano e il relativo versante che lo collega alla sottostante piana della

valle del riu Muscari. All'apice di tale versante si sviluppano una serie di scarpate rocciose instabili, costituite da calcari miocenici e soggette a frane per crollo o al distacco di blocchi isolati.

4.15.2 Pericolosità ed elementi a rischio

L'abitato di Cargeghe è posto alla base del versante interessato da frane per crollo che connette il fondovalle con l'apice del sovrastante altopiano. L'abitato per lo più si sviluppa sui terreni sicuri debolmente ondulati e facenti parte della piana, tuttavia i fabbricati posti ai margini occidentali del paese sono stati realizzati ai piedi del versante instabile e quindi, in passato, sono stati minacciati dalla caduta di massi. In effetti un dissesto di tale natura si è sviluppato alcuni anni addietro nei pressi del campo sportivo.

Per la delimitazione delle fasce di pericolosità ci si è avvalsi della variante parziale al PAI presentata dal comune, e riguardante il solo centro abitato e aree limitrofe. Tale variante è stata ripresa integralmente; in particolare si è fatto fede allo studio dettagliato svolto in tale sede che attesta la piena messa in sicurezza delle aree poste alla base del versante oggetto di sistemazione con barriere paramassi. Si ricorda a tale proposito che tali opere in genere hanno un'efficacia parziale, ulteriormente ridotta nel caso in cui non siano sottoposte a costanti e periodiche verifiche ed interventi di manutenzione. E' quindi necessaria un'attenta sorveglianza dell'area procedendo ad eventuali incrementi della classe di pericolosità nel caso in cui le opere per vari motivi non siano più in grado di garantire le condizioni di sicurezza attestate dagli studi di dettaglio condotti nell'ambito della variante.

Nelle restanti parti del comune, in cui le fasce di pericolosità sono state tracciate ex novo, le aree potenzialmente soggette a dissesti e classificate in Hg3 o Hg2 sono legate, essenzialmente, alla continuazione verso Sud dei margini dell'altopiano con annesse cornici rocciose instabili e alle pareti rocciose legate alla presenza di un terrazzo vulcanico al centro della piana. In quest'ultimo sito, in cui erano già state individuate una serie di aree in dissesto nel censimento IFFI, non sono tuttavia presenti manufatti a rischio. Rientra nella fascia Hg3 un tratto di condotta di acquedotto che tuttavia, essendo sepolto, presenta una modesta vulnerabilità. Risulta infine ai limiti dell'area a rischio un tratto della camionabile che collega Florinas con la SS 131.

Per quanto riguarda le indicazioni fornite dalla carta dell'instabilità potenziale, sono state prese in considerazione solo le aree aventi pendenza sufficiente a permettere lo sviluppo di dissesti e/o aree in cui vi erano segni, anche indiretti o parziali di movimenti. In generale ampie aree caratterizzate dalla presenza di depositi sciolti o andesiti potenzialmente alterate non sono state prese in considerazione proprio per la loro modesta o bassissima pendenza. Per quanto riguarda il vasto incendio che ha interessato marginalmente il territorio di Cargeghe, questo ha interessato aree già classificate a pericolosità media per ragioni morfologiche.

4.15.3 Interventi

Il settore di paese soggetto alla caduta di massi è protetto da una serie di barriere paramassi di recente installazione. Nel settore interessato da dissesti, inoltre, sono state posate delle reti radenti per fissare le aree di distacco della frana. Non sono stati proposti ulteriori interventi non essendo presenti nel territorio comunale elementi a rischio di significativa rilevanza.



Foto 10 – Barriere paramassi deformabili recentemente installate subito a monte dell'abitato.

4.15.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune di Cargeghe ha presentato un'osservazione redatta con l'ausilio tecnico della Lithos s.r.l, ribadendo ed integrando lo studio di variante al PAI già ampiamente utilizzato e adottato con minime modifiche nell'ambito del presente studio.

In particolare nelle osservazioni si chiede il completo declassamento della zona di via Sassari, in funzione della presenza di barriere paramassi e altri interventi di stabilizzazione del sovrastante versante, e il declassamento da Hg1 a Hg2, per ragioni di omogeneità, di un tratto di agro posto in prossimità del confine comunale con Florinas.

Entrambe le osservazioni non sono state accolte. Per via Sassari si è ritenuto che anche in presenza di difese permanga una sia pure relativa pericolosità residua che non consente il declassamento totale dell'area in oggetto. La zona in agro posta ad Est dell'abitato, viceversa, presenta una classe di pericolosità Hg2 per la presenza di una DGPV stabilizzata e censita nell'IFFI.

4.16 Castelsardo

4.16.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Castelsardo presenta una densità di dissesti decisamente elevata e coesistono sia aree interessate da crolli connessi alla presenza di cornici rocciose, in questo caso costituite prevalentemente da ignimbriti e, in minor misura, da calcari miocenici, sia tratti di falesia costiera, impostati su formazioni

mioceniche sedimentarie a arenarie, marne e tufi (essenzialmente riferibili alla Formazione di Castesardo) o pleistoceniche (depositi di spiaggia), interessate da scivolamenti della coltre superficiale e crolli. D'altra parte, va ricordato che nell'aprile del 2003 per il comune di Castelsardo è stato dichiarato lo stato di emergenza, essendo stato colpito da "gravissimi dissesti di natura idrogeologica" e il sindaco ha svolto la funzione di Commissario Speciale per la Protezione Civile.

Per quanto riguarda la distribuzione delle aree instabili si rileva che gran parte della linea di costa, costituita da alternanze di falesie e promontori rocciosi, presenta problemi di stabilità, anche se solo per alcuni settori urbanizzati a tali condizioni è connesso un effettivo rischio idrogeologico. In pratico tutto il tratto compreso tra via Zirulia e Lu Bagnu (con l'unica sostanziale eccezione del lungomare Anglona) presenta problemi di instabilità piuttosto gravi. In particolare, sinteticamente, sono interessati da dissesti connessi alla presenza di falesie costiere su formazioni sedimentarie terziarie, ovvero da scivolamenti superficiali, la zona di via Zirulia, le aree della Vignaccia e via Angioj sul promontorio del Castello, l'area di Lu Bagnu compreso il tratto di collegamento col porto turistico, il litorale con sostanziale continuità su tutto il tratto compreso tra Lu Bagnu e il confine con Sorso. Sono invece interessate da frane per crollo con distacchi da cornici rocciose la zona del Castello (ora in gran parte stabilizzata), il settore orientale del porto turistico (cfr. Foto 11) e il tratto di SS 200 compreso tra quest'ultima località e Lu Bagnu.



Foto 11 – Cornice rocciosa sopra il porto turistico di Castelsardo

Nell'interno, i dissesti sono pressoché solo legati alla caduta di massi da cornici rocciose. Tenendo presente che si tratta di un'area collinare formatasi a seguito dell'incisione di un altopiano da parte del reticolo idrografico, risulta evidente che buona parte dei versanti vallivi sono interessati da tali tipologie di frana. Tra i tratti principali in dissesto si ricordano i versanti del rilievo collinare di punta Bagaloglia tra Lu Bagnu e il porto turistico, la cornice rocciosa che dal porto turistico segue verso Sud il versante vallivo sinistro del riu Frigianu, per poi girare verso Est fino alla sella di Pedra Sciolta. I versanti posti sui due lati della sella che collega la

località di Multeddu e Terra Bianca e quelli che delimitano la valle del riu Cuggiani. In particolare una cornice molto estesa e instabile segue a Sud il confine comunale nel tratto compreso tra punta Cardeddu e Punta Spinosa.

4.16.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Siamo in presenza di un territorio che manifesta una generale, e in gran parte fisiologica, propensione al dissesto e contemporaneamente, soprattutto nella fascia costiera, una diffusa urbanizzazione che comporta la presenza di un rischio diffuso ed elevato, storicamente legato al soddisfacimento di esigenze militari (in particolare per il Castello e il centro storico) ma anche frutto di una più recente sottovalutazione del problema. Tralasciando le aree rurali, dove pure non mancano insediamenti e strade secondarie a rischio, per quanto riguarda le vie di comunicazione sono interessati da dissesti i tratti della SS 134 compresi tra Santu Giuanni e il confine comunale con Sedini (frana di punta Spinosa) e il tratto posto tra le località di Multeddu e Terra Bianca, mentre per quanto riguarda la SS 200 sono minacciati da frane i tratti compresi tra Lu Bagnu e il porto turistico e tra quest'ultima località e il lungomare Anglona (quest'ultimo tratto è stato tuttavia in gran parte messo in sicurezza).

Per quanto riguarda le aree ad instabilità potenziale "forte" presenti nel settore sudoccidentale del bacino, si rileva che si tratta di un'area collinare debolmente ondulata, con pendenze insufficienti per la mobilitazione di dissesti di natura gravitativa, di cui per altro non si rilevano nemmeno segni o indizi evidenti sulla morfologia della superficie topografica. Pertanto non si è tenuto conto di tali indicazioni.

Le principali aree urbanizzate a rischio sono, viceversa, le seguenti:

- via Zirulia e relativi fabbricati su di essa affacciati;
- alcune abitazioni su via Pasquale Corso (una di esse è stata recentemente colpita dalla caduta di massi);
- alcune abitazioni del centro storico affacciate sulla falesia nella zona di via Angioj;
- la rocca del Castello e le sottostanti aree urbanizzate compresa la zona della Vignaccia (cfr. Foto 12);
- la zona di via Salvino e strade secondarie limitrofe ove risultano minacciati numerosi fabbricati per lo più ad uso residenziale ma anche pubblico (sede ufficio tecnico comunale);
- la nuova urbanizzazione in zona Lu Ponti nei pressi del porto turistico;
- la zona di Lu Bagnu denominata li Pali di S. Antonio;
- l'abitato di Lu Bagnu nel settore affacciato alla costa;
- il villaggio Peru Ledda lungo la costa a Ovest di Lu Bagnu.



Foto 12 – Versante occidentale della rocca del Castello di Castelsardo

4.16.3 Interventi

Molteplici aree sono state sottoposte ad interventi di consolidamento dei versanti negli anni passati ed in particolare, per citare solo le principali:

- in via Zirulia si è proceduto al consolidamento della strada con palificate e alla stabilizzazione di alcuni tratti della falesia con reti radenti, dreni, gabbioni e attraverso il parziale rifacimento degli scarichi delle acque di piattaforma;
- reti radenti paramassi rinforzate sono state installate sulle pareti sovrastanti la SS 200 (zona porto turistico) e via Salvini e in località la Vignaccia nel centro storico;
- una breve barriera paramassi è stata installata in località lu Ponti;
- le pareti rocciose su cui sono fondate le mura del castello sono state fissate con chiodature e sottomurazioni.
- lungo la SS 134 (località punta Spinosa) sono state posate barriere paramassi in reti e pannelli e un breve tratto di vallo – gli interventi non sono comunque stati ritenuti sufficienti per consentire la riapertura della statale chiusa al traffico da oltre un quindicennio.

Per quanto riguarda gli interventi in progetto risulta siano in corso pratiche per alcuni interventi pubblici e privati su porzioni limitate di pareti (zona Terra Bianca e Lu Bagnu), inoltre sono stati stanziati (2012) fondi per interventi in via P. Corso (cfr. Foto 13) e generici per interventi di consolidamento in aree perimetrate PAI (fonte Assessorato ai Lavori Pubblici) per complessivi € 350.000.



Foto 13 – Via Corso massi staccatisi da una parete rocciosa sono caduti sull'abitazione sottostante con il cedimento della rete metallica leggera posata lungo il versante.

Nonostante in passato vi siano stati numerosi interventi per la stabilizzazione dei versanti si è ancora piuttosto lontani da una ragionevole messa in sicurezza di abitati e principali vie di comunicazione. In tale contesto è ovvio che nelle aree rurali, ove il rischio in funzione della densità degli elementi esposti è intrinsecamente più contenuto, non è pensabile ricorrere ad interventi diretti, ma piuttosto a regolare gli accessi sia in funzione delle condizioni climatiche sia in relazione alle ragioni per cui si intende accedere ad aree pericolose. In altre parole può essere vietato l'accesso in caso di piogge, mareggiate ecc., oppure a chi non è residente ecc.

Passando alle aree maggiormente critiche si propone quanto segue:

- la rocca del Castello è in gran parte stata messa in sicurezza, restano da completare gli interventi su un settore di parete posto nei pressi della cattedrale (ma quest'ultima non risulta direttamente minacciata);
- per via Angioj dove sono segnalati cedimenti nelle strutture si propone di procedere al rifacimento del sistema di raccolta delle acque di piattaforma e al monitoraggio dell'evoluzione del fenomeno tramite posa di inclinometri;
- per la località Vignaccia, sempre nel centro storico, si propongono opere di smaltimento delle acque di pioggia, mentre le pareti rocciose sono già state stabilizzate in passato tramite posa di rete paramassi;
- per via Zirulia, premesso che non è stato possibile ricostruire con sicurezza gli interventi finora realizzati, in particolare per quanto riguarda i consolidamenti con palificate, si propone la posa di scogliere alla base delle scarpate, il rifacimento/integrazione del sistema di raccolta delle acque di piattaforma, il riposizionamento di reti radenti e il rinverdimento dei tratti di falesia maggiormente dissestati;
- sono previsti interventi di disgaggio, abbattimenti di massi instabili, chiodatura, imbracature e posa di barriere paramassi, talora ad integrazione di interventi già realizzati, nelle aree di via Salvini, Terrabianca, Multeddu, punta Spinosa di Lu Bagnu, Lu Bagnu in località Li Pali di S. Antoni, Lu Ponti.

- sul lungomare di Lu Bagnu sono stati proposti degli interventi di consolidamento della falesia a mare; si consiglia inoltre di regolare l'accesso al piede della falesia stessa nelle aree più critiche.
- la spiaggia del villaggio Pera Ledda richiede ulteriori interventi di consolidamento oltre a quelli già attuati, ed inoltre è necessario verificare e tenere sotto controllo l'effettiva sicurezza di alcuni bungalow realizzati a filo della scarpata; si consiglia infine di verificare le modalità con cui, già ora, è regolamentato l'accesso alla spiaggia, con particolare riferimento alle condizioni meteo e al posizionamento di sdraio e ombrelloni alla base della falesia instabile.

Infine, per quanto riguarda il dissesto lungo la SS 134 nella zona di punta Spinosa – Santi Giuanni, considerato che i sistemi tradizionali di controllo delle frane per crollo (reti, barriere ecc.) sono apparsi insufficienti (cfr. Foto 14), l'unico intervento risolutivo appare la realizzazione di una galleria artificiale che consenta il superamento in sicurezza del tratto di versante maggiormente dissestato. Si intende che un'opera di tale natura presenta costi molto elevati, il valore dei lavori dovrebbero superare ampiamente i 20 milioni di euro, e pertanto si pone un problema di valutazione di costi-benefici, visto che recentemente è stata realizzata una variante della statale che, pur non avendo i pregi panoramici del vecchio tracciato, consente di aggirare in sicurezza il tratto pericoloso.



Foto 14 – Massi caduti nel 2001 sulla SS 134 nei pressi di punta Spinosa (foto IFFI)

La stima dei costi complessivi degli interventi proposti nelle altre aree del comune di Castelsardo è pari a circa 27 milioni di euro suddivisa in 10 differenti aree di intervento. Di questi quelli più impegnativi dal punto di vista economico, ma non necessariamente prioritari, sono rappresentati dalla messa in sicurezza della SS 134 a Punta Spinosa e nel tratto Terra Bianca – Muleddu e dalla stabilizzazione della cornice rocciosa che minaccia i nuovi insediamenti nell'area Li Pali di S. Antoni a Lu Bagnu.

Interventi comune di CASTELSARDO (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090023_0001	Località Lu Ponti	€ 540.000
090023_0002	SS 134 Località Costi di Salasgiu - Punta Spinosa	€ 22.000.000*
090023_0003	Località Lu Bagnu	€ 1.350.000
090023_0004	Strada Statale SS 200 in località Punta Spinosa	€ 310.000
090023_0005	Strada Statale 200 presso porto turistico di Castelsardo	€ 210.000
090023_0006	Castelsardo - via Salvino	€ 170.000
090023_0007	Località Terra Bianca - Malteddu	€ 2.500.000
090023_0008	Castelsardo - via Angioy	€ 32.000
090023_0009	Castelsardo - Castello	€ 95.000
090023_0010	Castelsardo - via Zirulia	€ 770.000
090023_0013	Costa presso lu Bagnu	€ 550.000
090023_0014	Villaggio Peru Ledda	€ 50.000
Stima costi totale		€ 28.577.000

Tabella 15 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Castelsardo (SS) e stima di massima dei costi (*l'intervento ricade in parte nel comune di Sedini).

4.16.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

A seguito dell'adozione preliminare del presente studio, sono state presentate complessivamente 25 osservazioni, da parte esclusivamente di privati, relative ad aree site nel comune di Castelsardo; in linea generale si tratta di richieste di declassamento o ridefinizione in riduzione dei limiti delle aree di pericolosità da frana individuate, su aree circoscritte, corrispondenti ai singoli appezzamenti di proprietà dei richiedenti.

In genere le osservazioni si concentrano su singoli versanti in dissesto o aree geomorfologiche omogenee e sono finalizzate alla revisione della pericolosità su cui insistono appezzamenti, spesso limitrofi, appartenenti però a proprietari diversi, attori quindi di istanze separate.

Le osservazioni si concentrano nelle seguenti 5 località:

- il centro storico di Castelsardo, con particolare riferimento al tratto di abitato posto subito a valle delle mura (3 osservazioni);
- la zona di via Giua (5 osservazioni);
- via Salvini e il versante che la sovrasta da Sud (6 osservazioni);
- i versanti e la falesia posta in corrispondenza del rilievo di Punta Spinosa – Bagialoglia (9 osservazioni);
- la località Poltu Rena non lontano da via Giua (1 osservazione).

Un'ultima osservazione riguardante la pubblicità di un corso d'acqua minore, infine, non è stata presa in esame in quanto l'argomento non era attinente ai fini del presente lavoro.

L'11/11/2014, ad integrazione dell'analisi documentale, è stato condotto un sopralluogo con funzionari del Distretto Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna, onde verificare anche in sito il contenuto di dette osservazioni.

Tali analisi hanno portato nella maggior parte dei casi (14) ad una conferma delle perimetrazioni proposte in sede di adozione, tuttavia alcune delle osservazioni sono state in parte o in toto accolte (11 casi). Le risposte motivate alle singole osservazioni sono riportate nel documento "Esame delle osservazioni presentate a seguito dell'adozione preliminare del c.i. con delib. n° 3 del 07/05/2014 (FC_01_01_R01_00_Osservazioni)" a cui si rimanda per i dettagli.

In linea generale va subito precisato che una parte delle delimitazioni delle aree di pericolosità da frana oggetto di osservazioni, riflettono le indicazioni contenute in una serie di monografie redatte da un geologo incaricato dall'Amministrazione comunale e fornite dall'ufficio tecnico comunale di Castelsardo in sede di raccolta dati per la redazione del presente studio.

Tali monografie, definivano aree a rischio di caduta massi elevata che, come tali, sono state inserite tal quali nella carta della pericolosità. Dalle indagini eseguite in campo è stata confermata l'effettiva presenza di aree in dissesto nei siti indicati dalla documentazione comunale; piuttosto le indicazioni in esse riportate hanno comportato, rispetto a quanto ipotizzato inizialmente, a modeste estensioni delle perimetrazioni e/o il passaggio dalla classe Hg3 ad Hg4, al fine di adeguare le aree di pericolosità secondo l'impostazione metodologica della Variante PAI.

Tale criterio di adozione dei contenuti della documentazione comunale è stato sostanzialmente confermato anche alla luce delle ulteriori verifiche in campo, salvo in un paio di casi in cui le indicazioni delle monografie in sede di sopralluogo sono risultate, almeno in parte, poco realistiche (osservazioni M. Cossu per via Nazionale e Sini-Marras per località Belta).

In relazione all'area Punta Spinosa – Punta Bagialoglia, 3 osservazioni sono state accolte parzialmente e 6 non accolte per la presenza di cornici rocciose instabili che costituiscono un fattore tangibile e difficilmente negabile di pericolosità per le aree poste lungo i versanti sottostanti.

Per quanto riguarda il centro storico sono state confermate le perimetrazioni della Variante PAI adottata in fase preliminare, che insistono su falesie a mare oggettivamente instabili, mentre è stata rivista con maggior dettaglio la pericolosità sul versante sottostante via Nazionale, in cui le diffuse sistemazioni sulle pareti rocciose e la presenza della carreggiata stradale paiono costituire un insieme di fattori sufficienti a garantire la sicurezza delle abitazioni sottostanti.

Anche la pericolosità dei versanti che si affacciano da Sud a via Salvini pare cosa conclamata e, per altro, confermata dalle monografie comunali. Ne consegue un parere generalmente negativo alle proposte di riduzione delle aree di pericolosità (5 osservazioni su 6 non accolte). In prossimità di tali aree, ed in particolare sulle pareti che si affacciano da Nord al porto turistico, sulla base di osservazioni da parte del Genio Civile emerse in occasione dell'Istruttoria Pubblica del 12/11/2014, un versante roccioso sistemato con reti radenti è stato riclassificato da Hg3 a Hg4, in base allo stato attuale delle opere di consolidamento e alla loro scarsa efficacia in caso di distacchi di massi.

Sulla base delle osservazioni e dei sopralluoghi si è invece proceduto al declassamento da Hg3 ad Hg2 delle aree che si affacciano su via Giua, ove un dissesto attivo segnalato nella banca dati IFFI si è rilevato,

verosimilmente, legato piuttosto che a dissesti di natura gravitativa a problematiche connesse allo smaltimento localizzato delle acque di piattaforma, e quindi a potenziali dissesti di natura idraulica non meglio definibili in termini di pericolosità in questa sede.

Infine non motivate sono apparse le osservazioni per la località Poltu Rena ove un fabbricato ad uso residenziale è posto nei pressi del ciglio di una scarpata visibilmente instabile.

4.17 Cheremule

4.17.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Cheremule è diviso in due frazioni. Quella principale, dove ha sede il centro comunale, comprende una porzione di piana interna da cui si eleva il Monte Cuccurrudu, un tratto di altopiano costituito da marne mioceniche sormontate da un tavolato basaltico che, margini dell'altopiano roccioso costituisce delle cornici potenzialmente instabili. A margine dell'abitato, posto ai piedi dei versanti orientali di tale rilievo, è presente il fronte di una cava non più attiva, fortemente instabile e classificato come frana nel censimento IFFI.

La seconda frazione, posta più ad Ovest, è costituita da un'area montuosa interessata dalla presenza di rilievi rocciosi piuttosto aspri. Da uno di questi, in località Lados de Pramma, si è staccata recentemente una estesa frana per crollo a partire da un fronte roccioso costituito da daciti. In tale settore sono diffusamente presenti pareti rocciose potenzialmente instabili.

4.17.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il centro comunale è edificato ai piedi del Monte Cuccuruddu, ai margini delle aree potenzialmente raggiungibili dal crollo di massi dalle sovrastanti pareti rocciose, ma in generale in posizione sicura, con l'eccezione di un edificio isolato posto nei pressi della cava. I versanti del monte Cheremule sono stati classificati Hg3 e il fronte della cava abbandonata, tuttora sede di distacchi, in Hg4.

Nella frazione occidentale la frana che si è sviluppata in località Lados de Pramma ha investito la SP 50. Al momento dei sopralluoghi la strada era ancora chiusa, ma erano stati da poco rimossi i massi che si erano fermati sulla carreggiata. Nella stessa zona, in direzione di Thiesi, sono presenti altri tratti della provinciale potenzialmente minacciati da frane per crollo.

Risultano inoltre inseriti nelle aree a pericolosità Hg3 tratti della rete acquedottistica (che tuttavia risulta poco vulnerabile alle frane per crollo essendo per lo più sepolta) ed aree archeologiche, per lo più nuraghe in cui tuttavia generalmente ricade nelle aree a rischio la sola fascia di rispetto e non il manufatto vero e proprio.

Le ampie aree ad instabilità potenziale "forte" individuate all'interno del territorio comunale sono essenzialmente legate alla presenza di coltri eluvio-colluviali nelle piane interne. La modestissima pendenza che caratterizza tali territori permette di escludere che a tale instabilità potenziale corrisponda una pericolosità reale. Analogo discorso vale per il detrito di falda a modesta pendenza presente nella frazione occidentale del territorio comunale.

4.17.3 Interventi

La messa in sicurezza della SP 50 in località Lados è alquanto problematica in quanto il fronte di potenziale distacco delle frane del crollo è molto ampio ed inoltre notevole è la pezzatura dei blocchi. Si è quindi ipotizzata una sistemazione basata sulla posa di valli paramassi che, come spesso capita per questo tipo di interventi, non garantisce la piena sicurezza della carreggiata stradale, cosa che può essere ottenuta solo attraverso la realizzazione di gallerie artificiali, soluzione estremamente onerosa forse non giustificabile per una strada provinciale che collega centri minori.

Sono stati previsti interventi di pulizia delle pareti rocciose e la posa di reti paramassi anche in località Nuraghe Maggiore, sempre a difesa della SP 50, non lontano dalla località precedente.

Interventi comune di CHEREMULE (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090024_0072	Lados	€ 2.100.000
090024_0073	Nuraghe Maggiore	€ 175.000
Stima costi totale		€ 2.275.000

Tabella 16 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Cheremule (SS) e stima di massima dei costi.

4.18 **Chiaramonti**

4.18.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Chiaramonti è caratterizzato da rilievi calcareo-marnosi che emergono nella vallata dell'Anglona, formata da un substrato vulcanico costituito prevalentemente da ignimbriti e andesiti. Nel centro abitato di Chiaramonti si segnalano diverse tipologie di dissesto (crollo-ribaltamento, scivolamento superficiale, presenza di cavità naturali, etc) che si sviluppano prevalentemente lungo le cornici rocciose calcaree, lungo i versanti e i tagli stradali o modifiche morfologiche dei pendii a seguito di attività antropiche (cave e cantieri per l'urbanizzazione). Particolarmente colpito è il settore a metà versante lungo il taglio della SS 132 per Ozieri, con interventi parziali di consolidamento. Si segnalano anche le cornici rocciose in sommità del colle con presenza di cavità (Monte Sa Loca) e i versanti con fenomeni di scivolamento superficiale in località Giana e Sa Funtana Noa. Altri fenomeni di crollo/ribaltamento sono presenti lungo le cornici calcaree in località Sas Codinas e lungo il limite amministrativo comunale nord occidentale sui versanti di monte Carmine.

4.18.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg3) sono state perimetrate lungo le cornici calcaree-marnose del centro abitato di Chiaramonti, lungo il taglio della strada statale SS 132 e in prossimità delle cornici calcaree che emergono in modo più o meno diffuso nel settore occidentale del territorio comunale.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta di instabilità potenziale, lungo il riu Badu Ebbas appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio sia per mancanza di azione gravitativa che di dissesti in atto o segnalazioni storiche di instabilità dell'area. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.18.3 Interventi

Gli interventi riguardano il completamento delle opere già eseguite per la messa in sicurezza delle cornici rocciose nell'abitato di Chiaramonti e lungo la SS 132 soggette a fenomeni di crolli/ribaltamenti nei tratti fessurati e alterati. Data l'estensione e volumetria dei blocchi non è possibile ridurre la pericolosità dell'area anche a seguito degli interventi, ma solo mitigarne in parte il rischio.



Foto 15 – Lavori di consolidamento e recupero ambientale lungo la parete rocciosa in località la Croce, nell'abitato di Chiaramonti.

Interventi Comune di CHIARAMONTI (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090025_0017	Monte Sa Loca e SS 132 in loc. Domo Satta e svincolo SP 68	€ 310.000
090025_0018	Abitato di Chiaramonti	€ 450.000
Stima costi totale		€ 760.000

Tabella 17 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Chiaramonti (SS) e stima di massima dei costi.

4.18.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

L'osservazione presentata dal Comune di Chiaramonti, riguarda il recepimento delle analisi eseguite nel perimetro urbano dell'abitato di Chiaramonti per la predisposizione degli studi necessari per la Variante al PAI in ambito Urbano (art. 37 N.T.A. PAI).

Lo studio comunale, relativamente al perimetro urbano di Chiaramonti, ha riscontrato una generale sovrapposizione tra la cartografia del pericolo scaturita dalla variante del presente lavoro e le risultanze degli accertamenti di dettaglio

A seguito di tali accertamenti sono state recepite, come da prassi, tutte le situazioni in cui le osservazioni propongono ripermetrazioni che comportino un'estensione e/o un aggravio delle classi di pericolosità geomorfologica contenute nella variante PAI del presente lavoro (come ad esempio nell'area di Su Giumperi, lungo il versante occidentale del Castello Doria e a valle di Piazza Repubblica). In particolare viene aggiornata la pericolosità (Hg4) lungo il versante occidentale del Castello Doria a seguito dell'evento franoso del Luglio 2014, segnalato nello studio comunale, avvenuto per fluidificazione del materiale detritico a seguito di un evento meteorologico intenso.

Non sono invece state accolte le proposte di declassamento ad Hg2 dell'area lungo via Cossu e lungo la scarpata sottostante il serbatoio idrico (da H3 a Hg2) e la variazione della perimetrazione della pericolosità ad ovest di via Dante (restringimento area Hg3) in quanto, per criterio generale nel PAI, è sempre prevista una fascia di sicurezza a tergo delle scarpate rocciose, in modo da prevenire i danni derivanti dalla naturale tendenza delle scarpate ad arretrare sulla base delle condizioni attuali dell'affioramento roccioso ed evitare di sovraccaricare la parte superiore del versante con nuove costruzioni o ampliamenti dell'edificato esistente.

4.19 Codrongianos

4.19.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Codrongianos copre un'area interna collinare, a tratti pianeggiante. Il substrato è costituito a seconda dei casi da marne, calcari o vulcaniti mioceniche. Sulle colline su cui è edificato il paese sono presenti alcuni cornici rocciose o affioramenti, di modesta entità, soggette alla caduta di massi e modeste frane per crollo.

Dalla piana posta subito più a Nord (valle del rio Murrone), emerge un terrazzo vulcanico costituito da basalti, dalle cui scarpate rocciose si sviluppano circoscritte frane per crollo.

4.19.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per l'area circostante il paese è stata presentata una variante al PAI che è stata recepita integralmente. Nel complesso la maggior parte del territorio appare stabile, e non vi sono particolari problemi nel centro comunale, fatta salva l'inclusione precauzionale in fascia Hg3 di alcune abitazioni di via Solinas, in quanto già incluse nel PAI vigente in Hg4.

Risulta viceversa soggetta a modesti frane per crollo un tratto del vecchio tracciato della SS 131.

Presenta inoltre problemi di distacco di massi tutta la scarpata del terrazzo vulcanico posto subito a Nord del rio Murrone, con minaccia diretta di un breve tratto della ferrovia Sassari – Chilivani e della SS 597.

Limitati problemi di instabilità riguardano inoltre il tracciato della strada vicinale Melas e della SP 26. Rientrano nelle fasce a pericolosità Hg3, infine, alcuni tratti di reti elettriche, le pertinenze di fabbricati rurali e delle aree archeologiche (non resti veri e propri ma solo le fasce di rispetto).

Per quanto riguarda le indicazioni fornite dalla carta dell'instabilità potenziale, sono state prese in considerazione solo le aree aventi pendenza sufficiente a permettere lo sviluppo di dissesti e/o aree in cui vi erano segni, anche indiretti o parziali di movimenti. In generale ampie aree caratterizzati dalla presenza di depositi sciolti o andesiti potenzialmente alterate non sono state prese in considerazione proprio per la loro modesta o bassissima pendenza. Sono invece stati classificati in Hg2 alcuni versanti boscati interessati dai

vasti incendi del 2009 (località Sas Domas de Muscianu). Tali aree in particolare dovranno essere soggette a verifica nei prossimi aggiornamenti del PAI per procedere ad un eventuale declassamento.

4.19.3 Interventi

Sulla variante al PAI presentata dal comune è riportata una scheda interventi per la difesa di terreni agricoli che, visto il modesto livello di rischio connesso, non sono stati riportati nel presente lavoro.

Tra gli interventi realizzati si segnalano in particolare le barriere paramassi e le reti radenti poste a protezione della SS 597 e della ferrovia. Tali interventi andrebbero, almeno per quanto riguarda la statale, potenziati mentre, a difesa della ferrovia, dovrebbero essere integrati con la posa di reti radenti e chiodature.

Sono proposti infine interventi di pulizia del versante ed eventuali imbracature a difesa del vecchio tracciato della SS 131.

Interventi comune di CONDRORGIANOS (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090026_0032	SS 597 Km 3-4	€ 1.000.000
090026_0033	Paris de Coloru	€ 100.000
090026_0034	Ex SS 131	€ 50.000
Stima costi totale		€ 1.150.000

Tabella 18 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Codrongianos (SS) e stima di massima dei costi.

4.20 Cossoine

4.20.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Cossoine è occupato prevalentemente da aree collinari con alcuni settori di piana interna. Le aree collinari sono costituite da più livelli di altopiani, impostati su complessi vulcanici e su calcari miocenici (essenzialmente la formazione di Mores). Lungo le scarpate che delimitano detti altopiani affiorano frequentemente pareti rocciose soggette a frane per crollo che si sviluppano, inoltre, su fronti di cava abbandonati (presenti soprattutto nei pressi del centro comunale) e lungo affioramenti rocciosi posti in corrispondenza di bocche vulcaniche spente, relativamente diffuse nel territorio comunale.

Frane per scivolamento delle coltri superficiali alterate, infine, completano le tipologie di dissesti gravitativi che più frequentemente si sviluppano nell'area in oggetto.

4.20.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Nel complesso le aree soggette al potenziale sviluppo di dissesti, classificate in Hg3 non essendovi notizie certe di frane attive, sono relativamente limitate e non interessano se non in misura del tutto marginale il centro comunale e le principali vie di comunicazione. Solo alcuni limitati tratti della SP 77 e della SS 292 (settore occidentale del territorio comunale) potrebbero essere potenzialmente soggette alla caduta di massi. Risultano a rischio anche le aree estrattive dismesse in prossimità del centro comunale, con inclusione di un

fabbricato ad esso annesso, così come numerose aree archeologiche, anche se all'interno delle aree a rischio ricadono per lo più le fasce di rispetto e non i resti veri e propri. Per quanto riguarda alcuni tratti diretti di reti acquedottistiche incluse nelle aree a pericolosità Hg3, si ricorda la modesta vulnerabilità di tali manufatti, per lo più interrati, alle frane per crollo. Per il resto i dissesti insistono essenzialmente su aree agricole con conseguente rischio molto limitato.

Le ampie aree ad instabilità potenziale "forte" individuate all'interno del territorio comunale sono essenzialmente legate alla presenza di coltri eluvio-colluviali nelle piane interne. La modestissima pendenza che caratterizza tali territori permette di escludere che a tale instabilità potenziale corrisponda una pericolosità reale. Analogo discorso vale per il detrito di falda a modesta pendenza presente nella frazione occidentale del territorio comunale.

Per quanto riguarda gli incendi in generale gli effetti sono limitati, visto che i territori interessati sono per lo più coperti da pascoli e cespuglieti a rapida capacità di rigenerazione e, generalmente, a bassa pendenza. Tuttavia un incendio ha colpito un settore di bosco su versanti con pendenza non trascurabile nella zona di Pianu e Montes a cui, pertanto, è stata attribuita una pericolosità media.

4.20.3 Interventi

Non sono noti interventi realizzati nel comune di Cossoine.

Si propone viceversa limitati interventi di disgaggio/demolizione massi instabili e di posa di reti radenti rinforzate a protezione di due limitati tratti della SP 77 minacciati dalla caduta di massi. Per quanto riguarda i dissesti legati alla presenza di cornici instabili che insistono sulla SS 292 si rimanda al capitolo relativo al comune di Romana in cui ricadono prevalentemente i settori di statale minacciati.

Interventi comune di COSSOINE (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090027_0096	SP 77	€ 70.000

Tabella 19 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Cossoine (SS).

4.21 Erula

4.21.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Erula è caratterizzato nel settore occidentale da formazioni ignimbritiche e nel settore orientale dal complesso metamorfico (gneiss). Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo di alcune cornici ignimbritiche in località Fra d'Uttina e Tettile.

4.21.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg3) ricadono lungo alcune cornici rocciose ignimbritiche sovrastanti la SP 75 e interessano anche la coltre di alterazione lungo versanti. Le aree a pericolosità Hg2 ricadono prevalentemente nelle aree in cui si alternano rilievi e depressioni e affiorano le principali creste e variazioni morfologiche.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, in località Iscala Mederzu e in località Oloitti, legate alla presenza di detriti di falda sciolti, appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio per la mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità. Per quanto riguarda alcuni tratti diretti di reti acquedottistiche incluse nelle aree a pericolosità Hg3, si ricorda la modesta vulnerabilità di tali manufatti, per lo più interrati, alle frane per crollo, mentre per le reti elettriche possono essere coinvolte per l'eventuale presenza di tralicci di sostegno nelle aree di dissesti attivi, qui non presenti.

4.21.3 Interventi

Gli interventi riguardano la sistemazione del versante sovrastante la SP 75 in località Tettile, caratterizzato da una coltre di alterazione superficiale della cornice rocciosa che in caso di eventi meteorici più intensi può provocare il rotolamento del materiale verso valle interessando la sede stradale.



Foto 16 – Blocchi e materiale alterato a monte della SP 75.

Interventi comune di Erula (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090088_0019	SP 75 in località Tettile e strada comunale per Domo Giagone	€ 110.000
Stima costi totale		€ 110.000

Tabella 20 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Erula (SS) e stima di massima dei costi.

4.22 Esportatu

4.22.1 Principali aree in dissesto

La porzione del comune di Esportatu ricadente nell'area di studio è costituita da un ripiano debolmente ondulato, impostato su complessi metamorfici ordoviciani.

4.22.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le pendenze molto modeste, quasi sempre inferiori al 10%, fanno sì che tale territorio non presenti problemi di stabilità, nonostante il calcolo della pericolosità potenziale individui alcune aree in Hg3 in corrispondenza di coltri detritiche, per la cui mobilitazione, tuttavia, sarebbero necessarie pendenze molto più elevate.

4.22.3 Interventi

Per tali ragioni non sono stati individuati interventi né ne sono proposti.

4.23 Florinas

4.23.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Florinas è costituito da un altopiano, in parte collinare, impostato su marne e calcari miocenici e delimitato dalle profonde incisioni vallive del riu Pedra Niedda a Nord e del riu Mannu a Sud.

I dissesti sono riconducibili a due principali tipologie ovvero le frane per crollo a partire da cornici rocciose costituite da calcari miocenici, spesso all'apice dei versanti che scendono dagli altopiani e lo sviluppo di frane per scivolamento/colata entro le coltri superficiali derivanti dall'alterazione dei complessi marnosi sottostanti le formazioni calcaree. Se le prime sono di gran lunga quelle più comuni in tutto il Sassarese, sono tuttavia riconducibili alla seconda tipologia sia la frana che ha determinato il 24-26 aprile 2013 l'interruzione per diversi mesi della SS 131, sia il dissesto, ora finalmente stabilizzato, che per lungo tempo ha minacciato la nuova camionabile di collegamento tra il centro comunale e la stessa SS 131.



Foto 17 – Scarpate nella zona di distacco della frana “di Florinas” subito al di sopra della SS 131 (giugno 2013).

4.23.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Nel centro comunale l'unica area instabile è costituita da un piccolo sperone roccioso che sovrasta il parco pubblico, per il resto l'abitato, realizzato al margine dell'altopiano, ma in un settore non caratterizzato da affioramenti estesi di calcari, non presenta particolari problemi. Nel versante sottostante, viceversa, ha avuto origine la frana per scivolamento che ha marginalmente interessato la carreggiata della SS 131. Per tali ragioni è stato classificato in Hg4 buona parte di detto versante. Risulta stabilizzata, viceversa, la frana innescata dai lavori di realizzazione della camionabile. Rientrano nelle aree a pericolosità elevate sia un certo numero di aree archeologiche (o quanto meno delle fasce di rispetto ad esse associate), sia parti delle reti acquedottistiche e elettriche che tuttavia, presentano una modesta vulnerabilità alle frane per crollo.

E' soggetta al rischio di frane per crollo, infine, un lungo tratto della SP 3 posto nei pressi del confine con il comune di Cargeghe, sormontata da pareti rocciose instabili suddivise in blocchi di volumetria anche molto elevata.

Nel settore meridionale del comune sono presenti alcune paleofrane di notevole estensione, riportate nella carta geologica e litologica, che sono state classificate in Hg2. Per quanto riguarda gli incendi se ne è verificato uno di ampie proporzioni nel 2009, che ha interessato tuttavia prevalentemente pascoli e prati, senza quindi conseguenze sulla stabilità globale se non a breve termine. Sono state tuttavia classificate in Hg2 alcune aree boscate, dotate di sufficiente pendenza, su cui gli effetti sulla stabilità del versante potrebbero essere potenzialmente duraturi.

L'instabilità potenziale trova buona corrispondenza con la pericolosità dedotta su base geomorfologica, tuttavia permangono alcune aree sub-pianeggianti facenti parte dell'altopiano terrazzato, su cui, proprio per la scarsa pendenza, non vi è corrispondenza con la pericolosità reale.

4.23.3 Interventi

Per quanto riguarda la frana sulla SS 131, gli interventi per la messa in sicurezza della SS 131 sono verosimilmente tuttora in corso. Non è stato possibile disporre della documentazione progettuale, tuttavia risulta che sono stati realizzati scavi per la rimodellazione del versante con creazione di ampie gradonate. Pur non potendo esprimere un giudizio sul progetto nella sua interezza, si era osservato, a suo tempo (cfr. versione del presente documento pubblicato in sede di adozione preliminare) che tale tipologia di intervento trova scarsa applicazione nella messa in sicurezza di corpi frana, in quanto comporta il rischio di una propagazione del dissesto verso monte.

In effetti sopralluoghi effettuati in sito dopo l'adozione preliminare nel maggio 2015, hanno permesso di verificare lo sviluppo di un evidente processo di propagazione verso monte dell'area in dissesto, con formazione di nuove corone di frana e lo sviluppo di una nuova colata che sta progressivamente espandendosi verso valle lungo i gradoni, con potenziali nuove minacce per la statale. Tale evoluzione conferma pertanto i dubbi espressi a suo tempo, tuttavia ora non è più possibile intervenire secondo le metodologie tradizionalmente utilizzate in questo caso, ovvero con la realizzazione di opere di sostegno subito a monte della strada (ad esempio paratie fondate su palificate) che avrebbero consentito di non annullare l'effetto residuo di sostegno esercitato dal corpo frana sulle aree circostanti non ancora mobilitate.

Pur non potendo entrare in questa sede nel merito delle soluzioni progettuali, non essendo disponibili le informazioni per poterlo fare, si rileva che allo stato attuale oltre a procedere alla regimazione/acque superficiali e sotterranee sia nelle aree in dissesto sia in quelle circostanti, intervento a cui verosimilmente si sarebbe dovuti procedere già a suo tempo, sarebbe opportuno valutare la possibilità di realizzare barriere a protezione della strada in quanto in caso di eventi pluviometrici molto intensi le colate possono avere delle fasi di evoluzioni parossistiche, potenzialmente molto pericolose per gli utenti della sottostante SS 131; basti pensare infatti cosa può capitare se dovessero formarsi improvvisamente accumuli di terra e fango sulla carreggiata della SS 131, magari in condizioni di visibilità scarsa, come di solito si ha durante temporali e acquazzoni.

Rimane poi valida la possibilità di realizzare delle opere di sostegno quali paratie su pali, con particolare riferimento al settore sommitale dell'area oggetto dei recenti interventi di scavo, onde contrastare la propagazione del dissesto verso monte; la stessa tipologia di intervento può essere adottata anche a valle, nel settore gradonato nel caso si osservino movimenti in tale settore, anche se è verosimile che in tale area sia stato rimosso completamente l'originale corpo frana e sia stato riesumato il substrato relativamente integro.

E' necessario poi porre attenzione agli attuali fronti di scavo, verosimilmente da rimodellare ricostituendo il manto vegetale, in quanto facilmente soggetti a processi di erosione concentrata la cui evoluzione può arrivare alla potenziale formazione di calanchi (si veda cosa è successo sulla nuova cammionabile e sulle difficoltà sorte per ottenere una stabilizzazione delle scarpate stradali). Appare infine opportuno procedere al monitoraggio delle aree in dissesto e zone limitrofe (rilievi topografici con posa di caposaldi, realizzazione di inclinometri a monte delle corone di frana ecc.), per procedere tempestivamente ad eventuali interventi di potenziamento delle opere a protezione della carreggiata stradale o di stabilizzazione degli eventuali corpi frana in formazione. Va per altro ricordato che sul coronamento del versante in dissesto ha sede il nucleo

storico dell'abitato di Florinas; per ora la distanza tra abitato e aree in frana è considerevole, tuttavia pare evidente che è indispensabile evitare una progressiva e generalizzata estensione verso monte dei dissesti, pena il coinvolgimento dello stesso abitato.

4.24 Giave

4.24.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Giave comprende due aree collinari separate da una piana interna. Ad ovest i rilievi sono costituiti da lave vulcaniche di vario chimismo, ad Est, l'area collinare su cui è edificato l'abitato comprende sia calcari miocenici sia basalti. Anche in questo caso sono presenti altopiani terrazzati a più livelli, delimitati da scarpate su cui frequentemente affiorano pareti rocciose soggette a frane per crollo. Si tratta dei dissesti decisamente più frequenti, sebbene siano possibili frane per scivolamento delle coltri superficiali alterate.

Sono presenti inoltre con una certa frequenza i resti di bocche vulcaniche spente, anch'esse sede talora di pareti rocciose potenzialmente instabili.

Soprattutto nei calcari sono verosimilmente presenti cavità sia naturali (di origine carsica) che artificiali, tra cui si segnala una necropoli nei pressi del vecchio tracciato dismesso della SS 131 (località Biddisari).

4.24.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il territorio comunale di Giave, costituito per lo più da piane interne e superfici terrazzate, presenta problemi di stabilità su aree circoscritte, per lo più corrispondenti alle pareti rocciose affioranti ai margini degli altopiani. I versanti aventi tali caratteristiche sono stati classificati per lo più o in Hg3, ove vi erano evidenze di possibili dissesti, o in Hg2.

L'abitato, costruito sui margini di uno di tali altopiani, presenta problemi di stabilità solo in aree molto circoscritte (via Europa). Risultano poi a rischio di caduta massi alcuni tratti della SP 77 e della provinciale di collegamento con Bonorva. Risulta infine potenzialmente soggetta a caduta massi e un settore molto limitato della ferrovia Cagliari-Olbia Sassari. Sempre all'interno delle aree classificate Hg3 ricadono dei tratti di acquedotto e di linee elettriche (scarsamente vulnerabili alle frane per crollo) e delle aree archeologiche (o più frequentemente parti delle loro fasce di rispetto).

Le ampie aree ad instabilità potenziale "forte" individuate all'interno del territorio comunale sono essenzialmente legate alla presenza di coltri eluvio-colluviali nelle piane interne. La modestissima pendenza che caratterizza tali territori permette di escludere che a tale instabilità potenziale corrisponda una pericolosità reale.

Gli effetti degli incendi sviluppatosi nell'ultimo quinquennio sono da ritenersi temporanei in quanto sono state interessate aree per lo più coperte da prati e pascoli o cespuglieti, aventi una rapida capacità di rigenerazione. Le uniche aree boscate presenti in zone interessano le scarpate di terrazzo già identificate come a pericolosità medio-alta su basi geomorfologiche.



Foto 18 – Blocchi potenzialmente instabili a tergo di alcune abitazioni dell'abitato – via Europa

4.24.3 Interventi

In paese sono stati proposti alcuni modesti interventi di disgaggio e stabilizzazione di alcune pareti rocciose instabili che minacciano alcune ville e un parco pubblico.

Più complessa appare invece la situazione della provinciale di collegamento con Bonorva. Qui la realizzazione di alcune barriere paramassi in pannelli metallici dovrebbe essere integrata con la posa di barriere in reti metalliche deformabili, interventi di disgaggio/demolizione dei blocchi instabili; tali interventi dovrebbero essere estesi a protezione di un breve tratto della vicina ferrovia Olbia-Cagliari.

E' stati infine proposta la posa di una barriera paramassi deformabile a difesa di un breve tratto della SP 77 (località Tanca de Murtas) posto al di sotto di scarpate rocciose potenzialmente instabili.

Interventi comune di GIAVE (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090030_0076	Tanca de Murtas – SP 77	€ 150.000
090030_0077	Abitato - San Pantaleo	€ 50.000
090030_0078	Coa de Pala – SP per Bonorva	€ 650.000
Stima costi totale		€ 850.000

Tabella 21 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Giave (SS) e stima di massima dei costi.

4.25 Illorai

4.25.1 Principali aree in dissesto

Solo una modesta porzione del territorio di Illorai ricade all'interno dell'area di studio. Si tratta di un'area collinare interna debolmente ondulata, impostata su complessi ignimbrici miocenici, tendenzialmente non interessata da dissesti di origine gravitativa, fatti salvi alcuni versanti più acclivi, su cui affiorano cornici rocciose instabili, posti in corrispondenza del confine con il comune di Bonorva, sul cui territorio, per altro, per ragioni altimetriche tendono poi a svilupparsi le potenziali frane per crollo.

Sulla restante parte del territorio in esame, in cui le pendenze sono quasi ovunque inferiori al 30%, non esiste la possibilità fisica di movimenti di natura gravitativa, nemmeno nei depositi di copertura.

4.25.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per tali ragioni non sono state prese in considerazione alcune aree che teoricamente, sulla base dei calcoli risulterebbero a "forte" instabilità potenziale.

4.25.3 Interventi

Non essendo minacciate aree urbanizzate o infrastrutture non sono stati proposti interventi né, per contro, ne sono stati individuati di esistenti.

4.26 Ittireddu

4.26.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Ittireddu è caratterizzato da un territorio prevalentemente sub-pianeggiante in cui emergono i complessi vulcanici di monte Zuighe (504 m), Ruju (425 m) e monte Lisiri (387 m). Il monte Lisiri, posto nel centro abitato di Ittireddu è caratterizzato da una cava di pomice attiva, che ha di fatto modificato l'apparato vulcanico, con tagli sub verticali delle pareti, fronti di scavo e gradonature di accesso per i mezzi di escavazione. Per l'area deve essere previsto un piano di recupero ambientale e messa in sicurezza delle pareti e dei fronti di scavi. Particolarmente critico è il settore lungo il versante di monte Ruju, in località Santa Rughe, per la presenza di blocchi instabili fratturati che sovrastano l'area abitata nel settore nord di Ittireddu, solo in parte consolidati. Si segnalano inoltre alcuni processi di crollo in località Matta de Canna e di dilavamento e scivolamento della coltre detritica superficiale in località Tanca de Sas Animas, Sos Meragieddios e Pudda Cotta.

4.26.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4 e Hg3) sono state perimetrate lungo le cornici vulcaniche dei rilievi che circondano l'abitato di Ittireddu lungo monte Lisiri, Ruju e Zuighe, e lungo le incisioni vallive e di alcuni tagli stradali eseguiti negli affioramenti vulcanici.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, in località Biria e Su Meigu appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio sia per mancanza di azione gravitativa che di dissesti in atto o segnalazioni storiche di instabilità dell'area. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.26.3 Interventi

Sono stati realizzati alcuni interventi lungo le cornici vulcaniche del mone Ruju (reti aderenti di contenimento paramassi) da completare con il posizionamento di barriere paramassi deformanti, a seguito di operazioni di disgaggio e demolizioni dei blocchi instabili, interventi di chiodature e rivestimenti con reti paramassi rinforzate con funi. Data l'estensione e volumetria dei blocchi non è possibile ridurre la pericolosità dell'area anche a seguito degli interventi, ma solo mitigarne in parte il rischio.

Per l'apparato vulcanico di Monte Lisiri deve essere predisposto un piano di messa in sicurezza delle pareti verticali e dei fronti di scavo abbandonati per il recupero ambientale definitivo dell'area. Nel frattempo si raccomanda la regimazione delle acque superficiali attraverso la realizzazione di una rete di canalette e recupero dei fronti di scavo ammalorati tramite georete ed inerbimento. In località Manna de Canna a circa 300 m dallo svincolo della SP 6 è previsto un intervento di messa in sicurezza della strada comunale.

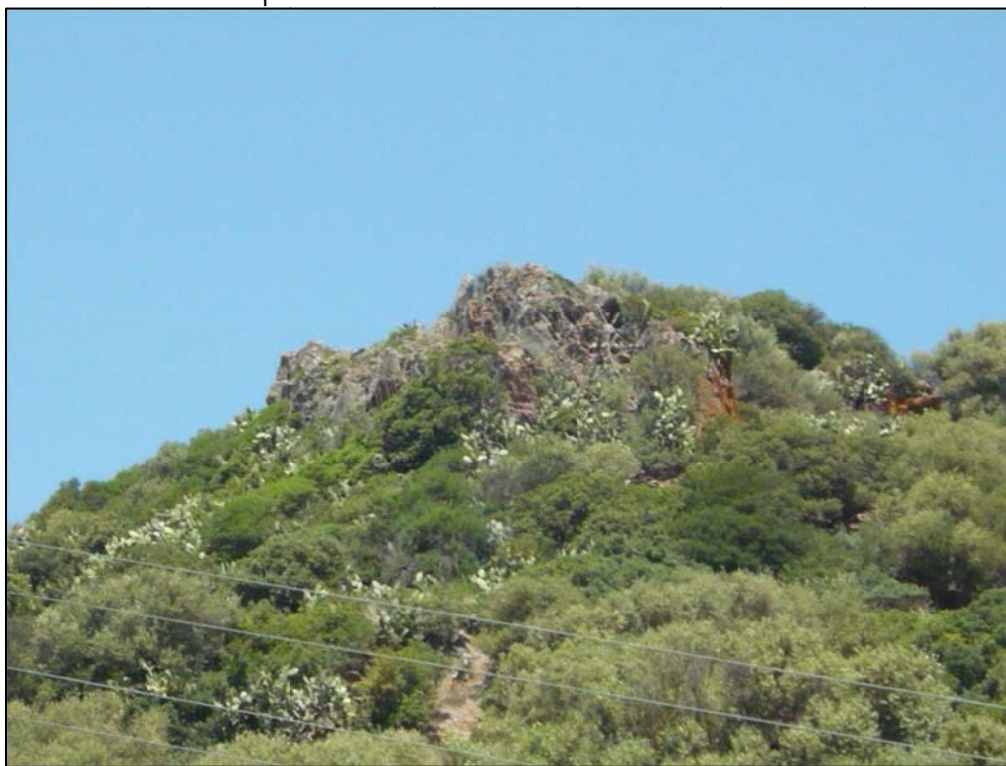


Foto 19 – Reti paramassi lungo il versante di monte Ruju sovrastante l'abitato di Ittireddu

Interventi comune di ITTIREDDU (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090032_0029	Ittireddu in località Iscala e Luna e Monte Lisiri	€ 700.000
090032_0030	Località Matta de Canna per SP 6	€ 60.000
Stima costi totale		€ 760.000

Tabella 22 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Ittireddu (SS) e stima di massima dei costi.

4.27 Ittiri

4.27.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Ittiri è di tipo collinare; si tratta in realtà di un altopiano a più livelli per lo più vulcanico e, in minor misura, costituito da formazioni carbonatiche mioceniche, solcato da profonde valli e rimodellato dagli agenti atmosferici. A Sud il confine corre lungo le scarpate che delimitano il più elevato altopiano di Villanova Monteleone e Romana.

Principalmente lungo le incisioni vallive, ma in minor misura anche su scarpate minori che emergono dall'altopiano principale, si sviluppano frane per crollo anche di rilevante estensione. Al Nord, soprattutto sui complessi marnosi, possono aversi movimenti anche di discreta ampiezza che coinvolgono le coltri superficiali di alterazione. Dissesti della stessa tipologia, ma generalmente di minore potenza, possono aversi anche sulle coperture delle vulcaniti.

4.27.2 Pericolosità ed elementi a rischio

L'abitato, realizzato sull'altopiano, è interessato in modo marginale dai dissesti, soprattutto legati alla presenza localizzata di pareti instabili, spesso di origine artificiale (in particolare la zona di via Aldo Moro). Per il resto il rischio è legato prevalentemente alla possibilità di distacco di massi e frane per crollo con coinvolgimento di tratti di una buona parte delle strade che si dipartono dal centro abitato scendendo all'interno delle incisioni vallive; si tratta in particolare della SS 131 bis, della SP 28, della SP 41 bis. Risultano poi minacciate alcune abitazioni isolate e il depuratore nelle vicinanze dell'abitato.



Foto 20 – Tratto della SS 131 bis nella valle del rio Cuga potenzialmente soggetto a frane per crollo

Il territorio rurale è a sua volta interessato da dissesti che però non coinvolgono elementi a rischio di rilevante importanza, si tratta al più di strade sterrate interpoderali o edifici isolati ad uso agricolo, oppure ancora di aree archeologiche (o più frequentemente delle sole aree di rispetto ad esse collegate). Risultano infine a rischio alcuni tratti delle reti acquedottistiche ed elettriche che, tuttavia, presentano una modesta vulnerabilità alle frane per crollo che, come si è visto, sono di gran lunga più frequenti.

I calcoli non restituiscono aree ad instabilità elevata diverse da quelle desunte su base geomorfologica, fatti salvi alcuni accumuli di detrito su cui tuttavia la pendenza è risultata troppo modesta per permettere lo sviluppo di dissesti di natura gravitativa. Gli incendi che hanno coinvolto il settore orientale del territorio comunale non hanno influito sulla stabilità complessiva, trattandosi di aree occupate prevalentemente da pascoli e cespuglieti per lo più a bassa pendenza o, in alternativa, già delimitate su base geomorfologica.

4.27.3 Interventi

Tra gli interventi già realizzati sono senz'altro da annoverare le barriere paramassi installate a protezione della SS 131 bis all'ingresso del paese, le chiodature sulle scarpate in via Aldo Moro.

A seguito dell'evento franoso del 1998 che ha coinvolto la sede stradale della S.P. 41 bis Ittiri-Banari al km 12,5 sono stati realizzati una serie di lavori di manutenzione straordinaria da parte dell'Amministrazione Provinciale di Sassari, svolti in più fasi. Inizialmente è stato realizzato un by-pass a monte del tracciato originale con un muro di sottoscarpa in c.a e reti. A seguito dell'approvazione del progetto esecutivo nel 2007 e successive varianti è stata ripristinata la sede stradale con ancoraggi lungo il muro in c.a. e costruzione di un rilevato in terra rinforzata per il ripristino della piattaforma stradale. Nel corso dei recenti sopralluoghi si è osservato un assestamento del rilevato stradale nell'area oggetto dell'intervento e alcuni problemi legati al non efficiente smaltimento delle acque di piattaforma.



Foto 21 – Tratto di carreggiati della SS 41 bis sistemato dopo l'evento franoso del '98 con segni iniziali di nuovi cedimenti.

Si intende tuttavia che si è ben lontani dalla messa in sicurezza della rete stradale. Una riduzione del rischio rilevante si avrebbe con un utilizzo massiccio di barriere paramassi deformabili, integrate da interventi di pulizia dei versanti, chiodature ecc. Il notevole sviluppo dei tratti a rischio implica tuttavia la necessità di disporre di risorse finanziarie decisamente elevate, come si può apprezzare dalla stima di cui alla tabella seguente.

Interventi comune di ITTIRI (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090033_0055	Valle riu Cuga – SS 131 bis	€ 4.500.000
090033_0057	Svincolo SS 131 bis - C. Vittorio Emanuele	€ 30.000
090033_0058	Su Vicoladu – Fenugeda – SP 28	€ 75.000
090033_0059	Depuratore	€ 50.000
090033_0060	Muscadorzu	€ 450.000
090033_0061	SS 131 bis Km 22	€ 40.000
090033_0062	Versante destro valle riu Minore	€ 1.700.000
Stima costi totale		€ 6.845.000

Tabella 23 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Ittiri (SS) e stima di massima dei costi.

4.27.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune di Ittiri ha presentato un'osservazione in cui si propone il declassamento di un'area che comprende alcune abitazioni in località sa Teula, nei pressi dei margini orientali dell'abitato, essenzialmente in ragione di non meglio precisati interventi di mitigazione del rischio.

Il riesame della situazione, condotto anche alla luce di un sopralluogo di verifica effettuato in data 18/12/2014, ha confermato la pericolosità del sito, tanto più che non è stato possibile identificare con sicurezza gli interventi citati nelle osservazioni del comune. Per contro nelle vicinanze è stata individuata una ulteriore modesta scarpata instabile a cui è stata attribuita ex novo una ristretta fascia di pericolosità Hg3, che comunque non comprende aree edificate.

4.28 **Laerru**

4.28.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Laerru è caratterizzato nel settore nord occidentale da formazioni calcaree marnose del miocene che formano un altopiano (Tanca Manna) inciso da forre e canyon, con pareti subverticali in cui sono presenti numerose cavità naturali legate a fenomeni carsici e artificiali dovute ad attività estrattiva svolta in passato. I possibili dissesti per crollo e ribaltamento riguardano le falesie calcaree appoggianti sul substrato arenaceo e ignimbrifero. Il settore maggiormente soggetto a dissesto è quello posto a nord ovest dell'abitato di Laerru, in località Monte Sa Rocca Rutta e Sa Rocca Manna, dove la cornice calcareo marnosa si presenta alterata con fessure e faglie lungo il taglio della strada comunale. Altri dissesti si segnalano lungo alcune cornici affioranti a monte della strada statale SS 127 per Martis. L'abitato di Laerru è posizionato in parte su una paleofrana dei detriti di versante della cornice calcareo dell'altopiano.

4.28.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg3) sono state perimetrate lungo le cornici calcaree-marnose appoggianti sul substrato arenaceo e ignimbrifero, poste a nord ovest dell'abitato di Laerru. La coltre di alterazione posta ai piedi dei rilievi è stata classificata Hg2 per la diminuzione della pendenza del versante, con possibili riattivazioni di fenomeni di scivolamento superficiale legato ad infiltrazione delle acque superficiali. Altri settori di pericolosità elevata sono stati rilevati lungo la strada statale SS 127 in località Molimentos.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, ai piedi di Monte Cannarza sono legate alla presenza di coperture detritiche; il dato appare sovrastimato dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio sia per mancanza di azione gravitativa che alla mancanza di dissesti in atto o segnalazioni storiche di instabilità dell'area. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.). Risultano infine a rischio alcuni tratti delle reti acquedottistiche ed elettriche e alcune aree archeologiche (per lo più come buffer intorno al singolo elemento archeologico) che, tuttavia, presentano una modesta vulnerabilità alle frane per crollo che, come si è visto, sono di gran lunga le più frequenti.

4.28.3 Interventi

Gli interventi riguardano la messa in sicurezza dei tratti di strada comunale e delle falesie calcaree in località Monte Sa Rocca Rutta soggetti a crolli/ribaltamenti nei tratti fessurati e alterati. Data l'estensione e volumetria

dei blocchi non è possibile ridurre la pericolosità dell'area anche a seguito degli interventi, ma solo mitigarne in parte il rischio.



Foto 22 – Parete calcarea sovrastante la strada comunale

Interventi comune di LAERRU (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090034_0010	Monte Sa Rocca Rutta	€ 480.000
Stima costi totale		€ 480.000

Tabella 24 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Laerru (SS) e stima di massima dei costi.

4.29 Mara

4.29.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Mara comprende un territorio collinare derivanti dall'incisione e rimodellazione di altopiani impostati su vulcaniti e complessi carbonatici miocenici. Dai ripiani terrazzati emergono cupole di ristagno e bocche vulcaniche, a formare rilievi isolati di modesta altitudine.

I dissesti sono prevalentemente costituiti da distacchi di blocchi e frane per crollo a partire da cornici rocciose che emergono sia dalle scarpate dei ripiani terrazzati, sia dai versanti delle bocche vulcaniche spente e delle cupole di ristagno. Qui come altrove si hanno inoltre movimenti delle coltri superficiali alterate, per lo più frane per scivolamento o colata; in particolare uno di questi eventi, particolare per estensione e intensità, si è verificato recentemente su un versante sito in località Bisule, non lontano dall'abitato ma, fortunatamente, con interessamento di sole aree agricole e di una strada interpodereale. Tale dissesto ha avuto origine da una frana

per scivolamento lungo un impluvio secondario evolvendosi poi in colata e coinvolgendo complessivamente un'area di circa mezzo ettaro.



Foto 23 – Parte terminale della colata che interessato le campagne di Mara

4.29.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Nel complesso, a parte le aree rurali, non vi sono elementi a rischio di particolare rilevanza. Con l'esclusione della zona in Hg4 legata allo sviluppo del dissesto in località Bisule, il resto del territorio risulta al più classificato in Hg3 in corrispondenza dei versanti sovrastanti da cornici rocciose. Alcune di esse, per altro, insistono sui bordi del terrazzo su cui è edificato il centro comunale, e proprio a tali aree corrisponde dagli unici elementi a rischio di una certa rilevanza presenti nel territorio comunale. Risultano comunque ricadere nelle aree a rischio alcune aree archeologiche (talora solo le fasce di rispetto ad esse collegate), limitatissimi tratti della SS 292 e della rete acquedottistica (quest'ultima presenta tuttavia una scarsa vulnerabilità alle frane per crollo).

In relazione alla instabilità potenziale va precisato che gli esiti della stessa, oltre a confermare la pericolosità di un buon numero dei versanti soggetti a crolli, compreso quello corrispondente alla scarpata che delimita il centro abitato, individua anche come pericolose una serie di aree sub-pianeggianti di fondovalle (valle del riu Tuscanu ecc.) o costituite da detriti di falda su versanti poco acclivi o ancora di dorsale sub-pianeggiante. Tali aree costituite da depositi sciolti grossolani o da coltri di alterazione non sono state considerate nella definizione della pericolosità effettiva, in quanto per la loro mobilitazione occorrono pendenza almeno confrontabili con l'angolo di attrito interno di detto materiale, non meno di 25°-30°, sicuramente molto superiore all'acclività effettiva delle aree in oggetto.

4.29.3 Interventi

Non sono stati osservati interventi esistenti, fatta salva la posa di alcuni reti radenti leggere a protezione di scarpate stradali, in particolare della SS 292. Si propone invece la posa di alcune opere di protezione a difesa di un'abitazione in via Lussu e degli interventi di stabilizzazione della scarpata rocciosa posta nei pressi di via XX Settembre.

Interventi comune di MARA (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090038_0091	Abitato	€ 20.000

Tabella 25 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Mara (SS).

4.30 **Martis**

4.30.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Martis è caratterizzato da rilievi collinari a debole pendenza con valli profonde incise (gola di Badde Traes) in rocce ignimbritiche e calcaree. In particolare la valle del rio Masino presenta pareti subverticali, che raggiungono anche un centinaio di metri di dislivello, con evidenze di nicchie di distacco di frane di crollo. L'abitato è sormontato dai rilievi calcarei appoggianti sul substrato ignimbritico del monte Francu e del Monte Seine, soggetti a fenomeni di crollo e ribaltamento. Si segnalano la presenza di due paleofrane ormai stabilizzate, di notevole estensione individuate in località Giannaghes e Binza Manna. La presenza di aree lacustri e presenza di estese foreste, nell'evoluzione geologica del territorio è testimoniata dalla foresta pietrificata in località Carrucana. La foresta pietrificata risale al Miocene inferiore, quando, durante un'eruzione vulcanica le foreste si inabissarono nei laghi circostanti che vennero riempiti di cenere molto ricca di silicio; attualmente l'area di Carrucana è delimitata da un parco paleobotanico.

Lungo il taglio del tracciato della linea ferroviaria Sassari – Palau nel substrato ignimbritico si sono verificati dei crolli localizzati (segnalazione catasto frane IFFI) lungo le scarpate che hanno coinvolto la sede ferroviaria.

4.30.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg3 e Hg4) sono state perimetrate lungo le cornici calcaree-marnose appoggianti sul substrato arenaceo e ignimbritico, poste lungo i versanti del monte Francu e Seine. Lungo la gola del rio Masino in località Badde Traes e Triulintas è presente una pericolosità elevata (Hg3) e molto elevata (Hg4) dovuta a fenomeni di dissesto per crollo delle pareti ignimbritiche dovute all'alterazione della formazione rocciosa. Risultano infine a rischio alcuni tratti delle reti acquedottistiche ed elettriche che, tuttavia, presentano una modesta vulnerabilità alle frane per crollo che, come si è visto, sono di gran lunga le più frequenti.

Le aree di instabilità potenziale massima, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale nelle aree indicate come paleofrane nella carta litologica, appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio sia per mancanza di azione gravitativa che per la mancanza di dissesti in atto o segnalazioni storiche di instabilità dell'area. Pertanto tali aree sono state inserite nella carta della pericolosità nella classe Hg2.

4.30.3 Interventi

Gli interventi riguardano la messa in sicurezza delle cornici rocciose a monte dell'abitato di Martis e lungo la SS 127, soggette a fenomeni di crolli/ribaltamenti nei tratti fessurati e alterati. Data l'estensione e volumetria dei blocchi non è possibile ridurre la pericolosità dell'area anche a seguito degli interventi, ma solo mitigarne in parte il rischio. Interventi localizzati sono previsti lungo il taglio della linea ferroviaria Sassari Palau a seguito di crolli già segnalati dall'IFFI e lungo il taglio della SS 127 e della stessa linea ferroviaria in località Ponte Fioru.



Foto 24 – Cornice rocciose lungo il Monte Francu soggette a crollo/ribaltamento

Interventi comune di MARTIS (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090039_0015	Linea ferroviaria Sassari - Palau	€ 350.000
090039_0016	Monte Francu e Monte Seine	€ 1.500.000
090039_0050	Linea ferroviaria Sassari Palau e SS 127	€ 30.000
Stima costi totale		€ 1.880.000

Tabella 26 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Martis (SS) e stima di massima dei costi.

4.31 Monteleone Rocca Doria

4.31.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Monteleone presenta un territorio relativamente poco esteso ma morfologicamente molto tormentato, dominato dal Monte, in realtà un tratto di altopiano isolato da processi di modellazione morfologica, su cui è edificato l'abitato. Tale rilievo, a cui piedi ha sede l'invaso artificiale formato dalla diga sul

Temo, è costituito da depositi vulcanici in facies ignimbratica sormontati da una cornice di calcari miocenici della potenza indicativa di circa una cinquantina di metri.

Proprio il distacco di massi di notevolissime dimensioni o di più estese frane per crollo dalla cornice rocciosa che costituisce l'apice della rocca di Monteleone rappresenta il principale fattore di pericolosità legato al territorio comunale in oggetto. Frane per scivolamento della coltre ignimbratica alterata si sviluppano inoltre sui sottostanti complessi vulcanici, favorendo così lo scalzamento dei sovrastanti blocchi calcarei. L'instabilità della cornice rocciosa è per altro accresciuta dalla presenza di una falda al contatto tra calcari e ignimbriti.

Un dissesto che ha coinvolto coltri superficiali e terreno di riporto ha recentemente interessato un breve tratto dell'abitato, in prossimità della rampa di accesso della strada provinciale al paese. In tempi relativamente recenti una frana per crollo ha invece coinvolto la vecchia cava di calcare ubicata subito ad Ovest del paese, sempre lungo la cornice rocciosa che segna l'apice del versante.

Dissesti di minore entità e rilevanza interessano inoltre il restante territorio comunale in corrispondenza di cornici rocciose instabili e di tagli stradali.

4.31.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Fatte salve alcune scarpate stradali potenzialmente instabili lungo la SS 292 i problemi principali riguardano la stabilità dei versanti del Monte su cui è edificato il centro comunale. Nel PAI vigente le cornici calcaree sono classificate come Hg4 e i versanti sottostanti in Hg2. La versione proposta in questa sede prevede invece una fascia omogenea in Hg3, legata al fatto che, salvo due aree ristrette non vi sono segnalazioni di dissesti recenti (il che permette di escludere l'Hg4), ma d'altro canto la caduta massi può raggiungere la base dei ripidi versanti sottostanti le cornici rocciose calcaree, senza contare che la strada di accesso al paese è stata più volte interessata da dissesti.

Un breve tratto in Hg4 è stato individuato nel settore di abitato coinvolto dalla frana recente descritta nel paragrafo precedente. Si tenga conto che un'eventuale estensione di detto dissesto verso monte rischia di coinvolgere fabbricati ad uso residenziale. Un altro tratto in Hg4 corrisponde alla vecchia cava e al sottostante versante.



Foto 25 – Limitata frana per scivolamento della coltre superficiale e di terreni di riporto che minaccia per arretramento delle nicchia di distacco alcuni fabbricati ad uso residenziale.

Le aree pericolose comprendono alcuni settori dell'abitato posti ai margini della scarpata, la strada di accesso al paese, la strada di accesso alla diga sul Temo.

Occorre qui precisare che in apparenza anche lo sbarramento della diga potrebbe essere coinvolto da distacchi provenienti dalle cornici rocciose poste al di sopra di entrambe le spalle. Coerentemente con tale analisi le fasce a pericolosità Hg3 sono state estese fino allo sbarramento.

Per contro pare evidente che sia in fase di realizzazione e collaudo dello sbarramento sia nella successiva fase di gestione dello stesso, tale rischio sia stato accuratamente valutato procedendo ove necessario agli opportuni interventi di mitigazione. Tuttavia in tal senso non si è resa disponibile alcuna documentazione, né per altro è stato possibile accedere alla diga stessa per un sopralluogo; pertanto sulla base degli elementi disponibili si è dovuta classificare l'area a pericolosità elevata (Hg3).

4.31.3 Interventi

In passato sono stati posti in opera numerosi interventi a difesa della viabilità. In particolare:

- lungo la SS 292 in prossimità rispettivamente dei confini con i comuni di Romana e Villanova sono state posate delle reti radenti a difesa di scarpate stradali;
- Il tratto terminale della strada di accesso alla diga sul Temo è stata protetta con barriere paramassi deformabili;
- la strada di accesso al paese è stata ricostruita in tempi relativamente recenti (sono ancora visibili resti dei tornanti della vecchia carreggiata) e le scarpate sono state stabilizzate con reti radenti e gabbionate;
- la scarpata rocciosa che insiste sull'opera di presa di una sorgente posta subito al di sotto dei ruderi del castello è stata stabilizzata con reti radenti e imbracature.



Foto 26 – Strada nuova di accesso al paese, fondata su roccia e resti di un tornante della strada vecchia in parte collassato.

Per quanto riguarda l'abitato non sembra vi siano necessità contingenti in relazione alla strada di accesso al paese; è tuttavia necessario procedere al rifacimento di un muro in pietra, adeguatamente fondato, nel luogo in cui si è sviluppata una frana per scivolamento della coltre superficiale e terreni di riporto, che per retrocessione minaccia una strada ed alcuni fabbricati ad uso residenziale.

Si propone inoltre un'estensione delle barriere paramassi a difesa della strada di accesso alla diga. Per quanto riguarda l'area della diga stessa, apparentemente minacciata da frane per crollo, riprendendo quanto detto nel paragrafo precedente, le indagini evidenziano la possibilità di un pericolo di caduta massi sullo sbarramento ma, d'altra parte, è ragionevole ritenere che la questione sia stata affrontata in fase di realizzazione, collaudo e gestione dell'invaso. Pertanto allo stato attuale non sono stati proposti degli interventi, ferma restando la possibilità di completare la documentazione a seguito dell'acquisizione di informazioni integrative.

Interventi comune di MONTELEONE ROCCA DORIA (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090040_0097	Strada accesso diga sul Temo	€ 150.000
090040_0098	Abitato	€ 100.000
Stima costi totale		€ 250.000

Tabella 27 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Monteleone Rocca Doria (SS).

4.32 Mores

4.32.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Mores è caratterizzato da estesi ripiani costituiti da formazioni calcareo-marnose mioceniche, incisi da valleciole fluviali con nette scarpate di roccia affiorante e ripari sottoroccia originati dall'erosione selettiva sugli strati sedimentari. Le formazioni calcaree appoggiano su substrato arenaceo sabbioso e sul basamento vulcanico. Nel centro abitato di Mores si segnalano tipologie di dissesto di crollo-ribaltamento ormai stabilizzate lungo il rilievo di Su Monte che si presenta a forma ellittica allungata degradante verso l'abitato, e i rilievi a pianta rotondeggiante di Monte Lachesos e Monte Mesu. Nel settore medio basso, lungo le pendici dei rilievi, sono segnalati fenomeni di scivolamento superficiale che coinvolgono la coltre detritica legate ad infiltrazione delle acque superficiali. I rilievi vulcanici di Monte Santo e Monte Pelao emergono dalla piana con presenza di dissesti per crollo. Lungo la linea ferroviaria Cagliari – Chilavani sono presenti dissesti legati al taglio del versante lungo le pareti rocciose basaltiche, con parziali interventi di consolidamento già eseguiti.

4.32.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per l'area urbana dell'abitato di Mores è stata recepita la pericolosità indicata nella Variante PUC di adeguamento al PAI presentata dal comune e approvata in via definitiva in data 25/09/2013. Le aree a maggior pericolosità (Hg3) sono state perimetrate lungo le cornici calcaree-marnose e i versanti a monte del centro abitato di Mores, dove sono in atto attività estrattive e presso le pendici di Monte Santo. Le pericolosità Hg2 riguardano per lo più le cornici calcaree stabilizzate e le incisioni vallive, e alcuni affioramenti vulcanici.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta di instabilità potenziale, legate alla presenza di materiali sciolti, appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio sia per mancanza di azione gravitativa che di dissesti in atto o segnalazioni storiche di instabilità dell'area. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità. Risultano infine a rischio alcuni tratti delle reti acquedottistiche ed elettriche che, tuttavia, presentano una modesta vulnerabilità alle frane per crollo che, come si è visto, sono di gran lunga le più frequenti.

Le vaste aree incendiate hanno interessato prevalentemente aree a pascolo o cespuglieto rado, a bassa pendenza senza quindi determinare un incremento dell'instabilità complessiva.

4.32.3 Interventi

Sono stati realizzati alcuni interventi di contenimento delle scarpate dei tagli delle strade comunali con gabbioni nel settore nord a monte dell'abitato di Mores, con parziale regimazione delle acque superficiali e interventi di ingegneria naturalistica. Lungo la linea ferroviaria Cagliari-Chilivani è previsto il completamento delle opere di consolidamento con gabbioni e regimazione delle acque superficiali e messa in sicurezza delle pareti verticali.



Foto 27 – Lavori di consolidamento con gabbionate a monte dell'abitato di Mores, lungo il versante di Su Monte

Interventi comune di MORES (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090042_0031	Abitato di Mores	€ 140.000
090042_0032	Linea ferroviaria Cagliari-Chilivani in loc. Domu Santu Giorzi	€ 350.000
Stima costi totale		€ 490.000

Tabella 28 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Mores (SS) e stima di massima dei costi.

4.33 Muros

4.33.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Muros occupa una porzione del fondovalle del riu Mascari, qui decisamente ampio e i rilievi in parte collinari in parte rocciosi su di essi affacciati. In particolare in corrispondenza del confine di Sassari il riu Mascari entra in una strettoia contornata da ripidi e instabili versanti rocciosi, sul cui apice affiorano alte pareti impostate su calcari miocenici. In destra dal monte Fenosu si è distaccata recentemente una frana per crollo che ha interessato tuttavia principalmente aree boscate senza danni rilevanti, in sinistra idrografica viceversa, una frana per crollo staccatasi dalla punta Cane e Chervu nel 2009 ha raggiunto la ferrovia provocando la morte di un macchinista.

Più a monte in sinistra idrografica proseguono i versanti con in apice cornici rocciose di calcari miocenici instabili, soggette sia a crolli diffusi che al distacco di blocchi isolati; alla base di uno di tali versanti si trova il

centro comunale. In destra idrografica i rilievi si addolciscono e formano colline senza problemi rilevanti di stabilità dei versanti.



Foto 28 - Incidente ferroviario del 19 dicembre 2009 lungo la linea Sassari - Chilivani. La caduta massi ha provocato la morte del macchinista (dal sito web de La Stampa).

4.33.2 Pericolosità ed elementi a rischio

I versanti soggetti a frane per crollo sono stati inseriti in parte nella classe Hg4 (dissesti recenti) in parte nella classe Hg3. Risultano tuttora a rischio, nonostante gli interventi, un tratto della ferrovia Sassari-Chilivani e della SS 131. L'abitato, realizzato su una spalla che si stacca dal versante principale è quasi del tutto sicuro, fatti salvi alcuni fabbricati ubicati ai margini occidentali dell'area urbana in corrispondenza del piede del versante instabile.

Sono state inoltre inserite in classe Hg2 le aree interessate da alcune paleofrane stabilizzate, tra cui un dissesto che interessa gran parte del centro comunale. Laddove erano prossime ad aree in cui sono stati individuati indizi di movimenti si è passati alla classe Hg3.

In relazione alla franosità potenziale sono state considerate solo le aree di sufficiente pendenza e caratterizzate da sia pur modesti indizi di movimenti. L'analisi delle aree interessate da incendi (monte Venusu) ha portato, per le poche zone colpite colpite dotate di copertura arborea, all'adeguamento ed estensione di alcune aree di pericolosità già individuate sulla base di criteri geomorfologici.

4.33.3 Interventi

I fabbricati posti ai margini occidentali dell'abitato sono stati protetti con la posa di barriere paramassi deformabili. Lungo la ferrovia sono state realizzate a suo tempo delle barriere paramassi in pannelli metallici, francamente insufficienti visto la tipologia di dissesto, ed inoltre si è proceduto al disgaggio-demolizione di blocchi instabili presenti sulle pareti rocciose delle punta Cane e Chervu. Si propone di integrare tali interventi con la posa di un vallo paramassi.

Per quanto riguarda la SS 131 si rimanda a quanto detto per il comune di Sassari, in cui ricade il tratto più esteso di carreggiata minacciato da frane in continuità con quello ricadente sul presente comune.

Interventi comune di MUROS (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090043_0041	Punta Cane e Chervu	€ 3.200.000

Tabella 29 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Muros (SS).

4.34 **Nughedu San Nicolò**

4.34.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Nughedu San Nicolò è caratterizzato nel settore nord orientale dal basamento cristallino formato da calcari metamorfici e filladi e micascisti con rilievi di media collina, mentre nel settore occidentale prevalgono gli affioramenti del substrato vulcanico (ignimbriti e basalti). Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni prevalenti di crollo e scivolamenti superficiali della coltre detritica di alterazione delle formazioni rocciose. Nell'abitato di Nughedu San Nicolò si segnalano numerosi dissesti localizzati lungo il tracciato della SP 36 per Ozieri (cedimento muro di contenimento in uscita dall'abitato) e per Bultei, in parte consolidati con interventi di protezione passiva (reti e barriere paramassi) e scivolamenti della coltre detritica superficiale nell'area urbanizzata. Il rio Molinu attraversa in parte intubato l'abitato, con capacità erosiva lungo i tratti alterati delle formazioni calcaree metamorfizzate, al piede dei versanti che si presentano simmetrici rispetto all'asse fluviale.

4.34.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per l'area urbana dell'abitato di Nughedu San Nicolò è stata recepita la pericolosità indicata nella Variante PUC di adeguamento al PAI presentata dal comune. Le aree a maggior pericolosità (Hg3) sono state perimetrate lungo i tagli stradali, lungo il versante di monte Ferelarzu, e la strada provinciale SP 36 per Bultei, i versanti di monte Sa Mela e Sa Ortija e nelle incisioni vallive (Sos Pizzos, Orreda).

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, in località Bacchile Anzones appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio sia per mancanza di azione gravitativa che di dissesti in atto o segnalazioni storiche di instabilità dell'area. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.34.3 Interventi

Sono stati realizzati alcuni interventi lungo la SP 36 per Bultei (reti paramassi rinforzate con funi, barriere paramassi, opere di ingegneria naturalistica, etc...) mentre in direzione Ozieri il cedimento del muro di

contenimento ha provocato l'interruzione della sede stradale in direzione Ozieri, che alla data del sopralluogo (Giugno 2013) era regolata da impianto semaforico. Gli interventi proposti vanno a mettere in sicurezza il tratto di strada provinciale attraverso la realizzazione di un muro in c.a. di contenimento. Altri interventi sono previsti lungo la strada provinciale per Bono, lungo i versanti di monte Ferularzu a monte dell'abitato di Nughedu S. Nicolò, e completamento di alcuni interventi legati a scivolamenti superficiali nell'area urbana (via Amsicora).



Foto 29 – Particolare del dissesto della scarpata a monte della SP36 in direzione Ozieri

Interventi comune di NUGHEDU SAN NICOLÒ (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090044_0033	SP 36 per Ozieri	€ 250.000
090044_0034	SP 36 per Bulzi	€ 60.000
090044_0035	Abitato di Nughedu S. Nicolò	€ 150.000
090044_0036	SP Bono - Nughedu	€ 200.000
090044_0051	Via Amsicora, Nughedu San Nicolò	€ 35.000
Stima costi totale		€ 695.000

Tabella 30 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Nughedu S. Nicolò (SS) e stima di massima dei costi.

4.35 Nulvi

4.35.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Nulvi è costituito da un altopiano debolmente ondulato, posto tra 400 e 600 m di altitudine, il cui substrato è principalmente costituito da vulcaniti terziarie. A tratti affiorano complessi sedimentari miocenici, tra cui in particolare la formazione di Mores, costituita per lo più da calcari, che formano cornici rocciose a cui sono riconducibili alcune delle principali aree in dissesto. Da tali cornici si originano infatti frane per

crollo/ribaltamento che tuttavia, anche in ragione delle scarse pendenze, normalmente si esauriscono nelle immediate vicinanze del punto di distacco. Più raramente processi analoghi si originano da cornici rocciose costituite da ignimbriti o vulcaniti in genere.

Nei pressi dell'abitato è stato individuato un ampio corpo frana relitto (nell'ambito del progetto IFFI) e stabilizzato che comprende ampie parti del territorio e l'intero nucleo storico dell'abitato. Di tale dissesto non vi sono notizie di riattivazione recente, tuttavia la sua presenza rappresenta di per se stesso l'indice di una certa propensione al dissesto.

4.35.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree in dissesto a pericolosità elevata (Hg3/Hg4) ricadono essenzialmente in aree agricole non urbanizzate. Da segnalare in particolare i dissesti legati alla presenza di una cornice di calcari miocenici posti ai margini occidentali dell'abitato. Qui, in assenza di notizie di movimenti recenti, si è proceduto all'estensione della fascia Hg3 prudenzialmente fino ai margini dell'area di accumulo, includendo così alcuni fabbricati ad uso residenziale (zona via Berlinguer). L'impressione, tuttavia, è che verosimilmente i margini degli accumuli di frana non siano attivi, ma che si tratti di settori della frana stabilizzata. In altre parole la scelta segue criteri prudenziali da verifica nei successivi aggiornamenti del PAI per eventuali declassamenti in Hg2.

E' stata inoltre riportata un'area Hg3 in corrispondenza di un dissesto segnalato dall'IFFI sulla SS 127, all'incirca alla progressiva Km 97.7. Sempre all'interno di fasce a pericolosità elevata ricadono alcune aree archeologiche (si tratta però per lo più delle fasce di rispetto piuttosto che dei resti veri e propri) e dei tratti di reti acquedottistiche ed elettriche (comunque poco vulnerabili alle frane per crollo).

Per contro, sulla base delle indicazioni IFFI sulla presenza di un corpo frana stabilizzato, è stata definita un'ampia area classificata in Hg2 a coprire detto corpo frana, che comprende l'intero abitato. Altre ampie aree classificate Hg2 sono state individuate lungo il versante in destra idrografica della valle del rio Mannu-Rio Silis, si tratta tuttavia in questo caso di zone agricole non urbanizzate.

Non sempre, infine, sono state tradotte in zone a pericolosità elevata le aree ad instabilità potenziale "forte", laddove all'assenza di segni anche indiretti di movimenti era associata una pendenza dei versanti modesta. Per quanto riguarda le aree percorse da incendi recenti, ne sono state segnalate alcune nell'area prossima alla località Domo Barraghe (settore meridionale del territorio comunale), in un'area a pascoli in cui, quindi, l'azione delle fiamme è da considerarsi ininfluente vista la rapida rigenerazione del manto erboso.

4.35.3 Interventi

Per il comune di Nulvi non sono stati previsti interventi. A tale proposito, facendo riferimento alle due principali aree a rischio individuate, si osserva quanto segue.

La classificazione in Hg3 di aree site nell'abitato nei pressi di via Berlinguer, che includono marginalmente alcuni fabbricati ad uso residenziale, è dovuta alla presenza di un corpo frana ragionevolmente, ma non sicuramente, stabilizzato, almeno nei settori marginali. Si consiglia pertanto un periodico controllo dell'area ed un riesame della pericolosità in occasione dei successivi aggiornamenti del PAI, ma, per contro, gli elementi raccolti non sono per ora tali da giustificare interventi immediati.

Per quanto riguarda il breve tratto di statale in E3 (progr. Km 97.7 della SS 127), si tratta di un'area classificata Hg3 in base ad un dissesto presente nella banca dati IFFI; nei sopralluoghi non sono tuttavia stati individuati segni certi di dissesto, né d'altra parte vi sono segnalazioni in proposito (il comune di Nulvi non ha risposto al questionario inviato dall'ADIS). Pertanto per l'area in questione, per altro di modesta estensione, non sono stati previsti interventi visto che verosimilmente si tratta di un dissesto stabilizzato.

4.36 Olmedo

4.36.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Olmedo ricade prevalentemente nella piana della Nurra ma comprende, ad Est, un breve tratto di altopiano vulcanico, costituito per lo più da complessi ignimbrici, sulle cui scarpate di collegamento con la sottostante piana affiorano, soprattutto in posizione apicale, cornici rocciose soggette a frane per crollo con potenziale coinvolgimento dell'intero versante.

4.36.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per la definizione delle aree di pericolosità è stata confermata senza modifiche se non minimali la proposta di variante dal PAI presentata recentemente dal comune. Le modifiche, a parte alcuni piccoli aggiustamenti in corrispondenza del confine con il comune di Alghero e di Sassari, sono consistite essenzialmente nell'inserimento di due fasce di rispetto in Hg2 attorno alla cavità sotterranee della Grotta di Grascioleddu, conformemente a quanto previsto dal PAI in relazione al rischio da sinkhole.

Le aree a maggiore pericolosità sono concentrate lungo le scarpate dell'altopiano, inserite per lo più in classe Hg3. Il centro comunale e gli abitati non sono realizzati in zone a rischio mentre, tra le infrastrutture, si segnala come a rischio il serbatoio Consorzio di Bonifica della Nurra. Nella fattispecie è possibile che distacchi limitati di blocchi o delle coltri superficiali dal versante sovrastante possano danneggiare delle infrastrutture a servizio del serbatoio. Si intende che si tratta di dissesti di modesta entità, legati alla presenza di un versante in erosione, che non minacciano l'integrità o la tenuta del bacino nel suo complesso. Ricadono poi nelle aree a pericolosità elevata alcuni tratti della rete acquedottistica (poco vulnerabili tuttavia alle frane per crollo) e dei siti archeologici (per lo più nuraghe realizzati nei pressi delle cornici rocciose).

Nella cartografia tematica vengono individuate alcune aree ad instabilità potenziale forte all'interno delle zone pianeggianti della Nurra che, proprio per la pendenza trascurabile, non sono state considerate nella delimitazione della pericolosità, in quanto ritenute non realistiche.

4.36.3 Interventi

Non è nota la presenza di interventi realizzati in passato. Per il futuro si propone di procedere alla stabilizzazione del versante in erosione sovrastante il serbatoio del consorzio della Nurra con tecniche di ingegneria naturalistica.

Interventi comune di OLMEDO (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090048_0047	Serbatoio Consorzio di Bonifica della Nurra	€ 80.000

Tabella 31 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Olmedo (SS).

4.37 Osilo

4.37.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Osilo copre un altopiano vulcanico interno, dalla cui superficie, debolmente ondulata, emergono alcuni rilievi, talora isolati talora a formare modeste catene collinari, come quella, in particolare, su cui è edificato il centro comunale. Nel settore settentrionale su tale altopiano è modellata la valle del rio Mannu, il cui corso principale e i cui affluenti secondari scorrono all'interno di valli profondamente incise, su cui affiorano a tratti cornici rocciose potenzialmente instabili. In particolare nell'area di San Lorenzo sono presenti scarpate rocciose che, limitatamente a quest'area, sono costituite dai calcari miocenici della formazione di Mores. Come di consueto questo particolare assetto geomorfologico è legato allo sviluppo di estese frane per crollo a partire dalle pareti rocciose calcaree.

Frane per crollo si sviluppano anche nelle aree vulcaniche a partire dagli affioramenti rocciosi che spesso emergono sulla sommità dei rilievi. Uno di questi, in particolare, costituisce la "rocca" su cui è edificato il centro storico di Osilo.



Foto 30 – Scarpate di calcari miocenici instabili sovrastanti l'abitato di S. Lorenzo

4.37.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per il tracciamento della pericolosità nel centro abitato e aree limitrofe nonché nel settore di S. Vittoria si è ripreso in gran parte le delimitazione della variante parziale al PAI recentemente presentata dal comune, alla quale sono state apportate solo alcune modeste modifiche finalizzate, essenzialmente, ad evitare una eccessiva frammentazione dei poligoni.

L'abitato di San Lorenzo è stato edificato alla base di una serie di scarpate rocciose costituite da calcari miocenici che minacciano direttamente sia parte della borgata sia alcuni fabbricati ad uso residenziale posti nelle sue vicinanze, sia infine la SP 72 che garantisce l'accesso al paese sia dal lato della costa che dall'interno.

Per quanto riguarda il centro comunale risulta minacciato il settore altimetricamente più elevato del cimitero, nonché alcune strade (v. B. Doria, via Nuova di Collegamento) ed abitazioni ad esso contigue. Sul lato meridionale persiste il rischio di caduta di blocchi su via Umberto, ma il livello di rischio è nettamente meno elevato.

In relazione alla restante parte del territorio, per altro in gran parte sicuro, si segnala la presenza di alcuni fabbricati della borgata di S. Vittoria, realizzati nei pressi del ciglio di scarpate rocciose potenzialmente instabili. Si ricorda ancora che due tratti della SS 142, compresi tra i Km 110 e 114, risultano inclusi nel PAI vigente nella classe Hg4. In considerazione del fatto che dai sopralluogo in sito non sono stati osservati dissesti in atto, né evidenze certe di dissesti quiescenti, si è proposto il declassamento in Hg3.

Risultano infine inserite nelle aree a pericolosità elevata alcune zone archeologiche e dei tratti di rete acquedottistica ed elettrica, entrambi tuttavia poco vulnerabili alle frane per crollo.

4.37.3 Interventi

L'abitato di San Lorenzo è già stato oggetto di interventi di difesa, consistenti nella posa di barriere paramassi deformabili. Si tratta di opere non del tutto sufficienti a garantire la sicurezza dei settori esposti dell'abitato, ma d'altra parte l'eliminazione totale del rischio richiederebbe costi e alterazioni del paesaggio difficilmente accettabile o, per contro, la rilocalizzazione di parte del centro abitato. Gli interventi proposti si concentrano pertanto su un tratto della SP 72 particolarmente esposto, compreso tra le borgate di S. Lorenzo e S. Vittoria in cui con stanziamenti di risorse relativamente limitate è possibile conseguire una ragionevole e significativa riduzione del rischio. Si consiglia in ogni caso di regolamentare gli accessi alla provinciale in caso di condizioni meteorologiche avverse.

Per quanto riguarda il centro storico, sono proposti interventi di stabilizzazione delle scarpate rocciose, con particolare riferimento a quella che insiste sul cimitero, mentre opere molto più limitate sono previste sui brevi tratti di scarpate rocciose instabili che insistono su via Umberto. Qui il modello di intervento può ricalcare quello applicato con successo per il castello di Castelsardo.



Foto 31 – Vista dal basso della scarpata rocciosa instabile sovrastante il cimitero di Osilo

Nell'abitato di Santa Vittoria non sono previsti interventi di sistemazione, in quanto il rischio di coinvolgimento di fabbricati non appare immediato e, pertanto, l'attribuzione della classe Hg3 (Hg4 nel PAI vigente) rappresenta misura prudentiale.

L'attribuzione della classe Hg3 a due tratti della SS 142 prossimi al centro comunale è legata al fatto che gli stessi tratti sono classificati in Hg4 nel PAI vigente, come per altro già osservato nel paragrafo precedente. Non essendovi segnalazioni in proposito e non essendo stati osservati dissesti in atto o quiescenti non sono stati proposti interventi per l'area in questione; in assenza di ulteriori eventi potrà essere valutato un eventuale declassamento nei futuri aggiornamenti del PAI.

Interventi comune di OSILO (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090050_0028	San Lorenzo – SP 72	€ 200.000
090050_0029	Centro comunale	€ 400.000
Stima costi totale		€ 600.000

Tabella 32 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Osilo (SS).

4.37.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune ha presentato osservazioni che chiedono di tenere in considerazione lo Studio di compatibilità geologica-geotecnica relativo a parte del centro abitato del capoluogo comunale e all'abitato di Santa Vittoria, a suo tempo trasmesso all'ADIS. Tuttavia, come ampiamente spiegato sopra lo studio parziale del comune di Osilo non solo è stato tenuto in considerazione ma è stato adottato salvo modeste e circoscritte modifiche, dovute essenzialmente alla necessità di accorpate aree di pericolosità disperse lungo in versanti posti ad Ovest e a Sud del centro abitato, secondo criteri di omogeneità geomorfologica. Ciò premesso nel corso dell'ulteriore riesame della documentazione presentata effettuata in sede di valutazione delle osservazioni sono emersi elementi che hanno portato, per un settore limitato sito in località sa Conza, a riformulare una variante convergente con quella presentata dal comune stesso.

4.38 Ossi

4.38.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Ossi dal punto di vista geomorfologico può essere suddiviso in due settori, quello settentrionale costituito da ripiani terrazzati separati da valli profondamente incise, su cui è edificato il centro comunale e sono presenti le principali aree urbanizzate e quello meridionale, collinare e occupato quasi esclusivamente da aree agricole, soprattutto prati e pascoli e da aree estrattive. Il substrato è costituito prevalentemente da marne mioceniche, tuttavia, sulla superficie dei ripiani terrazzati affiorano diffusamente dei complessi francamente calcarei, anch'essi miocenici, che formano una serie di pareti rocciose instabili all'apice della scarpate di terrazzo. Proprio a queste ultime forme sono legati i principali dissesti, rappresentati per lo più da frane per crollo.

Localmente, sui versanti, possono svilupparsi scivolamenti delle coltri superficiali o più generici processi erosivi all'interno dei terreni formati per alterazione dei complessi marnosi. Alcune frane coinvolgenti il substrato marnoso di più ampia estensione si sono sviluppate nel settore meridionale del comune lungo la SP 97.

4.38.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il comune di Ossi è sicuramente uno dei più problematici del sassarese. Tale condizione dipende, oltre che dalla morfologia del territorio, soprattutto dal fatto che l'abitato è stato realizzato sull'orlo di un altopiano, la cui superficie è formata in prevalenza da calcari miocenici poggianti su formazioni costituite essenzialmente da marne e calcari marnosi. Pertanto lungo gli orli delle scarpate si formano pareti rocciose di decine di metri di altezza, che progressivamente arretrano a seguito di periodiche frane per crollo. Il centro abitato è impostato all'interno di un'incisione che taglia i bordi dell'altopiano ed è quindi costruito ai margini o alla base di scarpate potenzialmente instabili. Tra l'altro all'interno dei calcari sono stati ricavati dei vani sotterranei le cui imboccature in parte sono visibili dall'esterno, ma sicuramente altre sono accessibili solo dall'interno delle abitazioni, oppure sono murate e se ne è persa memoria. E' quindi un'area potenzialmente soggetta a dissesti tipo sinkhole.

La variante al PAI presentata a suo tempo dal comune riprendeva sostanzialmente senza variazioni il PAI vigente. E' stata quindi rivista introducendo correzioni non rilevanti nella sostanza, ma prevalentemente di forma, in particolare finalizzate ad accorpate ed unificare micro aeree a pericolosità differente. Sono state inoltre declassate alcune aree da Hg4 a Hg3, non essendo pervenute segnalazioni di dissesti attivi recenti.

Oltre al centro abitato risultano a rischio alcuni tratti delle provinciali, in particolare della SP 3 a Nord e della SP 97 a Sud. Risulta minacciato da frane per crollo anche un tratto della ferrovia Sassari – Chilivani, nonché alcune zone archeologiche o di interesse storico culturali minori, nonché tratto della rete elettrica e acquedottistica.

In relazione al vasto incendio che ha interessato il settore settentrionale del comune, si rileva che le aree interessate, oltre ad essere subpianeggianti, sono occupate da prati, pascoli o radi cespuglieti, senza quindi conseguenze significative sulla stabilità dei versanti.

Estese aree individuate come ad instabilità potenziale "forte", ma corrispondenti ad aree dell'altopiano a pendenza modesta o nulla, non sono state considerate nella delimitazione delle fasce di pericolosità geologica in assenza di segni anche indiretti di movimenti.

4.38.3 Interventi

Interventi per mitigare il rischio frane sono stati realizzati diffusamente in passato sia nel centro abitato (chiodature, reti radenti, muri di contenimento, probabilmente disaggi e demolizioni) sia sulle strade (reti radenti, barriere paramassi in pannelli metallici) sia infine sulla ferrovia dove sono state installate recentemente due linee di barriere paramassi deformabili. Sulla SP 97 è stato realizzato in passato un muro rinforzato da tiranti onde stabilizzare una frana per scivolamento.

Si intende che il controllo del rischio nell'abitato richiede una manutenzione continua degli interventi finora realizzati ed un'integrazione degli stessi ove necessario, a cui si riferiscono le schede interventi riportate nella variante al PAI. Sulle strade è opportuno procedere alla posa di barriere paramassi a protezione dei tratti più esposti, privilegiando tuttavia quelle deformabili in rete metalliche, rispetto a quelle a pannelli che sopportano solo l'impatto di blocchi di modesta dimensione ed energia.



Foto 32 – Barriere paramassi danneggiate, probabilmente dall’impatto di blocchi, alle porte del paese lungo la SP 3.

Interventi comune di OSSI (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090051_0043	SP 3 a Nord abitato.	€ 950.000
090051_0045	M. Mannu - Su Montigheddu - Rocca Bianca	€ 1.700.000
Stima costi totale		€ 2.650.000

Tabella 33 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Ossi (SS).

4.38.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Sono pervenute in un'unica comunicazioni due osservazioni:

- l'osservazione del comune di Ossi che chiede di tenere in considerazione la variante al PAI relativa al capoluogo comunale a suo tempo trasmesso all'ADIS (2010) e successivamente adottato (giugno 2011) dal Comitato Istituzionale;
- l'osservazione del Dott. Geol. M. Moroso per conto della ditta Germani Derudas.

Per quanto riguarda le osservazioni presentate dal comune si conferma che, come già riportato sopra, si è tenuto nella dovuta considerazione lo studio di variante presentato nel 2010 e adottato nel 2011, confermando ampia parte delle perimetrazioni ma introducendo alcune modifiche rese necessarie dall'aggiornamento della metodologie e da alcune valutazioni differenti sulla pericolosità di alcuni siti specifici.

Si apporta viceversa una riduzione e declassamento delle aree di pericolosità nell'area oggetto delle osservazioni della ditta Derudas che, pertanto, alla luce delle nuove analisi e approfondimenti forniti, vengono sostanzialmente accolte.

4.39 Ozieri

4.39.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Ozieri è caratterizzato da una variazione di complessi litoidi che vanno da rocce calcaree cristalline metamorfizzate del Paleozoico nell'area dell'abitato di Ozieri, alle formazioni intrusive granitoidi (graniti e dioriti quarzifere) nel settore orientale, a quelle vulcaniche del settore occidentale e settentrionale (riodaciti, andesiti e tufi) e alle coperture sedimentarie alluvionali lungo la valle del riu Mannu.

Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo e scivolamenti superficiali della coltre detritica di alterazione delle formazioni rocciose. Nell'abitato di Ozieri si segnalano alcuni dissesti localizzati lungo i versanti, legati al dilavamento superficiale e alla presenza di scivolamenti della coltre di alterazione detritica; nelle aree compromesse da attività antropica si possono innescare fenomeni potenziali di crollo delle metapeliti e dei metacalcari (aree estrattive, discariche) spesso ubicate in zone a marcata pendenza. Fenomeni di crollo si rilevano lungo la cornice ignimbritica del Montiju Mannu e del Monte Zuighe al confine con il comune di Ittireddu, mentre lungo il tracciato di ammodernamento della SS 128 bis Ozieri Pattada sono presenti lungo alcuni tagli stradali fenomeni di dilavamento e ruscellamento. In località Punta Sa Cucurra lungo la SS 132 la sede stradale è potenzialmente soggetta a fenomeni di crollo.

4.39.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4) sono state perimetrate lungo la cornice rocciosa di Monte Zuighe e Montiju Mannu, e in alcune aree soggette a soil slip all'interno dell'abitato (Hg3). Le classi Hg2 ricadono prevalentemente lungo le aree a maggior pendenza con presenza di cornici rocciose e variazioni morfologiche significative (aree ubicate intorno all'abitato di Ozieri). Risultano infine a rischio alcuni tratti delle reti acquedottistiche ed elettriche e alcune aree archeologiche (per lo più come buffer intorno al singolo elemento archeologico) che, tuttavia, presentano una modesta vulnerabilità alle frane per crollo che, come si è visto, sono di gran lunga le più frequenti.

Le aree di instabilità potenziale forte e massima, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, in località Corona Sartaina, (legate alla presenza di depositi sciolti) appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio per la mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.39.3 Interventi

Gli interventi previsti riguardo la stabilizzazione di alcuni pareti rocciose oggetto di attività estrattiva in passato, già in parte consolidate, (via La Malfa- via Ippicchiu e ex cava Calamone), e alcune opere di contenimento lungo la SS 132 e interventi di regimazione delle acque superficiali lungo i tagli dei tratti di ammodernamento della SS 128 bis.



Foto 33 – Particolare della parete rocciosa instabile lungo via Ippicchiu nell'abitato di Ozieri.

Interventi comune di Ozieri (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090052_0025	SS 132 in loc. Punta Sa Cucurra	€ 75.000
090052_0026	Abitato di Ozieri - via Fratelli Rosselli	€ 30.000
090052_0027	Abitato di Ozieri via La Malfa- via Ippicchiu e ex cava Calamone	€ 30.000
090052_0028	Adeguamento SS 128 Bis Ozieri-Pattada	€ 35.000
Stima costi totale		€ 170.000

Tabella 34 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Ozieri (SS) e stima di massima dei costi.

4.39.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Sono state presentate 2 osservazioni da privati che hanno riguardato la località Puppuruju e un'area ubicata nel centro abitato di Ozieri, e una osservazione da parte della Provincia di Sassari riguardanti aree già destinate ad impianti di gestione rifiuti autorizzate in Località Coldianu.

Per l'area in località Puppuruju, a seguito di un sopralluogo, si è proceduto nel settore medio terminale, già interessato da opere di urbanizzazione a riclassificare la pericolosità in Hg1, mentre il settore sommitale rimane in classe di pericolosità Hg2; per l'area posta nel centro abitato di Ozieri ad un declassamento parziale da Hg2 a Hg1 per il settore nord del lotto in esame a minor pendenza.

Per l'impianto di gestione rifiuti in Località Coldianu, sulla base della documentazione presentata e delle verifiche di stabilità di dettaglio eseguite nelle aree adibite a discarica per il rilascio dell'autorizzazione come richiesto dal DLgs 36/2003, è stata assegnata una classe di pericolosità Hg1 alle aree oggetto di osservazioni.

4.40 Padria

4.40.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Padria ha un territorio collinare, moderatamente ondulato, attraversato trasversalmente dalla valle del Temo. Nel settore settentrionale e sui confini meridionali affiorano complessi vulcanici (rispettivamente ignimbriti e basalti), mentre nel settore centrale il substrato è costituito da calcari miocenici. I rilievi collinari derivano dalla modellazione di una serie di ripiani terrazzati, per lo più ancora chiaramente riconoscibili. Dai ripiani terrazzati emergono localizzate bocche eruttive spente e cupole di ristagno a formare piccoli rilievi rocciosi isolati.

I dissesti sono costituiti essenzialmente da frane per crollo a partire da cornici rocciose costituite, a seconda dei tratti, da calcari, basalti o ignimbriti. Dissesti della stessa natura possono aversi a partire da affioramenti o speroni rocciosi in corrispondenza di bocche eruttive e cupole di ristagno. Localmente sulle coltri di alterazioni lungo i versanti possono svilupparsi scivolamenti della coltre superficiale.

4.40.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree pericolose sono concentrate in corrispondenza di cornici rocciose e scarpate di terrazzo classificate, a seconda dai casi, in Hg2 o Hg3. Le aree a rischio tuttavia interessano quasi esclusivamente aree agricole o naturali. L'abitato non presenta problemi, fatta salva la possibilità di crolli lungo i tre colli rocciosi che sorgono ai margini settentrionali del paese, senza minacce dirette per le aree residenziali, ma possibilità del coinvolgimento di un'area archeologica posta in corrispondenza del colle di San Paolo; numerose per altro sono le aree archeologiche nel contado, per lo più minori, che ricadono all'interno delle zone a pericolosità elevata. Per quanto riguarda le strade risulta minacciato da limitate frane per crollo e/o dal cedimento di alcune mensole nei calcari un breve tratto della SP 11 (località Badde Noa).

I calcoli restituiscono, per le ampie aree di fondovalle coperte da coltri eluvio-colluviali, un'instabilità potenziale teorica "forte" a cui, evidentemente, non corrisponde una pericolosità reale trattandosi di aree pianeggianti.

4.40.3 Interventi

Il comune ha segnalato l'esecuzione di interventi di stabilizzazione delle scarpate presso lo sperone roccioso che costituisce l'apice del colle San Paolo. Da quanto è stato possibile accertare dai sopralluoghi l'intervento è consistito nell'imbracatura e nel fissaggio dei blocchi instabili con reti radenti.

Si propongono invece degli interventi a difesa della SP 11 in prossimità della località Badde Noa. In tale località la strada passa ai piedi di alcune pareti da cui possono staccarsi blocchi e mensole rocciose. E' stata quindi proposta la posa di reti radenti rinforzate e la sottomurazione delle mensole a rischio.

Interventi comune di PADRIA (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi

Tabella 35 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Padria (SS).



Foto 34 – Pareti rocciose potenzialmente soggette alla caduta di blocchi in località Badde Noa.

4.41 Pattada

4.41.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Pattada è caratterizzato in prevalenza da formazioni granitiche (graniti e dioriti quarzifere) che danno origine ad una morfologia con creste di varia forma che si alternano ad aree con minore acclività e aspetti morfologici più dolci. Nel settore centro settentrionale i rilievi raggiungono una quota media di circa 800 m s.l.m. fino ad arrivare ai 1093 m di Monte Lerno; si segnalano all'interno del substrato granitico la presenza di filoni poligenici vulcanici e affioramenti localizzati di gneiss. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni prevalenti di crollo e scivolamenti superficiali della coltre detritica di alterazione delle formazioni rocciose. Nell'abitato di Pattada sono presenti alcuni dissesti localizzati lungo i versanti esposti a nord (prevalenza di scivolamenti della coltre di alterazione detritica) e di fenomeni di crollo lungo il settore occidentale (area del serbatoio dell'acquedotto) legati alla presenza di cornici rocciose instabili. Lungo il versante sud occidentale del Monte Lerno sono presenti fenomeni di crollo lungo le cornici granitiche che interessano i tratti a maggior pendenza. Il taglio del versante lungo la SP 37 per Oschiri in località Soldinarolos espone la sede stradale a potenziali fenomeni di crollo localizzati.

In seguito agli interventi legati all'ammodernamento della strada SS 128bis Ozieri – Pattada si è verificato un fenomeno di scivolamento lungo il taglio del versante del Monte Sa Niera in località Vigne, che ha provocato un prolungamento delle opere di cantierizzazione e la progettazione di nuove opere di consolidamento del versante.

4.41.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4 e Hg3) sono state perimetrate lungo i versanti del monte Lerno, Punta Olesa, lungo la SP 37 per Oschiri in località Soldinarolos e nel settore settentrionale dell'abitato di Pattada (Hg3), legate alla coltre di alterazione delle formazioni di tipo granitico lungo i versanti esposti a nord. Le cornici rocciose nel settore occidentale dell'abitato di Pattada, in località serbatoio acquedotto, possono potenzialmente interessare la strada comunale di accesso all'abitato (Hg3) e alcuni edifici sottostanti. Le classi di pericolosità Hg2 sono legate alla presenza delle numerose cornici granitiche presenti sotto forma di creste, thor, diffuse principalmente nel settore centro settentrionale del territorio comunale.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, a sud dell'abitato di Pattada (legate alla presenza di depositi eluvio colluviali) appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio per la mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.41.3 Interventi

Gli interventi previsti riguardo la stabilizzazione di alcune cornici lungo la strada comunale nel settore ovest (serbatoio acquedotto) dell'abitato di Pattada, la regimazione delle acque superficiali e d'infiltrazione, il consolidamento delle cornici rocciose lungo i versanti esposti a nord e a sud nell'abitato di Pattada, l'adeguamento delle difese presenti lungo il tratto di SP 37 per Oschiri in località Soldinarolos. Per quanto riguarda la SS 128bis Ozieri-Pattada in fase di ammodernamento sono state eseguite delle opere di consolidamento lungo i tagli dei versanti.



Foto 35 – Particolare dei blocchi instabili lungo la strada comunale nel settore ovest dell'abitato di Pattada

Interventi comune di Pattada (SS)

Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090055_0038	Abitato di Pattada	€ 250.000
090055_0039	Abitato di Pattada	€ 260.000
090055_0040	SP 37 Pattada - Oschiri	€ 1.150.000
090055_0041	Adeguamento SS 128 Bis Ozieri-Pattada	€ 0.000
090055_0042	Loc. Biancone - Diga Monte Lerno	€ 1.100.000
Stima costi totale		€ 2.760.000

Tabella 36 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Pattada (SS) e stima di massima dei costi.

4.42 Perfugas

4.42.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Perfugas è caratterizzato nel settore centrale dai depositi alluvionali della valle del fiume Coghinas, nel settore dell'abitato da formazioni arenacee e ignimbritiche e nel settore orientale da formazioni metamorfiche (gneiss) e granitiche. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo e a scivolamenti superficiali e dilavamento dovuti ai processi di alterazione delle formazioni. In particolare si segnalano i potenziali crolli lungo le cornici rocciose che sovrastano alcuni tratti della SP 75 in località Sa Rocchitta, e la franosità complessa che coinvolge un tratto della SS 127 in località Sa Contra.

4.42.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4) ricadono lungo alcune cornici rocciose ignimbritiche sovrastanti la SP 75 e interessano anche la coltre di alterazione lungo versanti. Alcuni tratti della SS 127 sono interessati da potenziali crolli (Hg3) mentre in località Montiju Ruiu e Tanca di Costa il pendio è caratterizzato da depositi di alterazione della formazione ignimbritica soggetti a franosità legata a scivolamenti superficiali e dilavamento. A nord ovest dell'abitato di Perfugas una cornice rocciosa (Hg3) in località Contr'Aguta sovrasta la strada comunale con presenza di blocchi fratturati e rotolati lungo il pendio. Risultano infine a rischio alcuni tratti delle reti acquedottistiche ed elettriche che, tuttavia, presentano una modesta vulnerabilità alle frane per crollo che, come si è visto, sono di gran lunga le più frequenti.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, in località Su Adu e Su Concheddu nelle vicinanze di Monte Tribide e in località Sas Tanchittas sono legate alla presenza di depositi eluvio colluviali e detriti di falda sciolti e appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio per la mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.42.3 Interventi

Gli interventi riguardano la sistemazione della SP 75 in località Sa Rocchitta per lo scivolamento che ha interessato parte della sede stradale e la messa in sicurezza della cornice rocciosa sovrastante la provinciale; in località Sa Contra il versante sovrastante la strada comunale è caratterizzato da dilavamento diffuso e

blocchi rocciosi fessurati. Lungo il taglio della SS 127 la scarpata rocciosa a monte della sede stradale è soggetta ad alterazione con crolli di blocchi decimetrici sulla sede viaria.



Foto 36 – Interruzione della sede stradale della SP75 per lo scivolamento lungo il versante.

Interventi comune di Perfugas (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090056_0011	SP 75 Località Sa Rocchitta	€ 370.000
090056_0012	Località Sa Contra - SS 127	€ 170.000
Stima costi totale		€ 540.000

Tabella 37 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Perfugas (SS) e stima di massima dei costi.

4.43 Ploaghe

4.43.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Ploaghe copre un'ampia area interna debolmente ondulata o sub-pianeggiante, da cui emergono a tratti rilievi vulcanici isolati e terrazzi delimitati da scarpate rocciose. Su una di queste, costituita da calcari miocenici, è edificato il centro comunale. Dalle pareti rocciose possono aversi distacchi di massi e/o la rimobilizzazione di corpi di frana per crollo.

Nelle aree vulcaniche possono staccarsi da affioramenti rocciosi posti per lo più sull'apice dei rilievi o lungo le scarpate di terrazzo, frane per crollo. Infine scivolamenti o colate di limitate estensione possono svilupparsi a partire dalle coperture limoso-argillose derivanti dall'alterazione delle marne o delle vulcaniti.

4.43.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il distacco di blocchi dalle scarpate rocciose può coinvolgere alcuni brevi tratti di due strade comunali che transitano a Est e ad Ovest del cimitero. Nel medio lungo termine potrebbero essere inoltre minacciati, per arretramento della scarpata rocciosa, alcuni fabbricati ad uso residenziale che si affacciano da Sud a via Salis, nonché pertinenze del cimitero. Ulteriori scarpate rocciose sono presenti ai margini del paese senza però significative minacce sui fabbricati.



Foto 37 – Pareti rocciose coperte da vegetazione nei pressi di via Salis con edifici prossimi all'apice delle scarpate

Una serie di frane per crollo e scivolamento minacciano un tratto, ormai dismesso, della strada per Osilo, nel settore in cui questo attraversa le pendici occidentali del monte Santa Giulia. Infine frane per crollo possono raggiungere un breve tratto della SS 127 nei pressi della località nuraghe Cugurra.

Risultano inoltre incluse nelle aree a pericolosità elevata alcune aree archeologiche, dei tratti di rete elettrica (poco vulnerabili per altro alle frane per crollo) e settori del tutto marginali della rete stradale principale. E' stato infine individuata un'area, nei pressi della località Domo Piredda, in cui è stato individuato da fotointerpretazione un sito di cava dismesso che, come da metodologia PAI, è stato inserito nella classe Hg3. Tale classificazione è stata confermata anche se nella cartografia di base utilizzata per la definizione degli elementi a rischio è individuata come discarica, tuttavia anche le verifiche effettuate su documentazione aereofotografica recente, hanno confermato che il sito appare abbandonato fino a tempi molto recenti. Quindi, a meno che si tratti di un'area in cui è stata cambiata la destinazione d'uso in tempi molto recenti, si propone di confermare, nell'incertezza, la classe Hg3.

Nel territorio di Ploaghe vengono individuate ampie aree ad instabilità potenziale “forte” a cui, tuttavia, per lo più non corrisponde una equivalente pericolosità, viste le pendenze molto basse e l'assenza, salvo casi perimetrati, di segni anche indiretti di movimenti di tipo gravitativo.

Un ampio incendio ha interessato una serie di aree, per lo più a pascolo, situate subito a Sud dell'abitato. L'influenza di tale evento sulla stabilità dei versanti è stato tuttavia considerato trascurabile, in quanto non ha interessato aree boscate ma zone per lo più a modesta pendenza, a copertura erbosa o cespuglieti in grado di ricostituirsi in breve tempo.

4.43.3 Interventi

Non sono noti interventi esistenti di rilevante importanza. E' proposta una pulizia del versante con eventuali chiodature e imbracatura per la stabilizzazione delle pareti rocciose sovrastanti la SS 127 in località nuraghe Cugurra. Si ritiene inoltre necessario stabilizzare i versanti prospicienti il cimitero che minacciano la strada comunale con interventi di ingegneria naturalistica, demolizioni e sottomurazioni.

Per quanto riguarda la scarpata rocciosa ai margini dell'abitato presso via Salis è probabilmente sufficiente un periodico controllo delle scarpate e dell'integrità strutturale degli edifici costruiti nelle vicinanze dell'apice delle pareti rocciose, questo senza ricorrere, almeno per ora, ad interventi attivi.

Infine in relazione al settore della vecchia strada per Osilo, da tempo chiusa per una serie di dissesti presso il monte S. Giulia, si sconsiglia il recupero di tale tratto, sia in quanto vi è una variante che transita nelle vicinanze, sia perché la messa in sicurezza della carreggiata richiederebbe interventi molto onerosi destinati sia alla difesa da eventuali crolli provenienti dalle pareti rocciose sovrastanti, sia alla stabilizzazione dei movimenti per scivolamento/colata che hanno interessato direttamente la carreggiata.

Interventi comune di PLOAGHE (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090057_0030	Abitato	€ 150.000
090057_0031	Cugurra	€ 50.000
Stima costi totale		€ 200.000

Tabella 38 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Ploaghe (SS).

4.44 Porto Torres

4.44.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Porto Torres è costituito da una fascia costiera pianeggiante o debolmente ondulata, ne consegue che l'unica area con problemi di stabilità è rappresentata dalla falesia costiera, nel settore compreso tra il nucleo storico dell'abitato e il confine comunale con Sorso. Si tratta di una serie pressoché continua di pareti rocciose, impostate su calcari miocenici, soggette a periodiche frane per crollo causate, prevalentemente, dall'erosione marina al piede e, secondariamente, dall'azione delle acque di pioggia. Un ulteriore fattore di instabilità è costituito dalla presenza di cavità carsiche all'interno di detti calcari, spesso dotate di ingressi a mare, il cui sviluppo nell'interno spesso non è ben conosciuto. In tale senso la zona più a rischio è costituita dal promontorio di Balai. Da segnalare, inoltre, anche alla luce delle osservazioni, la presenza di alcune aree, sia entro il centro abitato che nell'agro, soggette a sprofondamenti tipo sinkhole.

L'isola dell'Asinara, viceversa, presenta un territorio abbastanza tormentato, costituito da serie di rilievi rocciosi impostati sul substrato cristallino paleozoico. In tale contesto, considerato che stenta a crearsi un manto vegetale sia per carenze idriche sia per i venti salmastri, si ha una moderata instabilità diffusa nelle aree interne, e uno sviluppo esteso di dissesti per crollo lungo le estese falesie costiere, in particolare sulla sponda occidentale.

4.44.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggiore rischio sono costituite dalla falesia nel tratto di costa posto ad Est del porto. Anche in questo caso per le falesie costiere è stata mantenuta generalmente la classe Hg4, essendo per lo più evidenti e diffusi i riscontri diretti di dissesti recenti, ed in ragione della forte azione erosiva e destabilizzante operata dal moto ondoso ai piedi delle falesie stesse. Tale impostazione, di carattere generale, è stata confermata anche in presenza di frane classificate quiescenti nell'IFFI, proprio in considerazione del particolare contesto morfologico.

Qui risulta minacciata soprattutto la strada litoranea e, secondariamente, alcuni fabbricati affacciati sulla stessa sul promontorio di Balai. Alla base della falesia sono presenti alcuni spiagge soggette a crollo e frequentate da bagnanti nel periodo estivo, nonostante l'accesso ad alcune di esse sia difficoltoso e vietato. Risultano inoltre incluse nelle aree a pericolosità elevata dei limitati tratti di rete elettrica ed acquedottistica, alcuni settori marginali (pertinenze) di un'area industriale, alcuni fabbricati di interesse storico culturale (cappella di Balai, torre di Abbacurente ecc.).

Non sono state considerate come fonte di pericolosità reale, vista la modestissima pendenza e l'assenza di segni di dissesti, le aree ad instabilità potenziale "forte" individuate attraverso l'applicazione della metodologia PAI nei ripiani terrazzati posti per lo più a Ovest dell'abitato, interessati dalla presenza di significative coperture di depositi eluvio-colluviali. E' stato viceversa inserito nella classe Hg3 il versante occidentale del Monte Alvaru, nonostante la modesta instabilità potenziale teorica, vista la presenza di blocchi potenzialmente instabili.



Foto 38 – Strada litoranea passante nei pressi della scarpata della falesia costiere in prossimità della cappella di Balai.

Per quanto riguarda l'isola dell'Asinara presenta una pericolosità elevata buona parte della costa occidentale ma si tratta di aree disabitate.

4.44.3 Interventi

Nell'area compresa tra lo scoglio Lungo e lo scoglio Ricco, comprendente il promontorio di Balai, sono state realizzate numerose opere a mare tra cui scogliere artificiali e opere di consolidamento. Ulteriori interventi sono allo studio a seguito di un finanziamento della Regione.

Nel settore della spiaggia della Farrizza si è proceduto alla stabilizzazione di un tratto di falesia sovrastante la spiaggia stessa con gabbioni e terre armate.

La strada litoranea ad Est dell'abitato transita nei pressi dell'orlo della scarpata nella zona della cappella di Balai e nel settore di costa compreso tra la Farrizza e la torre di Abbacurrente. In entrambi i casi non si ravvisa una minaccia immediata ma solo nel medio termine. Presso la cappella di Balai vi sarebbe lo spazio per spostare la strada litoranea alcune decine di metri verso Sud; nel tratto di costa tra Farrizza e la torre di Abbacurrente sarebbe viceversa necessario procedere alla stabilizzazione della falesia, quanto meno nel settore in cui la strada passa nelle immediate vicinanze dell'orlo della scarpata.

Interventi comune di PORTO TORRES (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090050_0028	Tratto Farrizza – Torre Abbacurrente	€ 300.000

Tabella 39 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Porto Torres (SS).

4.44.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune di Porto Torres ha presentato in forma di osservazione uno studio che, tenendo conto della variante in adozione preliminare, ridefinisce la pericolosità alla luce di indagini di approfondimento rispetto a quelle condotte nell'ambito del presente lavoro. Dopo attento esame, pertanto, le osservazioni presentate dal comune sono state recepite pressoché integralmente con un'unica rilevante eccezione pertinente la valutazione della pericolosità complessiva delle falesie costiere.

4.45 **Pozzomaggiore**

4.45.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Pozzomaggiore corrisponde ad un'area di altopiano, debolmente ondulata, impostata su complessi vulcanici costituiti da basalti ed andesiti. Complessi di calcari miocenici affiorano nei pressi dei confini con il comune di Semestene e di Mara.

I dissesti, costituiti in massima parte da frane per crollo, si concentrano sulle valli incise che coincidono per lunghi tratti con i confini comunali. Si tratta in particolare della valle del riu Badu Crabolu a Sud, del riu Cumone ad Ovest e di una breve incisione posta tra il centro comunale e Mara scavata da un affluente minore del riu Tusciano. In particolare quest'ultima, ricca anche di cavità naturali, è delimitata da ripide pareti rocciose, e segna il limite occidentale del terrazzo su cui è costruito il centro comunale.



Foto 39 – Pareti di calcare instabili lungo il tracciato della SP 8 bis tra Pozzomaggiore e Mara

4.45.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In generale il centro comunale è interessato in modo marginale da dissesti di natura gravitativa, che si concentrano ai limiti occidentali dell'abitato stesso, minacciando al più nel medio termine, per arretramento della scarpata di terrazzo, alcuni fabbricati affacciati sulla valle del rio che scende verso Mara e la chiesa di S. Maria.

Appaiono viceversa più direttamente interessati alcuni tratti di strada tra cui la provinciale tra il centro comunale e Mara e la SS 292 al Km 62 (attraversamento della valle del rio Crabolu) e, in modo marginale, al Km 54-55 (località Ponte s'Ulìa).

Rientrano inoltre all'interno delle aree a pericolosità elevata alcune aree archeologiche minori sparse nel contado, per lo più si tratta però delle sole fasce di rispetto e non dei resti veri e propri.

Un ampio incendio ha interessato il settore meridionale del comune. In generale le fiamme hanno percorso un'area di altipiano coperta da pascoli e cespuglieti in cui, pertanto, l'effetto delle fiamme sulla stabilità dei versanti è stato temporaneo e limitato, vista la rapida capacità di rigenerazione della copertura erbosa e dei cespuglieti. Ciò premesso in alcuni casi particolari, costituiti da versanti collinari relativamente acclivi ed originariamente rivestiti da copertura arborea si è proceduto alla delimitazione e all'inserimento nella classe Hg3.

E' stata calcolata su vaste aree dell'altopiano un'instabilità potenziale "forte" legata sia alla presenza di coltri eluvio-colluviali, sia ad aree a basamento andesitico di modesta pendenza. Nel caso delle coltri eluvio-colluviali l'instabilità potenziale non si traduce in pericolosità reale per il semplice fatto che si tratta di aree pianeggianti; per quanto riguarda le andesiti l'indicazione si è tradotta in pericolosità solo in caso di presenza di segni, anche indiretti di movimenti e/o dove le pendenze erano fisicamente compatibili con movimenti di natura gravitativa. In generale tuttavia emergono problemi di parametrizzazione su tali litologie, con una sistematica sovrastima dell'instabilità reale.

4.45.3 Interventi

Sono stati censiti interventi sia sulla SS 292, in corrispondenza dell'attraversamento della valle del rio Crabolu (reti radenti e barriere in pannelli), sia sulla SP 8 bis, ove sono state sistemate della barriere paramassi in reti metalliche deformabili e delle reti radenti. Tale strada in effetti presenta un tracciato "difficile", transitando tra pareti rocciose subverticali potenzialmente instabili. Allo stato attuale si consiglia di procedere comunque ad alcuni lavori di pulizia dei versanti (disgaggi, demolizioni) e alla sottomurazione di cornici instabili a strapiombo, tuttavia non è possibile escludere a priori anche il collasso di ampi tratti di pareti rocciose con coinvolgimento diretto della carreggiata stradale, senza che vi siano possibilità concrete di prevenire eventi di tale natura. E' quindi opportuno tenere sotto stretto controllo tale tratto di provinciale, provvedendo ad una sua eventuale chiusura in caso di condizioni meteorologiche particolarmente avverse.

Si segnala infine l'opportunità di procedere ad alcuni interventi di pulizia del versante sovrastante la SS 292 nelle vicinanze della località ponte s'Ulìa.

Interventi comune di POZZOMAGGIORE (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090059_0089	P.te s'Ulìa	€ 50.000
090059_0090	SP 8 bis	€ 30.000
Stima costi totale		€ 80.000

Tabella 40 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Pozzomaggiore (SS).



Foto 40 – Barriere paramassi in rete metallica deformabili lungo la SP 8 bis

4.46 Putifigari

4.46.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Putifigari comprende un ampio settore di un altopiano vulcanico posto a circa 200-300 m di altitudine. La gran parte di detto territorio, compreso il settore su cui è edificato il centro comunale è moderatamente ondulato e non presenta problemi di stabilità. Le aree in dissesto sono principalmente situate lungo il confine con il comune di Alghero, in corrispondenza di affioramenti di cornici ignimbritiche lungo i versanti che delimitano la valle del riu de Sette Ortas, in aree agricole pressoché disabitate.

4.46.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a rischio, inserite nelle classi Hg3 e Hg4 si concentrano essenzialmente nella valle del rio de Sette Ortas. Gli unici elementi a rischio sono costituiti da strade secondarie o interpoderali potenzialmente soggette alla caduta di frane per crollo, pertinenze di insediamenti rurali e alcuni tratti di linee di reti elettriche, per altro poco vulnerabili alle frane per crollo. Non sono emerse indicazioni particolari dalla carta dell'instabilità

potenziale e dalla distribuzione degli incendi, sviluppatasi in tempi recenti su aree di estensione limitata e costituite da pascoli e cespuglieti a bassa pendenza.

4.46.3 Interventi

Non sono stati individuati interventi né, visto il modesto livello di rischio, si ritiene proporre.

4.47 **Romana**

4.47.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Romana è un altopiano solcato da valli incise e impostato su complessi carbonatici miocenici e vulcaniti. Anche in questo caso i dissesti principali sono legati al distacco di frane per crollo da cornici rocciose che seguono l'apice della scarpata che delimitano le valli terrazzate. In minor misura possono poi svilupparsi frane per scivolamento delle coltri superficiali alterate e pedogenizzate.

Le principali aree instabili si concentrano soprattutto lungo la valle del Temo e dei suoi affluenti secondari, tra cui in particolare il rio S. Lussurgiu.

4.47.2 Pericolosità ed elementi a rischio

A seconda della pendenza e della presenza di scarpate rocciose instabili i versanti che delimitano le valli incise sono stati classificati in Hg3 o Hg2. Il centro abitato, edificato su un tratto di altopiano terrazzato non presenta problemi particolari, salvo il fatto che alcune abitazioni direttamente affacciate sul valle del rio S. Lussurgiu sono state inserite precauzionalmente in classe Hg3.

Più problematica la situazione delle vie di comunicazione, ed in particolare della SS 292 che lungo la valle del Temo corre per lunghi tratti sotto una serie di cornici fortemente instabili costituite da calcari miocenici.



Foto 41 – Cornici rocciose instabili sovrastanti la SS 292.

Sono poi a rischio strade secondarie e alcuni fabbricati isolati ad uso agricolo, anche se la maggior parte di essi sono stati inseriti precauzionalmente essendo ubicati sull'altopiano subito a tergo di scarpate instabili, nonché alcune aree archeologiche sparse nel contado.

Maggiori precauzioni desta invece la situazione della località Pedra Modde ove si ha un fabbricato posto subito al di sotto di una parete rocciosa potenzialmente soggetta a frane per crollo. Nella stessa località è presente una conca costituita da detrito di falda a cui il calcolo dell'instabilità potenziale attribuisce il valore "massimo". Si ritiene che a tale valutazione non corrisponda una pericolosità reale visto che tale conca presente pendenza molto basse, mentre i versanti circostanti sono classificati a pericolosità elevata per ragioni carattere geomorfologico.

4.47.3 Interventi

Sono stati proposti una serie di interventi finalizzati alla riduzione del rischio lungo la SS 292. I tratti soggetti alla caduta massi, in alcuni settori limitati già sistemati con reti radenti leggere, richiederebbero una serie di interventi aggiuntivi piuttosto estesi, comprendenti operazioni di disgaggio/demolizione di blocchi instabili, la posa di barriere paramassi deformabili e di reti radenti rinforzate. Parte delle aree oggetto di intervento ricadono nei limitrofi comuni di Monteleone e Cossoine.

Interventi comune di ROMANA (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090061_0094	SS 292 Km 37-40	€ 1.000.000
Stima costi totale		€ 1.000.000

Tabella 41 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Romana (SS).

4.48 Santa Maria Coghinas

4.48.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Santa Maria Coghinas presenta un territorio caratterizzato nel settore settentrionale dalla piana alluvionale del fiume Coghinas, da una fascia centrale di rilievi medio collinare caratterizzati da rocce prevalentemente metamorfiche (gneiss e micascisti) e granitiche verso lo sbarramento del fiume Coghinas a CastelDoria e nel settore della fascia centrale occidentale da arenarie conglomeratiche. Le aree poste verso il limite meridionale sono caratterizzate dal basamento ignimbritico che si presenta a debole pendenza a vergenza prevalente S-SE.

Le tipologia di dissesto prevalente sono quelle legate ai crolli dovuti alla frantumazione e intensa fratturazione e presenza di faglie nelle rocce granitoidi e metamorfiche, che hanno generato prismi, blocchi e di depositi di accumulo detritico ai loro piedi lungo le principali incisioni dei versanti. La zona dello sbarramento del fiume Coghinas e dello stabilimento termale è stata in parte mitigata con interventi di stabilizzazione e contenimento passivo dei fenomeni di crollo.

4.48.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4 e Hg3) si rilevano lungo i versanti granitici e metamorfici (Casteldoria e Monte Orgu) della fascia centrale orientale che interessano alcuni tratti della strada provinciale SP 92 Perfugas-Santa Maria Coghinas e l'area dello sbarramento lungo il Coghinas e la strada di accesso allo stabilimento termale. Nel settore centro occidentale si segnalano pericolosità elevate (Hg4 e Hg3) in località La Funtana bruciata lungo i versanti delle cornici ignimbritiche del monte Vignoli. Risultano infine a rischio alcuni tratti delle reti acquedottistiche ed elettriche e alcune aree archeologiche (per lo più come buffer intorno al singolo elemento archeologico) che, tuttavia, presentano una modesta vulnerabilità alle frane per crollo che, come si è visto, sono di gran lunga le più frequenti.

4.48.3 Interventi

Gli interventi riguardano la messa in sicurezza dei tratti di strada provinciale SP 92, l'accesso alla centrale idroelettrica lungo il Coghinas e il completamento degli interventi eseguiti che hanno portato alla riapertura della strada comunale di accesso allo stabilimento termale di Casteldoria. Gli interventi prevedono la realizzazione di barriere di contenimento e posa di rivestimenti in reti paramassi, regimazioni delle acque superficiali al fine di mitigare il rischio legato ai fenomeni di dissesto per crollo e dilavamento.



Foto 42 – Cornice rocciosa sovrastante l'accesso allo stabilimento termale di Casteldoria

Interventi comune di SANTA MARIA COGHINAS (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090087_0008	Strada di accesso alle Terme di Casteldoria	€ 275.000
090087_0009	SP 92 Perfugas-S.Maria Coghinas e strada accesso centrale idrolettrica sul Coghinas	€ 245.000
Stima costi totale		€ 520.000

Tabella 42 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di S. Maria Coghinas (SS) e stima di massima dei costi.

4.49 Sassari

4.49.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Sassari è molto vasto comprendendo ad Est un'ampia fascia debolmente ondulata, in cui le formazioni mioceniche (calcari, marne, arenarie) sono solcate da profonde valli fluviali terrazzate, nel settore centrale la piana della Nurra, da cui emergono isolati rilievi costituiti da calcari mesozoici, e un tratto della costa occidentale caratterizzata dall'affioramento del basamento paleozoico.

Le principali aree in dissesto sono legate alla presenza di cornici rocciose instabili di calcari miocenici posti all'apice della scarpate che delimitano le valli terrazzate. All'interno di tali calcari sono presenti cavità, per lo più di origine carsica ma anche artificiali di antica fattura, che in limitati casi hanno dato origine a cedimenti della volta con processi tipo sinkhole in senso lato. Eventi di tale natura, per la verità non recenti, sono

segnalati sia del centro storico (cfr. proposta di variante al PAI del comune di Sassari) sia nella nuova zona industriale di Truncu Reale (IFFI).

Dissesti per crollo si verificano anche nella fascia costiera occidentale, in particolare sulle falesie della zona di Argentiera e, in minore misura, sui retrostanti rilievi rocciosi. In quest'area lo sviluppo di attività minerarie per lo più dismesse lascia in eredità la possibilità dello sviluppo di processi tipo sinkhole in senso lato, sebbene per ora non siano stati segnalati dissesti di tale natura.

Pochi problemi di stabilità si hanno, infine, nell'area della Nurra, per lo più pianeggiante, e sui rilievi in calcare in essa presenti. Anche in tale area, tuttavia, vi sono aree minerarie dismesse.

4.49.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il comune di Sassari ha presentato una proposta di variante al PAI, con annessa carta delle pericolosità da frane, alla quale ci si è attenuti il più possibile. In effetti sono state introdotte variazioni minime nel settore occidentale, soprattutto legate all'applicazione di una fascia di rispetto di 15 m a tergo delle scarpate instabili. E' stata ridimensionata inoltre l'area Hg2 di Truncu Reale, legata ad un limitato sprofondamento, visto che gli studi condotti in tale area non hanno evidenziato la presenza di ulteriori cavità sotterranee a rischio di collasso.

Più rilevanti sono viceversa state le variazioni introdotte in sede di variante in adozione preliminare nell'area dell'Argentiera, in particolare per quanto riguarda le zone immediatamente a tergo della costa, ove la classificazione in Hg1 proposta nella variante è apparsa non sufficientemente cautelativa, vista la notevole acclività dei versanti, la presenza di pareti rocciose potenzialmente instabili e, in alcuni siti, l'evidenza di vecchi corpi frana non del tutto stabilizzati. Successivamente una nuova variante comunale (cfr. paragrafo successivo), presentata in sede di osservazione, ha riequilibrato le classi di pericolosità convergendo, sicuramente dal punto di vista metodologico ma in gran parte nel merito specifico, verso la variante preliminare.

Da tenere presente che alcuni limitate aree instabili insistono sullo stesso abitato di Argentiera.

Come di consueto sulle falesie costiere è stata mantenuta generalmente la classe Hg4, essendo per lo più evidenti e diffusi i riscontri diretti di dissesti recenti, ed in ragione della forte azione erosiva e destabilizzante operata dal moto ondoso ai piedi delle falesie stesse. Tale impostazione, di carattere generale, è stata confermata anche in presenza di frane classificate quiescenti nell'IFFI, proprio in considerazione del particolare contesto morfologico. Nel centro abitato, infine, sono state classificate alcune aree a pericolosità "forte" per rischio di sinkhole, sulla base delle indicazioni riportate nella variante comunale.

In coerenza con la variante, viceversa, non sono state considerate nel tracciamento della pericolosità alcune aree individuate come ad instabilità potenziale "forte", ma caratterizzata da pendenza bassa (massimo 20% negli affioramenti di scisti in zona Palmadula) o molto bassa (piane costiere con al massimo pendenze del 5%), in cui pertanto non vi sono le condizioni fisiche per lo sviluppo di dissesti di natura gravitativa.

4.49.3 Interventi

Nelle aree circostanti Sassari i principali interventi finora effettuati sono stati finalizzati alla difesa della SS 131 in località Costa Chighizzu. In tale sito sono state installate barriere paramassi, sia deformabili che in pannelli metallici, e si è proceduto alla posa di reti radenti e ad interventi di disaggio/demolizione dei blocchi instabili. Tali interventi hanno permesso di ridurre il rischio, ma non consentono una completa messa in sicurezza della carreggiata della statale, soprattutto in caso di distacchi di ampie proporzioni. A tal fine occorrerebbe procedere alla realizzazione di una galleria artificiale, opera molto onerosa ma che, nel caso specifico, potrebbe essere giustificata dal fatto che la SS 131 rappresenta una delle principali vie di comunicazioni a livello regionale.



Foto 43 – Scarpate instabili costituite da calcari miocenici sovrastanti la SS 131

Interventi di minore rilevanza sono stati proposti, sempre nelle vicinanze di Sassari, a protezione di alcuni tratti di statale, con particolare riferimento alla SS 127. Sulla SS 200 sono state viceversa installate delle barriere paramassi in località Logulentu.

Nella zona di Argentiera, viceversa, si consigliano due modesti interventi a protezione della SP 18 e di alcune abitazioni facenti parte del villaggio minerario. Sarebbe inoltre opportuno di regolamentare gli accessi ad alcuni settori della spiaggia di Argentiera e di Porto Ferro.

Si rileva inoltre che, sulla variante al PAI presentata dal comune di Sassari, sono individuati alcuni tratti classificati Hg4 e Hg3 facenti parte dell'abitato. In tali settori non risulta vi siano frane in atto o quiescenti, e quindi probabilmente la loro classificazione deriva da elaborazioni della franosità potenziale. Nel dubbio detta classificazione è stata mantenuta ma, non essendovi evidenze di dissesti in atto o quiescenti, non è stato possibile definire degli interventi atti a mitigarli.

Interventi comune di Sassari		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090064_0023	SS 200 in località M.o Logulentu	€ 50.000
090064_0024	Costa Chighizzu, Scala di Giocca	€ 60.000.000
090064_0025	SS 127 loc. Domo Migheli	€ 150.000
090064_0026	Roccas de Santu Juane	€ 50.000
090064_0027	Argentiera	€ 40.000
Stima costi totale		€ 60.240.000

Tabella 43 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Sassari

4.49.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Sono pervenute 3 osservazioni, di cui 2 legate a siti specifici da parte di un privati e la terza di carattere generale presentata dal comune a parziale aggiornamento e integrazione della variante generale comunale presentata nel 2012.

Da parte della Provincia di Sassari sono pervenute osservazioni riguardo ai siti di impianti di gestione rifiuti autorizzati in località Scala Erre, Cazzalarga, La Landrigga, Li Laccheddi e Canaglia.

La prima osservazione presentata da privati riguarda una scarpata sita nei pressi di via Gioscari, oggetto, a seguito di dissesti recenti, di lavori di sistemazione a seguito dei quali si chiede il declassamento a fini edificativi. Il giudizio è che gli interventi pur mitigando il rischio non determinano una messa in sicurezza dell'area sufficiente da consentire una sostanziale riduzione della classe di pericolosità.

La seconda osservazione presentata da privati chiede la riduzione della fascia di salvaguardia a tergo della potente scarpata rocciosa sita nei pressi della località costa Chighizzu. In realtà la pericolosità di una congrua fascia a tergo di detta scarpata, per ampi tratti soggetta a distacchi e crolli, risulta evidente così come la necessità di prevedere una adeguata fascia di salvaguardia, pertanto le osservazioni sono state respinte.

Il comune infine ha presentato una nuova versione della variante associata ad una relazione che, per punti, procede ad una revisione critica della variante presentata in adozione preliminare.

Rimandando al relativo documento specifico di risposta alle osservazioni per i dettagli, nel complesso dette osservazioni sono state in massima parte accolte, tenendo conto che si tratta di rilievi effettuati a scala di maggiore dettaglio. La versione della variante approvata in via preliminare nell'ambito del presente studio è stata viceversa confermata in opposizione a quella comunale per alcune aree circoscritte, in ragione dell'adozione di criteri di maggiore cautela legati all'evoluzione di alcuni settori di falesia costiera e di alcune cornici rocciose.

Per gli impianti di gestione rifiuti, sulla base della documentazione presentata e delle verifiche di stabilità di dettaglio eseguite nelle aree adibite a discarica per il rilascio dell'autorizzazione come richiesto dal DLgs 36/2003, è stata assegnata una classe di pericolosità Hg1 alle aree oggetto di osservazioni.

4.50 Sedini

4.50.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Sedini è costituito da un altipiano solcato da profonde incisioni vallive. Sui bordi dell'altopiano e in corrispondenza di alcuni terrazzi leggermente sopraelevati sul livello di base dell'altopiano stesso sono presenti estese cornici rocciose, costituite da ignimbriti, calcari miocenici e andesiti da cui, anche in ragione del fatto che poggiano su complessi a marne, arenarie e tufi facilmente erodibili, si sviluppano ampie frane per crollo-ribaltamento. Tali cornici sono presenti sia sul versante meridionale dell'altopiano affacciato sulla valle del Coghinas, e qui sono costituite prevalentemente da calcari, sia sul versante settentrionale che domina la valle del riu Cuggiani, dove prevalgono le ignimbriti.

Sui versanti posti sotto il cimitero, nella fascia di alterazione formatasi sui complessi marnoso-arenacei, si è sviluppato recentemente un soil slip (segnalazione dell'Ufficio Tecnico Comunale); si tratta di processi che probabilmente si sviluppano abbastanza frequentemente sulla fascia mediana dei versanti, tuttavia quella in oggetto è l'unico evento di cui si abbia notizia certa. Sempre lungo i versanti possono rimobilizzarsi blocchi e massi provenienti dalle sovrastanti cornici rocciose e quindi facenti parte di accumuli di vecchie frane per crollo.

Infine si segnala la presenza nei calcari miocenici, soprattutto nell'area di insediamento storico del centro abitato, di cavità sotterranee sia artificiali che naturale, il cui collasso potrebbe portare alla formazione di voragini (tipo sinkhole) molto pericolose per uomini e strutture, anche se, per la verità, non si hanno segnalazioni di eventi verificatisi in passato.

4.50.2 Pericolosità ed elementi a rischio

I versanti sottostanti le cornici rocciose instabili sono stati perimetrati nelle classi di pericolosità Hg3 e Hg4, fino al fondovalle o alla prima evidente rottura di pendenza, così come le stesse fasce sono state estese per una quindicina di metri nell'area retrostante l'orlo delle scarpate. Nella definizione di tali aree si è tra l'altro fatto riferimento, per l'area di testata della valle del riu Baldana, alla documentazione fornita dal comune di Sedini relativamente alla fascia di potenziale caduta massi (Tav 05 "Carta dei fenomeni franosi" dello studio "Riperimetrazione delle aree a rischio di frana nell'area urbana di Sedini" - 2007).

Pertanto risultano a rischio di caduta massi o di estese frane per crollo ed eventi connessi alcuni settori dell'abitato storico di Sedini (zona via Mazzini-via Coghinas), compreso il cimitero e il depuratore, ampi tratti della SS 134, che a Nord, nel settore di punta Spinosa è chiusa al traffico dal 1995 a seguito di un ampio distacco di massi che ha investito la carreggiata, nonché strade secondarie, fabbricati rurali sparsi sul territorio, siti minori di interesse storico culturale e/o archeologico. Risultano inoltre inseriti nelle aree a pericolosità elevata alcuni tratti della rete elettrica ed acquedottistica che tuttavia sono poco vulnerabili alle frane per crollo.

Nel centro storico di Sedini si segnala la diffusa presenza di cavità sotterranee sia naturali sia artificiali di vecchia fattura, con conseguente possibilità di formazione di voragini per crollo/collasso della volta. Per tali ragioni l'intero nucleo storico dell'abitato è stato inserito nella classe Hg3, considerando la pericolosità equivalente a quella di un dissesto quiescente.

4.50.3 Interventi

Nel comune di Sedini di gran lunga l'area a rischio più elevata è quella posta alla base della cornice rocciosa che, sul culmine del versante sinistro del vallone del riu di Baldana, minaccia parte del centro storico, il cimitero e tratti della SS 134 (cfr. Foto 44).



Foto 44 – Vista della cornice rocciosa instabile presso l'abitato di Sedini per la cui stabilizzazione sono proposti alcuni interventi.

E' verosimile che, almeno nel tratto in cui la cornice calcarea insiste sul nucleo storico di Sedini, interventi di "pulitura" e disgaggio della parete rocciosa si siano ripetuti da lungo tempo, non solo per ragioni di sicurezza, ma anche per procurare materiale da costruzione. In ogni caso allo stato attuale risulta stabilizzato, attraverso la posa di chiodatura e reti paramassi radenti (oltre verosimilmente a interventi di disgaggio della parete) l'intero tratto di parete rocciosa compresa tra il cimitero e l'incrocio tra via Mazzini e via Roma.

E' stata inoltre realizzata una barriera paramassi in rete metallica su muro in calcestruzzo a protezione della SS 134 al km 7+650, in corrispondenza del versante meridionale di Monte Maltu. Si è proceduto infine alla posa di una rete radente lungo un breve tratto della scarpata della SS 134 (località Tanca Manna).

Dalla documentazione disponibile, non esaustiva, si ricava un costo complessivo per le opere realizzate nell'ultimo decennio di poco superiore al milione di Euro (IVA esclusa).

Pur tuttavia gli interventi finora realizzati debbono essere ulteriormente integrati in quanto non "coprono" integralmente le aree instabili della cornice rocciosa. In particolare occorre completare la messa in sicurezza della parete rocciosa nel settore che sovrasta il centro storico, inoltre è necessaria integrare la difesa della SS 134 minacciata dalla caduta massi provenienti da due ristrette porzioni isolate dei costoni rocciosi. Gli interventi proposti consistono nella pulizia delle pareti (disgaggio e demolizione dei blocchi instabili), nella stabilizzazione delle stesse ove necessario con imbracature e chiodature e, limitatamente a protezione della statale, nella posa di barriere paramassi in reti metalliche, per un valore complessivo stimato di circa 1 milione di Euro.

L'altro settore critico è costituito dal tratto di SS 134 minacciato dalle frane per crollo che si staccano dal monte Spinosa. Visto tuttavia che la gran parte dell'area in dissesto ricade nel comune di Castelsardo, la questione è stata affrontata nell'ambito della sezione dedicata a quest'ultimo comune.

Interventi comune di SEDINI (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090023_0002	SS 134 Località Costi di Salasgiu - Punta Spinosa	€ 22.000.000*
090065_0011	Centro abitato di Sedini e strada statale SS 134 in direzione Bulzi	€ 1.000.000
Stima costi totale		€ 1.000.000

Tabella 44 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Sedini (SS) e stima di massima dei costi (*l'intervento è stato conteggiato per il comune di Castelsardo, in gran parte ivi ricadente).

4.51 Semestene

4.51.1 Principali aree in dissesto

Il territorio comunale è divisibile in due parti distinte in funzione delle caratteristiche del territorio. Il settore meridionale è parte dell'altopiano di Campeda. Si tratta di una superficie debolmente ondulata, a substrato roccioso (basalti) senza problemi di stabilità se non ai margini dell'altopiano stesso.

Il settore settentrionale comprende la scarpata che delimita da Nord l'altopiano di Campeda e il bacino del riu sa Orta, costituito da una serie di fondovalle alluvionali relativamente ampi, delimitati da rilievi collinari a sistemi di terrazzi sovrapposti impostati prevalentemente sui calcari miocenici di Mores.

I principali dissesti si sviluppano a partire dalle cornici rocciose in basalto poste sui bordi dell'altopiano. Secondariamente frane per crollo di potenza ed estensione molto più limitata possono svilupparsi anche dalle cornici rocciose, per lo più calcaree, formatesi lungo i rilievi collinari della valle del riu sa Orta e affluenti.

4.51.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Nella definizione della pericolosità è stata ripresa, con qualche modifica, la variante al PAI presentata recentemente dal comune. In particolare è stata confermata senza modifiche rilevanti sia la valutazione della pericolosità della cornice rocciosa posta sull'orlo dell'altopiano di Campeda, che minaccia una strada comunale recentemente oggetto di interventi di adeguamento, sia l'area dell'abitato e zone circostanti. In accordo con le tesi della variante si ritiene che il centro abitato sia stato edificato in una zona sicura, e che quindi non vi siano problemi legati alla stabilità dei versanti. Per quanto riguarda le aree non edificate che costituiscono i rilievi collinari della valle del riu sa Orta è stato viceversa privilegiato un approccio maggiormente cautelativo nella valutazione delle scarpate di terrazzo che si sviluppano lungo i rilievi collinari, a per le quali si propone generalmente l'attribuzione alla classe Hg2. Per altro tali valutazioni sono rafforzate, nel settore compreso tra il riu sa Orta e l'orlo dell'altopiano di Campeda, dal fatto che tale area è stata

percorsa da un vasto incendio, che ha sicuramente peggiorato le condizioni di stabilità dei versanti boscati, e di cui tuttora sono visibili gli effetti.

Risultano inseriti nelle aree a pericolosità elevata, inoltre, alcune aree archeologiche (si tratta per lo più delle fasce di rispetto dei nuraghe edificati sull'orlo dell'altopiano di Campedda, un breve tratto di provinciale (senza tuttavia necessità di interventi immediati, e un breve tratto di rete acquedottistica.

Il calcolo dell'instabilità potenziale restituisce una classe "forte" per i principali fondovalle, coperti da coltri eluvio-colluviali. Trattandosi di aree sub-pianeggianti si ritiene, in accordo con gli esiti della variante comunale, che a tale instabilità non corrisponda, per ragioni morfologiche e fisiche, a una pericolosità reale.

4.51.3 Interventi

Gli unici interventi censiti riguardano la stabilizzazione di una tratto della strada comunale che sale verso l'altopiano di Campeda. Proprio il tratto terminale della salita, in prossimità della rampa di uscita sull'altopiano, è soggetta sia a frane per crollo che a scivolamenti della coltre superficiale. Per tali ragioni sono in fase di realizzazione una serie di interventi sia di stabilizzazione del versante (muri a secco, imbracature, reti radenti leggere) sia di regimazione delle acque di piattaforma.

Non essendo state rilevate particolari criticità su centro abitato e vie di comunicazioni principali, non sono stati proposti ulteriori interventi.



Foto 45 – Muro a secco in massi a protezione della strada comunale in località Badde Mala

4.51.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune in sede di osservazioni ha ripresentato lo Studio di compatibilità geologica-geotecnica per l'intero territorio comunale ai sensi dell'art. 8, comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI., inviato all'ADIS nell'ottobre 2013, chiedendo di tenerlo nella dovuta considerazione. In realtà, come già riportato sopra, la variante adottata in via preliminare ricalca tale studio, già noto, salvo modeste e circoscritte modifiche. Pertanto visto che le osservazioni non introducono ulteriori elementi di valutazioni, la variante in adozione è stata confermata senza ulteriori modifiche.

4.52 Sennori

4.52.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Sennori insiste su un'area collinare in cui il reticolo idrografico ha inciso un vasto altopiano posto 200-300 m di altitudine. Il substrato è caratterizzato essenzialmente dalla presenza di calcari (formazione di Mores) e calcari marnosi (Formazione di Borutta) miocenici, oltre che, in minor misura, da complessi detritici a principale componente andesitica (unità di Osilo), sempre miocenici. I dissesti più rilevanti si formano in corrispondenza delle cornici rocciose formatesi sui calcari della formazione di Mores, dissesti che interessano anche il centro abitato. Locali frane si possono anche sviluppare, ma con minore frequenza, sui calcari marnosi e sui complessi detritici.

Escludendo i valloni disabitati che si sviluppano soprattutto nelle aree al confine con Osilo, il settore maggiormente soggetto a dissesti corrisponde all'area del centro abitato. Sennori infatti si è sviluppata a cavallo di una valle incisa nei calcari della formazione di Mores e di Borutta. Pertanto all'interno dello stesso centro abitato sono presenti pareti rocciose soggette a distacchi di blocchi singoli e frane per crollo. E' inoltre probabile che nell'area del centro abitato sia presenti cavità sotterranee di origine sia naturale che artificiale. Infatti il cedimento di un locale ipogeo, probabilmente di origine nuragica, ha provocato in tempi relativamente recenti la formazione di una voragine nelle vicinanze del municipio.

4.52.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In linea di massima nella definizione della pericolosità si è fatto riferimento alla variante del PAI recentemente approvata su proposta del comune. Modeste correzioni hanno riguardato essenzialmente l'interpretazione dell'estensione dall'area di caduta di potenziali frane per crollo, con localizzati incrementi delle fasce Hg3 e Hg4 fino alla base dei versanti sottostanti le pareti rocciose che costituiscono le potenziali aree di distacco. Tali correzioni hanno comunque riguardato versanti localizzati in aree agricoli o naturali non urbanizzate. Si è inoltre proceduto alla delimitazione di un'area di rispetto da 15 m a tergo di alcune delle scarpate poste nel centro abitato, in coerenza con la metodologia applicata.

Per quanto riguarda gli elementi a rischio essi sono concentrati all'interno dell'abitato ed in particolare nelle zone di via Lazio, via Roma, via C. Battisti e del Municipio. In particolare in via Lazio e via Roma il distacco di massi può investire le abitazioni sottostanti le pareti rocciose. In via Battisti il rischio è collegato essenzialmente all'arretramento della scarpata rocciosa, con coinvolgimento delle abitazioni costruite nei pressi del ciglio della parete instabile. Infine l'area del municipio, con particolare riferimento alla pertinenze piuttosto che al fabbricato in se stesso, oltre ad essere soggetto alla possibile caduta di blocchi dalle scarpate sovrastanti è stata interessata in passato dall'apertura di una voragine legata al collasso di una cavità sotterranea.

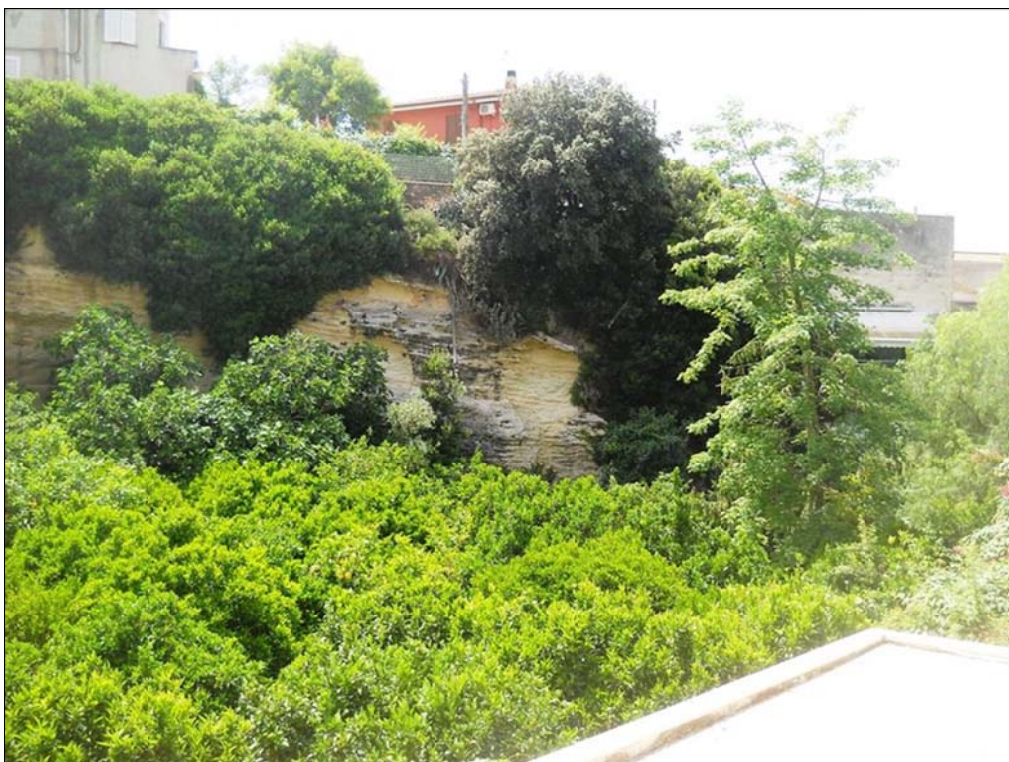


Foto 46 – Vista la scarpata sottostante la zona di via C. Battisti.

4.52.3 Interventi

Le aree in dissesto all'interno del centro abitato sono state già in passato oggetto di sistemazioni, ed in particolare:

- in via Roma si è proceduto alla realizzazione di muri di sostegno e, recentemente, di barriere paramassi;
- in via Lazio sono state posate delle reti radenti e sono stati realizzati dei muri di contenimento.

Le schede di intervento proposte nell'ambito della variante del PAI prevedono di integrare gli interventi già messi in opera con ulteriori pose di reti radenti, chiodature, barriere paramassi. Per la zona del municipio si propone inoltre di realizzare un sistema di drenaggio delle acque superficiali, mentre nell'area di via C. Battisti è individuata quale soluzione progettuale la realizzazione di muri fondati su pali.

Al di fuori dell'abitato quale unico sito di intervento è prevista la messa in sicurezza della strada che conduce alla Funtana sa Conza. Tale strada transita infatti lungo una scarpata rocciosa costituita da calcari miocenici ed è quindi soggetta sia alla caduta di blocchi e massi sia, potenzialmente, al collasso della carreggiata per crollo generalizzato della cornice rocciosa. In questo caso sono previsti interventi di vario genere tra cui chiodature, drenaggio delle acque superficiali, eventuali opere di sostegno ecc. Per quanto riguarda la situazione della strada della Funtana sa Conza si rileva tuttavia che è probabilmente possibile ottenere una ragionevole riduzione del rischio regolamentando l'accesso alla strada, tenuto conto si tratta di una via di comunicazione secondaria e che, per contro, anche con il dispiego di abbondanti risorse difficilmente è possibile pervenire ad una completa messa in sicurezza del sito. E' probabilmente opportuno, viceversa, concentrare gli interventi all'interno del centro urbano dove si ha un rischio complessivo molto più elevato.

Vista la notevole documentazione presentata dal comune che interessa tutti i principali siti a rischio, non si ritiene di proporre ulteriori interventi.

Interventi comune di SENNORI (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090067_0017	Municipio	€ 1.700.000
090067_0017	Via Lazio	€ 500.000
090067_0017	Via C. Battisti	€ 500.000
090067_0018	Via Roma	€ 400.000
090067_0019	Funtana sa Conza	€ 700.000
Stima costi totale		€ 3.800.000

Tabella 45 - Interventi di mitigazione del rischio da frana definiti dal comune di Sennori (SS) e stima di massima dei costi (dalle schede interventi del comune di Sennori).

4.52.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune ha presentato delle osservazioni con il supporto tecnico della Lithos s.r.l, che nella sostanza chiedono una adesione totale alla variante al PAI relativa all'intero territorio comunale e adottata in via definitiva dal Comitato Istituzionale dell'ADIS nel febbraio 2012.

Le osservazioni pervenute si limitano a ribadire il dettaglio e la superiore validità della variante redatta dal comune, senza tuttavia apportare alcun ulteriore elemento tecnico oltre a quelli già noti da tempo. Pertanto, pur non mettendo in dubbio la validità di detto studio e confermandone l'adozione salvo circoscritte e limitate modifiche, in assenza di elementi nuovi e anche alla luce di ulteriori accertamenti condotti nell'area del concentrico comunale; in generale pertanto non si ravvisano ragioni per accogliere le richieste contenute nelle osservazioni, che comporterebbero in alcune aree specifiche una non sufficientemente motivata riduzione in classe e superficie delle aree di pericolosità da frana.

Nello specifico, tuttavia, a seguito di sopralluoghi di verifica effettuati nel dicembre 2014 si è proceduto ad una riduzione parziale, in termini di estensione e grado di pericolosità, della fascia corrispondente alla scarpata di terrazzo sita nei pressi di via Allende, accogliendo pertanto in parte, per tale area, le osservazioni presentate dal comune.

4.53 **Siligo**

4.53.1 Principali aree in dissesto

Siligo presenta un territorio subpianeggiante o debolmente ondulato impostato su marne e calcari miocenici (formazioni di Borutta e Mores in prevalenza). Da tale piana si alzano dei rilievi vulcanici costituiti da parti residuali di un altopiano isolato dai processi di modellazione del territorio. Si tratta in particolare del Monte Mannu, del Monte Santo e, soprattutto, del monte Pelau.

Anche sulla base delle dettagliate schede fornite dall'Ufficio Tecnico Comunale, i dissesti sono riconducibili essenzialmente a due tipologie, ovvero frane per crollo a partire da cornici rocciose vulcaniche o, in minor

misura, calcaree e frane per scivolamento/colata sulle coltri di alterazione dei complessi marnosi. Alla prima tipologia sono sicuramente riconducibili i dissesti che si sviluppano lungo i rilievi montani sopra elencati e, soprattutto, quelli che hanno origine dal monte Pelau, dei secondi si ricorda in particolare i movimenti osservati sul versante retrostante l'abitato, con particolare riferimento alla zona di Funtana s'Abbadorzu.

Scarpate instabili impostate viceversa sui calcari sono state osservate lungo la strada che collega in centro comunale a Banari.

4.53.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Sulla base delle segnalazioni dell'Ufficio Tecnico Comunale, del censimento IFFI e delle osservazioni in sito sono stati classificati in Hg4 i tratti apicali dei versanti che scendono dalle pendici del monte Pelau (confermando sostanzialmente le perimetrazioni del PAI vigente) così come la zona di fontana s'Abbadorzu, in cui, oltre alle summenzionate segnalazioni sono state osservate fratture di tensione su un versante ubicato subito a monte della località Domo Porri. In tale area sono presenti alcune abitazioni isolate e transita la SP 80. Di per se stesso, invece, il nucleo storico del paese appare sicuro, essendo realizzato su una spalla che si stacca dalla linea dei versanti del monte Pelau e quindi al di fuori dei campi di caduta delle frane per crollo a cui, invece, sono soggetti alcuni tratti della SP 23 nel settore di collegamento con Bessude.

Risulta inoltre soggetta a caduta massi la SP 41 bis, in prossimità del tratto di collegamento con Banari, nonché tratti di rete acquedottistica ed elettrica (poco vulnerabili però alle frane per crollo) alcune aree archeologiche minori sparse per il contado.

La carta dell'instabilità potenziale segnala estese aree di pianura ad instabilità "forte", caratterizzati dalla presenza di terreni fini, a cui non corrisponde una pericolosità reale, in relazione alla bassissima pendenza del territorio. In relazione invece agli incendi si rileva che, a parte alcune aree subpianeggianti, il resto dei territori interessati dalle fiamme erano già stati delimitati come pericolosi su basi geomorfologiche.

4.53.3 Interventi

L'intervento di gran lunga più importante fra quelli segnalati è consistito nella realizzazione di barriere paramassi deformabili a protezione della SP 23 in località Funtana Calchinada.



Foto 47 – Barriere paramassi deformabili a protezione della SP 23 – A tergo le scarpate rocciose instabili.

Nella zona di fontana s'Abbadorzu sono noti interventi limitati di sistemazione tra cui soprattutto muri di sostegno (di cui uno verosimilmente su palificate), ed inoltre muretti a secco e un breve tratto di fosso sistemato con briglie in legno. Si tratta tuttavia di un'area in cui sono evidenti i segni non solo di dissesti localizzati ma più in generale di un generale stato di disordine idrogeologico (ad esempio una delle strade che risale il versante è impostata sull'alveo del fosso sistemato con le briglie). Tale condizione richiederebbe la realizzazione di uno studio di dettaglio con l'obiettivo, tra l'altro, di individuare e monitorare i settori di versante in movimento, comprendente anche, nel caso, l'installazione di inclinometri.

Sono stati proposti infine dei limitati interventi di messa in sicurezza della SP 41 bis nel tratto in cui è potenzialmente soggetta alla caduta di massi.

Interventi comune di SILIGO (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090068_0064	Fontana s'Abbadorzu - Domo Pori	€ 50.000
090068_0066	Barai	€ 50.000
Stima costi totale		€ 100.000

Tabella 46 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Siligo (SS) e stima di massima dei costi.

4.54 Sorso

4.54.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Sorso occupa una vasta fascia costiera caratterizzata da una morfologia pianeggiante o debolmente ondulata, con ampio sviluppo di lagune costiere. Ne consegue che i problemi di natura idrogeologica legati allo sviluppo di frane sono limitati a situazioni circoscritte.

In particolare il tratto di costa prossimo al confine con Castelsardo, settore Marritza – Villa Doro presenta una superficie terrazzata, posta a circa 10-20 m s.m., collegata alla riva del mare tramite una falesia costiera impostata essenzialmente su arenarie pleistoceniche (eolianiti). Si tratta pertanto di complessi in cui risulta particolarmente efficace l'erosione marina al piede e delle acque di pioggia sulle superfici non vegetate, con conseguente relativamente rapido arretramento della scarpata e sviluppo di frane per crollo a grossi blocchi.



Foto 48 – Falesia costiera in località Marritza, alla base evidenti accumuli di frane per crollo

In secondo luogo limitati rischi si instabilità solo legati alla potenziale instabilità di una serie di scarpate di terrazzo fluviale che si sviluppano in particolare al confine con il comune di Ossi. Una di queste per altro delimita ad Est il centro comunale.

4.54.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per quanto riguarda la pericolosità è stata ripresa integralmente quella definita nella recente proposta di variante al PAI del comune, attualmente in fase di approvazione. Rispetto a tale variante vengono proposte due sole limitate modifiche:

- un'estensione di circa 150 m del tratto di falesia costiera in località Marritza classificato in Hg3, al fine di comprendere un tratto di scarpata non edificato che, pur di modesta altezza, presenta condizioni di instabilità significative;
- un ampliamento della fascia in Hg3 presso la scarpata di terrazzo che delimita da Est l'abitato di Sorso. Infatti, probabilmente per un refuso, l'area in dissesto descritta nella scheda interventi della variante del PAI presentata dal comune, nella carta della pericolosità della stessa variante ricade, incoerentemente, in classe di pericolosità Hg0 (in proposito si veda anche il paragrafo successivo).

Risulta inoltre inserita nelle aree a pericolosità elevata un lungo tratto di rete elettrica nel settore settentrionale del comune. Si ricorda tuttavia a questo proposito che le reti elettriche presentano una modesta vulnerabilità alle frane per crollo.

In accordo con quanto proposto nella variante non sono state considerate le aree di piana costiera teoricamente ad instabilità potenziale "forte" in ragione della bassissima pendenza del territorio.

4.54.3 Interventi

Nella variante del PAI presentata dal comune sono individuate due aree di intervento, corrispondenti alle aree instabili già descritte nei paragrafi precedenti.

Per l'area Marritza-Villa Doro la scheda propone interventi risagomatura e stabilizzazione delle falesie con tecniche di ingegneria naturalistica; si ritiene che tali interventi, nei tratti in cui sono direttamente minacciate alcune ville realizzate in prossimità dell'orlo della scarpata, debbano essere integrate dalla posa di scogliere in massi, onde contrastare i processi di erosione marina al piede, che gli interventi previsti nella scheda non paiono sufficienti a contrastare.

Per la scheda in variante PAI riferita alla zona di via Silvio Pellico si ravvisano, viceversa, delle incongruenze. L'area in oggetto corrisponde infatti alla scarpata di terrazzo che contorna l'abitato da Est. Tale area, classificata nel PAI vigente in Hg4 non presenta apparentemente segni macroscopici di dissesto. Nella banca dati IFFI è in effetti catalogato un dissesto legato, come è visibile dalle foto di detta banca dati, all'apertura di alcune modeste crepe in strutture secondarie (scale, muretti ecc.) annesse ad alcuni dei fabbricati siti sul lato orientale di via S. Pellico. Per altro non sembra che il fenomeno abbia avuto ulteriori evoluzioni, tanto che dai sopralluoghi non è stato possibile osservare nulla di rilevante, né tanto meno è stato possibile accertare se tali fratture dipendono da un vero e proprio dissesto o se sono semplicemente degli assestamenti del terreno.

Per contro nella scheda interventi del PAI si illustra la necessità di stabilizzare una scarpata derivante dall'erosione al piede operata da un fosso secondario che scorre nella valle sottostante. Grazie alla foto allegata alla scheda, tale scarpata è stata individuata con sicurezza nel corso dei sopralluoghi, ma all'altezza di via Fiorentina, circa 250 m a valle di via S. Pellico, e comunque a distanza apparentemente di sicurezza rispetto ai più vicini fabbricati dell'abitato. Si ritiene pertanto che la scheda interventi debba essere meglio circostanziata, anche perché l'intervento proposto (realizzazione di una berlinese), decisamente oneroso, non avrebbe alcun effetto sull'area di via S. Pellico e, per contro, pare difficilmente giustificabile per la sola difesa dei terreni agricoli posti a tergo della scarpata instabile, gli unici attualmente minacciati dal dissesto.

Si concorda viceversa sulla proposta della variante al PAI di declassare l'intera area in oggetto da Hg4 ad Hg3, con possibilità, in assenza di movimenti, di ulteriori declassamenti nei futuri aggiornamenti del PAI.

Interventi comune di SORSO (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090069_0015	Scogliera di Marritza - Villa Doro	€ 2.350.000
090069_0016	Abitato di Sorso – Via S. Pellico	€ 600.000
Stima costi totale		€ 2.950.000

Tabella 47 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Sorso (SS) e stima di massima dei costi (in rilevante parte derivanti dalle schede interventi allegate alla variante del PAI).

4.55 Stintino

4.55.1 Principali aree in dissesto

Le aree instabili nel comune di Stintino coincidono con la falesia che segue con continuità il tratto di costa rivolto verso occidente. Tale falesia, avente un'altezza variabile da una decina a poco meno di un centinaio di metri di altezza, presenta una franosità diffusa, essenzialmente per crollo delle pareti rocciose scalzate alla base dal moto ondoso ed erose in superficie dalle acque di pioggia (la presenza di venti salmastri intensi influisce negativamente sullo sviluppo della vegetazione sia erbacea che arbustiva-arborea).

4.55.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per quanto riguarda la pericolosità è stata ripresa sostanzialmente senza modifiche quella definita nella variante al PAI del comune di Stintino. L'unica variazione significativa è costituita da una modestissima espansione della fascia in Hg4 nei pressi di punta Falcone – via La Pelosa, anche in coerenza con la scheda interventi riportata nella variante del PAI stessa. La sola area ad elevata pericolosità è quindi rappresentata dalla falesia che insiste sulla costa occidentale, classificata essenzialmente in Hg4, che a tratti è stata estesa di 15 m a tergo della scarpata principale in coerenza con la metodologia adottata nell'ambito del presente lavoro.

La restante parte del territorio comunale è pianeggiante o debolmente ondulato e pertanto presenta una bassa propensione allo sviluppo di dissesti di natura gravitativa. Per tali ragioni, in coerenza con la variante comunale, non sono stati considerati i ripiani terrazzati ad instabilità potenziale "forte" per la presenza di coltri superficiali a componente argillosa, ma caratterizzate da bassissima pendenza e totale assenza di segni di dissesti di natura gravitativa.

Si segnala infine un vecchio sito di cava, sito circa 1,5 Km ad Ovest del borgo di San Nicola che, in coerenza con il metodo PAI è stato classificato in Hg3. Nella carta degli elementi a rischio è classificato come discarica di inerti anche se, anche dalla documentazione fotografica recente non si evidenzia la presenza di infrastrutture normalmente connesse a tali attività. Per tali motivi la classificazione Hg3 è stata mantenuta, fatta salva la comunicazione di un effettivo cambio di utilizzo autorizzato del sito.

4.55.3 Interventi

Si confermano gli interventi individuati nella scheda della variante del PAI (richiesto finanziamento di 300.000 €) e riguardanti la messa in sicurezza di un paio di fabbricati ad uso residenziale edificati in via la Pelosa. Tali

aree sono minacciate dal distacco di blocchi da sovrastanti pareti rocciose, di limitata estensione ma molto fratturate.



Foto 49 – Vista del versante instabile con sottostanti fabbricati nella zona di via la Pelosa.

4.55.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune ha presentato nella forma di osservazione una revisione della variante presentata, sempre dallo stesso ente, nel 2012, ed utilizzata in forma pressoché integrale nella redazione della cartografia tematica e della pericolosità del presente lavoro. Le osservazioni del comune, frutto di ulteriori approfondimenti condotti dalla Lithos s.r.l. sono state sostanzialmente accolte, salvo confermare la perimetrazione in adozione per alcuni siti circoscritti posti a tergo delle falesie rocciose della costa occidentale.

4.56 Tergu

4.56.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Tergu è situato in un'area interna di altopiano, debolmente ondulata, per lo più senza problemi di pericolosità geologica, fatta salva la zona di Cardedu-Monte Elias posta ai margini settentrionali dell'altopiano stesso e comprendente la testata dell'incisione valliva del riu di Spirito, soggetta, in particolare sul versante in destra idrografica, al rischio di caduta massi a partire da cornici rocciose costituite da vulcaniti (andesiti e ignimbriti). Altre area potenzialmente interessata dal distacco di massi, di estensione decisamente ridotta, si trova più a sud, in corrispondenza del versante meridionale del M. Lestro, presso il monte Eri, nella zona di P.ta Maggiore e P.ta di li Banditi, in cui sono possibili crolli da una serie di modesti affioramenti, costituiti per lo più da vulcaniti terziarie poste su versanti ad elevata pendenza.

4.56.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In linea generale abitati e infrastrutture sono posti sull'altopiano in aree stabili in relazione al rischio di dissesti di natura gravitativa, tuttavia alcuni fabbricati rurali, sia nella zona di Cardedu sia in quella di M. Lestro, sono poste subito a tergo di scarpate potenzialmente instabili, all'interno della fascia che può essere potenzialmente interessata, nel medio e lungo termine, da processi di arretramento dell'orlo del versante instabile, e quindi ricadono cautelativamente nelle aree a classe di pericolosità Hg3. Ricadono poi nelle fasce a pericolosità elevata alcune aree archeologiche minori sparse nel contado e alcuni tratti di rete elettrica, per altro in genere poco vulnerabili alle frane per crollo.

Ampie aree costituite da settori di altopiano coperti da coltri eluvio-colluviali ubicate nella porzione occidentale del territorio comunale risulta soggette ad un'instabilità potenziale "forte" a cui tuttavia non corrisponde una pericolosità reale vista la modestissima pendenza dei versanti.

4.56.3 Interventi

Premesso che il comune di Tergu ha risposto tramite restituzione della scheda censimento dissesti che "Non sono stati rilevati fenomeni franosi" nel territorio comunale, si è ritenuto non siano necessari interventi di stabilizzazione dei versanti a rischio, visto che non risulta siano in pericolo immediato i pochi fabbricati posti nelle aree in classe di pericolosità Hg3, ferma restando l'opportunità di procedere a verifiche periodiche dell'evoluzioni dei processi di arretramento delle scarpate che potenzialmente potrebbero minacciare alcuni fabbricati rurali nella zona di Cardedu e M. Lestro.

4.57 **Thiesi**

4.57.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Thiesi comprende da Est verso Ovest: una porzione moderatamente acclive delle pendici del Monte Pelau, un ripiano terrazzato impostato su calcari miocenici su cui è stato edificato l'abitato principale, un'ampia piana interna, un'area, pressoché disabitata, di altopiano vulcanico a superfici sovrapposte e collegate da ripidi versanti.

I dissesti sono costituiti nella quasi totalità da frane per crollo, che si originano dal distacco da cornici rocciose poste sull'apice dei versanti dei terrazzi. Le cornici possono essere costituite a loro volta da calcari miocenici (zona dell'abitato) o da ignimbriti, daciti o altre vulcaniti nel settore occidentale del territorio comunale.

4.57.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In genere i versanti instabili sono stati classificati in Hg3, quelli relativamente meno acclivi in Hg2. Le zone di altopiano poste nel settore occidentale del comune sono sicuramente sede di dissesti ma si tratta di aree disabitate per lo più destinate al pascolo o occupate da boschi.

Pertanto le principali aree a rischio sono poste sulle scarpate di terrazzo che contornano l'abitato. L'area urbana, tuttavia, è posta sopra il terrazzo e quindi in posizione intrinsecamente sicura, fatti salvi i pochi fabbricati realizzati proprio sull'orlo delle scarpate, inseriti precauzionalmente in fascia Hg3. Si segnala a

questo proposito che le scarpate di terrazzo nel PAI vigente sono suddivise in parti attribuite a classi di pericolosità variabile, da Hg2 a Hg4. Considerato che non sono stati esplicitati i criteri di tali distinzioni, ne vi sono evidenze morfologiche che li giustificano, si è deciso di uniformarli alla classe Hg3.

Ne consegue che le uniche aree a rischio di una certa rilevanza sono un tratto della SS 131 bis all'ingresso dell'abitato, minacciato dalla presenza di una sovrastante cornice rocciosa e un tratto della strada che scende al depuratore comunale, anch'essa soggetta a frane per crollo. Rientrano per altro nelle aree a pericolosità elevata alcuni siti archeologici secondari nonché dei tratti di rete elettrica, per altro scarsamente vulnerabili alle frane per crollo.

Si precisa che il comune di Thiesi ha segnalato un dissesto in località Lados sulla SP 50. Dalle verifiche si è appurato che, tuttavia, la frana era avvenuta nel territorio comunale di Cheremule al cui capitolo si rimanda per al relativa descrizione.

In relazione all'instabilità potenziale di alcune aree interessate dalla presenza di falde di detrito o complessi argillosi si puntualizza che tali indicazione trovano riscontro nella carta della pericolosità solo in presenza di pendenze sufficienti a consentire una mobilitazione dei terreni interessati oppure ove erano presenti segni anche indiretti di movimenti. In effetti spesso i complessi argillosi corrispondono a coltri eluvio-colluviali su fondovalle pianeggianti e le coltri detritiche sono, sovente, stabilizzate, con pendenze soprattutto alla base dei versanti nettamente inferiori ad un pur ipotetico angolo di attrito interno.

4.57.3 Interventi

Sono stati individuati due interventi principali messi in opera, rispettivamente, a difesa della SS 131 all'ingresso dell'abitato (muro in pietra con vallo paramassi) e presso la strada che dal centro abitato scende al depuratore ove sono state poste in opera delle barriere paramassi deformabili. In assenza di segnalazioni del comune (a parte la già ricordata frana sulla SP 50 che tuttavia ricade nel territorio di Cheremule) e di ulteriori evidenze non sono stati proposti interventi. Si consiglia comunque di tenere sotto controllo la fascia di terreno posto subito a tergo delle pareti rocciose che contornano da Ovest l'abitato, onde procedere agli opportuni interventi nel caso in cui dovessero riprendere i processi di arretramento della scarpata.



Foto 50 – Barriere paramassi deformabili a protezione della strada che scene al depuratore comunale.

4.58 Tissi

4.58.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Tissi dal punto di vista geomorfologico può essere suddiviso in due settori, quello settentrionale costituito da ripiani terrazzati separati da valli profondamente incise, su cui è edificato il centro comunale e sono presenti le principali aree urbanizzate e quello meridionale, collinare e occupato quasi esclusivamente da aree agricole. Il substrato è costituito prevalentemente da marne mioceniche, tuttavia, sulla superficie dei ripiani terrazzati affiorano diffusamente dei complessi francamente calcarei, anch'essi miocenici, che formano una serie di pareti rocciose instabili all'apice della scarpata di terrazzo. Proprio a queste ultime forme sono legati i principali dissesti, rappresentati per lo più da frane per crollo. Localmente, sui versanti, possono svilupparsi scivolamenti delle coltri superficiali o più generici processi erosivi all'interno dei terreni formati per alterazione dei complessi marnosi.

4.58.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggiore pericolosità, classificate al più in Hg3 in quanto non sono giunte notizie di dissesti attivi in tale comune, sono concentrate sulle scarpate di terrazzo dotate di cornici rocciose instabili. I versanti collinari più acclivi e le scarpate i terrazzo prive di significativi affioramenti rocciosi sono state inserite nella classe Hg2.

Rispetto a quanto previsto dal PAI vigente in relazione alle scarpate di terrazzo, che attribuisce la classe Hg4 alle cornici rocciose e la Hg1 o Hg2 ai versanti sottostanti, si è proceduto, come da metodologia applicata

diffusamente in tale lavoro, ad uniformare detti versanti in classe Hg3 tenendo conto da un lato dell'effettiva area di caduta dei massi, dall'altro dell'assenza di segnalazioni di dissesti recenti.



Foto 51 – Scarbate rocciose potenzialmente instabili sottostanti la zona di via Italia

Per quanto riguarda gli elementi a rischio per lungimiranza o fortuna le aree edificate sono situate essenzialmente al sicuro sui ripiani terrazzati, tuttavia l'espansione del centro abitato ha portato a spingere l'urbanizzazione fino sul ciglio delle scarpate di terrazzo, senza rispettare sempre una fascia minima di rispetto per prevenire eventuali arretramenti dell'apice delle pareti rocciose instabili. Vi sono poi alcune strade secondarie o interpoderali a rischio su cui si può prevedere una regolamentazione degli accessi, nonché tratti di reti elettriche (per altro poco vulnerabili alle frane per crollo) e siti archeologici minori sparsi nel contado.

Alcune aree su substrato marnoso a modesta pendenza, teoricamente a instabilità potenziale forte, non sono state considerate nella delimitazione delle aree di pericolosità per la scarsa pendenza e l'assenza di segni di movimenti.

4.58.3 Interventi

In passato sono stati effettuati (cfr. segnalazioni del Genio civile di Sassari) degli interventi ad uso promiscuo, di difesa dal rischio idrogeologico ma anche di riqualificazione urbanistica. Si tratta essenzialmente di muri di sostegno le cui doppie finalità portano a non considerarli interventi di difesa idrogeologica in senso stretto (si veda ad esempio la realizzazione del parco in via Brigata Sassari). In ogni caso le aree oggetto di tali lavori appaiono attualmente stabili.

Da quanto emerso dalle indagini non vi sono elementi a rischio significativo soggetti a pericoli immediati, pertanto non sono stati proposti interventi. Si consiglia tuttavia di tenere sotto controllo le aree del centro

abitato poste nelle immediate vicinanze delle scarpate instabili (in particolare via Morandi, via Berlinguer, via Italia), in modo da poter intervenire con sufficiente tempestività nel caso in cui vi dovesse essere un'improvvisa accelerazione dei processi di arretramento delle scarpate rocciose instabili.

4.58.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune ha presentato un'osservazione in forma di studio di compatibilità geologica-geotecnica del PUC, redatto ai sensi dell'art. 8 delle norme di attuazione del PAI.

Si è quindi proceduto ad una revisione e integrazione della carta della pericolosità della presente variante recependo gran parte delle indicazioni proposte dalla variante comunale. Le osservazioni sono pertanto accolte in larga misura, anche se su alcuni aspetti la versione finale della carta della pericolosità differisce da quanto riportato nello studio del comune. Si è proceduto inoltre ad un coerente aggiornamento della carta geomorfologica e dei dissesti

4.59 **Torralba**

4.59.1 Principali aree in dissesto

Il territorio comunale di Torralba è costituito da una piana interna a tratti terrazzata. Tali terrazzi sono incisi nel substrato costituito da calcari miocenici o vulcaniti (per lo più basalti). Dissesti di natura gravitativa si sviluppano essenzialmente sulle scarpate di terrazzo, si tratta di frane per crollo derivanti dal collasso di pareti rocciose, o frane per scivolamento colata dei depositi di copertura.

4.59.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggiore pericolosità non comprendono aree urbanizzate, linee di comunicazioni di qualche rilevanza, ma solo terreni agricoli, incolti o aree naturali.

Nel PAI vigente le cornici rocciose che si sviluppano ai margini dei ripiani terrazzati sono state inserite in classe Hg4. In tali casi si propone di declassare dette aree in Hg3 (non essendovi evidenze o notizie di dissesti recenti) estendendo però l'area a rischio fino ai piedi dei versanti e quindi a coprire il presumibile campo di caduta dei massi. Lungo la SS 131 erano inoltre indicate delle fasce classificate in Hg4 relative a tratti di carreggiata in trincea con scarpate soggette a problemi di erosione. Tali fasce sono state eliminate sia in quanto a seguito della realizzazione di interventi sembra si sia ovviato al problema sia, soprattutto, perché si tratta di problemi di manutenzione straordinaria delle scarpate della statale e non di dissesti di interesse per la pianificazione.

Da segnalare la presenza esposta degli edifici religiosi di S. Antoni, edificati sull'orlo di una scarpata rocciosa modellata nei calcari miocenici. In questo caso non si ritiene necessario intervenire, almeno per ora, tuttavia è opportuno tenere la situazione sotto attento controllo per prevenire un'eventuale ripresa dell'evoluzione della scarpata.

L'instabilità potenziale "forte" di ampie aree di pianura presenti all'interno del territorio comunale non trova riscontro né nelle pendenze, molto basse, né nella morfologia del territorio da cui non emergono segni anche indiretti di movimento. Gli incendi che hanno colpito estese aree del territorio comunale, non hanno

comportato modificazioni significative nella stabilità complessiva del territorio da essi percorso, occupato in netta prevalenza da pascoli e cespuglieti radi in grado di rigenerarsi in breve tempo.

4.59.3 Interventi

Non sono noti né sono proposti interventi.

4.60 Tula

4.60.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Tula è caratterizzato nel settore centro settentrionale dal complesso metamorfico (paragneiss, micascisti e quarziti). A sud dell'abitato di Tula si rinviene la successione marina e i depositi continentali del miocene superiore costituita da conglomerati a matrice argillosa e arenarie. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo di alcune cornici in località Concas-Monte Fundone e Cuccurru de Fenu e lungo la SP 2 Loc. Serra e Ferula-Su Sergente.

4.60.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg3) ricadono lungo alcuni affioramenti rocciosi metamorfici in località Concas-Monte Fundone e Cuccurru de Fenu, che si presentano caratterizzate da una serie di fratture orizzontali e verticali che suddividono gli ammassi rocciosi in blocchi. Altri dissesti sono legati a fenomeni di scivolamento superficiale lungo la coltre di alterazione delle ignimbriti di Monte San Giuseppe a sud dell'abitato di Tula e lungo i versanti in località Anzeli a nord dell'area urbana. Le aree a pericolosità Hg2 ricadono prevalentemente nelle aree in cui si alternano rilievi e depressioni e affiorano le principali creste e variazioni morfologiche.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, a est dell'abitato e in località Fustialvos in prossimità del lago Coghinas, legate alla presenza di materiali sciolti, appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio e per la mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità. Si segnala inoltre che risultano moderatamente a rischio alcuni siti archeologici minori, e brevi tratti della rete elettrica e acquedottistica (questi ultimi per altro sono generalmente poco vulnerabili alle frane per crollo).

4.60.3 Interventi

Gli interventi riguardano alcuni tratti di scarpate della strada provinciale SP2 soggette a dilavamento diffuso e crolli localizzati in località Serra e Ferula-Su Sergente.



Foto 52 – Blocchi e materiale alterato a monte della SP 2.

Interventi comune di Tula (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090075_0020	SP 2 Loc. Serra e Ferula-Su Sergente	€ 100.000
Stima costi totale		€ 110.000

Tabella 48 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Tula (SS) e stima di massima dei costi.

4.61 Uri

4.61.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Uri è costituito da un'area collinare interna impostata prevalentemente su complessi carbonatici miocenici (calcari e marne essenzialmente) a Nord, dove sono presenti estese superfici terrazzate delimitate da valli incise e su complessi ignimbritici a Sud, in corrispondenza dei margini settentrionali degli altopiani vulcanici dell'entroterra algherese e del bosano.

Si tratta di un'area per lo più debolmente ondulata, in cui pertanto le aree instabili, soggette a frane per crollo, sono concentrate sulle cornici rocciose che affiorano in corrispondenza delle scarpate di terrazzo a Nord e sulle cornici ignimbritiche a Sud.

4.61.2 Pericolosità ed elementi a rischio

L'abitato, edificato su un ripiano terrazzato, non presenta problemi di stabilità. Le aree maggiormente soggette al potenziale sviluppo di dissesti si concentrano lungo i versanti che delimitano la valle del rio Mannu e del suo affluente riu Corrabusu e le cornici ignimbritiche poste in vicinanza del confine con il comune di Putifigari, subito a Sud del bacino artificiale del Cuga, ove risulta minacciato un tratto di provinciale. Qui si è proceduto al declassamento da Hg4 a Hg3 rispetto al PAI vigente di alcune scarpate di terrazzo, non essendo stati segnalati né il tale sito né nella restante parte del territorio comunale dissesti recenti o in atto.

Rientrano nelle aree a pericolosità elevata alcuni tratti marginali di strade statali, una serie di siti archeologici minori sparsi nel contado, tratti della rete elettrica e acquedottistica (entrambi per altro poco vulnerabili alle frane per crollo).

Le ristrette aree percorse da incendi recenti sono occupate essenzialmente da pascoli e cespuglieti, senza quindi effetti prolungati sulla stabilità, tanto più che si tratta per lo più di aree a modesta pendenza. La gran parte delle aree ad instabilità potenziale "forte" non sono state considerate in quanto relative porzioni del territorio a pendenza molto bassa o nulla.

4.61.3 Interventi

Gli unici interventi censiti riguardano la stabilizzazione con reti radenti leggere di alcune scarpate della SP 12, nel tratto subito a Sud del lago del Cuga; sarebbe opportuno sostituire dette reti con reti radenti rinforzate in considerazione del fatto che la roccia tende a suddividersi in blocchi di discreta volumetria. Sempre in tale tratto si ravvisa l'opportunità di procedere alla pulizia dei versanti sovrastanti la provinciale in località nuraghe di sa Cordiata.

Interventi comune di URI (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090076_0046	SP 12 Km 1-3	€ 150.000

Tabella 49 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Uri (SS).

4.62 Usini

4.62.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Usini copre un territorio corrispondente ad un terrazzo delimitato dalle valli del riu Mannu, del riu Mascari e di un affluente secondario di quest'ultimo. Dette valli sono scavate nella serie marina miocenica che, al tetto, termina generalmente con un livello di calcari (formazione di Mores, formazione di Monte Santo) che forma a tratti scarpate subverticali. Le principali instabilità sono legate essenzialmente alla presenza di tali scarpate da cui possono originarsi frane per crollo anche di ampie proporzioni. Tali dissesti sono favoriti dal fatto che le cornici rocciose poggiano su marne che, in superficie, si alterano in livelli francamente argillosi. Sulle coltri di alterazione delle formazioni marnose, in effetti, si ha lo sviluppo di dissesti per scivolamenti superficiali o, in alternativa di soil slip.

4.62.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree potenzialmente in dissesto insistono principalmente sulla scarpata di terrazzo che, in mancanza di notizie sulla presenza di dissesti recenti in atto, sono state classificate a seconda dei casi (pendenza, presenza di pareti rocciose instabili ecc.) in Hg2 o Hg3.

Fa eccezione un tratto di scarpata posta ai margini orientali del centro comunale (zona via Manno) in cui nel 2004 si è verificato una limitata frana per crollo che, tuttavia, ha rischiato di coinvolgere un fabbricato per retrocessione della scarpata rocciosa. Probabilmente anche a seguito di detto evento nel PAI vigente tutta la scarpata in tale settore è classificata in Hg4. Successivamente una variante al PAI presentata dal comune, e relativa a questo specifico settore, ha previsto, anche a seguito di interventi, il declassamento di buona parte del tratto in oggetto in Hg2.

Nell'ambito del presente lavoro si ritiene tuttavia preferibile procedere al declassamento dell'area compresa tra via I maggio e via da Vinci da Hg4 a Hg3, tenuto conto che le cause di instabilità generale del versante (blocchi disarticolati di calcare poggianti su marne alterate e sature a comportamento plastico) non sono state sanate. Inoltre la deformazione di parte delle gabbionate poste in opera alla base dell'area instabile attestano che il processo è tuttora in evoluzione.

Si propone inoltre di conservare l'area in Hg4 presente a valle del tratto di scarpata compreso tra via Da Vinci e Gramsci. In tale settore, sulla base delle conclusioni fornite dagli studi di dettaglio e dalle verifiche di stabilità riportate nella variante al PAI, è stata confermata la classe Hg2 in variante in corrispondenza dell'apice della scarpata stessa, fermo restando la necessità di verificare periodicamente lo stato delle opere di difesa realizzate in tale sito.

Verso Sud l'area Hg3 è stata estesa su originarie aree Hg2 fino al presumibile termine degli affioramenti della bancata rocciosa in oggetto (fuori dall'area oggetto di variante), visto che si presume che, pur non trattandosi di un'area urbanizzata, le problematiche geologico-geotecniche siano le stesse. Al contrario si propone il declassamento da Hg4 a Hg3 dell'area posta a Nord della fontana Ozzanu (non considerata nella variante), per cui mancano notizie di dissesti passati e si hanno pendenze del versante nettamente minori, attorno al 20-30%.

Si segnala inoltre che risulta moderatamente a rischio un tratto della SP 28, alcuni siti archeologici minori sparsi nel contado, e brevi tratti della rete acquedottistica (questi ultimi per altro sono generalmente poco vulnerabili alle frane per crollo).

Il calcolo dell'instabilità potenziale restituisce alcune aree, a instabilità "forte", legati alla presenza di coltri eluvio-colluviali sulla superficie dei ripiani terrazzati che, in ragione della modestissima pendenza, non sono stati considerati nella delimitazione della pericolosità. Nel territorio comunale si sono verificati alcuni incendi nel 2011 e nel 2012, ricadenti in aree la cui pericolosità era già stata definita su basi geomorfologiche.

4.62.3 Interventi

Lungo la scarpata posta nei pressi di via Manno sono stati recentemente realizzati i seguenti interventi: disaggi, riprofilature con rivestimenti antiersivi, gabbionate alla base delle scarpate instabili, un breve tratto

di terre armate, reti radenti rinforzate, sistemi di drenaggio. Si tratta tuttavia di interventi che pur determinando una riduzione del rischio, non consentono una definitiva stabilizzazione del versante. In effetti alcuni dei gabbioni messi recentemente in opera presentano evidenti segni di deformazione, per scivolamento e/o espansione dei retrostanti terreni argillosi. Per mettere in piena sicurezza i fabbricati realizzati sull'orlo della scarpata, con particolare riferimento al tratto compreso tra via I Maggio e da Vinci, occorrerebbe procedere alla posa di opere di sostegno rigide quali muri, sostenuti da tiranti, verosimilmente da fondare su palificate, e da dotare di barbacani con dreni posti al contatto tra marne e calcari.

Interventi comune di USINI (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090077_0038	Abitato – Scarpata presso via Manno	€ 400.000

Tabella 50 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Usini (SS).

4.62.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune ha presentato osservazioni sotto forma di uno studio di compatibilità geologica-geotecnica del PUC, redatto ai sensi dell'art. 8 delle norme di attuazione del PAI. Premesso che detto studio non tiene conto degli esiti della variante in adozione preliminare, le indicazioni contenute nelle osservazioni sono state adottate essenzialmente in relazione alla perimetrazione delle aree a pericolosità più elevata, mentre vengono per lo più conservate le fasce a pericolosità elevata o media proposte nella variante in adozione preliminare e in larga parte non perimetrate nello studio di compatibilità geologico-geotecnica presentato dal comune.

4.63 Valledoria

4.63.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Valledoria è pianeggiante o debolmente ondulato. I dissesti sono pertanto concentrati sulla falesia costiera compresa tra le località di Baia Verde e la Ciaccia. Si tratta di una scarpata a mare, costituita al tetto da depositi eolici quaternari poco o, in superficie, per nulla cementati e alla base, limitatamente alla zona di La Ciaccia, da successioni vulcano-sedimentarie terziarie del Miocene inferiore. La falesia è esposta a Nord ed ai venti e all'ondazione del I e IV quadrante; essa presenta al piede una esile spiaggia ghiaioso-ciottolosa con rara sabbia, poggiante su piattaforma d'abrasione incisa sui termini vulcano sedimentari. I depositi sabbioso-arenacei che costituiscono la parte mediana e sommitale della scarpata sono interessati da processi di erosione concentrata, dovute all'azione delle acque di pioggia, che hanno portato alla formazione di profondi solchi di erosione con conseguente rapido arretramento della scarpata stessa e allo sviluppo di processi di scivolamento superficiale e che talora si evolvono in frane per crollo. Il corpo di una frana per crollo più esteso è visibile all'estremità orientale della falesia in località Maragnani.

Eventi particolarmente gravosi si sono verificati nell'ottobre 2003 e nel gennaio 2004 (cfr. Foto 53), associati a precipitazioni molto intense e mareggiate. In tali circostanze si ebbero danni oltre che per l'attivazione di processi erosivi e di scivolamento della coltre superficiale anche per l'erosione del manto stradale nei pressi dell'apice della scarpata. Sicuramente una non corretta gestione del sistema di smaltimento delle acque bianche favorisce lo sviluppo dei dissesti. Evidenze di eventi recenti, con ampi scivolamenti superficiali sono per altro stati osservati anche nel corso dei sopralluoghi svolti nell'ambito del presente lavoro (febbraio 2013).



Foto 53 – Voragine apertasi in località La Ciaccia durante l'evento del gennaio 2004

E' da segnalare la potenziale instabilità dei corpi di duna a foce Coghinas con possibile fenomeni erosivi spondali e arretramento dell'attuale scarpata nel tratto terminale focivo lungo la sponda sinistra in località San Pietro a mare.



Foto 54 – Sistema dunale a Foce Coghinas con fenomeni erosivi lungo la sponda in sinistra idrografica

4.63.2 Pericolosità ed elementi a rischio

I dissesti hanno già causato il danneggiamento di alcuni manufatti nel centro abitato di La Ciaccia e minacciano, in relazione al progressivo arretramento della scarpata, direttamente alcune abitazioni e, in prospettiva, nel medio-lungo termine, ampie parti dell'abitato. Un'evoluzione simile si ha nel settore compreso tra La Ciaccia e la località Maragnani, tuttavia tale area è poco urbanizzata, e i pochi fabbricati presenti sono posti in posizione più arretrata rispetto alla scarpata e quindi non paiono immediatamente a rischio.

In località San Pietro a Mare un arretramento della sponda sinistra del Coghinas può potenzialmente coinvolgere l'accesso alla spiaggia pubblica e l'area a parcheggio sovrastante.

Le aree di instabilità potenziale forte e massima, segnalate nella carta di instabilità potenziale, in località Rocca Bianca (M. Arignu) presentano litologie (coltre di alterazione detritica delle arenarie conglomeratiche) a cui non corrisponde tuttavia una pericolosità reale, vista la bassissima acclività del territorio.

4.63.3 Interventi

E' stata redatta una scheda intervento della Direzione Generale della Difesa dell'ambiente Servizio Tutela del Suolo e politiche forestali (cfr. allegato). Le opere sono finanziate nell'ambito della Linea di attività 4.1.1 B del PO Fers 2007-2013 prima fase. La scheda è stata approvata in sede di conferenza preliminare di servizio il 09/06/2011. Attualmente, a seguito di gara, è stato assegnato l'incarico per la redazione del progetto. La scheda prevede essenzialmente un potenziamento della rete di raccolta delle acque bianche, la posa di dreni in falda lungo la scarpata ed inoltre interventi localizzati di protezione superficiale della scarpata con tecniche di ingegneria naturalistica, risagomatura del versante, posa di terre armate.

Nel complesso per i lavori in località La Ciaccia è stata stanziata una somma di 1.010.000 €. Oltre a quanto previsto dalla scheda intervento si segnala, nel medio - lungo termine, la possibilità che, nel caso in cui gli interventi in progetto non dovessero avere pieno e tempestivo successo sull'intero fronte della scarpata, si debba procedere al consolidamento (o alla rilocalizzazione) di alcuni fabbricati ad uso residenziale posti in posizione particolarmente esposta nei pressi del coronamento della falesia stessa (cfr. Foto 55).



Foto 55 – Fabbricati potenzialmente a rischio lungo la falesia in località La Ciaccia

Interventi comune di VALLEDORIA (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090079_0012	La Ciaccia	*
090079_0047	San Pietro a mare – Foce Coghinas – comune di Badesi	€ 180.000**
Stima costi totale		€ 180.000

Tabella 51 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Valledoria (SS) e stima di massima dei costi (*la stima dei costi dell'intervento a La Ciaccia non è definibile allo stato attuale in attesa dell'esecuzione dell'intervento in progetto redatto dalla Direzione Generale della Difesa dell'ambiente Servizio Tutela del Suolo e politiche forestali; **la stima dei costi dell'intervento a foce Coghinas comprende anche l'intervento nel comune di Badesi lungo la sponda destra del Coghinas)

4.64 Viddalba

4.64.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Viddalba presenta un territorio caratterizzato per gran parte da rilievi di media e alta collina costituiti da rocce granitoidi e metamorfiche (gneiss e micascisti) con incisioni della rete idrografica a direzione prevalente NE-SO. La frammentazione delle litologie granitoidi, dovuta a intensa fratturazione e presenza di faglie, ha generato prismi, blocchi e in sequenza erosiva corestones e builders, che hanno portato all'affioramento di inselberg e tor e di depositi di accumulo detritico ai loro piedi lungo le principali incisioni dei versanti (block stream).

I rilievi collinari presentano, in base al loro grado di alterazione e fratturazione, tipologie di dissesto legate a crolli, dovuti anche a fattori di alterazione antropica soprattutto lungo i tagli delle strade provinciali e comunali che attraversano il territorio. Solo il settore occidentale, dove è posto l'abitato di Viddalba, è caratterizzato dalla piana alluvionale del Riu Iscia Palma, costituita da depositi prevalentemente sabbiosi; il rio confluisce nel fiume Coghinas in prossimità del limite meridionale comunale.

4.64.2 Pericolosità ed elementi a rischio

I principali dissesti sono legati a fenomeni di crollo e scivolamento superficiale lungo i tagli stradali della SP 74 e della SP 58 e le incisioni fluviali. In particolare lungo la SP 74 in località Li Reni sono presenti aree a pericolosità elevata (Hg3) legate a fenomeni di crollo e scivolamento superficiale della coltre di alterazione detritica del substrato granitoide. Altri dissesti si distribuiscono lungo i rilievi di alta collina con pericolosità Hg4 e Hg3 (Loc. Giuncana, Santu Baingiu, Monte Cuccuralta) e lungo la SP 58 per Tungoni.

Si segnala inoltre che risultano moderatamente a rischio alcuni brevi tratti della rete elettrica, per altro sono generalmente poco vulnerabili alle frane per crollo.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, nella piana di Viddalba sono legate alla presenza di depositi alluvionali sabbiosi del bacino del Coghinas e degli apporti dei suoi affluenti idrografici in destra; il dato appare sovrastimato dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio sia per mancanza di azione gravitativa che alla mancanza di dissesti in atto o segnalazioni storiche di instabilità dell'area. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.64.3 Interventi

Gli interventi riguardano la messa in sicurezza dei tratti di strada provinciale SP 74 e SP 58 che attraversano il territorio comunale, soggetti a crolli localizzati e a scivolamenti superficiali. E' da segnalare che durante i sopralluoghi erano in fase di realizzazione alcuni interventi di contenimento delle scarpate lungo la SP 58 per Tungoni mediante la realizzazione di gabbionate a gradoni. Gli interventi proposti lungo la SP 58 quindi vanno a completare le opere di mitigazione in atto.



Foto 56 – Gradonate in gabbioni in fase di realizzazione lungo la SP 58 per Tugoni.

Interventi comune di VIDDALBA (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090082_0006	SP 74 Badesi - Viddalba	€ 115.000
090082_0007	SP 58 Viddalba-Tugoni	€ 65.000
Stima costi totale		€ 180.000

Tabella 52 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Viddalba (SS) e stima di massima dei costi.

4.65 Villanova Monteleone

4.65.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Villanova Monteleone è costituito da un'ampia porzione di altopiano vulcanico, posto a circa 400-600 m di altitudine nonché i ripidi versanti che collegano detto altopiano alla costa.

Il versante che scende alla costa è caratterizzato dalla presenza di una estesa serie di cornici rocciose soggette a frane per crollo anche di notevole volume ed estensione. Anche la falesia costiera, impostata per lo più su tufi vulcanici, presenta notevoli problemi di stabilità con sviluppo, oltre che di frane per crollo, anche di scivolamenti della coltre superficiale e di processi erosivi in genere sia areali che lineari.

Sull'altopiano i problemi di stabilità sono minori, tuttavia cornici rocciose potenzialmente instabili, costituite per lo più da ignimbriti, affiorano diffusamente lungo le valli e le scarpate che delimitano i ripiani terrazzati. Sui versanti più acclivi possono poi svilupparsi dissesti circoscritti per scivolamento/colata della coltre superficiale.

4.65.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il comune ha presentato una variante al PAI, relativa ad un tratto della costa, che è stata recepita senza modifiche, ed un'altra relativa al centro abitato, che è stata ripresa nelle linee sostanziali adeguandola alla metodologia generale del presente lavoro, ovvero riducendo la frammentazione in micro aree.

In generale i versanti con presenza di cornici instabili sono stati classificati in Hg3, mentre quelli di discreta pendenza ma senza segni, anche indiretti, di zone di distacco in Hg2. Ampie parti del versante che dal bordo dell'altopiano scende in verso il mare sono stati classificati in Hg3, per la presenza di zone di distacco di frane per crollo sovrapposte e per l'instabilità della falesia costiera. Quest'ultima, estendendo quanto proposto nella variante del comune verso Sud è stata classificata in Hg4 per le evidenze di ripetuti e ricorrenti dissesti innescati dall'erosione marina al piede e dall'azione delle acque correnti.

In coerenza con tale impostazione anche sui restanti tratti di sulle falesia costiera è stata mantenuta generalmente la classe Hg4, essendo per lo più evidenti e diffusi i riscontri diretti di dissesti recenti, ed in ragione della forte azione erosiva e destabilizzante operata dal moto ondoso ai piedi delle falesie stesse. Tale impostazione, di carattere generale, è stata confermata anche in presenza di frane classificate quiescenti nell'IFFI, proprio in considerazione del particolare contesto morfologico.

I dissesti minacciano essenzialmente la rete stradale, mentre il centro comunale, salvo qualche area circoscritta (zona via Caserma e via Lavagna), non presenta problemi di stabilità, sebbene nella variante siano state conservate alcune aree in Hg4 relative al settore occidentale dell'abitato che precauzionalmente sono state confermate (via Sturzo, via Marconi). In realtà ampie parti dell'abitato sono classificate nel PAI vigente in Hg4; tuttavia in assenza di segnalazioni o di evidenze di frane in tali aree, a seconda della propensione al dissesto, sono state declassate in accordo con quanto previsto dalla recente variante al PAI presentata dal comune.

Nei pressi del paese risulta inoltre minacciato un tratto della SS 292.

Sulla costa ampi tratti del tracciato della SP 105 dal Km 9 al confine provinciale sono soggetti alla caduta di massi. In alcuni settori, inoltre, nel medio lungo termine l'arretramento della falesia potrebbe interessare la carreggiata stradale. Inoltre un'ampia parte della spiaggia libera posta ai piedi della falesia e frequentata da bagnanti durante i mesi estivi è soggetta alla caduta di massi.

Nelle aree naturali e agricole risultano inoltre inclusi nelle fasce a pericolosità elevata aree minori archeologiche o di interesse storico culturale, edifici religiosi, tratti della rete acquedottistica (quest'ultima per altro poco vulnerabile alle frane per crollo).

Si rileva, infine, un buon accordo tra carta dell'instabilità potenziale ed evidenze geomorfologiche, con particolare riferimento alle aree caratterizzate da pericolosità più elevata. Non sono tuttavia state prese in considerazione le zone ad instabilità potenziale "forte" costituite da fondovalle subpianeggianti coperti da coltri eluvio-colluviali (zona monte Minerva), data l'impossibilità fisica, proprio per la scarsa pendenza, che si verifichino dissesti di natura gravitativa.

4.65.3 Interventi

Gli interventi realizzati nel comune di Villanova Monteleone sono concentrati prevalentemente sulla SP 105 e consistono in una lunga serie di barriere paramassi sia deformabili sia in pannelli, una breve galleria artificiale e numerosi interventi di posa di reti radenti per lo più destinate alla stabilizzazione di scarpate stradali. Se molto è stato fatto in passato, molto altro sarebbe da fare per ridurre ulteriormente il rischio connesso alla caduta di massi sulla carreggiata. Nella relativa scheda interventi è stato quindi quantificato un possibile potenziamento del sistema difensivo basato essenzialmente sull'estensione delle barriere paramassi deformabili. Si intende tuttavia che la piena messa in sicurezza della strada implicherebbe la realizzazione di lunghi tratti in galleria artificiale che tuttavia richiederebbe investimenti proibitivi e francamente irrealistici.



Foto 57 – Galleria artificiale lungo la SP 105

Si consiglia pertanto di procedere alla regolazione degli accessi alla provinciale in caso di condizioni meteorologiche particolarmente avverse, ovvero nelle situazioni in cui maggiore è la probabilità di distacco di frane per crollo.

La scheda interventi allegata alla variante PAI del comune prevede, su un tratto di costa dello sviluppo di circa 4,5 km, a partire dalla spiaggia della Poglina, la realizzazione di (cfr. allegato): drenaggi, reti radenti, barriere paramassi, interventi di ingegneria naturalistica (gradinate vive, viminate, graticciate, canalette in pietrame e legname). Allo scopo è stato richiesto uno stanziamento di 1.300.000 euro. L'obiettivo è di proteggere un lungo tratto di spiaggia libera e un breve settore della SP 105, potenzialmente minacciato dall'arretramento del fronte delle falesie costiere. Gli interventi proposti non sono dettagliati e quindi non è possibile esprimere un giudizio in merito, tuttavia si esprimono alcuni dubbi sull'opportunità di procedere alla realizzazione di un sistema d'opere così complesso su quella che, in ultima analisi, è una spiaggia non attrezzata. In relazione alla difesa della provinciale prevista nella stessa scheda, premesso che il pericolo non pare immediato, si

propone in alternativa di aggirare il tratto in questione verso monte con una breve variante, visto che sembra vi sia lo spazio idoneo. Tale soluzione permetterebbe una messa in sicurezza di fatto definitiva, senza dover procedere ad una difficoltosa quanto incerta stabilizzazione della falesia.



Foto 58 – Tratto di costa con falesia instabile per cui il comune ha chiesto un finanziamento per la stabilizzazione della falesia costiera.

Interventi di messa in sicurezza della carreggiata sarebbero inoltre auspicabili per la riduzione del rischio lungo la strada di collegamento tra la SS 292 e la SP 105.

Passando all'area del centro abitato, il tratto di ingresso in paese delle SS 292 lato Alghero è stato stabilizzato attraverso la posa di reti radenti e di un breve tratto di barriera paramassi; in tale settore sarebbe ancora da stabilizzare, sempre con reti radenti e chiodature, uno sperone roccioso che si affaccia sulla carreggiata.

Nell'abitato si è proceduto alla messa in sicurezza con reti radenti di uno sperone roccioso ubicato nei pressi di via Caserma; in via Lavagna, oltre alla stabilizzazione di una parete in roccia con reti radenti, sono stati realizzati dei muri di sostegno e si è proceduto al rivestimento/stabilizzazione di un fosso che scende lungo il versante. Tali interventi, autorizzati dal Genio Civile di Sassari come "Lavori di consolidamento e protezione parti dell'abitato (loc. Lavagna e S. Barbara)", sono probabilmente legati alla stabilizzazione di un dissesto che ha avuto sede nei terreni superficiali del versante sottostante la strada di cui, tuttavia, non vi sono notizie dirette.

Interventi comune di VILLANOVA MONTELEONE (SS)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
090078_0130	SP 105 da Km 11 a confine provinciale	€ 2.400.000

090078_0131	Salto e Pedra - strada di collegamento tra la SP 105 e la SS 229	€ 1.100.000
090078_0133	SS 292 Km 20-22	€ 40.000
Stima costi totale		€ 3.540.000

Tabella 53 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Villanova Monteleone (SS) e stima di massima dei costi.

4.65.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune ha presentato un'osservazione in cui si propone, sulla base di considerazioni di carattere tecnico, il declassamento di due ristrette aree poste nel centro abitato.

La perimetrazione delle aree oggetto di osservazione era fondata essenzialmente sulla proposta di variante presentata a suo tempo dal comune; tale revisione era basata sul principio di uniformità della classi di rischio all'interno di unità geomorfologiche omogenee (in tal caso si tratta di porzioni di versanti omogenee).

Infatti la perimetrazione proposta del comune comportava una eccessiva frammentazione delle fasce di pericolosità, legata verosimilmente ad un'applicazione forse eccessivamente meccanica degli esiti dei calcoli della franosità potenziale. Per contro le stesse aree non mostrano evidenze geomorfologiche tali da giustificare una classe di pericolosità così elevata. Non vi sono pertanto difficoltà a procedere, a seguito degli approfondimenti tecnici forniti, alle modifiche della carta della pericolosità proposte in sede di osservazione.

4.66 **Aggius**

4.66.1 Principali aree in dissesto

Solo una porzione marginale del territorio comunale rientra nell'area di studio in località Lu Caprioni – Monte Stazzoni e Scala ed è costituita dal basamento granitico ercinico che caratterizza la Gallura. Il territorio in esame si presenta a forte pendenza con presenza di alcuni dissesti legati a fenomeni di crollo lungo le cornici rocciose granitiche.

4.66.2 Pericolosità ed elementi a rischio

L'area a maggior pericolosità (Hg2) nel territorio indagato è quella lungo le cornici granitiche dei versanti del M. Stazzoni e in località Scala coinvolgendo in parte la strada SP 58 in località Santa Natolia nei tratti in trincea.

4.66.3 Interventi

Non sono previsti interventi.

4.67 **Ala dei Sardi**

4.67.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Ala dei Sardi ricade parzialmente nel sub bacino n° 3 del Coghinas-Mannu-Temo ed è caratterizzato dal basamento granitico costituito da granodioriti, monzograniti, leucograniti, che definiscono i rilievi del settore settentrionale mentre nel settore centrale si estende un altopiano verso Budduso'.

Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo delle cornici rocciose con una franosità diffusa nel settore settentrionale lungo le creste e rilievi granitici che raggiungono anche i 1000 m di altezza (P.ta Giammaria Cocco, Punta Senalonga, Punta Nurattolo P.ta Ramasino, P.ta Pedru Pintu.). Nel settore centro meridionale dell'altopiano si sono sviluppate alcune attività estrattive dei materiali granitici, con apertura di fronti di cava e accumuli di materiali di scarto della lavorazione del granito.

4.67.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4) sono ubicate lungo i versanti della valle del Fosso Antoni Molti mentre la pericolosità Hg3 si rinviene in modo diffuso lungo le cornici rocciose a maggior pendenza caratterizzate da fenomeni di crollo; le classi Hg2 ricadono prevalentemente lungo le aree con minor variazioni morfologiche. Lungo la SS 389 in direzione Monti in località Punta Punzeddu e Aspidalzu, la sede stradale può essere potenzialmente interessata da fenomeni di crollo dai versanti sovrastanti la carreggiata.

4.67.3 Interventi

Gli interventi previsti riguardano la sistemazione e messa in sicurezza di alcuni tratti della SS 389 per Monti in località Punta Punzeddu e Aspidalzu mediante disgaggio/demolizione dei blocchi instabili e rivestimento con reti paramassi rinforzate con funi.

4.68 **Badesi**

4.68.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Badesi è caratterizzato nel settore nord occidentale da un territorio sub-pianeggiante che degrada verso la linea di costa, costituito dai depositi quaternari alluvionali del tratto terminale del corso del fiume Coghinas e da depositi eolici, che hanno formato dei cordoni naturali di dune sabbiose a tergo della linea di costa. Il settore nord orientale, dove è posto l'abitato di Badesi, è caratterizzato dai primi rilievi collinari costituiti dal basamento ercinico formato in prevalenza da tonaliti, granodioriti e graniti, fino ai porfidi quarziferi del complesso vulcanico permiano. Si segnalano lungo i rilievi di Punta Russa e Punta Bianca cornici rocciose soggette a frane per crollo o al distacco di blocchi isolati che interessano la strada provinciale SP 74 Badesi-Viddalba.

4.68.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il settore nord occidentale è caratterizzato da variazioni di pendenza legate ai cordoni sabbiosi dunali e a scarpate artificiali dovute ad attività estrattive in atto o abbandonate.

Lungo il tratto terminale del fiume Coghinas sono presenti fenomeni erosivi che possono innescare dissesti delle sponde e delle dune sabbiose soprattutto in prossimità del tratto focivo (località La Lama e Li Frati) durante gli eventi di piena più intensi.

Nel settore nord-orientale e sud-orientale si concentrano maggiormente i fenomeni di dissesto, caratterizzati per la gran parte da frane per crollo lungo le cornici rocciose alterate. In questi settori il fenomeno franoso è

legato al sistema di fratturazione degli ammassi granitici costituito da diaclasi sub-verticali che incrociandosi con le discontinuità suborizzontali determinano l'isolamento di blocchi rocciosi di varie dimensioni. Lungo i versanti a pendenza elevata sono quindi possibili potenziali processi di dissesto con distacco e rotolamento di blocchi rocciosi anche di notevole estensione volumetrica verso valle. Alcuni tratti lungo il taglio della strada provinciale SP 74 Badesi – Viddalba sono soggetti a crolli localizzati e a fenomeni di dilavamento diffuso lungo le scarpate che possono coinvolgere la sede stradale.

La carta dell'instabilità potenziale segnala estese aree di pianura ad instabilità "forte", caratterizzati dalla presenza di depositi eolici sabbiosi, a cui non corrisponde tuttavia una pericolosità reale, vista la bassissima acclività del territorio.

4.68.3 Interventi

Gli interventi per la messa in sicurezza della strada provinciale SP 74 Badesi-Viddalba riguardano alcuni tratti della sede stradale esposti a cornici rocciose e a dilavamento lungo il taglio stradale. In particolare si segnalano interventi nel tratto compreso tra località La Tozza e Munitiggioni e tra Munitiggioni e località Azzagulta e lungo il versante del monte Naragu verso il limite meridionale del comune. A foce Coghinas sono stati eseguiti interventi di ingegneria naturalistica per consolidare il corpo dunale.

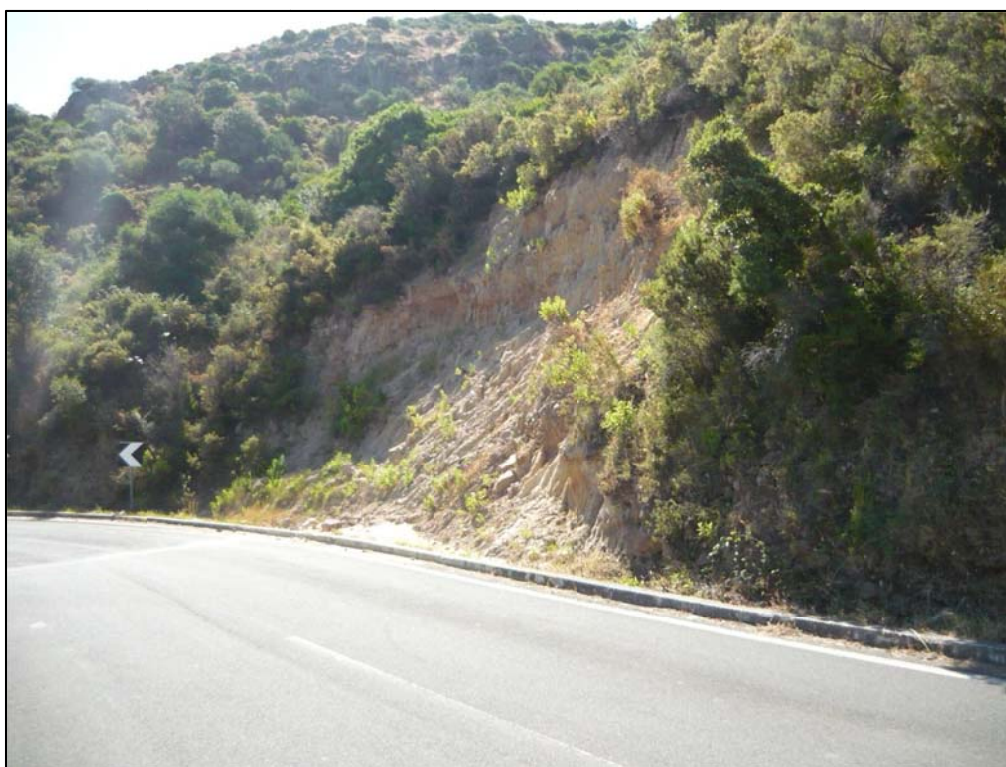


Foto 59 – Dilavamento lungo il taglio della SP74 Badesi-Viddalba con presenza di cornici rocciose alterate in sommità del versante.

Interventi comune di BADESI (OT)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
104005_0005	SP 74 Badesi-Viddalba	€ 470.000
090079_0047	Foce Coghinas – Località La Lama – Li Frati	€ 180.000*

Stima costi totale | € 650.000 |

Tabella 54 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Badesi (OT) e stima di massima dei costi (*la stima dei costi degli interventi lungo il fiume Coghinas riguardano anche la sponda sinistra in prossimità della foce nel comune di Valledoria)

4.68.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

E' stata presentata dal Comune di Badesi un'osservazione in cui si chiede di rivedere le aree di pericolosità da frana facendo riferimento allo studio di dettaglio eseguito dall'amministrazione comunale relativo alla ripermimetrazione delle aree a pericolosità da frana nell'area urbana e nelle frazioni (Variante di adeguamento al PAI del PUC); si segnala inoltre che , per le aree in passato oggetto di attività estrattiva, appare eccessiva l'assegnazione alla classe di pericolosità Hg3.

A seguito della richiesta di valutazione delle aree di pericolosità si è proceduto ad una revisione sulla base anche di sopralluoghi eseguiti nell'area urbana e nelle frazioni.

In particolare nel centro urbano di Badesi la maggior discrepanza è nell'area posta ai piedi della S.P. 90 in località Li Seddi, nel settore occidentale dell'abitato. In base alle verifiche in campo la porzione compresa tra gli edifici residenziali e l'ecocentro comunale rifiuti è declassabile alla classe di pericolosità Hg1.

Sulla base delle segnalazioni fatte dal Comune sono state riclassificate ad Hg1 alcune aree sottoposte in passato ad attività estrattiva con presenza di cornici sabbiose e sottoposte a parziale ripristino ed escluse dalla perimetrazione della pericolosità quelle che sono state oggetto di ripristino totale.

Per quanto riguarda le frazioni si è riclassificata ad Hg1 l'area posta lungo il versante orientale della frazione di La Tozza. Dal sopralluogo eseguito l'area è posta lungo un versante che degrada verso il fondovalle su un affioramento granitoidale alterato, contrassegnato da discontinuità. A seguito di interventi di scavo e sbancamento il rischio è quello di generare settori vulnerabili alle erosioni in caso di acclività. E' opportuno quindi che durante gli interventi edificatori vengano messe in atto interventi di regimazione delle acque superficiali e di manutenzione di scoli/cunette, la protezione dei fronti escavati ed evitare accessi o viabilità secondo la massima pendenza del versante, così come previsto dall'Art. 34 delle N.T.A. del PAI vigente per la classe di pericolosità Hg1 (impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi).

4.69 Berchidda

4.69.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Berchidda è caratterizzato da complessi litoidi costituiti in gran parte da rocce intrusive granitoidi (graniti e dioriti quarzifere) che costituiscono i rilievi della catena del massiccio del Limbara, da formazioni metamorfiche (gneiss) e alla presenza di coperture sedimentarie alluvionali lungo la vallata del riu Mannu. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo e scivolamenti superficiali della coltre detritica di alterazione delle formazioni rocciose in prevalenza granitoidi. Nell'abitato di Berchidda, posto a circa 300 m di altitudine, su un leggero declivio che si sviluppa, in direzione est-ovest, ai piedi del Limbara si segnalano alcuni fenomeni di crollo (in parte stabilizzati da opere di contenimento) nella zona nord dell'abitato lungo i

versanti del Monte Salvara, Monte Ruinas, Monte Azzarina. Lungo i pendii del Monte Acuto recentemente si sono verificati crolli con accumuli di materiale al piede del versante.

4.69.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4 e Hg3) sono state perimetrate lungo la cornice rocciosa di Monte Acuto e dei Monti Salvara, Ruinas e Azzarina. Le classi Hg2 ricadono prevalentemente lungo le aree a maggior pendenza con presenza di cornici rocciose e variazioni morfologiche significative (aree ubicate intorno e a nord dell'abitato di Berchidda lungo i rilievi del Limbara). Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, a sud dell'abitato di Berchidda che ricadono nella piana alluvionale del riu Mannu (legate alla presenza di depositi alluvionali sciolti) appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio nelle aree a mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità. Lungo i versanti interessati negli ultimi 5 anni da incendi, in aree che erano prevalentemente boscate, è stata definita una pericolosità in classe Hg2.

4.69.3 Interventi

Gli interventi previsti riguardano il completamento delle opere di stabilizzazione delle pareti rocciose lungo i versanti sovrastanti l'abitato di Berchidda, attraverso barriere paramassi deformabili, chiodature, disgaggio e demolizioni e posa di reti paramassi rinforzate con funi.



Foto 60 – Particolare della parete rocciosa del monte Salvara sovrastante l'abitato di Berchidda.

Interventi comune di Berchidda (OT)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
104006_0046	Abitato di Berchidda	€ 1.000.000

Tabella 55 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Berchidda (OT) e stima di massima dei costi.

4.70 Bortigiadas

4.70.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Bortigiadas è costituito dal basamento granitico ercinico che caratterizza la Gallura, con presenza di leucograniti e monzograniti e locali intrusioni di filoni magmatici affioranti in località Punta Cavana e Monte Tamburi. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo e a scivolamenti superficiali e dilavamento dovuti ai processi di alterazione delle formazioni granitiche in gran parte generati da ruscellamento diffuso e processi di erosione incanalata lungo i versanti a maggior pendenza (area posta a nord dell'abitato di Bortigiadas).

4.70.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Nell'area dell'abitato è stata recepita la pericolosità proposta nella Variante PUC di adeguamento al PAI approvata con delibera C.I. n° 4 del 31/10/2012 a seguito degli interventi realizzati lungo il versante sovrastante l'abitato (canale di raccolta delle acque realizzato nel 2007 e interventi di consolidamento delle cornici rocciose mediante fasciature, tirantature e posa di reti metalliche per circa 600.000 euro). Le aree a maggior pericolosità (Hg3) sono legate a fenomeni di scivolamento superficiale della coltre detritica e a crolli localizzati in località Bianco Nidareda Razzoni, Conca Manna, Punta di Pira mentre le aree Hg2 ricadono lungo i versanti a maggior pendenza intorno all'abitato di Bortigiadas. Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta di instabilità potenziale, nella porzione occidentale del territorio comunale appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio per la mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.70.3 Interventi

Si prevede di eseguire a completamento delle opere di contenimento (gabbionate) lungo la SP 35 a monte a valle dell'abitato degli interventi di regimazione delle acque superficiali e drenaggi nella coltre di alterazione per la regimazione delle acque di infiltrazione, posa di georete ed inerbimento lungo la scarpata stradale.

Lungo il versante di Punta Cuccurru Santu sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza delle cornici rocciose instabili e la realizzazione di un canale di raccolta delle acque di scolo



Foto 61 – Gabbionate a sostegno della scarpata di valle della SP 35 a est dell'abitato di Bortigiadas.

Interventi comune di Bortigiadas (OT)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
104007_0013	SP 35 Bortigiadas-Valledoria	€ 145.000
104007_0014	Punta Cuccuru Santu	€ 0.000
Stima costi totale		€ 145.000

Tabella 56 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Bortigiadas (OT) e stima di massima dei costi.

4.71 Budduso'

4.71.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Budduso' è caratterizzato dal complesso granitoide del Goceano costituito da granodioriti, monzograniti, leucograniti, che definiscono gran parte del vasto altopiano che si estende fino ad Ala dei Sardi in cui le quote si livellano tra i 600 e gli 800 metri lungo la piana alluvionale del Riu Mannu. Nel settore sud orientale sono presenti filoni vulcanici di varia natura, e formazioni metamorfiche (gneiss) lungo il limite idrografico del bacino del Coghinas-Mannu-Temo. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo e scivolamenti superficiali della coltre detritica di alterazione delle formazioni granitoidi. Nell'abitato di Budduso' e negli immediati d'intorni, si sono sviluppate numerose attività estrattive dei materiali granitici, con apertura di fronti di cava e accumuli di materiali di scarto della lavorazione del granito. Le aree di ex cava sono state spesso occupate da edifici e attività antropiche.

4.71.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg3) si rinvencono lungo alcune pareti rocciose all'interno dell'abitato di Budduso' e in alcune aree nel settore settentrionale a maggior pendenza, caratterizzate da fenomeni di crollo (M. Su Linna Mine) e dilavamento diffuso, mentre le classi Hg2 ricadono prevalentemente lungo le aree con variazioni morfologiche significative (spesso legate ad interventi di scavo).

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, a nord dell'abitato di Budduso' che ricadono nella piana alluvionale del riu Mannu (legate alla presenza di depositi alluvionali sciolti) appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio nelle aree a mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.71.3 Interventi

Gli interventi previsti riguardano la sistemazione messa in sicurezza di alcune pareti rocciose affioranti all'interno dell'abitato di Budduso' mediante disgaggio/demolizione, chiodature e rivestimento con rete paramassi rinforzata con funi delle pareti rocciose fratturate e instabili.



Foto 62 – Particolare della parete rocciosa sovrastante un'area adibita a parcheggio nell'abitato di Budduso'.

Interventi comune di Budduso' (OT)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
104008_0043	Abitato di Budduso'	€ 185.000
Stima costi totale		€ 185.000

Tabella 57 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Budduso' (OT) e stima di massima dei costi.

4.72 Calangianus

4.72.1 Principali aree in dissesto

Solo una porzione marginale del territorio comunale rientra nell'area di studio ed è costituita dal basamento granitico ercinico che caratterizza il massiccio del Limbara con locali intrusioni di filoni magmatici ed è caratterizzata in gran parte da aree sub-pianeggianti ad eccezione del settore occidentale lungo i versanti del M. Lu Lignagghiu, del M. Diana al confine con il comune di Berchidda. Sono presenti aree di attività estrattiva del materiale granitico in località St.zo Lu Tosu.

4.72.2 Pericolosità ed elementi a rischio

L'area a maggior pericolosità (Hg2) nel territorio indagato è quella lungo le cornici granitiche dei versanti del M. Lu Lignagghiu, del M. Diana.

4.72.3 Interventi

Non sono previsti interventi.

4.73 Monti

4.73.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Monti è costituito dal basamento granitico ercinico che caratterizza la Gallura, con presenza di leucograniti nel settore centro meridionale del comune e da monzograniti e gabbri nel settore a nord dell'abitato di Monti con locali intrusioni di filoni magmatici. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo delle cornici rocciose granitiche soprattutto nell'area meridionale dell'abitato ai piedi di P.ta Turrita e lungo la SS 389 in direzione Ala dei Sardi.

4.73.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per l'area urbana di Monti si è fatto riferimento agli studi geologici-geotecnici presentati dal comune dal 1996 al 2007 e alla Variante PUC di adeguamento al PAI del 2007. Le aree a maggior pericolosità (Hg3) sono ubicate lungo i versanti di P.ta. Turrita, Monte Pelciosu, P.ta De Antoneddu e P.ta Preideru, mentre le classi Hg2 ricadono prevalentemente lungo il settore centro meridionale del territorio comunale lungo un alternarsi di rilievi granitici e depressioni. Tra gli elementi a rischio si segnala il settore sud dell'abitato di Monti e il tratto in uscita dell'abitato della SS 389 in direzione Ala dei Sardi potenzialmente interessati da fenomeni di crollo dalle cornici rocciose sovrastanti.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, in località S. Pauleddu, (legate alla presenza di depositi sciolti) appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio nelle aree a mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.73.3 Interventi

Gli interventi riguardano il completamento del consolidamento della parete rocciosa a sud dell'abitato e lungo il tratto di SS 389 con disgaggio/demolizione, chiodature e barriere paramassi in uscita dall'abitato di Monti in direzione Ala dei Sardi.



Foto 63 – Particolare della cornice rocciosa sovrastante l'abitato di Monti.

Interventi comune di Monti (OT)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
104016_0045	Abitato di Monti e SS 389	€ 1.750.000
Stima costi totale		€ 1.750.000

Tabella 58 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Monti (OT) e stima di massima dei costi.

4.74 Olbia

4.74.1 Principali aree in dissesto

Solo una porzione dell'isola amministrativa comunale rientra nell'area di studio ed è costituita dal basamento granitico ercinico che caratterizza la Gallura. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo delle cornici rocciose granitiche in località P.ta Tantariles e P.ta Soliris.

4.74.2 Pericolosità ed elementi a rischio

L'area a maggior pericolosità (Hg2) nel territorio indagato è quella lungo le cornici granitiche di P.ta Tantariles e P.ta Soliris. Non sono coinvolti elementi antropici.

4.74.3 Interventi

Non sono previsti interventi.

4.75 **Oschiri**

4.75.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Oschiri è caratterizzato nel settore settentrionale dal massiccio granitico del Monte Limbara, mentre nel settore centrale affiora la successione marina e i depositi continentali del miocene superiore costituita da conglomerati a matrice argillosa e arenarie e dai depositi alluvionali.

Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo delle cornici granitiche in alcuni tratti della SS 392 Km in località Punta Sa Turrina, che possono potenzialmente interessare la sede stradale. Altri fenomeni di dilavamento superficiale della coltre detritica di alterazione si verificano in località Seberadolzu e Punta Baia. Lungo alcuni tratti in trincea della SS 597 Oschiri – Monti le scarpate sono soggette a dilavamento e possono interessare la sede stradale.

4.75.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4) ricadono lungo alcune cornici granitiche sovrastanti alcuni tratti della SS 392 mentre le aree a pericolosità Hg2 ricadono prevalentemente lungo rilievi e depressioni delle principali creste granitiche presenti nel settore settentrionale e meridionale.

Le aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, in prossimità del lago Coghinas e lungo la SS 597 a nord dell'abitato di Oschiri e nel settore su orientale del territorio comunale, legate alla presenza di formazioni costituite da conglomerati e arenarie, appaiono sovrastimate dall'applicazione metodologica rispetto alle condizioni attuali del territorio e per la mancanza di azione gravitativa. Pertanto tali aree non sono state inserite nella carta della pericolosità.

4.75.3 Interventi

Gli interventi riguardano il consolidamento di alcuni tratti in trincea delle scarpate della SS 597 Oschiri – Monti soggette a fenomeni di dilavamento diffuso e la messa in sicurezza di alcune cornici rocciose granitiche che sovrastano la sede stradale della SS 392 tramite disgaggio dei blocchi instabili e posa di rete paramassi rinforzata con funi.



Foto 64 – Particolare del distacco di blocchi lungo la SS 392.

Interventi comune di Oschiri (OT)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
104018_0023	SS 392 Km 20 - Km21 Punta Sa Turrina	€ 170.000
104018_0024	SS 597 Oschiri-Monti	€ 60.000
Stima costi totale		€ 230.000

Tabella 59 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Oschiri (OT) e stima di massima dei costi.

4.76 Padru

4.76.1 Principali aree in dissesto

Solo la parte settentrionale del territorio comunale rientra nell'area di studio ed è costituita dal basamento granitico ercinico che caratterizza la Gallura. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo delle cornici rocciose granitiche in località P.ta Sos Corvos.

4.76.2 Pericolosità ed elementi a rischio

L'area a maggior pericolosità (Hg4) nel territorio indagato è quella lungo i versanti di P.Ta Sos Corvos, mentre le classi Hg2 ricadono lungo un alternarsi di rilievi granitici e depressioni. Non sono coinvolti elementi antropici.

4.76.3 Interventi

Non sono previsti interventi.

4.77 Telti

4.77.1 Principali aree in dissesto

Ricade nel sub bacino n° 3 una piccola porzione di territorio comunale che non presenta instabilità e aree pericolose.

4.77.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Non sono presenti aree pericolose ed elementi a rischio nell'area di studio.

4.77.3 Interventi

Non sono previsti interventi.

4.78 Tempio Pausania

4.78.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Tempio Pausania ricade solo parzialmente nell'area di studio, con la sua porzione sud orientale; l'area in esame è costituita dal basamento granitico ercinico che caratterizza la Gallura, con presenza di leucograniti e monzograniti e locali intrusioni di filoni magmatici e formazioni metamorfiche (gneiss) affioranti in prossimità dell'abitato di Tempio, nel crinale di Monte Limpas e nella valle del fiume Coghinas al confine con il comune di Perfugas. Le tipologie di dissesto sono legate a fenomeni di crollo delle cornici rocciose granitiche soprattutto lungo la strada SS 127 in località La Fumosa, Agliola Ruia e Monte Lescia.

4.78.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a maggior pericolosità (Hg4 e Hg3) sono ubicate lungo i versanti di M. Limpas, di Monte di Lescia lungo la valle del riu Spiritu, e i versanti di P.ta Campu di Scala e quelli a Sa Pedrosa lungo la valle del Coghinas, mentre le classi Hg2 ricadono prevalentemente nelle aree in cui si alternano rilievi e depressioni e affiorano le tipiche cornici rocciose granitiche. Tra gli elementi a rischio si segnala il settore lungo la SS 127 e la linea ferroviaria in direzione Bortigiadas, potenzialmente interessata da fenomeni di crollo dalle cornici rocciose sovrastanti. Le principali aree di instabilità potenziale forte, segnalate nella carta dell'instabilità potenziale, legate alla presenza di materiali sciolti sono state poste in classe di pericolosità Hg1 per mancanza di evidenze di dissesti in atto.

4.78.3 Interventi

Si prevede di integrare e completare gli interventi già realizzati (barriere paramassi rigide e muri in cemento armato) lungo la SS 127 con completamento delle opere esistenti con disaggio/demolizioni dei blocchi instabili e posa di barriere paramassi rigide a protezione della SS 127 e della sovrastante linea ferroviaria.



Foto 65 – Barriera paramassi sovrastante il muro in cemento armato lungo la SS 127 in località Fumosa.

Interventi comune di Tempio Pausania (OT)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
104025_0014		€ 750.000
Stima costi totale		€ 750.000

Tabella 60 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Tempio Pausania (OT) e stima di massima dei costi.

4.79 **Trinità d'Agultu e Vignola**

4.79.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Trinità d'Agultu e Vignola ricade solo parzialmente nel Sub-bacino 3 Coghinas Mannu Temu; il settore interessato è quello sud-occidentale che va dai rilievi di media e alta collina di Ascabraga, Costa di Lu Ziriacciu Monte Santa Barbara e Maccia Mala, che circondano l'abitato di Trinità d'Agultu, fino a degradare verso la linea di costa. La linea di costa si presenta bassa e frastagliata con rari lidi sabbiosi (porto di Isola Rossa) e falesie non direttamente a contatto con il mare ma protette in parte da piattaforme rocciose con coperture ciottolose. Il substrato roccioso graniticoide e metamorfico raggiunge infatti la linea di costa con

immersione prevalente NNE-SSO ed inclinazioni di 20-25°; la frammentazione delle litologie granitoidi, dovuta a intensa fratturazione e presenza di faglie, ha generato prismi, blocchi e in sequenza erosiva corestones e builders, che hanno portato all'affioramento di inselberg e tor e di depositi di accumulo detritico ai loro piedi. I rilievi collinari costituiti da formazioni granitoidi presentano, in base al loro grado di alterazione e fratturazione, tipologie di dissesto legate a crolli, dovuti anche a fattori di alterazione antropica, quali tagli stradali e apertura di cantieri per nuove costruzioni con sbancamenti e riporti di terreno a mezza costa soprattutto presenti nell'abitato di Trinità d'Agultu (Monte Santa Barbara).

4.79.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Per evitare l'eccessiva frammentazione delle aree a pericolosità presentate nella Variante del Piano Urbanistico Comunale di adeguamento al PAI (di fatto derivata dagli areali di 'instabilità potenziale) si è proceduto ad una revisione delle stesse per uniformarsi ai criteri metodologici utilizzati nell'ambito del presente studio. Il settore sud occidentale del territorio comunale è caratterizzato da variazioni di pendenza legate essenzialmente agli affioramenti granitici. I dissesti sono per lo più dovuti all'alterazione delle formazioni granitoidi precedentemente descritte e ai depositi sabbiosi di origine eolica pleistocenici. Lungo la linea di costa si segnala a pericolosità media il tratto che va da Paludedda a Li Calpuneddi caratterizzato da cordoni dunali sabbiosi e il tratto roccioso che da monte Tinnari scende verso il mare. Nell'entroterra si evidenzia il tracciato della strada provinciale SP 90 Castelsardo-Santa Teresa di Gallura potenzialmente a rischio in alcuni tratti direttamente esposti alle cornici rocciose granitiche. Nella zona dell'abitato di Trinità d'Agultu i versanti a forte pendenza incisi della valle del riu di Rinaggiu presentano una pericolosità media ed elevata con alcuni affioramenti incombenti sulla strada comunale in località Lu Miriagheddu a pericolosità elevata. Nella zona dell'abitato di Trinità d'Agultu alcune nuove lottizzazioni poste a ridosso del monte Santa Barbara sono a rischio per potenziali fenomeni di crollo e di dilavamento lungo il versante; il taglio artificiale del versante, con arretramento della scarpata, senza un'adeguata protezione espone al pericolo potenziale massimo e forte alcune abitazioni. In uscita dall'abitato di Trinità d'Agultu lungo la SP 74 in località Sant'Ussula sono presenti blocchi alterati e fratturati che possono potenzialmente interessare la sede stradale.

La carta dell'instabilità potenziale segnala estese aree di pianura ad instabilità "forte", caratterizzati dalla presenza di depositi eolici sabbiosi, a cui non corrisponde tuttavia una pericolosità reale, vista la bassissima acclività del territorio.

4.79.3 Interventi

Gli interventi riguardano la messa in sicurezza della strada provinciale SP 90 Castelsardo – Santa Teresa di Gallura, che attraversa il territorio comunale, in località Pinna-Andria Diana; alcuni tratti della sede stradale sono esposti a cornici rocciose e al dilavamento lungo il taglio stradale. Nella zona dell'abitato di Trinità d'Agultu sono previsti interventi per mitigare il rischio da fenomeni essenzialmente di crollo in località Lu Miriagheddu, in località Pala Stiddata e via delle Poste, e lungo la SP 74 a est in uscita dal centro abitato.



Foto 66 – Blocchi instabili lungo il taglio della SP90 Castelsardo - Santa Teresa di Gallura, in località Pinna.

Interventi comune di TRINITA' D'AGULTU E VIGNOLA (OT)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
104026_0001	SP 90 Località Pinna-Andria Diana	€ 215.000
104026_0002	Lu Miriagheddu (Trinità d'Agultu)	€ 150.000
104026_0003	Maria Immacolata - Pala Stiddada (Trinità d'Agultu)	€ 290.000
104026_0004	SP 74 Trinità d'Agultu - Loc. Sant'Ussula	€ 80.000
Stima costi totale		€ 735.000

Tabella 61 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Trinità d'Agultu e Vignola (OT) e stima di massima dei costi.

4.80 Bosa

4.80.1 Principali aree in dissesto

L'ampio territorio del comune di Bosa è impostato essenzialmente su complessi vulcanici, prevalentemente ignimbriti, ma anche andesiti, e comprende: la media e bassa valle del Temo che a tratti assume la conformazione di un vero e proprio canyon, a Nord un ampio tratto di altopiano vulcanico e una costa alta, caratterizzata dalla presenza di falesie a loro volta sormontate da versanti mediamente acclivi di collegamento verso gli altopiani interni. Il discreto dislivello tra fascia costiera ed altopiani ha fatto sì che vi sia un certo numero di valli incise modellate dai corsi d'acqua secondari. A Sud, nei pressi del confine con i comuni di Modolo e Magomadas, a tratti, la morfologia appare relativamente meno aspra, ed il substrato per ampi tratti è costituito dalle arenarie e calcareniti della formazione di Modolo.

Lungo i ripidi versanti che scendono verso la costa e i fondovalle affiorano diffusamente sia cornici rocciose, particolarmente frequenti in corrispondenza del ciglio sommitale dei pendii, sia pareti rocciose entrambe sedi di frane per crollo anche di notevoli proporzioni. Le aree soggette a dissesti di tale natura sono piuttosto diffuse sull'intero territorio comunale, tuttavia si verificano con maggiore frequenza lungo la valle del Temo e sulla costa. Più limitati in estensione e meno frequenti risultano i dissesti tipo soil slip, dovuti a localizzati scivolamenti della coltre superficiale.

4.80.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Ampie parti del territorio comunale erano oggetto di perimetrazione della pericolosità nella prima versione del PAI, in particolare per quanto riguarda il settore meridionale del comune, compreso il centro abitato, e la provinciale per Alghero. Rispetto a tale versione sono state introdotte diverse modifiche frutto sia dei sopralluoghi e dell'analisi fotointerpretativa, sia dell'affinamento della metodologia. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, da un lato le aree a maggiore pericolosità delimitate originariamente sulle sole pareti rocciose instabili sono state estese verso valle fino al punto raggiungibile dai blocchi rocciosi in caduta e, verso monte, a tergo del bordo della scarpata per una fascia di "rispetto" di una quindicina di metri. Per contro le aree in Hg4, in assenza di riscontri diretti di dissesti relativamente recenti, sono state declassate in Hg3. Come di consueto sulle falesie costiere è stata mantenuta generalmente la classe Hg4, essendo per lo più evidenti e diffusi i riscontri diretti di dissesti recenti, ed in ragione della forte azione erosiva e destabilizzante operata dal moto ondoso ai piedi delle falesie stesse. Tale impostazione, di carattere generale, è stata mantenuta anche in presenza di frane classificate quiescenti nell'IFFI, proprio in considerazione del particolare contesto morfologico.

Scendendo ad un'analisi di maggiore dettaglio si osserva che le principali aree urbanizzate corrispondenti al centro comunale e a Bosa Marina, fatte salve poche ristrette eccezioni, sono edificate in zone sicure dal punto di vista del rischio geologico. Rispetto al PAI vigente vengono pertanto proposte le seguenti modifiche.

- In relazione al costone roccioso fortemente instabile che partendo dalla Punta sa Sea e andando verso Nord sovrasta aree di recente edificazione, è stata sostanzialmente confermata l'area a pericolosità Hg4 posta nei pressi del porto turistico (via sas Covas), mentre è stata ridotta per ragioni morfologiche verso monte la fascia Hg4 che comprendeva parte dei fabbricati siti in via Ariosto e Generale Piras.
- E' stata inserita una ridotta fascia in Hg3 alla base della torre dell'Isola Rossa.
- E' stata declassata in Hg3 la fascia di pericolosità che segue i versanti del monte Furrù, con locali riduzioni di estensione verso il piede del versante (zona Colonia ad esempio).
- E' stato declassato da Hg4 ad Hg3 l'area su cui insiste il villaggio Turas non essendovi notizie o evidenze di dissesti recenti di qualche rilevanza.
- Sono stati inseriti nella fascia Hg3 alcuni fabbricati ad uso residenziale posti in via Vivaldi (pericolo caduta blocchi isolati da un fronte di cava abbandonato su pertinenze condomini), via Montiferru (pericolo caduta massi dalle sovrastanti pendici del M. Uno), e in via Prunas (possibile caduta di blocchi sulle aree poste a tergo di alcune ville).
- E' stata declassata, in assenza di notizie di dissesti recenti, da Hg4 ad Hg3 e ridotta per ragioni morfologiche l'area di pericolosità che insiste sul castello dei Malaspina.



Foto 67 – Abitazioni sono cornici instabili in corrispondenza della punta sa Sea

Per quanto riguarda le spalle della diga sul Temo, oggetto di interventi di consolidamento, si è proceduto al declassamento da Hg4 ad Hg3, fermo restando che non è stato possibile né esaminare il sito posto all'interno di un'area chiusa, né consultare la documentazione di progetto relativa agli interventi effettuati (sulla base della quale sarebbe forse possibile un ulteriore declassamento in Hg2).

Molto più estesi e rilevanti sono i problemi relativi alla rete stradale principale al di fuori del centro abitato. Risultano infatti minacciati ampi tratti della SP49 per Alghero e settori localizzati della SP 19 per Montresta, della ferrovia per Macomer, della SS 129 bis, della SP 36 per Modolo, della SP 11 Montresta-Padria, della SP 34, nonché la strada di accesso alla diga sul Temo.

Anche tratti della rete acquedottistica principale ricadono all'interno di aree a rischio di crollo, per lo più classificate in Hg3, tuttavia in questi casi si ha una vulnerabilità modesta visto che le condotte si sviluppano quasi sempre in sotterraneo.

In relazione allo sviluppo di un esteso incendio nel 2012 su aree parzialmente boscate sono state estese le fasce di pericolosità Hg2 in località Conchi Mannu (zona di altopiano nel settore nord-orientale del territorio comunale).

In generale si ha una buona correlazione tra instabilità potenziale e pericolosità reale. In alcuni casi tuttavia l'instabilità restituita dal calcolo con la metodologia PAI è apparsa non realistica, si tratta per lo più di aree pendenza bassa o nulla, in cui sono presenti complessi scadenti dal punto di vista geotecnico (terreni eluvio-colluviali, piroclastiti) ma che comunque richiedono un minimo di pendenza per dar vita a dissesti di natura gravitativa, oppure di detrito di falda stabilizzato.

4.80.3 Interventi

L'insieme degli interventi, pur accorpati e semplificati è alquanto composito, come si può osservare dalla tabella sottostante.

Nell'abitato si propone la realizzazione di un breve vallo a protezione di alcuni condomini siti al fondo di via Montiferru, minacciati da frane per crollo, e la pulizia di un ex fronte di cava che incombe sui cortili, e in parte sui tetti, di alcuni condomini in via Vivaldi. Nella zona del porto turistico, soggetta a frane per crollo, è proposta la realizzazione di un vallo a protezione di alcune abitazioni e capannoni di rimessaggio (il porto di per se stesso è tuttavia ubicato in zone sicure) e di una barriera a difesa di alcune abitazioni ubicate proprio sopra la punta sas Sea, che per altro vanno monitorate anche per il rischio di collasso della falesia sul bordo della quale sono state costruite.

Lungo le strade la situazione più difficile, quanto meno per estensione delle aree a rischio, è quella della SP 49, già in parte protetta con reti radenti (essenzialmente per stabilizzare le scarpate stradali) e barriere paramassi in pannelli; queste ultime, tuttavia, si sono dimostrate non idonee a trattenere blocchi di medie o grandi dimensioni, tipici dei dissesti che si verificano nell'area in oggetto. La proposta è di estendere decisamente il sistema di difese in barriere paramassi, del tipo in rete metallica deformabile più idoneo per l'area in oggetto, fermo restando che si tratterebbe di una protezione parziale non essendo possibile la messa in sicurezza totale della carreggiata. E' quindi consigliabile procedere alla chiusura della strada in caso di condizioni meteo sfavorevoli (piogge intense essenzialmente, ma anche in caso di vento forte).



Foto 68 – Barriere paramassi a pannelli a difesa della SP 49 – L'efficacia di tale opera è limitata a blocchi di modesta dimensione in rotolamento. Si osservi il pannello al centro deformato per l'impatto di un blocco.

Analoghi interventi sono proposti su tratti localizzati delle altre strade provinciali che attraversano il territorio comunale, sulla SS 292 e su un tratto della ferrovia per Macomer, talora integrati da operazioni di pulizia dei versanti e delle pareti rocciose e/o dalla posa di reti radenti rinforzate.

Un settore del tratto iniziale della ferrovia per Macomer è minacciato da processi di scivolamenti e erosione della coltre superficiale sul versante sovrastante, con possibile accumulo di terreno sulla linea ferroviaria stessa. La scarpata è già sostenuta per un lungo tratto da un muro in calcestruzzo che andrebbe ulteriormente esteso. Si propongono inoltre di procedere ad interventi di ingegneria naturalistica finalizzati alla stabilizzazione della base del pendio sovrastante la ferrovia.

Interventi comune di BOSA (OR)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
095079_0116	Colle S. Giorgio	€ 350.000
095079_0117	Pedras Nieddas	€ 250.000
095079_0118	Isola Rossa	€ 20.000
095079_0119	SS 292 Km 29,9	€ 60.000
095079_0120	Coroneddu - C. Sulinas	€ 250.000
095079_0122	SP 19 Km 7.8; 4.0; 2.6.	€ 500.000
095079_0123	Abitato - Via Montiferru, via Vivaldi.	€ 350.000
095079_0124	Porto turistico - Punta sa Sea	€ 1.500.000
095079_0125	SP 49 ingresso abitato	€ 1.900.000
095079_0126	SP 49 Km 34-38 - Torre Argentina	€ 150.000
095079_0127	SP 49 Km 35 - confine provinciale	€ 7.000.000
095079_0128	Ponte sa Entale	€ 650.000
Stima costi totale		€12.980.000

Tabella 62 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Bosa (OR) e stima di massima dei costi

4.80.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune di Bosa aveva inviato, a seguito dell'adozione preliminare, una lettera in cui, sulla base degli esiti parziali di studi di approfondimento in corso commissionati dal comune stesso, si riservava di inviare "osservazioni puntuali", che in realtà non sono mai pervenute né ufficialmente né in via informale. Pertanto, In assenza della documentazione tecnica preannunciata, è stata confermata la versione dello studio presentata in sede di adozione preliminare.

4.81 Cuglieri

4.81.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Cuglieri comprende il settore centrale della catena vulcanica del Montiferru, un'ampia superficie terrazzata e debolmente inclinata verso al costa, in parte occupata dalla conoide abbandonata del riu S. Caterina e la fascia costiera caratterizzata dalla presenza di alte e instabili falesie. Le aree in dissesto sono

per lo più situate nella catena del Montiferru, ove si hanno diffuse ed estese frane per crollo e lungo la fascia costiera in corrispondenza della lunga e instabile linea di falesie che termina solo a Sud dell'abitato di Torre del Pozzo. Problemi più limitati, legati soprattutto allo sviluppo di scivolamenti per erosione superficiale e solo localmente da frane per crollo, si hanno lungo i versanti delle valli terrazzate, con particolare riferimento a quelle del riu Mannu e del riu S. Caterina.

4.81.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le serie di falesie costiere sono state classificate per lo più come a forte pericolosità tenendo conto sia degli effetti congiunti dell'erosione delle acque correnti e dello scalzamento del moto ondoso, sia della presenza di segni chiari di riattivazione. Tale impostazione, di carattere generale, è stata confermata anche in presenza di frane classificate quiescenti nell'IFFI, proprio in ragione del particolare contesto morfologico. I versanti e le cornici rocciose della catena del Montiferru sono stati per lo più classificate in Hg3 essendo ad esse riconducibili lo sviluppo di periodiche frane per crollo. Nelle valli terrazzate sono presenti per lo più versanti moderatamente acclivi, con possibile tracce di erosioni areale; in questi casi si è per lo più optato per la classe Hg2. Le falesie costiere ove in genere vi sono chiare evidenze di riattivazioni periodiche sono state inserite nella classe Hg4.

Le aree a maggiore criticità sono costituite dal centro comunale, sito alle pendici della catena del Montiferru, dalla SP 18 nel tratto di valico del Montiferru e dai centri balneari di Torre del Pozzo e S. Caterina.

Il centro comunale è ubicato su un ripiano vulcanico parzialmente terrazzato, già preso in considerazione nella prima versione del PAI che classificava alcune parti del paese in Hg4. Sulla base delle analisi e osservazioni condotte nell'ambito del presente studio tali aree sono state ridotte e/o declassate, tenendo presente che non vi sono notizie di dissesti recenti e che le pendenze di gran parte dell'area occupata dall'abitato sono modeste (cfr. area del Seminario e zona via delle Trebbie declassate da Hg4 a Hg2 o Hg1). Per quanto riguarda il relativamente ripido versante che segna il limite settentrionale dell'abitato, ove sono presenti speroni rocciosi ma per contro sono stati effettuati estesi interventi di consolidamento, si propone il declassamento da Hg4 ad Hg3. Aree a rischio permangono lungo il vecchio tracciato della SS 292 Nord-Est dell'abitato nei pressi della rotonda di connessione con la nuova variante. Invece il tratto di tale statale all'ingresso dell'abitato da Sud in teoria non mostra grossi problemi, tuttavia è stata attribuita al versante attraversato dalla carreggiata precauzionalmente la classe Hg3 in quanto il PAI vigente classificava l'area in Hg4.

Ampi tratti del percorso di ascesa della SP 18 al valico della catena del Montiferru sono potenzialmente soggette a frane per crollo, stante la diffusa presenza di pareti e versanti rocciosi, per quanto non vi siano notizie di eventi recenti. Pertanto tali aree sono state classificate in Hg3.



Foto 69 – Versanti rocciosi instabili sovrastanti la SP 18

Lungo la costa si ravvisano problemi localizzati in corrispondenza degli abitati di S. Caterina e Torre del Pozzo, mentre non vi sono segnalazioni per quello di S'Archittu.

A Santa Caterina desta in particolare preoccupazioni il settore settentrionale della spiaggia sovrastato da una falesia instabile, sia per l'incolumità dei bagnanti, sia per il possibile coinvolgimento delle pertinenze di alcune abitazioni e di un albergo. Lungo tale falesia sono possibili frane per crollo ed inoltre sono visibili tracce di scivolamenti della coltre superficiale.

A Torre del Pozzo risultano a rischio un breve tratto di statale, ricavato scavando l'apice della falesia, ed alcune abitazioni poste sull'orlo della falesia stessa (versante settentrionale del promontorio di T. re su Puttu). Una di queste tra l'altro è posta sulla volta di una cavità a mare e verrebbe quindi senz'altro coinvolta da un non improbabile cedimento della stessa.

Risultano infine incluse nelle aree a maggiore pericolosità sia tratti della rete acquedottistica (poco vulnerabile però alle frane per crollo) sia zone archeologiche, ove però ricadono nelle aree a rischio generalmente le fasce di rispetto e non i resti veri e propri collocati in genere sui piani a tergo delle scarpate instabili.

In generale si ha una buona concordanza tra instabilità potenziale e pericolosità reale. Fanno eccezione, qui come altrove, le aree coperte da depositi eluvio-colluviali a pendenza molto bassa o nulla, e i depositi sabbiosi, arenacei e marnosi pliopleistocenici a bassa pendenza, ove proprio per la scarsa acclività della superficie topografica non vi sono le condizioni per lo sviluppo di dissesti di natura gravitativa, come per altro l'analisi morfologia e i sopralluoghi in sito a campione hanno confermato. Alle aree interessate dalla presenza di detrito di falda stabilizzato nel Montiferru, spesso classificati come ad instabilità potenziale forte, in assenza di indizi anche indiretti di movimento è stata, viceversa, attribuita la classe Hg1.

4.81.3 Interventi

Tra gli interventi esistenti si segnala la recente sistemazione del versante posto subito a Nord del centro comunale che ha comportato l'esecuzione di un muro in gabbioni (Via Canu) e la chiodatura di uno sperone roccioso instabile (Piazza Cubeddu). Muri di contenimento aventi anche la funzione di barriera paramassi sono stati realizzati sulla SS 292 in prossimità del Km 84 circa; tale sistemazione sarebbe da integrare con la posa di alcuni ulteriori tratti di barriera paramassi. Un altro tratto di SS 292 posto all'ingresso settentrionale dell'abitato (Km 87), minacciato da crolli, sarebbe da proteggere con barriere, chiodature e disgaggi.



Foto 70 – Settore settentrionale dell'abitato – Via Canu - Muro in gabbioni visto dal basso.

Per quanto riguarda la SP 18 sono stati individuati circa 2 km di tracciato soggetto alla caduta massi. In questo caso non sono possibili interventi diretti sulle troppo estese aree di distacco e, per contro, la posa di barriere paramassi risulta molto onerosa (è stato stimato un costo di circa 3 milioni di euro) e comunque non del tutto risolutiva. Una significativa riduzione del rischio potrebbe ottenersi attraverso la chiusura della strada in caso di condizioni meteo avverse (piogge intense ma anche nevicate seguite da cicli di gelo e disgelo per le aree altimetricamente più elevate).

Passando alla costa, per il sito presso il borgo di S. Caterina (sette settentrionale della spiaggia) si propongono interventi di ingegneria naturalistica e regimazione delle acque superficiali. Alcune mensole rocciose dovrebbero essere sostenute da interventi di sottomurazione (che tra l'altro impedirebbero l'accesso dei bagnanti alle aree più a rischio. E' comunque opportuno regolare l'accesso alla base della falesia e chiudere decisamente il tratto di spiaggia in oggetto in caso di eventi meteorologici avversi.

Di gran lunga più complesso è il caso di Torre del Pozzo. Qui la presenza di una falesia instabile alla cui base si sviluppano cavità naturali e sul cui apice corre la statale e sono state edificate delle ville determina un rischio complessivo molto elevato. E' ovvio che in questo caso la delicatezza e la particolarità della situazione richiede studi specifici, ed a questo si riferisce il costo degli interventi indicato sulla scheda, onde valutare l'effettivo assetto strutturale del sito e i conseguenti eventuali interventi di consolidamento. Questi ultimi devono, per altro, essere compatibili con il contesto paesaggistico di pregio, senza scartare a priori eventuali rilocalizzazioni dei manufatti a rischio.



Foto 71 – Torre del Pozzo - Grotta a mare sulla cui volta sono edificate due abitazioni.

Interventi comune di CUGLIERI (OR)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
095019_0106	Costa presso Torre del Pozzo	€ 50.000
095019_0107	S. Caterina - Torre Pittinuri	€ 120.000
095019_0109	SS 292 Km 87,8	€ 250.000
095019_0110	SP 18 Km 5-9	€ 3.000.000
095019_0111	SS 292 Km 84,5	€ 150.000
Stima costi totale		€ 3.570.000

Tabella 63 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Cuglieri (OR) e stima di massima dei costi.

4.81.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune ha presentato un'osservazione sotto forma di studio di compatibilità geologica-geotecnica del PUC, redatto ai sensi dell'art. 8 delle norme di attuazione del PAI.

In tale studio le aree di pericolosità sono state tracciate verosimilmente a partire da quelle della presente variante, benché questa non sia citata nella relazione generale del piano comunale. Sebbene modeste da un punto di vista areale, le modifiche proposte nella variante comunale non sono irrilevanti e sono concentrate essenzialmente nella zona del centro comunale e lungo la fascia costiera. Si è quindi proceduto ad un attento confronto che ha portato ad accogliere la maggior parte delle varianti introdotte. In generale quelle che, viceversa, sono state respinte, sono dovute essenzialmente ad un declassamento delle scarpate di terrazzo da Hg2 a Hg1, che si ritiene non conforme alla metodologia PAI, e al fatto che non sempre nella variante comunale è stata mantenuta una adeguata fascia di rispetto a tergo delle scarpate rocciose o di terrazzo, in particolare lungo la fascia costiera.

4.82 **Flussio**

4.82.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Flussio insiste su una relativamente estesa fascia di altopiano vulcanico delimitata agli estremi, a Nord e a Sud, da due versanti relativamente ripidi coronati da cornici rocciose instabili e sede di frane per crollo recenti. Sono proprio tali aree, poste al confine con i comuni di Modolo e Tinnura a Nord e Sennariolo a Sud che si concentrano le aree potenzialmente in dissesto, mentre nessun problema di stabilità emerge sulle pianeggianti aree di altopiano.

4.82.2 Pericolosità ed elementi a rischio

La scarpata rocciosa che delimita da Nord l'abitato è sede di una frana per crollo quiescente già segnalata nell'IFFI. Tale settore è stato quindi classificato in Hg3, il che ha comportato la delimitazione di una limitata fascia di rispetto precauzionale a tergo della scarpata stessa che include una passeggiata recentemente oggetto di risistemazione e marginalmente alcune abitazioni costruite nelle immediate vicinanze della passeggiata stessa; la restante parte dell'abitato appare comunque edificato in posizione sicura. Anche i settori della valle posta subito ad ovest dell'abitato non interessati direttamente dal dissesto segnalato dall'IFFI sono stati comunque inseriti nelle aree a pericolosità media (Hg2), pur non essendo state rilevate minacce immediate, ma tenendo presente che in tempi relativamente recenti si è sviluppato un incendio che ha colpito fasce alberate, causando così un peggioramento complessivo della stabilità del versante e favorendo l'innescò di scivolamenti della coltre superficiale.

A sud risulta a rischio un breve tratto della SS 292 in prossimità della località ponte Mannu, sebbene le aree più critiche siano quelle ricadenti nei contigui territori dei comuni di Sennariolo e Magomadas. Nelle aree di pericolosità rientrano infine un breve tratto della provinciale per Modolo (ma qui la classificazione deriva dalle delimitazioni del PAI vigente che attribuivano a tale area la classe Hg4) e l'area di salvaguardia di un nuraghe.

Nel complesso vi è un buon accordo tra instabilità potenziale e pericolosità, salvo alcune ristrette aree di altopiano, subpianeggianti, in cui si è ritenuto che la presenza di coltri eluvio-colluviali e sabbie non giustifichi una pericolosità geologica significativa in presenza di pendenze molto basse.

4.82.3 Interventi

Nell'abitato non sono stati previsti interventi in quanto non vi sono elementi significativi a rischio lungo il versante e l'eventuale processo di arretramento della scarpata non pare minacciare nell'immediato i fabbricati parzialmente inseriti nella fascia Hg3; si intende che la situazione deve essere tenuta sotto controllo tramite ispezioni e verifiche periodiche. In via precauzionale si consiglia inoltre di vietare l'accesso alla passeggiata che corre sull'orlo della scarpata in occasione di forti piogge, condizioni per altro in cui difficilmente verrebbe utilizzata.



Foto 72 – La passeggiata che segue il bordo della scarpata rocciosa, in parte mascherata dalla vegetazione, in corrispondenza dei limiti settentrionali dell'abitato

Per quanto riguarda il tratto di SS 292 presso ponte Marnu si rimanda a quanto detto a proposito dei limitrofi territori dei comuni di Tresnuraghes e Sennariolo ove si concentrano i tratti più critici.

4.83 **Magomadas**

4.83.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Magomadas è costituito da una fascia con asse Est-Ovest che comprende un settore di ripiano terrazzato, un tratto di territorio collinare di connessione con la costa e una ripida e instabile falesia costiera. Le aree in dissesto sono concentrate nella fascia collinare, ove sono presenti cornici rocciose instabili potenzialmente soggette a crolli e ove possono svilupparsi scivolamenti della coltre superficiale, e sulla costa ove periodicamente si staccano frane per crollo dalle falesie a mare, costituite a Nord da ignimbriti e a Sud da sabbie e arenarie pleistoceniche.

Nessun problema si rileva viceversa nel settore orientale del territorio comunale, costituito da un ripiano terrazzato subpianeggiante.

4.83.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il comune di Magomadas ha recentemente presentato una variante al PAI che in parte corregge quanto previsto nella prima versione del PAI e che estende l'analisi all'intero territorio comunale. Gli esiti di tali varianti sono stati recepiti in gran parte con tuttavia alcune modifiche rilevanti in parte legate alla metodologia applicata e in parte, soprattutto nell'area del centro comunale, dovute ad una sottovalutazione del pericolo effettivo o, quanto meno, ad una insufficiente motivazione delle scelte adottate.

Per quanto riguarda la metodologia si rileva che la classe Hg4 è normalmente attribuita solo alle aree in cui vi sono segni evidenti, riscontri documentali o testimonianze di riattivazione recente. Pertanto alcune ristrette aree classificate in variante in Hg4 (tra cui una fascia nei pressi del villaggio Turas) sono state declassate in Hg3. Per contro alcuni tratti di versanti classificati in Hg3 e Hg2 sono stati estesi tenendo conto della possibile propagazione dell'eventuale dissesto e del principio omogeneità morfologica, ovvero del fatto che se un tratto di versante risulta pericoloso o è stato sede di un dissesto, avranno ragionevolmente la stessa pericolosità anche i settori di versante limitrofi aventi caratteristiche analoghe.

In tale contesto è stata viceversa confermata la classe di pericolosità Hg4 per la falesia costiera ove i segni di attività recenti sono evidenti e in cui risultano minacciati diversi fabbricati ad uso residenziale ubicati nei pressi del ciglio della stessa falesia. Tale impostazione, di carattere generale, è stata confermata anche in presenza di frane classificate quiescenti nell'IFFI, proprio in ragione del particolare contesto morfologico.

Per quanto riguarda le aree interne, oltre all'inserimento di alcune ristrette fasce in Hg3 e Hg2 su aree agricole o incolti di modesta rilevanza, sono state inserite le seguenti modifiche.

Le fasce in Hg3 e Hg2 presenti in variante sul monte Loria sono state estese notevolmente tenendo presenti sia la morfologia del sito e l'unitarietà dei versanti, sia il fatto che in tale area si è sviluppato un incendio che ha sicuramente danneggiato la vegetazione arborea e arbustiva che copriva tali aree, con complessiva riduzione della stabilità globale.

Il centro comunale è edificato ai margini del ripiano terrazzato o altopiano su cui insiste il settore orientale del territorio comunale. Le abitazioni si spingono fino sul ciglio della scarpata e recentemente una villa è stata realizzata al di sotto di essa. Lungo tale ciglio sono presenti affioramenti rocciosi e cornici da cui possono staccarsi blocchi e il cui collasso potenzialmente nel medio-lungo termine potrebbe avere conseguenze sull'edificato retrostante. Inoltre lungo il ripido versante che scende verso il sottostante fondovalle sono presenti scivoli rocciosi che, verosimilmente, sono legati allo sviluppo di scivolamenti della coltre superficiale, forse connessi anche al cedimento di vecchi sistemi di terrazzamenti artificiali. Tali osservazioni emerse dal sia pur speditivo sopralluogo trovano parziale riscontro nella carta geomorfologica della variante al PAI dove effettivamente è indicata la presenza di una "cresta rocciosa".

Sempre nelle fasce a pericolosità elevata rientrano parte del sito archeologico della P.ta di S. Nicola e alcuni tratti di condotte di acquedotto, per altro scarsamente vulnerabili alle frane per crollo.

L'area del centro comunale non era stata considerata dalla prima versione del PAI che tuttavia, come noto, focalizzava l'attenzione solo su alcune parti del territorio. Nella variante, che invece considera l'intero territorio comunale, l'area in questione è classificata come area priva di pericolo. Tale scelta, per altro non motivata nella documentazione disponibile, appare non sostenibile in relazione alla morfologia del sito e agli esiti dei sopralluoghi, e incongruente rispetto alla stessa documentazione presentata nell'ambito della variante (carta geomorfologica e dell'instabilità potenziale). Si è pertanto proceduto, anche a seguito dell'ulteriore documentazione fornita in sede di osservazioni, alla classificazione del versante in oggetto in Hg2 con la consueta fascia di rispetto di circa 15 m a tergo del bordo del versante stesso.

4.83.3 Interventi

Nella variante al PAI sono riportate due schede interventi, una relativa all'area del villaggio Turas e della vicina cava abbandonata, l'altra riguardante la sistemazione di un versante nei pressi della località sas Cheas. Non vi sono invece segnalazioni relative alla grave situazione della falesia costiera in cui risultano minacciate diverse abitazioni e parecchie altre sono comunque poste in posizione critica.

In località sas Cheas il comune segnala il distacco di massi e scivolamenti/liquefazioni della coltre superficiale che hanno minacciato abitazioni e una strada comunale. Nel corso del sopralluogo non è stato possibile individuare con certezza l'area in dissesto, tuttavia in tale settore la scarpata della strada è stata stabilizzata con un muro di sostegno in calcestruzzo e il pendio presenta irregolarità forse imputabili a dissesti di natura gravitativa. Nella scheda interventi non è riportata né una descrizione degli stessi né una loro quantificazione economica.

Per la zona del villaggio Turas, ai confini con il comune di Bosa, il comune ha richiesto un finanziamento pari a circa 800.000 euro senza tuttavia descrivere gli interventi ipotizzati. Tale villaggio è stato realizzato nei pressi dello sbocco della valle dell'omonimo rio, sul versante in sinistra idrografica. Nell'area sono presenti diversi siti potenzialmente soggetti ad instabilità ed in particolare: uno sperone roccioso in vulcaniti posto sopra la SP 34, sul cui orlo sono presenti dei fabbricati del villaggio Turas, potenzialmente soggetto a frane per crollo (area però sita nel comune di Bosa); l'area del villaggio in cui possono verificarsi processi di fluidificazione legati a disfunzioni nella gestione delle acque di pioggia (recentemente piogge intense hanno provocato lo sviluppo di un ridotto soil slip presso il bivio SP 34 - Strada Turas); la vecchia cava abbandonata di pietra a mare il cui arretramento del fronte minaccia un piazzale. Non essendo note le modalità di intervento previste dal comune non è stato possibile proporre eventuali integrazioni.

Nella zona di S. Maria del Mare - C. Agnesa la falesia costiera che si sviluppa in corrispondenza dell'abitato di Porto Alabe è costituita da pareti in arenarie pleistoceniche poco cementante e quindi facilmente erodibili. Pertanto a seguito dell'azione congiunta del moto ondoso al piede e dell'erosione diffusa delle acque di pioggia la linea della falesia tende ad arretrare con relativa rapidità, ed è associata allo sviluppo sia di frane per crollo sia di scivolamenti della coltre superficiale. La caduta massi minaccia i bagnanti che frequentano la spiaggia sottostante, inoltre l'arretramento della falesia tende ad interessare gli edifici (si tratta per lo più di ville) realizzate subito a tergo dell'orlo della scarpata stessa. Finora è stata realizzata solo una breve difesa in massi utilizzando blocchi staccati dalla falesia sovrastante; si ritiene che detto intervento debba essere integrato con l'estensione e rinforzo della scogliera esistente, con la raccolta e regimazione delle acque di pioggia e la stabilizzazione della scarpata con tecniche di ingegneria naturalistica. Da valutare, inoltre, la

possibilità di realizzare opere di sostegno (essenzialmente muri) a difesa dei fabbricati più esposti. E' inoltre necessario vietare l'accesso alla base della scarpata ed interdire l'utilizzo complessivo della spiaggia in caso di mareggiate e/o piogge intense.



Foto 73 – Falesia instabile in località C. Agnesa.

Interventi comune di MAGOMADAS (OR)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
095083_0113	S. Maria del Mare - C. Agnesa	€ 150.000

Tabella 64 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Magomadas (OR).

4.83.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune ha presentato come osservazione una relazione tecnica, redatta dai Dott. Geol. M. Pusceddu e A. Serelli, all'interno della quale sono raccolte in 12 schede corrispondenti ad altrettante richieste di modifica della delimitazione delle fasce pericolosità perimetrate nella variante in adozione.

Dopo attento esame sono state accolte in parte o integralmente le osservazioni relative a 6 siti, mentre sono state ritenute non condivisibili neppure parzialmente quelle relative alle altre 6 aree. Rimandando all'apposito documento per un esame di dettaglio, in estrema sintesi si può dire che sono state accolte integralmente le proposte di ripermetrazione relative alle cavità sotterranee, la cui esatta posizione ed individuazione è stata oggetto di appositi accertamenti in sito. Sono poi state in parte accolte alcune proposte di ripermetrazione, essenzialmente relative alla fascia di salvaguardia a tergo delle scarpate e si è convenuti sul declassamento in Hg2 (invero era stato chiesto lo svincolo totale) del versante sottostante il centro storico.

4.84 Modolo

4.84.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Modolo corrisponde, circa, al bacino di testata del breve rio denominato Tura nel tratto focivo e Abba Male nel corso intermedio. E' quindi costituito da un fondovalle alluvionale circondato da versanti disposti ad anfiteatro, moderatamente acclivi, da cui emergono cornici rocciose e pareti, sia costituite da vulcaniti che da calcari miocenici, in varia misura potenzialmente instabili. Subito a monte di una di queste è edificato l'abitato.

La possibilità dello sviluppo di dissesti è quindi legata principalmente al possibile distacco di blocchi isolati e frane per crollo dalle cornici rocciose e, secondariamente, all'arretramento delle scarpate stesse con possibile coinvolgimento delle aree poste immediatamente a tergo di queste ultime.

4.84.2 Pericolosità ed elementi a rischio

La SS 129 bis corre tra due cornici rocciose, classificate in Hg3 in quanto soggette a possibili distacchi di blocchi e frane per crollo. Alcuni tratti della statale, nei settori in cui la carreggiata corre più vicina alle aree instabili, risultano a rischio. I margini occidentali dell'abitato, che corrispondono all'orlo di scarpate rocciose costituite da calcari miocenici, sono state classificate in Hg3 e Hg2 in funzione dell'altezza e della fratturazione delle scarpate stesse, tenendo conto che non sono giunte notizie di una loro recente evoluzione. Si ricorda comunque che alcuni fabbricati siti in via Bosa, sono edificati proprio a filo della parete e risultano quindi particolarmente esposti. Risulta inoltre incluse nelle aree a pericolosità elevata una parte della fascia di rispetto dell'area archeologica del nuraghe di Albaganes.



Foto 74 – Abitazioni in via Bosa realizzati e “filo” con la sottostante scarpata rocciosa

Si segnala infine che tutto il versante che sale verso Flussio presenta una instabilità potenziale forte, pur in assenza di segni concreti di dissesto e nonostante le pendenze non siano particolarmente elevate. La situazione è stata sintetizzata attribuendo a tale area una pericolosità moderata che sottolinea la necessità di procedere, in via preliminare ad un possibile utilizzo, ad accertamenti sulla stabilità dell’area in oggetto.

4.84.3 Interventi

In relazione alla situazione del centro abitato non sono stati previsti interventi per le abitazioni site in via Bosa che insistono sulla scarpata rocciosa. Non vi sono infatti per ora segni o segnalazioni di movimenti, tuttavia è evidente (cfr. foto) che si tratta di una situazione critica da tenere sotto attento controllo ed eventualmente da sottoporre a studi di dettaglio.

Sono stati proposti viceversa interventi a difesa del tratto della SS129 bis prossimo al confine con Suni, ove la pericolosità legata alla presenza di cornici rocciose instabili può essere mitigata con interventi di demolizione di massi e attraverso la posa di reti paramassi rinforzate.

Interventi comune di MODOLO (OR)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
095084_0104	SS 129 bis Km 23-24	€ 70.000

Tabella 65 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Modolo (OR).

4.85 Montresta

4.85.1 Principali aree in dissesto

Il comune di Montresta occupa un settore dell'altopiano vulcanico che si sviluppa tra la valle del Temo e la costa. Si tratta di una superficie moderatamente ondulata e caratterizzata da serie di terrazzi che delimitano valli relativamente poco incise. L'apice di tali terrazzi culmina a tratti in cornici e speroni rocciosi da cui possono staccarsi frane per crollo. Una di queste, in particolare, sovrasta il settore sud-orientale dell'abitato di Montresta, altre due interessano la valle di riu Baddeduva .

4.85.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In generale il territorio comunale non presenta problemi di stabilità tuttavia, una delle principali aree pericolose insiste sull'abitato. Si tratta in particolare di una cornice rocciosa posta lungo le pendici del monte Navrino, alla base della quale si sviluppa l'abitato di Montresta. Risultano a rischio di caduta massi in particolare la zona di via dell'Asilo, via Aldo Moro e via Belvedere. Risulta inoltre minacciato un tratto della SP 19.

Con queste premesse si è tuttavia proposta una riduzione delle aree individuate nel PAI vigente che, alla luce degli studi condotti, appaiono eccessivamente estese nel settore di via Roma e, inoltre, se ne propone il declassamento da Hg4 ad Hg3 visto che non vi sono notizie di riattivazioni recenti.

Nel complesso si ha una buona rispondenza tra instabilità potenziale e pericolosità reale.

4.85.3 Interventi

La cornice rocciosa che sovrasta parte dell'abitato è già stata oggetto di alcuni interventi di sistemazione, con particolare riferimento allo sperone roccioso posto nei pressi dell'incrocio tra via dell'Asilo e via Aldo Moro, che è stato fissato tramite chiodature e reti radenti rinforzate.



Foto 75 – Lo sperone roccioso stabilizzato in corrispondenza dell'incrocio tra via dell'Asilo e via A. Moro

Si prone di procedere con la stessa tipologia di intervento alla sistemazione dell'intero fronte che sovrasta via dell'Asilo e via Aldo Moro, inoltre è prospettata la sistemazione di una barriera paramassi a protezione del tratto di ingresso in paese della SP19, anch'essa a rischio di caduta massi.

Interventi comune di MONTRESTA (OR)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
095085_0129	Abitato - via Asilo e SP 19	€ 750.000

Tabella 66 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Montresta (OR).

4.86 Narbolia

4.86.1 Principali aree in dissesto

Il settore di comune compreso nell'area di studio non presenta problemi particolari di stabilità dei versanti essendo costituito da una piana costiera, impostata su depositi eolici a tratti modellati da bassi terrazzi.

4.86.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In tale contesto l'instabilità potenziale "forte" restituita per ampie parti delle superfici terrazzate e lungo le spiagge non ha riscontro nella pericolosità reale, visto che le pendenze non superano il 20% ma spesso sono molto minori, mentre l'angolo di attrito interno delle sabbie è almeno pari a 30° (45%).

4.86.3 Interventi

In ragione della situazione sopra descritta non sono stati proposti interventi.

4.86.4 Osservazioni pervenute a seguito dell'adozione preliminare

Il comune ha presentato un'osservazione sotto forma di studio redatto ai sensi dell'art. 8, comma 2, delle norme di attuazione del PAI. Si tratta di uno studio di dettaglio le cui conclusioni sono in gran parte condivisibili, pur con legittimi criteri di cautela che vanno in parte oltre quelli adottati nella variante in adozione. Nel complesso, pertanto, la variante proposta dal comune è stata adottata, con modifiche molto modeste, dettate dalla necessità di una maggiore uniformità con la metodologia adottata nel presente lavoro e riguardanti essenzialmente i tratti di confine con gli altri comuni.

4.87 **San Vero Milis**

4.87.1 Principali aree in dissesto

Il settore di territorio comunale incluso nell'area di studio non presenta problemi particolari di stabilità essendo costituito da una piana costiera, impostata su depositi eolici a tratti modellati da bassi terrazzi.

4.87.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In tale contesto l'instabilità potenziale "forte" restituita per ampie parti delle superfici terrazzate e lungo le spiagge non ha riscontro nella pericolosità reale, visto che le pendenze non superano il 20% ma spesso sono molto minori, mentre l'angolo di attrito interno delle sabbie è almeno pari a 30° (45%).

4.87.3 Interventi

Non sono previsti interventi

4.88 **Sagama**

4.88.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Sagama è costituita da un'area subpianeggiante, localmente terrazzata ed impostata su complessi vulcanici, per lo più andesiti e basalti. E' presente una piana su cui è affacciato il paese in parte occupata da detriti e alluvioni e in parte da arenarie mioceniche.

Le uniche aree con problemi di instabilità sono costituite da cornici rocciose affioranti sulle scarpate di terrazzo da cui, in particolare nei pressi del paese, possono staccarsi blocchi isolati e/o più rare frane per crollo.

4.88.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Proprio all'ingresso nel paese venendo dalla costa sono visibili lungo un impluvio due cornici rocciose che, potenzialmente, minacciano la sottostante strada provinciale e, marginalmente, alcuni fabbricati ad uso residenziale.

In linea generale si ha una buona corrispondenza tra instabilità potenziale e pericolosità, fatta salva la valle pianeggiante (Badde Sagama), posta subito ad ovest del paese, ove la presenza di coltri eluvio-colluviali di scadenti caratteristiche geotecniche non giustifica una pericolosità geologica, in ragione delle pendenze bassissime.

4.88.3 Interventi

Non sono noti interventi esistenti d'altra parte, come si è visto, si tratta di un territorio sostanzialmente pianeggiante. Si propone tuttavia la sistemazione delle due brevi scarpate rocciose poste ai margini occidentali dell'abitato, con interventi di pulizia delle pareti e del versante (disgaggio, demolizione blocchi instabili) e di stabilizzazione tramite chiodature e posa di reti radenti rinforzate.

Interventi comune di SAGAMA (OR)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
095086_0102	Abitato	€ 70.000

Tabella 67 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Sagama (OR).



Foto 76 – Cornici rocciose potenzialmente instabili all'ingresso occidentale dell'abitato.

4.89 Santu Lusurgiu

4.89.1 Principali aree in dissesto

Solo i margini occidentali del territorio comunale ricadono all'interno dell'area di studio. Si tratta dei margini meridionali dell'altopiano di Campedda e di un tratto del versante orientale del gruppo montuoso del Montiferru. Sono aree impostate su complessi vulcanici, con dissesti concentrate nella zona della catena del Montiferru, ove da estesi affioramenti e cornici rocciose possono staccarsi ingenti frane per crollo. Si tratta tuttavia di aree agricole pressoché disabitate, in cui risultano a rischio al più dei fabbricati isolati ad uso agricolo e due aree archeologiche secondarie (Badde Urbara e una sito nei pressi di M. Urtigu).

4.89.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In tale aree non sono segnalati incendi recenti. Si osserva inoltre un buon accordo con la carta dell'instabilità potenziale, fatta salva un'area in località Elighe Onna, ove un tratto di territorio pianeggiante coperto da depositi eluvio-colluviali presenta una non realistica instabilità potenziale "forte", e la località Badde Crobbe ove la presenza di detrito di falda evidentemente stabilizzato non comporta una significativa pericolosità, nonostante un'instabilità potenziale teorica elevata.

4.89.3 Interventi

Non essendo minacciati elementi di significativa rilevanza non sono stati proposti interventi né ne sono stati censiti di esistenti.

4.90 Scano di Montiferru

4.90.1 Principali aree in dissesto

Il territorio comunale comprende un ampio tratto di altopiano vulcanico e le propaggini nordorientali della catena del Montiferru. Proprio in quest'ultimo settore, ove ha sede per altro anche il centro comunale, sono concentrati i dissesti, costituiti da frane per crollo a partire da cornici rocciose instabili e, più raramente, da scivolamenti delle coltri superficiali. Proprio un dissesto di tale natura ha interessato un limitato settore ai margini dell'abitato, in prossimità del tratto di monte di via Cagliari.

4.90.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree in dissesto, salvo circoscritte eccezioni, sono situate per lo più in aree disabitate allo stato naturale o occupate da pascoli, prevalentemente lungo la valle del riu Cambone/di Sennariolo. In particolare è stata attribuita la classe Hg3 ad alcuni versanti sottostanti cornici e pareti rocciose instabili. Risultano minacciati alcuni tratti della SP 34 nel tratto di attraversamento della valle sopra citata.

Per quanto riguarda l'abitato in generale non si rilevano grossi problemi, sebbene alcune aree urbanizzate siano poste non lontane da aree potenzialmente pericolose e qui occorrerà porre particolare attenzione nella definizione delle eventuali aree di espansione urbanistica.

Un caso a parte è rappresentato dal dissesto di via Cagliari. Tale via termina con un incrocio a "T" da cui si dirama una strada secondaria asfaltata il cui lato occidentale è sostenuto da un muro in calcestruzzo. In tale sito l'IFFI segnala lo sviluppo di una frana per scivolamento "stabilizzata", nonostante ciò un ampio tratto del versante risulta classificato nella versione originale del PAI in classe Hg4. Il tecnico comunale, incontrato casualmente in loco, ha riferito che sono stati chiesti dei finanziamenti per completare l'intervento verso Est, tuttavia allo stato attuale non è disponibile alcuna documentazione in proposito. Pertanto si è proceduto al declassamento in Hg3 dell'area a monte del muro di sostegno, anche perché non si può escludere che il dissesto sia stato innescato proprio dagli scavi effettuati per l'urbanizzazione dell'area sottostante. Si è comunque proceduto ad una riduzione dell'area originariamente delimitata dal PAI, escludendone i tratti a bassa pendenza e declassandone una parte in Hg3.

Risultano inoltre incluse nelle zone a pericolosità elevate alcune aree archeologiche minori e dei tratti di condutture acquedottistiche.



Foto 77 – Muro a protezione del tratto terminale di via Cagliari

Nel complesso si ravvisa un buon accordo tra pericolosità effettiva ed l'instabilità potenziale fatta salva la sopravvalutazione della pericolosità delle coltri eluvio-colluviali in presenza di pendenze basse o assenti.

4.90.3 Interventi

In relazione agli interventi esistenti, come già anticipato nel paragrafo precedente, è stato realizzato un muro di sostegno a protezione del tratto terminale di via Cagliari. Il tecnico comunale incontrato casualmente in loco nei corso dei sopralluoghi ha riferito che è stato chiesto un finanziamento per un'estensione di detto muro verso Est, tuttavia il comune non ha inviato alcuna comunicazione né in relazione a tale questione specifica, né in più in generale in relazione ad eventuali aree critiche presenti nel territorio comunale.

Sono stati viceversa proposti alcuni interventi a protezione della SP 34 nel tratto di collegamento tra Cuglieri e il centro comunale finalizzati a ridurre il rischio di caduta massi sulla carreggiata.

Interventi comune di SCANO DI MONTIFERRO (OR)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
095051_0100	SP 34 in località S. Vittoria e Ponte Cambone	€ 120.000

Tabella 68 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Scano di Montiferro (OR).

4.91 Seneghe

4.91.1 Principali aree in dissesto

All'interno dell'area di studio ricadono esclusivamente i margini occidentali del territorio comunale di Seneghe, un'area collinare costituente le propaggini meridionali della catena del Montiferru. Si tratta di aree poco o per nulla abitate, impostate su un substrato vulcanico e coperte da boschi, prati e cespuglieti.

4.91.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Sono territori che a causa della morfologia piuttosto ondulata e della presenza di valli incise presentano aree potenzialmente instabili, tuttavia l'assenza di abitati e infrastrutture di una certa importanza fa sì che non vi siano elementi a rischio di qualche rilevanza, e di fatto l'unico elemento a rischio individuato corrisponde l'area archeologica di pertinenza del nuraghe di Banchiennargiu, fermo restando che trattandosi di un manufatto di oltre 3000 anni di età è verosimile con non corra pericoli immediati. Per quanto riguarda la tipologia di dissesti possono verificarsi per lo più frane per crollo o scivolamenti delle coltri superficiali.

Non sono stati segnalati incendi recenti in grado di influire sulla stabilità dei versanti. Si osserva un buon accordo tra instabilità potenziale e pericolosità salvo alcuni settori ove, nonostante la presenza di detrito di falda e andesiti alterate (C. Ambrusu ad esempio), la pendenza dei versanti è troppo modesta per aversi una pericolosità reale.

4.91.3 Interventi

Visto quanto detto sopra non sono stati censiti né sono stati proposti interventi di mitigazione dei dissesti.

4.92 Sennariolo

4.92.1 Principali aree in dissesto

Il territorio di Sennariolo è costituito da un ripiano terrazzato compreso tra le valli del riu Mannu e del riu di Marafé. Il terrazzo, subpianeggiante, costituito da andesiti e basalti, non presenta problemi di stabilità; i dissesti si concentrano lungo i versanti che delimitano le valli incise dei due corsi d'acqua ove, in presenza di cornici rocciose, possono aversi frane per crollo. Lo stesso tipo di dissesto può verificarsi lungo le pendici della

collina di S. Vittoria, una cupola di ristagno costituita da trachiti ed ubicata alla confluenza del riu Marafé nel Mannu.

4.92.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Le aree a rischio sono concentrate lungo i versanti vallivi (HG3 o Hg2) e lungo il rilievo di Santa Vittoria.

Un ripido versante con affioramento di cornici rocciose instabili delimita ad Est l'abitato, senza coinvolgerlo se non in modo marginale alcune abitazioni realizzate sull'orlo della scarpata stessa; ai margini dell'area a rischio rientra in parte l'area di pertinenza del piccolo depuratore comunale. Nella stessa zona la prima versione del PAI individuava delle fasce in Hg4 che sono state rimodulate e/o declassate in Hg3 o in Hg2, sulla base degli esiti dei sopralluoghi e della fotointerpretazione, e tenendo conto del fatto che non vi sono segnalazioni di dissesti recenti.

La SS 292 presenta dei tratti soggetti alla caduta di massi in corrispondenza del tratto di attraversamento della valle del riu Mannu (località ponte Mannu).

Nel complesso vi è un buon accordo tra instabilità potenziale e pericolosità, salvo alcune ristrette aree del ripiano terrazzato, subpianeggianti, in cui si è ritenuto che la presenza di coltri eluvio-colluviali non giustifichi una pericolosità geologica viste le pendenze molto basse.

4.92.3 Interventi

Alcuni tratti dei versanti sovrastanti la SS 292 nel settore di attraversamento della valle del riu Mannu sono stati sistemati attraverso la posa, in corrispondenza delle cornici rocciose e delle scarpate stradali, di reti radenti leggere.

Si consiglia di tenere sotto controllo il versante che collega l'abitato al fondovalle del rio Marafé, sul cui orlo insistono alcune abitazioni e alla base del quale è ubicato il piccolo depuratore comunale, sebbene non si ravvisi, almeno per ora, la necessità di interventi di consolidamento.

4.93 **Suni**

4.93.1 Principali aree in dissesto

Il territorio comunale è costituito da un'area di altopiano vulcanico (andesiti e basalti) delimitata ad Ovest e ad Est rispettivamente dalle valli del Temo e del riu Baddu Crabolu. Le aree in dissesto, interessate essenzialmente da frane per crollo a partire da cornici e pareti rocciose instabili, interessano pertanto detti versanti vallivi nonché gli orli di due ampie caldere poste subito a Nord dell'abitato.

4.93.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il centro abitato, edificato sull'altopiano, non presenta problemi legati a dissesti di natura gravitativa. Le aree pericolose sono costituite in massima parte da terreni agricoli e incolti. L'unico elemento a rischio di una qualche rilevanza è costituito dalla SS 292 (inserito originariamente nel PAI in un'area in classe Hg4 ora declassata in Hg3 non essendo segnalati dissesti recenti) sia in un breve tratto posto subito ad Ovest del paese (al confine con il comune di Modolo – vedi), sia nella rampa di discesa lungo la valle del riu Crabolu,

ove la carreggiata transita ai piedi di una serie di cornici rocciose instabili. In tale settore si segnala inoltre la presenza, proprio al di sopra della statale, di uno sperone roccioso su cui hanno sede una serie di cavità sotterranee costituite da domus de janus; per altro anche altre aree archeologiche minori, sparse nelle aree agricole, ricadono nelle aree a pericolosità elevata. L'accesso alle stesse, recentemente attrezzato, deve essere regolato in modo da evitare rischi per i potenziali visitatori (chiusura in caso di eventi meteo avversi, controlli periodici della stabilità di pareti e vani sotterranei, ecc.)



Foto 78 – Domus de janus su uno sperone che sovrasta la SS 292 – Si noti la presenza di blocchi instabili al di sopra dell'imboccatura delle domus

Si rileva un buon accordo tra instabilità potenziale e pericolosità reale. Il fondo della vasta caldera posta subito ad Ovest dell'abitato è stata inserita in classe Hg2 tenendo conto sia dell'instabilità potenziale "forte" sia del recente passaggio di un incendio su un'area dotata originariamente di discreta copertura arborea.

4.93.3 Interventi

Gli unici interventi rilevati sono quelli che sono stati realizzati lungo la SS 292 nel tratto di discesa nella valle del riu Crobolu. Si tratta essenzialmente di reti radenti leggere finalizzate a prevenire la caduta di blocchi e massi sulla carreggiata.

Si suggerisce di completare le opere esistenti attraverso interventi di disgaggio/demolizione o chiodatura dei blocchi instabili e di posa di reti radenti rinforzate.

Per quanto riguarda il tratto di statale posto al confine con Modolo si rimanda a quanto detto nell'ambito di quest'ultimo comune su cui insiste il tratto minacciato più esteso.

Interventi comune di SUNI (OR)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
095087_0103	SS 292 Km 63-64	€ 70.000

Tabella 69 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Suni (OR) e stima di massima dei costi.

4.94 Tinnura

4.94.1 Principali aree in dissesto

Il poco esteso territorio del comune di Tinnura incluso nell'area di studio è costituito prevalentemente da una porzione di altopiano vulcanico delimitata verso Est da una scarpata moderatamente inclinata posta a coronamento dei versanti che scendono verso la fascia costiera.

4.94.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Non si rileva nessun problema sull'altopiano mentre sulla scarpata, pur a scarsa pendenza, è stata delimitata una fascia a pericolosità media (Hg2) legata anche al fatto che in tale area si è sviluppato recentemente un incendio che ha danneggiato macchie alberate presenti in tale area, determinando un possibile peggioramento della stabilità complessiva del versante.

Nel complesso si osserva un buon accordo tra pericolosità effettiva ed instabilità potenziale. L'abitato risulta in ogni caso realizzato in un'area sicura né risultano minacciati altri elementi a rischio di una qualche rilevanza.

4.94.3 Interventi

Per tali ragioni non sono stati censiti né sono stati proposti interventi.

4.95 Tresnuraghes

4.95.1 Principali aree in dissesto

Il territorio del comune di Tresnuraghes corrisponde ad una porzione di ripiano terrazzato, posto a circa 150-200 m di altitudine e compreso tra la valle del riu Mannu e la costa. Le aree in dissesto insistono pertanto essenzialmente sui versanti in destra idrografica dell'incisione del riu Mannu e sui versanti che collegano detto ripiano terrazzato alla costa, con locali estensioni alle valli dei rii minori, con particolare riferimento a quella del riu Giana/Giunis.

I dissesti sono costituiti essenzialmente da frane per crollo, legate alla presenza di pareti e cornici rocciose instabili. Lungo la costa sono inoltre presenti tratti di falesia modellata sulle sabbie pleistoceniche, con i ben noti problemi legati sia all'azione delle acque correnti sia allo scalzamento al piede operato dal moto ondoso.

4.95.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Nelle aree interne, in funzione della presenza o meno di cornici rocciose instabili, le aree pericolose sono state inserite nelle classi Hg2 e Hg3. Le falesie a mare, viceversa, in ragione dell'intensa azione di erosione al piede

operata dal moto ondoso, sono state inserite nella classe Hg4, tanto più che nei punti raggiunti dai sopralluoghi è stato possibile individuare evidenti segni di dissesti recenti.

Tale impostazione, di carattere generale, è stata confermata anche in presenza di frane classificate quiescenti nell'IFFI, proprio in ragione del particolare contesto morfologico.

Poste queste premesse si osserva che il centro comunale, edificato su ripiano terrazzato, non presenta problemi. La principale area a rischio corrisponde al centro balneare di Porto Alabe. L'abitato è stato edificato su un ripiano terrazzato delimitato ad Ovest da una falesia a mare, scavata nelle sabbie plioceniche, e a Est dal relativamente ripido versante occidentale del monte Pira, sulla cui sommità sono presenti delle cornici rocciose ignimbritiche. I problemi di gran lunga più gravi sono legati al rapido arretramento della falesia costiera, che ha già provocato il danneggiamento di opere secondarie connesse all'edificato (discese a mare, muri di recinzione, giardini privati ecc.) ma che in tempi brevi rischia di provocare il collasso di alcune ville edificate a suo tempo nelle immediate vicinanze della scarpata. E' stata quindi confermata la fascia in Hg4 già individuata a suo tempo nel PAI vigente, con il solo declassamento in Hg2 del tratto compreso nella baia di porto Alabe propriamente detta, ove al posto della falesia si ha una breve scarpata a bassa pendenza senza particolare problemi di erosione.

Non si rilevano pericoli nella fascia centrale dell'abitato, compresa tra la prima file di abitazioni affacciata sulla falesia e la rampa superiore del tornante della SP 83. Il settore di abitato posto a monte della SP 83 (via Lentischi, Oleandri, Asfodeli) nel PAI vigente è classificato come a pericolosità "molto forte". In realtà oltre a non aversi notizie di dissesti recenti, il pendio appare ben raccordato e poco pendente nel tratto terminale e quindi, in altre parole, dovrebbe esservi lo spazio sufficiente per l'arresto a monte dell'abitato di blocchi e frane per crollo provenienti dalle pendici del monte Pira. Pertanto il tratto superiore del versante è stato classificato in Hg3, in quanto da un lato non si hanno notizie di dissesti recenti, dall'altro è comunque ragionevolmente compreso nel campo di caduta di eventuali crolli; la restante parte del pendio è stata declassata in Hg2, visto che ad una prima analisi tale fascia non sembra poter essere raggiunta dalla caduta massi, fermo restando che tale assunzione dovrà essere confermata da studi di dettaglio nel caso si decida di procedere a nuove edificazioni. La stessa fascia in Hg2 è stata poi estesa verso Nord, per coerenza, onde coprire l'intero versante in oggetto.

Si segnala infine che nei dintorni dell'abitato di Tresnuraghes, nei pressi della Chiesa di S. Maria, l'IFFI segnala una frana puntuale per crollo. In realtà in loco è presente solo un scarpata in terra a pendenza moderata, pertanto tale zona è stata classificata precauzionalmente in Hg2, non essendo stato possibile ricostruire ove tale crollo possa essersi verificato.

In generale si ha un buon accordo tra instabilità potenziale e pericolosità, fatta salva la sopravvalutazione di alcune aree a pendenza bassa o nulla in cui, nonostante la presenza di coltri di depositi eluvio-colluviali o di sabbie e arenarie non vi sono le condizioni fisiche minime per lo sviluppo di dissesti di natura gravitativa, come per altro è stato possibile verificare sulla base dei sopralluoghi e della fotointerpretazione.

4.95.3 Interventi

Nel territorio di Tresnuraghes non sono stati individuati o segnalati interventi esistenti, fatta salva la presenza di segnaletica di divieto ai piedi delle falesie instabili.

Per contro appare necessario intervenire per stabilizzare la falesia a mare nella zona di Porto Alabe, con particolare urgenza per il tratto prospiciente via Andromeda ove l'erosione e l'arretramento della falesia stessa

minaccia di coinvolgere una serie di ville, oltre al fatto che la caduta massi potrebbe coinvolgere i bagnanti che frequentano la sottostante spiaggia.



Foto 79 – Tratto di falesia instabile con ville presso l'apice della scarpata nel settore prospiciente via Andromeda

Occorre pertanto procedere, per quanto possibile, alla stabilizzazione delle scarpate, il che comporta la realizzazione di scogliere in massi alla base della falesia, la raccolta e regimazione delle acque di pioggia e la stabilizzazione della scarpata con tecniche di ingegneria naturalistica. Da valutare, inoltre, la possibilità di realizzare opere di sostegno (essenzialmente muri) a difesa dei fabbricati più esposti.

E' inoltre necessario mantenere il divieto di accesso ai piedi dei tratti di falesia instabili ed inoltre interdire l'utilizzo della spiaggia in caso di mareggiate e/o piogge intense.

Interventi comune di TRESNURAGHES (OR)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
095067_0112	Porto Alabe – Falesia a mare	€ 350.000

Tabella 70 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Tresnuraghes (OR).

4.96 Bolotana

4.96.1 Principali aree in dissesto

Rientra nell'area di studio il settore settentrionale del territorio comunale. Si tratta di un'area collinare, moderatamente ondulata e parzialmente incisa dal reticolo idrografico, impostata su complessi ignimbrici.

4.96.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Nel complesso le pendenze sono modeste, tuttavia sono presenti alcuni terrazzi potenzialmente instabili classificati in Hg2 o Hg3, tra cui in particolare quello che segna un tratto del bordo meridionale dell'altopiano di Campeda. Gli unici elementi a rischio ricadenti nelle fasce Hg3 sono costituiti da aree archeologiche, che generalmente sono ubicate in prossimità dell'orlo delle scarpate. Per lo più, tuttavia, risultano a rischio le fasce di rispetto e non direttamente i resti ad esse connesse.

Le fasce di pericolosità confermano sostanzialmente le indicazioni ricavate dal calcolo dell'instabilità potenziale, al netto di alcune aree non considerate nella pericolosità definitiva in quanto aventi pendenze molto modeste e totale assenza di segni di dissesti, e quindi non compatibili con lo sviluppo di dissesti di natura gravitativa. Per le stesse ragioni, bassa pendenza assenza di notizie/segni di dissesti, non è stato inclusa nelle aree a pericolosità elevata una porzione di territorio in località Su Barattu/fontana Ona su cui si è sviluppato un ampio incendio.

4.96.3 Interventi

Non essendo presenti elementi a rischio di significativa importanza non sono stati individuati né proposti interventi.

4.97 **Borore**

4.97.1 Principali aree in dissesto

Rientra nell'area di studio una minima frazione del territorio comunale corrispondente ad un tratto dell'altopiano di Campeda senza problemi di stabilità.

4.97.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Non sono presenti aree pericolose nella porzione di territorio in esame.

4.97.3 Interventi

Non sono previsti interventi

4.98 **Bortigali**

4.98.1 Principali aree in dissesto

All'interno dell'area di studio ricade il settore settentrionale, disabitato, del comune di Bortigali. Si tratta di un settore dell'altopiano di Campeda, a morfologia collinare e modesta pendenza, impostato su complessi vulcanici. Sono aree sostanzialmente stabili, vista la presenza di un substrato prevalentemente roccioso e in considerazione delle scarse pendenze della superficie topografica. Risultano a rischio di distacco di massi alcune cornici rocciose site nei pressi del monte Baddemanna, area del tutto priva di potenziali elementi a rischio, fatta eccezione per due nuraghe posti nei pressi dell'orlo di una scarpata rocciosa, per cui per altro non si prevede un rischio immediato, tanto più che si tratta di manufatti di oltre 3000 anni di età. Tale area è

stata recentemente interessata da limitati incendi che, tuttavia, hanno interessato solo pascoli e cespuglieto, senza quindi conseguenze durature sulla stabilità delle aree percorse dalle fiamme, tanto più che si tratta per lo più di aree pianeggianti.

4.98.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In tale comune sono individuati ampi settori ad instabilità potenziale “forte” legata alla presenza di coltri eluvio-colluviali in corrispondenza di fondovalle e piane interne, in cui tuttavia la pendenza trascurabile del terreno permette di escludere che a tale parametro corrisponda una pericolosità reale.

4.98.3 Interventi

In conseguenza di quanto detto sopra non sono stati individuati né sono stati proposti interventi.

4.99 **Lei**

4.99.1 Principali aree in dissesto

All'interno dell'area di studio ricade un'area del tutto marginale e disabitata del comune di Lei. Si tratta di una zona collinare, a modesta pendenza, impostati su complessi vulcanici. Sono aree sostanzialmente stabili, vista la presenza di un substrato prevalentemente roccioso e in considerazione delle scarse pendenze della superficie topografica.

4.99.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In tale contesto alcune aree ad instabilità potenziale teoricamente elevate non sono state considerate nella definizione della pericolosità avendo pendenze troppo basse per essere compatibili con movimenti di tipo gravitativo. Fanno eccezione alcuni speroni rocciosi emersi per erosione differenziale in località Nidu e Corbu dove è possibile lo sviluppo di limitate frane per crollo.

4.99.3 Interventi

Ne consegue che non sono stati individuati né sono stati proposti interventi.

4.100 **Macomer**

4.100.1 Principali aree in dissesto

All'interno dell'area di studio ricade un'ampia porzione del comune di Macomer, parte integrante dell'altopiano di Campeda. Si tratta di una zona disabitata, a morfologia collinare a modesta pendenza, impostata su complessi vulcanici. Sono aree sostanzialmente stabili, vista la presenza di un substrato prevalentemente roccioso e in considerazione delle scarse pendenze della superficie topografica. Fanno eccezione alcune cornici e speroni rocciosi isolati, da cui possono staccarsi blocchi o frane per crollo, la cui fascia di caduta è tuttavia quasi sempre molto limitata. Ricadono nell'area a rischio un nuraghe realizzato su una costa rocciosa (difficilmente è soggetto ad un rischio immediato visto che si tratta di un manufatto che ha oltre 3000 anni) e alcuni brevi tratti di condotta di acquedotto per altro poco vulnerabile alle frane per crollo.

4.100.2 Pericolosità ed elementi a rischio

La cartografia intermedia evidenzia un'area in prossimità della località C. Ledda, in corrispondenza di un tratto di altopiano dotato di coltre eluvio-colluviale, classificata ad instabilità potenziale "forte", a cui tuttavia non corrisponde una pericolosità reale, trattandosi di un'area pianeggiante. Non sono segnalati incendi recenti.

4.100.3 Interventi

Non sono stati individuati né, data la situazione descritta sopra, sono stati proposti interventi.

4.101 **Silanus**

4.101.1 Principali aree in dissesto

All'interno dell'area di studio ricade un'area marginale e disabitata del comune di Silanus. Si tratta di una zona collinare, a modesta pendenza, impostati su complessi vulcanici. Sono aree sostanzialmente stabili, vista la presenza di un substrato prevalentemente roccioso e in considerazione delle scarse pendenze della superficie topografica.

4.101.2 Pericolosità ed elementi a rischio

In tale contesto è individuata una fascia ad instabilità potenziale "forte", legata alla presenza di affioramenti di tufi pliocenici a cui, salvo alcune aree più acclivi, non corrisponde una pericolosità reale, sia per l'assenza di segni di movimenti, sia, soprattutto, per la pendenza troppo modesta perché possano verificarsi movimenti di tipo gravitativo. Non sono segnalati incendi recenti.

4.101.3 Interventi

In conseguenza di quanto illustrato sopra non sono stati individuati né sono stati proposti interventi.

4.102 **Sindia**

4.102.1 Principali aree in dissesto

Il territorio comunale di Sindia corrisponde ad uno dei settori meridionali dell'altopiano di Campedda. Si tratta di un'area subpianeggiante o debolmente ondulata impostata su un plateau basaltico e delimitata verso nord dalla valle del riu Crabulo/riu Mannu che, in tale settore, segna anche il limite comunale.

I dissesti sono pertanto concentrati nella valle del riu Crabulo/riu Mannu, ove da cornici basaltiche instabili possono staccarsi frane per crollo.



Foto 80 – Cornici di basalti instabili poste sull'orlo della valle del riu Mannu, nei pressi del centro comunale

4.102.2 Pericolosità ed elementi a rischio

Il centro comunale è edificato lungo il bordo dell'altopiano che si affaccia sul riu Mannu. Gli elementi a rischio sono pertanto rappresentati da alcuni dei fabbricati che si affacciano a tale valle, dalle strade comunali che conducono rispettivamente al fondovalle del riu Mannu e alla fontana Banzu; quest'ultima è alimentata da un acquifero che ha sede proprio dalla cornice basaltica instabile. Ricadono inoltre nelle fasce a pericolosità elevata alcune aree archeologiche secondarie sparse nel contado.

Non sono segnalati incendi recenti di significativa estensione. Nel complesso si rileva un buon accordo tra instabilità potenziale e pericolosità reale.

4.102.3 Interventi

Non sono stati individuati interventi esistenti. Si propone viceversa la messa in sicurezza della scarpata rocciosa che sovrasta la strada comunale Banzu che adduce all'omonima sorgente, sia a protezione della strada stessa, sia per rallentare l'arretramento della scarpata rocciosa che nel medio termine potrebbe coinvolgere alcuni fabbricati siti nei pressi dell'orlo di tale parete rocciosa.

Interventi comune di SINDIA (NU)		
Codice scheda intervento	Ubicazione	Stima costi
091084_0087	Fontana Banzu	€ 60.000

Tabella 71 - Interventi di mitigazione del rischio da frana proposti nel comune di Sindia (NU) e stima di massima dei costi.

ALLEGATO 1

Attribuzione della classe litologica alle formazioni individuate nella carta geologica regionale

Classe	Unità
C 1.0	Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE
C 1.0	Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Detriti di versante e brecce con subordinati depositi eolici e alluvionali. PLEISTOCENE SUP.
C 1.1	Depositi di frana. Corpi di frana. OLOCENE
C 1.1	Depositi di frana. Corpi di frana antichi. OLOCENE
C 1.1	Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Depositi di frana. PLEISTOCENE SUP.
C 10	Litofacies nella FORMAZIONE DI BIANCAREDDU. Metaconglomerati con concentrazioni di "Ferro oolitico". ORDOVICIANO MEDIO-SUP.
C 10	FORMAZIONE DI CASTELSARDO. Arenarie e sabbie, argille siltose, tufiti, conglomerati, tufi talora alterati, con intercalazioni di marne più o meno siltose, fossilifere per abbondanti malacofaune (pettinidi, echinidi, gasteropodi, pteropodi). Calcari grigi
C 10	FORMAZIONE DI MONTE ERI. Conglomerati ed arenarie a componente vulcanica, in livelli e/o lenti. Ambiente continentale fluviale. OLIGOCENE SUP.? - AQUITANIANO
C 10	CONGLOMERATO DI LU FALZU. Conglomerati grossolani, a elementi poco elaborati di rocce granitoidi, di dimensioni massime decimetriche, clasto-sostenuti; subordinati livelli decimetrici di arenarie arcosiche. Evidente impronta termometamorfica. PERMIANO
C 10	FORMAZIONE DI MONTE LU CAPARONI. Conglomerati prevalentemente quarzosi, talora alternati ad arenarie e siltiti grigio-rossastre a granulometria variabile; porfidi quarziferi rosso-violacei e tufi porfirici grigio-verdolini; arenarie rosse, carbonati sili
C 10	FORMAZIONE DI PIANU LADU. Conglomerati eterometrici ed arenarie grossolane, ad elementi di basamenti paleozoico. Ambiente continentale fluviale. OLIGOCENE SUP.? - AQUITANIANO
C 10	Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE NURRA. Intercalazioni di arenarie quarzose. DOGGER

Classe	Unità
C 10	FORMAZIONE DI MODOLO. Arenarie, arenarie bioclastiche, arenarie marnose, calcari arenaceo-marnosi bianco-giallastri con abbondante contenuto fossilifero, in alternanze metriche. Calcari compatti giallastri, bioclastici al tetto della serie. ("Serie marno
C 10	Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Alla base della formazione di Mores, conglomerati quarzosi fossiliferi. Ambiente litorale. BURDIGALIANO SUP.
C 10	Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Epiclastiti fossilifere; alla base conglomerati grossolani. BURDIGALIANO SUP.
C 10	Facies Porto Baosu (UNITA' DI CAPO MARARGIU). Depositi di caduta e di onda piroclastica, livelli e lenti epiclastiche, alla base dell'Unità ORGU. OLIGOCENE SUP. e AQUITANIANO INF.
C 10	Litofacies nell'UNITA' DI ROCCA PISCHINALE. Breccie epiclastiche monogeniche in scarsa matrice clastica sabbioso-argillosa, microconglomerati, arenarie e siltiti a prevalenti elementi andesitici, con intercalate lenti di pomici rimaneggiate di ambiente flu
C 10	UNITA' DI ROCCA SA PATTADA. Basalti alcalini e trachibasalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl e Cpx. PLIO- PLEISTOCENE
C 10	ARENARIE DI SAN VITO. Alternanze irregolari di metaquarzoareniti, metarenarie micacee e metapeliti. Livelli di metaconglomerati minuti quarzosi e rari livelli carbonatici intercalati nella parte alta. CAMBRIANO MEDIO ù ORDOVICIANO INF.
C 11	Litofacies nella FORMAZIONE DI BRUNESTICA. Marne e calcareniti in alternanza con calcari marnosi; marne e calcareniti a glauconite. SANTONIANO
C 11	FORMAZIONE DI CALA D'INFERNO. Marne e calcari marnosi paralici verdastri micritici (Purbeckianos Auct.). BERRIASIANO - VALANGINIANO INF.
C 11	FORMAZIONE DI GRAXIOLEDDU. Orizzonte bauxitico, con bauxite ed argille residuali in tasche carsiche. CENOMANIANO
C 11	KEUPER AUCT. Marne grigio-giallognole con subordinati calcari marnosi; argille varicolori gessifere. TRIAS SUP. (LONGOBARDICO SUP. - ?RETICO)

Classe	Unità
C 10	FORMAZIONE DEL RIO MINORE. Depositi epiclastici con intercalazioni di selci, siltiti e marne con resti di piante, conglomerati, e calcari silicizzati di ambiente lacustre (Formazione lacustre Auct.). BURDIGALIANO
C 12	Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Calcari lacustri a gasteropodi polmonati. PLEISTOCENE SUP.
C 11	FORMAZIONE DI BORUTTA. Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi, localmente in alternanze ritmiche. LANGHIANO
C 12	Travertini. Depositi carbonatici stratificati, da compatti a porosi, con tracce di resti vegetali e gusci di invertebrati. Derivano in parte da acque termali. OLOCENE
C 13	Litofacies nella FORMAZIONE DI BRUNESTICA. Verso l'alto, calcari biosparitici. SANTONIANO
C 13	CALCARI DI ERULA. Calcari nodulari con abbondante fauna a macroforaminiferi (Praealveolina tenuis, Cisalveolina fraasi). CENOMANIANO
C 13	FORMAZIONE DELLA MANDRACHINA. Calcari micritici (mudstone a Clypeina jurassica) (Portlandiano Auct. p.p.). PORTLANDIANO - ?BERRIASIANO
C 12	FORMAZIONE DI CAMPANEDDA. Calcari oolitici, oncolitici e bioclastici, marne e calcari marnosi; calcari grigio-blauistri con lenti di selce. LIAS
C 12	FORMAZIONE DI MONTE SANTO. Calcari bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali; calcareniti. SERRAVALLIANO - ?TORTONIANO
C 13	CALCARI DI PUNTA DEL FRARA. Calcari lacustri, da beige a grigio scuro, con ricca flora a Carofite. CENOMANIANO
C 12	Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope) ("Calcari inferiori" Auct.). Ambient

Classe	Unità
C 12	Litofacies nella FORMAZIONE DI MORES. Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Ardara-Mores). Am
C 23	UNITA'DI MONTE TRAESSU. Rioliti in colate e depositi piroclastici tipo block and ash flows prevalentemente monogenici e caotici. (K/Ar: 16,8 - 0,2 Ma: Lecca et alii, 1997). BURDIGALIANO
C 12	FORMAZIONE DI S. CATERINA DI PITTINURI. Calcari organogeni, calcari detritici più o meno arenacei e fossiliferi, con filoni di selce e calcite idrotermale ("Langhiano-Serravalliano" Auct.). LANGHIANO MEDIO - SERRAVALLIANO INF.
C 13	FORMAZIONE DI MONTE UCCARI. Calcari micritici e bioclastici grigio biancastri ben stratificati; dolomie grigiastre e lenti di calcare oolitico con ciottoli a carofite. MALM
C 13	MUSCHELKALK AUCT. Calcari laminati sottilmente stratificati e calcari dolomitici in grossi strati. TRIASSICO MEDIO (LADINICO)
C 13	FORMAZIONE DI MONTE NURRA. Dolomie e calcari dolomitici, calcari bioclastici, calcari selciferi, calcari marnosi e marne, con intercalazioni di arenarie quarzose. Alla base calcari e dolomie scure di ambiente lacustre a carofite. DOGGER
C 13	FORMAZIONE DI CAPO CACCIA. Calcari a rudiste. CONIACIANO
C 13	FORMAZIONE DI MAL REPOS. Depositi carbonatici di piattaforma, calcari, calcari dolomitici, calcari oolitici e bioclastici (Urgoniano Auct.). VALANGINIANO INF. - APTIANO INF.
C 13	Litofacies negli SCISTI A GRAPTOLITI AUCT. Metacalcari scuri e metacalcari nodulari fossiliferi, con abbondanti crinoidi e ortoceratidi. SILURIANO - DEVONIANO MEDIO
C 14	ARGILLOSCISTI DI RIO CANONI. Metapeliti grigio-verdastre, metasiltiti carbonatiche fossilifere, rare intercalazioni di metacalcari e di metavulcaniti basiche. ORDOVICIANO SUP.
C 14	FORMAZIONE DI BIANCAREDDU. Metargilliti finemente laminate. ORDOVICIANO MEDIO-SUP.

Classe	Unità
C 14	BUNTSANDSTEIN AUCT. Alternanza di arenarie, argilliti, siltiti, livelli marnosi con gesso e conglomerati poligenici alla base ("Verrucano" sensu Gasperi & Gelmini, 1979). TRIASSICO MEDIO (ANISICO)
C 14	FORMAZIONE DI FLUMIN'ALIS. Metarenarie, metasiltiti e metargilliti. CAMBRIANO - ORDOVICIANO ?INF.
C 10	FORMAZIONE DELLE FILLADI GRIGIE DEL GENNARGENTU. Irregolare alternanza di livelli da decimetrici a metrici di metarenarie quarzose e micacee, quarziti, filladi quarzose e filladi ("Postgotlandiano" Auct.). ?CAMBRIANO MEDIO - ?ORDOVICIANO INF.
C 14	FORMAZIONE DI LI CORTI. Metargilliti nere. SILURIANO
C 14	FORMAZIONE DI LA PEDRAIA. Metargilliti nere. SILURIANO
C 16	Micascisti e paragneiss indifferenziati. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
C 16	Micascisti prevalenti. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
C 16	Micascisti e paragneiss PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
C 11	FORMAZIONE DI NURAGHE CASTEDDU. Argilliti, siltiti, arenarie arcose, conglomerati, ad elementi subarrotondati di quarzo e metamorfiti, con resti vegetali; subordinate breccie eterometriche ad elementi di calcari mesozoici. Ambiente fluvio-deltizio e li
C 14	FORMAZIONE DI PALMADULA. Metargilliti laminate e metapeliti nere. ORDOVICIANO SUP. - SILURIANO
C 14	PERMO-TRIAS INDIFFERENZIATO
C 14	SCISTI A GRAPTOLITI AUCT. Metapeliti carboniose e metasiltiti con graptoliti, con intercalati livelli di diaspri neri (liditi). SILURIANO ù DEVONIANO MEDIO
C 14	Scisti milonitici. ?PALEOZOICO
C 15	Anfiboliti. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
C 15	FORMAZIONE DI MONTE FORTE. Metarenarie e quarziti. CAMBRIANO - ORDOVICIANO INF.
C 15	Metagabbri e metadoleriti. ?SILURIANO

Classe	Unità
C 25	Facies Sos Preigadores (UNITA' INTRUSIVA DI MONTI). Gabbri. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 15	Quarziti. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
C 17	ORTOGNEISS DI LA REALE. Ortogneiss granodioritici intensamente deformati, a grossi porfiroclasti di feldspato alcalino destabilizzati in aggregati di microclino e albite. ?ORDOVICIANO
C 17	Metatessiti indistinte. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
C 17	ORTOGNEISS DI CALA D'OLIVA. Ortogneiss a grana da medio-fine a grossolana, con fenoblasti di feldspato alcalino in associazione con sillimanite, K-feldspato e rara andalusite. ?ORDOVICIANO
C 16	Paragneiss prevalenti. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
C 10	Litofacies nell'UNITA' DI CHILIVANI. Depositi epiclastici verdastrì, costituiti essenzialmente da ceneri, cristalli di Pl, Bt, Qtz e pomici, con lenti conglomeratiche ad elementi del basamento paleozoico; subordinate facies di ignimbriti saldate; evidenti
C 18.0	Litofacies nell'UNITA' DI MACOMER. Livelli piroclastici di flow, fall e surge, intercalati nell'Unità OER. BURDIGALIANO
C 18.0	Litofacies nell'UNITA' DI MONTE SANTU PADRE. Piroclastiti pomiceo-cineritiche e livelli epiclastici alla base dell'UNITA' PDR. BURDIGALIANO
C 10	Litofacies nell'UNITA' DI MONTE PEDRU. Livelli epiclastici e fluvio-lacustri intercalati nell'unità PED. BURDIGALIANO
C 18.0	TUFITI DI BOSA. Tufi e tufiti con intercalate lenti arenaceo-conglomeratiche ("Serie lacustre del Bosano" Auct.). Ambiente continentale. BURDIGALIANO INF.-MEDIO.
C 10	Facies Calchinadas (Subunità di Punta de Libezzu - UNITA'DI BARISONE). Depositi epiclastici e sedimenti fluvio-lacustri intercalati nella porzione medio-sommitale dell'UNITA' BAO. AQUITANIANO-BURDIGALIANO.
C 10	Litofacies nell'UNITA' DI FUNTANA SU LACHEDDU. Depositi epiclastici e fluvio-lacustri alla base dell'unità LCD. BURDIGALIANO

Classe	Unità
C 19	Subunità di Punta de Libezzu (UNITA' DI BARISONE). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica saldati, a chimismo riolitico-riodacitico, con struttura vitroclastica e cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, Am, Bt e fiamme minute talora palagonitiche
C 19	UNITA' DI BORTIGALI. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riodacitico, con cristalli liberi di Pl, rari Sa e Am, con strutture eutaxitiche. (K/Ar 21,8 - 1,1 Ma: Lecca et alii, 1997). BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DEL CUGA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, saldati, con fiamme nerastre. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI CUGLIERI. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, pomiceo-cineritici, poco saldati, a chimismo riodacitico. OLIGOCENE SUP.
C 19	UNITA' DI CANDELAZZOS. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, pomiceo-cineritici, prevalentemente non saldati, di colore grigio-violaceo. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI SA FUNTANEDDA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, pomiceo-cineritici, fortemente saldati, con pomici nerastre. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI CHIARAMONTI. Depositi di flusso piroclastico pomiceo-cineritici in facies ignimbrítica a chimismo riodacitico, debolmente saldati, talora argillificati e/o silicizzati, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Qtz. (K/Ar: pl: 20,3-1 Ma - bt: 19,8 -0,
C 19	UNITA' DI CHILIVANI. Depositi di flusso piroclastico pomiceo-cineritici in facies ignimbrítica, a chimismo riodacitico, debolmente saldati, spesso argillificati, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Am. La componente clastica è poligenica ed eterometrica.
C 19	UNITA' DI MONTE SA SILVA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, pomiceo-cineritici, bianco-grigiastri, non saldati. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI LU BAGNU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riolitico-riodacitico, saldati, a struttura vitroclastica, con scarsi cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, Am, Bt, fiamme minute talora palagonitiche. (K/Ar: 21,3 -1 Ma; 21

Classe	Unità
C 19	UNITA' DI MONTE LONGOS. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore nerastro. (40Ar/39Ar 18.97-0.09 Ma: Gattacceca et alii, 2007). BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI LOGULENTU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore rossastro, con tessitura macroeutaxitica. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI SAN LEONARDO. Alternanza di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, da saldati a debolmente saldati, a chimismo da dacitico a riolitico, con cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, Bt, Mag, con strutture da eutassitiche a vitroclastiche
C 19	UNITA' DI VILLANOVA MONTELEONE. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riodacitico, da saldati a mediamente saldati, con strutture vitroclastiche e/o eutaxitiche, con cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, Am, Bt, rara Ol; in potenti
C 19	UNITA' DI SAN MARCO. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico, generalmente saldati, con strutture da vitroclastiche ad eutaxitiche. Lave riolitiche, porfiriche per fenocristalli di Pl, Sa, Bt, in cupole interessate da A.
C 19	UNITA' DI NURAGHE GIUNTAS. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riodacitico, saldati, con cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, vitroclastici o saldati con tessitura eutaxitica. Localmente alla base presente un paleosuolo. BURDI
C 19	UNITA' DI MACOMER. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, saldati, con strutture da vitroclastiche ad eutaxitiche; in bancate alternate a depositi piroclastici di flusso, caduta e di onda basale. (K/Ar 21,6 -1,1 Ma: Lecca et alii, 1997). B
C 19	UNITA' DI MONTE OLIA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riodacitico, prevalentemente a struttura eutaxitica, con locale alterazione epitermale da propilitica ad argillica (18 Ma). OLIGOCENE SUP.

Classe	Unità
C 19	UNITA' DI OLMEDO. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riodacítico, saldati, con strutture da vitroclastiche ad eutaxitiche, e con cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, Bt; livelli basali vescicolati. AQUITANIANO
C 19	UNITA' DI ROMANA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riodacítico, pomiceo-cineritici, mediamente saldati, ricchi in pomici e cristalli liberi di Pl, San, Bt, e subordinato Px; componente clastica poligenica ed eterometrica a
C 19	UNITA' DI BOSA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico-riodacítico, debolmente saldati, spesso argillificati, con cristalli liberi di Pl, Qtz, Sa, Bt; la componente clastica poligenica ed eterometrica. (K/Ar pl: 21)
C 19	UNITA' DI MONTE SANTU PADRE. Alternanza di depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica saldati, a chimismo da dacítico a riolitico, con cristalli liberi di Pl, Sa, Cpx, Bt, Mag, con struttura eutaxitica, talora ricchi in litici poligenici; all
C 19	UNITA' DI POGLINA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riodacítico, pomiceo-cineritici, debolmente saldati, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Qtz; locali intercalazioni di livelli e/o orizzonti epiclastici. (23,2 - 0,8 Ma:
C 19	UNITA' DI PUNTA RUJA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, pomiceo-cineritici, da mediamente a fortemente saldati, di colore da rosato a nerastro, con pomici nerastre. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI NURAGHE FURRU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica a chimismo riolitico-riodacítico, da incipientemente a densamente saldati, a struttura eutaxitica con cristalli liberi di Pl, Sa, Qtz, Bt, Am. (40Ar/39Ar bt: 18,25 - 0,05 Ma:
C 19	VULCANITI DI MONTE SANTA GIUSTA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, saldati, con tessitura eutaxitica, ricchi in frammenti litici di vulcaniti, metamorfiti e rocce granitoidi, e cristalli liberi di Sa, Qtz e Bt. PERMIANO INF.

Classe	Unità
C 19	UNITA' DI SU SUERZU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, saldati, di colore rossastro, con fiamme grigiastre. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI SA TEULA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, prevalentemente poco saldati, di colore grigiastro, con pomici brune. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI PUNTA SU TUVU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica e di onda basale debolmente saldati, pomiceo-cineritici e cineritico-sabbiosi, a chimismo riolitico, con cristalli liberi di Pl, Sa, Qtz, Bt in matrice vulcanica a struttura v
C 19	UNITA' DI MONTE BARANTA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore marroncino, con fiamme grigiastre; alla base depositi epiclastici. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI MONTE MIALE SPINA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore rossastro, con marcata tessitura eutaxitica. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI MONTE SAN PIETRO. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, non saldati, di colore bianco-rosato, a chimismo riolitico-riodacitico, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Am, Qtz. BURDIGALIANO
C 19	UNITA' DI MONTE MURA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a chimismo riolitico, saldati, con cristalli liberi di Pl, Sa, Am, a tessitura eutaxitica con fiamme vitroclastiche decimetriche e porzione basale vetrosa. (K/Ar: 23,5 -1 Ma ± 2
C 19	UNITA' DI URI. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, variamente saldati, grigiastri, ricchi in frammenti litici e cristalli liberi. (40Ar/39Ar 18.95 -0.07 Ma: Gattacceca et alii, 2007). BURDIGALIANO
C 19	VULCANITI RIOLITICHE DI MONTE LASANA. Vulcaniti riolitiche in facies ignimbritica, massive, pseudostratificate e fessurate, con accentuata tessitura eutaxitica, e xenoliti di granitoidi e basamento metamorfico. PERMIANO
C 2	Depositi lacustri. Calcarei lacustri talvolta con gasteropodi polmonati. OLOCENE

Classe	Unità
C 2	Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE
C 20	BASALTI DEL LOGUDORO
C 20	Subunità di Thiesi (BASALTI DEL LOGUDORO). Basaniti ad analcime, porfiriche per fenocristalli di Ol e Cpx, con abbondanti noduli peridotitici; in colate. (2,3 - 0,2 Ma; 2,1 - 0,1 Ma: Beccaluva et alii, 1981). Hawaiiiti olocristalline, porfiriche per feno
C 20	Subunità di Semestene (BASALTI DEL LOGUDORO). Hawaiiiti, porfiriche per fenocristalli di Ol e Cpx, Anl, con frequenti noduli peridotitici; in colate. (2,2 - 0,1 Ma: Beccaluva et alii, 1981). Basaniti ad analcime, porfiriche per fenocristalli di Ol e Cpx,
C 20	Subunità di Monte Ruju (BASALTI DEL LOGUDORO). Basalti alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, e frequenti xenocristalli di Opx; rari xenoliti quarzosi a struttura granoblastica, frequenti noduli gabbrici e peridotitici, e megacristalli di
C 20	Subunità di San Matteo (BASALTI DEL LOGUDORO). Trachibasalti olocristallini, porfirici per fenocristalli di Pl, Cpx, Ol, con noduli gabbrici e peridotitici, e xenoliti quarzosi; in estese colate. (0,7-0.2 - 1 Ma). PLEISTOCENE MEDIO
C 20	Subunità di Monte Poddighe (BASALTI DEL LOGUDORO). Basalti transizionali e subordinati basalti alcalini, afirici, ipocristallini, con noduli peridotitici; in limitate colate. (0,2 Ma: Beccaluva et alii, 1981). PLEISTOCENE MEDIO
C 20	Subunità di Punta Sos Pianos (BASALTI DEL LOGUDORO). Basalti alcalini generalmente olocristallini, debolmente porfirici per fenocristalli di Ol, Pl, Cpx, con xenoliti quarzosi. (0,14 - 0,1 Ma: Beccaluva et alii, 1981). PLEISTOCENE MEDIO-SUP?
C 20	Litofacies nella FORMAZIONE DI BIANCAREDDU. Metavulcaniti basiche. ORDOVICIANO MEDIO-SUP.

Classe	Unità
C 20	Subunità di Campeda (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti più raramente andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx e Ol. Basalti e trachibasalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx; in e
C 20	Subunità di Funtana di Pedru Oe (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti debolmente alcalini e trachibasalti, a grana minuta, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Px; in estese colate. PLIOCENE SUP.
C 20	Subunità di Sindya (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti debolmente alcalini olocristallini, porfirici per fenocristalli di Ol, Pl, e rari xenocristalli quarzosi; in colate. Trachibasalti, trachibasalti debolmente alcalini, da olocristallini ad ipo
C 20	UNITA' DI NURAGHE SALAMATTILE. Basaniti superiori ad analcime, con megacristalli di Cpx e noduli ultrafemici. (1.6 Ma: Assorgia et alii, 1981). PLIO-PLEISTOCENE
C 10	FORMAZIONE DI MONTE SANTA VITTORIA. Metavulcaniti a chimismo da acido a basico, metaepiclastiti, metarenarie feldspatiche e metaconglomerati a componente vulcanica. ORDOVICIANO ?MEDIO
C 20	UNITA' DI CAPO NIEDDU. Basalti debolmente alcalini e trachibasalti, porfirici per fenocristalli di Pl. PLIO-PLEISTOCENE
C 20	UNITA' DI MONTE RASSU. Basalti alcalini, trachibasalti, hawaiiiti, a noduli peridotitici e gabbrici, con intercalazioni scoriacee, con di scorie, tufi e filoni. PLIO-PLEISTOCENE
C 20	UNITA' DI SCANO MONTIFERRO. Basaniti inferiori ad analcime, fortemente porfiriche per megacristalli di Cpx e talora Bt con noduli gabbrici. (3.9 Ma: Beccaluva et alii, 1985). PLIO-PLEISTOCENE
C 21	UNITA' DI SANTU LUSSURGIU. Trachiti, trachiti fonolitiche e fonoliti in cupole di ristagno e colate; depositi piroclastici stratificati e brecce vulcaniche. (3.2 Ma: Beccaluva et alii, 1976-77; 2.8 Ma: Coulon et alii, 1974). PLIO-PLEISTOCENE
C 21	UNITA' DI MONTE SOTZU. Tefriti fonolitiche e fonoliti tefritiche ad analcime. (3.2 Ma: Beccaluva et alii, 1977). PLIO-PLEISTOCENE

Classe	Unità
C 22.0	UNITA' DI BARISONE. Andesiti, andesiti basaltiche e subordinati basalti, ipocristallini, talora autoclastici, a struttura glomeroporfirica per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, Ol; in colate a blocchi, subordinatamente in cupole di ristagno, filoni, dicchi
C 22.0	Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA) Andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol; in estesi espandimenti. Trachibasalti e basalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx; in
C 22.0	UNITA' DI NURAGHE GENNA UDA. Andesiti basaltiche subalcaline (Genna Uda, M.te Urtigu, N.ghe Aranzola e N.ghe Tradori). PLIO-PLEISTOCENE
C 22.0	UNITA' DI FUNTANA SU LACHEDDU. Andesiti porfiriche per fenocristalli di Pl, Px, Am; in cupole di ristagno interessate da incipiente alterazione idrotermale. BURDIGALIANO
C 22.0	UNITA' DI MONTE LARENTA. Andesiti in cupole di ristagno, filoni, guglie e laccoliti. (K/Ar: 14,3 - 0,2 Ma - 13,3 - 0,2 Ma: Lecca et alii, 1997). LANGHIANO
C 22.0	UNITA' DI MONTE RUGHE. Andesiti basaltiche ed andesiti ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, Am, Mag; in cupole di ristagno, con prodotti epiclastici associati. (25,5 - 1,7 Ma: Lecca et alii, 1997). AQUITANIANO - BURDIGALIANO
C 22.0	UNITA' DI PALA MANTEDDA. Lave da andesitiche a dacitiche talora scoriacee ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx; in domi e colate separate da livelli conglomeratici. ?AQUITANIANO - BURDIGALIANO
C 22.0	UNITA' DI SANTA GIULIA. Andesiti basaltiche e basalti andesitici, porfirici per fenocristalli di Ol, Px, Pl; in potenti colate talora ialoclastiche, sills e necks intercalati entro la sequenza lacustre. (K/Ar: 17,7 0.8 Ma: Lecca et alii, 1997). BURDIGALIA
C 22.0	UNITA' DI OSILO. Andesiti porfiriche per fenocristalli di Pl, Am, e Px; in cupole di ristagno e colate. ?AQUITANIANO - BURDIGALIANO

Classe	Unità
C 22.0	UNITA' DI MONTE OZZASTRU. Andesiti e andesiti basaltiche, anfibolico-pirosseniche e pirosseniche porfiriche; in cupole di ristagno e colate talora autoclastiche o ialoclastiche a pillows, con associati depositi di block and ash flows a crumble breccia. (K
C 22.0	UNITA' DI MONTE PEDRU. Andesiti basaltiche e basalti, porfirici per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol; in potenti colate talora autoclastiche, cupole di ristagno, filoni, block and ash flows. (K/Ar: 19,4 -0,7 Ma; 17,1 - 0,5 Ma: Lecca et alii, 1997). BURDI
C 22.0	UNITA' DI PUNTA TRIPIDES. Andesiti, andesiti basaltiche e basalti, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, Mag; in cupole di ristagno, filoni, dicchi e sills. BURDIGALIANO
C 22.0	UNITA' DI CAPO MARARGIU. Andesiti basaltiche, andesiti e daciti ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, Am, Mag; in cupole di ristagno, colate, brecce autoclastiche, filoni e sills. OLIGOCENE SUP. û AQUITANIANO INF.
C 22.0	UNITA' DI MONTE FROMMA. Andesiti basaltiche, faneroporfiriche, pirosseniche, massive, con giacitura in cupole. AQUITANIANO-BURDIGALIANO
C 22.0	UNITA' DI CHELCHEDU-TILOROMO. Andesiti e andesiti basaltiche in cupole di ristagno, ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx; intercalate e/o iniettate entro i depositi piroclastici dell'unità UUI. (17,0 - 0,2 Ma: Lecca et alii, 1997).
C 22.0	UNITA' DI NURAGHE VITTORE. Andesiti e daciti porfiriche per fenocristalli di Pl, Px e Ol; in colate. BURDIGALIANO
C 22.1	UNITA' DI MONTE CUGUTADA. Andesiti e andesiti basaltiche ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Px e Ol; in cupole di ristagno e prevalentemente in colate, con associati depositi epiclastici e sottili intercalari sedimentari. (K/Ar 25,6 - 1,3 Ma:
C 22.1	UNITA' DI MONTE ENTURGIU. Andesiti e andesiti basaltiche, in cupole di ristagno e colate, con alterazione epitermale da propilitica ad argillica; locali livelli piroclastici ed epiclastici. OLIGOCENE SUP.

Classe	Unità
C 23	Litofacies nella FORMAZIONE DI BIANCAREDDU. Metavulcaniti acide. ORDOVICIANO MEDIO-SUP.
C 23	UNITA' DI MONTE FRUSCIU. Daciti ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Sa, Bt, Am, Mag; in cupole di ristagno e locali versamenti laterali. (K/Ar 17,5 - 0,5 Ma: Lecca et alii, 1997), (40Ar/39Ar bt: 18,48 - 0,18 Ma: Progemisa S.p.A., dati non
C 23	Metavulcaniti. Metavulcaniti acide, intermedie e derivati metamorfici dei prodotti del loro rimaneggiamento. ORDOVICIANO MEDIO
C 23	UNITA' DI PUNTA NIASSA. Riodaciti in cupole di ristagno, filoni, guglie e laccoliti. (K/Ar: 14,3 - 0,2 Ma - 13,3 - 0,2 Ma: Lecca et alii, 1997). LANGHIANO
C 23	FORMAZIONE DI CAPO NEGRU. Metagrovacche con metavulcaniti acide. ORDOVICIANO MEDIO-SUP.
C 23	Litofacies nella FORMAZIONE DI CAPO NEGRU. Metavulcaniti acide. ORDOVICIANO MEDIO-SUP.
C 23	"Porfidi quarziferi" Auct. Lave in colata ed ammassi subvulcanici di composizione da riolitica a dacitica, a grana da minuta a media, a struttura porfirica frequente, talvolta con evidenti strutture di flusso, rari livelli di brecce vulcaniche e tufi rio
C 23	PORFIROIDI AUCT. Metarioliti e metariodaciti con struttura occhiadina, metaepiclastiti. ORDOVICIANO ?MEDIO
C 23	UNITA' DI MONTE RUGIU. Daciti e riodaciti porfiriche per fenocristalli di Pl, San, Am e Bt; in cupole di ristagno. (K/Ar: 17,5 - 0,5 Ma: Lecca et alii, 1997). BURDIGALIANO
C 25	Facies S. Antonio di Gallura (UNITA' INTRUSIVA DI S. ANTONIO DI GALLURA). Granodioriti inequigranulari, con fenocristalli di Kfs di taglia compresa fra 0.5 e 5 cm. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Fornelli (UNITA' INTRUSIVA DELL'ASINARA). Granodioriti inequigranulari, a fenocristalli di Kfs bianco-rosati di taglia 3-5 cm. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO

Classe	Unità
C 25	Facies Cala del Turco (UNITA' INTRUSIVA DELL'ASINARA). Leucograniti biotitici rosati, a grana medio-fine, equigranulari. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	UNITA' INTRUSIVA DI BERCHIDDA
C 25	Facies Errianoa (UNITA' INTRUSIVA DI BERCHIDDA). Granodioriti monzogranitiche, inequigranulari, a grana media, porfiriche per fenocristalli di Kfs di taglia 1-3 cm; tessitura moderatamente orientata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Punta S'Elighe Entosa (UNITA' INTRUSIVA DI BERCHIDDA). Monzograniti a tendenza leucocrata, a grana grossa. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Monte Gasparru (UNITA' INTRUSIVA DI BERCHIDDA). Leucograniti a grana fine. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Monte Rasu (UNITA' INTRUSIVA DI BERCHIDDA). Leucograniti a due miche. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Sa Corona (UNITA' INTRUSIVA DI BERCHIDDA). Ammassi microporfirici. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Anela (UNITA' INTRUSIVA DI BONO). Tonaliti e granodioriti tonalitiche, biotitico-anfiboliche, a grana medio-grossa, inequigranulari per fenocristalli pluricentimetrici di Kfs, tessitura orientata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Nule (UNITA' INTRUSIVA DI BENETUTTI). Granodioriti tonalitiche, biotitiche, a grana medio-grossa, inequigranulari per fenocristalli di Kfs biancastri di taglia fino a 12 cm; tessitura orientata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Nuraghe Pira (UNITA' INTRUSIVA DI BENETUTTI). Granodioriti monzogranitiche, biotitiche, a grana media, moderatamente equigranulari, tessitura orientata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Nuraghe Oddastra (UNITA' INTRUSIVA DI BUDDUSÊ). Granodioriti monzogranitiche a biotite ed anfibolo, grigie, a grana media, moderatamente equigranulari, tessitura orientata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO

Classe	Unità
C 25	Facies S. Reparata (UNITA' INTRUSIVA DI BUDDUSÊ). Monzograniti equigranulari, a marcata tendenza leucocrata, a grana da media a medio-fine, tessitura orientata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Porfidi granitici, di colore prevalentemente rosato e rossastro, a struttura da afirica a porfirica per fenocristalli di Qtz, Fsp e Bt e tessitura isotropa; in giacitura prevalentemente filoniana, talvolta in ammassi. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Nicola Bove (UNITA' INTRUSIVA DI GEREMEAS). Leucograniti biotitici rosati, a grana medio-grossa, equigranulari, localmente porfirici per Qtz globulare e Kfs rosato di taglia centimetrica, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	UNITA' INTRUSIVA DI SAN GREGORIO
C 25	UNITA' INTRUSIVA DI MONTE LERNO - PUNTA SENALONGA. Leucograniti biotitici rosati, a grana media, inequigranulari, porfirici per rari cristalli di Kfs e Qtz globulare, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Monti (UNITA' INTRUSIVA DI MONTI). Granodioriti inequigranulari, con fenocristalli di Kfs di taglia fino a 4 cm. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Stazzo Alinedu (UNITA' INTRUSIVA DI MONTI). Granodioriti a grana fine. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Monte Chilchiritanos (UNITA' INTRUSIVA DI MONTI). Monzograniti leucocrati, a grana fine. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Subunità intrusiva di Ottana (UNITA' INTRUSIVA DI NUORO). Tonaliti e granodioriti tonalitiche, anfibolico-biotitiche, grigio-scure, a grana media, moderatamente equigranulari; tessitura moderatamente orientata, talora foliata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Punta Gomoretta (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Graniti a cordierite, andalusite e muscovite, a grana media, inequigranulari, porfirici per rari fenocristalli di Kfs biancastri di taglia fino a 3-4 cm, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERM

Classe	Unità
C 25	Facies Sos Sonorcolos (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Graniti a cordierite e muscovite, a grana media, moderatamente inequigranulari. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Loelle (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Leucograniti a granato, a grana fine, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Bultei (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Leucograniti a due miche, a grana medio-fine, equigranulari, talora porfirici per fenocristalli subcentimetrici di Qtz globulare e Kfs. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Tres Montes (Ozieri) (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Leucograniti a due miche, a grana fine. CARBONIFERO SUPERIORE. - PERMIANO
C 25	Facies Punta Pubugliema (UNITA' INTRUSIVA DI PATTADA). Tonaliti a grana media, tessitura fortemente foliata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Bantine (UNITA' INTRUSIVA DI PATTADA). Masse gabbro-quarzo-dioritiche. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies Punta Sa Matta (UNITA' INTRUSIVA DI PATTADA). Tonaliti talora a tendenza granodioritica, a grana media, moderatamente inequigranulari, tessitura orientata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	MASSA BASICA LA TOZZA. Tonaliti equigranulari, foliate. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 25	Facies S. Lucia (Subunità intrusiva di Bortigiadas - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Masse gabbro-quarzo-dioritiche. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies S. Pancrazio (Subunità intrusiva di Bortigiadas - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Granodioriti moderatamente inequigranulari. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Punta di Capragia (Subunità intrusiva di Bortigiadas - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Granodioriti equigranulari a grana fine. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO

Classe	Unità
C 25	Facies Stazzo Spina (Subunità intrusiva di Bortigiadas - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Leucomicrograniti a due miche. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Rinaggu (Subunità intrusiva di Catala - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Tonaliti. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Giaccone (Subunità intrusiva di Catala - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Granodioriti equigranulari a grana fine. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Monte di La Jescia (Subunità intrusiva di Catala - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Monzograniti inequigranulari, a rari fenocristalli di Kfs con taglia fino a 12 cm, e numerosi inclusi microgranulari basici. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Punta Lovia Avra (Subunità intrusiva di Catala - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Monzograniti inequigranulari, con fenocristalli euedrali di Kfs aventi taglia compresa tra 1 e 5 cm. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Punta Paoleddu (Subunità intrusiva di Catala - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Monzograniti inequigranulari, con abbondanti fenocristalli euedrali di Kfs aventi taglia compresa tra 1 e 4 cm. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Monte San Giorgio (Subunità intrusiva di Monte Limbara - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Leucograniti moderatamente inequigranulari. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Monte di Li Conchi (Subunità intrusiva di Monte Limbara - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Leucograniti moderatamente inequigranulari per rari fenocristalli subedrali di Kfs. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Valliciola (Subunità intrusiva di Monte Limbara - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Leucograniti equigranulari a grana medio-fine. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO

Classe	Unità
C 25	Facies Punta Balistreri (Subunità intrusiva di Monte Limbara - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Leucograniti porfirici a grana fine. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 25	Facies Punta Bozzico (Subunità intrusiva di Monte Limbara - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Leucograniti a grana fine. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 27	Depositi antropici. Discariche industriali. OLOCENE
C 27	Depositi antropici. Discariche minerarie. OLOCENE
C 27	Depositi antropici. Discariche per inerti. OLOCENE
C 27	Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE
C 27	Depositi antropici. Discariche per rifiuti solidi urbani. OLOCENE
C 27	Depositi antropici. Manufatti antropici. OLOCENE
C 28	Depositi di spiaggia antichi. Sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie con bivalvi, gasteropodi, con subordinati depositi sabbioso-limosi e calcilutiti di stagno costiero. Spessore: fino a 3-4 m. ?PLEISTOCENE SUP. - ?OLOCENE
C 29	Filoni e ammassi aplitici. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 29	Fasce cataclastico-milonitiche. ?PALEOZOICO
C 29	Filloniti. ?PALEOZOICO
C 29	Diatessiti. Leucosomi a biotite e muscovite. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO
C 29	Filoni acidi: aplopegmatiti indistinte. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 29	Filoni basaltici a serialità transizionale, di composizione basaltica olivinica e trachibasaltica, a struttura porfirica per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, tessitura intersertale-ofitica. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 29	Filoni di composizione prevalentemente intermedia (dioritica e quarzoandesitica), a serialità calcalina, a struttura porfirica-glomeroporfirica per fenocristalli di Pl, Am, Bt, Op. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 29	Filoni di gabbro. Gabbri verde scuro, porfirici per fenocristalli di Pl, Aug, Hbl, tessitura ofitica. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO

Classe	Unità
C 29	Filoni alcalini. Trachibasalti, basalti alcalini talora fortemente porfirici per fenocristalli di Pl; trachibasalti e hawaiiiti con noduli peridotitici. PLIO-PLEISTOCENE
C 29	Filoni aplo-pegmatitici pi" o meno foliati.
C 29	Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite, talora anche con solfuri metallici (Pb, Zn, Cu, Fe, etc). CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 29	Filoni e stocks di composizione dacitica e riodacitica, a serialità calcalina, a struttura da porfirica a microporfirica, talora granofirica, con fenocristalli di Qtz, Fsp, Bt e tessiture isotrope talora fluidali. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 29	UNITA' DI CALABONA. Ipoabissaliti in intrusioni policentriche a chimismo dacitico, quarzo-andesitico e andesitico (Porfirite di Calabona Auct.). (K/Ar 27,6 - 1,5 Ma: Lecca et al., 1997). OLIGOCENE SUP. û AQUITANIANO INF.
C 29	Metabasiti alcaline in giacitura filoniana e metagabbri alcalini in ammassi intrusi nelle Arenarie di SanVito. ?ORDOVICIANO SUP.
C 29	Filoni e ammassi di micrograniti. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 29	Facies Stazione di Monti (UNITA' INTRUSIVA DI MONTI). Ammassi aplo-pegmatitici. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 29	Filoni e ammassi pegmatitici. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
C 29	Facies Monte La Eltica (Subunità intrusiva di Monte Limbara - UNITA' INTRUSIVA DI TEMPIO PAUSANIA). Ammassi aplo-pegmatitici. CARBONIFERO SUP. û PERMIANO
C 3	Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE
C 3	Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE
C 3	Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
C 4	Litofacies nel Subsintema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.
C 5	Depositi alluvionali. OLOCENE

Classe	Unità
C 5	Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE
C 7	Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli pi'' o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
C 7	Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE
C 7	FORMAZIONE DI FIUME SANTO. Argille arrossate con livelli e lenti di conglomerati a ciottoli di basamento paleozoico, vulcaniti e calcari mesozoici. Ambiente fluviale. TORTONIANO-MESSINIANO
C 8	Depositi eolici. Sabbie di duna ben classate. OLOCENE
C 8	Depositi di spiaggia. Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi, etc. OLOCENE
C 9	FORMAZIONE DI OPPIA NUOVA. Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici, ad elementi di basamento paleozoico, vulcaniti oligomioceniche e calcari mesozoici (Nurra). Ambiente da conoide alluvionale a fluvio-deltizio. BURDIGALIANO ?MEDIO-SUP.
C 9	Litofacies nell'UNITA' DI OSILO. Depositi di debris avalanches con elementi eterometrici di andesiti da clasto-sostenuti a matrice-sostenuti. ?AQUITANIANO - BURDIGALIANO
C 9	ARENARIE DI DUALCHI. Sabbioni conglomeratici rossastri e grigiastri, ad elementi paleozoici e vulcanici, localmente fossiliferi (scarsi e piccoli pettinidi), passanti verso l'alto a conglomerati fossiliferi. Ambiente fluvio-deltizio e litorale. BURDIGAL
C 9	FORMAZIONE DI FLORINAS. Sabbie quarzoso-feldspatiche, biancastre, poco o nulla cementate, di ambiente fluvio-marino; alla base siltiti scure e conglomerati continentali. ?SERRAVALLIANO
C 9	Litofacies nella FORMAZIONE DI FLORINAS. Sabbie. ?SERRAVALLIANO
C 9	Litofacies nella FORMAZIONE DI FLORINAS. Biocalcareni. ?SERRAVALLIANO
C 9	Subsintema di Calamosca (ôPanchina Tirrenianaö Auct.) (SINTEMA DI PORTOVESME). Conglomerati e arenarie litorali a cemento carbonatico, con malacofauna a molluschi (Strombus bubonius) e coralli (Cladocora coespitosa). PLEISTOCENE SUP.

Classe	Unità
C 9	Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. PLEISTOCENE SUP.