



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



Commissario di Governo per
l'attuazione degli interventi di
mitigazione del rischio idrogeologico
nella Regione Siciliana



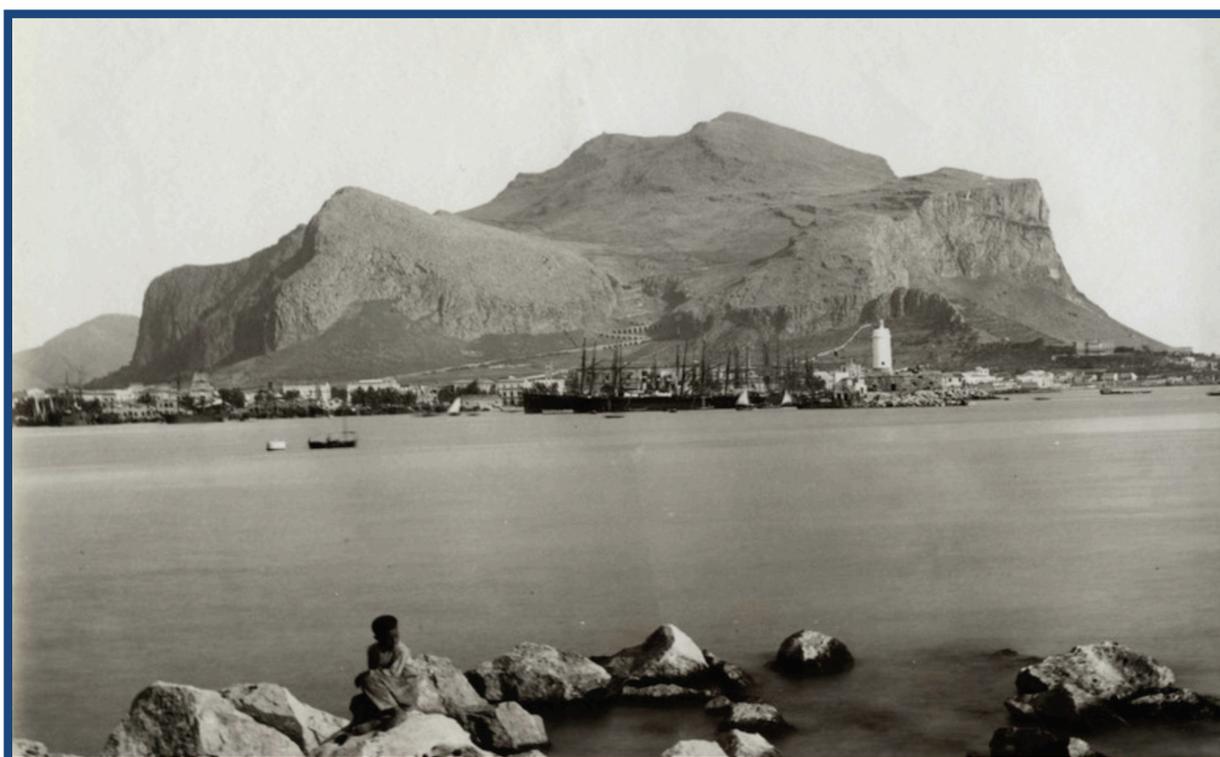
Dip.to di Ingegneria Civile,
Ambientale, Aerospaziale,
dei Materiali



Comune di Palermo

***STUDIO PER LA VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DELLE
TIPOLOGIE DI INTERVENTO E DELLE TECNOLOGIE DISPONIBILI PER
LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO PER LA CADUTA
MASSI CON LA SALVAGUARDIA DEL BENE AMBIENTALE MONTE
PELLEGRINO***

**RELAZIONE FINALE
SETTEMBRE 2018**



Il Responsabile Scientifico

Prof. Leonardo Valente Noto

Il Direttore del Dipartimento

Prof. Goffredo La Loggia

Palermo, settembre 2018

**STUDIO PER LA VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE
DELLE TIPOLOGIE DI INTERVENTO E DELLE TECNOLOGIE
DISPONIBILI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO
IDROGEOLOGICO PER LA CADUTA MASSI CON LA
SALVAGUARDIA DEL BENE AMBIENTALE MONTE PELLEGRINO**

RELAZIONE FINALE

SETTEMBRE 2018

1	Premessa.....	3
2	Lineamenti fisiografici e climatici dell'area.....	4
3	Inquadramento geologico.....	7
4	Litologia	7
4.1	Depositi mesozoici	7
4.2	Depositi quaternari	10
5	Assetto megastrutturale	11
6	Geomorfologia	12
7	Assetto mesostrutturale e tipologie dei fenomeni di dissesto	13
8	Vincoli esistenti sull'area	16
9	Pericolosità e rischio	18
9.1	Il P.A.I. vigente e la nuova perimetrazione proposta dal Comune di Palermo	18
9.2	La mitigazione del rischio nella fruizione dei beni naturali.....	24
9.3	Problematiche relative alla sentieristica.....	27
10	L'ambiente naturale della Riserva	27
10.1	Caratteri della flora e della vegetazione	27
10.2	Recenti modifiche delle fitocenosi.....	32

10.3	Caratteri della fauna	32
10.4	Chiroterofauna	37
10.5	Specificità geologiche e paleoambientali.....	37
11	Possibili impatti degli interventi	40
11.1	Flora	43
11.2	Fauna	44
12	Misure di compensazione prescrizione	46
12.1	Aspetti floristici e botanici	46
12.2	Aspetti faunistici	47
13	Tipologie di interventi previsti e loro impatto	48
13.1	Generalità sulle Tipologie di opere di difesa.....	48
13.2	Impatto dei singoli interventi e possibili mitigazioni	52
13.3	Compatibilità ambientale <i>degli interventi</i> per la mitigazione del rischio	56
	Conclusioni	58
	Bibliografia	60

1 Premessa

In data 16 ottobre 2017 veniva stipulato dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali, (di seguito DICAM) della Scuola Politecnica dell'Università degli Studi di Palermo e dal Commissario di Governo per l'attuazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Siciliana (di seguito Commissario), un disciplinare con cui il Commissario incaricava il DICAM di effettuare uno studio per la verifica della compatibilità ambientale delle tipologie di intervento e delle tecnologie disponibili per la mitigazione del rischio idrogeologico per caduta massi con la salvaguardia del bene ambientale Monte Pellegrino (Comune di Palermo). Tale studio dovrà tenere in debito conto delle complessità e delle interazioni tra il bene naturale protetto e le possibilità di intervento consentite dalla norma, avendo sempre a riferimento la protezione delle attività antropiche regolarmente presenti.

Lo studio conterrà altresì i necessari approfondimenti di ecologia, geologici e geotecnici, nonché le indicazioni sulle possibili tecniche di intervento e monitoraggio finalizzato anche alla manutenzione dei diversi sistemi di protezione utilizzabili che tenga anche esso conto delle specifiche del bene naturale da proteggere.

Il disciplinare di incarico prevede all'art.3 che il DICAM presenti al Commissario un documento (definito *Rapporto Finale*) entro sessanta giorni dalla comunicazione dell'affidamento dell'incarico e quindi entro il 19 Dicembre 2017. E' inoltre prevista la possibilità di integrare e/o modificare, a carico del DICAM, entro quindici giorni dalla formale richiesta, il Rapporto Finale in conseguenza delle eventuali prescrizioni dettate dagli Enti di Tutela cui sarà sottoposto.

La presente relazione è integrata con gli aspetti richiesti dalla nota prot. 923899 del Comune di Palermo del 21/06/2018, con la quale, in seguito alla trattazione nella seduta del CRPPN del 20/06/2018, il Responsabile del Procedimento ha chiesto di estendere lo studio all'intera area della Riserva Naturale Orientata (R.N.O.) e di relazionare la carta degli interventi ammissibili con il PAI vigente, con la nuova perimetrazione del PAI proposta dal Comune di Palermo e con le Aree del piano di utilizzazione delle Zone A e B della Riserva Naturale Orientata di Monte Pellegrino e, su richiesta del RUP in relazione ai periodi di lavorazione ammessa, con la problematica relativa alla presenza di chirofteri.

La presente relazione, che costituisce il Rapporto Finale ed è corredata da una serie di schede (*Abachi d'uso*) e di elaborazioni cartografiche (*Allegati 1, 2, 3*), è strutturata in una prima parte di inquadramento fisiografico, geolitologico, geomorfologico del Monte Pellegrino, una seconda parte che tratta lo scenario del PAI ed il regime di tutela della Riserva, una terza parte che illustra i beni naturalistici ed ambientali e da una parte finale che, descrivendo i possibili interventi di riduzione del rischio da crollo, ne tratta la compatibilità ambientale.

Fanno parte del gruppo di lavoro, oltre al responsabile scientifico Prof. Leonardo Valerio Noto, il Prof. Bruno Massa e il Prof. Tommaso La Mantia del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali (SAAF) per gli aspetti relativi alla fauna e alla flora, il Prof. Alessio Ferrari, l'ing. Marco Rosone e l'ing. Maurizio Zicarelli per gli aspetti geotecnici e la Dott.ssa Laura Ercoli per gli aspetti geologici, del DICAM.

2 Lineamenti fisiografici e climatici dell'area

Il Monte Pellegrino (vetta m 594) è un gruppo montuoso isolato (posto a 38° 06' 44" di latitudine Nord e a 13° 11' 58" di longitudine Est) che separa il Golfo di Mondello, a N, dal golfo di Palermo, a S. E' delimitato, per la maggior parte del suo perimetro, da ripide pareti rocciose che assumono la massima altezza sul versante prospiciente il mare. La parte sommitale è articolata in varie cime e speroni (Pizzo Volo dell'Aquila 387 m, Pizzo Grattarola 276 m, Primo Pizzo 344 m, detto anche Pizzo Castello, Roccia dello Schiavo 307 m, Croce di San Pantaleo 359 m, Pizzo Rufuliata m 476, Pizzo Gorgo Rosso 451 m, Cozzo della Mandra 427 m).

Dalla base verso la sommità si individuano tre fasce con differente acclività: alla base la zona di accumulo del detrito di falda ha un'inclinazione di circa 30°, essa è sovrastata da pareti rocciose che si ergono subverticali, verticali o strapiombanti per altezze talora maggiori a 300 m, infine dal ciglio superiore delle balze rocciose fino alla cima, il versante, pur mantenendo una morfologia molto irregolare, assume una pendenza media di circa 35°-40° interrotta talvolta da scarpate rocciose.

Il perimetro del Monte e le pareti rocciose coincidono con paleofalesie di origine tettonica, mentre i pendii intermedi corrispondono a superfici di spianamento. Le depressioni si sono impostate in corrispondenza delle lineazioni tettoniche, ed alcune di esse sono dovute a sprofondamenti dovuti al carsismo (Gorgo Rosso).



Figura 1 - Monte Pellegrino visto da Sud prima della costruzione della Via Bonanno e dell'impianto del rimboschimento

Il versante meridionale presenta una "skyline" particolare infatti quasi simmetricamente ad est e ad ovest si innalzano rispettivamente le cime di Pizzo Volo dell'Aquila ed il Primo

Pizzo, separati dalla depressione morfologica di Scala Vecchia, lungo la quale si snoda l'antico percorso pedonale, in parte su arcate in pietra, che conduce verso la sommità del Monte, fino al Santuario di S. Rosalia (*Figura 1*).

Il versante orientale prospiciente il mare è quello su cui si affacciano, a mo' di speroni, le pareti rocciose più alte (360 m di dislivello in corrispondenza della parete che sovrasta lo sperone isolato di Pizzo Monaco) delimitate da incisioni ripide, coincidenti con le faglie, in cui il detrito ha formato delle conoidi che risalgono fino a circa un terzo o anche alla metà del dislivello totale. E' qui che si inerpica la "scaletta della Perciata", a N delle Grotte dell'Addaura, che dall'antichità sino ad oggi consentiva l'accesso, non certo agevole, alla parte sommitale (*Figura 2* parte sinistra).

Il connotato morfologico saliente del versante settentrionale che si affaccia sul Golfo di Mondello è la presenza dell'affilata Cresta di Valdesi, ad est della quale si inerpica il Sentiero della Vuletta Grande e la rampa sotto il Pizzo Rufuliata, su cui si snodano i tornanti della Via Ercta (*Figura 2* parte destra).



Figura 2 - Monte Pellegrino visto da Nord e parte del versante orientale dalla Cresta di Valdesi fino alla Cresta della Perciata. Si notano i tornanti della Via Ercta e i conoidi di detrito

Il versante occidentale presenta anch'esso pareti scoscese, verticali o strapiombanti che però coprono un dislivello minore rispetto a quelle sul versante opposto ed hanno un planimetrico meno frastagliato, il che determina un accumulo di detrito di falda secondo una fascia piuttosto regolare. A nord dello sperone dello Schiavo un'angusta e ripida incisione valliva ha consentito, nell'antichità l'accesso alla parte sommitale del monte mediante un erto sentiero che si inerpica nella Valle del Porco e che si spinge fino alla Rufuliata (*Figura 3*).

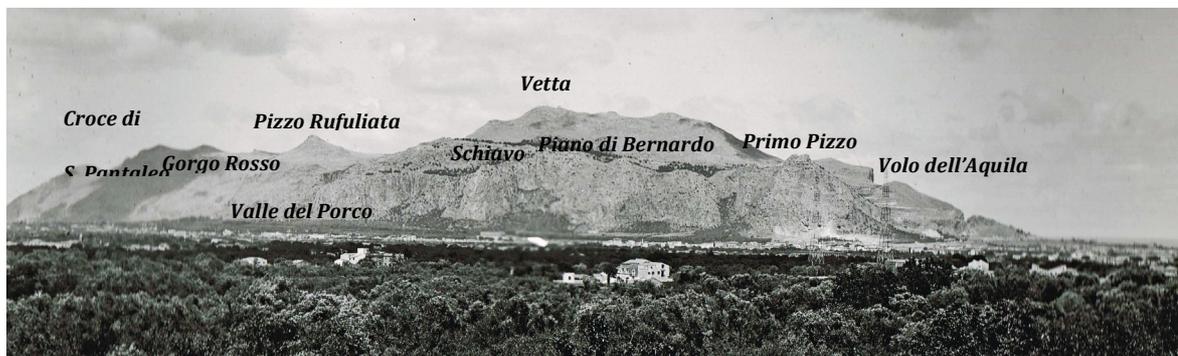


Figura 3 - Il versante occidentale che si affaccia sul Parco della Favorita

Le poche incisioni vallive sono ripide e strette, chiuse ai lati da pareti molto acclivi e rupi. Tant'è che prima della realizzazione delle due strade rotabili Via Bonanno, edificata nel 1924 e Via Ercta, la cui costruzione è iniziata nel 1952, che sono state aperte incidendo le pareti rocciose meno scoscese, la salita verso la vetta del Monte era possibile dalla Valle del Porco, forse utilizzata dai cartaginesi nel 274 a.C. per arroccarsi sul monte e dove l'archeologo Bonacasa ha individuato iscrizioni del VII sec. e dalla Scala Vecchia, costruita tra il 1674 e il 1725, percorsa dai pellegrini e penitenti per recarsi al Santuario di S. Rosalia.

Le caratteristiche fisiografiche e litologiche, dettagliate nel seguito, influenzano moltissimo i caratteri del popolamento animale e vegetale se si considera che le specie di maggiore interesse conservazionistico sono legate soprattutto alle pareti calcaree. Anche il clima influenza enormemente la componente biotica infatti, come vedremo, la flora delle pareti è differenziabile tra quelle esposte a nord e quelle esposte a sud.

La temperatura media annua risulta compresa tra 18 e 20 °C. Per quanto riguarda il regime pluviometrico si evince che il valore di piovosità media annua varia tra i 650 ed i 750 mm circa.

Data la disposizione geografica dei rilievi, sulla base della classificazione di RIVAS-MARTINEZ (1995), il versante settentrionale rientra nel termotipo termomediterraneo superiore, perché esposto all'influenza diretta delle correnti umide provenienti dal Tirreno e a periodi d'ombreggiamento maggiore durante l'arco della giornata. Il versante meridionale risulta invece caratterizzato da termotipi e da ombrotipi che vanno dal secco superiore al subumido inferiore. Dal punto di vista bioclimatico Monte Pellegrino ricade nella fascia a bioclima termo-mediterraneo inferiore con ombrotipo secco superiore, con temperatura media annua pari a 18 °C, e con una piovosità media annua di 629 mm. Oltre i 400-500 m di quota è possibile ipotizzare condizioni riferibili alla fascia termomediterranea superiore. Il *Termomediterraneo superiore* è diffuso nelle zone collinari con penetrazioni nella fascia submontana.

Per quanto riguarda i caratteri ambientali e naturalistici di Monte Pellegrino, una descrizione accurata e aggiornata dei caratteri può essere ricavata dal Piano di Gestione del SIC (SIC COD. ITA 020014 - MONTE PELLEGRINO) recentemente redatto, e al quale si rimanda (AA VV, 2011) per ulteriori dettagli.

3 Inquadramento geologico

La peculiare morfologia del Monte Pellegrino, che si innalza, con la sua forma approssimativamente prismatica sulle pianure quaternarie di Palermo e Partanna –Tommaso Natale, riflette sia lo stile tettonico a falde di ricoprimento della fase orogenetica oligo-miocenica sia le fasi tardo mioceniche transpressive che hanno disarticolato le falde di ricoprimento sia le recenti fasi neotettoniche che, ribassando a gradinata i fondali marini, hanno determinato e ancora determinano un lento innalzamento s.l.m. valutabile per la Sicilia settentrionale in 2 cm ogni 100 anni.

Precedentemente ascritto all'Unità Stratigrafico Strutturale (U.S.S.)¹ Cozzo di Lupo (Catalano et al., 1979) ora riclassificata come Formazione (ISPRA-CARG, 2013), il Monte Pellegrino, allo stato attuale delle conoscenze, viene interpretato come appartenente all'U.S.S. di M.Gallo-M.Palmeto (ISPRA-CARG, 2013), che, impilata nella sequenza di U.S.S. che formano i Monti di Palermo, è sovrascorsa nel suo insieme sulle coltri più meridionali. In particolare l'U.S.S. di M.Gallo-M.Palmeto è la più alta della sequenza dell'edificio strutturale e deriva dalla deformazione della Piattaforma Panormide.

Sulla base di strutture tettoniche riconoscibili in affioramento, questa U.S.S. è stata suddivisa a sua volta in subunità di ordine inferiore. Nel contesto dei Monti di Palermo, il Monte Pellegrino è l'unico affioramento, cui viene attribuito una spessore tra gli 800 e i 1300 m, dei depositi di mare basso della Piattaforma Panormide che si sono sedimentati nell'arco temporale compreso tra il Triassico e l'Eocene.

Il substrato elveziano-oligocenico flyscioide (*Flysch Numidico*) a composizione prevalentemente argillitica, sul quale il Monte Pellegrino si colloca come un Klippen isolato, è stato riconosciuto in alcune perforazioni, al di sotto dei depositi della panchina quaternaria delle piane costiere (*Calcareniti pliopleistoceniche*).

4 Litologia

4.1 Depositi mesozoici

L'ampia ricognizione dei litotipi mesozoici e del contenuto paleontologico effettuata negli ultimi tre decenni sull'intero complesso dei Monti di Palermo e delle Madonie, ha consentito di pervenire, rispetto a quelle individuate da Montanari (1965), all'individuazione e alla

¹ *Corpi geologici estesi e potenti, corrispondenti a domini paleogeografici, deformati dalla tettonica e/o delocalizzati dalle loro collocazione originaria.*

definizione di diverse nuove unità litostratigrafiche (Basilone, 2011 e 2012; Catalano et al., 2013), delle quali alcune in via di riconoscimento. Alcune di queste unità sono tra loro coeve.

In particolare la sequenza delle unità litostratigrafiche (ISPRA-CARG, 2013), individuata a Monte Pellegrino (*Figura 4*), dalla più antica alla più recente è formata da:

- Calcari di Costa della Ginestra (RMFa), affioranti tra Punta Priola e Torre del Rotolo, e sulla Parete che sovrasta Vergine Maria (Trias sup. - Lias inf.). Lo spessore è valutato in 400 m senza tener conto del limite stratigrafico inferiore, che nel Monte Pellegrino non è stato riconosciuto. I litotipi identificati sono: calcari, calcari dolomitici, dolomie algali, calcari a megalodontidi, biolititi coralgali, dolomie stromatolitiche e loferitiche.
- Formazione Cozzo di Lupo (CZP), affiorante tra Pizzo Volo dell'Aquila, Pizzo Grattarola e Piano Bernardo, e sulla parete sopra Vergine Maria (Norico-Retico). Lo spessore è valutato in 300 m, ma a Monte Pellegrino non è stato riconosciuto il limite stratigrafico inferiore. I litotipi identificati sono: calcari e calcari dolomitici, biolititi a spugne, alghe e coralli, biocalcareni e biocalciruditi, calcari oolitici. Il contatto con la formazione soprastante è di tipo onlap, con filoni sedimentari della formazione Buccheri.
- Formazione Buccheri (BCH) assimilabile al Rosso ammonitico, ascrivibile Lias sup. - Dogger, affiora alla base di Scala Vecchia e presso la sommità di Pizzo Volo dell'Aquila (Catalano et al., 2010 a e b; Basilone, 2012). Lo spessore valutato tra 10 e 30 m. I litotipi identificati sono: calcari e calcilutiti a crinoidi, calcari marnosi, pseudobrecce, calcilutiti nodulari in alternanza con calcari. Il contatto con la formazione soprastante è una discordanza o paraconcordanza.
- Calcari di Piano Battaglia (PNB), di età Titonico-Neocomiana. Affiorano tra la parete di Scala Vecchia, a P.zo Castello (Primo Pizzo), a Pizzo Grattarola, Pizzo Volo dell'Aquila, in cima a Pizzo Monaco, lungo la costa dell'Addaura e a Piano Bernardo e sui fronti di cava che si affacciano sul Golfo di Palermo. Lo spessore è stato valutato da 200 a 350 m. I litotipi identificati sono: biolititi coralgali, calcareniti e calciruditi, calcari algali. Su di essa si sono depositati, in discordanza i
- Calcari di Capo Gallo (AFU), del Barremiano Maastrichtiano, affiorano con uno spessore di circa 400 a Roccia dello Schiavo, nel Bosco Vecchio, Costa Finocchiara e Colle d'Allaura. I litotipi identificati sono: calcari algali, calcareniti bioclastiche, calcilutiti a gasteropodi e caprinidi, calcari stromatolitici e oolitici, breccie. Il contatto con la formazione soprastante è una paraconcordanza o discordanza.
- Formazione Pellegrino (LEG), proposta da Basilone, (2012) costituisce il Cozzo Croce di S. Pantaleo, è databile al Cenomaniano medio sup. e Turoniano-Santoniano. I litotipi identificati sono: calcari e breccie bioclastiche, bioliti, conglomerati, laminiti stromatolitiche e loferitiche, calcilutiti, calcari ad orbitoidi, la formazione è delimitata superiormente da una superficie di discordanza erosiva che la mette in contatto con la Formazione Valdesi.
- Formazione Valdesi (VSI), il cui spessore è compreso fra 50 e 150 m, che affiora alla base del versante NE di Punta Valdesi. I litotipi identificati sono: calcareniti bioclastiche, calcilutiti e calciruditi.

Nel quadro dettagliato delle serie mesozoiche di Monte Pellegrino proposto da Montanari (1965), l'autore individua tre differenti serie lito-stratigrafiche a carattere prevalentemente reefoide, in parte eteropiche, intensamente fratturate e variamente dislocate da un fitto sistema di faglie dirette, che hanno disarticolato ed obliterano l'originaria struttura di sovrascorrimento.

Alla prima serie appartengono calcari dolomitizzati di età compresa fra il Trias superiore ed il Lias inferiore. Essa affiora a N-E in prossimità della costa e lungo ed è esposta sulle pareti orientali del rilievo.

Nelle zone Priola-Rotolo e Vergine Maria la sequenza stratigrafica è ben esposta e consente di rilevare sia la presenza di diversi litotipi carbonatici a differente grado di dolomitizzazione, distinguibili in sito per lo spessore degli strati e per le differenti colorazioni della roccia sia variazioni dell'assetto mesostrutturale impresso fondamentalmente dagli eventi neotettonici.

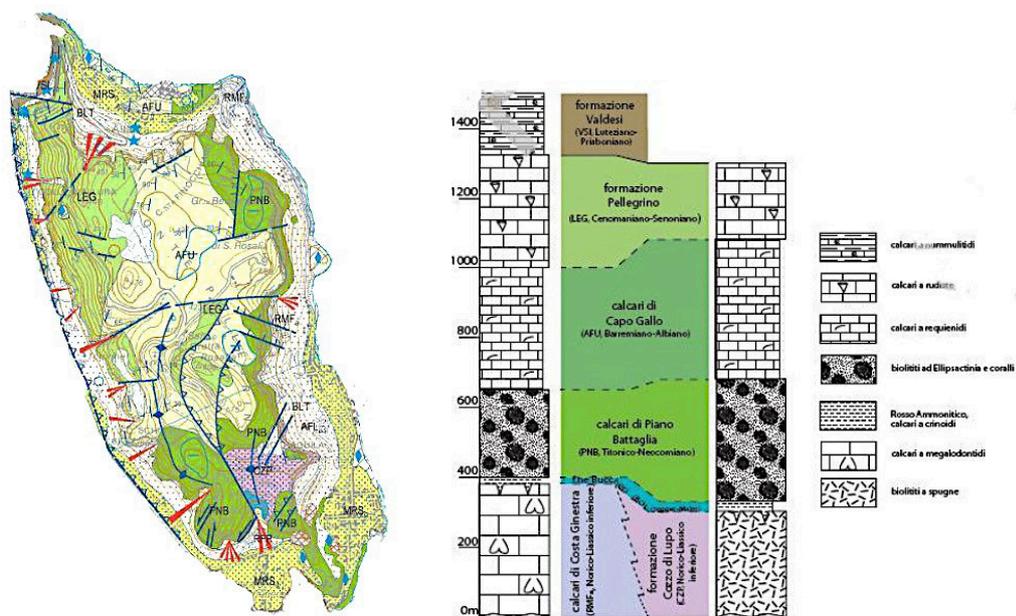


Figura 4 - Carta geologica , schema stratigrafico e colonne stratigrafiche delle zone di Punta Priola e Rocca dello Schiavo: le unità litostratigrafiche sono indicate col loro litotipo più significativo. Per la lettura della carta geologica, le sigle distintive delle formazioni e il colore sono quelli riportati nello schema stratigrafico e nel testo (da ISPRA-CARG, 2013)

Lo spessore non è misurabile con precisione in affioramento, poiché questa serie è suddivisa da faglie in due sequenze discontinue prive di un livello guida (sequenza Priola-Rotolo e sequenza Vergine Maria) in corrispondenza del Lias inferiore ma si valuta che superi i 260 metri.

La seconda serie è costituita da bioclastiti, calcari marnosi e calcilutiti ascrivibili al Lias inferiore e al Barremiano medio. L'affioramento si estende in C.da Falde, dall' Acquasanta fino Volo dell'Aquila, a Pizzo Grattarola e Pizzo Castello.

Le colonne stratigrafiche che si possono ricostruire, nonostante le faglie, mostrano uno spessore della seconda serie valutabile in 625 metri, con una lacuna stratigrafica nel Kimmeridgiano superiore e una interruzione nella parte più recente (tra il Neocomiano ed il Barremiano medio) forse indicativa di una trasgressione.

La terza serie è formata in prevalenza da bioclastiti, calcari detritico - organogeni, calcilutiti algali risalenti al Kimmeridgiano-Luteziano sup. e costituisce la parte più estesa, collocata nell'area centrale del massiccio.

4.2 Depositi quaternari

Sul substrato numidico di Monte Pellegrino, nelle zone perimetrali, si sono accumulati depositi quaternari di origine sia marina sia continentale.

I depositi marini, che rientrano nel più vasto complesso del sistema "Calcareniti di Marsala", sono costituiti da calcareniti con giacitura clinoforme, stratificazione obliqua e troncatura erosiva, dette Calcareniti di Palermo (subsistema MRSd). La loro composizione, tessitura e colore sono piuttosto variabili anche nell'ambito di poche centinaia di metri: in località "Falde" situata a Sud, ben esposti sul fronte di una cava inattiva, si riconoscono un livello basale costituito da calcareniti giallo chiare ben cementate sovrastato da calcareniti giallo scuro poco cementate che sono state ascritte al Calabriano. A Vergine Maria si riconoscono calcareniti biancastre mentre in località Addaura su un livello conglomeratico poggia un' alternanza di calcareniti e calciruditi seguite da calcareniti di colorazione variabile dal giallo- rossastro al biancastro datate dal Pleistocene medio al Tirreniano.

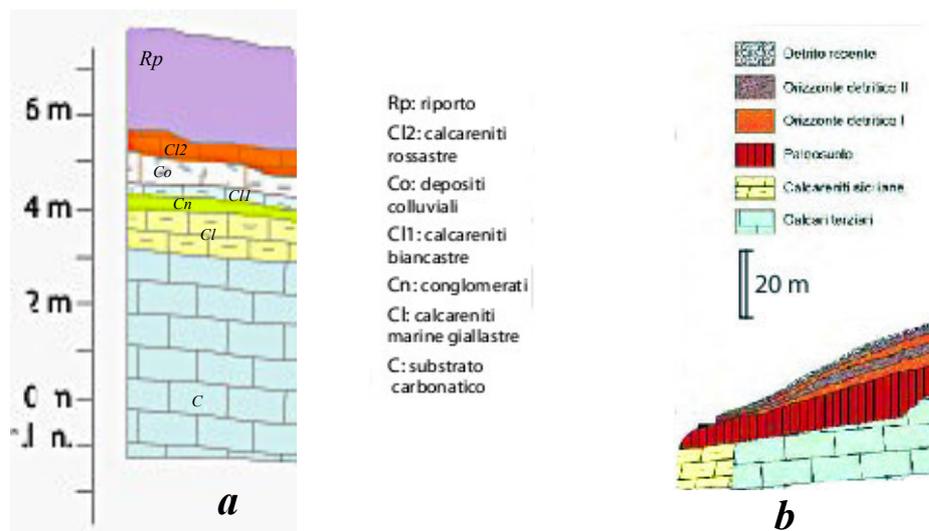


Figura 5 - Sezioni schematiche illustranti i rapporti stratigrafici dei depositi quaternari: (a) Vergine Maria; (b) Calvello (rielaborata, da ISPRA-CARG, 2013)

I depositi continentali, che coprono un arco di tempo tra il Pleistocene medio e l'Olocene, sono costituiti da calcareniti eoliche e *colluvium* riconoscibili in un accumulo lungo la Via Ercta, da litocalcarengiti inglobanti blocchi calcarei, ascritte, nella zona di Vergine Maria, al Siciliano, da detrito stratificato e cementato, da depositi colluviali ben riconoscibili in località Calvello e a Valdesi. I rapporti stratigrafici tra i depositi quaternari sono illustrati in *Figura 5*.

5 Assetto megastrutturale

Nelle Note illustrative della carta geologica d'Italia scala 1:50000 Foglio 595 Palermo (ISPRA_CARG, 2013), da cui è stata tratta la mappa delle lineazioni tettoniche (*Figura 6*), la struttura della sub-unità Pellegrino viene interpretata come un'anticlinale il cui asse ha una direzione NNO-SSE che nella parte settentrionale si distorce in direzione N-S. La vergenza viene indicata in direzione WSW.

Questa struttura è ascritta alla fase compressiva miocenica. Sul versante occidentale del monte viene riconosciuta un'ala della piega con gli strati Eocenici -Cretacici verticalizzati o rovesciati. Il nucleo è stato individuato in corrispondenza di Primo Pizzo, sul cui versante orientale si sviluppa la principale delle faglie inverse, con un rigetto superiore ai 100 m, che hanno dislocato quest'ala della piega.

La struttura anticlinale, tra il Miocene sup. ed il Pliocene, è stata successivamente frammentata da una serie di faglie trascorrenti sinistre di direzione NE-SW e destre di direzione NNW-SSE e E-W. Sul versante orientale l'altra ala della piega è ribassata da faglie dirette di direzione N-S.

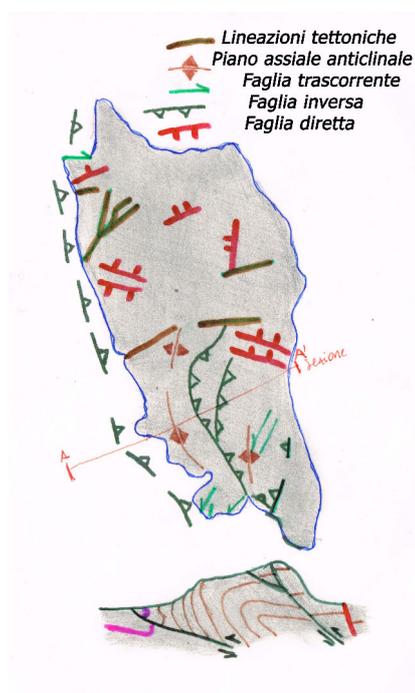


Figura 6 - Mappa delle lineazioni tettoniche e sezione (tratta da ISPRA- CARG, 2013)

La neotettonica si esprime in una serie di faglie distensive WSW-ENE che ribassano a gradinata, verso la linea di costa, il sistema montuoso e le piane costiere; tali faglie talvolta si sono impostate sul sistema di faglie trascorrenti, riattivandolo.

Nell'interpretazione di Montanari (1965), sotto il profilo strutturale, la prima serie si presenta come una monoclinale immergente verso SE.

Nella seconda serie Montanari (1965) ha riconosciuto una piega sinclinale completa con ali e nucleo disarticolati da cui derivano assetti mesostrutturali particolarmente variabili e complessi.

La struttura della terza serie è estremamente complicata in quanto si tratta di una piega completa, ad andamento coricato, disarticolata da sistemi di faglie in zolle a loro volta frammentate. Gli effetti delle dislocazioni tettoniche sono stati tanto intensi da determinare a luoghi il rovesciamento delle zolle e da rendere molto problematica l'interpretazione della megastruttura. Nell'ambito di questa serie, le variazioni strutturali e stratigrafiche hanno indotto Montanari a distinguere due differenti settori, separati da una grossa lineazione tettonica a notevole rigetto longitudinale a loro volta suddivisi in zolle più piccole da una tettonica distensiva. Entrambi i settori comprendono gli elementi, seppure dislocati da un sistema di faglie dirette, di una piega coricata. Un settore si estende nell'area compresa fra Statua Santa Rosalia, Colonia e Mandra dove si riconosce un'ala progressivamente raddrizzata della piega, mentre tra le contrade S.Rosalia e Bevilacqua sono riconoscibili entrambe la ali una in cui la serie è normale e l'altra in cui la serie è rovesciata, e infine in Contrada Zotta la serie è completamente rovesciata.

L'altro settore comprende il Piano Camarrone in cui si reperisce una successione normale e la zona tra il Piano Bernardo ed il Colle Allaura, con una sequenza stratigrafica invertita.

Il complesso di Monte Pellegrino è caratterizzato da condizioni tettoniche particolarmente complesse: a scala megastrutturale, nei rilievi effettuati da Montanari, il Monte Pellegrino deriva quindi dall'accostamento di tre zolle diverse originariamente non contigue: il contatto tra le tre serie che lo compongono viene interpretato come di tipo tettonico ed avvenuto nel corso delle forti spinte orogenetiche che hanno determinato il sovrascorrimento e l'impilamento delle falde che costituiscono il complesso dei Monti di Palermo.

6 Geomorfologia

I connotati geomorfologici del Monte Pellegrino derivano dall'effetto congiunto della struttura geologica, prettamente tectogenetica, e delle oscillazioni eustatiche. In generale si può però affermare che i processi morfogenetici sono strutturalmente controllati. Le faglie possono riattivarsi in periodi sismogenetici, e lo stesso assetto strutturale che configura le attuali instabilità corticali costituisce il network delle direttrici di discontinuità interne all'ammasso lungo le quali possono instaurarsi non solo fenomeni d'instabilità dovuti alle

sollecitazioni sismiche, ma anche, sono comunque destinati a propagarsi gli inarrestabili processi morfogenetici nel tempo.

Nel Pleistocene Medio le glaciazioni Mindel e Riss, associate all'ultimo intenso sollevamento tettonico, hanno provocato l'emersione di una vasta estensione di territorio, tra cui il Monte Pellegrino, e l'innescarsi, con l'esposizione agli agenti meteorici, dei primi intensi processi erosivi. E' in questa fase che l'erosione di forti spessori del Flysch Numidico (alto Oligocene) ha determinato l'isolamento del massiccio con il contributo del sollevamento in blocco di tutta l'area per effetto delle deformazioni neotettoniche, che si sviluppano nell'arco di tempo tra il Pliocene inf. e il Recente, con massima intensità durante il Pliocene medio-Pleistocene inf..

In seguito al progressivo riscaldamento del clima avvenuto all'inizio del Pleistocene Superiore si è verificata una nuova ingressione marina, mitigata da un lento sollevamento tettonico.

E' in tale fase che si sono formati i solchi del battente in corrispondenza dei diversi periodi di stazionamento del livello del mare, le cui tracce sono ancora percepibili, assieme ai fori degli organismi marini litofagi, a quote relativamente elevate, sulle pareti più scoscese, che all'epoca, si presentavano come falesie affacciate sul mare.

Durante l'ultima glaciazione (Wurm) si è verificato il massimo abbassamento del livello del mare. L'aumento dell'"energia del rilievo" ha determinato l'innescarsi di nuovi intensi processi erosivi, che si sono prevalentemente impostati sulle incisioni che si sono originate od approfondite in corrispondenza dei principali sistemi di faglie, durante le fasi di regressione marina del Pleistocene medio. In queste fasi hanno cominciato ad accumularsi, al piede delle pareti, ampie fasce di detrito di falda.

Solo al termine dell'ultima glaciazione, circa 13.000 - 10.000 anni fa, il livello del mare si è temporaneamente stabilizzato a quote prossime a quelle attuali, consentendo l'insediamento di mammalofaune e di comunità antropiche.

7 Assetto mesostrutturale e tipologie dei fenomeni di dissesto

L'assetto mesostrutturale impresso dall'edificio a falde di ricoprimento e dagli eventi neotettonici, le vicende geologiche quaternarie (neotettonica ed eustatismo) e i fenomeni di epicarsismo hanno esercitato una forte influenza sui lineamenti fisiografici del Monte, che sono molto articolati. Come si può osservare dal confronto tra la morfologia dei versanti e la mesostruttura degli ammassi rocciosi che costituiscono il Monte, le configurazioni secondo cui si sono sviluppati, continuano e continueranno a svilupparsi i processi morfogenetici, che inevitabilmente ed incessantemente modellano il paesaggio, sono strutturalmente controllate (*Figura 7*).



Figura 7 - Mesostruttura dell'ammasso di Pizzo Grattarola (ripresa fotografica 1940)

Gli studi effettuati sia in ambito scientifico che nell'ambito tecnico-progettuale evidenziano che nelle zone in cui le discontinuità sono distanziate, in funzione delle possibilità cinematiche rese ammissibili dall'orientazione delle famiglie di discontinuità rispetto a quella delle pareti, le tipologie secondo cui avviene la progressiva modellazione dei versanti sono prevalentemente il crollo (*falling*) o lo scivolamento (*sliding*) di lastre (*plane failure*), o di blocchi tetraedrici (*wedge failure*) ed il ribaltamento (*toppling*), mentre nelle zone in cui l'ammasso è intensamente fratturato possono avvenire scivolamenti o distacchi di masse detritiche (*ravelling*). Le schede descrittive in formato Access, predisposte dall'ARTA e contenute nell'inventario dei dissesti censiti nel PAI (paragrafo 9.1) riferiscono comunque tutte queste tipologie a fenomeni di crollo.

Le fasce detritiche accumulate alla base delle pareti, sul versante occidentale sono state oggetto di un uso spregiudicato del territorio, nel quale, pur non essendo sancita, fino al 2006 (anno di entrata in vigore del PAI), la pericolosità in termini normativi, ma essendone manifestamente evidente la sussistenza anche al comune osservatore, negli ultimi decenni, nonostante le pareti rocciose incombenti e l'evidente origine da crollo del detrito di falda, sono state realizzate molte costruzioni (abusive e sanate o autorizzate) inerpicandosi, nella zona dell'Addaura, sempre più in alto fin sotto le pareti: aree che, prima dell'assalto alle zone costiere, erano rimaste saggiamente disabitate (*Figura 8*).

L'analisi di dettaglio dell'assetto mesostrutturale, e delle relative tipologie di dissesto che le diverse configurazioni possono determinare, indispensabile per la progettazione degli eventuali interventi, prescinde dallo scopo dell'incarico conferito al DICAM, ma appare opportuno sottolineare che ai fini di un'adeguata caratterizzazione strutturale e meccanica per la scelta della tipologia e per il dimensionamento degli interventi, la complessità tettonica richiede una zonazione basata: a) sulla mappatura dei diversi litotipi, la cui tessitura va esaminata con specifiche indagini petrografiche e le cui caratteristiche geomeccaniche vanno misurate in laboratorio; b) sul minuzioso rilevamento, volto a determinare anche l'anisotropia dell'assetto mesostrutturale, che nell'ambito di poche decine di metri può variare sensibilmente, c) sul dettagliato e specifico rilevamento delle caratteristiche delle discontinuità che influenzano la resistenza dell'ammasso a piccola e grande scala e che vanno

accertate in sito e misurate con apposite prove di laboratorio. Analogamente la scelta della tipologia e il dimensionamento degli interventi non rientra nel mandato conferito al DICAM per questo studio, e sia in fase di valutazione di propensione al dissesto (pericolosità e rischio) sia in sede di progettazione esecutiva, richiede una attenta disamina dei meccanismi di rottura e dei loro fattori predisponenti e scatenanti (e del loro tempo di ritorno su base probabilistica) secondo le metodologie analitiche e progettuali tipiche della meccanica delle rocce.



Figura 8 - Il panorama dell'Addaura negli anni '40

Gli interventi per la mitigazione del rischio all'interno della riserva ricadono in aree caratterizzate da un'elevata connotazione paesaggistico-ambientale, che trae origine dall'effetto congiunto della struttura geologica, prettamente tettonogenetica, e delle oscillazioni eustatiche. Sono comunque i connotati megastrutturali a esercitare la maggiore influenza sui processi morfogenetici in atto. Le sollecitazioni sismiche possono provocare la riattivazione delle faglie e coinvolgere intere porzioni degli ammassi rocciosi del Monte per volumi molto significativi; lungo le stesse direttrici è inevitabilmente destinata ad evolversi, nel tempo, la morfologia delle pareti rocciose. E' evidente che la stabilizzazione definitiva di grandi diedri di roccia, considerando anche gli effetti di azioni sismiche, è nei fatti impossibile da ottenere. Gli interventi possono quindi ostacolare il distacco di elementi di limitate proporzioni ma non possono impedire l'eventualità di crollo dell'intera porzione dell'ammasso.

Agli ammassi rocciosi di Monte Pellegrino compete una permeabilità secondaria elevata, dovuta all'intenso stato di fratturazione, come testimoniato dall'assenza di un reticolo idrografico e dai numerosi fenomeni carsici ipogei, mentre la permeabilità primaria delle rocce è bassa, per l'alto grado di cementazione e diagenesi dei litotipi mesozoici.

8 Vincoli esistenti sull'area

Monte Pellegrino ricade all'interno della Riserva naturale orientata "Monte Pellegrino", situata nel territorio del comune di Palermo ed è stata istituita dalla Regione Siciliana nel 1996, ai sensi dell'art. 4 della Legge Regionale 14/88, con Decreto A.R.T.A. n 610/44 del 06 ottobre 1995, pubblicato in G.U.R.S. n. 4 del 20/01/1996. La protezione era iniziata con il suo inserimento nel Piano Regionale dei Parchi e delle Riserve Naturali, approvato con il D.A. n° 970 del 10 Giugno del 1991.

I confini della riserva sono stati identificati sulla carta topografica I.G.M. in scala 1:25.000 (Fg.249 I S.E. - II N.E.) e sul particolare cartografico in scala 1:10.000 allegati al decreto di istituzione. La Riserva Naturale è tipologicamente identificata, ai sensi dell'Art. 6 della L.R. 14/88, come Riserva Naturale Orientata, nata per la conservazione dell'ambiente naturale e per l'interesse botanico che scaturisce da numerosi neo-endemismi.

Oltre alla notevole biodiversità che si manifesta in circa 774 specie vegetali sono da segnalare come importanti le 134 grotte di interesse speleologico, paleontologico, paleontologico e una considerevole fauna ornitologica ed entomologica.

Il 13/11/2001 con il Decreto Assessoriale n.798/44 si è modificata la zonizzazione della riserva includendo il "Bosco di Niscemi" all'interno della Zona A. I nuovi confini sono stati identificati su cartografia I.G.M. in scala 1:25.000, con particolare in scala 1:10.000.

La Riserva, estesa circa 1020 ettari, comprende l'intero massiccio del Monte Pellegrino (zona A di Riserva di 783 Ha) e la Real Tenuta della Favorita (zona B o di pre-Riserva di 233 Ha) ad esclusione delle infrastrutture sportive.

Il 17/01/2002 il Consiglio provinciale scientifico n. 19957 ha approvato il nuovo Piano di sistemazione della Riserva naturale orientata Monte Pellegrino (*Figura 9*) che prevede:

- la zonizzazione della zona A con l'individuazione di tre sottozone a diverso regime di tutela:
 - A1 aree di protezione integrale di osservazione scientifica
 - A2 aree di protezione integrale di rinaturalizzazione
 - A3 aree di protezione integrale finalizzate al mantenimento della biodiversità (pascolo).
- la sistemazione della viabilità;
- il recupero dell'edificio denominato "Baita del Monte" da destinare a centro visitatori;
- il recupero dell'edificio di proprietà dell'Azienda Regionale Foreste Demaniali da destinare a centro antincendio, centro vivaistico e struttura di supporto logistico per l'attività di gestione.

Ai sensi dell'art. 20 della L.R. 14/88, la Riserva è stata affidata in gestione all'*Associazione Nazionale Rangers d'Italia*.

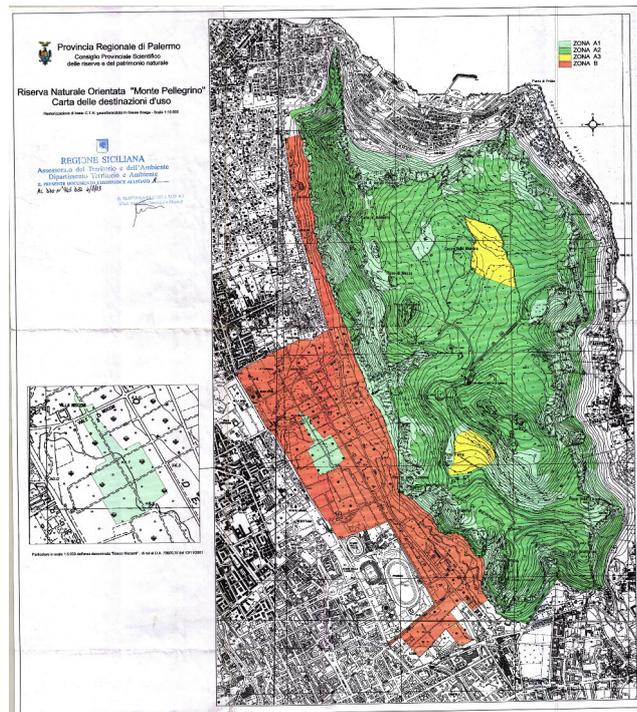


Figura - 9 La zonizzazione della R.N.O. Monte Pellegrino

Monte Pellegrino, per la notevole biodiversità costituisce, nonostante l'isolamento, uno dei numerosi nodi della rete ecologica regionale, come sancito dall'inserimento tra i siti Natura 2000. Il percorso complesso è iniziato con la redazione da parte della Regione Siciliana (Assessorato Territorio E Ambiente) di un primo elenco dei siti di importanza comunitaria (SIC) e delle zone di protezione speciali (ZPS), individuati, su proposta del Ministero dell'Ambiente, ai sensi delle direttive nn. 92/43/CEE (Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 65, parte prima, del 22 aprile 2000) e 79/409/CEE. (G.U.R.S. - 15 dicembre 2000 - n. 57). A oggi Monte Pellegrino è inserito nella rete con il SIC (S.I.C. ITA 020014) che, assieme a quello di Capo Gallo (S.I.C. ITA 020006) e di Isola delle Femmine (S.I.C. ITA 020005) costituisce la rete ecologica costiera palermitana. Recentemente è stato redatto il Piano di gestione del SIC (AA. VV., 2011) al quale si fa riferimento per la descrizione degli aspetti naturalistici e per valutare i possibili impatti delle azioni previste. Il Decreto del *Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare* (MATTM) del 21 dicembre 2015 "*Designazione di 118 Zone Speciali di Conservazione (ZSC) della regione biogeografica mediterranea insistenti nel territorio della Regione Siciliana*" ha designato Monte Pellegrino come uno dei 118 siti della Regione Siciliana quale "*Zona Speciale di Conservazione (ZSC) della regione biogeografica*". Nella perimetrazione si è quindi fatto riferimento non più al SIC, ma alla ZSC decretata dal MATTM con DM 21/12/2015.

In merito ai provvedimenti di tutela, il regime vincolistico comprende il catalogo regionale dei geositi. Con decreto assessoriale del 5 ottobre 2017 n°349, il complesso della Grotta dell'Addaura – Addaura Grande -Grotta della Perciata e l'Abisso del Vento risultano inseriti nell'elenco dei geositi nella categoria "areale" , il primo come geoarcheosito con grado di interesse mondiale ed il secondo come sito speleologico con grado di interesse regionale.

Nell'*Allegato A* "Siti di interesse geologico ed archeologico" se ne riporta l'ubicazione. Nella valutazione dell'ammissibilità degli interventi per la mitigazione del rischio di crollo, si deve quindi tenere conto di tale decreto assessoriale e, a valere per tutta l'area esaminata nell'ambito della presente relazione, dell'obbligatorietà per qualsiasi intervento dell'autorizzazione paesaggistica.

9 Pericolosità e rischio

9.1 Il P.A.I. vigente e la nuova perimetrazione proposta dal Comune di Palermo

Gli studi effettuati sia in ambito scientifico sia nell'ambito tecnico-progettuale evidenziano che l'evoluzione morfologica del Monte Pellegrino avviene prevalentemente per fenomeni di dissesto che coinvolgono gli ammassi rocciosi: *falling, sliding, plane failure, wedge failure, toppling* e, in presenza di masse detritiche, *ravelling*.

L'individuazione delle relative tipologie di dissesto, che l'assetto mesostrutturale rende cinematicamente possibili in relazione alla morfologia dei versanti, è indispensabile per la progettazione degli eventuali interventi mitigatori del rischio, ma, come già accennato, prescinde dai contorni dell'incarico conferito al DICAM. Tra le finalità del presente studio rientrano la raccolta e l'esame delle banche dati disponibili in merito agli eventi di caduta massi con rilevanza sulle attività antropiche.

Per quanto riguarda il P.A.I. vigente, si può fare riferimento all'inventario dei dissesti censiti, consistente in schede predisposte dall'ARTA in formato Access sulle quali per ogni dissesto è stata segnalata la tipologia, l'estensione, lo stato di attività, la litologia dei terreni interessati, la pericolosità, gli elementi a rischio coinvolti ed il grado di rischio. In queste schede i dissesti vengono ascritti tutti a fenomeni di crollo. Nell'ambito della proposta di aggiornamento del P.A.I. avanzata dal Comune di Palermo, è stato presentato un elenco dei dissesti rilevati dal 2001 al 2014, riportato in *tabella 1*, nel quale la numerazione degli eventi stessi non è sequenziale. Di queste 40 segnalazioni dal 2001 al 2014, solo tre non sono eventi di crollo bensì provvedimenti di monitoraggio finalizzato ad accertare le condizioni di stabilità di specifici volumi rocciosi. Il maggior numero di eventi dell'elenco si è verificato nell'area del lungomare Cristoforo Colombo e lungo la via Ercta.

Con specifico riferimento alla zonazione della pericolosità e del rischio del P.A.I. vigente, l'area studiata ricade nell'ambito del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) (ART.1 D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L.267/98 E SS.MM.II.) "Bacino Idrografico del Fiume Oreto (039) Area Territoriale tra il bacino del Fiume Oreto e Punta Raisi (040)", predisposto dalla Regione Siciliana Assessorato Territorio e Ambiente Dipartimento Territorio e Ambiente Servizio 4 "Assetto Del Territorio e Difesa Del Suolo" e vigente dal 2006. L'area studiata ricade nella carta 595010 05. Nelle *Figure 10 e 11* si riporta tale cartografia consistente nella la "*Carta dei dissesti*" in scala 1:10.000, edita nel 2005, nella quale sono indicati con specifiche *labels* i dissesti censiti nelle citate schede in formato Access e la "*Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico*" alla stessa scala, edita nello stesso anno.

Tabella. 1 - Dissesti censiti nella proposta di nuova perimetrazione del P.A.I. proposta dal Comune di Palermo.

- 1) In data 14/9/2001 intervento in emergenza per crollo di un masso dentro una tomba gentilizia a pozzo.
- 2) In data 7/11/2001 la direzione della Riserva di Monte Pellegrino comunica che un masso di notevoli dimensioni si è attestato all'interno della colonia comunale.
- 3) In data 17/02/2002 crollo di alcuni massi di notevole dimensione che hanno interessato la Via Morici (Vergine Maria), in prossimità del Cimitero dei Rotoli danneggiando alcuni manufatti ed in particolare una vasca di irrigazione.
- 4) In data 05/12/2002 crollo alcuni massi dal versante occidentale di Monte Pellegrino (circa 10 da 1mc e un blocco delle dimensioni di 4 mc) in prossimità del cancello del Giusino, interessando un allevamento di animali rimasto coinvolto nel crollo e danneggiando in modo grave alcune strutture adibite al ricovero degli stessi. Il conduttore dell'azienda rimasto illeso è stato ricoverato in stato di shock per lo spavento.
- 6) Via Annona 43-45 il 19 aprile 2004 distacco massi a seguito del disfacimento del detrito di falda per l'antropizzazione dell'area.
- 7) in data 28/09/2004 intervento dei VVF per caduta massi in Lungomare Cristoforo Colombo località Vergine Maria civ 1650. Gli stessi provvedevano alla rimozione del materiale. È seguito un intervento di tecnici della Protezione Civile.
- 8) In data 03/01/2005 intervento in emergenza per effettuare in sinergia dei VVF. il disaggancio di un elemento di notevoli dimensioni di imminente rischio crollo su via Monte Ercta.
- 9) In data 09/03/2005 e in data 20/05/2005 individuazione in fase di ricognizione delle pareti sul fronte occidentale dell' "Unghia a Mare" e di via Monte Ercta di alcuni ammassi da monitorare per l'alto rischio di distacco massi.
- 10) In data 07/02/2006 intervento in emergenza del servizio di Protezione civile per un gruppo di massi con potenziale rischi di crollo in sede stradale sulla via Annona.
- 12) Intervento in emergenza del servizio di Protezione civile per un masso di 1,5 mc lungo la carreggiata del lungomare Cristoforo Colombo in prossimità del civico 1480.
- 13) Viale Regina Margherita di Savoia in prossimità della via Mater Dolorosa in data 19/12/2006 un masso di circa 1mc distaccatisi dalle pendici di Monte Pellegrino è finito sulla carreggiata scontrandosi con un motociclista.
- 14) dopo giorni di persistenti precipitazioni il 23/10 /2007, da sopralluogo è stata riscontrata la presenza di notevole quantità di materiale franato dalle scarpate della Via Monte Ercta.
- 15) In data 31/03/2007 sono crollati alcuni massi dal Monte Pellegrino lato Viale Diana che hanno interessato la ex colonia estiva.
- 17) In data 4/12/2007 il responsabile della riserva naturale orientata di Monte Pellegrino comunica la presenza di un masso lungo la Via Bonanno in prossimità di Villa Peralta.
- 18) in data 30/01/2008 è precipitato un masso da Pizzo volo dell'Aquila che ha interessato il cimitero di S. Maria dei Rotoli.
- 20) In data 26/09/2008 alcuni massi da 40 cm cubi circa sono caduti all'interno della grotta del Santuario di S. Rosalia è stato necessario pertanto un intervento di messa in sicurezza.
- 21) intervento in emergenza in data 07/11/2008 del servizio di Protezione civile per un masso di 0,6 mc in via Annibale località Addaura (zona Roosevelt).
- 23) intervento in data 13/05/2009 del servizio di Protezione civile per un masso di 0,6 mc lungo la carreggiata della via Bonanno in prossimità dell'ingresso al Castello Utveglio.
- 24) intervento in emergenza in data 09/08/2009 del servizio di Protezione civile per un masso di 1 mc lungo la carreggiata del Lungomare Cristoforo Colombo tra la Torre del Rotolo e Vergine Maria nei pressi della discarica a mare.
- 25) intervento in data 12/09/2009 del servizio di Protezione civile per un masso di 0,6 mc lungo la carreggiata del Lungomare Cristoforo Colombo tra l'Addaura e la Torre del Rotolo (civici 1542 e 1544).
- 26) in data 18/11/2010 è stato rilevato un blocco di ragguardevoli dimensioni in condizioni di stabilità precaria prospiciente l'istituto Roosevelt, messo in sicurezza nel Marzo 2001 mediante un intervento in urgenza per la messa in sicurezza del blocco.
- 27) In data 26/09/2011 intervento in emergenza del servizio di Protezione civile per un masso di 0,02 mc lungo la carreggiata della via Monte Ercta in prossimità del km 1,4 che nella rovina ha danneggiato un'automobile. Dalla documentazione allegata si evince che nel tratto di strada era già stato evidenziato il rischio di caduta massi.
- 28) intervento in emergenza in data 11/01/2012 del servizio di Protezione civile per un masso dal versante che sovrasta il lungomare Cristoforo Colombo in corrispondenza del civico 1002 terminando la sua corsa contro il muro di una pertinenza del medesimo civico.
- 29) intervento in emergenza in data 12/02/2012 del servizio di Protezione civile per un masso di 0,1 mc lungo la carreggiata della via Monte Ercta.
- 29 bis) in data 09/10/2012 è precipitato un masso dal costone di Monte Pellegrino che ha interessato il cimitero di S. Maria dei Rotoli.
- 30) intervento in emergenza in data 19/10/2012 del servizio di Protezione civile per un masso di 0,4 mc lungo la carreggiata della via Monte Ercta in prossimità della prima galleria in direzione monte.
- 31) intervento in emergenza in data 20/10/2012 del servizio di Protezione civile per un masso di 0,6 mc lungo la carreggiata della via Monte Ercta.
- 32) intervento in emergenza in data 17/03/2013 del servizio di Protezione civile per un masso di 0,06 mc rovinato alle spalle dell'ultima palazzina della via Monte Ercta civico 1673, causando danni al muro di recinzione.
- 32 bis) in data 10/05/2013 caduta massi in Via Monte Ercta.
- 32 ter) in data 27/08/2013 caduta massi in Via Monte Ercta.
- 33) intervento in emergenza in data 22/09/2013 del servizio di Protezione civile per un masso di 0,6 mc lungo la carreggiata della via Monte Ercta.
- 34) lungomare Cristoforo Colombo, ottobre 2013, distacco massi altezza torre del rotolo. Nel corso del sopralluogo era stata riscontrata la presenza di numerosi segnali verticali che segnalano il limite di 30 km/h e caduta massi (nota 888816/p del 24 ott. 2013).
- 34 bis) in data 15/11/2013 caduta massi in via Monte Ercta all'ingresso della prima galleria in direzione monte.
- 35) intervento in data 24/11/2013 del servizio di P. C. per un masso di 2,7 mc lungo il sentiero n. 1 "roccia dello schiavo" in località valle del porco a Monte Pellegrino.
- 36) Attestazione di somma urgenza del 24 ottobre 2014 per masso delle dimensioni di 10x15 circa in procinto di scivolare sulla carreggiata e rilascio diffuso di materiale dalla scarpata nel lungomare Cristoforo Colombo in prossimità della torre del rotolo.
- 37) intervento in emergenza in data 04/10/2014 del servizio di P. C. per la caduta di massi e detriti lungo la carreggiata del Lungomare Cristoforo Colombo in prossimità della vecchia discarica.
- 39) intervento in data 06/05/2014 del servizio di P. C. per rilascio materiale roccioso dalla falesia di Monte Pellegrino in prossimità del 1° tornante di via Monte Ercta.
- 40) intervento in data 16/08/2014 del servizio di P. C. per rotolamento elemento lapideo sulla sede stradale Lungomare Cristoforo Colombo tra i civv. 1002 e 1480.
- 41) intervento in data 16/03/2013 del servizio di P. C. per distacco elementi dal versante roccioso che sovrasta la prima galleria.
- 47) intervento in data 31/12/2014 del servizio di Protezione civile crollo di elemento lapideo sull'immobile con accesso dal Lungomare Cristoforo Colombo civ. 1984.

In merito alla zonazione delle aree a diversa pericolosità e alle situazioni di rischio si riferisce quanto scritto nella relazione del P.A. I. vigente:

“Lungo i versanti di natura calcareo-dolomitica di Monte Pellegrino sono localizzati diversi dissesti per crollo che danno luogo ad aree a pericolosità elevata (P3) o molto elevata (P4) in funzione dell'estensione del dissesto stesso. Le suddette aree pericolose includono alcune zone dei nuclei abitati di Vergine Maria, dell'Addaura e di Valdesi, diversi tratti di elettrodotto e alcune delle antenne per telecomunicazioni poste in cima a Monte Pellegrino (aree a rischio molto elevato R4), alcuni tratti di strade comunali (Via M. Ercta, Viale Regina Margherita, Viale Diana), il cimitero di S. Maria dei Rotoli e alcune case sparse (aree a rischio elevato R3). In particolare, sul versante settentrionale di Monte Pellegrino, a valle di Pizzo di Gorgo Rosso e Pizzo Croce di S. Pantaleo e nel versante occidentale di Unghia a mare, prospiciente a Valdesi, sono state installate delle barriere paramassi ad alto assorbimento di energia. Pertanto a valle delle suddette barriere (dissesti 040-6PM-138, 040-6PM-152 e 040-6PM-156) la pericolosità si riduce al livello di pericolosità moderata (P1); conseguentemente le porzioni di nucleo abitato e i tratti della Via M. Ercta che ricadono in tali aree rappresentano rispettivamente delle aree a rischio medio (R2) e a rischio moderato (R1). Inoltre, su Pizzo Grattarola e ad ovest di Pizzo Grattarola (nel versante meridionale di M. Pellegrino) i dissesti presenti (da 040-6PM-007 a 040-6PM-017 e 040-6PM-147) sono stati stabilizzati da interventi di imbracaggio di blocchi instabili, installazione di reti ancorate e barriere paramassi ad alto assorbimento di energia. Pertanto la pericolosità si riduce al livello P1 o P0, in funzione dell'estensione del dissesto.

La mitigazione del rischio, obiettivo prioritario del Piano, può conseguirsi attraverso le azioni di seguito sintetizzate:

- *attenuazione della vulnerabilità delle zone in dissesto attraverso la realizzazione di opere di sostegno e rinforzo o la realizzazione di opere di protezione di tipo passivo;*
- *realizzazione di opere di consolidamento e sistemazioni idraulico-forestali finalizzate alla riduzione della pericolosità delle aree in dissesto censite;*
- *riduzione delle condizioni di rischio attraverso limitazioni dell'attività edilizia e\o il trasferimento di edifici e centri abitati.”*

In relazione alle risultanze del P.A.I., lo stesso assessorato ha rivolto particolare attenzione ai centri urbani e alle zone con presenza di infrastrutture interessate da livelli di rischio elevato (R3) e molto elevato (R4), ed ha conseguentemente proceduto alla stesura di un programma di interventi.

Nella carta di *Figura 10* si nota che i dissesti classificati attivi riguardano quasi tutte le pareti perimetrali e le balze più scoscese sulle pendici più elevate del monte e che solo i dissesti nella fascia meridionale, tra le pareti che delimitano la valle della Scala Vecchia e ad Est di questa nella zona sovrastante l'Arenella, sono considerati stabilizzati.

L'esame della cartografia di *Figura 11* evidenzia che gli aspetti di rischio considerati dal P.A.I. riguardano essenzialmente le infrastrutture esistenti e non la fruizione della Riserva i

cui valori naturalistici sono e devono essere tutelati.

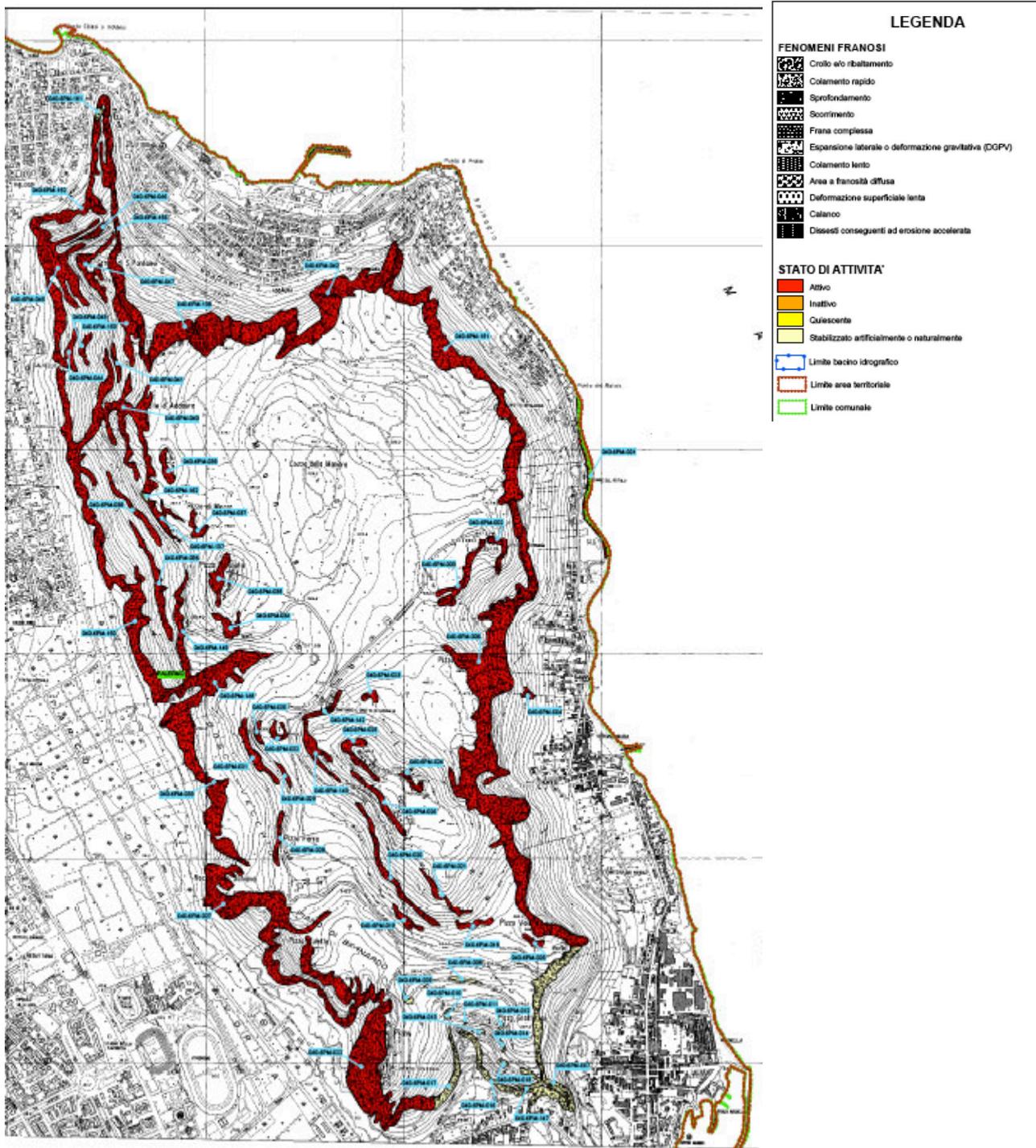


Figura 10 - Carta dei dissesti del P.A.I. vigente (in azzurro le labels dei singoli dissesti)

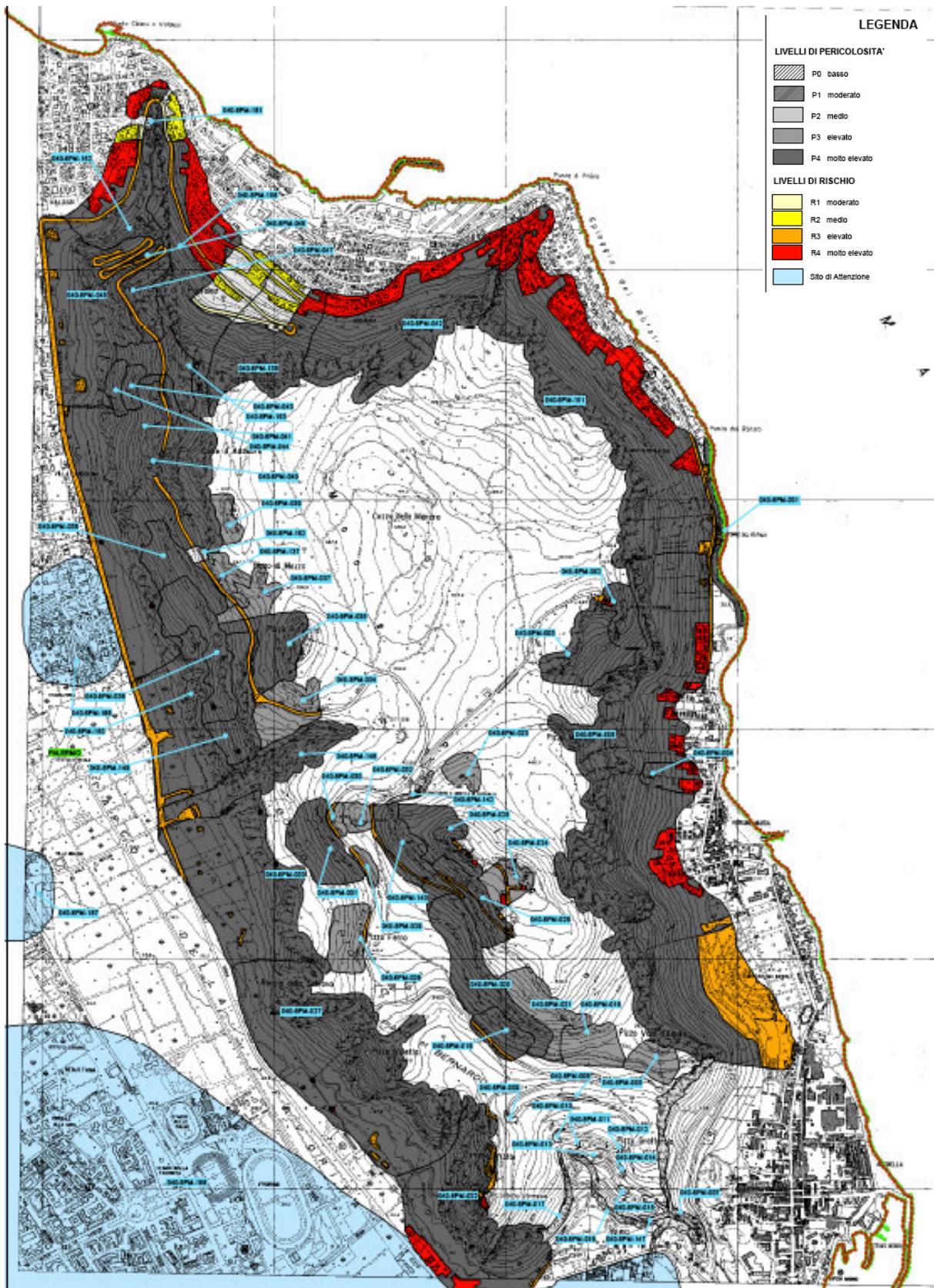


Figura 11 - Carta della pericolosità e del rischio del P.A.I. vigente

Con riferimento alla carta di *figura 10*, considerando le aree ricadenti all'interno del perimetro della Riserva, il P.A.I. vigente assegna un rischio elevato (R3) alla Via Ercta, fino ai tornanti che si snodano sotto il Pizzo di S. Pantaleo; invece nei tratti rettilinei che congiungono i tornanti a quota più bassa che sovrastano l'insediamento dell'Addaura, ad E della Cresta di Valdesi, il rischio viene classificato R2 "medio". Analogamente aree R2 sono localizzate sui due versanti opposti della Cresta di Valdesi, affiancate da aree R4.

Lungo il versante occidentale viene assegnato R3 al Viale Diana, che decorre nella zona B della Riserva, ed alle stradelle che da lì si dipartono verso le falde del monte, a servizio di alcune strutture insediative isolate, anch'esse classificate R3, distanti l'una dall'altra, e ricadenti in zona B. Nella parte centrale del monte, il rischio R3 viene attribuito a brevi tratti della Via Bonanno nel tratto a monte del Piano Bernardo e nel tratto che contorna il Pizzo Croce per salire fino alla Grotta e al Santuario di S. Rosalia, classificato R4.

Lungo le pareti ad Est del Monte Pellegrino, che sovrastano la linea di costa, all'interno del perimetro della Riserva, sono individuate aree ad elevata pericolosità ma non elementi a rischio, salvo, nell'area sommitale, dove è presente una ristrettissima zona R3 in corrispondenza della Statua di S. Rosalia, che ricade al limite tra le zone di tutela A1 ed A2 della Riserva.

Alla base del versante prospiciente la linea di costa, nel tratto che si snoda all'incirca dalla spiaggia dei Rotoli fino all'Arenella ricadono aree classificate R3 e R4, esterne al perimetro della Riserva. Tra il limite della Riserva e tali aree classificate dal P.A.I. a rischio elevato o molto elevato, vi è una fascia pedemontana dell'ampiezza di circa un centinaio di metri, in pianta, e che copre un dislivello di circa 40 metri, attribuita alla classe di pericolosità P4 (molto elevata), situata fuori dai confini della Riserva e nella quale non ricadono gli habitat censiti nella rete Natura 2000.

Per incrementare la sicurezza delle strutture e degli insediamenti antropici ricadenti fuori dalla riserva, in aree classificate a rischio elevato (R3) e molto elevato (R4) sono stati realizzati nel passato e sono previsti interventi attivi sulle pareti rocciose, che ricadono in larga misura nelle zone di protezione integrale (A1) e in minor misura in zona A2, e che potrebbero compromettere, anche in modo sensibile, i connotati naturali e paesaggistici.

Merita quindi un'attenta verifica, in sede progettuale, l'ipotesi di avvalersi in prevalenza di interventi passivi nella fascia pedemontana, poc'anzi descritta, esterna alla perimetrazione della riserva e di procedere alla valutazione se tali interventi potrebbero essere sufficienti alla mitigazione del rischio.

Nella proposta di modifica del PAI allestita dal Comune di Palermo (2016) sulla base di osservazioni visuali e di modellazioni, sono state inserite in R3 nuove aree o riclassificate alcune di esse: in particolare sul versante Est a partire da Nord fino a Vergine Maria, la zona R3 viene estesa fino alla linea di battigia; sul versante occidentale vengono inseriti in R3 ulteriori tratti della fascia che costeggia il tracciato di viale Diana. Passa da R2 a R3 l'area percorsa dai tornanti della Via Ercta.

9.2 La mitigazione del rischio nella fruizione dei beni naturali

Per quanto riguarda la fruizione della riserva sotto l'aspetto naturalistico e quindi la mitigazione del rischio lungo la sentieristica, le storiche scalette di accesso e le vie di roccia, e le cavità carsiche, la problematica risulta piuttosto complessa e certamente lo stato di avanzamento della legislazione non tiene conto degli indirizzi tecnico- scientifici emergenti. Certamente in questi casi la mitigazione del rischio non può consistere nello stravolgimento dell'assetto naturale ed estetico delle pareti, che comporterebbe il venire meno delle attrattive che determinano la fruizione stessa. Nella necessaria formulazione di norme in merito possono fornire utili contributi gli studi relativi a sentieristica, alpinismo e piste ciclabili in aree ad alto valore ambientale che si elencano in bibliografia (Zerbi, 1998; Terranova et al., 2006; Picazzo et al. 2009; Panizza e , 2014).

La scelta tipologica degli interventi per la mitigazione del rischio in questo campo richiede quindi che si individuino prima gli indirizzi normativi in ambito amministrativo-giuridico soprattutto con riferimento alla quantificazione del "rischio accettabile".

A tal proposito si richiamano qui alcune considerazioni sviluppate sull'argomento in campo nazionale e internazionale da alcuni autori che per loro connotazione culturale e provenienza geografica (zone montane ad alta valenza ambientale-escursionistica) hanno affrontato gli aspetti generali del problema.

Per la determinazione del rischio vanno considerate la vulnerabilità del bene, il suo grado di esposizione in termini statistici di probabilità di accadimento dell'evento dannoso o catastrofico. Il rischio residuo è il rischio che permane anche dopo l'applicazione di misure di miglioramento (preventive e protettive) dei livelli di sicurezza. Il "rischio zero" avverte Viola (2014) è conseguibile solo sopprimendo le attività che causano il rischio, poiché la prevenzione e/o la protezione "assoluta", tecnicamente, è difficile da ottenere soprattutto a costi economicamente sostenibili.

Nelle linee guida internazionali (Nielsen et al., 1994), la soglia limite del rischio accettabile è valutata 10^{-4} eventi/anno. A tal proposito Fell (1994) osserva che nella definizione di rischio è il caso di distinguere varie tipologie:

- rischio volontario/involontario
- rischio consapevole/inconsapevole
- rischio accettabile/inaccettabile.

Secondo Fell (1994) la probabilità di 10^{-5} - 10^{-6} eventi/anno è la soglia di rischio specifico accettabile nel caso di soggetti inconsapevoli, mentre nel caso di consapevolezza la soglia sale a 10^{-3} eventi/anno.

Nel caso specifico di Monte Pellegrino, l'attività che vi si svolge è sostanzialmente di tipo turistico- religioso, ricreativa ed escursionistico-alpinistica.

Spesso il fruitore non ha piena consapevolezza dei rischi in cui si può incorrere nelle aree in cui i processi morfogenetici sono particolarmente intensi e che proprio da questi processi hanno tratto il loro fascino. E' per questo che è necessaria in primo luogo la sensibilizzazione sul tema della pericolosità legata alle dinamiche naturali allo scopo di trasmettere al fruitore anche la capacità di valutazione delle situazioni di rischio conseguenti alla propria attività. Ne deriva un diverso grado d'intervento: dall'accurata descrizione, in alcuni siti, con apposita cartellonistica dei rischi a cui il turista si espone, alla distribuzione di carte tematiche esplicative dell'esposizione al rischio in rapporto all'ambiente naturale e ai processi dinamici che lo caratterizzano, all'accesso consentito dietro autorizzazione, al divieto di accesso.

Gli aspetti giuridici legati alla fruizione delle zone di montagna ove siano presenti fattori di pericolosità sono stati affrontati, in un convegno organizzato dall'Ordine degli ingegneri di Trento sul "Rischio e rischio residuo lungo le vie e i sentieri di comunicazione" da Viola (2014): *"Le parti del territorio palesemente inaccessibili o quelle indicate opportunamente come tali [es. nelle mappe di rischio], non vanno protette e rese agibili. Semmai interdette (anche fisicamente) se notoriamente utilizzate in maniera errata/pericolosa. Se è vero che da parte degli enti pubblici territoriali vi è un dovere di governo del territorio e di pianificazione territoriale, vi sono comunque dei limiti oggettivi e dei limiti economici agli interventi in tale ambito."*

Un caso particolare risiede nella fruizione di tipo escursionistico ed alpinistico (vie di roccia) in cui sussiste *"un rischio residuo (accettato?) molto alto, non solo o non tanto in quanto non sarebbe possibile eliminarlo, ma in quanto culturalmente e socialmente ineliminabile."* Lungo questi tracciati è opportuno garantire *"una equilibrata frequentazione nel rispetto della cultura alpinistica. Sui sentieri alpini, escursionistici, non avviene quindi un transito, una circolazione, ma semmai un'escursione, ovvero un passaggio in ambiente ostile¹ rischioso che tale deve essere mantenuto (salvo il diritto alla chiara e completa informazione ed, eventualmente, alla proteggibilità) per rispetto alla cultura alpinistica ed all'integrità dell'ambiente naturale."*

Bandolini et al. (2007) osservano che *"il rischio geomorfologico in aree turistiche può essere determinato dalle pericolosità naturali, legate alle dinamiche di superficie e dalla vulnerabilità turistica, intesa come criticità dei sentieri e vulnerabilità dell'elemento umano"*. Nel caso di vulnerabilità turistica si considerano le componenti tipiche del bene naturale fruito (sentiero, grotta, parete da arrampicata....) e la tipologia del fruitore. Viene altresì valutata esaminando sia il flusso turistico in apposite stazioni di monitoraggio, sia il numero di incidenti avvenuti nell'area protetta. In questo caso il rischio viene valutato mediante due metodi :1) l'incrocio delle dinamiche morfologiche con la rete di interesse turistico oppure 2) l'applicazione della tecnica dell'albero degli eventi valutando la probabilità degli accadimenti in considerazione degli incidenti già avvenuti, e dei flussi di transito. Per il promontorio di Portofino, che l'autore ha studiato, sono risultati valori di 10^{-4} eventi anno.

In questo ambito, che contempla aspetti ambientali e socio-economici, sono stati svolti numerosi studi circa la pericolosità idro-geomorfologica e la vulnerabilità turistica, soprattutto con riferimento ad aree protette alpine ed appenniniche (e.g. Roccati et al., 2009; Faccini et al., 2010), anche sulla scorta delle trattazioni svolte dall'Australian Geomechanics Society (2000), da Fell (1994) e nell'ambito dei progetti europei "Lessloss" e "Riskydrogeo".

In tutti questi studi si richiama l'attenzione sul fatto che, *"qualsiasi intervento di sistemazione, per quanto imponente, non sarà mai in grado di annullare il rischio, ma potrà esclusivamente consentire di mitigarlo. Il problema si trasforma quindi da tecnico a politico, in quanto diventa necessario stabilire una soglia di rischio accettabile, in relazione a criteri socio-economici che includono l'analisi dei costi, dei danni e della probabilità di accadimento dell'evento calamitoso."* (da Coccolo e Peressi, 2008)

Per un'accurata valutazione dello scenario, secondo Coccolo e Peressi (2008) si manifesta anche la necessità di introdurre un criterio metodologico, non contemplato nell'attuale formulazione del PAI, che consenta di definire un rischio specifico accettabile per ogni tipo di elemento a rischio e per ogni tipo di pericolo, in modo tale che non venga necessariamente attribuito agli elementi a rischio compresi all'interno di aree di pericolosità, un grado di rischio necessariamente proporzionale al grado di pericolosità. La rappresentazione più realistica dello scenario, si ottiene secondo questi autori attraverso un'analisi di tipo "event tree" nella quale la probabilità di accadimento è assegnata a ciascuno degli eventi della sequenza che porta all'incidente.

Gli stessi autori aggiungono che: *"La nozione di rischio accettabile non viene poi contemplata dai magistrati italiani, il forte aumento dei ricorsi di giustizia con la messa sotto accusa dei responsabili amministrativi, ha portato ad una politica che privilegia la realizzazione di lavori di protezione a qualsiasi costo, (la cosiddetta messa in sicurezza)...."*

Ora, dato che vengono in genere trasferiti all'amministrazione pubblica gli oneri della mitigazione dei rischi naturali risulta necessario, indipendentemente da chi abbia generato le situazioni di rischio, distinguere con precisione il rischio in ambito "consentito" i cui costi sono sociali, dal rischio in ambito "non consentito" in cui l'intervento di mitigazione o l'eventuale danno prodotto dovrebbero gravare esclusivamente sui responsabili della creazione della situazione di rischio sia in termini economici che in termini di responsabilità giuridica (ad esempio nuove costruzioni - irresponsabilmente autorizzate od abusive- in zone classificate dal PAI come P3 o P4).

Una casistica cui prestare particolare attenzione è quella in cui gli interventi ingegneristici adeguati alla mitigazione del rischio siano scarsamente o per nulla compatibili con l'ambiente da tutelare, anche sotto l'aspetto paesaggistico, in tal caso l'ammissibilità dell'intervento andrà valutata anche in funzione dell'utilizzazione e dello stato di conservazione del manufatto a rischio, non solo sotto l'aspetto naturalistico ma anche sul piano economico, laddove la delocalizzazione del manufatto potrebbe risultare conveniente.

Non si può tuttavia in questa sede non rimarcare il fatto che le attività escursionistiche e in particolare le arrampicate su roccia sono di nocimento alle specie di uccelli che nidificano nelle pareti rocciose come il falco pellegrino, la poiana ma anche il rondone alpino.

9.3 Problematiche relative alla sentieristica

In tutti gli allegati cartografici (*Allegati 1, 2 e 3*) sono riportati i sentieri che interessano la Riserva, si evidenzia come alcuni di essi attraversino delle aree inserite all'interno del PAI. Si tratta in particolare dei sentieri che si dipartono dalla "Favorita" verso il monte e che costeggiano i versanti detritici, in qualche caso giungono sino alla sommità del monte come il sentiero che attraversa la "Valle del Porco" (indicati con S nella cartografia allegata, *Allegati 1 e 2*). Questi sentieri ricadono tutti all'interno della area classificata come P4 dal PAI vigente. Certamente durante le attività di mitigazione del rischio, a prescindere dal tipo di intervento che verrà attuato, dovrà essere temporaneamente vietato l'accesso ai sentieri intersecanti l'area di intervento. Di norma l'eventuale progettazione dovrà privilegiare le opere che tengano conto della presenza di sentieri. Per tutti i sentieri oltre a quelli evidenziati comunque va sottolineato come la loro manutenzione non debba comportare l'incremento delle condizioni di pericolosità e siano segnalate le situazioni di rischio puntuali.

10 L'ambiente naturale della Riserva

Monte Pellegrino, per la notevole biodiversità costituisce, nonostante l'isolamento, uno dei numerosi nodi della rete ecologica regionale, come sancito dall'inserimento tra i siti Natura 2000. In questo paragrafo si richiamano i connotati naturali che l'istituzione della Riserva ha lo scopo di tutelare.

10.1 Caratteri della flora e della vegetazione

Lo status della vegetazione e della flora è stato recentemente rivisto (2011) all'interno del Piano di Gestione del SIC il quale scrive "Risultano presenti una specie vegetale di interesse prioritario *Ophrys lunulata* e una specie vegetale di interesse comunitario *Dianthus rupicola*; mentre sono riscontrabili numerose altre entità (90) importanti della flora che qui di seguito vengono riportate". In un altro passo della relazione si scrive "Risulta presente una sola specie vegetale di interesse prioritario, il *Dianthus rupicola*; mentre sono riscontrabili numerose (74) altre entità importanti della flora che qui di seguito vengono riportate ...".

In *Tabella 2* si riportano le piante di interesse, riprese dal suddetto piano, che possono subire delle ripercussioni dalle azioni da intraprendere per la mitigazione del rischio

geologico del monte al quale è stato aggiunto l'habitat (semplificato) (*Tabella 3*) per valutare i possibili impatti delle azioni previste, mentre in *Tabella 4* (ripresa dal piano) si riportano le specie di piante elencate nella Direttiva 92/43/EEC.

Tabella 2 - Specie importanti della flora presenti nel SIC di Monte Pellegrino.

<i>Specie</i>	<i>Habitat</i>
<i>Aceras anthropophorum</i>	<i>Radure Della Macchia Mediterranea,</i>
<i>Anthriscum siculum</i>	Rupi
<i>Asperula rupestris</i>	Rupi
<i>Biscutella maritima</i>	Ghiaioni
<i>Bothriochloa panormitana</i>	Praterie subrupestri
<i>Brassica rupestris</i>	Rupi
<i>Centaurea ucriae subsp. ucriae</i>	Rupi
<i>Centaurea ucriae subsp. umbrosa</i>	Rupi
<i>Cheilanthes vellea</i>	Rupi
<i>Convolvulus cneorum</i>	Rupi
<i>Cyclamen hederifolium</i>	Macchia
<i>Cyclamen repandum</i>	Macchia
<i>Cymbalaria pubescens</i>	Rupi
<i>Ephedra major subsp. major</i>	Ghiaioni
<i>Euphorbia bivonae</i>	Rupi e Ghiaioni
<i>Euphorbia dendroides</i>	Ghiaioni
<i>Galium aetnicum</i>	Ghiaioni
<i>Helichrysum rupestre var. rupestre</i>	Rupi
<i>Iberis semperflorens</i>	Rupi
<i>Limodorum abortivum</i>	Bosco
<i>Lithodora rosmarinifolia</i>	Rupi
<i>Matthiola incana subsp. rupestris</i>	Rupi
<i>Oryzopsis coeruleascens</i>	Prateria subrupestre
<i>Panicum compressum</i>	Prateria subrupestre
<i>Phyllitis sagittata</i>	Rupi
<i>Ruscus aculeatus</i>	Bosco
<i>Senecio siculus</i>	Ghiaioni
<i>Seseli bocconi subsp. bocconi</i>	Rupi
<i>Viburnum tinus</i>	Boschi

Tabella 3 – Habitat presenti a Monte Pellegrino e potenzialmente interessati dagli interventi di mitigazione del rischio.

5330 Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici (tutti i tipi di macchie)
5331 Formazioni di <i>Euphorbia dendroides</i>
5332 Formazioni di <i>Ampelodesmos mauritanica</i>
5333 Formazioni di <i>Chamaerops humilis</i>
6220* *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea
8130 Ghiaioni del Mediterraneo occidentale e termofili
8214 Versanti calcarei dell'Italia meridionale
9320 Foreste di <i>Olea</i> e <i>Ceratonia</i>
9340 Foreste di <i>Quercus ilex</i>

Tabella 4 - Specie di piante elencate nella Direttiva 92/43/EEC.

3.2.g. PIANTE elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/EEC													
CODICE				NOME	POPOLAZIONE			VALUTAZIONE SITO					
								Popolazione	Conserv	Isolam	Globale		
1	4	6	8	<i>Dianthus rupicola</i>	C								
1	9	0	5	<i>Ophrys lunulata</i>	V			B					C

Note: Popolazione, C=indica che la specie è comune; V= molto rara, le sigle B, C, sono la percentuale risultante dal rapporto tra la popolazione presente sul sito e quella sul territorio nazionale B: 15% > = p > 2%; C: 2%>=p> 0%

I caratteri peculiari di questi habitat vengono ripresi dal piano di gestione del SIC: “Le fasce del *Pistacio-Chamaeropetum humilis* e dell'*Asparago acutifolii-Ziziphietum loti* nelle parti più elevate dovrebbero essere sostituite dal *Rhamno-Quercetum ilicis* (9340), formazione boschiva termofila che un tempo doveva ricoprire interamente le zone basali dei Monti di Palermo. Oggi a causa del pascolo e degli incendi e delle opere di costruzione si rinvengono solamente lembi più o meno estesi di questa lecceta su aree accidentate o su brecciai dove gli incendi non riescono a diffondersi, e dove non è stato possibile edificare. Le leccete meglio rappresentate si rinvengono alle falde del Piano di Bernardo, nella Valle del Porco, lungo il versante dell'Addaura, sopra il cimitero dei Rotoli. Nelle zone semirupetri si rinvengono formazioni a macchia dell'*Oleo-Euphorbietum dendroidis* (5331) che entrano in contatto con gli aspetti vegetazionali rupetri dei *Dianthion rupicolae* (8214), fitocenosi casmofitica ricca di specie endemiche e di grande interesse fitogeografico riferibile all'associazione dello *Scabioso*

creticae-Centauretum ucriae typicum. Il paesaggio dominante dell'area in oggetto può essere inquadrato in un contesto d'impatto umano molto antico che si è manifestato nel passato con le attività agro-silvo-pastorali e più recentemente con interventi di "miglioramento ambientale" attraverso la realizzazione di rimboschimenti a conifere e ad *Eucaliptus sp. pl.*, contribuendo ad un lento, ma progressivo cambiamento della percezione del paesaggio che ha assunto connotati sempre più di marcata para naturalità. Mentre nel territorio in oggetto alcune attività umane sono venute meno, ci si riferisce all'agricoltura, risulta invece tuttora molto attiva la pastorizia. La conseguenza di tutto ciò è la ricorrenza ciclica degli incendi che degradano ulteriormente questo territorio. Dove il pascolo e gli incendi non hanno eccessivamente degradato le praterie sono presenti lembi circoscritti di formazioni a gariga riferibili all'*Erico-Micromerietum fruticosae*. Sporadicamente sono presenti anche formazioni a *Spartium junceum* (32.A), *Calycotome villosa* (32.215) e *Anagyris foetida*, probabilmente legate al pascolo che un tempo doveva interessare l'area. Nei pianori delle parti sommitali dove si ha un eccessivo carico pabulare si rinvencono pascoli riferibili all'alleanza dell'*Echio-Galactition*. Il paesaggio vegetale quindi risente notevolmente delle intense utilizzazioni del passato e del presente, principalmente della cementificazione, nel tratto costiero, del pascolo e dei frequenti incendi. Nonostante tutto, grazie alle ripide falesie ed alle asperità geomorfologiche del Monte Pellegrino, nel SIC sono presenti diverse fitocenosi di grande valore naturalistico." Le aree di elevato valore floristico sono quelle riportate in *Figura 12* riprese dalla "*tav. 1b34 valore floristico*" del suddetto piano.

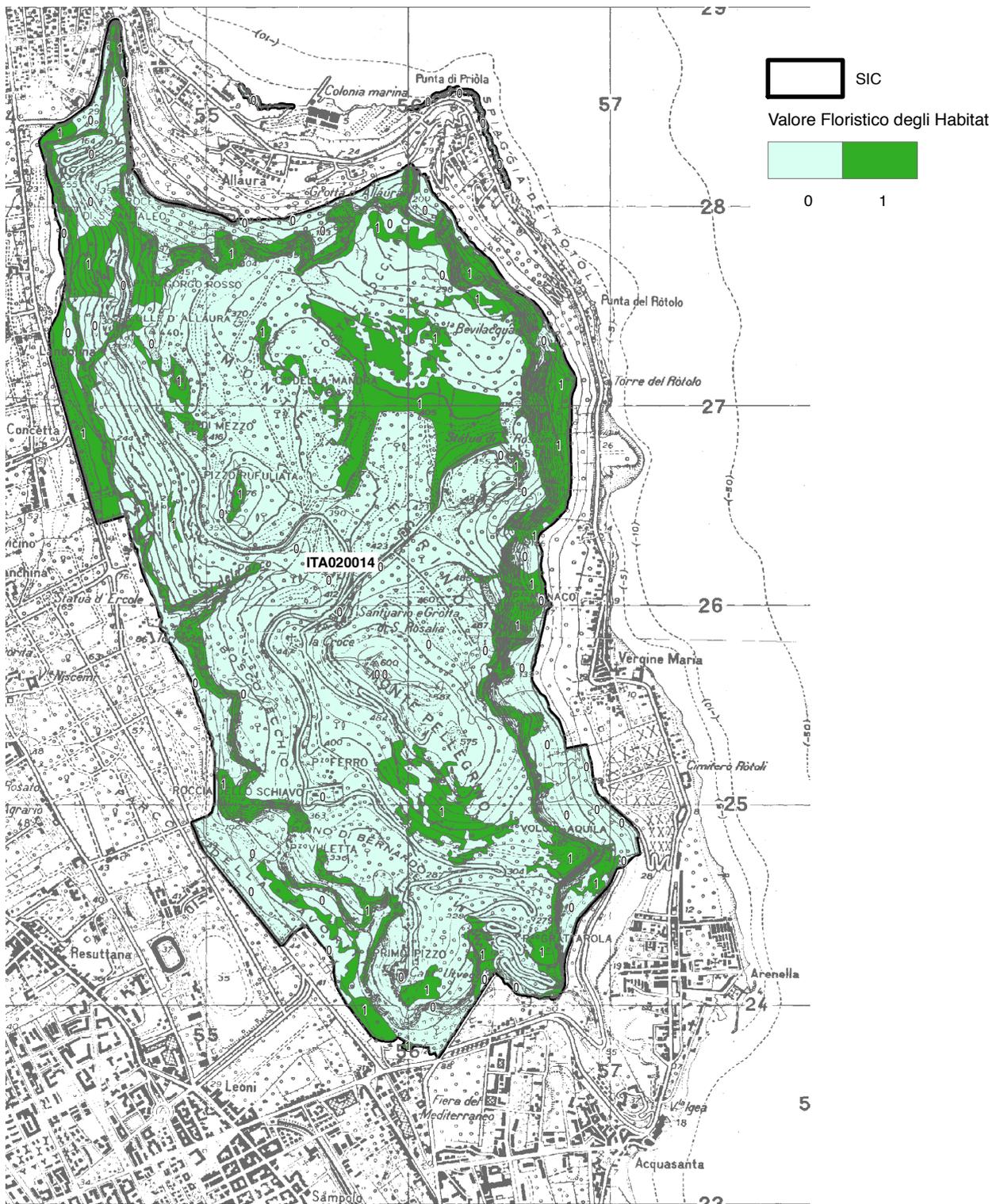


Figura 12 - Aree di elevato valore floristico

10.2 Recenti modifiche delle fitocenosi

Va tuttavia considerato che dal momento della redazione del Piano e quindi della redazione della carta molti processi naturali sono avvenuti e non tutti positivi, ci si riferisce in particolare alla diffusione del *Pennisetum setaceum* che ha modificato gli habitat determinando un impoverimento del loro valore. Esemplicativo in tal senso è quanto accaduto nella zona che va dal Cancellone del Giusino sino a Mondello, dove il *Pennisetum setaceum* ha sostituito quasi integralmente l'*Hyparrhenia hirta* e l'*Ampelodesmos mauritanica*. In questo caso ad esempio la realizzazione di opere di "Rilevati paramassi, ovvero terrapieni a sezione trapezia" e/o "Fossati o valli paramassi" se seguiti dalla messa a dimora di specie arboree ed arbustive possono contribuire a ridurre la presenza dell'eliofilo *Pennisetum*. Occorre quindi in fase di realizzazione delle opere una valutazione delle modifiche intercorse e quindi delle variazioni a carico degli habitat e della fauna.

10.3 Caratteri della fauna

Le informazioni riportate nel piano risultano abbastanza generiche per la fauna limitandosi a riportare gli uccelli elencati nell'Allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE (*Tabella 5*), gli uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE (*Tabella 6*), i mammiferi elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE (*Tabella 7*) e le altre specie importanti di Fauna (*Tabella 8*).

Le aree di elevato valore faunistico sono quelle riportate in *Figura 13* riprese dalla "tav_1b35_valore_faunistico" del suddetto piano.

Tabella 7 - Mammiferi elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE.

3.2.c. MAMMIFERI elencati nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE															
CODICE				NOME	STANZ.	POPOLAZIONE MIGRATORIA			VALUTAZIONE SITO						
						Riprod.	Svern.	Stazion.	Popolazione		Conserv.	Isolam.	Globale		
1	3	2	4	Myotis myotis	R						D				
1	3	0	4	Rhinolophus ferumequinum	R						D				
1	3	0	3	Rhinolophus hipposideros	R						D				

Note: Popolazione, R=indica che la specie è rara; la sigla D: popolazione non significativa.

Tabella 8 - Altre specie importanti di Fauna.

3.3. Altre specie importanti di Flora e Fauna													
GRUPPO							NOME SCIENTIFICO	POPOLAZIONE	MOTIVAZIONE				
U	M	A	R	P	I	V							
U							Buteo buteo	R				C	
U							Columba livia	P					
U							Corvus corax	P		A			
U							Coturnix coturnix	P		A			
U							Loxia curvirostra	R				C	
U							Monticola solitarius	P				C	
U							Petronia petronia	R				C	
U							Phoenicurus ochrurus	P				C	
U							Strix aluco	P				C	
U							Tyto alba	P				C	
	M						Crocidura sicula	P			B		
		A					Bufo siculus	P			B		
		A					Discoglossus pictus	R		A			
		A					Hyla intermedia (Hyla arborea)	R		A			
			R				Chalcides ocellatus	P				C	
				R			Podarcis waqleriana	P		A			
					I		Dolichomeira microphthalmia	R			B		
					I		Geostiba panormitana	R			B		
					I		Soydmoraphes panormitanus	R			B		

Note: Popolazione, P=indica la presenza nel sito, R: che vi si riproduce; le sigle A, B, C sono la percentuale risultante dal rapporto tra la popolazione presente sul sito e quella sul territorio nazionale A: 100% > = p > 15%; B: 15% > = p > 2%; C: 2% > = p > 0%.

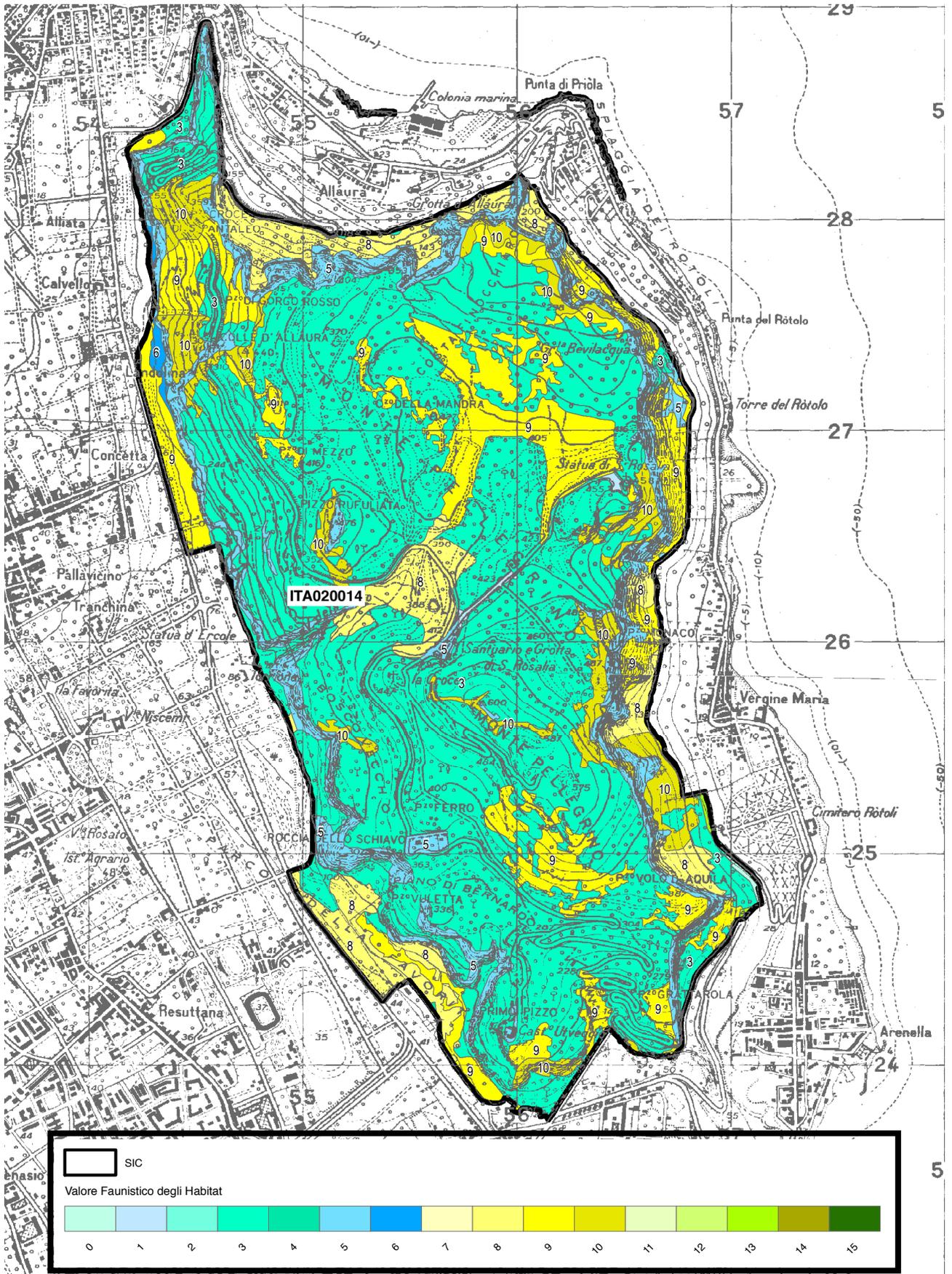


Figura 13 - Aree di elevato valore faunistico

10.4 Chiroterofauna

La situazione della chiroterofauna a Monte Pellegrino è poco nota. Il piano di gestione che è ad oggi lo strumento conoscitivo più aggiornato non fornisce informazioni sulla distribuzione dei chiroteri sul massiccio montuoso. E' forse questa la ragione per cui nel piano di gestione del SIC nella "Tabella 4 - Quadro di sintesi relativo all'individuazione delle azioni di gestione in relazione agli obiettivi specifici e alle criticità/minacce" alla voce "Minaccia/Criticità" vengono indicate "carenza di conoscenza specifica di dettaglio relativa alle componenti ambientali e alle relative esigenze ecologiche e gestionali", nonché "carenza di conoscenza specifica multitemporale relativa alle componenti ambientali e alle relative esigenze ecologiche e gestionali" e viene individuato come azione da attuare "Monitoraggio delle popolazioni di chiroteri (pipistrelli)".

Emerge quindi una riconosciuta esigenza di conoscenza della presenza e abitudini delle specie. Gli unici dati di letteratura noti sono quelli riportati da Mannino (1985) che riporta dati da Zava e Falzone (1978) e Zava e Catalano (1984) nonché dati inediti di B. Zava. Questi studi fanno riferimento alla presenza di pipistrelli nelle grotte di Monte Pellegrino.

Nonostante i pipistrelli appaiano tutti tutelati e alcuni, a motivo della rarità, soggetti a particolare protezione, mancano in letteratura indicazioni specifiche sulle modalità di tutela se non ovvie indicazioni sulla necessità di ridurre il disturbo nei siti di nidificazione e svernamento (Agnelli et al., 2004). Marsico (2003) precisa che "Il danno è maggiore quando l'intrusione avviene in inverno o tra maggio e giugno nelle nurseries". Gli interventi previsti nelle pareti non prevedono alcuna azione all'interno delle grotte, tuttavia si suggerisce di evitare di compiere attività nei pressi delle grotte dove venga accertato che sono presenti colonie consistenti nei periodi anzidetti.

10.5 Specificità geologiche e paleoambientali

Il Monte Pellegrino possiede molti dei requisiti che sono stati individuati per la definizione di "Geotopo" secondo i criteri dettati dall'IUGS-Unesco e dalle legislazioni europea e nazionale. Tra le singolarità geologiche che vengono considerate, anche singolarmente, per l'istituzione di un geotopo il Monte Pellegrino ne possiede un numero considerevole: 1) numerose sezioni stratigrafiche di interesse scientifico e didattico che, uniche, rappresentano i depositi della piattaforma Panormide, 2) strutture tettoniche particolarmente significative e ben leggibili nella fisiografia del rilievo (serie rovesciate con indicatori del verso degli strati), 3) forme che segnano la storia morfoevolutiva (solchi del battente, caverne parietali, segni di organismi litofagi marini e continentali), 4) depositi fossiliferi di vertebrati (fauna a *Pelegrinia panormensis*, e pachidermi), 5) depositi fossiliferi di invertebrati (faune mesozoiche e Plio-Pleistoceniche), 6) morfologie carsiche (campi solcati, doline, grotte concrezionate).

Il pregio di tale geosito risiede nel fatto che le sue serie stratigrafiche concentrano quasi per intero, tutte le facies dell'alloctono Panormide con un'esposizione particolarmente

favorevole per lo studio delle litofacies e del loro contenuto fossile e per la presenza di zolle in cui è particolarmente evidente la posizione rovesciata, evidenziata sia dal contenuto paleontologico, sia dagli indicatori di polarità degli strati. A ciò si aggiungono le evidenze lasciate dagli agenti morfogenetici e in particolare dall'azione erosiva del mare nelle varie fasi di trasgressione, stazionamento e regressione del mare, prodotte dalle glaciazioni e dai periodi interglaciali e dai processi carsici epigei ed ipogei sviluppatisi in seguito all'emersione.

Nelle motivazioni dell'istituzione della riserva si riferisce della presenza di 134 grotte di interesse speleologico, paleontologico e paleoetnologico.

Le più significative forme epicansiche consistono in scannellature e karren che incidono le superfici inclinate dei singoli blocchi e nella presenza di depressioni che nella parte sommitale del monte, assumono la configurazione tipica delle doline.

Le forme ipogee sono rappresentate da grotte a sviluppo prevalentemente subverticale (*Figura 14*) fortemente influenzato dalla struttura orientata dell'ammasso roccioso, ricche di strutture concrezionate anche monumentali. Tra di esse le più note sono l'Abisso della Pietra Selvaggia, profonda 171 m, il Pozzo del Pidocchio, il Pozzo Kirner, lo Zubbio Utveggio, la Grotta Bevilacqua.



Figura 14- Grotta del Pidocchio:(a) Pozzo e (b) pareti concrezionate; Abisso della Pietra Selvaggia: (c) ingresso e (d) concrezioni di alabastro calcareo

Molti ripari con grandi volte aggettanti e pareti strapiombanti alla base delle pareti traggono la loro origine dall'azione erosiva del moto ondoso, facilitata dalla presenza dei set di discontinuità sinergiche e tettoniche.

Le grotte che si aprono sulle pendici perimetrali del Monte e/o localizzate nelle parti basali delle pareti e i ripari sono stati utilizzati dalla fauna selvatica e dall'uomo lasciando sepolte nel terreno di accumulo testimonianze di grande valore paleoclimatico, paleofaunistico ed archeologico.

La genesi e l'ampliamento di queste cavità è attribuibile a processi di escavazione marina avvenuti lungo le paleofalesie nelle fasi di *highstanding* del Pleistocene medio; molte di esse si sono probabilmente impostate sulle stesse lineazioni tettoniche che hanno favorito l'innescio anche delle fenomenologie carsiche nei periodi di *lowstanding*.

Relativamente alla fauna fossile, Kotsakis (1979) individua un' associazione faunistica continentale che definisce Stadio di Monte Pellegrino (*Fauna a Pellegrinia panormensis*) del Pliocene sup.-Pleistocene inf. da considerare di età Villafranchiana.

Per quanto riguarda la preistoria (Bovio Marconi, 1953), la Grotta Addaura III contiene uno strato di fauna a pachidermi non associata a industria litica, ed uno strato superiore con industria del Paleolitico superiore.

La parete di Grotta Addaura II è incisa da un complesso quadro di figure umane ed animali, probabilmente risalenti alle diverse fasi dell'Epigravettiano. Accanto, nell'Antro Nero, sono incise le figure di due bovidi di stile più primitivo (Bovio Marconi, 1953) (Figura 15a).

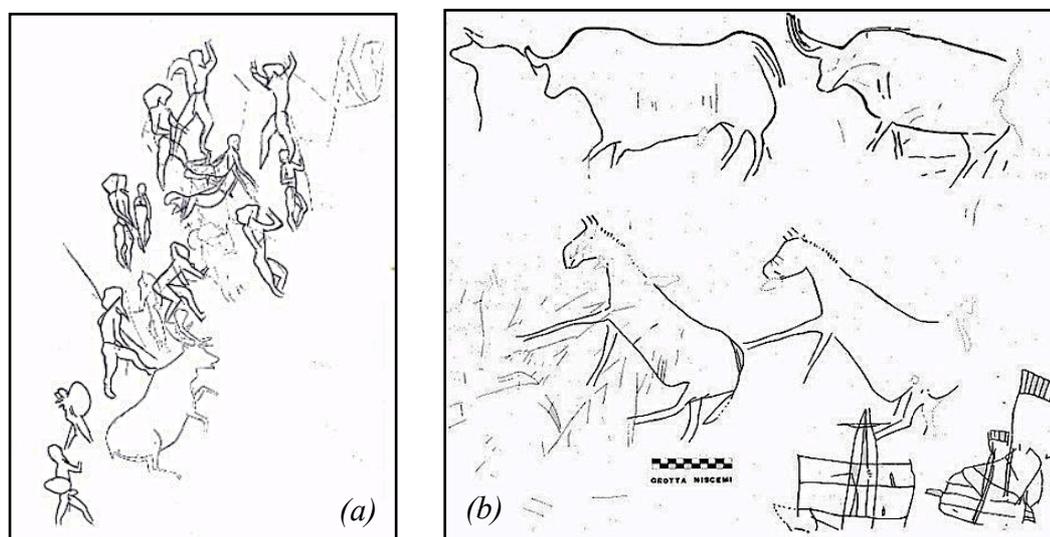


Figura 15 - I graffiti preistorici della Grotta Addaura II (a) e della grotta Niscemi, dove, in basso a destra si aggiungono graffiti tardo medievali (b)

Sul versante occidentale si apre la Grotta di Niscemi dove, nel 1954, vennero scoperte le incisioni che rappresentano tre bovidi ed due equidi e altri ungulati di dimensioni più ridotte, ascrivibili al paleolitico, ed incisioni tardo medievali che rappresentano tre vascelli (Figura 15b).

Come specificato nel paragrafo 8 il complesso Grotta dell'Addaura -Addaura Grande - Grotta della Perciata è decretato un "geosito con grado di interesse mondiale" e l'Abisso del Vento è stato inserito nello stesso decreto come sito speleologico con grado di

interesse regionale. Nell'*Allegato A* sono riportati tutti i siti noti e le aree che rivestono un particolare interesse archeologico e geologico ed i due geotopi riconosciuti per decreto.

11 Possibili impatti degli interventi

Il Monte Pellegrino rappresenta dunque oltre che un sito estremamente significativo sotto l'aspetto botanico e sotto l'aspetto faunistico soprattutto nei confronti dell'ornitofauna e della chiroterofauna, tanto da essere inserito come "*Zona Speciale di Conservazione (ZSC)* della regione biogeografica mediterranea, anche una preziosa testimonianza ed un'eccezionale palestra per gli studi di ambito geologico/ paleofaunistico, paleoclimatico ed archeologico che merita la massima tutela anche nei suoi valori estetici. Da queste considerazioni deriva che l'ammissibilità degli specifici interventi previsti in sede di progettazione esecutiva deve essere valutata in rapporto al regime di tutela previsto dal Regolamento, dal Piano d'uso e dal Piano di sistemazione della Riserva, ed è quindi comunque sottoposta ad autorizzazione paesaggistica e al parere dell'Ente gestore. Per ogni intervento, con riferimento sia alla tipologia e alla localizzazione delle opere, occorrono apposite e puntuali verifiche di compatibilità ambientale, tra cui assumono rilievo le Valutazioni di Impatto Ambientale (VIA) e le Valutazioni di Incidenza (VINCA) per valutare le conseguenze che potrebbero manifestarsi sui beni naturali ed ambientali che hanno portato all'istituzione della Riserva. Da quanto esposto nel paragrafo 10 che descrive i beni ambientali della Riserva, deriva che la compatibilità degli specifici interventi rispetto ai beni tutelati non può essere affidata a valutazioni di carattere generale ma richiede un attento studio della vulnerabilità delle componenti ambientali di pregio che qualificano la Riserva.

In merito alla VINCA si ricorda che, così come previsto dal DPR 357/97 per le aree SIC della Rete Natura 2000, la Valutazione d'Incidenza (secondo la procedura specificata nell'art. 6 comma 3 della Direttiva Habitat) ha la finalità di valutare preventivamente, attraverso l'esame delle interferenze di piani e progetti non direttamente connessi alla conservazione degli habitat e delle specie per cui essi sono stati individuati, ma in grado di condizionarne l'equilibrio ambientale, le incidenze significative che l'intervento produrrà, una volta realizzato, tenuto conto degli obiettivi di salvaguardia dell'integrità del sito. La valutazione d'incidenza, correttamente sviluppata ed interpretata, costituisce uno strumento di garanzia dal punto di vista procedurale e contenutistico, dell'equilibrio tra la conservazione degli habitat e delle specie e l'uso sostenibile del territorio. È anche opportuno ricordare che la valutazione d'incidenza va applicata sia agli interventi che interessano zone ricadenti all'interno delle aree Natura 2000 sia a quelle che pur sviluppandosi all'esterno, possono incidere sullo stato di conservazione dei valori naturali tutelati nel sito.

E' opportuno ricordare che nelle procedure di VIA o di VINCA, si deve valutare l'impatto o l'incidenza, su tutte le componenti ambientali, dell'intero ciclo di lavorazione per la messa in opera degli interventi. Ciò assume particolare rilevanza poiché gli interventi attivi sulle rupi,

che sostanzialmente coincidono con la zona di massima tutela della Riserva, comportano comunque la pulizia delle pareti e la rimozione dei blocchi mobili, operazioni, queste, che, assieme all'immissione di agenti cementanti per l'ancoraggio, determinano da una parte il dilavamento del substrato edafico (terra fertile accumulatasi per deposito colluviale) o formatasi nei millenari processi di alterazione della roccia carbonatica (depositi eluviali) trattenuto nelle fessure delle rocce e dall'altra un intasamento delle fratture nell'area interessata dai sistemi di ancoraggio, cui consegue l'isterilimento locale della parete. Si ribadisce che la VINCA e/o la VIA dovranno valutare la possibilità di eliminare le specie alloctone invasive (paragrafo 10.2), che di fatto stanno cancellando la vegetazione rupestre a Monte Pellegrino anche se si ritiene velleitaria, e di fatto non realizzabile, l'eliminazione di queste specie da tutto il monte.

Un aspetto da non sottovalutare, prima dell'esecuzione degli interventi in parete nella zona A e quello di procedere al censimento, oltre che dei blocchi "rimovibili" sotto l'aspetto ingegneristico, anche alla mappatura preventiva degli esemplari di specie protette o di pregio, che secondo le prescrizioni dell'Ente Gestore (trasmesse dal RUP il 11/04/2018 con prot. 522) non devono essere rimosse, questo per agevolare, in fase esecutiva, l'opera di controllo del rispetto delle prescrizioni stesse.

Per quanto riguarda gli interventi effettuati nel passato, da un esame della letteratura scientifica e tecnica non risulta che a Monte Pellegrino siano stati sviluppati studi ex post di impatto /incidenza ambientale che avrebbero potuto consentire di quantificare gli effetti permanenti o di lungo periodo sulle singole componenti ambientali, delle quali l'istituzione della Riserva dovrebbe garantire la tutela (con particolar riferimento alla verifica se gli habitat rupestri ne hanno tratto vantaggio o l'intervento ha avvantaggiato invece le specie vegetali aliene). Tali studi avrebbero potuto quindi indirizzare la scelta dei nuovi interventi sotto il profilo della compatibilità ambientale consentendo un approccio deterministico nell'applicazione delle procedure di V.I.A. o di VINCA che dovranno essere sviluppate.

Gli interventi di mitigazione del rischio da crollo, nel contesto di Monte Pellegrino, non possono che interferire con i beni tutelati, visto che la pericolosità discende proprio dalla singolarità geomorfologica delle rupi che consentono la presenza di vegetazione rupestre e la nidificazione di alcune specie rare di uccelli, e gli unici provvedimenti possibili, salvo radicali cambiamenti di visione politica che privilegino il bene naturale e paesaggistico rispetto alle strutture antropiche, possono solo in certa misura mitigare l'inevitabile impatto ambientale. In tal senso sarebbe opportuno predisporre un'attenta analisi della resilienza delle specie botaniche protette dell'ambiente rupestre nelle zone in cui sono stati già effettuati interventi nel passato e una verifica del disturbo subito dalla fauna. L'unico studio reperito in letteratura (Pensalfini, 2012) indica in 12-13 anni la resilienza della vegetazione in presenza di collocazione reti in parete, senza però che, nel contesto studiato dall'autore Colle San Bartolo in Provincia di Pesaro, sia stato anche effettuato un confronto tra le specie botaniche presenti prima e dopo l'intervento.

Considerato l'enorme patrimonio culturale, sotto molti profili, del Monte Pellegrino, ne deriva che la necessità di effettuare ulteriori nuovi interventi di consolidamento e di mitigazione del rischio deve essere giustificata non tanto dal fattore "pericolosità", che come viene esplicitato anche nella relazione generale del PAI Sicilia, non determina necessariamente l'adozione di interventi ma dal fattore "rischio". Certamente, nel caso specifico, la "pericolosità" riguarda la maggior parte del perimetro del Monte ma a essa non si potrebbe comunque fare fronte nella sua integralità in modo permanente visto che i naturali processi morfogenetici inevitabilmente e incessantemente demoliscono progressivamente i rilievi, e che nel caso di Monte Pellegrino si esprimono prevalentemente nelle modalità tipiche dei fenomeni strutturalmente controllati.

Quanto alla "presenza di elementi antropici a rischio", alla luce del pregio ambientale, si esprime il parere che ulteriori nuovi interventi sarebbero giustificabili, nel contesto della Riserva Naturale e per il rispetto e tutela del paesaggio imposto dalla legislazione italiana, solo caso in cui un'attenta valutazione del rapporto costi/benefici non evidenzi la convenienza di delocalizzare le strutture antropiche esistenti. In merito alla quantificazione dei "costi ambientali", si richiamano le definizioni adottate dall'ISPRA (*Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale*) e dal SNPA (*Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente*) (2017) per i servizi ecosistemici:

*"Insieme di condizioni e di processi mediante i quali gli ecosistemi naturali e le specie che li compongono sostengono e permettono la vita umana (Daily, 1997)";
"Benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano (MEA, 2005)"; "Fattori non sempre monetizzabili o contabilizzabili se non attraverso i costi sociali al loro venire meno".*

"I costi rappresentano le spese annuali che si dovrebbero teoricamente affrontare per garantire i servizi ecosistemici che un territorio ormai definitivamente mutato non è più in grado di fornire."

Senza entrare nella casistica specifica, che, prima ancora che sotto il profilo tecnico ingegneristico, deve essere oggetto di puntuali valutazioni sotto il profilo economico e politico-amministrativo, la compatibilità ambientale degli interventi su vaste porzioni di aree di elevata pericolosità per la mitigazione di un rischio a cui sono sottoposti beni isolati di modesto valore storico-architettonico, deve essere valutata l'aspetto costi benefici, includendo nei costi anche la perdita di naturalità dell'ambiente tutelato soprattutto se ricadente in zona A della Riserva. A ciò si deve aggiungere una verifica della liceità del manufatto a rischio in rapporto alla data di entrata in vigore del P.A.I e alla data di istituzione della Riserva, per la cui salvaguardia si prevede di intraprendere le opere di mitigazione del rischio.

Precise indicazioni relative alla viabilità nella zona B della Riserva, sono invece contenute nell'ART. 37 del "Piano di utilizzazione della zona B della R.N.O. di Monte Pellegrino Norme Tecniche d'attuazione Testo Emendato Adeguato alle prescrizioni del D.D.G. n 368 dell'Assessorato A.R.T.A. del 29/06/2012", che ai commi 1, 2, e 4 recita:

“ 1. Il piano d'uso prevede la completa pedonalizzazione del parco della Favorita e la sistemazione di percorsi pedonali, ciclabili ed equestri, nel rispetto della vegetazione esistente.

2. Lungo i viali principali sarà consentita la circolazione dei soli mezzi di soccorso e di sicurezza, adeguatamente disciplinata dall'Ente gestore.

4. Nelle more della completa pedonalizzazione del parco, nel viale Diana e nel viale Ercole è ammessa la circolazione veicolare secondo le norme provvisorie emanate dall'Amministrazione di concerto con l'Ente gestore.”

In questo caso la valutazione costi “ambientali”/benefici sul piano della compatibilità ambientale degli interventi per la mitigazione del rischio nella percorrenza dei viali citati deve tenere conto della transitorietà della fruizione automobilistica di tali viali, che si prevede venga deviata su altro percorso nel medio termine.

Per dissesti di magnitudo ridotta o nelle aree in cui il rischio sia moderato va considerata anche la possibilità di ricorrere a tecniche di ingegneria naturalistica mediante interventi di rivegetazione arbustiva ed arborea, con funzione di dissipamento dell'energia cinetica del blocco. In tali interventi si dovrebbero impiantare specie autoctone compatibili con le attuali condizioni climatiche. In ogni caso la maggiore compatibilità ambientale risiederebbe nel prevedere, sulle pendici costituite da detrito di falda e sovrastate dalle pareti rocciose più instabili, laddove le caratteristiche del suolo lo consentano, un fitto intervento di rivegetazione, associato un'adeguata prevenzione e protezione dagli incendi, eventualmente integrato, se necessario, da barriere paramassi, se possibile ubicandole fuori dal perimetro della Riserva, piuttosto che privilegiare gli interventi in parete, come accennato nel paragr. 9.

Per le progettazioni esecutive i cui lavori sono stati già appaltati, considerato l'oneroso contenzioso che ne deriverebbe per l'amministrazione conseguente al probabile ripensamento di progetti già approvati in tutte le sedi deputate, non resta che attenersi alle prescrizioni che minimizzano l'impatto sulla flora e sulla fauna.

11.1 Flora

Come risulta evidente dalla *Tabella 4* le specie potenzialmente interessate dalle opere da realizzare sono quelle delle pareti rocciose e dei ghiaioni e in misura ridotta del bosco-macchia. L'azione di tutela di queste specie può esplicarsi facendo seguire i lavori da uno specialista che individui le specie di pregio riducendo al massimo l'impatto su di esse. Tuttavia il gravissimo fenomeno di diffusione delle aliene sta compromettendo lo status di queste specie ma anche delle fitocenosi, pertanto le attività di controllo delle aliene da compiersi durante i lavori di mitigazione del rischio potrebbero anzi determinare un vantaggio per queste specie.

11.2 Fauna

Le specie che sono realmente interessate dai lavori di sistemazione delle pareti sono Falco pellegrino *Falco peregrinus*, Rondone maggiore *Apus melba*, Colombo selvatico *Columba livia*, Corvo imperiale *Corvus corax*, Barbagianni *Tyto alba* e Poiana *Buteo buteo*. Esaminiamo lo status e la fenologia di queste specie, una per una (da AA. VV., 2008).

Falco pellegrino *Falco peregrinus*

Il Pellegrino ha avuto un incremento numerico che non si era verificato certamente nei precedenti 40 anni, abbastanza in linea con il resto dell'Italia e di altri paesi mediterranei; l'aumento è avvenuto sia grazie alla colonizzazione di siti nuovi, non occupati dalla specie in precedenza, sia grazie ad una riduzione della distanza minima tra le coppie, che in alcuni casi si è ridotta a poche centinaia di metri (generalmente si è trattato di siti particolarmente frequentati dai migratori primaverili). Si è anche osservato un incremento del successo riproduttivo rispetto a quanto noto e con molta probabilità una diminuzione della mortalità post-riproduttiva. La popolazione complessiva della Sicilia oggi si può considerare raddoppiata rispetto agli ultimi censimenti degli anni '80, in cui venivano stimate c. 150 coppie e pertanto può essere ragionevolmente stimata in circa 300 coppie.

Il Pellegrino inizia la riproduzione molto presto, effettua i voli nuziali dal mese di dicembre-gennaio e l'involto dei piccoli avviene generalmente entro il mese di maggio. A Monte Pellegrino sono note 2-3 coppie.

Rondone maggiore *Apus melba*

L'apparente aumento della popolazione dipende probabilmente da una migliore esplorazione; esistono tuttavia delle popolazioni fluttuanti, forse colonizzazioni che non hanno avuto successo, come quelle della regione iblea o alcune della costa settentrionale, che si presentano nei siti riproduttivi in modo irregolare.

Il Rondone maggiore è migratore transahariano e arriva in Sicilia in aprile per ripartire in agosto. Si riproduce tra aprile e luglio. A Monte Pellegrino è nota una colonia nidificante.

Colombo selvatico *Columba livia*

È molto difficile stabilire se esistono ancora popolazioni completamente costituite da individui della forma selvatica; in alcune isolette circumsiciliane gli individui della forma domestica sono gli unici presenti (ad es. nelle isole di Ustica, Pantelleria e Linosa, ove, a partire da fondatori domestici, si sono formate popolazioni viventi allo stato selvatico) ed in molte altre aree le popolazioni sono miste. Tuttavia, nel complesso la specie è molto frequente ed abbondante e rappresenta un'importante fonte alimentare per molti predatori.

Il colombo selvatico a Monte Pellegrino è specie sedentaria e come nel resto della Sicilia ha popolazioni miste di individui domestici e selvatici.

Corvo imperiale *Corvus corax*

Complessivamente l'areale ricoperto dal Corvo imperiale è leggermente aumentato, sebbene si sia registrata una lieve diminuzione nel corso degli ultimi 15 anni, soprattutto nelle aree ove storicamente si trovavano densità notevoli (ad es. nelle zone interne delle province di Palermo e di Agrigento); anche nelle isole Eolie, ove vivevano colonie molto consistenti è oggi drasticamente diminuito.

La fenologia del Corvo imperiale è primaverile precoce. A Monte Pellegrino sono note un paio di coppie.

Barbagianni *Tyto alba*

È il rapace notturno più diffuso della Sicilia, presente in tutti gli ambienti agricoli estensivi, soprattutto dove si trovano costruzioni rurali parzialmente diroccate o ambienti rocciosi, anche di modesta entità. Vive anche all'interno dei centri abitati e soprattutto nelle periferie. È tra le specie di uccelli che subiscono un'elevata mortalità per l'impatto con le auto nelle strade veloci ed autostrade; nonostante ciò, forse grazie alla sua elevata produttività, non può ritenersi in diminuzione, anzi è localmente aumentato. Ha recentemente colonizzato l'isola di Linosa; la piccola popolazione (consistente in 2-3 coppie) che ha colonizzato l'isola di Ustica negli anni '80 si nutre quasi esclusivamente di Ratti neri (*Rattus rattus*) e Passere (*Passer hispaniolensis*). Si può considerare uno dei più importanti regolatori delle popolazioni di Roditori dell'isola, in modo particolare dell'Arvicola del Savi (*Microtus savii*) negli agroecosistemi.

A Monte Pellegrino il Barbagianni nidifica con diverse coppie in buchi delle rocce; ha fenologia primaverile-estiva.

Poiana *Buteo buteo*

È uno dei due rapaci diurni più frequenti in Sicilia assieme al Gheppio. Molto adattabile, è in grado di nidificare sia su alberi (boschi, rimboschimenti, alberi isolati, ecc.) sia in pareti rocciose, anche di modesta altezza. E' in espansione nelle aree periurbane di Palermo a Monte Pellegrino è presente con 2-3 coppie che compiono degli spostamenti notevoli per cacciare, si osservano infatti muoversi da Monte Pellegrino alle altre montagne che cingono Palermo.

12 Misure di compensazione prescrizione

12.1 Aspetti floristici e botanici

Come è stato scritto nel piano di gestione del SIC, “Inoltre la vicinanza alla città causa notevoli problemi di inquinamento da specie esotiche come *Pennisetum setaceum*, *Opuntia maxima*, *Ailanthus altissima*, ecc. Inoltre si rinvencono tipologie vegetazionali riferibili alle associazioni dell’*Helictotricho- Ampelodesmetum mauritanici* (6220*), dell’ *Hyparrhenietum hirto-pubescentis*(6220*) e del *Bothriochloo panormitanae-Hyparrhenietum hirtae*, che si trovano in uno stato di eccessivo degrado a causa della succitata antropizzazione. Queste praterie, soprattutto nel versante occidentale, sono state sostituite da formazioni a *Pennisetum setaceum*, che a causa della sua invasività e competitività riesce ad escludere le specie autoctone caratteristiche dei *Lygeo-Stipetea*.”.

In realtà la situazione è molto più grave e riguarda tutti gli habitat (5330 Arbusteti termomediterranei e pre-desertici (tutti i tipi di macchie); 5331 Formazioni di *Euphorbia dendroides*; 5332 Formazioni di *Ampelodesmos mauritanica*; 5333 Formazioni di *Chamaerops humilis*; 6220* *Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei *Thero-Brachypodietea*; 8130 Ghiaioni del Mediterraneo occidentale e termofili; 8214 Versanti calcarei dell'Italia meridionale; 9320 Foreste di *Olea e Ceratonia*; 9340 Foreste di *Quercus ilex*). In particolare l’habitat “8214 Versanti calcarei dell'Italia meridionale” (corrispondente alle pareti rocciose) che è il più ricco di specie pregiate risulta invaso soprattutto nelle pareti esposte a Sud da *Opuntia spp.*, *Agave spp.*, *Pennisetum setaceum* minacciando le endemiche rupicole (*Lithodora rosmarinifolia* (Ten.) I. M. Johnst., *Euphorbia bivonae* Steud., *Dianthus rupicola* Biv., *Centaurea ucriae Lacaita*).

L’habitat “8130 Ghiaioni del Mediterraneo occidentale e termofili” è invece invaso da Cipresso, *Asclepias fruticosa*, minacciando la *Brassica rupestris*.

Durante le azioni di mitigazione del rischio bisogna intervenire per eliminare le suddette specie e come precisato al paragrafo 11 “*Possibili impatti degli interventi*” sottoparagrafo 11.1 “*Flora*” ricorrendo a competenze specialistiche. L’eliminazione delle piante potrebbe anzi determinare un vantaggio per le specie prima elencate.

Nel caso in cui gli interventi prevedano l’utilizzo di piante, è assolutamente necessario ricorrere a piante ottenute da materiale di moltiplicazione raccolto a Monte Pellegrino. Ciò in ossequio alla legislazione vigente sia nazionale che comunitaria (*Legge 22 maggio 1973, n.269*, D.Lgs. 18 maggio 2001, n.227, direttiva CEE 105/1999) che regionale. Infatti, a seguito del *Decreto Legislativo del 10 novembre 2003, n. 386*, "Attuazione della Direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione" e in particolare del Decreto 425 20.05.2009 sono stati individuati i siti di raccolta nell’allegato A l’"Elenco provvisorio delle specie forestali di interesse regionale importanti per la conservazione e la propagazione del patrimonio vegetale della biodiversità regionale". Nell’allegato B del suddetto decreto le “Schede descrittive dei Siti di raccolta, con relativa individuazione cartografica”, Monte Pellegrino risulta il sito n. 1

<http://www.regione.sicilia.it/agricolturaeforeste/foreste/Vivaismoforestale/Decreto425/AllBschededescriptivecartografiaultimo.pdf>).

Si riporta integralmente la scheda suddetta.

SCHEDA DESCRITTIVA BOSCO DA SEME N. 1: MONTE PELLEGRINO

Nome del bosco: Monte Pellegrino

Localizzazione e denominazione della/e principale/i stazione/i individuata/e: Riserva di Monte Pellegrino: C.da Addaura, Rotoli, Vallone della Monaca e Vallone del Porco

Comune/i e provincia/e: Palermo

Stazione Forestale: Palermo Falde

Tavoletta/e I.G.M. (scala 1:25.000): 249 II NE "Palermo", 249 I SE "Mondello".

Accesso dal centro abitato più vicino (distanza mezzi di trasporto): facilmente raggiungibile da Nord da Mondello (località Addaura) e da Sud dalla periferia di Palermo (quartiere Arenella).

Range altitudinale: 100-600 m s.l.m.

Inclinazione: tra 5° e 35°

Substrato geologico: carbonatico

Superficie Ha: circa 20

Tipologia/e di vegetazione prevalente/i: macchia-foresta sciafila a leccio ed alaterno (*Rhamno alaterni-Quercetum ilicis* Brullo et Marcenò 1985b). Nelle porzioni più basse e vicine alla costa la macchia-foresta cede il passo ad aspetti di macchia termofila riferibili al *Pistacio lentisci-Chamaeropetum humilis* Brullo et Marcenò 1985b, mentre nei contesti di cengia e semirupestri viene vicariata dal *Rhamno alaterni-Euphorbietum dendroidis* (Trinajstič 1973; 1984 em. Géhu et Biondi 1987).

Sito/i utilizzabile/i per la raccolta di materiali di propagazione delle seguenti specie: *Ceratonia siliqua*, *Chamaerops humilis*, *Crataegus monogyna*, *Fraxinus ornus*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus* e *P. terebinthus*, *Pyrus amygdaliformis*, *Quercus ilex*, *Rhamnus alaternus*.

12.2 Aspetti faunistici

La mitigazione dell'impatto sulla fauna può consistere nella scelta della tempistica di esecuzione dei lavori, che non deve interferire con la fenologia (periodo riproduttivo) delle specie protette e con la scelta, ove possibile, di reti con dimensione delle maglie tali da non impedire alla ornitofauna l'accesso alla parete.

Le azioni di disturbo connesse alle attività di mitigazione del rischio delle pareti si esplicano fondamentalmente in un disturbo ai siti di nidificazione. Pertanto si sottolinea la

necessità di interrompere i lavori da Gennaio a maggio nelle pareti dove nidificano i rapaci e il rondone alpino.

13 Tipologie di interventi previsti e loro impatto

13.1 Generalità sulle Tipologie di opere di difesa

Le frane negli ammassi rocciosi fratturati rappresentano uno dei maggiori rischi ai quali possono essere esposte persone e infrastrutture ubicate in prossimità delle pareti, in virtù delle velocità con cui si possono verificare tali fenomeni. La progettazione delle opere di difesa richiede che vengano eseguite una serie d'indagini volte ad approfondire la conoscenza sulle caratteristiche geologiche e geomeccaniche della parete e dell'ammasso in generale. Le indagini permettono di stabilire quale sia la miglior linea d'intervento da applicare per mitigare il rischio frana.

Le opere di difesa dalla caduta massi (APAT, 2002) vengono distinte in due principali categorie:

1. Interventi di difesa attiva, ovvero tutti quegli interventi che hanno la funzione di prevenire, impedire o ridurre i crolli, i ribaltamenti o gli scivolamenti di materiale o blocchi dalla parete. Tali interventi possono essere di tipo puntuale o diffuso;
2. Interventi di difesa passiva, ovvero opere che hanno la funzione di intercettare la traiettoria dei massi distaccatisi dalla parete.

In linea generale, indipendentemente da quale sia la linea di intervento prescelta, è necessario eseguire preventivamente un'ispezione della parete con annessa pulizia della stessa. La pulizia della parete fa parte di tutti quegli interventi preliminari che prevedono l'eliminazione della flora che contribuisce ad accrescere il rischio. Tale operazione comprende sia l'estirpazione delle piante (scerbatura) che la rimozione di piccoli elementi lapidei "*non radicati*" che possono essere trattenuti dalle piante o dalle cenge della parete rocciosa. Essa è obbligatoria sia nel caso in cui si decida di intervenire sulla parete con interventi di tipo attivo, in quanto la flora risulterebbe di intralcio alla posa della rete, sia per interventi di tipo passivo, in quanto la flora potrebbe nascondere blocchi instabili di grandi dimensioni che non potrebbero essere trattenuti da un intervento di tipo passivo. Viene estirpata durante queste operazioni, la flora che esercita un'azione destabilizzante sull'equilibrio dei blocchi oppure la vegetazione che può occultare situazioni di pericolo. Tali operazioni permettono inoltre di identificare eventuali massi non radicati, ovvero massi già distaccatisi dalla parete rocciosa che poggiano su terreno vegetale e/o detritico che, in generale, negli ammassi rocciosi a bassa permeabilità primaria e secondaria in concomitanza con eventi meteorici intensi, anche grazie all'acclività del versante, possono essere trascinati verso valle dalle acque di ruscellamento, raggiungendo il coronamento della parete rocciosa, e crollare.

Gli *interventi di difesa attiva* comprendono:

- Le **reti paramassi**, utilizzate per il rivestimento delle pareti rocciose. Le reti paramassi possono essere:
 1. Semplici;
 2. Armate o rinforzate;
 3. Costituite da pannelli di funi.

La scelta del tipo di rete dipende sia dalla dimensione dei massi che si vogliono consolidare sia dalla finalità dell'intervento. Le reti armate, a differenza delle semplici che sono costituite con fili di acciaio zincato, vengono rinforzate con funi di armatura in acciaio verticali e/o oblique e fissate con chiodi alla roccia stabile. Le reti vengono ancorate alla parete rocciosa tramite chiodi o bulloni di lunghezza adeguata al grado di fratturazione della roccia che costituisce la parete. Le reti armate permettono un aumento delle condizioni di stabilità dei massi, mentre le reti semplici servono solamente a guidare un'eventuale crollo. Particolare attenzione va posta agli ancoraggi al piede della rete, che devono essere tali da non far fuoriuscire il materiale durante un evento franoso, ma allo stesso tempo permettere un rapido svuotamento durante la fase di manutenzione della rete. I pannelli di funi sono realizzati mediante la tessitura di funi metalliche intrecciate a formare maglie romboidali. Le funi, nei punti di intersezione, sono fissate con filo metallico ad elevata resistenza e durabilità (generalmente diametro 3.0 mm). La larghezza delle maglie viene scelta in funzione del grado di fratturazione della parete e della dimensione dei blocchi instabili.

- L'**imbracatura con funi metalliche ancorate a tiranti**, è un intervento puntuale attivo che consente la stabilizzazione di singolo masso per cui è cinematicamente possibile uno scivolamento o un ribaltamento. L'intervento comprende l'imbracatura dell'elemento lapideo mediante funi in acciaio (generalmente ϕ 16 mm) ancorate a chiodature o tiranti (generalmente del tipo "a bulbo iniettato" e armati con barre di acciaio ad alta resistenza), dotati di golfare di estremità, fondati nella roccia stabile ai lati dell'elemento medesimo. La realizzazione di tale intervento si preferisce all'intervento di placcaggio, in quanto le lavorazioni vengono eseguite ai lati del blocco instabile e non a valle dello stesso, garantendo in questa maniera la sicurezza degli operatori in fase esecutiva. Per incrementare la durabilità nel tempo degli interventi di consolidamento, soprattutto in ambiente molto aggressivo (a ridosso del mare), tutti gli elementi metallici esterni (funi, asole di passaggio delle funi di imbracatura, manicotti con golfari da applicare ai tiranti di ancoraggio delle funi) possono essere trattati con prodotti anticorrosione (zincatura) e le armature in barre in acciaio ad alta resistenza degli ancoraggi possono avere una doppia protezione nei riguardi della corrosione, costituita dalla stessa miscela cementizia di intasamento e dalle guaine in materiale plastico.
- I **disgaggi**, sono interventi puntuali che mitigano il rischio di crollo eliminandone la causa. Il disgaggio è una tecnica che consente la mitigazione del rischio di una parete rocciosa in tempi brevi. Per i massi più piccoli il disgaggio consiste semplicemente

nello sganciare i blocchi dalla parete; il disaggio semplice può essere applicato quando sussistono le condizioni di sicurezza sia per gli operatori in parete, sia per le persone o infrastrutture a valle. Quando i massi hanno dimensioni rilevanti, prima di poterli sganciare, devono essere imbracati con pannelli di rete rinforzata ancorata mediante chiodi alla parete stabile (disaggio controllato); solo successivamente il masso viene frantumato. La frantumazione viene eseguita utilizzando prodotti espansivi che vengono iniettati all'interno di fori, preventivamente eseguiti, nel masso. I frammenti prodotti dalla frantumazione del blocco vengono sostenuti dalla rete metallica, e successivamente allontanati dagli operatori. La tecnica del disaggio può essere applicata quando l'asportazione del singolo masso pericolante non inneschi ulteriori fenomeni di rottura nell'ammasso roccioso. Viene dunque utilizzata come intervento puntuale per singoli blocchi, e non è dunque possibile applicarla come intervento di tipo esteso. La scelta del tipo di disaggio dipende anche dalle dimensioni del blocco e dalla distanza dalle infrastrutture.

Gli *interventi di difesa passiva* comprendono:

- **Barriere paramassi**, che vengono distinte in:
 1. Barriere paramassi ad elevata deformabilità, ovvero barriere formate da singoli pannelli di rete estensibile ad alto assorbimento d'energia, realizzate con funi d'acciaio galvanizzato ad alta resistenza. I pannelli, collegati tra loro da funi di cucitura, sono sostenuti da ritti metallici, con interasse di qualche metro, tiranti di monte e controventi di valle. I ritti metallici hanno la funzione di sostenere l'intera struttura e di mantenere dispiegata la rete che per sua natura non è rigida. La struttura di intercettazione resiste all'urto diretto del masso deformandosi con spostamenti dello stesso ordine di grandezza della sua altezza e trasmette le sollecitazioni alla struttura di collegamento, alla struttura di supporto e alla struttura di fondazione. Le fondazioni sono generalmente costituite da ancoraggi, in doppia fune spiroidale di acciaio armonico, realizzate nel terreno o nella roccia affiorante. Per aumentare l'efficienza della barriera vengono anche inseriti, in corrispondenza del sistema di vincolo, dei dissipatori. Le barriere paramassi ad elevata deformabilità vengono classificate in funzione del massimo valore di energia dissipabile (MEL) e della loro altezza (generalmente compresa tra 3 e 5 m). Vengono opportunamente distanziate in senso trasversale al versante e sovrapposte in senso longitudinale, in modo da evitare uno sbarramento continuo. Le barriere paramassi vengono generalmente impiegate quando non sono possibili, per la dimensione dei massi o per problemi tecnici, topografici ed economici, interventi di tipo puntuale attivo. Le barriere ad alta deformabilità per funzionare correttamente e dissipare l'energia ricevuta dal masso devono potersi deformare; per tale ragione non possono essere installate a ridosso di infrastrutture, in quanto l'eventuale deformata della barriera risulterebbe d'ostacolo per l'infrastruttura stessa. Le barriere paramassi possono anche essere utilizzate come seconda linea di difesa quando sono accoppiate ad altri interventi

di mitigazione del rischio disposti a monte (interventi attivi sul pendio) o a valle (interventi di tipo passivo).

2. Barriere paramassi rigide, ovvero barriere capaci di opporsi agli impatti grazie alla loro resistenza e rigidità. Le barriere paramassi rigide vengono realizzate in calcestruzzo armato, con o senza contrafforti, ed ancorate al terreno con micropali. Sulla testa del muro vengono inseriti (fondati) dei ritti, realizzati con profilati metallici, e degli elementi trasversali, costituiti da lamiera di spessore idoneo per resistere all'urto dinamico, o profilati. L'interasse fra i ritti dipende dalla rigidità e resistenza dell'elemento trasversale. L'intero complesso fondazione - muro - ritti - elementi trasversali deve avere una resistenza adeguata alle sollecitazioni indotte dall'urto. Particolare attenzione va posta alla verifica al ribaltamento dell'intero complesso, per tale ragione spesso si preferisce fondare tali barriere su fondazioni profonde, evitando un meccanismo di collasso dovuto alla rotazione rigida della barriera. Le barriere rigide sono in grado di assorbire impatti con energia cinetica dell'ordine di poche centinaia di J. Le barriere rigide trovano applicazione quando, a causa del limitato spazio a disposizione, non è possibile l'installazione delle barriere ad elevata deformabilità. Esse vengono dunque utilizzate in corrispondenza di infrastrutture viarie o comunque in corrispondenza di tutte quelle opere civili che non ammettono un'eventuale deformata della barriera.
- **Rilevati paramassi**, ovvero terrapieni a sezione trapezia. La tipologia di questo intervento varia in funzione della geometria, del materiale e delle tecniche costruttive impiegate per la loro realizzazione. Le prime tecnologie prevedevano la costruzione del rilevato utilizzando materiale grossolano che doveva essere sostenuto lato valle da muri di sostegno. Al giorno d'oggi si preferisce costruire rilevati paramassi in terra rinforzata; questa tecnica permette l'utilizzo di materiali di recupero prelevati dal sito stesso e di raggiungere inclinazioni dei paramenti, di valle e di monte, quasi sub-verticali. Se costituiti in terra rinforzata i rilevati paramassi possono resistere ad impatti di caduta massi dell'ordine dei 20.000 kJ. Rispetto alle barriere paramassi, oltre a resistere ad impatti superiori, i rilevati paramassi sono in grado di deviare eventuali colate detritiche e di resistere a più eventi di caduta. La possibilità di installare un paramento rinverdibile riduce l'impatto ambientale e visivo dell'intervento. I rilevati paramassi vengono utilizzati quando non è possibile applicare interventi di difesa attiva sulla parete o quando l'intercettazione lungo il pendio, attraverso le barriere paramassi, non è possibile a causa dell'inaccessibilità dello stesso.
 - **Fossati o valli paramassi**, sono essenzialmente dei semplici fossati di larghezza e profondità tale da intercettare e arrestare la caduta dei massi dalla parete rocciosa. Durante la fase di dimensionamento oltre a tenere in conto la dimensione dei massi che presentano un elevato rischio di caduta, di fondamentale importanza è la

valutazione del terreno dove si prevede l'impatto. Infatti se il terreno è roccioso probabilmente il masso impattando ribalzerà, oltre a frantumarsi in più frammenti, mentre se il terreno è argilloso l'impatto sarà più vicino all'urto anelastico e quindi con minore probabilità di rimbalzo e maggiore dissipazione di energia. Le dimensioni del fossato devono dunque essere tali da non consentire lo scavalco da parte dei massi. I fossati e i valli paramassi vengono generalmente utilizzati accoppiati con i rilevati paramassi. Presentano l'indubbio vantaggio di poter contemporaneamente difendere un determinato centro abitato e/o infrastrutture dalla caduta massi, dalle colate di detrito e dalle acque. Infatti i fossati possono fungere anche da canale di gronda, evitando che le acque di scolo provenienti dalla parete rocciosa si riversino presso le infrastrutture e/o centri abitati che si vogliono proteggere. A differenza di altri interventi di difesa, i fossati e i valli paramassi richiedono una maggiore manutenzione, in quanto le acque di scolo provenienti dalla parete possono trasportare materiale solido e dunque provocare la riduzione della sezione degli stessi.

13.2 Impatto dei singoli interventi e possibili mitigazioni

Dal punto di vista ambientale tali interventi possono essere più o meno impattanti in funzione delle peculiarità della zona di intervento e delle caratteristiche intrinseche dell'intervento stesso dettate dai risultati delle indagini geognostiche e geotecniche e dai criteri di dimensionamento.

In linea generale l'impatto ambientale degli interventi di stabilizzazione negli ammassi rocciosi è collegato alle varie fasi di realizzazione e quella di esercizio. Alcune "operazioni" temporanee, limitate all'arco temporale del cantiere, possono avere effetti impattanti temporanei (per esempio le emissioni di gas combustibili dei mezzi di cantiere e i rumori) o impatti permanenti o comunque di lunga durata (come ad esempio l'apertura di piste, se non vengono chiuse e rinaturalizzate) mentre le strutture realizzate hanno comunque un impatto permanente che può nel tempo subire una mitigazione naturale o indotta da apposite misure progettuali.

A tal riguardo l'Atlante dell'APAT costituisce il riferimento "istituzionale" per le opere di sistemazione dei versanti, non essendo state reperite in letteratura specifiche pubblicazioni scientifiche sull'impatto di tali misure, se non relazioni tecniche allegate a singoli progetti commissionate dagli esecutori.

Nell'Atlante delle opere di sistemazione dei versanti (APAT, 2002) è fornita una valutazione di massima dell'impatto delle diverse tipologie di intervento che viene integralmente riportata:

- alle barriere paramassi ad elevata deformabilità viene attribuito *"un impatto ambientale molto contenuto, dovuto alle tecniche di installazione, che non richiedono grandi scavi, sbancamenti o impiego di mezzi pesanti ed ingombranti. La verniciatura della struttura con colori simili a quella della vegetazione, del terreno o della roccia*

affiorante in sito, permette di ottenere un migliore inserimento ambientale nelle zone dove è di primaria importanza la salvaguardia del paesaggio naturale.”.

- *“Le barriere paramassi rigide, rispetto alle precedenti, hanno un impatto ambientale maggiore dovuto alle caratteristiche della tipologia costruttiva ed ai materiali impiegati. Il rivestimento delle strutture con vegetazione o con altri accorgimenti particolari, mitiga in parte il forte impatto estetico paesaggistico sull'ambiente naturale circostante. Nel corso delle fasi di progettazione e realizzazione devono essere previste misure per il corretto inserimento ambientale e per minimizzare l'impatto sul territorio. Ad esempio le barriere paramassi, con notevole sviluppo, possono essere segmentate e sfalsate, per consentire il passaggio della fauna selvatica, così come la loro localizzazione può tenere conto della presenza di specie vegetali rilevanti. Particolare attenzione può essere posta nella progettazione e realizzazione delle piste di accesso per la messa in opera delle barriere utilizzando adeguate misure di cautela riguardo la stabilità dei pendii e la salvaguardia del patrimonio faunistico e floristico”.*

“I rivestimenti delle scarpate rocciose con reti metalliche comportano un impatto sul paesaggio apprezzabile, specie immediatamente dopo la loro installazione. Questi effetti sono, comunque, ampiamente compensati dal miglioramento delle condizioni ambientali locali che l'impiego di queste strutture consente di ottenere. Infatti la struttura delle rete, la capacità di non alterare i normali processi di filtrazione delle acque, rallentando al tempo stesso la velocità delle acque di ruscellamento, e l'azione di contenimento e di stabilizzazione della pendice, creano condizioni favorevoli alla rapida crescita ed allo sviluppo della vegetazione consentendo di ottenere un ripristino naturale dell'area d'intervento”.

Quanto ai valli e ai rilevati l'APAT (2002) rileva che *“Questi sistemi di protezione dalla caduta di massi e/o da flussi di materiale detritico o fangoso hanno un buon inserimento nel contesto naturale e paesaggistico dell'ambiente montano o rupestre dove, in genere, sono più frequentemente realizzati. Le specifiche tipologie costruttive ed il tipo di materiali impiegati permettono di ottenere un rapido inerbimento delle strutture.”*

Nel caso specifico, per quanto riguarda la messa in opera di interventi di difesa attiva, essi ricadono inevitabilmente nella zona A della Riserva. Un impatto non trascurabile è causato dalla pulizia delle pareti e dal disgrego di massi instabili in quanto oltre alla rimozione dei vegetali, modifica profondamente la morfologia della parete sia sotto l'aspetto visivo sia sotto l'aspetto della conservazione del substrato edafico in quanto determina il dilavamento della terra fertile dalle fessure e dalle cenge. Per ridurre l'impatto la scerbatura può essere limitata alle sole piante che per effetto del loro apparato radicale possono indurre instabilità locali di massi non radicati o prossimi all'equilibrio limite oppure ostacolare la posa in opera delle funi o delle reti o alle piante alloctone invasive (*Pennisetum, Opuntia*).

Il tipo di intervento potenzialmente più impattante, nella zona A1, è quello che prevede l'installazione di reti sulle pareti rocciose, in quanto potrebbe arrecare disturbo a piante e animali, e in particolare a uccelli rapaci durante il periodo riproduttivo

Va tenuto presente che la larghezza delle maglie non necessariamente deve essere compatibile con le esigenze di tutela della fauna, in quanto dimensionata in funzione della dimensione dei blocchi e dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso. Nei casi in cui sia ingegneristicamente possibile si può prevedere di diversificare la maglia delle reti lasciando in prossimità di cenge rocciose stabili e terrazzini utilizzati dai rapaci per la nidificazione, dei buchi ampi anche alcuni metri quadrati per consentire agli stessi di muoversi senza intralci o di reti con maglie che non escludano l'accesso alle pareti da parte di tali specie.

Più ridotto è l'impatto dell'imbracaggio dei massi in quanto inibisce in misura ridotta l'accesso all'ornitofauna alle pareti e presenta un impatto visivo minore.

Per quanto riguarda la movimentazione dei materiali, gli interventi in parete possono essere attuati senza il ricorso alla apertura di stradelle di servizio e la movimentazione delle funi e/o delle reti, delle attrezzature e degli altri materiali può avvenire mediante elicottero, che però è piuttosto impattante in termini energetici, di emissioni di gas combustibili e rumore, oppure, ove possibile, manualmente o con sistemi di trasporto alternativi (ma utilizzati nel passato nelle zone montane come teleferiche leggere mobili).

L'impatto ambientale degli interventi di difesa passiva è certamente dipendente dalla tipologia d'intervento protettivo che si intende installare.

L'installazione di barriere ad elevata deformabilità comporta un ridotto impatto ambientale. Esso dipende sostanzialmente dalle varie fasi di realizzazione e di esercizio. In particolare, oltre a quanto riportato dall'Atlante APAT (2002), si ritiene che in fase di esecuzione si debba valutare l'effetto della realizzazione delle strade di cantiere ad uso temporaneo (possono esserci necessari movimenti di terra e taglio di erbe e alberi anche di alto fusto), del traffico dei mezzi di cantiere e degli effetti connessi al disgregarsi di eventuali blocchi ubicati sulle pareti. In fase di esercizio, l'impatto può dipendere anche dall'eventuale collisione, lungo le possibili traiettorie, di massi su arbusti etc.. L'impatto è quasi nullo o trascurabile su: atmosfera e clima, acque superficiali e profonde. Risulta fondamentale valutare i periodi di esecuzione dei lavori in base alla presenza di riproduzione della fauna (e in special modo di quella protetta) con riferimento alle lavorazioni che prevedono movimento terra e taglio piante, etc.. In relazione all'ubicazione dei beni da salvaguardare, alle possibili traiettorie descrivibili dai massi, alle relative energie di impatto e ai limiti tecnologici (massima energia che la barriera è in grado di dissipare), si può valutare di ubicare tali opere di difesa passiva al di fuori delle zone più pregiate della riserva, al fine di ridurre ulteriormente l'impatto sul bene ambientale.

Le barriere rigide, come discusso in precedenza, hanno un impatto ambientale decisamente maggiore rispetto a quello delle barriere ad elevata deformabilità. Ciò dipende essenzialmente dalle loro caratteristiche tecnologiche e dei materiali che le costituiscono. Anche in tale caso, l'impatto ambientale delle barriere paramassi è essenzialmente collegato

alle varie fasi di realizzazione. Tuttavia, realizzando questo tipo di interventi sulla viabilità esistente, l'impatto è comunque connesso a quello delle stesse infrastrutture. L'impatto è quasi nullo o trascurabile su: atmosfera e clima; acque superficiali e profonde. E' fondamentale anche in questo caso valutare i periodi di esecuzione dei lavori in base alla presenza di riproduzione della fauna protetta, facendo particolare attenzione alle lavorazioni che prevedono rumori di cantiere.

L'impatto ambientale dei rilevati paramassi è legato sia alle varie fasi costruttive sia all'impatto visivo finale. Per quanto riguarda la fase di costruzione del rilevato le maggiori componenti dell'impatto ambientale sono date dalla movimentazione dei materiali, dalle emissioni di mezzi, dalle polveri prodotte e dai rumori emessi dai mezzi di cantiere. L'impatto visivo è dato invece dalla presenza dello stesso rilevato, che può raggiungere, in funzione delle dimensioni dei blocchi e delle loro traiettorie, altezze di alcuni metri. Per mitigare il più possibile l'impatto ambientale è preferibile utilizzare, per la costruzione del rilevato, materiali di risulta provenienti da altre lavorazioni presenti nello stesso sito (per esempio valli paramassi, cui spesso i rilevati sono accoppiati) e/o dalla rimodellazione del pendio alla base della parete rocciosa, riducendo così lo sfruttamento di materie prime da cava e le emissioni dovute all'approvvigionamento dei materiali. Per ridurre l'impatto visivo, i paramenti, principalmente quello di valle, possono essere rinverditi utilizzando specie autoctone. Infine, è possibile approfittare delle azioni che prevedono i movimenti di terra e l'eradicazione di piante per attuare un controllo dello sviluppo di specie alloctone ed effettuare una piantumazione di arbusti autoctoni per ridurre l'impatto visivo.

L'impatto ambientale di un fossato o di un vallo paramassi è legato dalla presenza o meno di un eventuale rilevato paramassi accoppiato. Infatti il solo fossato non deturpa il paesaggio circostante, risultando dunque nullo l'impatto visivo. L'unico impatto che può provocare questo tipo di interventi è dovuto alla movimentazione di materiale e mezzi di cantiere che provocano emissioni, da parte dei mezzi di cantieri, produzione di polveri e di rumore e, se necessario, al taglio della vegetazione che risulta di intralcio al fossato.

Le principali misure sono la riduzione al minimo del taglio delle piante e ripiantumazione o semina a lavori ultimati di specie compatibili con l'habitat e l'interruzione, per un congruo periodo di tempo, della realizzazione dei lavori nel periodo di riproduzione delle specie protette. Per quanto riguarda le emissioni per il trasporto dei materiali e per la loro collocazione, i rumori e le vibrazioni sono comuni, anche se con modalità ed intensità diverse, a tutte le tipologie di intervento per cui la minimizzazione di tali impatti consiste nell'osservanza rigorosa della normativa relativa delle emissioni gassose ed acustiche dei mezzi di trasporto e di cantiere.

13.3 Compatibilità ambientale degli interventi per la mitigazione del rischio

Si premette che la valutazione della compatibilità ambientale di ogni specifica opera prevista nei singoli progetti esecutivi deve essere effettuata sulla base dei risultati della VIA o della VINCA, sulla base delle quali gli organi di tutela dovranno esprimere un parere di ammissibilità, alla luce del regime di tutela sancito dalla normativa.

Nella presente relazione si espongono quindi le valutazioni che emergono dal confronto tra le zonizzazioni della Riserva, del PAI vigente (*Allegato 1*) e dell'aggiornamento del PAI proposto dal Comune di Palermo (*Allegato 2*).

Si è scelto di individuare interventi compatibili soltanto sulla parte della R.N.O. caratterizzate dalla presenza di pericolosità P3 e P4 sia nel PAI vigente che in quello proposto dal Comune. Sulle stesse carte si è riportato il limite della R.N.O. insieme alla suddivisione di questa nelle due zone (A e B) e nelle sottozone A1, A2 e A3.

Si sottolinea che durante la stesura della presente relazione si è fatto riferimento al SIC (oggi ZSC) alla carta degli habitat perché, ad oggi, si ritiene che costituisca lo strumento di salvaguardia più aggiornato al quale fare riferimento. Si sottolinea che l'individuazione delle compatibilità è stata estesa alla fascia di 200 metri dalla ZSC.

Per quanto riguarda la regolamentazione del regime di tutela si richiama che la zonizzazione della zona A della riserva prevede le suddivisioni anzidette

- 1) "A1 aree di protezione integrale di osservazione scientifica" di fatto coincidente con le rupi e le zone dove è presente la macchia sui detriti che sono le zone di maggiore pregio anche ai sensi del piano di gestione della ZSC;
- 2) "A2 aree di protezione integrale di rinaturalizzazione" estesa a tutto il monte e che include quindi le aree a rimboschimenti, oggi purtroppo in parte bruciate;
- 3) infine le aree "A3 aree di protezione integrale finalizzate al mantenimento della biodiversità (pascolo)", aree il cui valore/mantenimento è legato alla attività pascoliva.

Questa zonizzazione, fornisce preziose indicazioni gestionali e di tutela ma risulta purtroppo superata in alcuni aspetti dalla evoluzione che la vegetazione ha subito nel corso degli anni. In particolare ci si riferisce al fenomeno della diffusione delle specie aliene che oggi rischiano di cancellare totalmente alcuni lembi di vegetazione di pregio.

La valutazione in linee generali della compatibilità ambientale delle azioni previste per la mitigazione del rischio idrogeologico da caduta massi che viene formulata in *Tabella 9*, che classifica gli interventi in a basso impatto (in verde), a medio impatto (in giallo) e ad alto impatto (in rosso) e che tiene quindi conto dei pregi ambientali e del valore naturalistico dell'area alla luce della zonizzazione e delle sottozone della Riserva a differente regime di tutela e della perimetrazione delle aree a rischio contenuta nel PAI nonché del valore degli Habitat del SIC (oggi ZSC). Si evidenzia altresì che i cromatismi utilizzati in *Tabella 9* sono gli stessi di quelli indicati negli abachi d'uso (*Allegato 4*).

Tabella 9 - Classificazione degli interventi in relazione all'impatto ambientale

Intervento	Impatto sulla flora	Impatto sulla fauna	Impatto visivo	Altri impatti	Classificazione
Pulizia della parete	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso
Reti paramassi	Basso	Medio	Basso	Basso	Basso
Imbracatura con funi metalliche ancorate a tiranti	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso
Disgaggi	Basso	Medio	Medio	Medio	Medio
Barriere paramassi ad elevata deformabilità	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso
Barriere paramassi rigide	Medio	Basso	Alto	Alto	Alto
Rilevati paramassi	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
Fossati o valli paramassi	Medio	Medio	Basso	Medio	Medio

Tabella 10 – Associazione impatto degli interventi – interventi ammissibili riportati in Alleg. 1 e 2.

INTERVENTI AMMISSIBILI	Impatto (da Tabella 9)			Colore associato su cartografia in allegato
Interventi ad alto-medio-basso impatto	Alto	Medio	Basso	
Interventi a medio-basso impatto	Medio	Basso		
Interventi a basso impatto	Basso			

Le carte in cui si sono sovrapposte le zonizzazioni della riserva (A1, A2, A3, B) alla “compatibilità” ambientale degli interventi formulata in Tabella 9 e negli abachi d’uso (Allegato 4) forniscono la possibilità di ricavare per ciascuna zona (A e B) e sottozona (A1, A2 e A3, B) l’area di pertinenza per ciascuna tipologia d’intervento compatibile tramite un’operazione di *overlay* in ambiente GIS. I risultati di quest’analisi sono sintetizzati nella Tabella 11 (valida per la situazione con il PAI vigente) e nella Tabella 12 (valida per la situazione con il PAI proposto dal Comune di Palermo).

Tabella 11 - Overlay tra tipologie interventi ammissibili e zone/sottozone della RNO a PAI vigente

		INTERS. CON PAI VIGENTE			SOMMA
		Classi Interventi Ammissibili			
Aree della riserva [km²]	A1	0.00	0.00	2.22	2.22
	A2	1.61	0.12	0.18	1.91
	A3	0.03	0.00	0.00	0.03
	B	1.16	0.12	0.00	1.28
	SOMMA	2.81	0.25	2.40	5.45

Tabella 12 - Overlay tra tipologie interventi ammissibili e zone/sottozone della RNO a PAI proposto dal Comune di Palermo

		INTERS. CON PAI PROPOSTO			SOMMA
		Classi Interventi Ammissibili			
Aree della riserva [km ²]	A1	0.00	0.00	2.22	2.22
	A2	1.81	0.12	0.18	2.11
	A3	0.03	0.00	0.00	0.03
	B	1.16	0.12	0.00	1.28
SOMMA		3.00	0.25	2.40	5.65

Dall'analisi delle due tabelle si evince che le aree potenzialmente interessate da interventi ammissibili ricadono nelle sottozone A1 e A2 mentre trascurabile è la sovrapposizione tra interventi ammissibili e sottozona A3 (solo 3 ha) sia nello scenario di PAI vigente che di quello proposto dal Comune di Palermo. In aree A1 sono utilizzabili, in entrambi gli scenari 2.22 km², per le opere a basso impatto (colore **viola**). Anche se la maggiore estensione si ha, in valore assoluto, nelle zone A2 interessate da potenziali interventi ammissibili a alto-medio-basso impatto (colore **verde oliva**) (1.61 e 1.81 km² rispettivamente), un'attenta analisi degli Allegati 1 e 2 evidenzia che queste aree sono non idonee dal punto di vista morfologico a ospitare interventi ad alto impatto quali barriere rigide e rilevati paramassi. Gli interventi a medio-basso impatto (colore **arancio**) potrebbero essere inserite in un'area di estensione pari a 0.12 km² nella sottozona A2 in entrambi gli scenari. Infine per quanto riguarda la zona B questa potrebbe essere interessata da interventi alto-medio-basso impatto (colore **verde oliva**) per 1.16 e a medio-basso impatto (colore **arancio**) con estensioni di 1.16 e 0.12 km².

Conclusioni

Il presente Rapporto Finale è stato redatto tenendo conto delle modifiche e integrazioni richieste dal Committente, in relazione a quanto espresso dagli Enti di Tutela (lettera del 21/06/2018, in seguito alla trattazione nella seduta del CRPPN del 20/06/2018), con particolare riferimento alle zonizzazioni di pericolosità e rischio del PAI vigente, delle variazioni al PAI proposte dal Comune di Palermo, alla zonizzazione della Riserva N.O. di Monte Pellegrino e ai piani di sistemazione e d'uso della stessa, con la problematica relativa alla presenza di chiroterri.

Il Responsabile Scientifico

(Prof. Leonardo Valerio Noto)

Elenco Allegati

- **Allegato 1 - Carta degli interventi ammissibili (PAI vigente).** In esso sono riportati:
 - limite ZSC;
 - trazzere;
 - sentieri;
 - confini di riserva (A, A1, A2, A3 e B);
 - interventi ammissibili intersecati con PAI vigente estesi ad un buffer di 200 m esterno alla ZSC.

- **Allegato 2 - Carta degli interventi ammissibili (PAI proposto dal Comune).** In esso sono riportati:
 - limite ZSC;
 - trazzere;
 - sentieri;
 - confini di riserva (A, A1, A2, A3 e B);
 - interventi ammissibili intersecati con PAI proposto dal Comune estesi ad un buffer di 200 m esterno alla ZSC.

- **Allegato 3 - Carta degli interventi eseguiti.** In esso sono riportati:
 - limite ZSC;
 - viabilità completa (strade, trazzere e sentieri);
 - confini di riserva (A, A1, A2, A3 e B);
 - interventi eseguiti.

- **Allegato 4 - Abaco d'uso** contenete le schede sui possibili interventi di mitigazione del rischio

- **Allegato A - Tavola dei siti archeologici, di interesse geologico e dei geositi.** In esso sono riportati:
 - siti archeologici;
 - siti di interesse geologico;
 - geositi.

Bibliografia

- AA.VV., 2008. *Atlante della biodiversità della Sicilia. Vertebrati terrestri. Studi e Ricerche*, 6, Arpa Sicilia, Palermo.
- AA.VV., 2010. PIANO DI GESTIONE. *Ambito territoriale dei "Promontori del Palermitano e Isola delle Femmine"*. www.artasicilia.eu/old_site/web/natura2000/index.html.
- Abate B., Catalano R., Renda P., 1978. *Carta geologica dei Monti di Palermo. Istituto di Geologia dell'Università di Palermo*.
- Agnelli P., A. Martinoli, E. Patriarca, D. Russo, D. Scaravelli e P. Genovesi (a cura di), 2004 - *Linee guida per il monitoraggio dei Chiroterri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. Quad. Cons. Natura*, 19, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Apat , 2002. *Atlante delle opere di sistemazione dei versanti 10/2002*
- Arnone M., Romano M., Sparacio I., 1986. *Dati qualitativi sulla fauna.- In: Lo Valvo M. (Red.), La Fauna del Parco della Favorita e di Monte Pellegrino.- Naturalista sicil., s. IV, X, 128-136.*
- Australian Geomechanics Society, 2000. *Landslides risk management concepts and guidelines, Australian Geomechanics vol.35 pagg. 49-92.*
- Basilone L., 2012. *Litostratigrafia della Sicilia, Arti Grafiche Palermitane pagg. 3 -160.*
- Bonacasa N., 1995. *Documenti cristiani su Monte Pellegrino, Riv. Arch. Cristiana Vol. XXXI.*
- Bovio J. Marconi, 1955. *Interpretazione dell'arte parietale dell' Addaura, Bollettino d' Arte , XXXVIII, IV, n.1, pagg. 61-68.*
- Brullo S., Marcenò C., 1985. *Contributo alla conoscenza della classe Quercetea ilicis in Sicilia.- Not. Fitosoc., 19 (1): 183-229.*
- Cafilisch L., 1966. *La geologia dei Monti di Palermo, Riv.It.Paleont. e Stratigr. Pagg.1-108.*
- Catalano R. et al., 1979. *Carta Geologica dei Monti di Palermo, Ist. Geol. Univ. Palermo.*
- Catalano R., Di Maggio C., 1996. *Sovrapposizione tettonica delle Unita Imeresi sulle Panormidi nei Monti di Palermo (Sicilia). Naturalista Siciliano: 1996.*

- Catalano R. et al., 2011a. *Progetto CARG Note illustrative della carta geologica d'Italia scala 1:50000 - Foglio 593 "Castellammare del Golfo"*.
- Catalano R. et al., 2011b. *Progetto CARG Note illustrative della carta geologica d'Italia scala 1:50000 - Foglio 594-585 "Partanna-Mondello"*.
- Coccolo A., Peressi G., 2008. *Il rischio viabilità in ambiente montano, Rassegna Tecnica* pagg.14-18.
- Cusimano G., Liguori V., 1980. *Idrogeologia della Piana di Palermo.- Atti 3° Conv. Intern. Acque sotterranee, (Acireale, CT 17-21/2)*.
- Di Martino A., 1971. *Monte Pellegrino. In: Gruppo di Lavoro per la Conservazione della Natura della Società Botanica Italiana (a cura di), "Censimento dei biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia". Vol 1 - XIX, scheda 19-4. Camerino, Savini-Mercuri.*
- Di Martino A., Raimondo F.M., 1979b. *Flora e vegetazione.- In: Biondo V.S. et al. (a cura di), "Parco La Favorita e Monte Pellegrino a Palermo", Firenze, ed. La Seppia.*
- Di Martino A., Sortino M., 1970. *Aspetti della vegetazione del Monte Pellegrino (Palermo).- Giorn. Bot. Ital., 103(6)(1969): 609 (abstract).*
- Dia M.G., Maniscalco M., Raimondo F.M., 1997. *Caratterizzazione della diversità forestale e briofitica dei Monti di Palermo in rapporto agli indirizzi di gestione naturalistica del territorio. Quad. Bot. Ambientale Appl. 8: 109-125.*
- InterregIII, 2006. *RiskYdrogeo Prog 179, Relazione Finale*
- Gianguzzi L., D'Amico A., Caldarella O., 2007. *La flora vascolare dei Monti di Palermo. Collana Sicilia Foreste 36, pp. 360. Azienda Foreste Demaniali della Regione Siciliana, Palermo.*
- Gianguzzi L., Ilardi V., Raimondo F.M., 1996. *La vegetazione del promontorio di Monte Pellegrino.- Quad. Bot. ambientale appl., 4 (1993): 79-137.*
- Gianguzzi L., Ilardi V., Raimondo F.M., 1996. *La vegetazione del promontorio di Monte Pellegrino (Palermo).- Quad. Bot. Ambientale Appl., Palermo, 4 (1993): 79-137.*
- Interreg III, 2006. *RiskYdrogeo Prog 179, Relazione Finale.*
- ISPRA Servizio geologico d'Italia. *Progetto CARG - Note illustrative della carta geologica d'Italia scala 1:50000 Foglio 595 Palermo pagg.9- 218.*
- ISPRA – SNPA , 2017 *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici.*

- Kotsakis T., 1979. *Sulle mammalofaune quaternarie siciliane*, *Boll.Serv.Geol.It* vol.99 pagg. 263-276.
- La Mantia T., 2004. *Ecologia e agricoltura nel parco della Favorita*. In *Tenuta Reale "La favorita"*. Fabio Orlando Editore, 89-122.
- La Mantia T., Cullotta S., Garfi G., 2003. *Phenology and growth of Quercus ilex L. in different environmental conditions in Sicily (Italy)*. *Ecologia Mediterranea*, 29, (1): 15-25.
- Lo Valvo M. (Red.), 1986. *La Fauna del Parco della Favorita e di Monte Pellegrino*.- *Naturalista sicil.*, s. IV, X (suppl.), 91-163.
- Massa B., 1990. *Omaggio a G. E. Hutchinson, ovvero trentanni di omaggio a Santa Rosalia*.- *Naturalista sicil.*, s. IV, XIV (suppl.): 11-32.
- Mannino G., 1985, *Le grotte di Monte Pellegrino. Etna-Madonie, Club Alpino Siciliano, Palermo*.
- Marsico A., 2003. Il disturbo arrecato alle comunità di chiroterri dalla fruizione delle grotte. - *Thalassia Salentina*, 277-284.
- Montanari L., 1965. *La geologia del Monte Pellegrino*, *Riv.Min. Sic. Vol.88 pagg. 173-197 e vol.90 pagg.72-106*.
- Naselli Flores L, Barone R, Pasta S, Livreri Console S. 2002. *Il Gorgo di Santa Rosalia. Studio limnologico e prospettive di conservazione. Unione Europea, Regione Siciliana, Ass. Territorio e Ambiente, R.N.O. "Monte Pellegrino", Dipartimento di Scienze Botaniche. Palermo: Eurografica. p. 1-80*.
- Panizza M., Piacente S. 2014. *Geomorfologia culturale*. Ed. Pitagora
- Pensalfini M., 2012. *Studio di screening per la valutazione d'incidenza in "Intervento di riduzione del rischio idrogeologico sul versante della falesia del Colle San Bartolo in corrispondenza del centro abitato di Fiorenzuola di Focara. Settore nord-ovest. Comune di Pesaro*
- Picazzo M., Brandolini P., Pelfini M. 2009. *Clima e rischio geomorfologico in aree turistiche*. Ed. Pàtron
- Raimondo F.M. (ed.), 1992. *Studio e catalogazione della flora, della vegetazione e delle emergenze botaniche ed ambientali del Monte Pellegrino (Palermo)*.- *Comune di Palermo, Palermo, Ass. Parchi, Verde ed Arredo Urbano, 222 pp. + carta (scala 1:8.000)*.

- Raimondo F.M. (Ed.), 1992. *Studio e catalogazione della flora, della vegetazione e delle emergenze botaniche ed ambientali del Monte Pellegrino (Palermo)*.- Comune di Palermo, Ass. Parchi, Verde ed Arredo Urbano, 222 pp., Palermo (con carta in scala 1:8.000).
- Raimondo F.M., 2000. *Carta del paesaggio e della biodiversità vegetale della provincia di Palermo*.- *Quad. Bot. Ambientale Appl.*, 9 (1998): 3-160.
- Raimondo F.M., Gianguzzi L., Di Martino C., 1996. *La flora vascolare del Promontorio del Monte Pellegrino (Palermo)*- *Quad. Bot. Ambientale Appl.*; 4 (1993): 13-34.
- Raimondo F.M., Venturella G., Ilardi V., 1996. *Carta forestale del promontorio di Monte Pellegrino (Palermo)(1:10.000)*.- *Quad. Bot. Ambientale Appl.*, 4 (1993): 145-152.
- Roccati A., Faccini F., Piccazzo M., 2009. *Cartografia della pericolosità geomorfologica e della vulnerabilità turistica: il caso dei monti Penna e Aiona nel Parco dell'Aveto (Appennino Ligure-Emiliano)*, 13a Conf. Naz. ASITA, pagg.1669-1677.
- Sparacio I., 1986. *Dati qualitativi sui Molluschi terrestri e d'acqua dolce*.- In: Lo Valvo M. (Red.), "La Fauna del Parco della Favorita e di Monte Pellegrino". *Naturalista sicil.*, X (suppl.): 136.
- Surano N., Gianguzzi L., Raimondo F.M., 1996. *Carta della vegetazione del promontorio di Monte Pellegrino (Palermo)*.- *Quad. Bot. Ambientale Appl.*, 4 (1993): 139-144. ISPRA – SNPA , 2017 Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici.
- Terranova R., P., Firpo M. , 2006. *Valorizzazione turistica dello spazio fisico come via alla salvaguardia ambientale* ed . Pàtron
- Venturella G., Dia M.G., Raimondo F.M., 1991. *Studio geobotanico del Monte Pellegrino (Palermo)*.- *Giorn. Bot. Ital.*, 125(3): 433 (abstract).
- Viola M., 2014. " *E' possibile una valutazione oggettiva?*", in " *Rischio e rischio residuo lungo le vie e i sentieri di comunicazione*", *Ordine degli Ingegneri della provincia di Trento*, pagg. 1-39.
- Zava B. & Catalano E., 1984. On the presence of *Tadarida teniotis* in Sicily (Chiroptera). *Mammalia*, Paris t. 48, n. 3: 467-468.
- Zava B. & Falzone D. 1978. *Brevi note sui Chiroterri del Palermitano*. *Speleologia Siciliana*. Palermo, pp. 66 – 68.

Zerbi M.C. 1998. Turismo sostenibile in ambienti fragili. Problemi e prospettive degli spazi rurali, delle alte terre e delle aree estreme. Ed. Cisalpino