



Mitigazione dei Rischi Naturali per la Sicurezza
e la Mobilità nelle Aree Montane del Mezzogiorno

PNR 2015-2020

Area di Specializzazione Smart, Secure and Inclusive Communities



Obiettivo Realizzativo 7

Soluzioni innovative di mobilità

Mobilità sostenibile per la transizione ecologica e lo sviluppo del territorio: studio di un materiale eco-sostenibile per la realizzazione di percorsi ciclopedonali

Donato Ciampa, Maurizio Diomedi, Francesco Paolo Rosario Marino, Saverio Olita

Università della Basilicata

Settembre 2022



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Università
e della Ricerca*



PON
RICERCA
E INNOVAZIONE
2014 - 2020



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA
UB
1982

© 2022 Università degli Studi della Basilicata

Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9788899432928



Questa pubblicazione è stata realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea – FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

www.ponricerca.gov.it



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Università
e della Ricerca*



Mitigazione dei Rischi Naturali
per la Sicurezza e la Mobilità nelle
Aree Montane del Mezzogiorno



INDICE

Sommario.....	2
1. Introduzione.....	2
2. Quadro normativo di riferimento e PACT Regione Basilicata	3
3. Percorsi ciclabili nelle Dolomiti Lucane	5
3.1 <i>Caratteristiche plano-altimetriche dell’Anello 1</i>	7
3.2 <i>Caratteristiche plano-altimetriche dell’Anello 2</i>	8
4. L’idea di progetto dei percorsi ciclopdonali	11
5. Il problema delle frane e dei dissesti idrogeologici	12
6. Conglomerato bituminoso eco-sostenibile	14
Conclusioni.....	15
Bibliografia.....	15



MOBILITÀ SOSTENIBILE PER LA TRANSIZIONE ECOLOGICA E LO SVILUPPO DEL TERRITORIO: STUDIO DI UN MATERIALE ECO-SOSTENIBILE PER LA REALIZZAZIONE DI PERCORSI CICLOPEDONALI

Donato Ciampa, Maurizio Diomedì, Francesco Paolo Rosario Marino, Saverio Olita

SOMMARIO

Molti territori in Europa, e tra questi la Basilicata, sono caratterizzati da un patrimonio naturalistico esteso e di grande pregio. La fruizione di tali territori passa tanto attraverso soluzioni di mobilità innovative quanto attraverso una mobilità “lenta” di tipo pedonale o ciclabile. In quest’ottica, nell’ambito dell’OR7 del Progetto MITIGO, unitamente a soluzioni innovative di mobilità, si stanno studiando forme di spostamento legate a modelli di turismo sostenibile, attraverso la messa a sistema di percorsi promiscui ciclabili e veicolari che in parte utilizzano archi stradali esistenti e in parte prevedono la costruzione di tratti ex novo di completamento. Nella realizzazione/adequamento degli itinerari ciclo-pedonali un aspetto importante riguarda lo studio dei materiali da impiegare per la costruzione delle sovrastrutture. Questo rapporto presenta i risultati dello studio di una miscela di conglomerato bituminoso, particolarmente adatta per la realizzazione di sovrastrutture ciclabili o pedonali sostenibili in termini ambientali ed economici. Il nuovo materiale studiato impiega il 100% di aggregati lapidei di riciclo (CDW - Construction & Demolition Waste) legati a freddo con emulsione bituminosa. La caratterizzazione prestazionale di laboratorio ha consentito di stabilire che tale conglomerato può essere efficacemente utilizzato per la realizzazione di sovrastrutture ciclabili e/o pedonali, nonché per la realizzazione, ambientalmente sostenibile, di una viabilità secondaria di interconnessione a servizio dell’edificazione diffusa del territorio in ambito extraurbano.

1. Introduzione

L’attuale contesto socio-politico e la crisi economica dovuti alla guerra in Ucraina e agli effetti post-pandemici Covid19 e che interessa la quasi totalità dei Paesi sviluppati, sta mettendo fortemente in discussione gran parte del sistema economico occidentale e, in particolare, porta ad attualizzare una più generale riflessione che riguarda il contesto ambientale ed energetico dello sviluppo, sempre più strettamente connesso alla perdita di ecosistemi e biodiversità (per azioni antropiche o eventi calamitosi o bellici), al riscaldamento globale e allo sfruttamento impietoso delle risorse naturali rendendo sempre più necessari nuovi modelli di sviluppo sostenibile (Marino et al., 2019).

Proprio l’esperienza della pandemia ha innescato investimenti senza precedenti nella mobilità ciclistica in tutta Europa: più di 1 miliardo di euro è stato speso per le infrastrutture e 2300 km di nuove piste ciclabili sono state realizzate dal 2019 ad oggi. Anche in Italia sono quasi 200 i chilometri di nuove ciclabili “leggere” realizzate nel periodo post *lockdown*, come indicato nel report “Covid Lanes” di Legambiente (Report Legambiente, 2020). Anche se, affinché la mobilità sostenibile cresca concretamente, come segnalato nello stesso documento, occorre raddoppiare nei prossimi 5 anni i chilometri di piste ciclabili, come prevedono i



Piani Urbani Mobilità Sostenibile (PUMS). Si tratta di progetti per 2626 km di nuove piste ciclabili, da sommare ai 2341 km già esistenti in 22 città italiane. Con un investimento previsto nel PNRR di alcune decine di miliardi di euro (61.7 in dieci anni) in infrastrutture e incentivi per ciclabilità, pedonalità, sicurezza ed intermodalità di trasporto - Rapporto 2021 dell'Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, così da favorire la transizione ecologica attraverso la mobilità sostenibile (Rapporto ASviS, 2021).

In generale, pensare ad una mobilità “dolce” o “lenta” da affiancare ad infrastrutture e sistemi di trasporto ad alta velocità e intensità di traffico, unisce l'esigenza di avere reti di collegamento moderne ed efficienti a forme di spostamento legate a modelli di turismo sostenibile, in cui le modalità di spostamento cosiddette “dolci” (ovvero la pedonalità e la ciclabilità) stanno via via assumendo un ruolo sempre più centrale.

Questa crescente necessità di reinventare la mobilità urbana è una spinta sempre più forte verso la realizzazione di un'estesa rete di piste ciclabili dentro e fuori dalle città, e un contributo importante ad un ritorno in voga della bici, sia come mezzo di trasporto che come vero e proprio strumento per lo svago e il tempo libero. Mezzo “simbolo” della mobilità sostenibile, la bicicletta nel corso degli anni ha visto modificare il proprio ruolo, la propria modalità di utilizzo, anche in funzione degli sviluppi tecnologici che l'hanno interessata a favore di modelli elettrici, divenendo alternativa alla mobilità degli abitanti dello *sprawl* urbano (che si regge sostanzialmente sull'utilizzo dell'automobile privata) e, al contempo, mezzo di mobilità in ambito rurale e su percorsi non veicolari, su percorsi ciclabili e itinerari protetti.

Contestualmente, la rapida diffusione di associazioni e manifestazioni dedicate al cicloturismo ha decretato la nascita di un vero e proprio movimento di viaggiatori *eco-friendly*, che si muovono lungo percorsi che permettono di ridisegnare il territorio e viverlo in ottica sostenibile poiché gli itinerari che si aprono al suo interno attraverso lo studio di nuove piste ciclabili consentono ai vari *stakeholder* (albergatori, ristoratori ed enti) di diventare protagonisti di un processo di valorizzazione delle specificità locali, promuovendo un turismo più attivo e consapevole, con ricadute estremamente impegnative per la gestione e la pianificazione dell'uso del territorio ed il suo controllo ambientale poiché rappresentano una potente opportunità per fornire infrastrutture e creare servizi e posti di lavoro in aree anche remote. Basti pensare che nell'ultimo decennio il cicloturismo è cresciuto esponenzialmente in Europa, sia in termini di infrastrutture e servizi che di frequentazione del pubblico, generando un fatturato annuo di 44 miliardi di euro¹ e rappresentando oggi una priorità strategica per molti territori in Europa soprattutto per il suo potenziale di attrarre turismo a valore aggiunto.

Così, se il cicloturismo trae un vantaggio sostanziale dagli sviluppi della mobilità urbana estesa basata sulla bicicletta, allo stesso tempo favorisce modelli di turismo sostenibile in cui i percorsi ciclabili sono *driver* di rinnovamento territoriale (urbanistico e rurale), sviluppo economico e sociale.

2. Quadro normativo di riferimento e PACT Regione Basilicata

Complessivamente, per quanto riguarda l'uso della bicicletta e l'applicazione delle tecniche di moderazione del traffico, il corpo normativo italiano è da un lato abbastanza disarticolato e poco dettagliato rispetto ad altri stati europei, dall'altro non ha codificato una casistica ampia e completa di soluzioni standard e specifiche a valere su tutto il territorio nazionale. Questo fa sì che ci siano ancora alcuni punti di grande dibattito circa le modalità di realizzazione delle corsie ciclabili (un esempio è la possibilità o meno di

¹ Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, <https://www.mit.gov.it/connettere-italia/ciclovie-turistiche-nazionali>.



prevederle in controsenso su strade a senso unico per gli autoveicoli)².

L'art.1 del D.M. 30 novembre 1999, n. 557, identifica gli itinerari ciclabili con i percorsi stradali utilizzabili dai ciclisti, sia in sede riservata (pista ciclabile in sede propria o su corsia riservata), sia in sede ad uso promiscuo con pedoni (percorso pedonale e ciclabile) o con veicoli a motore (su carreggiata stradale).

L'art. 10 della 366/98, ai commi 1 e 2, apportando modifiche agli artt. 13 e 14 del Codice della Strada³, ha posto l'obbligo per gli Enti proprietari delle strade classificate come C, D, E, F ai sensi dell'art. 2 dello stesso CdS, vale a dire tutte le strade (extraurbane secondarie, urbane di scorrimento, urbane di quartiere e locali) ad eccezione delle autostrade, di realizzare piste e percorsi ciclabili adiacenti nei casi di costruzione di nuove strade e di manutenzione straordinaria di strade esistenti, purché realizzati in conformità ai programmi pluriennali degli enti locali, salvo comprovati problemi di sicurezza. Da tale obbligo non vengono escluse, quindi, le nuove zone di espansione, le aree industriali o artigianali, né i sottopassi/sovrappassi ferroviari. Le deroghe legate a problemi di sicurezza non risultano codificate e quindi dovrebbero limitarsi a situazioni eccezionali (es. una strada in galleria o una strada di notevole pendenza). Il Ministero delle Infrastrutture (già LLPP) – Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, ha a suo tempo chiarito che il termine “adiacente” può intendersi non solo nella sua accezione letterale ma anche nel senso che la pista o il percorso ciclabile, unendo estremi di tratti stradali oggetto di intervento, possono avere sviluppo in tutto o in parte anche disgiunto da quello della viabilità carrabile. Tali interventi sono tanto più necessari quanto più la realizzazione delle opere viarie può interrompere, compromettere o deviare il transito ciclistico preesistente per esempio a causa della realizzazione di uno svincolo, dell'allargamento o realizzazione di strade per traffico veloce, pesante e/o a quattro corsie.

Con la Legge 11 gennaio 2018, n. 2, “Disposizioni per lo sviluppo della mobilità in bicicletta e la realizzazione della rete nazionale di percorribilità ciclistica”, si persegue l'obiettivo di promuovere l'uso della bicicletta come mezzo di trasporto sia per le esigenze quotidiane sia per le attività turistiche e ricreative, al fine di migliorare l'efficienza, la sicurezza e la sostenibilità della mobilità urbana, tutelare il patrimonio naturale e ambientale, ridurre gli effetti negativi della mobilità in relazione alla salute e al consumo di suolo, valorizzare il territorio e i beni culturali, accrescere e sviluppare l'attività turistica, in coerenza con il piano strategico di sviluppo del turismo in Italia.

Per quanto riguarda, nello specifico, la ciclabilità extra-urbana la *Legge Quadro sulla Ciclabilità* approvata nel Dicembre 2017 si riferisce alle strade F-bis con il termine di “ciclostrade” o anche come “strade 30 extraurbane” e ne chiarisce le caratteristiche: - *percorso dedicato a veicoli non a motore eccetto autorizzati*; - *sezione della carreggiata non inferiore ai 3 metri*; - *velocità massima consentita di 30 km/h*. Così, una vecchia strada di campagna ormai caduta in disuso o spezzata dalla viabilità principale, una strada vicinale, una strada secondaria a basso flusso veicolare, strade che vengono appunto chiamate F-bis ai sensi dell'articolo 2 comma 3 del Titolo 1 del Codice della Strada, possono essere trasformate in un percorso ciclopedonale: strada locale, urbana, extraurbana o vicinale, destinata prevalentemente alla percorrenza pedonale e ciclabile e caratterizzata da una sicurezza intrinseca a tutela dell'utenza debole della strada. Le strade F-bis sono soluzioni, spesso sconosciute o poco considerate dai tecnici comunali e dagli amministratori, che

² Art. 3, c. 1, nuovo n. 12-ter) CdS, e Circolare del Servizio Polizia Stradale del Ministero dell'Interno (prot. 00/A/7923/20/101/3/3/9 del 10/10/2020), “Direttive attuative delle disposizioni in tema di circolazione stradale”.

³ Codice della strada “novellato” dall'art.229 del decreto-legge 34/2020 del 19 maggio 2020 “Decreto Rilancio” (convertito con modifiche nella legge 77/2020 del 17 luglio 2020), come modificato e integrato dall'art. 49 del decreto legge 76/2020 del 16 luglio 2020 “Decreto Semplificazioni” (convertito con modifiche in legge 120/2020 dell'11 settembre 2020).



costituiscono un modo semplice ed economico per incrementare la rete ciclabile di un Comune, garantendo la sicurezza agli utenti a piedi o in bicicletta.

In ambito regionale, il *Patto di Sviluppo Regione Basilicata (PACT)*, strumento politico strettamente connesso agli obiettivi del FESR, è compatibile con il cicloturismo attraverso l'Asse prioritario 5 - *Tutela dell'ambiente e uso efficiente delle risorse e gli Obiettivi Specifici 6C.6.7 "Miglioramento delle condizioni e degli standard di offerta e fruizione del patrimonio culturale, nelle aree di attrazione" e 6C.6.8 "Riposizionamento competitivo delle destinazioni turistiche"*. In particolare, le Azioni⁴ 6C.6.7.1, 6C.6.7.2 e 6C.6.8.3 sono di strategico interesse per la mobilità sostenibile, la transizione ecologica e lo sviluppo del territorio: promuovendo la tutela, la valorizzazione e lo sviluppo delle aree naturali e protette, ne favoriscono la conoscenza, la fruizione, il potenziale attrattivo e la valorizzazione turistica, attraverso una riorganizzazione e razionalizzazione della mobilità, in particolare quella ambientalmente sostenibile, e dei servizi e sistemi di informazione e comunicazione.

I miglioramenti del PACT corrispondono al processo di pianificazione del programma ciclistico avviato dalla Regione Basilicata che mira alla realizzazione di una rete cicloturistica regionale. Parte dei percorsi proposti sono stati anche inseriti all'interno del progetto "CY.RO.N.MED." - Cycle Route Network of the Mediterranean (<http://cyronmed.basilicatanet.it>), per il processo di realizzazione di una "Rete Ciclabile transnazionale" costituita dagli itinerari ciclabili di lunga percorrenza della Rete europea "EuroVelo" (AA.VV. 2009, 2012) e di quella italiana "Bicitalia", per un totale complessivo di circa 10000 km. I punti qualificanti sono: la mobilità lenta per la diffusione dell'uso della bicicletta come mezzo di trasporto pulito e sostenibile; la creazione di una serie di corridoi liberi dal traffico motorizzato; l'intermodalità di trasporto per gli spostamenti a media-lunga e media-breve distanza; la conservazione del territorio con il recupero della viabilità minore; lo sviluppo di economie su piccola scala nei territori attraversati dalle ciclovie: ospitalità, ristoro, guide, turismo.

3. Percorsi ciclabili delle Dolomiti Lucane

La progettazione di un tracciato per la mobilità ciclabile può essere molto differente a seconda del territorio coinvolto e del ruolo fondamentale che spetta a quest'opera. È bene focalizzare l'attenzione al territorio di analisi, al tipo di utenza ciclistica a cui è rivolta e alle esigenze per cui questa nasce. Spesso, se si tratta di ciclovie turistiche il profilo del ciclista, utente finale dell'opera, si può individuare come quello di un ciclista più o meno sportivo, che si muove in coppia o in gruppo alla scoperta del paesaggio che attraversa. In questo caso è dunque importante stabilire dei parametri di sicurezza e fruibilità del percorso, ma non è detto che la realizzazione di una nuova infrastruttura ciclabile sia la risposta più adeguata.

Spesso può risultare più opportuno sfruttare ciò che il territorio già offre. Attribuire il ruolo di ciclovia ad una strada a basso flusso veicolare già esistente, o accostare questo nuovo uso a una infrastruttura esistente e che può essere vista con occhi nuovi, può accrescere il valore culturale complessivo del territorio e minimizzare l'impatto dell'intervento.

È proprio in questa ottica che sono stati individuati due percorsi ciclopedonali, che vogliono contribuire a

⁴ POR FESR 2014-2020 della Regione Basilicata, OT 6 (asse 5) - Obiettivo specifico 6C.6.7: Azione 6c.6.7.1 "Interventi per la tutela e la valorizzazione e la messa in rete del patrimonio culturale, materiale e immateriale nelle aree di attrazione di rilevanza strategica tale da consolidare e promuovere processi di sviluppo"; Azione 6C.6.7.2 "Sostegno alla diffusione della conoscenza e alla fruizione del patrimonio culturale, materiale e immateriale, attraverso la creazione di servizi e/o sistemi innovativi e l'utilizzo di tecnologie avanzate". - Obiettivo specifico 6C.6.8: Azione 6c.6.8.3 "Sostegno alla fruizione integrata di risorse culturali e naturali e alla promozione delle destinazioni turistiche". - <http://europa.basilicata.it/fesr/asse-5-tutela-dellambiente-ed-uso-efficiente-delle-risorse-ot6-2/>

definire itinerari ad elevata valenza naturalistica e culturale con il minimo impatto economico ed ambientale. Ciò è stato ottenuto anche mediante l'ipotesi di riclassificazione di archi stradali extraurbani esistenti di ridotta sezione trasversale e a scarso traffico veicolare in strade di tipo F-bis, come descritte nel precedente paragrafo 2. In linea con quanto prescritto dall'articolo 2 comma 3 del Titolo 1 del Codice della Strada, si tratta di archi stradali con sezione della carreggiata non inferiore a 3 m (mediamente comprese tra 4.5 e 6 m) che contribuiscono a definire due itinerari chiusi ad "anello" che collegano i comuni di Pietrapertosa, Castelmezzano e Accettura (Figura 1).

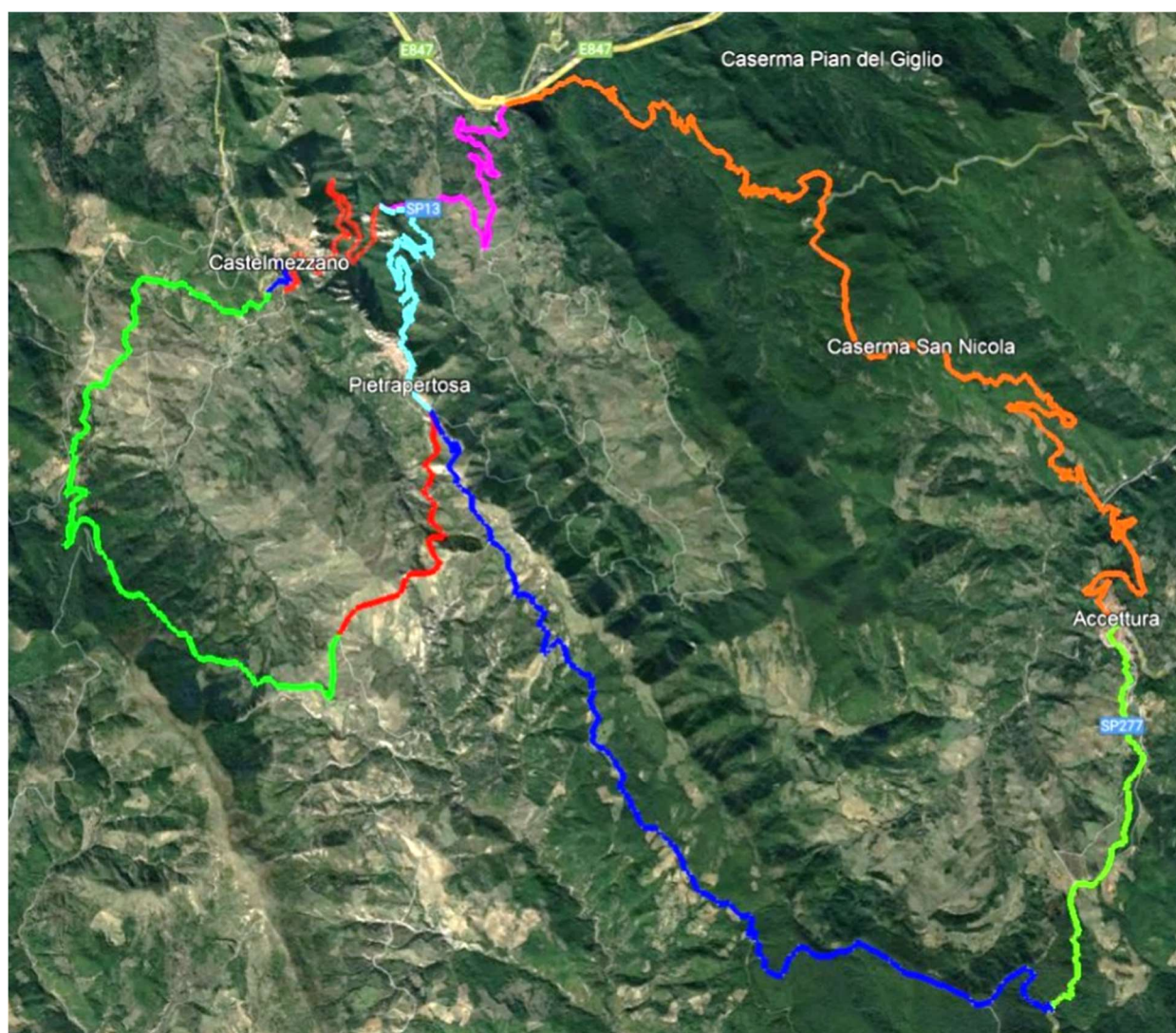


Figura 1: Ambito territoriale interessato dagli itinerari ciclopeditoni e indicazione dei percorsi.

Tali percorsi risultavano già parzialmente individuati a livello di itinerari per cicloamatori dall'Agenzia di Promozione Territoriale Basilicata (APT Basilicata, 2009). In questa fase, i percorsi sono analizzati soltanto dal punto di vista geometrico e non dal punto di vista del rischio da frana. Questo secondo aspetto, molto rilevante, sarà analizzato in una seconda fase (cfr. paragrafo 5).

Quanto ad attrattività e "valenza multifunzionale", è quasi superfluo dire che tutti e tre i comuni collegati dai percorsi ciclopeditoni oggetto dello studio, sono caratterizzati da notevole rilevanza dal punto di vista paesaggistico, ambientale, storico e turistico. Pietrapertosa è il comune più alto della Basilicata, con i suoi

1088 m sul livello del mare ed è costruito nel cuore delle Dolomiti Lucane. Il Comune di Castelmezzano sorge a 750 m s.l.m., a circa 2 km in linea d'aria da Pietrapertosa. Accettura è un piccolo paese di media montagna, nel cuore della Basilicata, che si raggiunge attraversando i lussureggianti boschi di Gallipoli Cognato e di Montepiano. Il borgo di Accettura è anche noto come il *"paese del Maggio"*, un antico rito arboreo che è stato definito *"tra le 47 feste più belle del Mediterraneo"* secondo l'itinerario *"Les fetes du Soleil"* patrocinato dall'Unesco. Tutti e tre i comuni collegati dagli anelli ciclopedonali fanno parte del Parco Regionale di "Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane" (Figura 1).

I due itinerari ciclopedonali chiusi sono stati denominati "Anello 1" e "Anello 2" (Figura 2). Il primo di lunghezza pari a 26.51 km connette Pietrapertosa a Castelmezzano (definito a partire da Pietrapertosa). Esso è costituito da 5 archi di viabilità stradale esistente (Figura 2a e Tabella 1). È opportuno precisare che attualmente l'arco n.2, coincidente con il tronco della SP 13 che va dal Bivio SP Pietrapertosa a Castelmezzano, è interrotto a causa di una frana per caduta massi che lo rende non transitabile e pertanto temporaneamente la percorribilità circolare non è garantita. L'Anello 2 di lunghezza pari a 50.35 km connette Pietrapertosa ad Accettura. Anch'esso è definito a partire da Pietrapertosa e risulta costituito da 5 archi di viabilità stradale esistente (Figura 2b e Tabella 1).

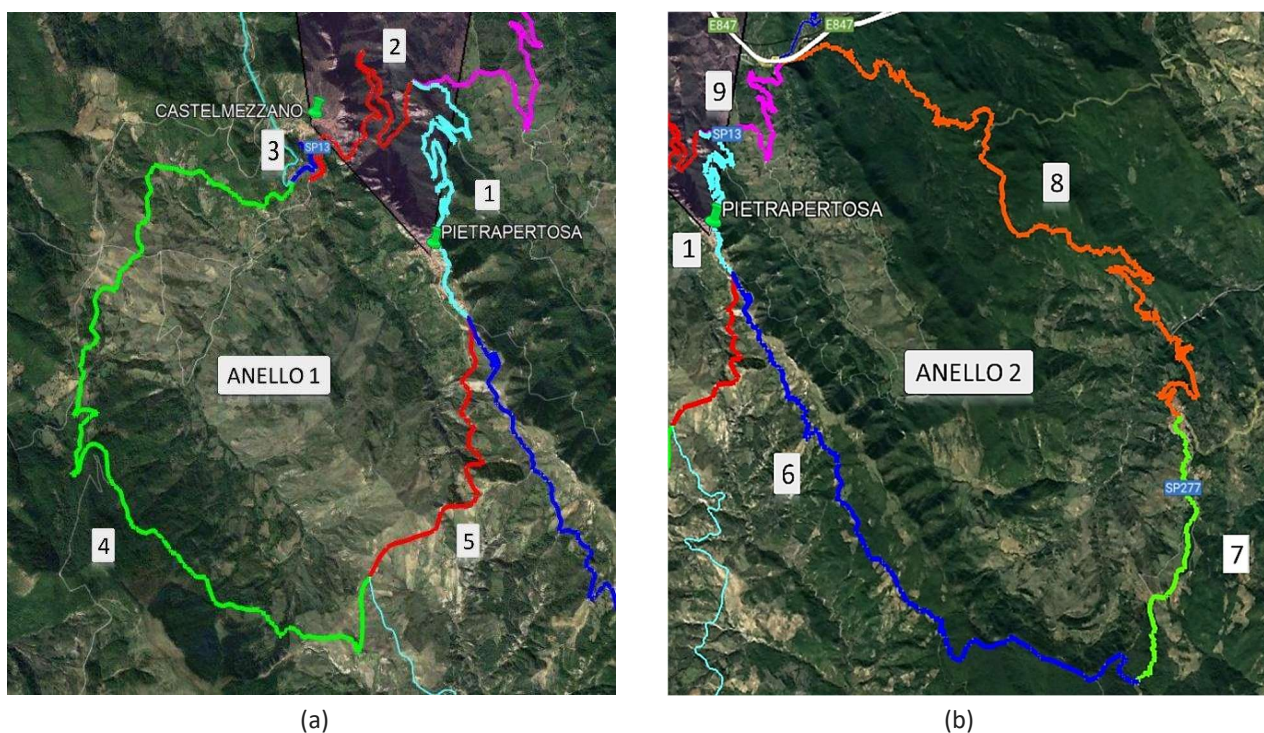


Figura 2: a) Percorso ciclovia Anello 1; b) Percorso ciclovia Anello 2.

3.1 Caratteristiche plano-altimetriche dell'Anello 1

L'Anello 1 (Figure 2a, 3 e Tabella 1) è un percorso di montagna, adatto a chi è abbastanza allenato, caratterizzato da pendenze importanti. I primi due archi dell'anello da Pietrapertosa al Bivio SP Pietrapertosa (arco 1) e fino a Castelmezzano (arco 2) sono caratterizzati planimetricamente da una successione di tornanti che accarezzano la montagna offrendo visioni spettacolari delle Dolomiti Lucane (Figure 5a e 5b). Un esempio

digitale delle vedute e dello skyline⁵ che è possibile ammirare dal vivo è fornito dalla Figura 6. Altimetricamente entrambi gli archi presentano una pendenza media del 6.5% circa, la prima in discesa e la successiva in salita.

Tabella 1: Parametri riassuntivi degli archi stradali.

N.	DENOMINAZIONE STRADA	DESCRIZIONE	L	Q _i	Q _f	Δ	PARTENZA		ARRIVO	
			(km)	(m)	(m)	(m)	Lat (°)	Long (°)	Lat (°)	Long (°)
ANELLO 1										
1	SP Pietrapertosa	Pietrapertosa-Bivio SP Pietrapertosa	5.82	994	647	-347	40.5138	16.0657	40.5344	16.0590
2	SP13	Bivio SP Pietrapertosa-Castelmezzano	5.19	647	805	158	40.5344	16.0590	40.5291	16.0451
3	SC "S.Croce"	Castelmezzano-Bivio S.Croce Camastra	0.64	805	831	26	40.5291	16.0451	40.5256	16.0440
4	SC "S. Croce"	Bivio S.Croce Camastra-Bivio Corleto P.	11.10	831	1010	179	40.5256	16.0440	40.4907	16.0536
5	SC Pietrapertosa-Corleto P.	Bivio Corleto P.-Pietrapertosa	3.76	1010	994	-16	40.4907	16.0536	40.5137	16.0657
Lunghezza Totale			26.51							
ANELLO 2										
6	SP Pietrapertosa	Pietrapertosa-Bivio SP ex SS277	13.90	994	990	-4	40.5138	16.0657	40.4526	16.1494
7	SP ex SS277	Bivio SP ex SS277-Accettura	5.56	990	766	-224	40.4526	16.1494	40.4923	16.1580
8	SP Accettura Gallipoli	Accettura-Bivio SP13	19.70	766	400	-366	40.4923	16.1580	40.5446	16.0757
9	SP13	Bivio SP13-Bivio SP Pietrapertosa	5.37	400	647	247	40.5446	16.0757	40.5344	16.0590
1	SP Pietrapertosa	Bivio SP Pietrapertosa-Pietrapertosa	5.82	647	994	347	40.5344	16.0590	40.5138	16.0657
Lunghezza Totale			50.35							

L'arco 3, di attraversamento di Castelmezzano lungo via S. Croce, raccorda il percorso all'arco 4 che si sviluppa totalmente lungo il tracciato extraurbano della SC S. Croce fino al bivio Corleto Perticara. Tale arco si sviluppa in un paesaggio dominato dalla prateria mista ai boschi, tra spettacolari panorami che esaltano, sullo sfondo, i borghi di Castelmezzano e Pietrapertosa (Figure 5c e 6d). L'arco 4 di lunghezza complessiva pari a 11.10 km è costituito da un primo tratto in salita di lunghezza pari a 7.35 km e pendenza media del 6.0%, e da un secondo tratto in discesa di lunghezza pari a 3.75 km e pendenza media del 6.5% con scollinamento a circa 1200 m. Tale arco può ragionevolmente essere riclassificato come strada F-bis considerata la ridotta sezione della piattaforma stradale esistente (4.00-4.50m) e i prevedibili limitati flussi veicolari. L'Anello 1 si chiude con l'arco 5 che si sviluppa lungo la SC Pietrapertosa-Corleto Perticara fino a Pietrapertosa.

3.2 Caratteristiche plano-altimetriche dell'Anello 2

L'Anello 2 (Figure 2b, 4 e Tabella 1) è anch'esso un percorso di montagna impegnativo. Il primo arco dell'anello da Pietrapertosa al Bivio SP ex SS277 (arco 6) è caratterizzato da un tracciato che attraversa un ambiente prevalentemente boschivo (monte Impiso e monte Piano) con pendenze massime fino al 9-10% e per le medesime considerazioni valide per l'arco 4 può essere riclassificato come strada F-bis.

L'arco 7, che porta ad Accettura, si sviluppa totalmente lungo il tracciato della SP ex SS277 con una discesa caratterizzata da una pendenza media del 6.0% che si snoda nella foresta Gallipoli Cognato.

Anche il successivo arco 8, da Accettura fino al bivio SP13 nei pressi della SS407 Basentana, si sviluppa con alterni saliscendi di pendenza media pari al 6%. Il tracciato di tale arco attraversa la maestosa foresta del parco regionale Gallipoli Cognato. Infine con i successivi due archi (arco 9 e arco 1) si risale dalla SS407 Basentana fino a Pietrapertosa con una pendenza media, per entrambi, del 6.0%.

⁵ Le ricostruzioni digitali delle vedute e degli skyline sono state ottenute da modello DTM (Digital Terrain Model) di dettaglio prodotto nell'ambito del progetto MiTiGo.

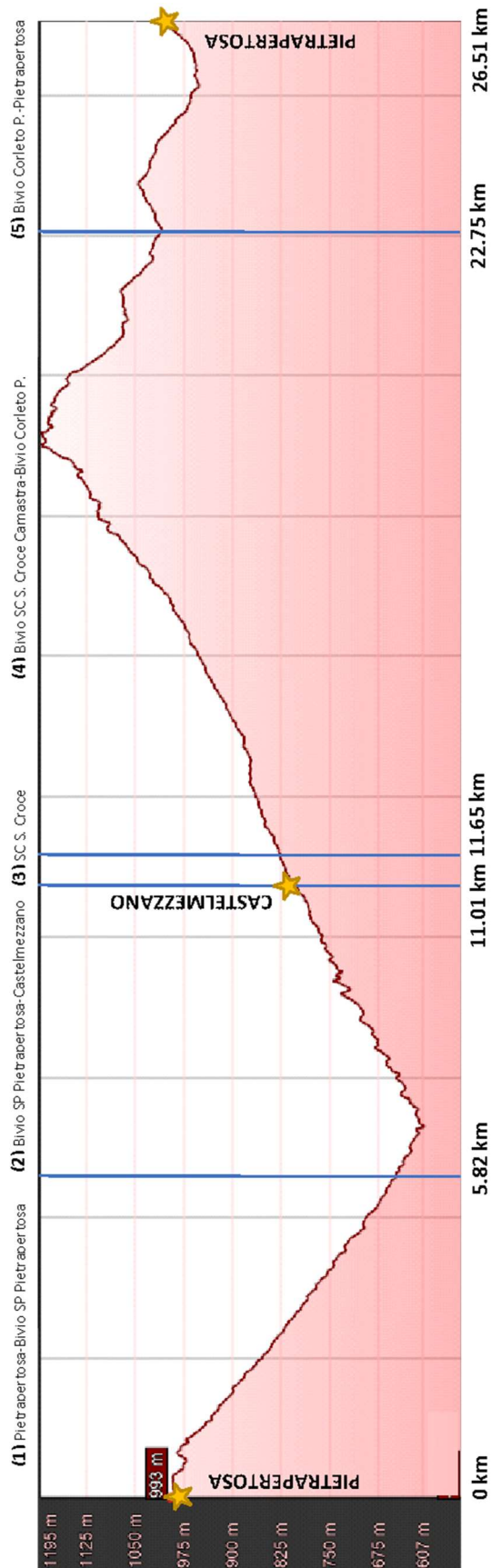


Figura 3: Profilo altimetrico anello 1.

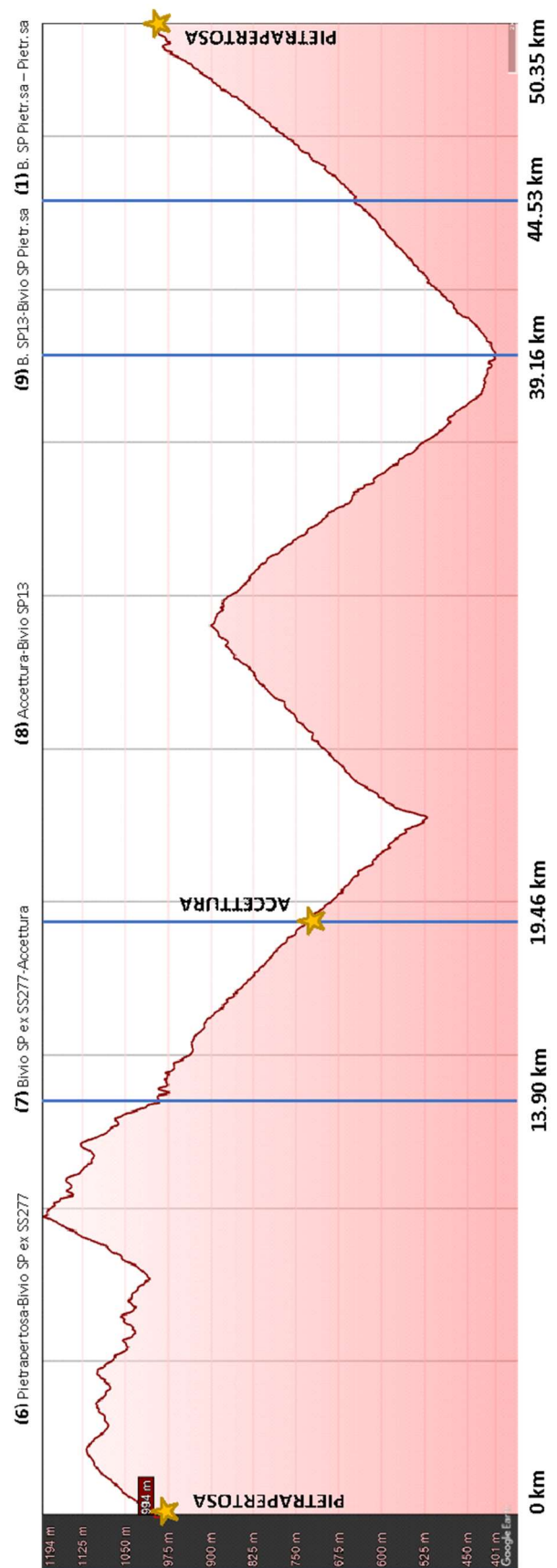
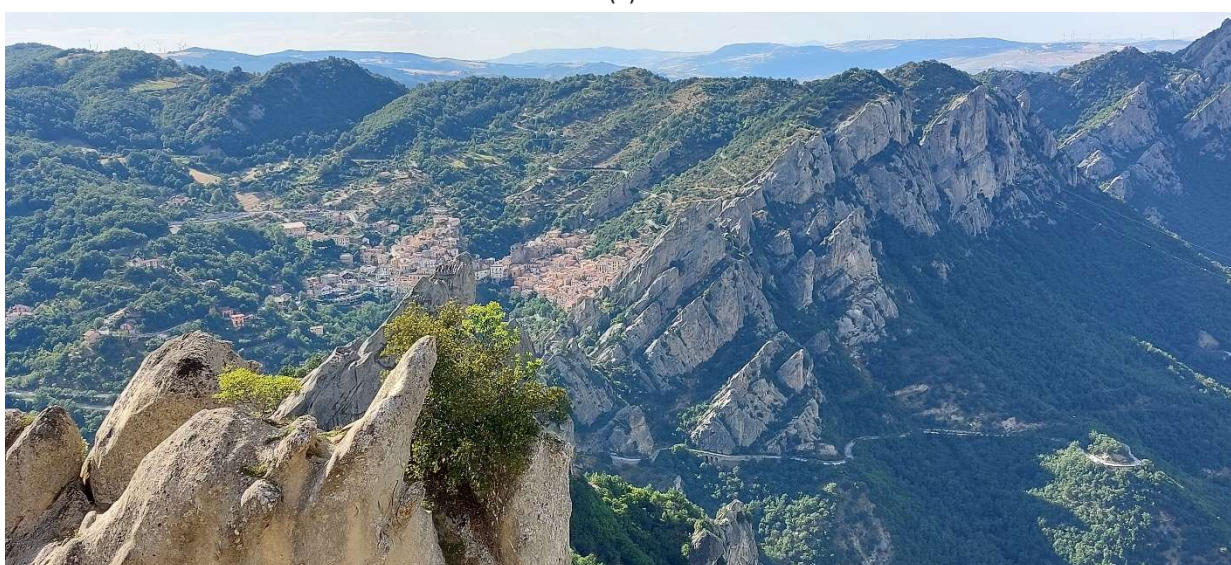


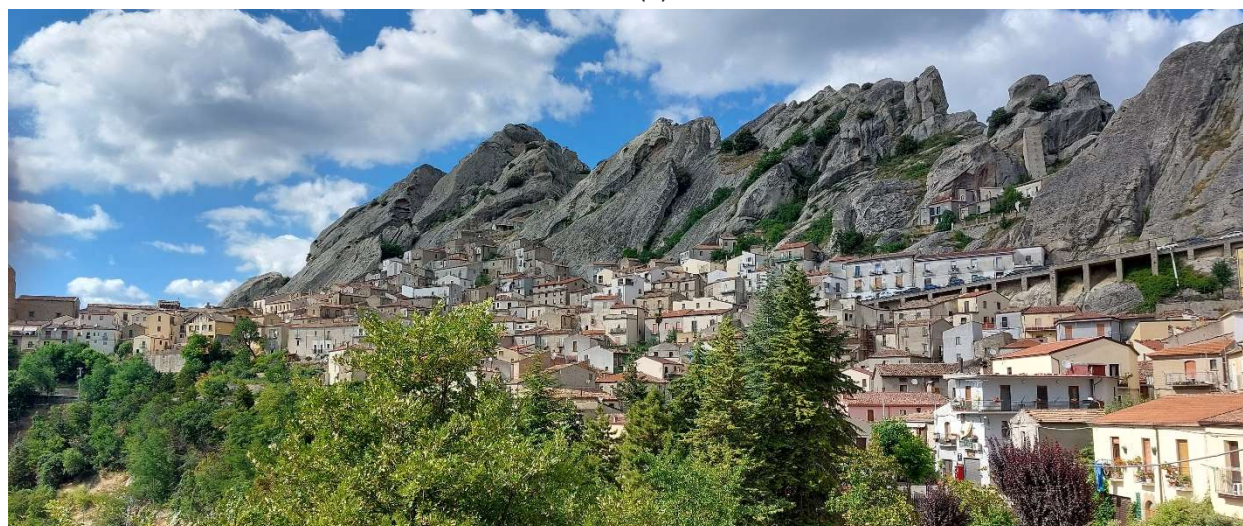
Figura 4: Profilo altimetrico anello 2.



(a)



(b)



(c)

Figura 5: Vedute panoramiche dell'Anello 1 - a) Vista panoramica arco 1; b) Vista panoramica arco 2; c) Veduta del borgo di Pietrapertosa dall'arco 4.

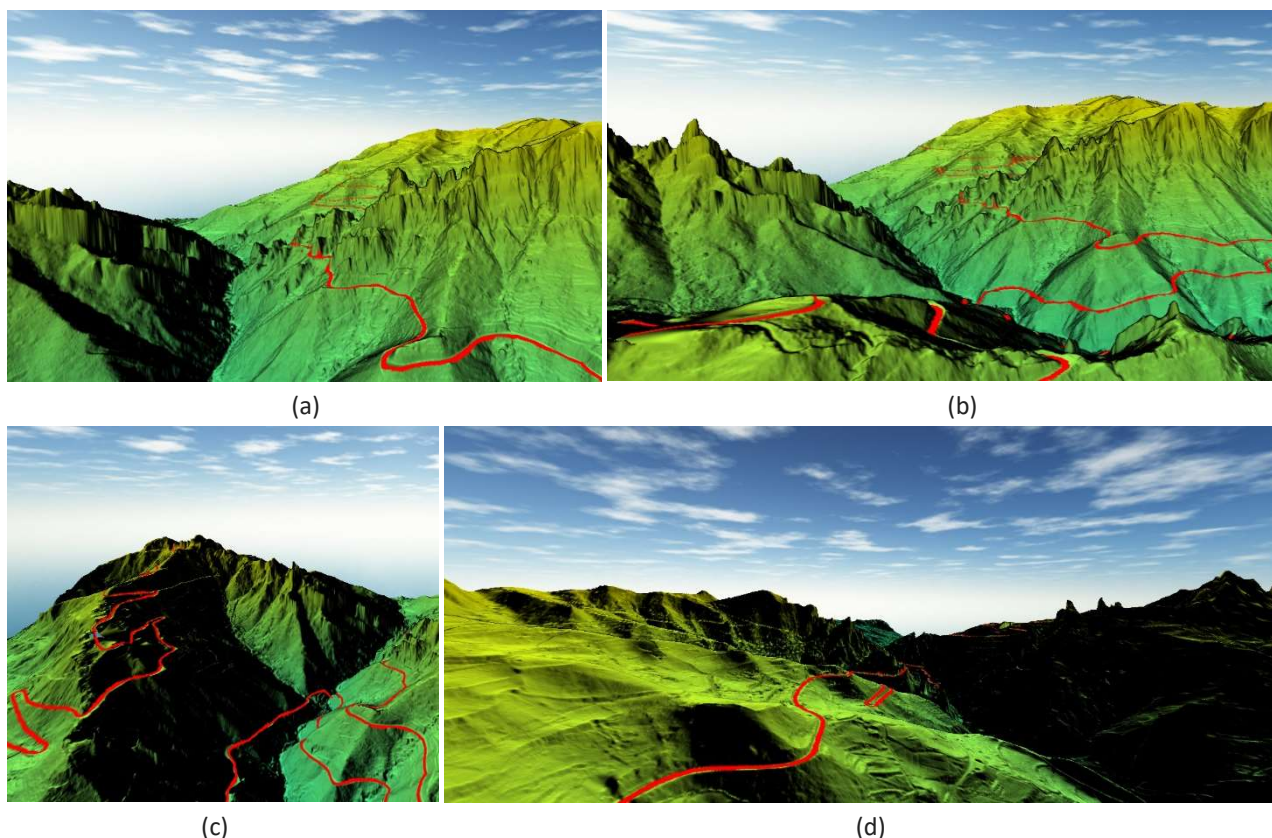


Figura 6: Vedute e skyline dell’Anello 1 da modello DTM: a) Arco 2 - salita verso Castelmezzano; b) Veduta degli archi 1 e 2 ; c) Arco 1 – salita verso Pietrapertosa; d) Skyline dall’arco 4.

4. L’idea di progetto dei percorsi ciclopdonali

La concreta realizzazione dei due anelli ciclopdonali richiede una specifica fase progettuale in cui bisogna tener conto delle considerazioni di base che vengono di seguito illustrate. Gli archi 4, 5 e 6 per loro caratteristiche intrinseche, di natura geometrica (sezione della piattaforma stradale compresa tra 4.00 e 4.50 m) e di traffico, possono essere riclassificati ai sensi del Nuovo Codice della Strada come F-bis senza particolari interventi. Tali archi rappresentano, complessivamente, circa il 37% dei percorsi ciclopdonali. Nella Figura 7 è riportata una simulazione fotografica esemplificativa della riclassificazione dell’arco 4 in F-bis ovvero in ciclovia promiscua. In particolare, la simulazione fa riferimento al tratto di strada individuato dalle seguenti coordinate geografiche: 40.494776°N e 16.027125°E.

I restanti archi compongono, invece, la viabilità principale di accesso ai comuni montani di Pietrapertosa, Castelmezzano e Accettura e sono caratterizzati da dimensioni di piattaforma stradale maggiori (7.00-8.00 m) e da valori più elevati dei flussi veicolari. Pertanto, vengono meno le condizioni per una loro riclassificazione in strade di tipo F-bis “ciclo strade”. Lungo tali tratti occorre quindi valutare, puntualmente, la possibilità di consentire, in sicurezza, la transitabilità ciclopdonale promiscua sulla sede stradale “tal quale”. Quando tali imprescindibili condizioni di sicurezza (visibilità, larghezza della sezione stradale, presenza di intersezioni, accessi privati, ecc.) non sono garantite e i margini stradali sono tali da consentire un incremento della larghezza di piattaforma, occorrerà realizzare delle piste ciclabili ‘in sede’ ossia in affiancamento/adiacenza al nastro stradale esistente. Quando i margini laterali della piattaforma stradale non consentono la costruzione ‘in sede’ della pista ciclopdonale occorrerà progettare e costruire dei percorsi ‘fuori sede’ di interconnessione/bypass.



Figura 7: Esempio di riclassificazione dell'arco 4 in F-bis (posizione 40.494776°N, 16.027125°E).

5. Il problema delle frane e dei dissesti idrogeologici

Un aspetto determinante ai fini dell'implementazione dei percorsi ciclopedonali è costituito dalla stabilità dei versanti lungo i quali si sviluppano i diversi archi stradali. La presenza di movimenti franosi determina, nei casi meno gravi, scalinamenti e sconfigurazioni del piano viabile che pregiudicano la circolazione in sicurezza, soprattutto di quella a due ruote. Nei casi più severi, le frane provocano l'interruzione dell'arco viario, come ad esempio nel caso dell'arco 1 citato in precedenza.

Dunque, lo studio e la gestione del dissesto idrogeologico dell'area risulta cruciale ai fini dell'implementazione degli anelli ciclopedonali e, pertanto preliminare rispetto alle indicazioni progettuali definite nel paragrafo 4.

Nell'ambito del progetto MITIGO, i gruppi di Geologia e Geotecnica stanno analizzando in dettaglio il rischio idrogeologico della zona delle Dolomiti Lucane al fine di proporre sistemi di riduzione del rischio stesso.

Per il momento, in prima approssimazione, si è tenuto conto dell'interazione dei percorsi ciclopedonali con i dissesti franosi ricorrendo all'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI - <https://idrogeo.isprambiente.it/app/iffi/c/76061>) riservando una analisi più dettagliata alla fase di progettazione degli itinerari. La Figura 8 riporta le frane censite nell'IFFI che interessano l'ambito territoriale di studio, mentre la Figura 9 evidenzia l'interazione dei dissesti con i percorsi degli Anelli ciclopedonali.

Si può osservare che gli archi 1 e 9 e parte dell'arco 4 (Figura 2) sono interessati da frane di colamento lento, mentre l'arco 6 è interessato da frane di scivolamento rotazionale/traslato (Figura 8). Anche gli archi 7 e 8 nei pressi di Accettura sono soggetti a frane di scivolamento. Bisogna quindi prevedere, da un lato, miglioramenti dei tracciati evitando, dove possibile, i sistemi franosi più attivi, e interventi di riduzione della pericolosità delle frane non evitabili dall'altro.

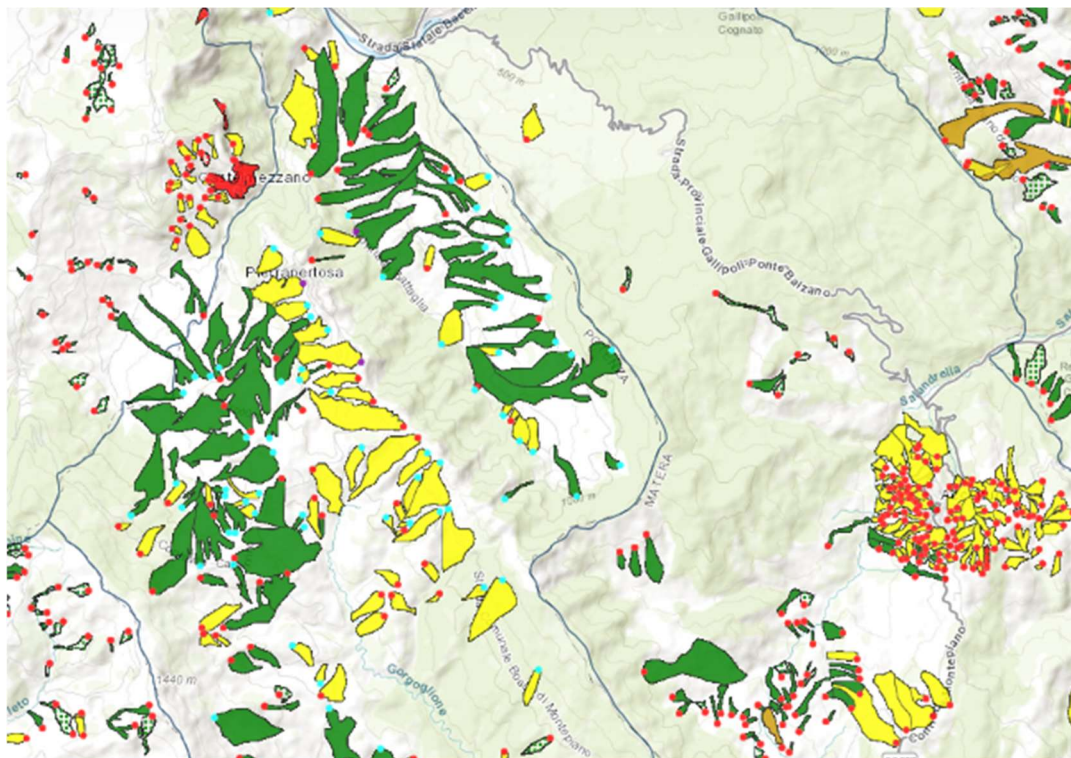


Figura 8: Censimento frane IFFI

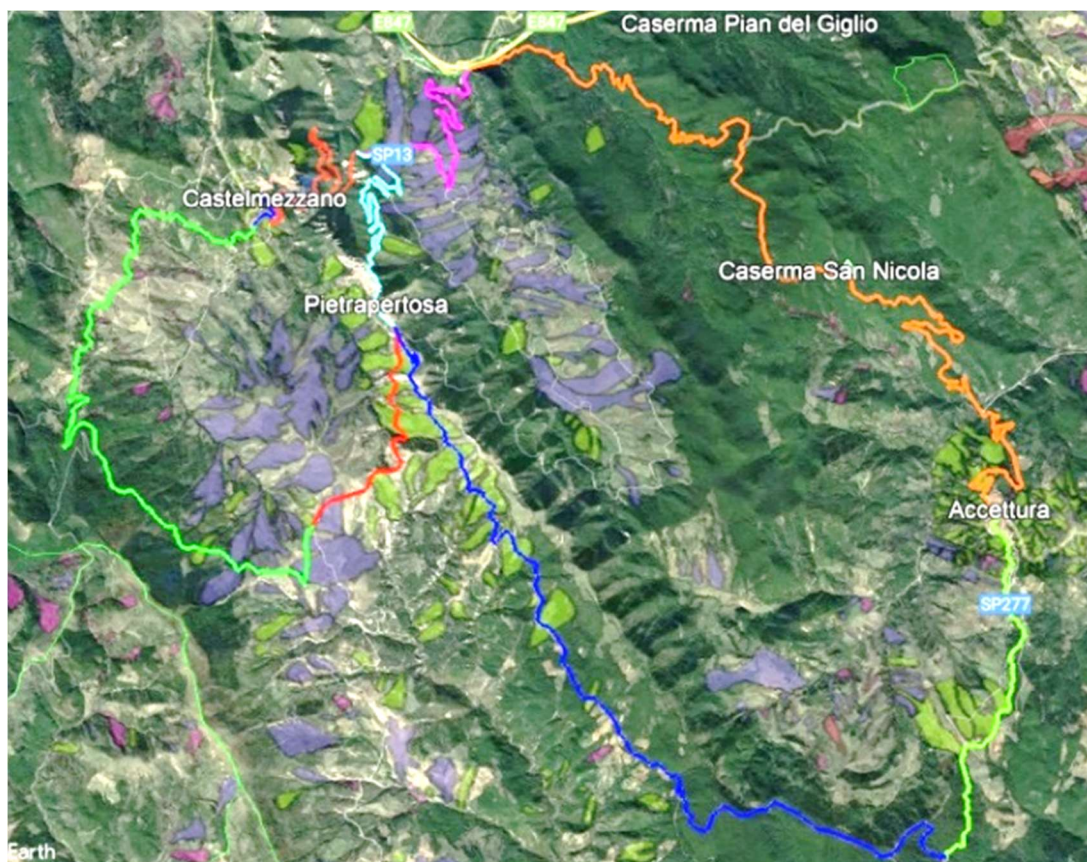


Figura 9: Interazione frane-percorsi ciclopdonali.

6. Conglomerato bituminoso eco-sostenibile

Operando in una strategia di sostenibilità ambientale, per la costruzione *ex novo* di questi archi del percorso ciclopedonale sia ‘in sede’ che ‘fuori sede’, è stato previsto l’impiego di un conglomerato bituminoso a appositamente studiato⁶ (Olita et al., 2022).

Lo studio di mix design si riferisce ad un conglomerato bituminoso a freddo, che ha il vantaggio di ridurre sensibilmente le emissioni di inquinanti in atmosfera, con impiego al 100% di aggregati riciclati – CDW (Ciampa et al., 2020) da utilizzare in strato unico ed ambito extraurbano che al contempo risulti sostenibile in termini ambientali ed economici.

L’aggregato CDW utilizzato per le sperimentazioni è stato fornito dalla ditta INECO s.r.l. (Barile-PZ) ed è stato ottenuto dalla selezione e frantumazione, in impianto fisso, di materiali di riciclo da rifiuti di demolizioni e scarti di opere edili e stradali. Il CDW impiegato, dal punto di vista granulometrico, è costituito da una frazione 0/31.5, caratterizzata da aggregati con diametro massimo pari a 31.5 mm e minimo pari a 0 e risulta compatibile con i limiti imposti dal test di cessione (UNI 10802 e EN 12457-2). I suoi principali costituenti sono: calcestruzzo, prodotti di calcestruzzo, elementi di muratura in calcestruzzo (7.36%); aggregato non legato, aggregato legato idraulicamente (74.35%); elementi di muratura di argilla, mattoni, piastrelle (17.76%); vetro (0.06%).

Attese le minori prestazioni del conglomerato bituminoso riciclato è stata fissata una soglia prestazionale minima pari ad 1/3 di quella di un conglomerato bituminoso a caldo (HMA - Hot Mix Asphalt) per strato di base di tipo tradizionale. La caratterizzazione fisico/meccanica (porosità, stabilità Marshall, resistenza a trazione indiretta, indice Cantabro, ecc.) delle miscele studiate ha evidenziato risultati compatibili con le soglie prefissate. In particolare si è individuato un mix confezionato con 100% di aggregato CDW, 2% di cemento pozzolanico (filler) e 6% di legante bituminoso (ottenuto con una emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume non modificato), che risulta decisamente il più sostenibile, tra i diversi mix studiati, e che bilancia l’aspetto della resistenza meccanica e quello economico. L’utilizzo del 2% in peso di cemento pozzolanico oltre a migliorare le proprietà adesive con gli inerti, in sinergia con l’emulsione bituminosa, conferisce maggiore rigidità alla miscela di conglomerato riciclato.

Per sua natura questo conglomerato bituminoso risulta abbastanza aperto e quando viene messo in opera dà origine a una superficie scabra con una macro-rugosità molto pronunciata. Inoltre, la natura dell’aggregato in cui i grani sono molto variegati per forma e tipo di materiale rende la superficie compattata del conglomerato riciclato ulteriormente “irregolare”. Da ciò nasce la necessità di un trattamento di finitura superficiale in grado di rendere “liscia” e livellata la superficie di rotolamento. A questo trattamento si chiede di far fronte a diverse esigenze: ridurre la macro-rugosità superficiale a valori bassi e determinare una superficie “liscia” e regolare; impermeabilizzare il sottostante strato unico in conglomerato bituminoso riciclato; fornire alla superficie una cromaticità chiara al fine renderla meno impattante dal punto di vista dell’inserimento ambientale; conferire alla superficie una caratteristica riflettente in grado di rendere visibile il percorso ai fari delle biciclette in presenza di buio ambientale; essere sostenibile dal punto di vista economico, delle tecnologie e dei materiali da impiegare.

Tralasciate tutte le soluzioni commerciali che hanno il fondamentale difetto di possedere un costo generalmente elevato e la necessità, in alcuni casi, di tecnologie di messa in opera relativamente complesse,

⁶ Tale materiale può essere impiegato anche per gli eventuali interventi di ripristino delle pavimentazioni stradali degradate (presenza di buche, ormaiamenti e/o fessure, cedimenti dei piani di appoggio, movimenti franosi, ecc.) degli archi esistenti riclassificati in F-bis.



si è cercata una soluzione semplice e sostenibile. La finitura superficiale sperimentata prevede l'impiego di cemento Portland e vetro riciclato finemente frantumato (20%) in grado di fornire alla superficie una colorazione chiara e un certo grado di rifrangenza e riflettanza (SRI=42 – Solar Reflectance Index).

La sperimentazione condotta dimostra come sia possibile ottenere buoni risultati sia in termini di abbattimento dei costi di produzione che di impatto ambientale, nel confezionamento di conglomerati bituminosi eco-sostenibili che esibiscono “minori prestazioni” in termini assoluti ma che risultano del tutto compatibili con quelle richieste dalle sovrastrutture ciclabili e/o pedonali.

Il nuovo materiale a basso impatto ambientale ed economico è stato studiato nei Laboratori di Costruzioni Stradali e di Tecnologia delle Costruzioni (La.Te.C.) della Scuola di Ingegneria dell'Università della Basilicata ed è stato oggetto di pubblicazione scientifica presentata al Convegno Mondiale SURF 2022 (9TH Symposium on Pavement Surface Characteristics - <https://surf2022.org/>) con il titolo: “*Mix design of recycled asphalt concretes for sustainable rural mobility: bicycle and/or pedestrian routes*”. La pubblicazione ha conseguito il riconoscimento di “Best Paper” del Convegno.

CONCLUSIONI

Il progetto MITIGO propone soluzioni di mitigazione dei rischi idrogeologico e sismico per i collegamenti viari e per le strutture strategiche delle aree urbane montane interessate da frane e terremoti, carenza di servizi, difficoltà di mobilità e fenomeni di spopolamento.

La progettazione delle ciclovie rientra in un più ampio intervento che prevede l'individuazione di percorsi di interconnessione per il collegamento tra i centri urbani delle Dolomiti Lucane e non solo, in un'ottica di potenziamento delle infrastrutture “green” per la valorizzazione del territorio e dei borghi montani.

La messa a sistema di itinerari dedicati ad una mobilità “lenta”, come i circuiti ciclo-pedonali individuati nei comprensori comunali di Castelmezzano, Pietrapertosa e Accettura, risponde alle esigenze di “ricucitura” del territorio e di valorizzazione del patrimonio paesaggistico-architettonico dislocato fuori dai centri urbani, migliorandone accessibilità, visibilità e attrattività.

Il presente rapporto di ricerca oltre a definire piano-altimetricamente gli itinerari ciclopedonali fornisce una soluzione costruttiva basata sull'impiego di un materiale a basso impatto economico ed ambientale con cui realizzare le sovrastrutture.

Contributo degli autori

Tutti gli autori hanno contribuito in egual modo alla ricerca e alla stesura del presente manoscritto, di cui hanno letto e approvato la versione pubblicata.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato realizzato grazie ai finanziamenti del progetto MITIGO (Mitigation of natural hazards for safety and mobility in mountain areas of southern Italy) Ars01_000964.

Bibliografia

F.P.R. Marino, F. Lembo and V. Fanuele, “Towards more sustainable patterns of urban development,” SBE19 - Emerging Concepts for Sustainable Built Environment, IOP Publishing - IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 297 (2019) 012028, doi:10.1088/1755-1315/297/1/012028



Legambiente, “COVIDLANES 2020, l’anno delle ciclabili pop-up. I nuovi percorsi in bici e la crescita degli spostamenti nelle città italiane nell’anno del Covid”, Dossier Legambiente, Dicembre 2020.

Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, “L’Italia e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile - Rapporto ASviS 2021,” Editron srl – Roma, pp. 248, Settembre 2021, ISBN 979-12-80634-08-5.

AA.VV., “The european cycle route network EuroVelo challenges and opportunities for sustainable tourism, a cura di Institute of Transport and Tourism, University of Central Lancashire, e Centre for Sustainable Transport and Tourism,” Breda University, Comitato Europarlamentare per Trasporti e Turismo, 2009.

AA.VV., “The European Cycle Route Network Eurovelo Study,” Parlamento Europeo, Brussels, 2012.

APT - Agenzia di Promozione Territoriale - Basilicata (2009), “Cicloturismo in Basilicata - Basilicata sport & natura”. https://www.basilicataturistica.it/wp-content/uploads/2019/03/Guida_Cicloturismo3-1.pdf

D. Ciampa, R. Cioffi, F. Colangelo, M. Diomedì, I. Farina and S. Olita, (2020) “Use of unbound materials for sustainable road infrastructures”. Applied Sciences (Switzerland), 10 (10), art. no. 3465, doi: 10.3390/app10103465

S. Olita, D. Ciampa, M. Diomedì and F. P. R. Marino, “Mix design of recycled asphalt concretes for sustainable rural mobility: bicycle and/or pedestrian routes,” Proceedings of SURF 2022 -The 9th Symposium on pavement surface characteristics, Milano, September 2022, *in corso di stampa*.





www.mitigoinbasilicata.it

Obiettivo Realizzativo n. 7 Soluzioni innovative di mobilità

Questa pubblicazione è stata realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea - FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

www.ponricerca.gov.it

Responsabile della pubblicazione:
Università degli Studi della Basilicata
Scuola di Ingegneria
Via dell'Ateneo Lucano 10
85100 Potenza



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Mitigazione dei Rischi Naturali
per la Sicurezza e la Mobilità nelle
Aree Montane del Mezzogiorno

