

S.S.163 – "AMALFITANA"

Realizzazione di una variante in galleria in località "Torre Mezzacapo" tra gli abitati di Minori e Maiori

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

COD. NA-286

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

Ing. ALESSANDRO MICHELI
Ordine Ing. di Roma n. 19645

GEOLOGO:

Geol. SERENA MAJETTA
Ordine Geol. del Lazio n. 928

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. L. Cedrone
Ordine Ing. di Roma n. A31751

ANALISI DI SOSTENIBILITA' DELLE ALTERNATIVE

Matrice di sostenibilità

| CODICE PROGETTO | | NOME FILE | | REVISIONE | SCALA: |
|-----------------|-----------------|------------------|----------------|------------|-----------|
| PROGETTO | LIV. PROG. ANNO | T00IA02AMBRE02_A | | | |
| DPNA0286 | P 18 | CODICE ELAB. | T00IA02AMBRE02 | A | - |
| C | | | | | |
| B | | | | | |
| A | EMISSIONE | | NOV. 2018 | | |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

INDICE

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | LE ALTERNATIVE E LE IPOTESI CONSIDERATE | 4 |
| 2.1 | L'OPZIONE ZERO | 4 |
| 2.2 | LE ALTERNATIVE INDAGATE | 14 |
| 3 | LA MIGLIORE RISPONDEZZA AGLI OBIETTIVI – SCELTA DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO | 22 |
| 3.1 | LA METODOLOGIA | 22 |
| 3.2 | DALLE POLITICHE DI SOSTENIBILITÀ AGLI OBIETTIVI AMBIENTALI | 25 |
| 3.3 | GLI INDICATORI DI SOSTENIBILITÀ | 31 |
| 3.4 | L'AREA DI CALCOLO | 33 |
| 3.5 | IL CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE: ELABORAZIONE E CALCOLO | 34 |
| 3.6 | LA SOLUZIONE DI PROGETTO | 54 |
| 4 | CONCLUSIONI | 61 |
| | APPENDICE I | 67 |

1 PREMESSA

Il presente elaborato ha lo scopo di illustrare la metodologia, ed i risultati ottenuti, per l'individuazione della migliore scelta progettuale in relazione alla valutazione complessiva della sostenibilità dell'opera relativa alla realizzazione della variante in galleria tra gli abitati di Minori e Maiori e la realizzazione di un percorso ciclopedonale nel tratto dismesso.

Da un punto funzionale si sottolinea che, in relazione agli obiettivi tecnici, escludendo l'alternativa zero (cfr. par. 2.1), le due alternative progettuali proposte soddisfano allo stesso modo tali obiettivi: la realizzazione del progetto in esame infatti ha l'obiettivo di superare le problematiche connesse all'esigenza di mobilità della SS 163, che rappresenta il collegamento principale dell'intero territorio della costiera amalfitana.

Da un punto di vista ambientale e sociale, invece, in relazione al perseguimento degli obiettivi ambientali posti alla base del progetto, questi variano in base alla localizzazione del tracciato e alle caratteristiche della singola alternativa e, pertanto, si è ritenuto necessario uno studio di dettaglio finalizzato alla valutazione del migliore tracciato, per scegliere quello che rispecchi maggiormente i criteri di sostenibilità ambientale.

Nei successivi capitoli, verrà esplicitata la metodologia adottata per la valutazione della sostenibilità delle alternative e le risultanze di tale analisi verranno unificate alle valutazioni condotte sulla sostenibilità economica dei due tracciati proposti, al fine di motivare la scelta della migliore soluzione progettuale.

2 LE ALTERNATIVE E LE IPOTESI CONSIDERATE

2.1 L'OPZIONE ZERO

2.1.1 L'ANALISI TECNICO-AMBIENTALE

In relazione alle motivazioni dell'iniziativa, per le quali si rimanda all'elaborato "T00IA02AMBRE01-A Analisi di sostenibilità delle alternative", di seguito si è voluto esplicitare il motivo per il quale l'alternativa di non intervento viene esclusa a priori dall'analisi delle alternative, in quanto non rispecchia i criteri di funzionalità, sicurezza stradale e sostenibilità ambientale che il progetto si propone di sviluppare per il miglioramento delle condizioni attuali dell'infrastruttura in esame, ad oggi ritenute critiche.

La S.S. 163 ricompre un ruolo strategico, di collegamento, per la zona della costiera Amalfitana. Questa infrastruttura, infatti, rappresenta il collegamento principale dell'intero territorio della costiera amalfitana, sia per raggiungere l'entroterra della penisola stessa che il resto del territorio nazionale. Questo la pone al centro di diverse esigenze, che ad oggi si pongono come irrisolte, e che la realizzazione del progetto in esame si prefigge di affrontare e risolvere attraverso il raggiungimento di alcuni obiettivi di tipo tecnico ed ambientale.

Dal punto di vista tecnico, si evidenzia come attualmente il tratto della SS 163 oggetto di intervento, possiede numerose problematiche legate principalmente alla sezione dell'infrastruttura, che in un tratto presenta un'unica corsia in cui il traffico è regolato da un'intersezione semaforizzata a senso alternato. Ciò è conseguenza di un'elevata congestione del traffico, specialmente nel periodo estivo, in ragione della natura turistica dei luoghi attraversati, di particolare pregio paesaggistico e di rilievo culturale.

Gli obiettivi tecnici prefissati da ANAS S.p.A., per i quali si rimanda all'elaborato sopra citato "T00IA02AMBRE01-A Analisi di sostenibilità delle alternative", si pongono alla base della risoluzione di queste criticità ed il progetto in esame si propone, quindi, come la soluzione attuativa per perseguire tali obiettivi.

Da un punto di vista tecnico, funzionale e di sicurezza stradale la situazione attuale presenta notevoli criticità e pertanto "non agire" significherebbe incrementare o comunque lasciare irrisolte le problematiche attualmente presenti. La soluzione di non intervento (opzione zero), pertanto, risulta non essere in linea con gli obiettivi tecnici prefissati.

Nella logica della progettazione integrata, a questi aspetti tecnici si aggiungono gli aspetti ambientali, principalmente legati all'inquinamento atmosferico ed acustico generato dal traffico veicolare. Pertanto, di seguito si riportano i risultati delle analisi condotte in termini di concentrazioni di inquinanti in atmosfera e di livelli sonori generati allo scenario di non intervento.

Stima delle concentrazioni degli inquinanti

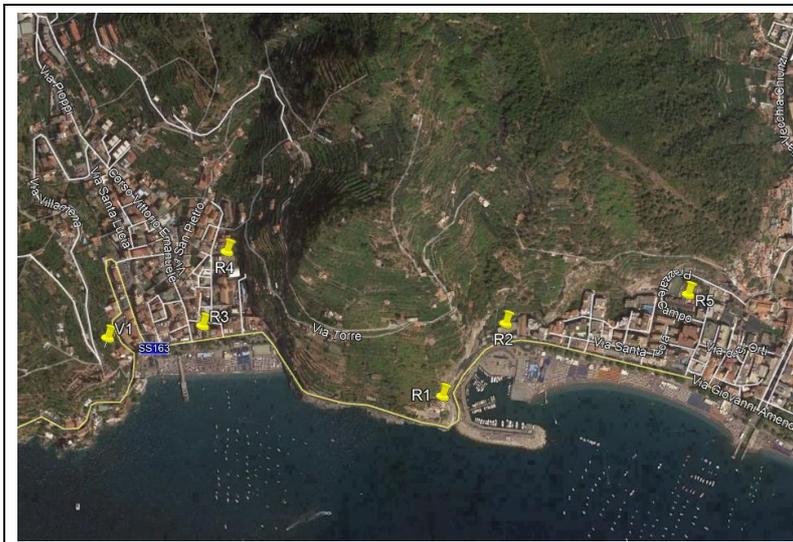
Attraverso il confronto dei risultati delle simulazioni condotte per l'opzione zero e lo scenario di progetto di seguito riportato, è stato possibile concludere che la soluzione di non intervento, in termini di inquinamento atmosferico, risulta peggiore rispetto alla soluzione progettuale proposta.

Si specifica come le simulazioni condotte per lo scenario di progetto fanno riferimento alla soluzione progettuale scelta, per la quale si rimanda ai paragrafi successivi in cui è stata esposta la metodologia di analisi delle alternative, che ha portato alla scelta della migliore soluzione di progetto dal punto di vista tecnico ed ambientale.

Il confronto dei valori di concentrazione per i due scenari di riferimento (opzione zero e scenario di progetto) è di seguito riportato e commentato per ogni inquinante, distinguendo gli inquinanti monitorati per la protezione della salute umana da quelli monitorati per la protezione della vegetazione.

Per un maggiore approfondimento si rimanda all'elaborato "T00IA05AMBRE04A - Relazione atmosferica".

I punti ricettori considerati su cui calcolare i livelli di concentrazione sono di seguito rappresentati.



| Ricettore | Coordinate | |
|-----------|------------|---------|
| | X | Y |
| R1 | 468989 | 4499775 |
| R2 | 469118 | 4499923 |
| R3 | 468502 | 4499921 |
| R4 | 468552 | 4500072 |
| R5 | 469489 | 4499981 |
| V1 | 468309 | 4499897 |

Tabella 2-1 Individuazione dei ricettori

Analisi delle concentrazioni degli inquinanti sui ricettori per la protezione della salute umana

I ricettori di riferimento per la valutazione delle concentrazioni degli inquinanti sui ricettori per la protezione della salute umana sono R1, R2, R3, R4 e R5 e gli inquinanti sono:

- Biossido di Azoto NO₂;
- Monossido di Carbonio CO;

- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2,5};
- Benzene C₆H₆.

Biossido di Azoto

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di media annua, output dei due modelli simulati, registrati sui singoli ricettori ed i valori corrispondenti di qualità dell'aria per l'opzione zero ed il Post Operam dati dalla somma dei valori relativi al contributo stradale ed il valore di qualità dell'aria attuale registrato dalla centralina di riferimento (SA22) per le analisi ad esclusione del contributo stradale attuale.

| Ricettori | Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [µg/m ³] | Contributo stradale simulato media annua Post Operam [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Opzione zero [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Post Operam [µg/m ³] | Differenza percentuale delle due Qualità dell'aria [%] |
|-----------|--|---|---|--|--|
| R1 | 7,012 | 3,738 | 32,083 | 28,809 | 10,20% |
| R2 | 5,212 | 4,332 | 33,933 | 33,053 | 2,59% |
| R3 | 7,263 | 5,832 | 32,865 | 31,434 | 4,35% |
| R4 | 3,785 | 3,724 | 34,723 | 34,662 | 0,18% |
| R5 | 3,794 | 3,659 | 34,715 | 34,580 | 0,39% |

Tabella 2-2: Confronto, sui valori di media annua, della qualità dell'aria dello scenario di opzione zero e di quello di progetto relativo all'inquinante NO₂

Come si può notare, la differenza percentuale tra i due valori di qualità dell'aria confrontate mostra un decremento di concentrazione dei biossidi di azoto su ogni ricettore a favore dello scenario di progetto. Tale decremento è massimo per i ricettori R1, R2 ed R3. Per quanto riguarda il ricettore R1 il decremento è conseguenza del cambiamento di tracciato, poiché se nello scenario attuale si trova in prossimità della strada esistente, nello scenario di progetto non risente più della diretta influenza della sorgente lineare. Più interessante è il decremento registrato dai ricettori R2 ed R3, dovuto ad una reale riduzione di inquinante per effetto dell'aumento delle velocità di percorrenza, dovuto alla realizzazione del nuovo tracciato ed all'eliminazione dei tempi di attesa relativi al tratto semaforizzato. Si riporta, inoltre, il confronto tra i valori medi del massimo orario, output dei due modelli simulati, ed il confronto dei corrispondenti valori di qualità dell'aria:

| Ricettori | Contributo stradale simulato media del massimo orario Opzione zero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Contributo stradale simulato media del massimo orario Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Qualità dell'aria totale nello scenario Opzione zero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Qualità dell'aria totale nello scenario Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Differenza percentuale [%] |
|-----------|---|--|---|--|----------------------------|
| R1 | 90,120 | 9,891 | 115,191 | 34,962 | 69,65% |
| R2 | 95,667 | 19,757 | 124,388 | 48,478 | 61,03% |
| R3 | 65,759 | 43,625 | 91,361 | 69,227 | 24,23% |
| R4 | 14,915 | 7,859 | 45,853 | 38,797 | 15,39% |
| R5 | 31,815 | 7,220 | 62,736 | 38,141 | 39,20% |

Tabella 2-3: Confronto, sui valori di media del massimo orario, della qualità dell'aria dello scenario di opzione zero e di quello di progetto relativo all'inquinante NO_2

Sul massimo orario i decrementi di inquinante sono maggiormente apprezzabili su tutti i ricettori. La massima differenza percentuale è relativa al ricettore R1 per il motivo sopradetto. Sui ricettori più prossimi alla sorgente stradale, R2 ed R3 il decremento è rispettivamente del 61% e del 24%, imputabili all'eliminazione del tratto semaforizzato che consente, nello scenario di progetto, una velocità media superiore di quella allo stato attuale.

Particolato PM_{10}

Anche per il particolato PM_{10} , il confronto viene effettuato sui due diversi intervalli di mediazione temporale imposti dalla normativa vigente, il valore medio annuo ed il valore medio del massimo giornaliero: Nella prima tabella vengono riportati i valori di media annua output dei due modelli simulati, registrati dai singoli ricettori ed i valori corrispondenti di qualità dell'aria, opzione zero e Post Operam:

| Ricettori | Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Contributo stradale simulato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Qualità dell'aria totale nello scenario Opzione zero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Qualità dell'aria totale nello scenario Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Differenza percentuale delle due Qualità dell'aria [%] |
|-----------|--|---|---|--|--|
| R1 | 0,205 | 0,006 | 23,265 | 23,066 | 0,86% |
| R2 | 0,047 | 0,039 | 23,516 | 23,508 | 0,03% |
| R3 | 0,165 | 0,121 | 23,352 | 23,308 | 0,19% |
| R4 | 0,014 | 0,005 | 23,57 | 23,561 | 0,04% |
| R5 | 0,008 | 0,002 | 23,577 | 23,571 | 0,03% |

Tabella 2-4: Confronto, sui valori di media annua, della qualità dell'aria dello scenario di opzione zero e di quello di progetto relativo all'inquinante PM_{10}

Essendo il peso del contributo stradale irrisorio rispetto al valore totale di qualità dell'aria, la riduzione

percentuale che si ottiene confrontando i due scenari è notevolmente inferiore rispetto alla riduzione ottenuta per il biossido di azoto. Ciò nonostante si può notare, come lo scenario di progetto risulti migliorativo nei confronti delle concentrazioni di PM₁₀, che seppur con percentuali ridotte vanno a decrescere. Ad esclusione del ricettore R1, influenzato dalla diversa vicinanza alla sorgente stradale, è interessante vedere come sul ricettore R3, prossimo al tracciato in entrambe gli scenari, si registri una riduzione dello 0,2%.

Tali analisi vengono implementate con il confronto sulle medie dei massimi giornalieri condotte sull'inquinante che vengono di seguito riportate:

| Ricettori | Contributo stradale simulato media del massimo giornaliero Opzione zero [µg/m ³] | Contributo stradale simulato media del massimo giornaliero Post Operam [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Opzione zero [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Post Operam [µg/m ³] | Differenza percentuale [%] |
|-----------|--|---|---|--|----------------------------|
| R1 | 0,791 | 0,037 | 23,851 | 23,097 | 3,16% |
| R2 | 0,408 | 0,309 | 23,877 | 23,778 | 0,41% |
| R3 | 0,888 | 0,787 | 24,075 | 23,974 | 0,42% |
| R4 | 0,203 | 0,054 | 23,759 | 23,61 | 0,63% |
| R5 | 0,147 | 0,027 | 23,716 | 23,596 | 0,51% |

Tabella 2-5: Confronto, sui valori di media del massimo giornaliero, della qualità dell'aria dello scenario di opzione zero e di quello di progetto relativo all'inquinante PM₁₀

Quanto visto per le medie annue si ripete per le medie sui massimi giornalieri. Confrontando i valori di qualità dell'aria dei due scenari, opzione zero e post operam, si può notare come lo scenario di progetto risulti migliorativo nei confronti delle concentrazioni di PM₁₀.

Seppur con percentuali ridotte, a causa del peso irrisorio del contributo stradale nella totalità della qualità dell'aria, si registra un decremento di inquinante su ogni ricettore.

Particolato PM_{2,5}

Per il particolato PM_{2,5}, il confronto viene effettuato sull' intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ossia il valore medio annuo:

| Ricettori | Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [µg/m ³] | Contributo stradale simulato media annua Post Operam [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Opzione zero [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Post Operam [µg/m ³] | Differenza percentuale delle due Qualità dell'aria [%] |
|-----------|--|---|---|--|--|
| R1 | 0,101 | 0,004 | 14,177 | 14,080 | 0,68% |
| R2 | 0,048 | 0,023 | 14,266 | 14,241 | 0,18% |

| Ricettori | Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [µg/m ³] | Contributo stradale simulato media annua Post Operam [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Opzione zero [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Post Operam [µg/m ³] | Differenza percentuale delle due Qualità dell'aria [%] |
|-----------|---|--|--|---|--|
| R3 | 0,115 | 0,071 | 14,173 | 14,129 | 0,31% |
| R4 | 0,005 | 0,003 | 14,333 | 14,331 | 0,01% |
| R5 | 0,005 | 0,001 | 14,332 | 14,328 | 0,03% |

Tabella 2-6: Confronto, sui valori di media annua, della qualità dell'aria dello scenario di opzione zero e di quello di progetto relativo all'inquinante PM_{2.5}

Il risultato è analogo a quanto visto per il particolato PM₁₀, infatti, essendo il peso del contributo stradale irrisorio rispetto al valore totale di qualità dell'aria, la riduzione percentuale che si ottiene confrontando i due scenari è ridotta. Ciò nonostante si può notare, come lo scenario di progetto risulti migliorativo nei confronti delle concentrazioni di PM_{2.5}. Fatta eccezione per il ricettore R1, influenzato dalla diversa vicinanza alla sorgente stradale, è interessante vedere come sul ricettore R3, prossimo al tracciato in entrambe gli scenari, si registri una riduzione dello 0,3%.

Benzene

Anche per il benzene, il confronto viene effettuato sull'unico intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ossia il valore medio annuo:

| Ricettori | Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [µg/m ³] | Contributo stradale simulato media annua Post Operam [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Opzione zero [µg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Post Operam [µg/m ³] | Differenza percentuale delle due Qualità dell'aria [%] |
|-----------|---|--|--|---|--|
| R1 | 0,036 | 0,0007 | 0,738 | 0,7027 | 4,78% |
| R2 | 0,008 | 0,0046 | 0,965 | 0,9616 | 0,35% |
| R3 | 0,024 | 0,0148 | 0,644 | 0,6348 | 1,43% |
| R4 | 0,002 | 0,0006 | 1,01 | 1,0086 | 0,14% |
| R5 | 0,001 | 0,0002 | 1,025 | 1,0242 | 0,08% |

Tabella 2-7: Confronto, sui valori di media annua, della qualità dell'aria dello scenario di opzione zero e di quello di progetto relativo all'inquinante benzene

Ad esclusione del ricettore R1, la massima riduzione percentuale della qualità dell'aria sei due scenari si registra per il ricettore R3, con un decremento pari al 1,43% riconducibile anche in questo caso alle velocità di progetto dello scenario futuro.

Monossido di Carbonio

In ultimo, viene analizzato il dato relativo al monossido di Carbonio, il confronto viene effettuato sull' intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ovvero il valore medio dei massimi registrati su 8h consecutive:

| Ricettori | Contributo stradale simulato media su 8h Opzione zero [mg/m ³] | Contributo stradale simulato media su 8h Post Operam [mg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Opzione zero [mg/m ³] | Qualità dell'aria totale nello scenario Post Operam [mg/m ³] | Differenza percentuale delle due Qualità dell'aria [%] |
|-----------|--|---|---|--|--|
| R1 | 0,040 | 0,0001 | 1,830 | 1,7901 | 2,18% |
| R2 | 0,030 | 0,0008 | 1,217 | 1,1878 | 2,40% |
| R3 | 0,038 | 0,0025 | 1,693 | 1,6575 | 2,10% |
| R4 | 0,009 | 0,0001 | 2,028 | 2,0191 | 0,44% |
| R5 | 0,067 | 0,0001 | 1,911 | 1,8441 | 3,50% |

Tabella 2-8: Confronto, sui valori medi de massimo registrato in 8h consecutive, della qualità dell'aria dello scenario di opzione zero e di quello di progetto relativo all'inquinante CO

Per quanto riguarda il monossido di carbonio, confrontando i due valori output dei modelli di simulazione, si può vedere come le concentrazioni si siano notevolmente ridotte nello scenario di progetto, la motivazione è imputabile alle velocità di progetto. In particolare, infatti, l'andamento delle emissioni di monossido di carbonio è fortemente dipendente delle velocità. Questo, porta una drastica riduzione delle concentrazioni di CO nello scenario di progetto. Tale riduzione non viene percepita in modo così drastico dal confronto delle qualità dell'aria dei due scenari, poiché il peso del contributo stradale sulla qualità dell'aria totale è irrisorio. Ad ogni modo anche per quanto attiene la qualità dell'aria si registra un notevole miglioramento con il passaggio dallo scenario di opzione zero a quello di progetto.

Analisi delle concentrazioni degli inquinanti sui ricettori per la vegetazione

Il ricettore di riferimento, per le misure delle concentrazioni degli inquinanti per la salute umana, è V1, su cui si registrano le misurazioni delle concentrazioni degli NO_x.

Il confronto viene effettuato sull'unico intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ossia il valore medio annuo. Il valore di fondo assunto è quello del fondo rurale misurato dalla stazione posta nell'area di Napoli (NA1) cui valore è 27,80 µg/m³.

| Ricettori | Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Contributo stradale simulato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Qualità dell'aria totale nello scenario Opzione zero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Qualità dell'aria totale nello scenario Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Differenza percentuale delle due Qualità dell'aria [%] |
|-----------|--|---|---|--|--|
| R1 | 0,084 | 0,021 | 27,884 | 27,821 | 0,23% |

Tabella 2-9: Confronto, sui valori di media annua, della qualità dell'aria dello scenario di opzione zero e di quello di progetto relativo all'inquinante NO_x

In particolare, come si può notare dai dati riportati in tabella, nel Post Operam si registra una riduzione del contributo stradale pari all'75%, che si riflette nella totalità della qualità dell'aria con una riduzione dello 0,23%.

Conclusioni

Al termine delle analisi effettuate sul valore di output dei modelli di simulazione relativi all'opzione zero e allo scenario di progetto e a valle del confronto della qualità dell'aria risultante dai due scenari è possibile concludere che, dal punto di vista atmosferico, lo scenario di progetto risulta maggiormente risolutivo nei confronti delle criticità ambientali. Seppure i due scenari risultano essere caratterizzati dallo stesso parco veicolare, nello scenario Post Operam, per ogni inquinante analizzato, si registra una riduzione percentuale delle concentrazioni che, nella totalità dei casi è dunque imputabile alla migliore funzionalità garantita dalla soluzione progettuale e al range di velocità dello scenario di progetto che risulta favorevole alla riduzione dei fattori di emissione. Tutto questo dipende strettamente dalla realizzazione del nuovo tracciato. Infatti, elemento cardine per la riduzione delle concentrazioni di inquinanti è il progetto stesso che, prevedendo l'eliminazione del tratto semaforizzato a senso unico alternato e la sua sostituzione con la galleria naturale, abolisce le code ed i tempi di attesa dell'intersezione semaforica, garantendo una sezione costante ed incrementando il livello di servizio dell'infrastruttura. Tutto questo porta ad una fruizione più regolare sul tracciato e ad una conseguente riduzione di emissioni di inquinanti della sorgente stradale, producendo giovamento in termini di qualità dell'aria.

Stima dei livelli sonori

Come fatto per la componente atmosfera, è stato condotto il confronto tra i risultati delle simulazioni eseguite per l'opzione zero e lo scenario di progetto. Da tale analisi è risultato che, seppur con livelli differenziali contenuti, la soluzione di non intervento, in termini di inquinamento acustico, risulta peggiore rispetto alla soluzione progettuale proposta.

Si specifica come le simulazioni condotte per lo scenario di progetto fanno riferimento alla soluzione progettuale scelta, per la quale si rimanda ai paragrafi successivi in cui è stata esposta la metodologia di analisi delle alternative, che ha portato alla scelta della migliore soluzione di progetto dal punto di vista tecnico ed ambientale.

Il confronto dei valori acustici per i due scenari di riferimento (opzione zero e scenario di progetto) è di seguito riportato.

I ricettori considerati per l'analisi di rumore sono riportati in Figura 2-1 e per un maggior approfondimento si rimanda all'elaborato "Planimetria dei e siti di indagine fonometrica - T00IA05AMBPL01A".

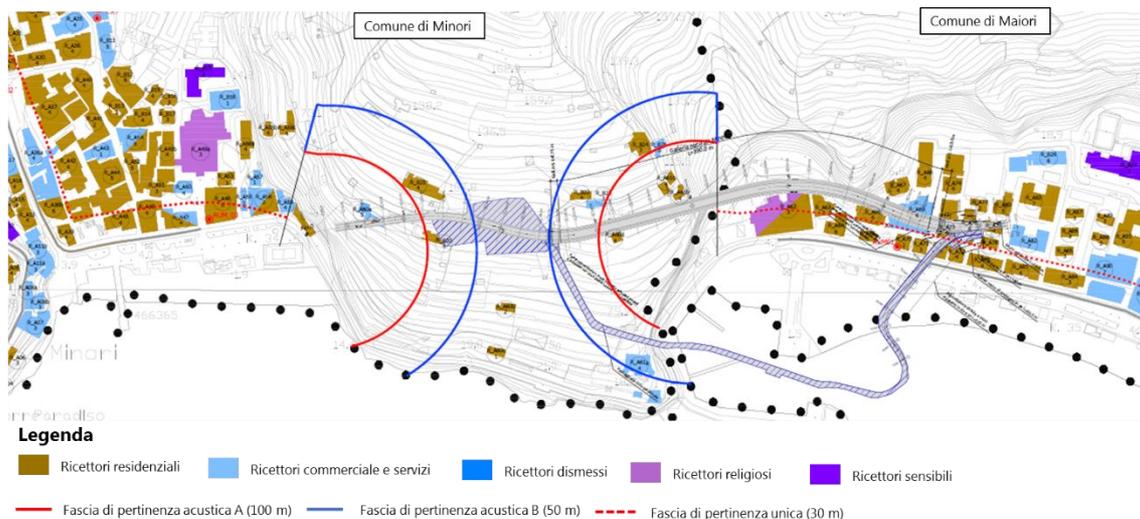


Figura 2-1: Individuazione ricettori acustici - Post Operam

Confronto tra i livelli acustici dello scenario opzione zero e post operam

Per ogni edificio a destinazione residenziale e produttiva è stato calcolato il livello acustico ad 1 metro dalla facciata per ciascun piano e facciata. Nella Tabella 2-10 viene riportato il delta acustico, per tutti i ricettori considerati nel calcolo e soggetti al rumore stradale lungo l'asse infrastrutturale nel tratto di studio.

| Ricettore | Piano | Destinazione d'uso | Δ B(A) Opzione zero-Post operam | |
|-----------|-------------|--------------------|--|----------|
| | | | Diurno | Notturmo |
| R_A39 | piano terra | Residenziale | 1,4 | 1,4 |
| R_A39 | piano 1 | Residenziale | 1 | 0,9 |
| R_A39 | piano 2 | Residenziale | 0,8 | 0,7 |
| R_A39 | piano 3 | Residenziale | 0,6 | 0,5 |
| R_A45 | piano terra | Residenziale | 1,7 | 1,7 |
| R_A45 | piano 1 | Residenziale | 1,1 | 1,2 |
| R_A45 | piano 2 | Residenziale | 0,8 | 0,9 |
| R_A45 | piano 3 | Residenziale | 0,6 | 0,6 |
| R_A46 | piano terra | Residenziale | 3,5 | 3,6 |
| R_A46 | piano 1 | Residenziale | 1,6 | 1,5 |
| R_A46 | piano 2 | Residenziale | 0,8 | 0,8 |
| R_A46 | piano 3 | Residenziale | 0,5 | 0,4 |
| R_A47 | piano terra | Terziario | 4,6 | 4,6 |
| R_A47 | piano 1 | Residenziale | 2 | 2 |
| R_A47 | piano 2 | Residenziale | 1,1 | 1,1 |
| R_A47 | piano 3 | Residenziale | 0,7 | 0,7 |
| R_A48 | piano terra | Terziario | 8,6 | 8,5 |

| Ricettore | Piano | Destinazione d'uso | ΔdB(A) Opzione zero-Post operam | |
|---------------------|-------------|--------------------|---------------------------------|------------|
| | | | Diurno | Notturmo |
| R_A48 | piano 1 | Terziario | 4,6 | 4,7 |
| R_A48 | piano 2 | Terziario | 3 | 3 |
| R_A56 | piano terra | Terziario | 12,5 | 12,3 |
| R_A56 | piano 1 | Residenziale | 7,6 | 7,4 |
| R_A56 | piano 2 | Residenziale | 5,9 | 5,7 |
| R_A59 | piano terra | Terziario | 10,7 | 9,5 |
| R_A59 | piano 1 | Residenziale | 7,7 | 6,5 |
| R_A59 | piano 2 | Residenziale | 6,4 | 5,8 |
| R_A59 | piano 3 | Residenziale | 5,5 | 4,9 |
| R_A62 | piano terra | Terziario | 0,8 | 0 |
| R_A64 | piano terra | Residenziale | 0,1 | 0,1 |
| R_A64 | piano 1 | Residenziale | 0,2 | 0,1 |
| R_A64 | piano 2 | Residenziale | 0,2 | 0,2 |
| R_A64 | piano 3 | Residenziale | 0,3 | 0,3 |
| R_A64 | piano 4 | Residenziale | 0,4 | 0,4 |
| R_A64 | piano 5 | Residenziale | 0,4 | 0,3 |
| R_A65 | piano terra | Residenziale | 0,1 | 0,1 |
| R_A65 | piano 1 | Residenziale | 0,1 | 0,1 |
| R_A65 | piano 2 | Residenziale | 0,1 | 0,2 |
| R_A70 | piano terra | Residenziale | 0,1 | 0,1 |
| R_A70 | piano 1 | Residenziale | 0,1 | 0,1 |
| R_A71 | piano terra | Residenziale | 0 | 0,1 |
| R_A71 | piano 1 | Residenziale | 0,1 | 0,1 |
| R_A71 | piano 2 | Residenziale | 0,1 | 0,1 |
| Valore medio | | | 2,4 | 2,3 |

Tabella 2-10: Confronto livelli acustici dello scenario opzione zero e di quello di progetto

Il confronto tra i due scenari operativi futuri, Post Operam e Opzione Zero, mette in luce come la soluzione progettuale individuata permetta una riduzione dei livelli acustici anche nei tratti in cui l'asse stradale mantiene l'attuale sede. In termini di valori medi si evince infatti dal confronto dei livelli acustici, un beneficio dell'ordine medio dei 2,3-2,4 dB(A).

Per ulteriori approfondimenti per quanto concerne la componente ambientale del rumore si rimanda all'elaborato "T00IA05AMBRE02A Relazione acustica".

Conclusioni

Al termine delle analisi effettuate sui valori di output dei modelli di simulazione relativi all'opzione zero e allo scenario di progetto è possibile concludere che, dal punto di vista acustico, lo scenario di progetto risulta maggiormente risolutivo nei confronti delle criticità ambientali. Seppure i due scenari risultano essere caratterizzati dalla stessa entità di traffico, nello scenario Post Operam, si ha un abbassamento dei livelli acustici indotti dalla sorgente stradale.

2.1.2 ASPETTI CONCLUSIVI DELL'ANALISI SULL'OPZIONE ZERO

Rispetto a quanto sopra esplicitato si può concludere che la soluzione di non intervento (opzione zero) non risulta allineata con gli obiettivi tecnici ed ambientali prefissati per risolvere le interferenze presenti allo

stato attuale e pertanto è stata esclusa dall'analisi delle alternative.

In tale analisi è stato infatti evidenziato come l'opzione zero, ossia il non intervento, non è in grado di rispondere in primis agli obiettivi tecnici che ANAS si è imposta, oltre a rappresentare un elemento di notevole criticità in termini di mobilità per il territorio, alla scala locale (scala propria dell'elemento progettuale in oggetto).

Oltre a quanto evidenziato dal punto di vista tecnico, anche dal punto di vista ambientale è stato messo in luce come l'intervento abbia delle ricadute positive in termini di due componenti considerate primarie nei contesti urbani, da tutte le politiche nazionali e sovranazionali, quali la qualità dell'aria ed il clima acustico. L'intervento in esame infatti comporta dei miglioramenti per il contesto locale ad entrambe tali matrici ambientali.

In conclusione, l'opzione zero, per quanto sopra visto, non può essere ritenuta paragonabile alle soluzioni di progetto proposte, sia dal punto di vista funzionale, tecnico ed ambientale.

2.2 LE ALTERNATIVE INDAGATE

2.2.1 L'ALTERNATIVA 1

Così come anticipato nella premessa, al fine di creare un bypass della viabilità di superamento del promontorio di Torre Mezzacapò che separa i due centri abitati di Maiori e Minori sono state selezionate due alternative.

Una prima alternativa (Alternativa 1) prevede di abbandonare il tracciato attuale già a partire dal centro abitato di Minori mediante la costruzione di un flesso planimetrico necessario per posizionare l'imbocco della galleria oltre l'ultimo fabbricato di Minori entrando perpendicolarmente alla parete rocciosa. Il tracciato prosegue all'interno dell'ammasso roccioso con un breve rettilineo seguito da un secondo flesso planimetrico che consente di fuoriuscire dalla galleria sul lato Maiori all'altezza del convento "San Francesco" con un imbocco perpendicolare alla parete rocciosa e di riconnettersi alla sede stradale esistente.



Figura 2-2 Schematico dell'alternativa 1

Per quanto concerne l'andamento planimetrico dell'asse principale, l'alternativa 1 ha uno sviluppo totale di 729,979 m e parte dall'inizio del tratto fronte mare della città di Minori; per i primi 120 m circa il tracciato si sviluppa in sede seguendo l'andamento della strada esistente, in questo tratto si interviene profilando il piano stradale a falda unica con pendenza verso sinistra dell'1,5% al fine di inserire un marciapiede sul lato sinistro di larghezza variabile da 1,50 a 2,00 m circa con eliminazione della sosta in linea delle vetture sul lato opposto dove viene mantenuto il ciglio strada e le adiacenti alberature. La strada in questo tratto, a forte connotazione urbana, si adegua alle dimensioni della viabilità attuale con una larghezza carrabile complessiva di 7,00 m, la velocità di progetto applicata è di 40 km/h.

Tra le progressive 0+120 e 0+300 circa vi è un flesso planimetrico che si sviluppa con una curva verso destra di raggio 166 m e verso sinistra con una curva di raggio 150 m. Tra le progressive 0+100 e 0+130 circa si ha una variazione del calibro della sezione stradale da 7,00 m a 9,50 m ed un innalzamento della velocità di progetto che raggiunge i 60 km/h alla progressiva 0+200 circa, la sede stradale mantiene la sua connotazione urbana fino alla zona di imbocco della galleria.

Alla progressiva 0+250 circa il tracciato incrocia l'attuale S.S. 163 e successivamente incontra ortogonalmente il fronte montuoso mentre è ancora in curva planimetrica, a partire dalla progressiva 0+300 circa si sviluppa un rettilineo che termina alla progressiva 0+440 circa dove inizia un secondo flesso planimetrico con una curva verso destra di raggio 200 m ed una successiva di raggio 150 m necessario per consentire il riallineamento alla viabilità esistente in uscita dalla galleria.

La parte strutturale della galleria termina alla progressiva 0+660 circa uscendo perpendicolarmente al fronte montuoso, tra le progressive 0+670 e 0+700 circa si ha una variazione del calibro della sezione stradale che passa da 9,50 m agli attuali 6,00 m circa della strada esistente, il tracciato ritorna in sede alla viabilità esistente negli ultimi 50 m circa (a partire dalla progressiva 0+670 circa).

Il cambio di sezione stradale da connotazione extraurbana in galleria ad urbana in esterno ed il restringimento di sezione consente una differente percezione del tracciato che assieme ai flessi plano-altimetrici del tracciato inducono l'utente ad adattarsi alle mutate condizioni di percorrenza della strada.

Sono previsti altresì allargamenti di carreggiata in curva per consentire l'iscrizione delle categorie di veicoli di maggiore ingombro quali mezzi commerciali, autolinee e pullman turistici fino ad un massimo di 60 cm; ciò ha comportato, in combinazione con un marcato sovrizzo della piattaforma dovuto ai raggi planimetrici ridotti, l'adozione di una sezione in galleria maggiorata, la geometria stradale e gli elementi di margine consentono di non avere allargamenti per visibilità per la velocità di progetto applicata.

L'andamento altimetrico è caratterizzato da un primo tratto in sede condizionato dagli accessi e dalla quota di imposta dei fabbricati, la quota del piano stradale attuale viene mantenuta fino alla progressiva 0+180 circa. Tra la progressiva 0+180 e la progressiva 0+250 la livelletta si innalza seguendo l'andamento altimetrico della viabilità esistente con una differenza di quota massima della livelletta di circa 2,00 m tra questi due estremi ed una altezza massima dal piano campagna di circa 3,00 m. La differenza di circa 1,00 m è dovuta dalla iniziale differenza di quota tra la piazza ed il piano stradale esistente nel punto di distacco del tracciato dalla sede attuale.

Per consentire la salita della strada è stato inserito un muro di sostegno in destra, lato mare, lungo circa 50 m di altezza variabile tra 0,50 m e 3,00 m circa, rispetto alla quota della spiaggia la differenza totale massima sarà di 6,00 m circa al pari della differenza di quota del muro attuale.

Per raggiungere la quota di imbocco è stato inserito un flesso altimetrico con raccordi verticali parabolici di raggio 1500 (concavo) e 1350 (convesso) con pendenza massima puntuale del 4,55 %. Il tracciato prosegue salendo di quota in galleria con una livelletta lunga circa 250 m avente una pendenza longitudinale dello 0,50%, in prossimità dell'uscita della galleria è posizionato un raccordo convesso di raggio 2000 m seguito, dopo il termine della galleria, da una livelletta con pendenza longitudinale del 5,00 % circa di breve sviluppo ed un successivo raccordo concavo di 1250 m, il tracciato termina in sede alla viabilità attuale con una livelletta avente una pendenza longitudinale del 3,00 % circa.

Il tracciato esistente bypassato dalla galleria viene interdetto al traffico ordinario, non potendo consentire intersezioni in corrispondenza degli imbocchi della galleria ai sensi del D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", lasciando il transito limitato ai soli residenti ed ai veicoli di pronto intervento e di manutenzione.

Sul lato Minori è prevista la ricucitura con la piazza attraverso una passeggiata ciclopedonale di larghezza minima di 3,50 m, mentre sul lato Maiori il tracciato viene raccordato alla viabilità di discesa al porto turistico che attualmente risulta chiusa da una sbarra e riservata pertanto al transito dei soli veicoli provvisti di permesso.

Per realizzare ciò la larghezza della sede stradale di discesa al porto viene divisa in parti uguali tra la viabilità di accesso al porto stesso e la viabilità dismessa realizzando per entrambe un breve tratto a senso alternato con una piattaforma di larghezza di 3,75 m ciascuna sufficienti al transito dei veicoli di servizio e mantenendo intatto il marciapiede di discesa al porto.

La regolazione del transito veicolare dovrà rimanere limitata ai soli residenti, che risultano raggruppati nel nucleo abitativo sovrastante la sede stradale attuale sul lato Maiori, ed ai mezzi di servizio con impiego di dispositivi come sbarre, dissuasori di traffico a scomparsa o simili.

La strada nella nuova configurazione sarà adibita principalmente a passeggiata pedonale e ciclabile oggetto di riqualificazione urbana per la cui descrizione si rimanda allo specifico capitolo.

L'andamento altimetrico viene modificato nel tratto finale lato Maiori riprofilando i muri esistenti per circa 100 m ed incrementando la pendenza longitudinale della viabilità esistente fino all'8% in modo da anticipare il raccordo con la rampa in salita dal porto ed accorciando il tratto a senso alternato senza eccedere con la pendenza consentendone in questo modo la fruibilità sia come passeggiata pedonale che per eventuali mezzi di servizio. La modifica altimetrica consente inoltre di migliorare ed ampliare l'accesso alla grotta di San Francesco.

Il tracciato interessato dalla modifica è lungo circa 130 m e solo nella parte terminale si discosta planimetricamente dalla sede attuale per fare spazio alla viabilità principale e raccordarsi alla viabilità di accesso al porto, in quest'ultimo tratto è prevista la costruzione di un nuovo muro di sostegno in destra lungo circa 30 m e di una paratia in sinistra interposta all'asse principale lunga circa 40 m.

Per quanto attiene alla rotonda esistente lato Maiori di accesso al porto non si prevedono interventi di carattere infrastrutturale in quanto la nuova connessione non modifica sostanzialmente la connotazione di viabilità ad accesso limitato e dovrà rimanere separata dal pubblico transito che avviene sulla S.S.163 al fine di gestire gli accessi regolamentati al porto ed alla passeggiata pedonale e di evitare la commistione di traffico non omogeneo.

L'opera risulta costituita da una tratta in galleria naturale di lunghezza pari a 390 m e da due tratte di imbocco di lunghezza pari a circa 5 m lato Minori e a circa 10 m lato Maiori.

Nel prospetto seguente se ne sintetizzano le principali caratteristiche di ubicazione e di estensione:

| Imbocco artificiale lato Minori | Imbocco naturale lato Minori | Imbocco naturale lato Maiori | Imbocco artificiale lato Maiori | Lung. artificiale lato Minori | Lung. galleria naturale | Lung. artificiale lato Maiori | Lung. totale |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------|
| Progr. | Progr. | Progr. | Progr. | m | m | m | m |
| 0+255 | 0+260 | 0+650 | 0+660 | 5 | 390 | 10 | 405 |

Tabella 2-11 caratteristiche galleria Alternativa 1

L'imbocco della galleria, dal lato Minori è situato oltre l'ultimo fabbricato del centro abitato; l'asse dello stesso è stato posizionato il più possibile perpendicolare alle curve di livello del terreno allo scopo di "attaccare" la parete rocciosa minimizzando il più possibile gli scavi ed i tagli del versante. La galleria artificiale presenta una lunghezza pari a 5 m circa.

Dal lato Maiori, l'imbocco è situato in prossimità del convento "San Francesco"; la posizione e la geometria dell'imbocco è stata studiata, analogamente al lato Minori, in modo da limitare scavi e tagli della parete rocciosa. La galleria artificiale presenta una lunghezza pari a 10 m circa.

Le gallerie artificiali all'imbocco presentano una sezione policentrica uguale a quella delle gallerie naturali. La struttura sarà realizzata in ogni caso in c.a. sarà e dotata di un "berretto di fantino" con la funzione di protezione della rete stradale.

La stabilizzazione degli scavi degli imbocchi verrà realizzata mediante chiodature; a scavi conclusi verranno quindi realizzate le gallerie policentriche artificiali di imbocco.

Nella fase conclusiva verrà realizzata la sistemazione superficiale definitiva con mitigazione paesaggistica ed ambientale.

È prevista l'installazione di sistemi di rafforzamento e stabilizzazione corticale attraverso pannelli in fune e rete metallica a doppia torsione sulle pareti in prossimità degli imbocchi.

2.2.2 L'ALTERNATIVA 2

La seconda alternativa (Alternativa 2) si basa sul progetto preliminare redatto dal Comune di Minori apportando alcune ottimizzazioni progettuali sia al tracciato che alle opere d'arte previste.

Il tracciato nel suo primo tratto di ascesa del promontorio lato Minori segue la sede stradale attuale per poi curvare ed entrare in galleria con imbocco parietale, svilupparsi all'interno del promontorio con un breve rettilineo, curvare ed uscire lato Maiori subito di fianco all'ingresso della grotta di San Francesco con un imbocco leggermente obliquo e ridiscendere sul sedime della viabilità esistente dove la sezione stradale riprende progressivamente la larghezza della sede attuale.



Figura 2-3 Schematico dell'alternativa 2

Anche in questo caso si è proceduto con i criteri dettati dal D.M. 05/11/2001 assumendo per la strada una

cat. C2 di "strada extraurbana secondaria" in base alle caratteristiche di tracciato prevalenti della S.S. 163 "Amalfitana" con una velocità di progetto limitata a $V_p = 40 - 60$ km/h per una estesa dell'intervento di 574 m circa, più breve pertanto rispetto all'alternativa 1 e ricadente interamente nel tratto a gestione Anas.

Il tracciato parte in sede all'attuale viabilità in corrispondenza dell'ultimo fabbricato di Minori già dove la strada sale in fregio al promontorio di Torre Mezzacapò non interessando il tratto di statale passante a lato dell'edificato di Minori e della piazza lato mare.

Si parte con un breve rettilineo di 21 m circa di sviluppo per poi piegare in sinistra verso il fianco del promontorio con una curva di raggio 120 m avente uno sviluppo di circa 55 m, la curva consente di entrare in galleria dopo un importante tratto parietale che interessa il fianco roccioso ed i terrazzamenti sovrastanti sorretti dai muri in pietra locale. L'entità delle opere previste per approcciare la galleria consistono in un taglio del versante per una lunghezza di circa 45 m con altezze variabili tra 4,00 e 25,00 m ed una galleria artificiale di imbocco lunga circa 20,00 m.

A seguire il tracciato presenta un rettilineo di circa 108 m di sviluppo con un andamento parallelo alla linea di costa per poi curvare a sinistra con un raggio di 110 m uscendo dalla galleria sul sedime dell'attuale statale superando il promontorio e affacciandosi lato Maiori sopra le strutture del porto turistico subito a prima dell'ingresso della grotta di San Francesco, lo sviluppo della galleria naturale risulta di 325 m mentre le opere di imbocco lato Maiori consistono in un tratto in artificiale di 10 m di lunghezza, dove la parete rocciosa è in aggetto sulla strada, e di un taglio del versante in sinistra stimato in circa 15 m di lunghezza che può raggiungere importanti altezze (fino a 50 m) laddove sulla parte sommitale del promontorio subito prima ed in corrispondenza della zona di imbocco vi è una zona edificata.

Il tracciato si raccorda alla viabilità esistente con un breve rettilineo ed una successiva curva in destra di raggio 75,00 m, il calibro della sezione stradale in questo tratto si riduce progressivamente per adattarsi alla larghezza della sede esistente. Le opere previste consistono nella demolizione e ricostruzione del muro di sostegno esistente sul lato sinistro del tracciato di lunghezza 60 m circa con altezza variabile tra 0,5 e 4,50 m circa.

La sezione stradale prevede anche in questa soluzione una maggiorazione della larghezza della sede stradale per consentire l'iscrizione in curva di categorie di mezzi commerciali, pullman turistici ed autolinee anche più onerosa rispetto all'alternativa 1 (fino a 75 cm di allargamento in corrispondenza della curva di imbocco della galleria lato Maiori) che comportano assieme al sovrizzo in curva della piattaforma stradale una maggiorazione delle opere in sotterraneo, non sono previsti allargamenti per visibilità in curva in relazione alla geometria stradale ed alle velocità di progetto applicate.

L'andamento altimetrico dell'asse si compone di un primo tratto con livelletta al 7% circa di pendenza longitudinale, di un raccordo convesso di raggio 1500 m, di una successiva livelletta con pendenza dello 0,3% nel tratto di tracciato parallelo alla linea di costa, di un raccordo convesso di raggio 1500 m interessante la zona di imbocco lato Maiori, di una livelletta con pendenza longitudinale del 7% circa che percorre il sedime dell'attuale viabilità e che nel tratto terminale è costituito da un raccordo concavo di raggio 1550 m ed un breve tratto di livelletta al 2% circa di pendenza.

L'intero tratto in galleria risulta parietale e caratterizzato da basse coperture variabili in asse strada fra 25 e 45 m, la livelletta stradale raggiunge una quota massima di 13,26 m s.l.m..

Data la vicinanza agli imbocchi della galleria il tratto di statale bypassato non potrà essere usufruito dall'utenza stradale (il D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" non consente di realizzare intersezioni stradali in corrispondenza di imbocchi di gallerie).

L'accesso alle autovetture dovrà essere vietato anche al nucleo abitativo presente sul lato Maiori, in merito all'impiego come passeggiata pedonale si rappresenta che l'accessibilità su ambo i lati risulta limitata in quanto potrà avvenire solo attraverso l'uso promiscuo della strada carrabile, anche in questo caso si pongono questioni di sicurezza stradale dovute all'interferenza con gli imbocchi della galleria, a meno di realizzare soluzioni alternative per il transito dei pedoni che prevedano un accesso separato e protetto.

L'opera risulta costituita essenzialmente da una tratta in galleria naturale di lunghezza pari a 295 m e da due tratte di imbocco di lunghezza pari a circa 20 m lato Minori e a circa 10 m lato Maiori.

Nel prospetto seguente se ne sintetizzano le principali caratteristiche di ubicazione e di estensione:

| Imbocco artificiale lato Minori | Imbocco naturale lato Minori | Imbocco naturale lato Maiori | Imbocco artificiale lato Maiori | Lung. artificiale lato Minori | Lung. galleria naturale | Lung. artificiale lato Maiori | Lung. totale |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------|
| Progr. | Progr. | Progr. | Progr. | m | m | m | m |
| 0+90 | 0+110 | 0+405 | 0+415 | 20 | 295 | 10 | 325 |

Tabella 2-12 Caratteristiche galleria Alternativa 1

Dal lato Minori, l'imbocco della galleria insiste sul fianco roccioso del promontorio; per la realizzazione dell'opera sono necessari scavi e tagli del versante per una lunghezza pari a circa 40 m ed altezze variabili tra 5 e 25m. Le pareti saranno sostenute mediante ancoraggi passivi. La galleria artificiale presenta una lunghezza pari a 20 m circa.

La prima parte di galleria a foro cieco si sviluppa presentando coperture ridotte e condizioni di parietalità; in queste condizioni, al fine di garantire adeguati margini di sicurezza, le sezioni di scavo presenteranno sostanziali interventi di consolidamento e presostegno del fronte e del cavo. Il tratto in naturale della galleria è pari a circa 295 m.

L'imbocco lato Maiori è situato in adiacenza all'ingresso della grotta San Francesco e, anche in questo caso, geometricamente disposto sul fianco della parete rocciosa; al fine di realizzare la struttura in artificiale sono necessari ingenti tagli del versante fino ad un'altezza pari a 50m e di estensione pari a 15 m. La galleria artificiale presenta una lunghezza pari a 10 m circa.

In corrispondenza del tratto di galleria in prossimità dell'imbocco lato Maiori sono presenti alcuni edifici sulla parte sommitale del promontorio: sarà necessario prevedere degli interventi di presidio per tali strutture allo scopo di evitare eventuali danneggiamenti determinati dalle lavorazioni di scavo della galleria; inoltre, le sezioni tipo di scavo e consolidamento della galleria, in tale tratta, dovranno prevedere sostanziali interventi di consolidamento al fine di minimizzare le deformazioni del fronte e del cavo e di conseguenza

ridurre il più possibile i cedimenti indotti in superficie.

3 LA MIGLIORE RISPONDEZZA AGLI OBIETTIVI – SCELTA DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

3.1 LA METODOLOGIA

La metodologia utilizzata per il confronto dal punto di vista ambientale delle alternative di tracciato, proposta per il progetto in esame, si basa sul criterio di valutazione della sostenibilità delle diverse iniziative, che può essere applicato, in linea generale, a scenari differenti distinguibili in pianificazione e progettazione.

La sostenibilità di un'opera di ingegneria è certamente un elemento di ampia e complessa definizione ma in questa sede si ritiene di poterlo schematizzare secondo due principi di base.

Il primo è rappresentato dalla possibilità dell'opera proposta di essere coerente con gli obiettivi individuati a monte della definizione del progetto, i quali sono stati prefissati con la finalità stessa di prevedere un'opera di ingegneria perfettamente integrata con l'ambiente circostante, limitandone le possibili interferenze.

Il secondo principio di sostenibilità di un'opera risiede nella possibilità di "bilanciare" le risorse necessarie per lo sviluppo dell'intervento.

Al fine di dare testimonianza di questo "bilancio" la scelta della metodologia di confronto messa a punto per i progetti stradali, ma certamente validi anche in termini generali, prevede di sviluppare una sequenza logica che partendo dalla definizione degli obiettivi ambientali che si tende raggiungere, porta, attraverso la schematizzazione dei rapporti opera-ambiente, a determinare il bilancio delle risorse connesse all'opera.

Primo passaggio fondamentale è quindi stato quello di determinare gli obiettivi ambientali a cui la progettazione in oggetto deve rispondere; per ottenere ciò, sono state analizzate in primo luogo le politiche di sostenibilità presenti a livello comunitario e nazionale, e da queste, sono stati estrapolati i principi fondamentali che, confrontati con la specifica tipologia di opera in esame, hanno permesso di individuare i macro obiettivi che si intendono perseguire.

Ciò vuol dire che sono stati ritenuti trascurabili gli obiettivi non legati alla realizzazione e all'esercizio di un'infrastruttura stradale, come ad esempio la protezione dei cittadini dai campi elettromagnetici, o la protezione dell'avifauna dal birdstrike; tali obiettivi infatti sono afferenti ad altre tipologie di opere, come ad esempio la realizzazione di un elettrodotto o la costruzione di un aeroporto.

Al paragrafo 3.2.1 si riporta l'elenco delle politiche di sostenibilità analizzate e nell'allegato "Politiche e strumenti di indirizzo" la loro sintesi.

Secondo step è stato quello di scomporre i macro obiettivi a carattere generale in obiettivi specifici, e tra questi selezionare quelli legati al contesto generale in cui si inserisce l'opera: ne consegue quindi ad esempio che l'obiettivo specifico di "tutelare i ghiacciai" non rientra tra quelli da considerare per il territorio in esame.

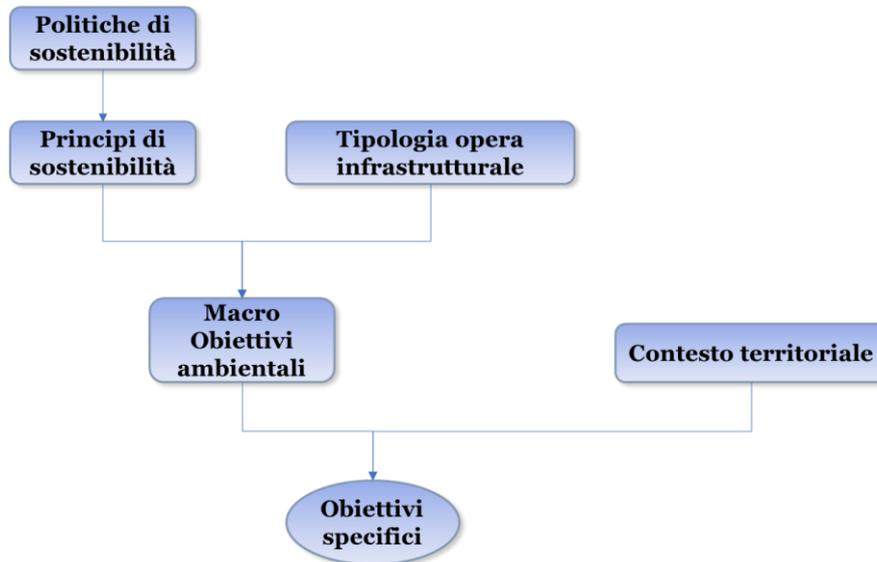


Figura 3-1 Catena logica per l'individuazione degli obiettivi specifici

Ultimo step è stato quello di assegnare a ciascun obiettivo specifico uno o più indicatori al fine di poterne "quantificare" il grado di raggiungimento per ciascuna delle alternative considerate; gli indicatori sono stati strutturati in modo da poter ottenere un risultato univoco ed oggettivo.

In particolare la metodologia prevede di considerare due grandezze per il calcolo degli indicatori stessi:

- Qp: "quantità di progetto" che è la quantità riferita al tema del singolo indicatore necessario per realizzare/gestire l'intervento;
- Qr: "quantità di riferimento" che è la quantità territoriale e/o ambientale riferita al tema dell'indicatore e che è calcolata in funzione della disponibilità della risorsa nel contesto di riferimento in cui l'iniziativa si inserisce.

Di seguito un'immagine rappresentativa della catena logica Macro obiettivi-indicatori.

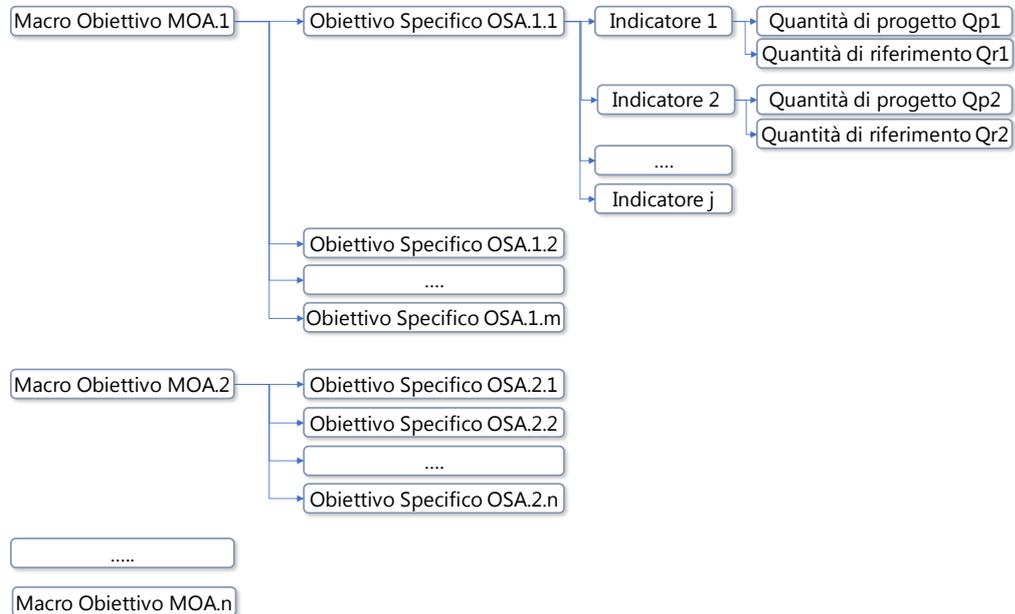


Figura 3-2 La catena metodologica Macro obiettivi - indicatori

Il metodo di valutazione è stato concepito in modo tale che, dal confronto tra le grandezze relative alle scelte in fase di progettazione (Qp) e la quantità alla quale rapportarsi (Qr), si ottenga un valore numerico che non permetta la soggettività del giudizio.

Calcolando per ogni alternativa gli stessi indicatori scelti, questi verranno confrontati al fine di individuare la migliore alternativa di progetto.

Tale metodologia infatti permette di confrontare le diverse soluzioni alternative tra loro attraverso un'analisi comparativa rispetto al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità posti alla base dei processi progettuali.

Il confronto è possibile in quanto la metodologia definita, e qui applicata, prevede un processo in cui tutti gli indicatori, essendo rappresentativi del rapporto opera-ambiente, sono adimensionali e per loro stessa definizione normalizzati. Esaminandoli nel dettaglio gli indicatori assumeranno un valore compreso tra "0" e "1:" in particolare si ha che il valore sarà pari a "zero" per gli indicatori in cui l'obiettivo di sostenibilità è lontano dal suo perseguimento mentre sono pari a "uno" per la totalità del recepimento dell'obiettivo predefinito di sostenibilità.

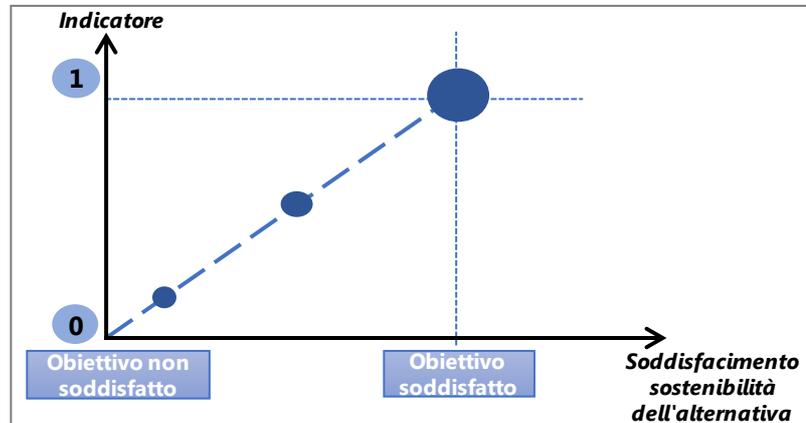


Figura 3-3 Il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale

Ne consegue che maggiore è la presenza di numeri prossimi all'unità, maggiore è il soddisfacimento degli obiettivi da parte di quell'alternativa e quindi quella è certamente perseguibile.

In caso di similitudine di risultati sarà possibile scegliere in base alla maggiore persistenza di scenari prossimi agli obiettivi di sostenibilità e funzionalità che il progetto ha imposto nella sua stessa concezione.

3.2 DALLE POLITICHE DI SOSTENIBILITÀ AGLI OBIETTIVI AMBIENTALI

3.2.1 GLI STRUMENTI IN MATERIA AMBIENTALE

Come accennato nel paragrafo precedente, al fine di prendere in considerazione in modo completo l'insieme di obiettivi ambientali che il progetto dell'infrastruttura in esame dovrà perseguire, sono stati analizzati i principi di sostenibilità presenti nel vasto elenco di atti e documenti in materia ambientale esistenti nello scenario europeo e nazionale.

Di seguito (cfr. Tabella 3-1) sono riportati gli strumenti che indicano le politiche di sostenibilità ambientale di riferimento, sia internazionali che nazionali.

Si è scelto di riportare tali strumenti in ordine cronologico, dal meno al più recente, suddividendoli in tematiche pertinenti; al fine di avere un quadro completo delle politiche ambientali sono stati scelti i seguenti temi:

- sviluppo sostenibile e ambiente,
- biodiversità, flora e fauna,
- popolazione e salute umana,
- rumore,
- suolo e acque,
- qualità dell'aria e cambiamenti climatici,
- beni materiali, patrimonio culturale, architettonico e archeologico, paesaggio,
- energia.

A ciascuno strumento di livello europeo è riportato affianco l'eventuale recepimento nazionale.

| Tema | Livello internazionale | Livello nazionale | |
|---------------------------------|---|--|---|
| Sviluppo sostenibile e ambiente | COM(2001)264: "Sviluppo sostenibile in Europa per un mondo migliore: strategia dell'Unione europea per lo sviluppo sostenibile" | Strategia di Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia (Del. CIPE 2/8/02, n. 57) | |
| | Strategia Mediterranea per lo sviluppo sostenibile (2005): "Un sistema per la sostenibilità ambientale e per una prosperità condivisa" | D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche ed integrazioni, in particolare il D.Lgs. 104/2017 | |
| | COM(2010)2020: "Europa 2020: Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva" | | |
| | COM(2011)571 "Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse" | | |
| | Decisione n. 1386/2013/UE su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 (7° programma di azione per l'ambiente») | | |
| | Direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati | D.Lgs. 104/17 "Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114 | |
| | Biodiversità, flora e fauna | Convenzione di Ramsar (1971) e successivo protocollo di modifica (Parigi 1982) Convenzione internazionale relativa alle zone umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici | DPR 448/1976 e smi "Esecuzione della convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, firmata a Ramsar nel 1971" |
| | | Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo (Barcellona, 1976) | L. 30/1979 Ratifica ed esecuzione della convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo |
| | | Convenzione per la Conservazione delle Specie Migratrici di Animali Selvatici 1979 (Convenzione di Bonn) | Legge 42/1983 "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica, con allegati, (Bonn, 1979)" |
| | | Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche e sue successive modifiche | L. 394/1991 " Legge quadro sulle aree protette (aggiornato e coordinato al DPR 16/04/2013) DPR n. 357/97 e smi "Regolamento recante l'attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche" (aggiornato e coordinato al DPR 120/2003) |

| Tema | Livello internazionale | Livello nazionale |
|----------------------------|---|--|
| Popolazione e salute umana | Convenzione di Rio de Janeiro sulla diversità biologica (1993) | L.124/94 "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla biodiversità, con annessi (Rio de Janeiro, 1992)" |
| | Accordo sulla conservazione degli uccelli migratori dell'Africa-Eurasia (Aia, 1996) | |
| | COM(2006)302 Un piano d'azione dell'UE per le foreste | DM 17/10/2007: Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone speciali di conservazione (ZSC) e a Zone di protezione speciale (ZPS) |
| | Direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino | D.Lgs. n. 190/2010 Attuazione della Direttiva 2008/56/CE |
| | Direttiva 2009/147/CE concernente la conservazione degli uccelli selvatici | Legge n.157/92 e smi "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio" aggiornata con la Legge 4/6/2010 n. 96 "Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee" |
| | | Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 2010: La Strategia Nazionale per la Biodiversità |
| | COM(2011)244 "La Strategia europea per la Biodiversità verso il 2020" | |
| | | Legge quadro n. 36/2001 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici |
| | | Carta di Aalborg (2004) : Carta delle città per uno sviluppo durevole e sostenibile |
| | | COM(2005)718 su una strategia tematica per l'ambiente urbano |
| Rumore | Direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti | D.Lgs. n. 205/2010 |
| | COM(2010)389 Verso uno spazio europeo della sicurezza stradale: orientamenti 2011-2020 per la sicurezza stradale | |
| | COM(2011) 144 definitivo Libro Bianco "Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile" | |
| | | L 447/1995: Legge quadro sull'inquinamento acustico |
| | COM(1996)540 Libro verde sul rumore | |
| | | DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" |
| | | DPR 142/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447" |
| | Direttiva UE 2002/49/CE sulla valutazione e gestione del rumore ambientale | D.lgs. 194/2005 "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" |
| Suolo e acque | Direttiva 2000/60/CE: Direttiva quadro | D.lgs. 152/2006 e smi: Decreto di riordino delle |

| Tema | Livello internazionale | Livello nazionale |
|--|--|---|
| | sulle acque | norme in materia ambientale, in particolare il D.Lgs. 104/2017 |
| | Direttiva 2006/118/CE sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento | D.lgs. n. 30/2009 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento" |
| | Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento | |
| | COM(2006)231 "Strategia tematica per la protezione del suolo" | |
| | Direttiva n. 2007/60/CE sulla valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni | D.lgs. 49/2010: attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni |
| | SWD(2012)101 "Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo" | |
| | | DPR 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164 |
| Qualità dell'aria e cambiamenti climatici | Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente | D.lgs. n. 351/99 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente" |
| | COM(2005)446 Strategia tematica sull'inquinamento atmosferico | |
| | Direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa | D.lgs. n. 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" |
| | | Piano nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra (2013) |
| | | Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2015) |
| | Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici (COP 21) entrato in vigore il 4 novembre 2016 | Legge n. 204 del 4 novembre 2016 "Ratifica ed esecuzione dell'Accordo di Parigi collegato alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, adottato a Parigi il 12 dicembre 2015" |
| Beni materiali, patrimonio culturale, architettonico e paesaggio | Convenzione UNESCO del 16 novembre 1972 sul recupero e la protezione dei beni culturali | L. n.184 del 6 aprile 1977 - Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla protezione del patrimonio culturale e naturale mondiale (Convenzione Unesco, Parigi 1972) |
| | Convenzione del Consiglio d'Europa 1985 per la salvaguardia del patrimonio architettonico d'Europa firmata a Granada il 3 ottobre 1985 | L. 93/1989 - Ratifica ed esecuzione della convenzione europea per la salvaguardia del patrimonio architettonico in Europa (Granada, 1985) |
| | Convenzione del Consiglio d'Europa per la salvaguardia del patrimonio archeologico (La Valletta, 1992) | L. 29 aprile 2015, n. 57: ratifica ed esecuzione della Convenzione per la salvaguardia del patrimonio archeologico |
| | Convenzione Europea del Paesaggio, | L. 14/2006 - Ratifica ed esecuzione della Convenzione |

| Tema | Livello internazionale | Livello nazionale |
|---------|--|--|
| | firmata a Firenze il 20 ottobre 2000 | europea sul paesaggio (Firenze 2000) D.lgs. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" |
| | Convenzione quadro del consiglio d'Europa sul valore dell'eredità culturale per la società | DPCM 12 dicembre 2005 - Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 |
| | Convezione sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo | Legge n. 77 del 20 febbraio 2006: misure speciali di tutela e fruizione dei siti italiani di interesse culturale, paesaggistico e ambientale, inseriti nella lista del patrimonio mondiale, posti sotto la tutela dell'UNESCO Legge n. 157/2009 Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo, e norme di adeguamento dell'ordinamento interno |
| Energia | COM(2000)247 "Piano d'azione per migliorare l'efficienza energetica nella comunità europea" Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica COM(2014)15 "Quadro per le politiche dell'energia e del clima per il periodo dal 2020 al 2030" | D.lgs. n. 28/2011 Attuazione della direttiva 2009/28/ce sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili D.Lgs. n. 102/2014 Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica |

Tabella 3-1 Strumenti di sostenibilità ambientale europei e nazionali

Si rimanda all'allegato per una sintetica descrizione dei principi ambientali delle politiche sopraelencate.

3.2.2 GLI OBIETTIVI AMBIENTALI

Dall'analisi dei principi di sostenibilità ambientale consolidati a livello generale, sono stati definiti in primo luogo, considerando la tipologia di opera in esame, 5 macro obiettivi:

- MOA.01 - Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo e culturale per il riequilibrio territoriale,
- MOA.02 - Tutelare il benessere sociale,
- MOA.03 - Utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile minimizzandone il prelievo,
- MOA.04 - Ridurre la produzione di rifiuti, incrementandone il riutilizzo,
- MOA.05 - Conservare ed incrementare la biodiversità e ridurre la pressione antropica sui sistemi naturali.

Successivamente, dall'analisi del contesto ambientale, i 5 macro obiettivi sono stati suddivisi in uno o più obiettivi specifici, come riportato nella tabella seguente.

| Macro obiettivi | Obiettivi specifici |
|--|---|
| MOA.01 Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo e culturale per il riequilibrio territoriale | OSA.1.1 Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale |
| | OSA.1.2 Progettare opere coerenti con il paesaggio |
| | OSA.1.3 Migliorare la fruibilità del patrimonio culturale e ambientale |
| MOA.02 Tutelare il benessere sociale | OSA.2.1 Tutelare la salute e la qualità della vita |
| | OSA.2.2 Ottimizzare la funzionalità stradale |
| | OSA.2.3 Proteggere il territorio dai rischi idro-geologici |
| | OSA.2.4 Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera |
| MOA.03 Utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile minimizzandone il prelievo | OSA.3.1 Preservare la qualità delle acque |
| | OSA.3.2 Contenere il consumo di suolo in particolare nelle aree sensibili |
| | OSA.3.3 Minimizzare la quantità dei materiali consumati ed incrementare il riutilizzo |
| MOA.04 Ridurre la produzione di rifiuti, incrementandone il riutilizzo | OSA.4.1 Minimizzare la produzione dei rifiuti |
| MOA.05 Conservare ed incrementare la biodiversità e ridurre la pressione antropica sui sistemi naturali | OSA.5.1 Conservare e tutelare la biodiversità |

Tabella 3-2 Macro obiettivi e obiettivi specifici

Secondo quanto sopra esposto è quindi possibile far corrispondere, ad ogni Macro Obiettivo Ambientale diversi Obiettivi Specifici, di seguito individuati.

MOA.01 - Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo e culturale per il riequilibrio territoriale

- OSA.1.1 Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale: obiettivo del progetto è quello di tutelare il patrimonio culturale circostante l'area di intervento, minimizzando/escludendo le interferenze con i principali elementi paesaggistici, archeologici ed architettonici vincolati e di interesse;
- OSA.1.2 Progettare opere coerenti con il paesaggio: il tracciato previsto deve essere il più possibile compatibile con il paesaggio circostante, in particolare con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio ossia quegli elementi strutturanti il paesaggio, nell'area riconoscibili come i terrazzamenti (colture di limoni).
- OSA.1.3 Migliorare la fruibilità del patrimonio culturale e ambientale: il progetto dovrà il più possibile prediligere soluzioni che permettano la fruibilità dei luoghi caratterizzanti l'area di interesse.

MOA.02 - Tutelare il benessere sociale

- OSA.2.1 Tutelare la salute e la qualità della vita: obiettivo del progetto è quello di tutelare la salute dell'uomo ed in generale la qualità della vita attraverso la minimizzazione dell'esposizione agli inquinanti atmosferici ed acustici generati dal traffico stradale;

- OSA.2.2 Ottimizzare la funzionalità stradale: il nuovo tracciato deve essere geometricamente coerente in modo tale da migliorare la funzionalità stradale per gli utenti, attraverso la realizzazione di rettilinei e raggi di curvatura di dimensioni tali da rispettare i limiti normativi, che siano ben interpretati dagli utenti della strada;
- OSA.2.3 Proteggere il territorio dai rischi idrogeologici: il presente obiettivo vuole eliminare il più possibile le interferenze tra il progetto e le aree classificate come a pericolosità idraulica, idrologica e geomorfologica;
- OSA.2.4 Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera: obiettivo del progetto è quello di ridurre il più possibile le emissioni atmosferiche ed acustiche durante le fasi di cantiere.

MOA.03 - Utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile minimizzandone il prelievo

- OSA.3.1 Preservare la qualità delle acque: obiettivo del progetto è quello di tutelare la qualità delle acque che potrebbero essere inquinate dalle acque meteoriche di piattaforma. Pertanto, l'obiettivo è quello di prevedere dei sistemi di smaltimento delle acque che tengano in considerazione di depurare le stesse prima dell'arrivo al recapito finale;
- OSA.3.2 Contenere il consumo di suolo in particolare nelle aree sensibili: nella realizzazione della nuova strada l'obiettivo è quello di minimizzare il consumo di suolo, in particolare rispetto alle aree a destinazione agricola specifica;
- OSA.3.3 Minimizzare la quantità dei materiali consumati ed incrementare il riutilizzo: l'obiettivo è quello di cercare di riutilizzare il più possibile il materiale scavato in modo da minimizzare il consumo di risorse riducendo gli approvvigionamenti da cava;

MOA.04 - Ridurre la produzione di rifiuti, incrementandone il riutilizzo

- OSA.4.1 Minimizzare la produzione dei rifiuti: allo stesso modo dell'obiettivo precedente, in questo caso si intende minimizzare la produzione di rifiuti e quindi minimizzare i quantitativi di materiale da smaltire, favorendo il riutilizzo dello stesso nell'opera stessa di progetto o presso impianti di recupero o siti di deposito definitivo.

MOA.05 - Conservare ed incrementare la biodiversità e ridurre la pressione antropica sui sistemi naturali

- OSA.5.1 Conservare e tutelare la biodiversità: l'obiettivo riguarda la tutela della biodiversità attraverso la minimizzazione dell'occupazione di aree naturali e semi naturali al fine di non alterare gli habitat naturali presenti sul territorio.

Al paragrafo seguente sono riportati gli specifici indicatori di sostenibilità che permetteranno di stimare il grado di raggiungimento dei suddetti obiettivi da parte delle due alternative progettuali proposte.

3.3 GLI INDICATORI DI SOSTENIBILITÀ

Nella Tabella 3-3, si riportano i Macro Obiettivi, gli Obiettivi Specifici e gli Indicatori scelti per l'analisi delle alternative del caso in esame.

| Macro obiettivi | Obiettivi specifici | Indicatori |
|--|---|---|
| MOA.01 Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente | OSA.1.1 Garantire un'adeguata tutela del patrimonio | I.01 Attraversamento aree ed immobili di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004 e |

| Macro obiettivi | Obiettivi specifici | Indicatori | | | | |
|-----------------|--|---|---|------|--|---|
| MOA.02 | Tutelare il benessere sociale | locale, percettivo e culturale per il riequilibrio territoriale | culturale | smi) | I.02 | Attraversamento aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs. 42/2004 e smi) |
| | | I.03 | Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi) | | | |
| | | I.04 | Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi – Beni vincolati da decreto ministeriale) | | | |
| | | I.05 | Attraversamento Beni da Pianificazione paesaggistica (art. 143 lett. d ÷ i D.Lgs. 42/2004 e smi) | | | |
| | | I.06 | Livello rischio archeologico relativo - alto | | | |
| | | OSA.1.2 | Progettare opere coerenti con il paesaggio | I.07 | Promozione della conservazione dei caratteri del paesaggio | |
| | | I.08 | Coerenza con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio | | | |
| | | I.09 | Presenza di aree per la fruizione turistica | | | |
| | | OSA.2.1 | Tutelare la salute e la qualità della vita | I.10 | Esposizione della popolazione agli NOx | |
| | | I.11 | Esposizione della popolazione al PM10 | | | |
| I.12 | Edifici residenziali sottoposti a modifica del regime di tutela acustica | | | | | |
| OSA.2.2 | Ottimizzare la funzionalità stradale | I.13 | Incidenza delle curvature | | | |
| I.14 | Incidenza dei rettilinei | | | | | |
| I.15 | Incidenza delle intersezioni a raso e degli accessi | | | | | |
| OSA.2.3 | Proteggere il territorio dai rischi idrogeomorfologici | I.16 | Attraversamento delle aree a pericolosità idraulica P3 e P4 | | | |
| I.17 | Attraversamento delle aree ad alta vulnerabilità degli acquiferi | | | | | |
| I.18 | Attraversamento delle aree a pericolosità geomorfologica P3 e P4 | | | | | |
| OSA.2.4 | Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera | I.19 | Esposizione popolazione agli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere | | | |
| I.20 | Occupazione temporanea sede stradale | | | | | |
| MOA.03 | Utilizzare le risorse ambientali in modo | OSA.3.1 | Preservare la qualità delle | I.21 | Presenza di sistemi di trattamento prima pioggia | |

| Macro obiettivi | Obiettivi specifici | Indicatori |
|--|--|--|
| sostenibile minimizzandone il prelievo | OSA.3.2 | acque (depurazione, disoleazione ecc.) |
| | | I.22 Occupazione complessiva dal corpo stradale |
| | I.23 Occupazione di suoli ad elevata produttività agricola specifica | |
| MOA.04 | OSA.3.3 | I.24 Quantità di terre e inerti da approvvisionare |
| | OSA.4.1 | I.25 Quantità di terre da smaltire |
| MOA.05 | OSA.5.1 | I.26 Occupazione di aree naturali e seminaturali (aree boscate, vegetazione a macchia, igrofila) |
| | | I.27 Occupazione di aree naturali tutelate (Aree naturali protette, Rete Natura 2000, IBA, Ramsar) |

Tabella 3-3 Macro Obiettivi, Obiettivi Specifici ed Indicatori scelti per l'analisi delle alternative

Si rimanda all'Appendice "La matrice di calcolo per il confronto delle alternative" nel quale è riportata la matrice completa in cui sono riportate le formule per il calcolo degli indicatori e i valori ottenuti.

Al paragrafo 3.5 è riportata, per ciascun obiettivo, l'analisi dei risultati ottenuti dall'applicazione della metodologia

3.4 L'AREA DI CALCOLO

Per effettuare un'analisi comparativa tra le due alternative progettuali previste si è scelto di costruire ad hoc un'area di riferimento, comune alle due alternative, da utilizzare come area di calcolo per la stima delle quantità di riferimento (Qr) di alcuni degli indicatori.

La scelta di un ambito comune alle due soluzioni di progetto deriva dalla volontà di rendere le due alternative confrontabili, utilizzando quindi, per ogni indicatore la stessa quantità di riferimento (Qr); l'estensione di tale area non è quindi legata strettamente alla territorialità ma è stata scelta anche considerando la potenziale porzione di area interessata dagli effetti legati alla realizzazione e all'esercizio dell'opera in progetto.

Nello specifico l'ambito di riferimento è stato costruito attraverso un buffer delle alternative progettuali più esterne considerando una distanza significativa rispetto agli indicatori, scelta pari a circa 500 metri. Si evidenzia che per il limite meridionale, data la tipologia di opera in esame e i potenziali effetti ad essa collegata,

è stato considerata trascurabile la porzione di mare ricadente nel buffer ipotizzato, facendo quindi coincidere il limite a sud con la linea di costa.

Tale ambito, rappresentato nella figura seguente, verrà utilizzato per il calcolo delle quantità di riferimento di diversi indicatori, per la stima dei quali si rimanda al successivo paragrafo.



Figura 3-4 Rappresentazione dell'area di riferimento per l'analisi delle alternative (in viola)

3.5 IL CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE: ELABORAZIONE E CALCOLO

Il presente paragrafo riporta i risultati dell'applicazione della metodologia (cfr. par. 3.1) per ogni alternativa progettuale. Per le due soluzioni quindi, in relazione ad ogni Macro Obiettivo ed Obiettivo Specifico sono stati calcolati i singoli indicatori e successivamente confrontati tra loro. I dettagli del calcolo degli indicatori sono riportati nell'"Appendice I - Matrice di calcolo per il confronto delle alternative".

Considerando la finalità ultima della metodologia, ossia la scelta della migliore alternativa in termini di sostenibilità, gli indicatori (definiti con formule differenti in funzione dell'obiettivo specifico e delle quantità di progetto e di riferimento associate) sono stati costruiti, come detto, in modo tale da ottenere un valore massimo pari a 1 rappresentante il raggiungimento dell'obiettivo prefissato (in certi casi, in base alla Qr considerata, è possibile ottenere anche valori superiori a 1). Pertanto, più il valore dell'indicatore specifico tenderà ad 1 più la soluzione progettuale sarà vicina all'obiettivo di sostenibilità di riferimento.

Di seguito per ogni Macro – obiettivo ed obiettivo specifico si riporta la descrizione e la metodologia di

elaborazione di ogni indicatore.

3.5.1 MACRO OBIETTIVO AMBIENTALE 01
CONSERVARE E PROMUOVERE LA QUALITÀ DELL'AMBIENTE LOCALE, PERCETTIVO E CULTURALE
PER IL RIEQUILIBRIO TERRITORIALE

OSA.1.1: Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale

| Definizione indicatori | U.d.m. | Q _P Quantità di progetto | Q _R Quantità di riferimento | Indicatore |
|---|--------|---|---|-------------------|
| I.01 Attraversamento aree ed immobili di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004 e smi) | mq | Sommatoria delle aree non soggette a vincolo interessate dall'alternativa | Sommatoria delle aree non soggette a vincolo nell'area di riferimento | Q_P/Q_R |
| I.02 Attraversamento aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs. 42/2004 e smi) | mq | Sommatoria delle aree non a vincolo interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree non a vincolo nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ |
| I.03 Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi) | N | Numero di elementi interessati dall'alternativa | Numero di elementi presenti nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ |
| I.04 Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi – Beni vincolati da decreto ministeriale) | N | Numero di elementi interessati dall'alternativa | Numero di elementi presenti nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ |
| I.05 Attraversamento Beni da Pianificazione paesaggistica (art. 143 lett. d ÷ i D.Lgs. 42/2004 e smi) | mq | Sommatoria delle aree interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ |
| I.06 Livello rischio archeologico relativo - alto | mq | Sommatoria delle aree a rischio elevato interferite dall'alternativa | Fascia di circa 550 metri a cavallo del tracciato dell'alternativa | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ |

Tabella 3-4 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.1.1: Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale

Come è possibile osservare dalla tabella sopra riportata i 6 indicatori individuati fanno riferimento ad aree vincolate o di interesse paesaggistico-culturale, in particolare ad aree ed immobili di notevole interesse pubblico (I.01), ad aree tutelate per legge (I.02), ad elementi di interesse storico, artistico, architettonico ed archeologico (I.03), alla presenza di beni culturali tutelati da decreto ministeriale (I.04) e a beni individuati dalla pianificazione paesaggistica (I.05). Come quantità di progetto per i cinque indicatori sopracitati sono state prese in considerazione le presenze/assenze delle aree (mq) e degli elementi (N) potenzialmente

interferiti dal corpo stradale occupato dalla singola alternativa, mentre come quantità di riferimento si è scelto di considerare le corrispettive tipologie di aree/elementi ricadenti all'interno dell'area di calcolo sopra definita.

L'ultimo indicatore (I.06) inerente il *rischio archeologico relativo* rispetto all'opera in progetto, costituisce l'effettivo rischio al momento dell'esecuzione dell'opera; nell'ambito della Relazione archeologica (T00SG03GENRE01) per la sua valutazione, è stato considerato il grado di *rischio archeologico assoluto* dell'area che essa va ad interessare, la tipologia dell'opera stessa, con relative quote di progetto, e nel caso specifico anche la natura geomorfologica del territorio.

La valutazione del Rischio Archeologico Relativo è stata effettuata prendendo in esame le due alternative di tracciato e con riferimento ad una fascia di circa 550 metri a cavallo delle opere in progetto.

In merito ai tematismi afferenti gli indicatori I.01÷I.05, si riporta di seguito uno stralcio dell'elaborato grafico T00IA2AMBCT04A "Inquadramento rispetto ai vincoli e alle tutele".

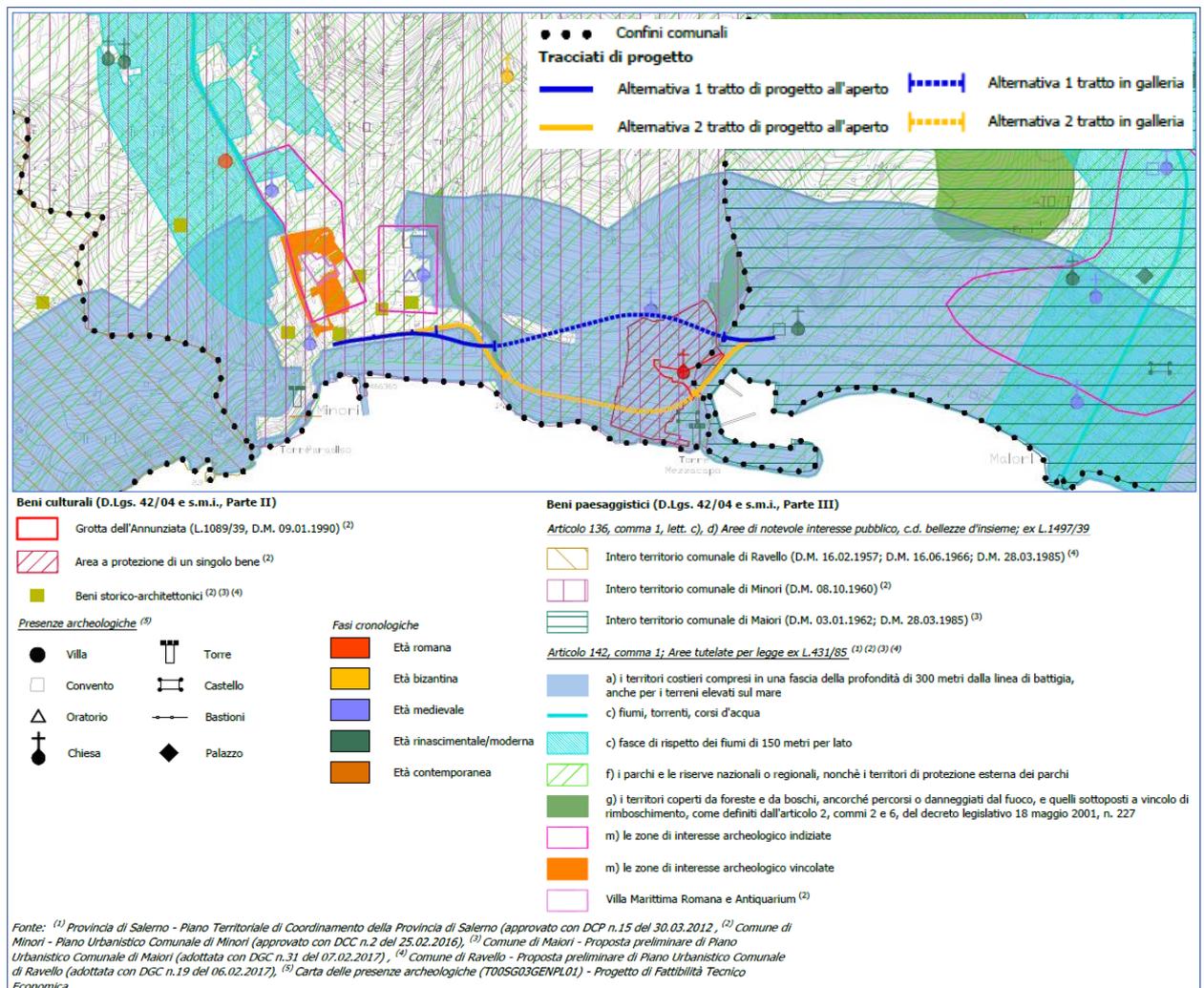


Figura 3-5 Beni culturali e paesaggistici tutelati - Stralcio elaborato T00IA2AMBCT04A

Per quanto concerne il primo indicatore I.01, che tiene conto di quanto nelle scelte progettuali si prediligano le aree non di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004), si evidenzia che gli interi territori comunali di Maiori e Minori sono tutelati secondo quanto predisposto dall'art. 136 del D.Lgs. 42/2004, individuati rispettivamente, dal DM 03/01/1962 e dal DM 28/03/1985 per il comune di Maiori, e dal DM 08/10/1960 per il comune di Minori. Essendo quindi il progetto una variante dell'infrastruttura esistente tra i due Comuni, risulta che le due alternative, nei tratti all'aperto, anche se per tratti di lunghezza esigua, pari a circa:

- 340 metri per l'alternativa 1,
- 480 metri per l'alternativa 2,

interessano aree soggette a tale vincolo.

Per la stima dell'indicatore I.02 sono state considerate le aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 lett a) ÷ m) del D.Lgs. 42/2004. Così come si evince dalla Figura 3-5, entrambe le soluzioni progettuali interferiscono:

- aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004 e smi, comma 1 lettera a), territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004 e smi, comma 1 lettera f), parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004 e smi, comma 1 lettera g), i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227.

Entrambe le alternative quindi attraversano interamente nella loro estensione, aree a vincolo ai sensi dell'art.142.

Per quanto riguarda l'indicatore I.03, nell'area di studio ricadono diversi beni di interesse storico, artistico, architettonico ed archeologico, afferenti alla categoria dei beni culturali tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004, nessuno dei quali interessa in maniera diretta una delle due alternative progettuali.

L'indicatore I.04 relativo alla presenza di beni culturali vincolati da decreto ministeriale, si riferisce alla presenza nell'area della Grotta dell'Annunziata (Decreto del Ministero dei Beni Culturali del 9 gennaio 1990 ai sensi della L.1089/1939). Tuttavia, la grotta non viene interferita da nessuna delle due alternative.

Per quanto riguarda l'indicatore relativo all'obiettivo OSA.1.1 inerente i beni individuati dalla pianificazione paesaggistica I.05, dall'analisi del quadro pianificatorio che governa il territorio in esame in primo luogo è emerso che allo stato attuale la regione Campania identifica nel PTCP lo strumento di pianificazione che,

come da L.R.22/12/2004 n.16, art.18, comma 7, ha valore e portata di piano paesaggistico ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, articolo 143. La tavola di PTCP relativa ai beni paesaggistici non riporta beni o aree specificatamente individuati da Piano, e come riportato sulla stessa, *"si limita ad accertare la presenza dei vincoli e non ha valore impositivo, ma semplicemente ricognitivo"*: perciò non vi sono quindi da considerare per il calcolo ulteriori beni afferenti a questa categoria.

In merito all'indicatore I.06, sono stati presi a riferimento gli elaborati della Carta del rischio relativo (T00SG03GENPL04A per l'alternativa 1 e T00SG03GENPL05A per l'alternativa 2), prodotti nell'ambito della verifica preventiva di interesse archeologico. Sono state quindi computate le aree caratterizzate da rischio archeologico alto presenti nell'area di riferimento delle due alternative.

Di seguito si riportano sinteticamente i risultati dell'analisi.

| | Definizione indicatore | Valore Indicatore | |
|-------------|---|-------------------|---------------|
| | | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.01 | Attraversamento aree ed immobili di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004 e smi) | 0 | 0 |
| I.02 | Attraversamento aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs. 42/2004 e smi) | 0 | 0 |
| I.03 | Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi) | 1 | 1 |
| I.04 | Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi – Beni vincolati da decreto ministeriale) | 1 | 1 |
| I.05 | Attraversamento Beni da Pianificazione paesaggistica (art. 143 lett. d ÷ i D.Lgs. 42/2004 e smi) | 1 | 1 |
| I.06 | Livello rischio archeologico relativo - alto | 1 | 0,77 |

Tabella 3-5 Risultati indicatori I.01 ÷ I.06 per le due alternative di progetto

Dai valori risultati emerge che per l'indicatore I.01, data la presenza del vincolo secondo art. 136 esteso su tutta la superficie dei due Comuni, il risultato è pari a 0 per entrambe le alternative. Analogo ragionamento si può seguire per l'I.02 poiché le aree soggette a vincolo ai sensi dell'art.142 coprono tutta l'area di riferimento.

Per I.03, le due soluzioni presentano il massimo livello di soddisfacimento, poiché, anche se nell'area di riferimento sono presenti 28¹ beni culturali afferenti alla Parte II del D. Lgs. 42/04, nessuno di questi interferisce le due alternative. Stesse considerazioni sono valide per l'indicatore I.04, poiché la Grotta

¹ Tra i beni è stato considerata anche l'Area a protezione di un singolo bene (Grotta dell'Annunziata) indicata nella cartografia del PUC di Minori.

dell'Annunziata non viene interferita da nessuna delle due alternative².

Alla luce dei valori stimati, l'indicatore I.05 si considera non rilevante data l'assenza nell'area di studio di elementi significativi.

In merito all'I.06 è emerso che nell'area relativa all'Alternativa 1 non sono presenti zone caratterizzate da rischio archeologico relativo alto, mentre per l'Alternativa 2 più del 20 % dell'area è classificata come a rischio alto.

Alla grotta dell'Annunziata si deve il grado di criticità archeologica alto associato all'Alternativa 2 presa in esame: la stessa si sviluppa infatti in posizione attigua all'apertura della grotta, a differenza dell'Alternativa 1 che si sviluppa più a nord.

OSA.1.2: Progettare opere coerenti con il paesaggio

| Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|--|--------|--|---|-------------------|
| I.07 Promozione della conservazione dei caratteri del paesaggio | ml | Sviluppo in gallerie e/o sviluppo delle opere di architettura strutturale e/o sviluppo a raso interessati dall'alternativa | Estensione dell'alternativa | Q_P/Q_R |
| I.08 Coerenza con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio | mq | Segni territoriali/trame di pregio interrotte dall'alternativa | Sommatoria tratti di paesaggio di pregio nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ |
| I.09 Presenza di aree per la fruizione turistica | m | Sviluppo piste ciclabili e/o pedonali previste dall'alternativa | Estensione tracciato di riferimento | Q_P/Q_R |

Tabella 3-6 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.1.2: Progettare opere coerenti con il paesaggio

Al fine di valutare se il tracciato è coerente con il paesaggio circostante sono stati analizzati i tre indicatori grazie ai quali per ogni alternativa sono stati individuati gli elementi che permettono la valorizzazione del paesaggio.

Nello specifico, in relazione al primo indicatore (I.07) la quantità di progetto è stata calcolata attraverso la somma delle lunghezze delle opere d'arte che garantiscono la conservazione del paesaggio, nel caso in esame rappresentate dalle gallerie.

Relativamente al secondo indicatore (I.08), dall'analisi del contesto territoriale dell'area di riferimento non risultano essere presenti segni territoriali/trame di pregio che potenzialmente potrebbero essere interrotte

² La sovrapposizione dello schematico dell'alternativa 2 con il perimetro del vincolo della Grotta dello stralcio della tavola "Vincoli e tutele" si rileva soltanto a livello grafico, data la scala di non particolare dettaglio.

dai tracciati in esame. Difatti il tracciato per la parte all'aperto ripercorre per la maggior parte la strada esistente e laddove subisce delle lievi modifiche non lo fa su porzioni di territorio contraddistinte da tessiture agricole particolari (terrazzamenti) e riconoscibili nel contesto, come le colture dei limoni.

L'indicatore *I.09* permette di determinare, in proporzione al tracciato di riferimento, la realizzazione di piste ciclabili e/o pedonali. Si evidenzia che nell'ambito del presente progetto è prevista, per le due alternative la pedonalizzazione del tratto variato.

L'analisi dei tre indicatori ha portato ai seguenti risultati per ciascuna alternativa.

| | Definizione indicatori | Valore Indicatore | |
|-------------|--|-------------------|---------------|
| | | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.07 | Promozione della conservazione dei caratteri del paesaggio | 0,53 | 0,39 |
| I.08 | Coerenza con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio | 1,00 | 1,00 |
| I.09 | Presenza di aree per la fruizione turistica | 0,71 | 0,46 |

Tabella 3-7 Risultati indicatori I.07 ÷ I.09 per le due alternative di progetto

Alla luce dei valori stimati, risulta chiaro come l'alternativa che si avvicina maggiormente all'obiettivo in esame sia la 1, la quale rispetto alla 2, oltre a presentare una maggiore percentuale di tratto in galleria in rapporto alla sua intera estensione (*I.07*), prevede la pedonalizzazione (*I.09*) di un tratto maggiore della porzione stradale variata, garantendo una migliore conservazione del paesaggio. Per l'indicatore *I.08* i valori sono gli stessi per tutte e due le alternative in quanto non vengono interrotte trame di pregio, individuabili nelle colture di limoni, nel caso di nessuno dei due tracciati.

3.5.2 MACRO OBIETTIVO AMBIENTALE 02 TUTELARE IL BENESSERE SOCIALE

OSA.2.1: Tutelare la salute e la qualità della vita

| | Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|-------------|--|--------|---|--|---------------------|
| I.10 | Esposizione della popolazione agli NOx | t*ab | Emissione di NOx per abitante nella fascia relativa all'alternativa | Emissione di NOx per abitante nella fascia relativa all'infrastruttura attuale | $(Q_R - Q_P) / Q_R$ |
| I.11 | Esposizione della popolazione al PM10 | t*ab | Emissione di PM10 per abitante nella fascia relativa all'alternativa | Emissione di PM10 per abitante nella fascia relativa all'infrastruttura attuale | $(Q_R - Q_P) / Q_R$ |
| I.12 | Edifici residenziali sottoposti a modifica del regime di tutela acustica | mq | Area occupata dagli edifici compresi nelle fasce di pertinenza acustica stradali relative all'alternativa | Area occupata dagli edifici compresi nelle fasce di pertinenza acustica dell'assetto attuale | $(Q_R - Q_P) / Q_R$ |

Tabella 3-8 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.2.1: Tutelare la salute e la qualità della vita

I tre indicatori sopra definiti hanno la finalità di verificare che il tracciato in progetto tuteli la salute dell'uomo e, in generale, la qualità della vita. Al fine di effettuare tale analisi e di valutare quale delle due alternative di progetto sia maggiormente coerente con il presente obiettivo, sono stati definiti tre indicatori grazie ai quali è stato possibile quantificare l'esposizione dell'uomo all'inquinamento atmosferico ed acustico.

In particolare, i primi due indicatori (I.10 e I.11) definiscono il livello di esposizione dell'uomo ai principali inquinanti generati dal traffico veicolare, ossia gli ossidi di azoto (NO_x) ed il particolato (PM₁₀).

Per il calcolo di questi indicatori sono state stimate le emissioni, relative ai due inquinanti, generate dal traffico veicolare previsto sull'infrastruttura in esame in un anno e funzione della lunghezza del singolo tracciato. Tali emissioni sono state poi moltiplicate per il numero di abitanti che approssimativamente risulta presente in una "fascia" intorno all'infrastruttura di circa 500 metri, distanza entro la quale è possibile ipotizzare la dispersione degli inquinanti prodotti dal traffico veicolare (cfr. Figura 3-6). Il valore di emissione per abitante, espresso in tonnellate per numero di abitanti, quindi, è stato calcolato per ogni alternativa di progetto (quantità di progetto) e confrontato con quello relativo all'infrastruttura attuale di riferimento (quantità di riferimento). Attraverso il calcolo dell'indicatore $(Q_R - Q_P) / Q_R$ è stato possibile stimare, per le due alternative di progetto, l'esposizione della popolazione presente in prossimità dell'area di intervento all'inquinamento atmosferico prodotto dal traffico veicolare.

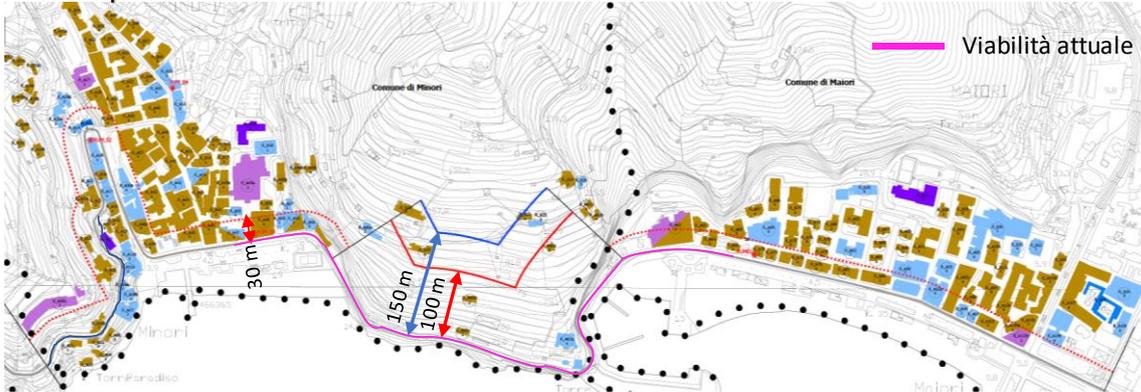


Figura 3-6 Individuazione aree di riferimento per il calcolo degli abitanti per gli indicatori I.10 e I.11

Allo stesso modo, con riferimento all'indicatore I.12, invece, si è voluta valutare l'esposizione dell'uomo all'inquinamento acustico attraverso l'individuazione degli edifici residenziali e sensibili più vicini all'area di intervento ed in particolare compresi nelle fasce di pertinenza acustica stradale.

Pertanto, è stata calcolata l'area complessiva degli edifici presenti all'interno della fascia di pertinenza acustica individuata per le alternative progettuali (quantità di progetto) e confrontata con l'area edificata interna alla fascia acustica relativa all'infrastruttura attuale di riferimento (quantità di riferimento). Attraverso il calcolo dell'indicatore $(Q_r - Q_p) / Q_r$ è stato possibile stimare, per ogni alternativa, l'esposizione della popolazione circostante l'intervento all'inquinamento acustico e valutare quale delle due alternative concorre maggiormente al raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

Fasce di pertinenza acustica viabilità attuale



Fasce di pertinenza acustica alternative

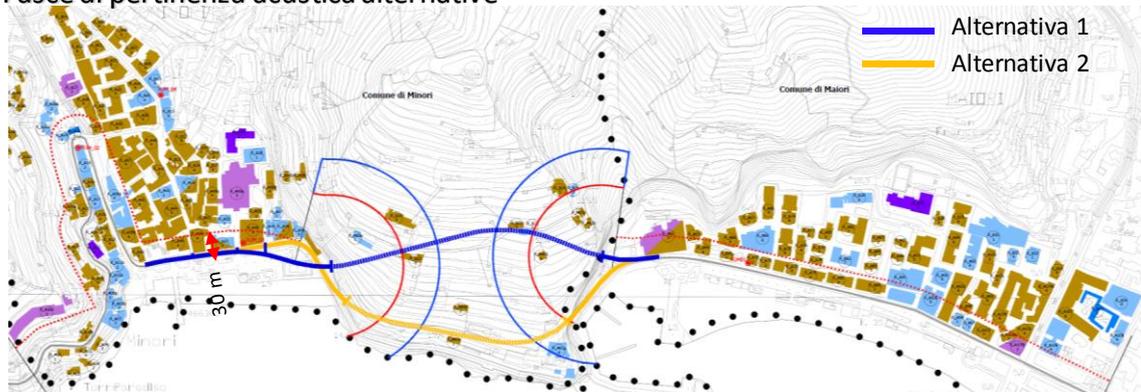


Figura 3-7 Individuazione delle fasce di pertinenza acustica per il calcolo dell'indicatore I.12

I risultati degli indicatori per le due alternative progettuali sono riportati nella seguente tabella.

| Definizione indicatori | Valore Indicatore | |
|--|-------------------|---------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.10 Esposizione della popolazione agli NOx | 0,74 | 0,71 |
| I.11 Esposizione della popolazione al PM10 | 0,88 | 0,87 |
| I.12 Edifici residenziali sottoposti a modifica del regime di tutela acustica | 0,10 | 0,00 |

Tabella 3-9 Risultati indicatori I.10 ÷ I.12 per le due alternative di progetto

In merito ai primi due indicatori relativi all'inquinamento atmosferico, emerge come la migliore alternativa sia in entrambi i casi la numero 1. Si specifica come tale risultato sia condizionato principalmente dalla lunghezza dell'alternativa in esame che determina un differente valore di emissione, in quanto, essendo le due alternative molto vicine tra loro e considerando l'area di riferimento vista in precedenza, il numero di abitanti interessato dalle alternative risulta lo stesso.

Per quanto concerne l'indicatore I.12, si evidenzia come l'alternativa 2 non comporti miglioramenti da un punto di vista acustico in quanto il numero di ricettori ricadenti nelle fasce di pertinenza acustica rimane invariato rispetto allo stato attuale, mentre in riferimento all'alternativa 1 si ha un lieve miglioramento dovuto a un minor numero di edifici coinvolti.

OSA.2.2: Ottimizzare la funzionalità stradale

| Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|---|--------|---|--|--------------|
| I.13 Incidenza delle curve | N | DC dell'alternativa (DC= $\Sigma(1/R)/\Sigma l_i$) | DC in assenza di progetto (DC= $\Sigma(1/R)/\Sigma l_i$) (tracciato di origine) | (Qr-Qp)/Qr |
| I.14 Incidenza dei rettilinei | N | ATL dell'alternativa (ATL= $\Sigma \text{Lrettifilo}/n$) | ATL in assenza di progetto (tracciato di origine) (ATL= $\Sigma \text{Lrettifilo}/n$) | (Qr-Qp)/Qr |
| I.15 Incidenza delle intersezioni a raso e degli accessi | N/Km | Numero di intersezioni a raso nell'alternativa al km | Numero intersezioni a raso in assenza di progetto al km (tracciato di origine) | (Qr-Qp)/Qr |

Tabella 3-10 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.2.2: Ottimizzare la funzionalità stradale

Tra gli indicatori valutati, che caratterizzano l'ottimizzazione stradale, i primi due fanno riferimento ad alcuni degli indicatori geometrici, ritenuti significativi, a cui l'ingegneria stradale si è sempre riferita per effettuare uno studio di qualità dell'infrastruttura. In particolare, i due indicatori sono DC "degree of curvature" (Morral 1994) e ATL "average tangent length" (Al Masaeid 1995)³.

Nello specifico l'indicatore I.13 definisce un grado di curvatura funzione dei raggi e dello sviluppo dell'arco di cerchio, il secondo I.14, invece, valuta la lunghezza media dei rettilinei descrivendo la rigidità del tracciato. In ultimo il terzo indicatore analizzato completa i primi due nella definizione della sicurezza stradale fornendo una valutazione delle interferenze veicolari che potrebbero esserci in funzione delle intersezioni previste lungo il tracciato.

Alla luce di ciò i risultati inerenti i tre indicatori che caratterizzano l'obiettivo OSA.2.2 sono di seguito riportati.

| Definizione indicatori | Valore Indicatore | |
|--------------------------------------|-------------------|---------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.13 Incidenza delle curve | 0,80 | 0,56 |
| I.14 Incidenza dei rettilinei | 0,40 | 0,36 |

³ I due indicatori DC e ATL sono riportati nel testo "Il progetto della strada sicura – La ricerca sperimentale in realtà virtuale" a cura di Carlo Benedetto. Editore: Aracne, data pubblicazione: gennaio 2006

| Definizione indicatori | Valore Indicatore | |
|---|-------------------|---------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.15 Incidenza delle intersezioni a raso e degli accessi | 0,37 | 0,35 |

Tabella 3-11 Risultati indicatori I.13, I.14 e I.15 per le due alternative di progetto

In merito all'analisi di tutti e tre gli indicatori relativi all'ottimizzazione della funzionalità stradale, emerge come la migliore alternativa sia la 1. Si specifica infatti come l'alternativa 1 presenti un andamento planimetrico più lineare con raggi di curvatura più grandi e di estensione maggiore rispetto all'altra alternativa, intervallati da rettilinei di lunghezza adeguata. In termini di accessi al chilometro le due alternative possono ritenersi comparabili in quanto queste presentano lo stesso numero di accessi e, pertanto, il valore dell'indicatore si differenzia per la lunghezza del tracciato. In conclusione, è possibile considerare l'alternativa 1 quella maggiormente rispondente all'obiettivo OSA.2.2.

OSA.2.3: Proteggere il territorio dai rischi idro-geologici

| Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|--|--------|---|---|-------------------|
| I.16 Attraversamento delle aree a pericolosità idraulica P3 e P4 | mq | Sommatoria delle aree a pericolosità interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree a pericolosità nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ |
| I.17 Attraversamento delle aree ad alta vulnerabilità degli acquiferi | mq | Sommatoria delle aree vulnerabili interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree vulnerabili nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ |
| I.18 Attraversamento delle aree a pericolosità geomorfologica P3 e P4 | mq | Sommatoria delle aree a pericolosità interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree a pericolosità interferite dal tracciato di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ |

Tabella 3-12 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.2.3: Proteggere il territorio dai rischi idrogeologici

Dall'analisi di tali indicatori che rispondono all'obiettivo di proteggere il territorio classificato come a pericolosità idraulica (I.16), e geomorfologica (I.18), sono state confrontate le aree caratterizzate da pericolosità elevata e molto elevata interessate dal tracciato di riferimento e quante di esse siano interferite dai tracciati delle due alternative.

Per l'indicatore I.17 che tiene conto della vulnerabilità della falda, all'attualità non sono disponibili elementi conoscitivi dell'area in esame.

| Definizione indicatore | Valore Indicatore | |
|---|-------------------|---------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.16 Attraversamento delle aree a pericolosità idraulica P3 e P4 | 1 | 1 |

| | Definizione indicatore | Valore Indicatore | |
|-------------|--|-------------------|---------------|
| | | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.17 | Attraversamento delle aree ad alta vulnerabilità degli acquiferi | n.d. | n.d. |
| I.18 | Attraversamento delle aree a pericolosità geomorfologica P3 e P4 | 0,60 | 0 |

Ne risulta, in merito all'indicatore *I.16*, che rispetto né il tracciato di riferimento né le due alternative interessano aree classificate come a pericolosità idraulica; per quanto concerne l'indicatore *I.18*, è risultato che l'alternativa 1 è preferibile all'alternativa 2 in quanto ha meno aree a pericolosità interferite dalla soluzione di progetto, rispetto a quelle interessate dal tracciato attuale.

OSA.2.4 Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera

| | Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|-------------|--|--------|--|---|---------------------|
| I.19 | Esposizione popolazione agli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere | mq | Superficie edificata interferita dagli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere | Superficie edificata comunale | $(Q_R - Q_P) / Q_R$ |
| I.20 | Occupazione temporanea sede stradale | mq | Superficie sede stradale occupata dal cantiere per l'alternativa | Superficie sede stradale nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P) / Q_R$ |

Tabella 3-13 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.2.4: Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera

Gli indicatori *I.19* e *I.20* sopra riportati, hanno la finalità di valutare la migliore alternativa di progetto in termini di sostenibilità ambientale durante le attività di cantiere. Per sviluppare la presente analisi sono stati presi come riferimento i principali disturbi prodotti durante la cantierizzazione e di seguito descritte.

Durante la realizzazione delle opere previste in progetto, infatti, l'utilizzo di determinati mezzi di cantiere, la circolazione degli stessi, nonché la movimentazione di materiale, concorrono alla produzione di livelli di rumore elevati ed inquinanti atmosferici che si disperdono nell'area circostante al cantiere. Al fine di valutare l'esposizione dell'uomo a tali agenti fisici (*I.19*), in funzione della localizzazione delle principali sorgenti emmissive di cantieri (ipotizzate agli imbocchi della galleria) delle due alternative in esame, è stata calcolata l'area edificata entro un raggio di circa 200 metri dalle sorgenti stesse (distanza entro la quale è possibile ipotizzare la dispersione degli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere) e confrontata con l'area edificata relativa ai comuni di riferimento (Maiori e Minori).

Sulla base, quindi, delle quantità di progetto e di riferimento, la cui rappresentazione è riportata in Figura 3-8, e della stima dell'indicatore, è stato possibile valutare la rispondenza dei due tracciati alternativi all'obiettivo in oggetto.



Figura 3-8 Individuazioni superfici edificate per il calcolo dell'indicatore I.19

L'altro elemento di disturbo generato dal cantiere che è stato considerato per l'analisi delle alternative si riferisce all'occupazione da parte del cantiere stesso di parte della sede stradale attuale (I.20). Risulta chiaro come questo elemento generi interferenze sul traffico veicolare con possibili problematiche di congestione e di sicurezza stradale. Per il calcolo dell'indicatore in esame, quindi è stata calcolata per ogni alternativa l'area di cantiere che occupa la sede stradale (quantità di progetto) confrontando questa con la superficie stradale dell'infrastruttura oggetto di intervento (quantità di riferimento). Attraverso il calcolo dell'indicatore I.20, quindi, è stato possibile quantificare l'interferenza generata dal cantiere sulla normale circolazione del traffico, valutando la migliore soluzione progettuale in merito che minimizzi questa interferenza.

Di seguito si riportano sinteticamente i risultati dell'analisi.

| Definizione indicatore | Valore Indicatore | |
|--|-------------------|---------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.19 Esposizione popolazione agli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere | 0,96 | 0,97 |
| I.20 Occupazione temporanea sede stradale | 1 | 1 |

Tabella 3-14 Risultati indicatori I.19 e I.20 per le due alternative di progetto

Dai risultati dell'analisi effettuata per il calcolo dell'indicatore I.19, seppur la migliore alternativa risulta essere la numero 2, in generale è possibile considerare entrambe le alternative molto vicine al raggiungimento dell'obiettivo prefissato, in quanto i valori dell'indicatore risultano molto vicini a 1. Ciò significa che le attività

di cantiere previste dal progetto, per tutte e due le alternative, non generano interferenze significative sulla popolazione presente nell'area. L'esposizione dell'uomo agli agenti fisici prodotti dalle lavorazioni di cantiere, quindi, può ritenersi non critica, anche in considerazione del carattere temporaneo del cantiere, grazie al quale la produzione di inquinamento acustico ed atmosferico ha una durata limitata nel tempo.

Per quanto riguarda l'indicatore *I.20*, come è possibile osservare dalla tabella sopra riportata, entrambe le alternative concorrono al raggiungimento dell'obiettivo prefissato, in quanto per la localizzazione delle aree di cantiere non si è ritenuto necessario occupare parte della sede stradale esistente e pertanto, le interferenze potenziali sulla circolazione del traffico attuale risultano essere trascurabili.

3.5.3 MACRO OBIETTIVO AMBIENTALE 03

UTILIZZARE LE RISORSE AMBIENTALI IN MODO SOSTENIBILE MINIMIZZANDONE IL PRELIEVO

OSA.3.1: Preservare la qualità delle acque

| Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|--|--------|---|---|--------------|
| I.21 Presenza di vasche sistemi di trattamento prima pioggia (depurazione, disoleazione ecc.) | N | Numero di corsi d'acqua ricettori idrici presidiati che costituiscono recapito finale per l'alternativa | Numero totale di ricettori idrici che costituiscono recapito finale per singola alternativa | Q_p/Q_r |

Tabella 3-15 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.3.1: Preservare la qualità delle acque

L'indicatore in esame è rappresentativo dell'obiettivo finalizzato a preservare la qualità delle acque, e valuta, pertanto, la presenza o meno di un sistema di trattamento delle acque di piattaforma prima che queste vengano conferite al recapito finale.

| Definizione indicatori | Valore Indicatore | |
|--|-------------------|---------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.21 Presenza di vasche sistemi di trattamento prima pioggia (depurazione, disoleazione ecc.) | 1 | 1 |

Per quanto concerne i sistemi di raccolta delle acque, per entrambe le alternative nei tratti aperti lo schema di raccolta sarà lo stesso di quello preesistente, ovvero collettamento delle acque di piattaforma tramite caditoie e tubazioni sottostanti, che si ricollegheranno ai recapiti attualmente in uso. Anche le acque di percolazione ed infiltrazione raccolte a tergo del rivestimento definitivo e sull'arco rovescio della galleria, saranno recapitate nella rete esistente e da questa a recapito finale, essendo essenzialmente acque bianche che non necessitano di particolari trattamenti di disoleazione o sedimentazione.

Le acque di piattaforma in galleria presenteranno una rete di raccolta di drenaggio a valle della quale si prevede l'installazione di due vasche di intercettazione ed accumulo, posizionate all'esterno della galleria, in area ad accesso carrabile, al fine di garantire la semplicità di accesso, ispezione e manutenzione.

OSA.3.2: Contenere il consumo di suolo in particolare nelle aree sensibili

| Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|--|--------|---|---------------------------------------|-------------------------|
| I.22 Occupazione complessiva dal corpo stradale | mq | Area di ingombro dell'alternativa (al netto delle gallerie) | Area Teorica minima (Lmin x Larg min) | $1 - [(Q_p - Q_r)/Q_p]$ |

| Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|---|--------|---|---|--------------|
| | | | Lmin=distanza in linea d'aria Larg min= larghezza minima del corpo stradale (solo pavimentato) | |
| I.23 Occupazione di suoli ad elevata produttività agricola specifica | mq | Sommatoria delle aree ad elevata produttività agricola interferite dall'alternativa | Aree ad elevata produttività agricola presenti nell'area di riferimento | (Qr-Qp)/Qr |

Tabella 3-16 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.3.2: Contenere il consumo di suolo in particolare nelle aree sensibili

L'obiettivo relativo al contenimento del consumo di suolo è stato analizzato attraverso i due indicatori sopra riportati, di cui il primo caratterizza l'alternativa in termini di ingombro totale del tracciato di progetto, mentre il secondo identifica le aree ad elevata produttività agricola interferite dai tracciati di progetto ipotizzati.

Con specifico riferimento all'indicatore I.22 l'area di ingombro totale della singola alternativa è stata rapportata all'area teorica minima di ingombro di un'infrastruttura i cui punti iniziale e finale corrispondono a quelli dell'intervento in esame. L'area minima in particolare è calcolata considerando come lunghezza della strada una retta teorica che collega l'origine con la destinazione e come larghezza la minima larghezza della strada considerando solo la parte pavimentata in relazione alla categoria prevista.

Per quanto riguarda l'indicatore I.23 questo è stato stimato calcolando le aree a destinazione d'uso agricola interferite dal tracciato di progetto in relazione ad ogni alternativa e rapportando queste alle aree agricole presenti nell'intera area di riferimento.

L'analisi di questi indicatori ha portato ai seguenti risultati.

| Definizione indicatori | Valore Indicatore | |
|---|-------------------|---------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.22 Occupazione complessiva dal corpo stradale | 0,95 | 0,66 |
| I.23 Occupazione di suoli ad elevata produttività agricola specifica | 1 | 1 |

Tabella 3-17 Risultati indicatori I.22 e I.23 per le due alternative di progetto

I risultati mostrano che in termini di occupazione di suolo complessivo, il tracciato che ne occupa meno e che, quindi, si avvicina maggiormente all'obiettivo è quello relativo all'alternativa 1.

Per quanto riguarda l'indicatore I.23, nessuna delle due alternative interferisce con le aree di produzione agricola presenti nell'area di riferimento.

OSA.3.3: Minimizzare la quantità dei materiali consumati ed incrementare il riutilizzo

| Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|--|--------|--|---|---------------------|
| I.24 Quantità di terre ed inerti da approvvigionare | mc | Quantità di terre ed inerti da approvvigionare per l'alternativa | Disponibilità programmata da strumenti di settore nell'intorno di 50 km | $(Q_r - Q_p) / Q_r$ |

Tabella 3-18 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.3.3: Minimizzare la quantità dei materiali consumati ed incrementare il riutilizzo

Con tale indicatore si vuole stimare la quantità di terre da approvvigionare per ogni alternativa e confrontare tale volume con le disponibilità delle cave presenti nell'intorno dei 50 km rispetto al progetto in esame al fine di verificare il raggiungimento dell'obiettivo di minimizzazione le quantità di materiali consumati e quindi ridurre il consumo di risorse non rinnovabili ed incrementare il riutilizzo dello stesso nell'opera stessa di progetto o presso impianti di recupero o siti di deposito definitivo.

| Definizione indicatori | Valore Indicatore | |
|--|-------------------|---------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.24 Quantità di terre ed inerti da approvvigionare | n.d. | n.d. |

Tabella 3-19 Risultati indicatore I.24 per le due alternative di progetto

Dalle analisi condotte nella presente fase progettuale, non risulta necessario prevedere fornitura di materiale inerte da cava. Si dovranno tuttavia approvvigionare i materiali per la realizzazione della piattaforma stradale, ovvero strati di base, di usura e di binder, ma il quantitativo richiesto risulta essere influente nell'analisi delle alternative.

3.5.4 MACRO OBIETTIVO AMBIENTALE 04

RIDURRE LA PRODUZIONE DI RIFIUTI, INCREMENTANDONE IL RIUTILIZZO

OSA.4.1: Minimizzare la produzione dei rifiuti

| Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|---|--------|--|---|---------------------|
| I.25 Quantità di terre da smaltire | mc | Volume di terra scavata in esubero per l'alternativa | Disponibilità programmata di discariche, impianti di recupero e siti di deposito definitivo nell'intorno di 50 km | $(Q_r - Q_p) / Q_r$ |

Tabella 3-20 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.4.1: Minimizzare la produzione dei rifiuti

Tale indicatore I.25, similmente al precedente, vuole stimare le quantità di terre da smaltire e confrontare tali volumi con le disponibilità di discariche, impianti di recupero e siti di deposito definitivo nell'intorno di

50 km dal progetto in esame. Dalla valutazione di questo indicatore sarà possibile verificare il raggiungimento o meno dell'obiettivo di ridurre la produzione di rifiuti incrementandone il riutilizzo dello stesso nell'opera stessa di progetto o presso impianti di recupero o siti di deposito definitivo.

La capacità complessiva dei siti di recupero è stata quantificata in 132.900 tonnellate considerando la sovrapposizione per la durata dei lavori di due annualità.

I risultati dell'analisi sono di seguito riportati.

| Definizione indicatori | Valore Indicatore | |
|---|-------------------|---------------|
| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.25 Quantità di terre da smaltire | 0,20 | 0,40 |

Tabella 3-21 Risultati indicatore I.25 per le due alternative di progetto

3.5.5 MACRO OBIETTIVO AMBIENTALE 05

CONSERVARE ED INCREMENTARE LA BIODIVERSITÀ E RIDURRE LA PRESSIONE ANTROPICA SUI SISTEMI NATURALI

OSA.5.1: Conservare e tutelare la biodiversità

| Definizione indicatori | u.d.m. | Qp Quantità di progetto | Qr Quantità di riferimento | I Indicatore |
|--|--------|---|--|---------------------|
| I.26 Occupazione di aree naturali e seminaturali a vegetazione naturale (aree boscate, vegetazione a macchia, igrofila) | mq | Sommatoria delle aree a vegetazione naturale interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree a vegetazione naturale presenti nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P) / Q_R$ |
| I.27 Occupazione di aree naturali tutelate (Aree naturali protette, Rete Natura 2000, IBA, Ramsar) | mq | Sommatoria delle aree naturali tutelate interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree naturali tutelate presenti nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P) / Q_R$ |

Tabella 3-22 Indicatori scelti per l'obiettivo specifico OSA.5.1: Conservare e tutelare la biodiversità

Rispetto alla conservazione e alla tutela della biodiversità sono stati analizzati i due indicatori e per valutare rispettivamente le interferenze tra i tracciati proposti e:

- le aree a vegetazione naturale e seminaturale (I.26);
- le aree naturali protette (I.27).

L'analisi degli indicatori in esame ha portato ai seguenti risultati.

| | Definizione indicatori | Valore Indicatore | |
|-------------|---|-------------------|---------------|
| | | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
| I.26 | Occupazione di aree naturali e semi-naturali a vegetazione naturale (aree boscate, vegetazione a macchia, igrofila) | 1 | 1 |
| I.27 | Occupazione di aree naturali tutelate (Aree naturali protette, Rete Natura 2000, IBA, Ramsar) | 1 | 1 |

Tabella 3-23 Risultati indicatore I.26 e I.27 per le due alternative di progetto

Per l'indicatore I.26, nell'area di riferimento sono presenti alcune aree a vegetazione naturale, ma le due alternative (considerando i tracciati all'aperto) non interferiscono nessuna di queste.

Per quanto concerne la presenza di aree naturali protette (I.27), all'interno dell'area di studio ricade una porzione del SIC IT8050051 - Valloni della Costiera Amalfitana; anche in questo caso nessuna delle alternative interferisce con l'area appartenente alla RN2000.

Alla luce di ciò è possibile considerare raggiunto l'obiettivo di conservazione della biodiversità, per entrambe le alternative.

3.6 LA SOLUZIONE DI PROGETTO

In relazione alle analisi effettuate nel precedente paragrafo, in cui sono stati quantificati gli indicatori caratterizzanti i diversi obiettivi ambientali, nel presente paragrafo vengono espone le risultanze emerse e le motivazioni che hanno portato alla scelta della migliore alternativa sotto il profilo ambientale, ossia alla scelta dell'alternativa progettuale che maggiormente soddisfa i criteri di sostenibilità.

Alla luce dei risultati ottenuti, la tabella seguente mostra per ogni indicatore l'alternativa che più si avvicina all'obiettivo prefissato. Quando entrambe le alternative presentano il colore grigio vuol dire che queste si ritengono comparabili tra loro ed il calcolo dell'indicatore specifico non ha evidenziato un'alternativa migliore rispetto all'altra. Quando invece, una delle due alternative è colorata significa che questa dall'analisi quantitativa è risultata maggiormente rispondente all'obiettivo e quindi risulta migliore dell'altra.

| MOA | | OSA | | Indicatore | | Alternative | |
|---------------|--|---------|---|------------|---|---|---|
| | | | | | | 1 | 2 |
| MOA.01 | Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo e culturale per il riequilibrio territoriale | OSA.1.1 | Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale | I.01 | Attraversamento aree ed immobili di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004 e smi) |  |  |
| | | | | I.02 | Attraversamento aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs. 42/2004 e smi) |  |  |
| | | | | I.03 | Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi) |  |  |

| MOA | OSA | Indicatore | Alternative | | | | |
|---------|---------|---|---|--|--|---|--|
| | | | 1 | 2 | | | |
| | | I.04 | Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi – Beni vincolati da decreto ministeriale) | | | | |
| | | I.05 | Attraversamento Beni da Pianificazione paesaggistica (art. 143 lett. d ÷ i D.Lgs. 42/2004 e smi) | | | | |
| | | I.06 | Livello rischio archeologico relativo - alto | | | | |
| | OSA.1.2 | Progettare opere coerenti con il paesaggio | I.07 | Promozione della conservazione dei caratteri del paesaggio | | | |
| | | | I.08 | Coerenza con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio | | | |
| | | | I.09 | Presenza di aree per la fruizione turistica | | | |
| | MOA.02 | OSA.2.1 | Tutelare la salute e la qualità della vita | I.10 | Esposizione della popolazione agli NOx | | |
| | | | | I.11 | Esposizione della popolazione al PM10 | | |
| | | | | I.12 | Edifici residenziali sottoposti a modifica del regime di tutela acustica | | |
| OSA.2.2 | | Ottimizzare la funzionalità stradale | I.13 | Incidenza delle curvature | | | |
| | | | I.14 | Incidenza dei rettilinei | | | |
| | | | I.15 | Incidenza delle intersezioni a raso e degli accessi | | | |
| OSA.2.3 | | Proteggere il territorio dai rischi idrogeomorfologici | I.16 | Attraversamento delle aree a pericolosità idraulica P3 e P4 | | | |
| | | | I.17 | Attraversamento delle aree ad alta vulnerabilità degli acquiferi | n.d. | n.d. | |
| | | | I.18 | Attraversamento delle aree a pericolosità geomorfologica P3 e P4 | | | |
| OSA.2.4 | | Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera | I.19 | Esposizione popolazione agli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere | | | |
| | | | I.20 | Occupazione temporanea sede stradale | | | |
| MOA.03 | | Utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile | OSA.3.1 | Preservare la qualità delle acque | I.21 | Presenza di sistemi di trattamento prima pioggia (depurazione, disoleazione ecc.) | |

| MOA | OSA | Indicatore | Alternative | | | | |
|----------------------------|--|---|---------------------------------------|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | | | |
| minimizzandone il prelievo | OSA.3.2 | Contenere il consumo di suolo in particolare nelle aree sensibili | I.22 | Occupazione complessiva dal corpo stradale |  |  | |
| | | | I.23 | Occupazione di suoli ad elevata produttività agricola specifica |  |  | |
| | OSA.3.3 | Minimizzare la quantità dei materiali consumati ed incrementare il riutilizzo | I.24 | Quantità di terre e inerti da approvvigionare | n.d. | n.d. | |
| MOA.04 | Ridurre la produzione di rifiuti, incrementandone il riutilizzo | OSA.4.1 | Minimizzare la produzione dei rifiuti | I.25 | Quantità di terre da smaltire |  |  |
| MOA.05 | Conservare ed incrementare la biodiversità e ridurre la pressione antropica sui sistemi naturali | OSA.5.1 | Conservare e tutelare la biodiversità | I.26 | Occupazione di aree naturali e seminaturali a vegetazione naturale |  |  |
| | | | | I.27 | Occupazione di aree naturali tutelate |  |  |

Tabella 3-24 Risultanze analisi delle alternative

Alla luce di quanto indicato nella tabella è possibile osservare come per alcuni indicatori non si rileva una differenza tra le due alternative progettuali, che possa identificare la migliore da un punto di vista ambientale. Tra questi si differenziano quegli indicatori per cui entrambe le alternative raggiungono in pieno l'obiettivo prefissato (il valore dell'indicatore per le due alternative è pari a 1) e quelle per cui le soluzioni di progetto proposte risultano avvicinarsi all'obiettivo allo stesso modo (il risultato dell'indicatore per le due alternative è comparabile). Si evidenzia, oltre ciò, l'eccezione degli indicatori I.01 e I.02 relativi all'attraversamento di aree ed immobili di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004 e smi) e di aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs. 42/2004 e smi), per cui il valore per entrambe le alternative risulta pari a zero. In merito all'indicatore I.01, ciò è spiegato dal fatto che i territori comunali di Maiori e Minori dove sono inseriti i tracciati delle alternative sono tutelati secondo quando predisposto dall'art. 136 del D.Lgs. 42/2004, individuati rispettivamente, dal DM 03/01/1962 e dal DM 28/03/1985 per il comune di Maiori, e dal DM 08/10/1960 per il comune di Minori. Inoltre, in relazione all'indicatore I.02 si è riscontrato che entrambe le alternative attraversano interamente nella loro estensione aree a vincolo ai sensi dell'art.142.

Tra gli indicatori per i quali non sono state riscontrate differenze dal punto di vista ambientale tra le due alternative, di seguito si riportano quelli per cui il valore ottenuto è risultato pari a 1, ovvero per cui entrambe le alternative hanno raggiunto a pieno l'obiettivo prefissato.

OSA.1.1: Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale

- I.03 Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi)
- I.04 Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi – Beni vincolati da decreto ministeriale)
- I.05 Attraversamento Beni da Pianificazione paesaggistica (art. 143 lett. d ÷ i D.Lgs. 42/2004 e smi)

OSA.1.2: Progettare opere coerenti con il paesaggio

- I.08 Coerenza con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio

OSA.2.3: Proteggere il territorio dai rischi idro-geologici

- I.16 Attraversamento delle aree a pericolosità idraulica P3 e P4

OSA.2.4 Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera

- I.20 Occupazione temporanea sede stradale

OSA.3.1: Preservare la qualità delle acque

- I.21 Presenza di sistemi di trattamento prima pioggia (depurazione, disoleazione ecc.)

OSA.3.2: Contenere il consumo di suolo in particolare nelle aree sensibili

- I.23 Occupazione di suoli ad elevata produttività agricola specifica

OSA.5.1: Conservare e tutelare la biodiversità

- I.26 Occupazione di aree naturali e seminaturali a vegetazione naturale (aree boscate, vegetazione a macchia, igrofila)
- I.27 Occupazione di aree naturali tutelate (Aree naturali protette, Rete Natura 2000, IBA, Ramsar)

Allo stesso modo, vengono elencati di seguito quegli indicatori per cui il valore risultante si è ritenuto confrontabile tra le due alternative:

OSA.1.1: Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale

- I.06 Livello rischio archeologico relativo - alto

OSA.2.1: Tutelare la salute e la qualità della vita

- I.10 Esposizione della popolazione agli NOx
- I.11 Esposizione della popolazione al PM10

OSA.2.2: Ottimizzare la funzionalità stradale

- I.14 Incidenza dei rettilinei
- I.15 Incidenza delle intersezioni a raso e degli accessi

OSA.2.4 Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera

- I.19 Esposizione popolazione agli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere

Questi indicatori, sopra definiti, non sono stati considerati nella scelta della migliore soluzione progettuale, in quanto non hanno portato all'identificazione di un'alternativa migliore rispetto all'altra. Le motivazioni della scelta della migliore soluzione di progetto, quindi, si sono basate sui restanti indicatori, dai quali è emerso che l'alternativa 1 rispetto alla 2 si avvicina maggiormente agli obiettivi ambientali prefissati, considerato che i risultati degli indicatori tendono maggiormente all'obiettivo specifico rispetto all'altra alternativa.

Tra gli indicatori ritenuti significativi per la scelta uno solo non conferma la bontà dell'alternativa 1 ed in particolare si tratta dell'indicatore I.25 "Quantità di terre da smaltire" che caratterizza il macro-obiettivo MOA.04 relativo alla riduzione della produzione di rifiuti. Dall'analisi quantitativa dell'indicatore risulta chiaro come in base al quantitativo di materiale scavato, essendo inferiore quello per la realizzazione dell'alternativa 2, la stessa risulta tendere maggiormente all'obiettivo rispetto alla soluzione 1. Ciò nonostante, secondo le osservazioni sotto riportate, tale tematica non risulta sufficiente per affermare che l'alternativa 2 è la migliore da un punto di vista ambientale, infatti per tutti gli altri indicatori il risultato migliore ricade sull'alternativa 1, che facendo un bilancio complessivo risulta essere quella che garantisce il migliore inserimento ambientale.

Procedendo con l'analisi degli indicatori, infatti, l'alternativa 1 risulta essere maggiormente tendente all'obiettivo OSA.1.1 "Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale", in quanto l'indicatore I.06 "Livello rischio archeologico relativo – alto" evidenzia la bontà dell'alternativa 1: mentre l'area afferente l'alternativa 2 è caratterizzata per circa il 20% da aree rischio archeologico alto (indicatore pari a 0,77), l'Alternativa 1 non interferisce con alcuna area a rischio alto (indicatore pari a 1).

L'alternativa 1 risulta essere la preferibile anche per quanto concerne l'OSA.1.2 relativo alla progettazione di opere coerenti con il paesaggio, in quanto per gli indicatori I.07 "Promozione della conservazione dei caratteri del paesaggio" e I.09 "Presenza di aree per la fruizione turistica" restituisce dei valori rispettivamente pari a 0,53 e 0,71 maggiori rispetto a quelli stimati per l'alternativa 2 rispettivamente pari a 0,39 e 0,46. L'alternativa 1, infatti, rispetto alla seconda, è caratterizzata da una maggiore percentuale di tratto in galleria in rapporto alla sua intera estensione ed inoltre prevede la pedonalizzazione di un tratto maggiore della porzione stradale variata, garantendo una migliore conservazione del paesaggio.

Rispetto all'obiettivo OSA.2.1, in relazione all'indicatore I.12 riguardante gli edifici interessati dall'inquinamento acustico generato dal traffico veicolare, emerge la bontà dell'alternativa 1, in quanto la seconda non

comporta benefici rispetto allo stato attuale. Il tracciato previsto dalla prima alternativa, invece, riduce il numero di edifici interessati dal rumore veicolare e pertanto, può essere ritenuta la migliore dal punto di vista della tutela della salute e della qualità della vita della popolazione circostante.

Anche rispetto al tema della funzionalità dell'infrastruttura, l'alternativa 1 risulta essere migliore dell'alternativa 2, in quanto rispetto alla quantificazione dell'indicatore I.13 relativo all'incidenza delle curvature emerge per la prima alternativa un valore più vicino ad 1, pari a 0,8, che è indice di un tracciato con andamento planimetrico regolare con raggi di curvatura costanti che ottimizzano dal punto di vista funzionale il tratto in esame.

In merito all'obiettivo OSA.2.3 "Proteggere il territorio dai rischi idro-geologici" dall'analisi dell'indicatore I.18 relativo all'attraversamento delle aree a pericolosità geomorfologica P3 e P4 è risultato che l'alternativa 1 ha meno aree a pericolosità interferite dalla soluzione di progetto, rispetto a quelle interessate dal tracciato attuale e rispetto all'alternativa 2 per la quale si riscontrano le stesse interferenze dello stato attuale.

Riguardo al contenimento del consumo del suolo in particolare nelle aree sensibili (OSA.3.2), dalla stima dell'indicatore I.22 si evidenzia come l'alternativa 1 complessivamente occupa un'area inferiore rispetto al tracciato previsto dall'alternativa 2. Il valore dell'indicatore, infatti, risulta essere molto vicino ad 1, pari nello specifico a 0,95 che rispetto al valore di 0,66 stimato per l'alternativa 2 risulta nettamente migliore.

In base a quanto emerso dalla metodologia di confronto effettuata, la scelta della migliore soluzione di progetto è ricaduta sull'alternativa 1 che, perseguendo i principali obiettivi ambientali, viene ritenuta quella meglio rispondente ai criteri di sostenibilità.

A completamento di quanto emerso dall'applicazione della metodologia e dalla stima degli indicatori, nel proseguo della trattazione, verranno esplicitati ulteriori elementi di interesse che hanno portato alla conferma della migliore alternativa di progetto, identificata nell'alternativa 1.

Un ulteriore tematica che merita di essere sottolineata riguarda il risparmio di tempo di viaggio che rappresenta per gli utenti sicuramente uno tra i benefici più importanti. Con riferimento allo "Studio di traffico ed analisi benefici-costi" (T00EG00GENRE02A) il risparmio relativo al tempo di viaggio per ogni alternativa è relativo all'annullamento del perditempo al semaforo di regolazione del senso unico alternato di Torre Mezzacapo e alle variazioni di percorrenza connesse alla realizzazione della variante. La metodologia utilizzata stima i risparmi di tempo per veicolo, che successivamente vengono trasformati in risparmi di tempo per passeggero e per veicolo merci e quindi vengono monetizzati.

Dalle analisi trasportistiche condotte è emerso che il beneficio per risparmio di tempo in termini di ore anno per passeggeri e merci è complessivamente pari a circa 59.200 ore/anno per lo scenario alternativa 1 e 50.150 ore/anno per l'alternativa 2. Applicando i valori monetari del tempo si ottiene un beneficio

economico per risparmio di tempo all'anno 2023 in cui si ipotizza l'entrata in esercizio della variante di Torre Mezzacapo pari a circa 736.450 € nello scenario di progetto Alternativa 1 e pari a circa 624.000 € nello scenario di progetto Alternativa 2.

Le variazioni di percorrenza generano come effetto una riduzione del costo diretto del trasporto che è monetizzato secondo i seguenti valori unitari:

- Percorrenza Autovetture: 0,19 €/ Autovett. Eq. x Km
- Percorrenza Autocarri: 0,45 € / Autocarro Eq. x Km

Sulla base delle analisi effettuate si ottiene all'anno 2023 un risparmio di circa 42.000€ per lo scenario di progetto Alternativa 1 e di circa 28.000€ per lo scenario Alternativa 2.

Pertanto, alla luce di ciò è possibile confermare che anche in merito al risparmio di tempo di viaggio l'alternativa 1 rappresenta la migliore tra le due soluzioni progettuali proposte.

Per quanto riguarda, in ultimo, la valutazione della sostenibilità economica delle tre alternative, con riferimento allo studio trasportistico (T00EG00GENRE02A), sono stati stimati i costi di realizzazione per le due alternative. La trasformazione dei costi di realizzazione dell'opera da finanziari in economici è calcolata in base ad un fattore medio di conversione ottenuto come media pesata tra i singoli tassi di conversione delle voci di spesa e la percentuale di spesa a queste voci imputata desunti dai quadri economici del progetto, e risulta pari a 0,74. Pertanto, i costi economici di realizzazione sono pari a 11.738.550 € per l'alternativa 1 e 12.503.304€ per l'alternativa 2. Alla luce di tali considerazioni si può concludere che l'analisi costi benefici risulta soddisfatta in entrambi gli scenari di progetto valutati. L'alternativa 1, però, presenta indicatori complessivamente migliori in ragione principalmente di un minor costo di realizzazione con un VAN positivo e pari a 4.809.394€ a fronte del VAN di 1.720.796€ dell'alternativa 2 e pertanto, si conferma la migliore tra le sue soluzioni.

Da tutte le considerazioni sopra effettuate risulta di facile comprensione come la migliore alternativa e, quindi, la soluzione di progetto scelta sia l'alternativa 1, la quale si avvicina maggiormente agli obiettivi prefissati e rispetta i criteri di sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

4 CONCLUSIONI

Il presente paragrafo è volto a fornire una sintesi complessiva del confronto tra le alternative di progetto, che ha portato alla scelta della migliore soluzione progettuale in termini di sostenibilità ambientale, sociale ed economica dell'opera stessa. Con la finalità di individuare, quindi, la migliore alternativa progettuale proposta è stata condotta un'analisi comparativa tra le due alternative di progetto, di seguito brevemente descritte.

Alternativa 1

Questa alternativa prevede di abbandonare il tracciato attuale già a partire dal centro abitato di Minori: l'imbocco della galleria è posto oltre l'ultimo fabbricato di Minori, perpendicolarmente alla parete rocciosa. La galleria risulta costituita da una tratta in naturale di lunghezza pari a 390 m e da due tratte di imbocco di lunghezza pari a circa 5 m lato Minori e pari a circa 10 m lato Maiori. Lato Maiori la galleria termina all'altezza del convento "San Francesco" con un imbocco perpendicolare alla parete rocciosa e si riconnette alla sede stradale esistente.

Alternativa 2

La seconda alternativa si basa sullo Studio di fattibilità redatto dal Comune di Minori nel gennaio 2017, apportando alcune ottimizzazioni progettuali. Il tracciato nel suo primo tratto di ascesa del promontorio lato Minori segue la sede stradale attuale per poi curvare ed entrare in galleria con imbocco parietale. La galleria risulta costituita da una tratta in naturale di lunghezza pari a 295 m e da due tratte di imbocco di lunghezza pari a circa 20 m lato Minori e pari a circa 10 m lato Maiori. Lato Maiori la galleria termina subito di fianco all'ingresso della grotta di San Francesco lato mare con un imbocco leggermente obliquo; il tracciato ridiscende quindi sul sedime della viabilità esistente dove la sezione stradale riprende progressivamente la larghezza della sede attuale.

Per la scelta della migliore alternativa, sono state effettuate alcune valutazioni sulla sostenibilità dell'opera nel suo complesso, determinata dalla combinazione di:

- sostenibilità ambientale;
- sostenibilità sociale;
- sostenibilità economica.

Si sottolinea come le alternative non siano state confrontate dal un punto di vista tecnico in quanto sono state previste con le stesse finalità tecniche per migliorare la situazione viaria attuale ed incrementare il livello di servizio dell'infrastruttura e la sua funzionalità. Infatti, la soluzione di non intervento che non è risultata rispondente agli obiettivi prefissati, è stata esclusa a monte dell'analisi delle alternative (cfr. Par. 2.1).

Per la valutazione della sostenibilità ambientale e sociale, è stata utilizzata una metodologia specifica, di

seguito sintetizzata, che ha portato all'individuazione dell'alternativa più rispondente ai criteri di sostenibilità. A completamento di tale analisi la scelta della soluzione progettuale è stata confermata secondo i criteri di sostenibilità economica, sulla base dell'analisi costi-benefici.

In relazione alla valutazione della sostenibilità di ogni alternativa progettuale si è adottata una metodologia, che può essere applicata in generale ai progetti di infrastrutture stradali, basata sulla stima di alcuni indicatori, finalizzati alla caratterizzazione dei Macro Obiettivi ed Obiettivi Specifici da perseguire.

In generale i Macro Obiettivi rappresentano i principali obiettivi di sostenibilità ambientale posti alla base del progetto della nuova infrastruttura, gli obiettivi specifici dipendono dalla specificità dell'iniziativa progettuale e, pertanto, andranno definiti in funzione della stessa e gli indicatori, infine, quantificano il grado di raggiungimento dell'obiettivo specifico

Con riferimento agli indicatori, adimensionali, è opportuno specificare che le due grandezze da prendere in considerazione per il calcolo degli indicatori stessi sono la quantità di progetto (Qp) riferita al tema del singolo indicatore per l'alternativa in esame e la quantità di riferimento (Qr) che è la quantità territoriale riferita al tema dell'indicatore. Si specifica come il valore sarà pari a "zero" per gli indicatori in cui l'obiettivo di sostenibilità è lontano dal suo perseguimento mentre sono pari a "uno" per la totalità del recepimento dell'obiettivo predefinito di sostenibilità.

Per effettuare un'analisi comparativa tra le due alternative progettuali previste si è scelto di costruire ad hoc un'area di riferimento, comune alle due alternative, da utilizzare come area di calcolo per la stima delle quantità di riferimento (Qr) di alcuni degli indicatori.

Dall'applicazione della metodologia così sintetizzata è emersa la bontà dell'alternativa 1 rispetto all'altra alternativa, per le motivazioni di seguito esplicitate.

Analizzando i risultati di tutti gli indicatori stimati, che caratterizzano i diversi obiettivi specifici ed i relativi macro obiettivi è stato, quindi, possibile arrivare all'individuazione della migliore alternativa di progetto.

Si specifica come alcuni indicatori non è stato possibile prenderli come riferimento per il confronto, in quanto i valori numerici di questi sono risultati per entrambe le alternative in esame pari a 1, a zero, oppure tendenti all'obiettivo allo stesso modo. Tali indicatori, di seguito elencati, non sono stati significativi per la scelta della migliore alternativa:

OSA.1.1: Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale

- I.01 Attraversamento aree ed immobili di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004 e smi)
- I.02 Attraversamento aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs. 42/2004 e smi)
- I.03 Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi)
- I.04 Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi – Beni vincolati da decreto ministeriale)
- I.05 Attraversamento Beni da Pianificazione paesaggistica (art. 143 lett. d ÷ i D.Lgs. 42/2004 e smi)

OSA.1.2: Progettare opere coerenti con il paesaggio

- I.08 Coerenza con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio

OSA.2.1: Tutelare la salute e la qualità della vita

- I.10 Esposizione della popolazione agli NOx
- I.11 Esposizione della popolazione al PM10

OSA.2.2: Ottimizzare la funzionalità stradale

- I.14 Incidenza dei rettilinei
- I.15 Incidenza delle intersezioni a raso e degli accessi

OSA.2.3: Proteggere il territorio dai rischi idro-geologici

- I.16 Attraversamento delle aree a pericolosità idraulica P3 e P4

OSA.2.4 Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera

- I.19 Esposizione popolazione agli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere
- I.20 Occupazione temporanea sede stradale

OSA.3.1: Preservare la qualità delle acque

- I.21 Presenza di vasche sistemi di trattamento prima pioggia (depurazione, disoleazione ecc.)

OSA.3.2: Contenere il consumo di suolo in particolare nelle aree sensibili

- I.23 Occupazione di suoli ad elevata produttività agricola specifica

OSA.5.1: Conservare e tutelare la biodiversità

- I.26 Occupazione di aree naturali e seminaturali a vegetazione naturale (aree boscate, vegetazione a macchia, igrofila)
- I.27 Occupazione di aree naturali tutelate (Aree naturali protette, Rete Natura 2000, IBA, Ramsar)

Il confronto tra le soluzioni di progetto, pertanto, si è basato sui restanti indicatori scelti per l'analisi. Alla luce dei risultati è emerso che l'alternativa 1, rispetto all'alternativa 2, è migliore in quanto risulta maggiormente tendente agli obiettivi ambientali alla base del progetto, ad eccezione di un solo obiettivo (MOA.04) per il quale risulta peggiore dell'altra alternativa, in quanto per la realizzazione del tracciato è necessario smaltire un quantitativo di terre maggiori.

In merito agli altri indicatori analizzati, l'alternativa 1, non interferendo con aree caratterizzate da rischio archeologico alto persegue, attraverso l'indicatore I.06, l'obiettivo OSA.1.1 atto a "garantire un'adeguata

tutela del patrimonio culturale”.

Inoltre l'alternativa 1, essendo caratterizzata da una maggiore percentuale di tratto in galleria in rapporto alla sua intera estensione e prevedendo la pedonalizzazione di un tratto maggiore della porzione stradale variata, garantisce una migliore conservazione del paesaggio, perseguendo attraverso gli indicatori I.07 e I.09 l'obiettivo OSA.1.2 relativo alla progettazione di opere coerenti con il paesaggio.

Oltre a ciò l'alternativa 1 può essere ritenuta la migliore dal punto di vista della tutela della salute e della qualità della vita della popolazione circostante in quanto, come si osserva dai risultati dell'indicatore I.12, determina una riduzione di edifici rispetto allo stato attuale interessati da inquinamento acustico.

Anche rispetto al tema della funzionalità dell'infrastruttura l'alternativa 1 risulta essere migliore dell'alternativa 2, in quanto rispetto alla quantificazione dell'indicatore I.13 relativo all'incidenza delle curvature emerge per la prima alternativa un valore molto vicino ad 1, pari a 0,8.

Per quanto riguarda le tematiche legate all'ambiente idrico e al suolo, dall'analisi degli indicatori I.17 e I.21, si evidenzia come la soluzione 1 rappresenta il tracciato migliore sia in termini di pericolosità geomorfologica sia in termini di occupazione di suolo.

In base a quanto emerso dalla metodologia di confronto effettuata, la scelta della migliore soluzione di progetto è ricaduta sull'alternativa 1 che, perseguendo i principali obiettivi ambientali viene ritenuta quella meglio rispondente ai criteri di sostenibilità.

A completamento dell'analisi degli indicatori dai quali è emersa la bontà della soluzione 1 e a conferma della soluzione scelta, sono stati analizzati ulteriori elementi di interesse specifici del progetto in esame, con particolare riferimento all'analisi costi-benefici.

Dalle analisi trasportistiche condotte è emerso che il beneficio per risparmio di tempo, relativo all'annullamento del perditempo al semaforo di regolazione del senso unico alternato, in termini di ore anno per passeggeri e merci è complessivamente pari a circa 59.200 ore/anno per lo scenario alternativa 1 e 50.150 ore/anno per l'alternativa 2. Le variazioni di percorrenza, inoltre, generano come effetto una riduzione del costo diretto del trasporto che viene monetizzato. All'anno 2023 è stato stimato un risparmio di circa 42.000 € per lo scenario di progetto Alternativa 1 e di circa 28.000 € per lo scenario Alternativa 2.

Inoltre, dal punto di vista economico, lo studio trasportistico evidenzia che i costi economici di realizzazione sono pari a 11.738.550 € per l'alternativa 1 e 12.503.304€ per l'alternativa 2.

Pertanto, è possibile confermare che anche in merito al risparmio di tempo di viaggio ed in termini di sostenibilità economica l'alternativa 1 rappresenta la migliore tra le due soluzioni progettuali proposte.

Alla luce di quanto fin qui esplicitato, **risulta evidente la bontà dell'alternativa 1 che rispecchia maggiormente, rispetto all'altra alternativa, i criteri di sostenibilità ambientale, sociale ed economica.**

Tale soluzione pertanto, è stata portata avanti nella progettazione in quanto ritenuta consona dal punto di vista tecnico e compatibile da un punto di vista ambientale, sociale ed economico.

Attraverso un quadro riassuntivo viene esplicitato, sotto forma grafica, per ogni tematica analizzata, quale alternativa garantisce il migliore raggiungimento all'obiettivo e quale invece risulta più lontana dallo stesso. Quelle tematiche per cui il livello di raggiungimento dell'obiettivo è lo stesso sono state contrassegnate con il simbolo "≡".

Al fine di facilitare la lettura della Tabella 4-1 si riporta di seguito la legenda relativa ai simboli associati ad ogni tematica di riferimento.

| LEGENDA | |
|---|--|
|  | Migliore raggiungimento dell'obiettivo |
|  | Peggioro raggiungimento dell'obiettivo |
|  | Uguale raggiungimento dell'obiettivo |

| Tematica di riferimento (<i>indicatore</i>) | Alt. 1 | Alt. 2 |
|---|---|---|
| Attraversamento aree ed immobili di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004 e smi) | ≡ | ≡ |
| Attraversamento aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs. 42/2004 e smi) | ≡ | ≡ |
| Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi) | ≡ | ≡ |
| Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi – Beni vincolati da decreto ministeriale) | ≡ | ≡ |
| Attraversamento Beni da Pianificazione paesaggistica (art. 143 lett. d ÷ i D.Lgs. 42/2004 e smi) | ≡ | ≡ |
| Livello rischio archeologico relativo - alto |  |  |
| Promozione della conservazione dei caratteri del paesaggio |  |  |
| Coerenza con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio | ≡ | ≡ |
| Presenza di aree per la fruizione turistica |  |  |
| Esposizione della popolazione agli NOx | ≡ | ≡ |
| Esposizione della popolazione al PM10 | ≡ | ≡ |
| Edifici residenziali sottoposti a modifica del regime di tutela acustica |  |  |
| Incidenza delle curvature |  |  |
| Incidenza dei rettilinei | ≡ | ≡ |
| Incidenza delle intersezioni a raso e degli accessi | ≡ | ≡ |
| Attraversamento delle aree a pericolosità idraulica P3 e P4 | ≡ | ≡ |
| Attraversamento delle aree a pericolosità geomorfologica P3 e P4 |  |  |
| Esposizione popolazione agli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere | ≡ | ≡ |
| Occupazione temporanea sede stradale | ≡ | ≡ |
| Presenza di sistemi di trattamento prima pioggia (depurazione, disoleazione ecc.) | ≡ | ≡ |
| Occupazione complessiva dal corpo stradale |  |  |
| Occupazione di suoli ad elevata produttività agricola specifica | ≡ | ≡ |
| Quantità di terre da smaltire |  |  |
| Occupazione di aree naturali e seminaturali a vegetazione naturale | ≡ | ≡ |

| Tematica di riferimento (indicatore) | Alt. 1 | Alt. 2 |
|---|---|---|
| Occupazione di aree naturali tutelate | ≡ | ≡ |
| Risparmio sul tempo di viaggio |  |  |
| Costo di realizzazione |  |  |

Tabella 4-1 Sintesi confronto alternative

APPENDICE I

La matrice di calcolo per il confronto delle alternative

| MOA Macro obiettivi | MOA | OSA Obiettivi specifici | Indicatore prestazioni di progetto | U.d.m. | Q _P Quantità di progetto | Q _R Quantità di riferimento | I Indica- tore | ALTERNATIVA 1 | | | ALTERNATIVA 2 | | | | |
|------------------------|--|----------------------------|---|--------|---|---|--|--|-------------------|--------|----------------|----------------|--------|---------|-------------|
| | | | | | | | | Q _P | Q _R | I | Q _P | Q _R | I | | |
| MOA.01 | Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo e culturale per il riequilibrio territoriale | OSA.1.1 | Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale | I.01 | Attraversamento aree ed immobili di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs. 42/2004 e smi) | mq | Sommatoria delle aree non soggette a vincolo interessate dall'alternativa | Sommatoria delle aree non soggette a vincolo nell'area di riferimento | Q_P/Q_R | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | I.02 | Attraversamento aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs. 42/2004 e smi) | mq | Sommatoria delle aree non a vincolo interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree non a vincolo nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | I.03 | Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi) | N | Numero di elementi interessati dall'alternativa | Numero di elementi presenti nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 28 | 1 | 0 | 28 | 1 |
| | | | | I.04 | Presenza di beni culturali (Parte II D.Lgs. 42/2004 e smi – Beni vincolati da decreto ministeriale) | N | Numero di elementi interessati dall'alternativa | Numero di elementi presenti nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | | | | I.05 | Attraversamento Beni da Pianificazione paesaggistica (art. 143 lett. d ÷ i D.Lgs. 42/2004 e smi) | mq | Sommatoria delle aree interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | | | | I.06 | Livello rischio archeologico relativo - alto | mq | Sommatoria delle aree a rischio elevato interferite dall'alternativa | Fascia di circa 550 metri a cavallo del tracciato dell'alternativa | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 47.774 | 1 | 7.564 | 33.035 | 0,77 |
| | | OSA.1.2 | Progettare opere coerenti con il paesaggio | I.07 | Promozione della conservazione dei caratteri del paesaggio | ml | Sviluppo in gallerie e/o sviluppo delle opere di architettura strutturale e/o sviluppo a raso interessati dall'alternativa | Estensione dell'alternativa | Q_P/Q_R | 390 | 730 | 0,53 | 295 | 750 | 0,39 |
| | | | | I.08 | Coerenza con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio | mq | Segni territoriali/trame di pregio interrotte dall'alternativa | Sommatoria tratti di paesaggio di pregio nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 583.335 | 1 | 0 | 583.335 | 1 |
| | | | | I.09 | Presenza di aree per la fruizione turistica | m | Sviluppo piste ciclabili e/o pedonali previste dall'alternativa | Estensione tracciato di riferimento | Q_P/Q_R | 660,16 | 932 | 0,71 | 427,33 | 932 | 0,46 |
| MOA.02 | Tutelare il benessere sociale | OSA.2.1 | Tutelare la salute e la qualità della vita | I.10 | Esposizione della popolazione agli NOx | t*ab | Emissione di NOx per abitante nella fascia relativa all'alternativa | Emissione di NOx per abitante nella fascia relativa all'infrastruttura attuale | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 2.153 | 8.195 | 0,74 | 2.359 | 8.195 | 0,71 |
| | | | | I.11 | Esposizione della popolazione al PM10 | t*ab | Emissione di PM10 per abitante nella fascia relativa all'alternativa | Emissione di PM10 per abitante nella fascia relativa all'infrastruttura attuale | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 43 | 368 | 0,88 | 47 | 368 | 0,87 |
| | | | | I.12 | Edifici residenziali sottoposti a modifica del regime di tutela acustica | mq | Area occupata dagli edifici compresi nelle fasce di pertinenza acustica stradali relative all'alternativa | Area occupata dagli edifici compresi nelle fasce di pertinenza acustica dell'assetto attuale | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 86.765 | 87.035 | 0,1 | 87.035 | 87.035 | 0,0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|---------|--|------|--|---|---|--|-------------------------|-------------|----------|-------------|-------------|----------|-------------|
| OSA.2.2 | Ottimizzare la funzionalità stradale | I.13 | Incidenza delle curvature | N | DC dell'alternativa (DC= $\Sigma(1/R)/\Sigma li$) | DC in assenza di progetto (DC= $\Sigma(1/R)/\Sigma li$) (tracciato di origine) | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0,00006 | 0,00032 | 0,80 | 0,00014 | 0,00032 | 0,56 | | |
| | | I.14 | Incidenza dei rettilinei | N | ATL dell'alternativa (ATL= $\Sigma L_{rettifilo}/n$) | ATL in assenza di progetto (tracciato di origine) (ATL= $\Sigma L_{rettifilo}/n$) | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 103,33 | 171,67 | 0,40 | 110,00 | 171,67 | 0,36 | | |
| | | I.15 | Incidenza delle intersezioni a raso e degli accessi | N/km | Numero di intersezioni a raso nell'alternativa al km | Numero intersezioni a raso in assenza di progetto al km (tracciato di origine) | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 6,94 | 10,96 | 0,37 | 7,14 | 10,96 | 0,35 | | |
| OSA.2.3 | Proteggere il territorio dai rischi idro-geo-morfologici | I.16 | Attraversamento delle aree a pericolosità idraulica P3 e P4 | mq | Sommatoria delle aree a pericolosità interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree a pericolosità dal tracciato di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | |
| | | I.17 | Attraversamento delle aree ad alta vulnerabilità degli acquiferi | mq | Sommatoria delle aree vulnerabili interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree vulnerabili nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | | |
| | | I.18 | Attraversamento delle aree a pericolosità geomorfologica P3 e P4 | mq | Sommatoria delle aree a pericolosità interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree a pericolosità interferite dal tracciato di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 1814,69 | 4494,15 | 0,60 | 5237,15 | 4494,15 | 0,00 | | |
| OSA.2.4 | Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera | I.19 | Esposizione popolazione agli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere | mq | Superficie edificata interferita dagli agenti fisici prodotti dalle attività di cantiere | Superficie edificata comunale | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 36.689 | 1.079.800 | 0,96 | 29.849 | 1.079.800 | 0,97 | | |
| | | I.20 | Occupazione temporanea sede stradale | mq | Superficie sede stradale occupata dal cantiere per l'alternativa | Superficie sede stradale nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 5500 | 1 | 0 | 5500 | 1 | | |
| MOA.03 | Utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile minimizzando il prelievo | OSA.3.1 | Preservare la qualità delle acque | N | Presenza di sistemi di trattamento prima pioggia (depurazione, disoleazione ecc.) | Numero di ricettori idrici presidiati che costituiscono recapito finale per l'alternativa | Numero totale di ricettori idrici che costituiscono recapito finale per singola alternativa | Q_P/Q_R | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | OSA.3.2 | Contenere il consumo di suolo in particolare nelle aree sensibili | I.22 | Occupazione complessiva dal corpo stradale | mq | Area di ingombro dell'alternativa (al netto delle gallerie) | Area Teorica minima (Lmin x Larg min) Lmin=distanza in linea d'aria Larg min= larghezza minima del corpo stradale (solo pavimentato) | $1 - [(Q_P - Q_R)/Q_P]$ | 316 | 299 | 0,95 | 455 | 299 | 0,66 |
| | | | | I.23 | Occupazione di suoli ad elevata produttività agricola specifica | mq | Sommatoria delle aree ad elevata produttività agricola interferite dall'alternativa | Aree ad elevata produttività agricola presenti nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 583.335 | 1 | 0 | 583.335 | 1 |
| | | OSA.3.3 | Minimizzare la quantità dei materiali consumati ed incrementare | I.24 | Quantità di terre e inerti da approvvigionare | mc | Quantità di terre e inerti da approvvigionare per l'alternativa | Disponibilità programmata da strumenti di settore nell'intorno di 50 km | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |

| MOA | Descrizione MOA | OSA | Descrizione OSA | Indicatore | Unità | Descrizione Indicatore | Descrizione Impatto | Formula | Valore Base | Valore Alternativa | Valore Differenziale | Valore Base | Valore Alternativa | Valore Differenziale | |
|---------------|--|---------|---------------------------------------|------------|--|------------------------|---|---|-------------------|--------------------|----------------------|-------------|--------------------|----------------------|------------|
| MOA.04 | Ridurre la produzione di rifiuti, incrementandone il riutilizzo | OSA.4.1 | Minimizzare la produzione dei rifiuti | I.25 | Quantità di terre da smaltire | t | Volume di terra scavata in esubero per l'alternativa | Disponibilità programmata di discariche, impianti di recupero e siti di deposito definitivo nell'intorno di 50 km | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 105.680 | 132.900 | 0,2 | 79.936 | 132.900 | 0,4 |
| MOA.05 | Conservare ed incrementare la biodiversità e ridurre la pressione antropica sui sistemi naturali | OSA.5.1 | Conservare e tutelare la biodiversità | I.26 | Occupazione di aree naturali e seminaturali a vegetazione naturale (aree boscate, vegetazione a macchia, igrofila) | Mq | Sommatoria delle aree a vegetazione naturale interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree a vegetazione naturale presenti nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 385.830 | 1 | 0 | 385.830 | 1 |
| | | | | I.27 | Occupazione di aree naturali tutelate (Aree naturali protette, Rete Natura 2000, IBA, Ramsar) | mq | Sommatoria delle aree naturali tutelate interferite dall'alternativa | Sommatoria delle aree naturali tutelate presenti nell'area di riferimento | $(Q_R - Q_P)/Q_R$ | 0 | 83.788 | 1 | 0 | 83.788 | 1 |