



REGIONE LOMBARDIA

DIREZIONE GENERALE TERRITORIO E URBANISTICA
UNITÀ ORGANIZZATIVA TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO

PROGETTO DEFINITIVO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

RIASSETTO IDROGEOLOGICO E MITIGAZIONE DEI RISCHI
NATURALI PRESENTI IN VAL TORREGGIO
Comune di Torre S.Maria (SO)

DICEMBRE 2006

TITOLO

SIA – RIASSUNTO NON TECNICO

A.T.I.:

MANDATARIA

STUDIO PAOLETTI

INGEGNERI ASSOCIATI
20133 MILANO – via Bassini, 23 – tel.(02) 26681264
fax (02) 26681553 – E-Mail: Studiopaoletti@etatec.it

MANDANTE

ETATEC S.R.L.

SOCIETÀ DI INGEGNERIA
20133 MILANO – via Bassini, 23 – tel.(02) 26681264
fax (02) 26681553 – E-Mail: ETATEC@ETATEC.IT

MANDANTE

Prof. Geol. Lamberto Griffini

20149 MILANO – via E. Pagliano, 37 – tel.(02) 61298369
fax (02) 61296490 – E-Mail: griffini@tin.it

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI
Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

CONSULENTI:

ASPETTI NATURALISTICI E VEGETAZIONALI :
Dott. Agr. GIANPAOLO GUZZETTI

NOME

FIRMA

DATA

REDAZIONE

C. Passoni

VERIFICA

G.B. Peduzzi

APPROVAZIONE

A. Paoletti

TIPOLOGIA

PD

COMMITTENTE

122

COMMESSA

16/03

DOCUMENTO

RT

NUMERO

S.03.00

SCALA:

-

INDICE

A - INTRODUZIONE GENERALE	1
A-1. PREMESSA	1
A-2. GENERALITÀ.....	2
A-3. PRECEDENTI DELIBERAZIONI.....	4
A-4. L'INSIEME DELLE ALTERNATIVE D'INTERVENTO.....	8
A-5. STRUTTURAZIONE LOGICA DELLO STUDIO.....	10
B - IL PROGETTO DI SISTEMAZIONE DELLA VAL TORREGGIO	12
B-1. GENERALITÀ.....	12
B-2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	12
B-3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	13
B-3.1. GENERALITÀ	13
B-3.2. ASSETTO STRATIGRAFICO	14
B-3.3. ASSETTO STRUTTURALE	16
B-4. COPERTURE QUATERNARIE	17
B-5. COPERTURA VEGETALE	18
B-6. DISSESTO	18
B-6.1. IL DISSESTO NELLE SCHEDE DEL PIANO VALTELLINA.....	18
B-6.2. IL DISSESTO DESCRITTO NEL PROGETTO DI SISTEMAZIONE.....	20
B-7. INTERVENTO PROPOSTO	28
B-7.1. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE IN RAPPORTO ALLE CARATTERISTICHE DEI SITI INTERESSATI	28
B-7.2. GIUSTIFICAZIONE DELL'OPERA	31
B-7.3. INDAGINI IN CORSO E OPERE IN PROGETTO	32
B-7.4. ALTERNATIVE POSSIBILI.....	33
B-8. IL CANTIERE	43
B-8.1. GENERALITÀ	43
B-8.2. DESCRIZIONE DEL CANTIERE.....	44
B-8.3. ZONA 1 - DA TORRE DI S.MARIA ALLA BRIGLIA 25	46
B-8.4. ZONA 2 - VERSANTE DESTRO – ZONA FRANA A	48
B-8.5. ZONA 3 - VERSANTE SINISTRO – ZONA FRANA B.....	49
B-8.6. ZONA 4 - ZONA DI BACINO A MONTE DELLA CONFLUENZA ARCOGLIASCO	50
B-8.7. INSTALLAZIONI AUSILIARIE.....	51
B-9. IL PIANO DI CAVA	52
B-10. EFFICACIA DELL'OPERA.....	56

B-10.1.	VALUTAZIONE DEI RISCHI.....	56
B-10.2.	ANALISI DEI RISCHI ATTUALI.....	57
B-10.3.	ANALISI DEI RISCHI RESIDUI IN SEGUITO ALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE PROGETTATE	63
B-10.4.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	65
B-11.	SITUAZIONE CATASTALE DEI LUOGHI.....	66
B-12.	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO.....	69
B-13.	RICHIESTA DI MANUTENZIONE.....	70
B-14.	FUTURA FRUIBILITÀ DEL BACINO DEL TORREGGIO.....	72
C - LA PREVISIONE DEGLI IMPATTI.....		74
C-1.	INTRODUZIONE.....	74
C-2.	COMPARTI AMBIENTALI	75
C-2.1.	GENERALITÀ	75
C-2.2.	ARIA E ATMOSFERA.....	75
C-2.3.	RUMORE E VIBRAZIONI.....	78
C-2.4.	IDROLOGIA.....	82
C-2.5.	GEOLOGIA.....	85
C-2.6.	IDROGEOLOGIA	85
C-2.7.	FLORA, FAUNA E VEGETAZIONE	87
C-2.8.	SUOLO.....	107
C-2.9.	PAESAGGIO	109
C-2.10.	COLTURE AGRARIE E ZOOTECNIA	119
C-2.11.	TOSSICOLOGIA AMBIENTALE (SALUTE PUBBLICA).....	120
C-2.12.	ASPETTI SOCIO-ECONOMICI	121
C-2.13.	RISCHI DI INCIDENTI RILEVANTI.....	122
C-3.	STIMA DEGLI IMPATTI	124
C-4.	CHECK LISTI DEGLI IMPATTI	127
C-5.	SCHEDE D’IMPATTO	131
C-6.	MATRICE DEGLI IMPATTI.....	133
D - CONCLUSIONE.....		134
E - ALCUNE INDICAZIONI PER LE OPERE DI MITIGAZIONE		136
E-1.	OBIETTIVI	136
E-2.	MITIGAZIONI IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE	136
E-2.1.	GENERALITÀ	136
E-2.2.	MITIGAZIONI DEL RUMORE.....	136
E-2.3.	INQUINAMENTO ATMOSFERICO	137

E-2.4. ACQUE	137
E-2.5. FAUNA	137
E-2.6. UNA ATTENZIONE VERSO I LUOGHI.....	138
E-2.7. RIPRISTINO.....	138
E-3. OPERE DI MITIGAZIONE PER OTTIMIZZARE L'INSERIMENTO... 138	
E-3.1. GENERALITÀ	138
E-3.2. PROPOSTE OPERATIVE PER LA RICOMPOSIZIONE DEL SOPRASSUOLO	139
E-3.3. INTERVENTI FINALIZZATI ALLA PROMOZIONE DI NUOVE MORFOLOGIE COMPOSTE.....	143
E-3.4. INTERVENTI DI RECUPERO E RIQUALIFICAZIONE PAESISTICO-AMBIENTALE, OVVERO RICOMPOSIZIONE DELLA COMPONENTE VEGETALE	144
E-3.5. INTERVENTI DI CONNESSIONE CON I COMPARTI NATURALIFORMI (IMMEDIATO INTORNO).....	147
E-3.6. INTERVENTI ATTI AD ARMONIZZARE L'INTERO COMPARTO (LARGO INTORNO)	147

INDICE DELLE FIGURE

Figura B-1 - Rappresentazione schematica delle aree in dissesto (Ripresa aerea – settembre 1989).....	21
Figura B-2 - Zona A, giugno 1987	24
Figura B-3 - Zona A – ripresa del 08.10.2001	25
Figura B-4 – Val Torreggio (confronto tra la situazione pre-frana e quella attuale)	36
Figura B-5 – Cronoprogramma dei lavori	44
Figura B-6 - Pista di cantiere su frana A, oggi non conservata.....	46
Figura B-7 - Tratto terminale del Torreggio. Si nota la presenza di bosco ai lati dell'alveo a monte del ponte ad arco distrutto dalla piena	47
Figura B-8 – Zona alta della ex cava B. Si notano le pezzature minori in primo piano (massi per muretti a secco) e le pezzature ciclopiche a distanza.....	56
Figura B-9 - Acque di ruscellamento al piede della frana A.....	59
Figura C-1 – Veduta panoramica dell'asta del Torreggio (tra quota 775 m s.m. e quota 845 m s.m.) già sottoposta ad opere di regimazione idraulica e suscettibile di interventi di sistemazione paesistica.....	111
Figura C-2 – Veduta panoramica dell'asta del Torreggio (tra quota 775 m s.m. e quota 845 m s.m.) già sottoposta ad opere di regimazione idraulica e suscettibile di interventi di sistemazione paesistica. Particolare dei terrazzamenti realizzati in fregio all'asta del torrente.....	111
Figura C-3 – Veduta panoramica dell'asta del Torreggio (tra quota 775 m s.m. e quota 845 m s.m.) già sottoposta ad opere di regimazione idraulica e suscettibile di interventi di sistemazione paesistica. Particolare delle briglie e tentativo di armonizzazione della morfologia con l'intorno naturaliforme.	112
Figura C-4 – Veduta panoramica dell'ambito oltre quota 1'000 m s.m. e versante orografico destro. Il comparto è stato già interessato da interventi di configurazione morfologica e conferma in sito del materiale terrigeno. La stesura delle reti metalliche si è rivelata inefficace e inefficiente.	113
Figura C-5 – Veduta panoramica del corpo principale della frana A. Sono visibili le zone di erosione.	114
Figura C-6 - Zona frana A. Confronto tra la situazione attuale e quella di progetto (a completamento dei lavori e dopo qualche anno)	115
Figura C-7 – Zona frana B. Area già interessata da modellazione e suscettibile di interventi di riconfigurazione e recupero paesistico	116
Figura C-8 – Versante sinistro orografico, zona frana B. Confronto tra la situazione attuale, quella di progetto I lotto e quella a completamento degli interventi di II lotto.....	118
Figura C-9 – Matrice degli impatti	133

INDICE DELLE TABELLE

Tabella B-3 – Bilancio dei volumi di materiale da utilizzare per le opere in progetto, a confronto con la disponibilità in loco e le esigenze di approvvigionamento esterno alla valle.	55
Tabella B-4 - Analisi statistica massi zona alta frana B per formazione muretti a secco	55
Tabella B-5 – Sintesi degli elementi di rischio.	57
Tabella C-1 – Check list degli impatti	127

A - INTRODUZIONE GENERALE

A-1. PREMESSA

La presente relazione si propone di valutare la fattibilità ambientale del progetto relativo alle opere di “Riassetto idrogeologico e mitigazione dei rischi naturali presenti in Val Torreggio” in comune di Torre S.Maria in provincia di Sondrio”.

Si premette che nel 1998 erano stati prodotti i documenti relativi agli “Studi propedeutici alla valutazione di impatto ambientale degli interventi nel bacino del Torrente Mallero” (incarico della Regione Lombardia al Prof. Ing. Luigi Natale, con delibera della Giunta Regionale n.65753) che comprendevano un’analisi di tutta la Valmalenco. Tali documenti corredevano il precedente progetto preliminare (1998) di riassetto della Val Torreggio ed in generale della Valmalenco. Tale progetto preliminare non è stato considerato compatibile dal punto di vista ambientale e ciò ha condotto ad una nuova progettazione degli interventi in Val Torreggio (progetto preliminare del 2001 e progetto definitivo del dicembre 2006) e all’aggiornamento del SIA con riferimento all’*area vasta* della Valmalenco. Tale aggiornamento, organizzato secondo quanto previsto dalla legge (cfr. capitoli successivi) in quadro normativo, programmatico e progettuale, e riguardante l’intera Valmalenco, era stato completato nel novembre 2003, ma non ha concluso l’iter di approvazione. Pertanto, allo stato attuale, risulta necessaria un’ulteriore revisione del SIA, a completamento di quello precedente e contestualmente alla redazione del progetto definitivo.

In quest’ottica, nella relazione del SIA (atto S.01.00) di cui il presente atto costituisce il riassunto non tecnico, sono stati ripresi e aggiornati i capitoli già considerati nel precedente SIA di cui si è detto, evidenziando anche lo stato di attuazione degli interventi già licenziati dal Ministero dell’Ambiente con DEC/VIA/5341 del 27 settembre 2000.

A-2. GENERALITÀ

Gli interventi previsti nella Val Torreggio sono costituiti da opere per la mitigazione dei rischi residui presenti nell'area e prodottisi o accentuatisi a seguito dell'evento alluvionale del luglio 1987 che ha indotto l'instabilizzazione di ingenti aree dei versanti e la formazione di un'onda liquido-solida che ha investito parte dell'abitato di Torre di S.Maria e precisamente le case ed infrastrutture poste a confluenza con il torrente Mallero.

Il bacino del Torreggio ha estensione complessiva di circa 25,6 km², con lunghezza dell'asta principale pari a 9,0 km ed è caratterizzato da scarsa ramificazione di affluenti laterali se si eccettua il torrente Arcogliasco, affluente in destra a circa 2,0 km dalla confluenza in Mallero. Il bacino è posto in destra idrografica rispetto all'asta del torrente principale della Valmalenco, il Mallero che, alla sezione di confluenza con il Torreggio a Torre S.Maria ha superficie di circa 240,0 km² mentre alla sezione di Sondrio città sviluppa una superficie complessiva di 327,0 km².

L'attuazione degli interventi in progetto permetterà il raggiungimento di un duplice obiettivo:

- la riduzione dei rischi residui sia a livello locale che a livello generale (cfr. atto A.02.01 del progetto definitivo);
- la definizione e il completamento di un quadro di recupero ambientale di un settore di territorio oggi in forte stato di degrado ed abbandono ma che conserva caratteristiche e risorse naturali e ambientali peculiari e molto significative.

Le opere previste scaturiscono dalla necessità di adeguare l'attuale stato dei luoghi (derivante dagli sconvolgimenti naturali e dalle sistemazioni avvenute tra il 1987 ed il 1994) alle evoluzioni del territorio e al comportamento delle opere eseguite nel corso dei 19 anni trascorsi dall'evento sopra citato.

Le opere permetteranno, inoltre, un miglioramento della fruizione del territorio e dell'utilizzazione silvo-pastorale delle valli, da cui un notevole incremento del presidio del territorio e della salvaguardia dello stesso in tutte le sue componenti.

La loro realizzazione riveste quindi carattere di indifferibilità ed urgenza dato che si tratta di opere in grado di consentire il recupero funzionale di una vasta area (oltre 200 ettari) che oggi separa la Vamalenco dalla alta Val Torreggio.

Il progetto quindi si pone come un sicuro strumento per il miglioramento delle condizioni dell'ambiente sia per la sua funzione sia per la modalità in cui essa è effettuata (completamento delle opere esistenti con interventi di supporto e di mitigazione del rischio).

Il progetto prevede:

- la realizzazione di modeste e puntuali opere in c.a. per il completamento locale di alcune delle opere di presidio e difesa realizzate nel corso degli anni nel tratto vallivo;
- l'adeguamento delle piste di accesso alla Val Torreggio per la manutenzione e la gestione del bacino;
- la regimazione sia delle acque profonde (mediante drenaggi) sia delle acque superficiali (mediante canalette, piccole briglie in legname e pietrame, ecc.) dei versanti interessati dai dissesti in atto e storici;
- la protezione al piede dei versanti di frana mediante scogliere di massi alla rinfusa di tipologia adeguata a resistere alle sollecitazioni indotte dalle forti pendenze dell'asta;
- la stabilizzazione del fondo alveo del Torreggio per un tratto di circa 600 m mediante realizzazione di presidi in massi ciclopici atti a limitare le possibilità di innesco dei fenomeni di debris-flow;
- la stabilizzazione rispetto all'erosione superficiale dei versanti mediante opere di ingegneria naturalistica, taglio selettivo delle essenze vegetate, inerbimento, formazione di terrazzamenti tipici dell'ambiente locale, ecc.;
- il recupero del versante di frana "B" localizzato sotto e a lato delle case di Masoni, oggi degradato per effetto delle attività di cava connesse alla realizzazione delle opere di sistemazione dal 1987 al 1994;
- il recupero funzionale e il rifacimento delle opere di protezione del territorio precedenti l'evento alluvionale (es. la briglie a secco situate lungo il torrente Arcogliasco) e diffuse sul territorio;
- la mitigazione delle opere esistenti e il recupero finale dell'area mediante

rinverdimenti, piantumazioni, terrazzamenti, in logica progressiva nel tempo.

A-3. PRECEDENTI DELIBERAZIONI

I principali provvedimenti deliberativi che hanno già accompagnato l'iter procedurale della sistemazione della Val Torreggio sono:

- 1) la delibera di giunta della Regione Lombardia del 6 agosto 1998, n.38009, “Attuazione del Piano di difesa del Suolo e Riassetto Idrogeologico ex art. 3 della Legge 102/90. Interventi strutturali nei bacini prioritari. Approvazione delle scelte progettuali e procedurali, in esito ai lavori della apposita Conferenza dei Servizi”;
- 2) la domanda di pronuncia di compatibilità ambientale presentata dalla Regione Lombardia con nota n.162 del 16 dicembre 1998, pervenuta al Ministero dell’Ambiente il 22 dicembre 1998 con prot. N.13942/VIA/B.1;
- 3) il parere del Ministero dell’Ambiente con decreto DEC/VIA/5341 del 27 settembre 2000.

A seguito del parere di cui al punto 3), con cui il Ministero dell’Ambiente dava esito negativo alla richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale al progetto preliminare di sistemazione dell’area della Val Torreggio (1998), la Regione Lombardia ha bandito un concorso di progettazione (per la redazione di un progetto preliminare) che aveva come obiettivo prioritario “... *eliminare o ridurre in modo sostanziale il rischio che si verifichi una colata di detrito delle dimensioni pari o superiori a quelle del 1987 e con conseguenze distruttive pari o superiori ...*”, da raggiungere attraverso quattro esigenze da soddisfare:

- *l’analisi dello stato ed efficienza delle opere realizzate in funzione di una apprezzabile riduzione del rischio;*
- *il contesto geologico, geotecnico-geomeccanico, idrologico ed idraulico dell’area con individuazione delle fenomenologie in atto e l’analisi dei dati disponibili;*
- *la definizione delle condizioni di rischio;*

– *la definizione delle criticità ambientali*

e mediante criteri di dimensionamento minimo efficace delle opere.

Allo scopo di dare risposta a quanto richiesto, gli scriventi hanno costituito un gruppo di lavoro interdisciplinare che ha operato secondo il seguente schema:

1. acquisizione ed analisi di studi, rilievi, documentazioni, pareri significativi esistenti; formulazione di prime ipotesi progettuali di larga massima; individuazione delle necessità di studi di approfondimento (geologia, geotecnica, geognostica, topografia, idrologia ed idraulica);
2. individuazione dello stato dei luoghi e delle dinamiche in atto per l'elaborazione di una bozza di studio di fattibilità dell'intervento e descrizione tecnico-economica di larga massima delle eventuali alternative, scelta della soluzione preferibile;
3. redazione del progetto preliminare delle opere relative alla soluzione prescelta.

Nella redazione di detto progetto preliminare, cui è seguito il progetto definitivo del dicembre 2006, è stato fatto particolare riferimento al parere del Ministero sopra citato (riferito al precedente progetto non approvato dal Ministero stesso) e alle prescrizioni in esso contenute per l'indirizzo di una corretta progettazione degli interventi da effettuarsi nel territorio in esame.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni passi di detto parere e le corrispondenti soluzioni inserite nel progetto redatto dagli scriventi a cui si riferisce il presente SIA. I riferimenti ad atti ed elaborati sono da ricondurre al progetto definitivo di cui sopra.

PARERE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE	IMPOSTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO DICEMBRE 2006 E ATTO DI RIFERIMENTO
---	---

PAGINA 6 OSSERVAZIONI DI CARATTERE GENERALE

riga 17	<i>“sotto lo specifico profilo della valutazione degli impatti, queste carenze si traducono nella impossibilità di valutare gli effetti delle opere nel loro complesso, tanto più se si considera che le scelte progettuali oggetto di valutazione non appaiono supportate da uno studio degli effetti sul territorio delle opere già realizzate”</i>	Il progetto ha preso spunto dall'analisi dettagliata di tutto il materiale (dati, cartografie, rilievi, ecc.) esistenti, al fine di evidenziare l'attuale stato del bacino e l'efficacia o meno delle opere finora eseguite. In relazione A.02.01 sono riportate tali analisi. Base cartografica per la progettazione è il volo eseguito appositamente nell'ottobre 2001.
riga 27	<i>“il proponente assumendo che il bene tutelato dalle opere di salvaguardia idrogeologica (la</i>	Il progetto, pur condividendo la scala di valori per cui la tutela della sicurezza umana deve

PARERE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE		IMPOSTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO DICEMBRE 2006 E ATTO DI RIFERIMENTO
	<i>sicurezza delle popolazioni) sia di importanza enormemente maggiore rispetto agli altri possibili beni, non ha svolto le dovute analisi sui valori degli ecosistemi coinvolti”</i>	essere prioritaria, evidenzia la presenza di altri beni da tutelare (acqua, aria, vegetazione, fauna, ecc.).
riga 38	<i>“il risultato è che non si hanno elementi per valutare l'intensità degli impatti connessi (ad esempio sull'ittiofauna e più in generale sull'ecosistema acquatico nel tratto coinvolto, o sulle valenze ambientali e di uso del suolo associate alle aree di intervento)”</i>	Il progetto individua (anche grazie agli strumenti quali il volo aereo e i sopralluoghi e rilievi ambientali) le valenze ambientali della Val Torreggio, specie nelle zone associate alle aree di intervento, e ne valuta lo stato di fatto, le interazioni con il cantiere durante i lavori e la situazione al termine degli stessi, proponendo, in particolare, il recupero delle zone di ex-cantiere.

PAGINA 8 OSSERVAZIONI SPECIFICHE - punto c)

riga 30	<i>“Secondo la relazione di piano, l'obiettivo prioritario della sicurezza e dell'incolumità non va disgiunto dal mantenimento di un elevato livello di qualità ambientale del territorio. [...] nel rispetto delle caratteristiche proprie delle aree [...], attuando interventi diffusi di manutenzione, partendo dalla salvaguardia delle aree di monte, mediante limitati e diffusi interventi di regimazione delle acque, di presidio dei versanti, di manutenzione dei boschi e delle aree coltivate, ed evitando il più possibile la realizzazione di grandi opere strutturali”</i>	Il progetto, analizzati i rischi residui e l'efficacia delle opere esistenti (giudicata buona), è impostato su opere diffuse di drenaggio, regimazione, sistemazione spondale flessibile, ecc. atte a completare e integrare l'assetto del bacino e risanare gli elementi che naturalmente (es. zona Masoni) o artificialmente (es. zona cava frana B) si presentano degradati. Tutto ciò concorda con l'obiettivo di salvaguardare la naturalità delle aree interessate.
---------	--	---

PAGINA 9 OSSERVAZIONI SPECIFICHE - punto c)

capoverso 2	<i>“nello Studio non è stato invece esaminato l'intervento, già realizzato, di regimazione della parte terminale del Torreggio, la sua funzionalità, la riduzione del rischio prodotta a livello puntuale (case di Torre S.Maria [...]) e di bacino e la sua correlazione con i nuovi lavori programmati”</i>	Le scelte progettuali impostate ad opere diffuse e senza interventi infrastrutturali trovano fondamento e giustificazione nell'attenta analisi di quanto evidenziato nel parere. Atto A.01.00, A.02.01, A.03.00.
capoverso 3	<i>“l'analisi degli effetti attesi su scala di bacino a seguito della realizzazione dei nuovi interventi non è approfondita né dal punto di vista territoriale né socioeconomico”</i>	Il progetto contiene elaborati che evidenziano i riflessi delle opere sul bacino del Mallero (specie dal punto di vista territoriale per quanto concerne le problematiche di trasporto solido e portate di piena).
capoverso 4	<i>“[...] i lavori in oggetto non hanno copertura economica per l'intero importo previsto”</i>	Il preventivo di spesa si chiude a importo inferiore alla somma complessiva disponibile all'atto del progetto preliminare. Tale somma è stata poi adeguata nel progetto definitivo, in base agli importi già finanziati.
capoverso 5	<i>“[...] In assenza di un quadro complessivo di priorità tecniche e di disponibilità finanziarie che tengano conto anche del problema della frana di Spriana, interventi di dubbia efficacia e particolarmente costosi quali quelli previsti in Val Torreggio potrebbero impedire di</i>	In progetto si esamina il rischio indotto dal Torreggio a livello di bacino e, rilevata la funzionalità delle opere eseguite, si propongono opere di riassetto e completamento e recupero ambientale e fruizionale che tendono a garantire la riduzione del rischio con importo di spesa

PARERE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE		IMPOSTAZIONE PROGETTO DEFINITIVO DICEMBRE 2006 E ATTO DI RIFERIMENTO
	<i>conseguire l'obiettivo della minimizzazione del rischio idrogeologico complessivo in Valmalenco."</i>	contenuto. Atto A.01.00, C.01.00, C.02.00
capoverso 7	<i>"ove anche potessero considerarsi risolte l'interpretazione analitica dei fenomeni caratteristici del corso d'acqua e le sue dinamiche di evoluzione, persistono grosse incertezze relativamente alle cause e alle dinamiche di dissesto dei versanti"</i>	In progetto sono riportate le analisi di dettaglio (fondate sui rilievi e sui dati aggiornati) in merito alle dinamiche di versante e sono proposte tecniche che consentono di fronteggiare le evoluzioni di maggior impatto. Atto B.03.01, B.03.02, B.04.00, B.05.01, B.05.02
capoverso 8	<i>"[...] appaiono necessarie maggiori e più approfondite informazioni circa caratteristiche geotecniche e di permeabilità dei terreni, posizione, caratteristiche ed escursioni delle falde idriche sotterranee"</i>	In progetto sono riportati i dati e le analisi delle dinamiche in correlazione con le precipitazioni piovose. Sono in atto le indagini geotecniche di approfondimento.

PAGINA 10 OSSERVAZIONI SPECIFICHE - punto c)

capoverso 1	<i>"gli interventi di regimazione proposti [...] non appaiono appropriati a limitare l'eventuale fenomeno di dissesto"</i>	Il progetto, analizzate le dinamiche e i quantitativi di materiale movimentabile, tende a favorire l'allontanamento "naturale" dei sedimenti. Tale scelta è giustificata dalle analisi del rischio. Atti A.02.01, B.06.00
capoverso 2	<i>"non sono state specificate le zone di prelievo del materiale [...], le quantità occorrenti e [...] le modalità di esecuzione dei lavori"</i>	Negli atti I.01.00, I.02.00, L.01.00, L.02.00, E.01.00, E.02.00 sono analizzati gli aspetti indicati nel presente punto del Parere
capoverso 3 e 4	<i>"non sono stati valutati gli effetti diretti ed indiretti del progetto sull'ambiente e sulle sue varie componenti e [...] l'analisi dell'ambiente coinvolto e delle relative sensibilità"</i>	Nell'atto A.11.00 del progetto preliminare è riportata una analisi preliminare di tutte le componenti e degli effetti del progetto. Tale analisi è approfondita con gli elaborati del presente SIA
capoverso 5	<i>"gli 'Studi propedeutici alla Valutazione di Impatto Ambientale' assegnano alla soluzione progettuale prescelta efficacia intermedia e non 'alta', assumendo che possano sussistere rischi residui non trascurabili"</i>	Nell'atto A.02.01 sono riassunti i rischi residui stimati.
capoverso 6	<i>"[...] i rischi residui siano stimati in modo più preciso nelle loro componenti di vulnerabilità dei beni coinvolti, di probabilità di accadimento, di efficacia degli interventi"</i>	Nell'atto A.02.01 sono descritti i rischi residui stimati.
capoverso 7	<i>"il Torreggio [...] possiede una evoluzione morfologica fortemente attiva, per cui si ritiene che il fine di ridurre il rischio idrogeologico debba essere conseguito senza prescindere dalle vocazioni naturali del territorio, dai fattori tecnico-economici e soprattutto dal contesto globale"</i>	Si faccia riferimento all'atto A.01.00 per l'impostazione progettuale che tiene conto proprio di quanto indicato nel presente punto del Parere

Come si può osservare dal confronto riportato in tabella, tutte le riserve formulate dal Ministero dell'Ambiente sono state analizzate negli atti del

nuovo progetto definitivo soggetto a VIA.

A-4. L'INSIEME DELLE ALTERNATIVE D'INTERVENTO

L'approccio alla sistemazione del bacino del torrente Torreggio non ha potuto prescindere dall'attenta analisi delle situazioni e degli interventi pregressi che hanno caratterizzato la storia dell'area dalla data dell'alluvione 1987 ad oggi.

In particolare a partire proprio dal 1987 si sono avvicendati diversi progetti che hanno perseguito, con logiche a volte difformi, l'obiettivo primario della sicurezza delle infrastrutture e delle popolazioni poste a valle.

Pertanto, nelle fasi iniziali della progettazione sono state effettuate approfondite analisi delle diverse soluzioni presentate e/o realizzate nel tempo e confronti delle stesse anche alla luce dell'effettiva evoluzione e comportamento dell'asta del torrente e dei versanti nel tempo.

L'analisi condotta inoltre ha dovuto differenziarsi nei tre ambiti nei quali l'attuale valle è suddivisa:

- l'ambito terminale ed urbanizzato, caratterizzato dalla presenza delle opere di regimazione idraulica e di versante;
- l'ambito intermedio tra quota 850 m s.m. e quota 1'000 m s.m. circa, ove l'instabilità dei versanti destro e sinistro assume notevole imponenza e ove si registra il maggior stato di degrado ambientale attuale;
- l'ambito vallivo superiore (zona a monte di Masoni Corlatti), ove non si è spinta l'opera di regimazione passata, in cui sono presenti ancora residue attività silvo-pastorali e dove i dissesti hanno in parte trovato stabilizzazione naturale come evidenziato dallo stato del versante di frana "C".

Lo studio delle alternative progettuali ha pertanto comportato uno sforzo di omogeneizzazione e recupero di continuità della valle individuando le reali situazioni di degrado ambientale che possono trovare mitigazione, in una logica di minimizzazione del rischio, e che a prima vista possono essere poste in secondo ordine da un'analisi che si focalizzi unicamente sulla minimizzazione degli impatti visivi delle opere esistenti. Tale aspetto è uno dei tanti che compongono il quadro Torreggio e che alla luce delle analisi condotte

forse non è il più importante.

Per tale situazione, al fine di porre nel campo tutte le alternative possibili, si è descritta nel presente studio anche l'opzione definita -1, ovvero il ritorno dell'asta torrentizia ad una situazione simile a quella precedente al 1987. L'analisi dell'opzione -1 trova il suo compiuto sviluppo nella relazione A.02.01 (Relazione sullo stato dei luoghi, analisi dei rischi attuali e residui) del progetto, ove si discerne l'utilità e la funzionalità di ogni singola opera esistente e le reali alternative possibili oggi, come alla data di costruzione. Le conclusioni di tale analisi con un sostanziale giudizio positivo sull'efficacia delle opere esistenti pongono di fatto le basi per consentire un reale confronto tra le opzioni di intervento alla luce del grado di rischio residuo rilevato.

Solo da tale interpretazione è emersa la possibilità di definire i dati dimensionali e localizzativi di progetto in base a precise valutazioni tecniche finalizzate all'ottenimento della massima efficacia dell'intervento in termini economici e ambientali.

L'assenza di giudizio sull'esistente lascia ogni nuova ipotesi di soluzione sospesa tra le necessità di intervento di riassetto idrogeologico e le necessità di definizione di un assetto ambientale obiettivo da perseguire.

Sulla base di tale logica allargata, nel presente studio di impatto ambientale è stata effettuata una verifica delle interazioni opera-ambiente per ogni componente di rilievo. Le verifiche sono state effettuate considerando l'opera scissa per elementi funzionali precisi ed analoghi e quindi sono riportati in questa relazione quei dati ritenuti influenti per la determinazione di impatti ambientali intesi in termini sia negativi che positivi.

Nel complesso si può ritenere che l'opera proposta, anche in relazione all'ambito interessato caratterizzato come detto da tre livelli:

- non presenta impatti negativi residui alla conclusione della fase realizzativa considerando l'attenzione posta nelle scelte progettuali e quanto previsto e prescritto per le opere di inserimento ambientale relative in particolare al recupero dei versanti con logiche di medio termine;
- provoca impatti di livello medio solo durante alcune fasi di cantiere e

solo in ambiti circoscritti per le componenti rumore, acqua e viabilità locale;

- per quanto attiene le altre componenti, un'attenta organizzazione dei lavori e l'attuazione di alcune misure mitigative in corso d'opera possono contenere gli effetti negativi sulla popolazione; per quanto attiene gli altri effetti, sono recuperabili con interventi di sistemazione a fine lavori (anzi in molti casi un intervento in tale direzione migliorerà le condizioni ambientali attualmente riscontrabili nelle aree interessate dal progetto).

A-5. STRUTTURAZIONE LOGICA DELLO STUDIO

Lo Studio d'Impatto Ambientale è stato redatto secondo quanto previsto dalla normativa vigente (Atto S.01.00 SIA Relazione), in ottemperanza alla quale la relazione (SA.01.00) è stata organizzata considerando il *quadro programmatico*, il *quadro progettuale* e il *quadro ambientale*.

Nel *Quadro Programmatico* è stata verificata la congruenza dell'opera con la normativa di riferimento e gli strumenti di pianificazione vigenti: a livello nazionale, regionale ed a livello locale, con particolare riferimento ai seguenti vincoli:

- vincolo idrogeologico;
- piano di assetto idrogeologico (PAI);
- piano territoriale paesistico;
- piano territoriale di ccordinamento provinciale;
- parchi e riserve naturali;
- risorsa idrica e piano di tutela delle acque;
- piano cave;
- piano trasporti;
- normativa urbanistica (legge per il governo del territorio e PRG);
- analisi socio-economiche.

Dalle analisi condotte risulta che il progetto non presenta elementi incompatibili e/o di contrasto con quanto previsto dalla normativa vigente.

Nel presente atto (Riassunto non tecnico), destinato alla divulgazione al

pubblico, sono state riportate le caratteristiche del progetto in esame (descritte, in relazione A.01.00, nel *quadro progettuale*) e l'analisi degli impatti ambientali delle opere, con le proposte di mitigazione.

B - IL PROGETTO DI SISTEMAZIONE DELLA VAL TORREGGIO

B-1. GENERALITÀ

SCHEDA N.	ML/6/12
Comuni interessati:	Torre Santa Maria
Frazioni:	
Località:	Val Torreggio
Corso d'acqua:	T.Torreggio
Area del bacino tributario:	25,97 km ²
Portata di progetto:	121 m ³ /s per T = 200 anni
Progettista:	Studio Paoletti Ingegneri Associati Etatec s.r.l. Prof. Geol. Lamberto Griffini
Ente attuatore:	Regione Lombardia (in seguito la Provincia di Sondrio)

B-2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area interessata dall'intervento è ubicata nella Provincia di Sondrio, interessa un territorio di forma allungata che si estende per circa 2,5 km lungo l'asta del Torreggio, con larghezza di fascia di circa 1,0 km dalla quota 750 m s.m. del fondo valle Mallero alla quota 1'400 m s.m. circa dell'Alpe Son.

Il sistema insediativo è caratterizzato dalla presenza di due abitati (le fraz. Ciappanico e Dosso di Torre S.Maria) oltre che di una serie di cinque alpeggi (Braccia, Masoni, Masoni Corlatti, Alpe Son e Case Pirola) in successione lungo la fascia di versante sinistro tra le quote 950 m s.m. e 1'400 m s.m..

In termini di accessibilità ed interconnessione complessiva l'ambito risulta ben servito dai collegamenti a carattere comunale e dalle piste di cantiere preesistenti e realizzate per le opere degli anni 1987÷1994.

L'accesso dall'esterno è garantito dalla strada comunale per Ciappanico e Dosso che si stacca in sinistra dalla zona di Torre di S.Maria.

Si possono distinguere tre ambiti omogenei:

1. un ambito terminale della porzione di Torreggio e valle sotto quota 850 m s.m. (fine opere esistenti);
2. un ambito intermedio che comprende i versanti delle frane A e B, pur caratterizzato da due sub-ambiti in quanto il versante A è privo di insediamenti mentre il versante B risulta parzialmente antropizzato;
3. un ambito di alta valle, sopra le quote 1'000 m s.m. (a monte di Masoni Corlatti e della confluenza Arcogliasco) ove la valle si presenta ancora non interessata da opere e caratterizzata da dissesti di minor impatto.

Potrebbe essere aggiunto ai precedenti un quarto ambito (frane C ed E) ove tuttavia la scelta progettuale perseguita è il non-intervento (opzione “0”) in considerazione delle evoluzioni che i dissesti hanno avuto (le colate di zona C sono oggi interessate da vegetazione in forte crescita come analogamente i versanti di frana E come testimoniato sia dai rilievi a terra eseguiti sia dalle foto aeree dell’ottobre 2001).

Come detto il primo ambito risulta fortemente caratterizzato dalle opere realizzate in tre fasi dal 1987 al 1994 e dal punto di vista morfologico la valle si presenta con larghezza modesta ed incassata tra versanti con pendenze prossime al 100% su cui, in sponda sinistra, insistono le abitazioni di Dosso.

Il secondo ambito è pesantemente caratterizzato dalle zone di frana A e B e contemporaneamente di forte interesse silvo-pastorale e fruizionale nel caso di riduzione del rischio (versante B).

Il terzo ambito risulta tipico delle valli alpine con presenza di alpeggi inseriti in contesto di pascoli tra cui si interpongono pietraie e zone boscate. Al terzo ambito si accede unicamente per sentieri e mulattiere non carrabili.

B-3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

B-3.1. GENERALITÀ

Nel presente capitolo vengono sintetizzati i caratteri geologici, strutturali geomorfologici e della dinamica geomorfologica che caratterizzano la valle del Torreggio e che tanta parte hanno nell’evoluzione dei dissesti che interessano

quest'area, descritti nell'Atto B.03.01 “*Relazione Geologica*” del progetto definitivo.

I rilievi di campagna sono stati condotti direttamente dagli scriventi a partire dagli anni '80 e progressivamente aggiornati sino all'anno in corso con nuovi sopralluoghi e rilievi centrati, questi ultimi, particolarmente sulla media e bassa valle.

Nella Tav. S.02.04.4 allegata è riportata una carta geologica e geomorfologica in scala 1:10'000 di tutta la valle del Torreggio e delle aree immediatamente circostanti.

B-3.2. ASSETTO STRATIGRAFICO

Il torrente Torreggio è situato nella media Val Malenco in destra idrografica del torrente Mallero. Il bacino occupa una superficie pari a 25,97 km², delimitato dalle creste dei monti Canale, Arcoglio, Sasso Bianco, Caldenno, Cima di Postalesio, Punta Nord-Est, Cima di Corna Rossa, Monte Disgrazia, Pizzo Cassandra, Corni di Airale, Rocca Castellaccio, tra le quote 3'678 e 750 m s.m. alla confluenza con il Fiume Mallero.

La valle si sviluppa in direzione Est-Ovest, con una tipica morfologia glaciale, sulla quale si è imposta la morfologia fluviale. Il controllo tettonico sulla morfologia e sui fenomeni di dinamica geomorfologica è molto sviluppato, in conseguenza della presenza di elementi tettonici di scala regionale che inducono lineamenti preferenziali di debolezza strutturale.

I versanti hanno una pendenza piuttosto uniforme, compresa in media tra i 50 e i 60%; in alta quota, alla testata del bacino (Gruppo del Monte Disgrazia) e localmente sui fianchi (costiera dei Corni di Airale, Sasso Bianco, Rocca Castellaccio) si sviluppano fronti rocciosi subverticali.

Alla testata il bacino ha carattere glaciale (ghiacciaio del Cassandra) si sviluppa con un ampio circo orientato indicativamente in direzione Nord-Sud, sino alla soglia situata circa a quota 2'400 m s.m.; a partire da questa soglia l'asta del torrente principale si sviluppa con andamento generale pressoché rettilineo, di direzione Ovest-Est, con pendenze fino ad oltre il 30% anche nella parte medio-bassa del bacino.

Le caratteristiche litologiche e strutturali dell'area sono dovute ai vari episodi deformativi legati all'orogenesi alpina, sono presenti cinque unità tettoniche attribuibili alle falde del Sistema Austroalpino inferiore e Pennidico Superiore. Di seguito si riporta la descrizione delle Unità seguendo l'ordine dal basso verso l'alto:

AUSTROALPINO INFERIORE (SISTEMA DEL BERNINA)

- *Calcari e dolomie cristalline del M. Arcoglio*: dolomie cristalline gialle con lenti di calcari cristallini bianchi; calcari marnosi grigi cristallini fogliettati; calcari dolomitici cristallini, con filoni di quarzo. Affiorano sul versante destro della Val Torreggio, presso la cima Sasso Bianco;
- *Gneiss granitici del Pizzo Mercantelli*: gneiss granitici e granodioritici a biotite, a grana media, sovente laminati, solo localmente con tessitura massiccia. Affiorano in contatto tettonico tra i litotipi carbonatici e gli gneiss, in una fascia di modesta entità, a nord della cima Sasso Bianco;
- *Gneiss del Monte Canale*: gneiss e micascisti muscovitico-epidotici, in genere con clorite, localmente anfibolici, spesso passanti a gneiss occhiadini; lenti di calcari dolomitici cristallini bianchi. Affiorano diffusamente in destra orografica, tra il Monte Arcoglio e Torre S. Maria. Il contatto con i sovrastanti micascisti di Scermendone-Ciappanico è di tipo tettonico, lungo la linea della Val Dagua.

PENNIDICO SUPERIORE

cristallino della Margna

- *Micascisti di Scermendone e Ciappanico*: micascisti e gneiss muscovitici, talora a due miche, spesso con clorite, localmente granatiferi passanti a tipi filladici; lenti di gneiss occhiadini muscovitici, di anfiboliti, di calcari cristallini più o meno dolomitici, nei pressi del Monte Caldenno sono visibili filoni di quarzo, dal Passo affiorano con continuità. Sono inoltre visibili in sinistra orografica dal Rifugio Bosio fino a Ciappanico, e sul versante sud del Costone Cassandra. Il contatto con le ofioliti sovrastanti è di tipo tettonico lungo diversi lineamenti riferibili alla Linea dello Scermendone;
- *Pietre Verdi della Val Malenco*: serpentiniti antigoritiche, con relitti di

olivina e pirosseni; masse e lenti di anfiboliti; pietra ollare e lenti di breccie ofiolitiche ad elementi di serpentinoscisti con cemento carbonatico. Le serpentiniti affiorano lungo le creste rocciose a monte di Ciappinico e di Rocca Castellaccio, lungo il Costone Cassandra e i rilievi a monte del Passo Caldenno e dei Corni di Airale. Scaglie di serpentiniti sono inoltre localizzate sul versante a monte dell'Alpe Mastabbia, mentre a ovest del lago di Cassandra è presente una grossa lente anfibolica

B-3.3. ASSETTO STRUTTURALE

Il torrente Torreggio è impostato lungo una frattura ad andamento E-W, e tutto il bacino è interessato da sistemi di fratture a diversa scala. Le linee strutturali più importanti a scala regionale sono le seguenti:

- linea di sutura tra le unità del Pennidico e quelle delle Austridi; corrisponde ad una linea di subduzione con direzione generale Est-Ovest;
- allineamenti strutturali connessi a processi deformativi tardo-orogentici, di direzione analoga alla linea di sutura (Est–Ovest) che hanno causato forti processi di laminazione con formazione di scaglie tettoniche e totale elisione di alcune unità strutturali;
- una fossa tettonica, con orientazione NordOvest-SudEst, che attraversa la zona in oggetto proprio in corrispondenza dei dissesti di maggiori dimensioni.

Tutti questi lineamenti tettonici – di importanza regionale – realizzano un forte controllo sulla dinamica geomorfologica e comportano la presenza di potenti ammassi rocciosi intensamente fratturati, localmente con vere e proprie cataclasi. Ciò è confermato anche dai sondaggi eseguiti immediatamente dopo l'evento parossistico del 1987, che mostrano spessori fino ad oltre 70 m di roccia intensamente fratturata.

Più in dettaglio, lineamenti con grande continuità sono visibili dal Passo Caldenno sino al Rifugio Bosio, così come le stesse linee della Val Dagua e dello Scermendone che danno luogo agli accavallamenti delle falde pennidiche affioranti nell'area in esame.

In destra orografica è presente un fitto sistema di discontinuità che crea

incisioni lungo le quali si incanalano le acque superficiali; mentre lungo il versante sinistro la presenza di queste fratture è evidenziata da una serie di contropendenze e di gradini, localmente nascosti da depositi di origine glaciale e di versante.

Una seconda famiglia di fratture a carattere regionale ha andamento NW-SE, visibile in particolare tra il Costone Cassandra e Rocca Castellaccio, dal Pizzo Cassandra attraverso i Corni di Airale.

Un terzo trend si sviluppa perpendicolare a questo, orientato NE-SW; in destra orografica da luogo a evidenti scarpate di erosione, mentre sul versante sinistro disloca le rocce affioranti.

B-4. COPERTURE QUATERNARIE

Le coperture quaternarie interessano circa l'80% del territorio in esame; a seconda del processo che li ha generati la coperture, abbiamo i depositi:

- *palustri*, localizzati fra i 1'800 e 2'500 m s.m. sui micascisti di Scermendone-Ciappanico; alcuni si trovano nelle conche di sovraescavazione lasciate libere dai ghiacciai (alpe Palù e lago Zana); altri nelle pianure glacio-lacustri (Rifugio Bosio) e nelle depressioni precedentemente occupate da piccoli specchi d'acqua perenni (alpe Zana e zone limitrofe);
- *alluvionali*, localizzati lungo il corso d'acqua principale fra la foce e i 1'500 m s.m. (Alpe Acquabianca) e presso il Rifugio Bosio;
- *morenici*, localizzati principalmente lungo il corso principale a quota 2'100÷2'200 m s.m. nei circhi della zona compresa tra l'Alpe Airale e l'Alpe Serra e dell'Alpe Zana in loc. Alpe Son, sono inoltre presenti lungo tutta la valle del Torrente Arcogliasco;
- *gravitativi*, localizzati ai piedi delle creste rocciose (accumuli per caduta di detrito) e dei versanti più acclivi (accumuli per frana);
- *eluviali*, localizzati ovunque manchino altre coperture, in particolare sul versante destro della Val Torreggio fra 1'800 e 2'500 m s.m..

B-5. COPERTURA VEGETALE

La vegetazione della Val Torreggio varia notevolmente con l'altitudine; a partire dalle quote più basse si possono riconoscere:

- fino 1'300 m s.m.: fustaie di latifoglie (frassino, betulla, acero, ontano bianco, quercia rossa, sorbo e alternanze di larice e abete rosso), vegetazione arbustiva frammista ad abete rosso sulle pietraie di serpentiniti;
- da 1'300 a 2'000 m s.m.: fustaie di resinose (larice, abete rosso, abete bianco e pino silvestre), brughiere formate da associazioni erbacee e piccoli arbusti nelle aree esposte al sole;
- lungo il fondovalle da 1'700 a 2'000 m s.m.: rododendri intercalati a larici, pini cembri e pini neri;
- da 2'000 a 2'200 m s.m. (limite degli alberi isolati): cespuglieti nani contorti;
- da 2'200 a 2'500÷2'600 m s.m.: praterie acidofile sulle coperture eluviali e vegetazione silicea sulle coperture detritiche e moreniche;
- sopra 2'500÷2'600 m s.m.: copertura vegetale discontinua o assente.

Alcune aree sono state disboscate e sono state successivamente destinate a pascolo per gli animali o a campi per la semina.

B-6. DISSESTO

B-6.1. IL DISSESTO NELLE SCHEDE DEL PIANO VALTELLINA

Nella Val Torreggio sono presenti numerose zone di dissesto. In particolare:

- Av - il versante destro di fronte alla loc. Dosso (fra le quote d'alveo 850÷1'000 m s.m. circa), costituito da materiali sciolti di dimensioni variabili (coltre di spessore variabile fra i 40 e i 50 m), è dissestato come evidenziato da una fessura a quota 1'060 m s.m. circa e dalla erosione al piede;
- A - il versante destro di fronte alla loc. Ciappanico fino a quota 1'500 m s.m. circa (fra le quote d'alveo 1'000÷1'160 m s.m. circa), costituito da

materiali sciolti con frazione lapidea prevalente in matrice sabbioso-limosa, è interessato in maniera estesa fino a quota 1'300 m circa dal dissesto che nel luglio 1987 ha prodotto lo scivolamento di 1,0÷1,5 milioni di m³; attualmente la massa mobilizzata è accumulata alla base del versante con uno spessore medio di circa 20 m;

- B - il versante sinistro tra le loc. Ciappanico e Masoni fino a quota 1'280 m s.m. circa (fra le quote d'alveo 1'000÷1'160 m s.m. circa), costituito da materiali grossolani praticamente privi di matrice, sovrapposti a materiali sciolti di natura morenica, è sede di un dissesto, attivo da almeno un secolo, all'interno del quale si individuano due zone separate tra loro da fratture evidenti (più di 1,0 milione di m³ per uno spessore variabile da 10 a 30 m);
- C - il versante destro di fronte alla loc. Alpe Son fino a quota 1'600 m s.m. circa (fra le quote d'alveo 1'200÷1'480 m s.m. circa), costituito nella parte alta da una copertura eluviale e nella parte bassa da una spessa copertura detritica, è interessato da erosione accelerata alla base con smottamenti della copertura eluviale e incipiente dissesto della copertura detritica;
- D - il versante sinistro fino a quota 1'350 m s.m. circa (fra le quote d'alveo 1'200÷1'325 m s.m. circa), costituito da materiali detritici con scarsa matrice sabbioso-limosa, è sede di erosione accelerata e lacerazioni della coltre eluviale;
- E - i due versanti della Val Torreggio in corrispondenza della località Acquabianca (fra le quote d'alveo 1'300÷1'430 m s.m. circa), costituiti da materiali detritici con scarsa matrice sabbioso-limosa (spessore medio 50÷100 m), sono interessati da erosione al piede, nicchie di distacco, erosioni accelerate, lacerazioni della coltre eluviale, erosione lungo gli impluvi.

In sintesi sono descritte numerose frane in atto di grandissime dimensioni con possibilità di invasione del letto del torrente e colate detritiche di grande volume, facilitato dalla grande pendenza dell'alveo.

B-6.2. IL DISSESTO DESCRITTO NEL PROGETTO DI SISTEMAZIONE

B-6.2.1. Generalità

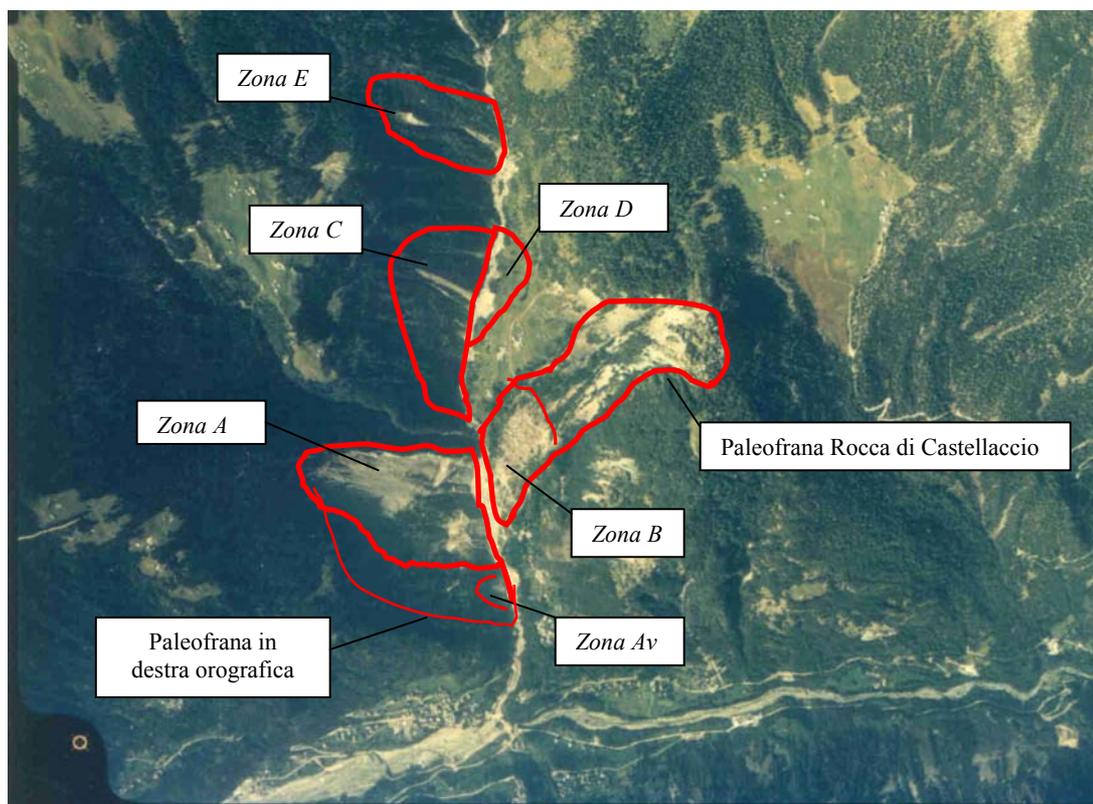
Di seguito viene riportata la descrizione di dettaglio dei principali movimenti franosi che interessano la valle del Torreggio, così come presentata nei documenti del progetto definitivo redatto a cura degli scriventi.

Nella descrizione è stata utilizzata la medesima nomenclatura utilizzata nella documentazione Regionale, con la ulteriore suddivisione della frana cosiddetta “A” – ossia della frana principale in destra idrografica – in una zona “A” propriamente detta, corrispondente alla porzione di paleofrana interessata dal collasso del 1987, ed una zona “Av” corrispondente alla propaggine orientale della frana “A”, mobilizzatasi a partire dal 1988 e collassata nel 1991.

Nella foto aerea (Figura B-1) che segue sono schematicamente indicate le diverse zone, ossia:

- frana A in destra idrografica con l’appendice di valle Avv mobilizzatasi nel 1988;
- frana B in sinistra e ad entrambe i lati dell’abitato di Masoni;
- frana C in destra idraulica a monte dell’Arcogliasco;
- frana D in sinistra a fronte frana C;
- frana E in loc. Acquabianca in destra e sinistra.

Figura B-1 - Rappresentazione schematica delle aree in dissesto (Ripresa aerea – settembre 1989)



I fenomeni legati alla gravità sono di notevole diffusione ed entità in tutto il bacino, sia in sponda sinistra che in sponda destra. Alle quote più elevate sono frequenti frane di crollo localizzate e diffusi fenomeni di caduta massi dalle pareti rocciosi che delimitano il bacino. Nella parte media ed inferiore, invece, sono frequenti i fenomeni di frana che coinvolgono i terreni d copertura e, parzialmente, la porzione corticale del substrato roccioso; si tratta, principalmente di frane di scivolamento, planare o rotazionali lungo superfici pseudocilindriche in gran parte innescate da fenomeni di erosione al piede.

Come descritto in dettaglio nel documento B.05.01 “*Relazione geotecnica*” del progetto definitivo, a seguito degli eventi alluvionali del 1987 sono stati osservati numerosi fenomeni di dissesto, il più importante dei quali ha interessato la porzione medio bassa della paleofrana del Torreggio (versante destro, conosciuta come frana A). La nicchia è posta circa a 1'450 m s.m., con sviluppo longitudinale di circa 1'000 metri, mentre il corpo di frana ha una larghezza massima di 800 metri.

In sponda idrografica sinistra, tra le località Ciappanico e Masoni, di fronte alla frana “A”, è presente una paleofrana, periodicamente rimobilizzata, costituita da un'imponente accumulo di detriti a grossa pezzatura, la cui nicchia di distacco originale è localizzata alle pendici di Rocca di Castellaccio. La porzione inferiore di questa paleofrana, al di sotto di quota 1'260 m s.m. circa, è stata riattivata in occasione dell'evento del 1987 ed è nota come frana “B”.

Di fronte alla località Alpe Son è visibile un'area con canali di erosione pressoché rettilinei, disposti secondo la massima pendenza, che coinvolge un'ampia fascia del versante dal fondovalle fino a quota 1'600 m s.m. (zona “C”).

Tra l'Alpe Son e la località Acquabianca, sono visibili modeste frane di scorrimento che interessano i materiali della copertura morenica, legate a fenomeni di erosione al piede (zona “D” e zona “E”).

Alcune di queste frane, pur essendo superficiali sono interessate da una continua degradazione, legata alla circolazione idrica e quindi all'incisione della acque superficiali con formazione di solchi di ruscellamento concentrato con trasporto di massa.

Dal 1987 ad oggi, molte di questi fenomeni di dissesto superficiale delle zone “C” ed “E” sono stati ricolonizzati dalla vegetazione e tendono a stabilizzarsi naturalmente, mentre gli analoghi dissesti della zona “D”, a causa del permanere del processo di erosione al piede, risultano ancora attivi.

B-6.2.2. Frana zona A ed appendice orientale Av

È la grande paleofrana in sponda destra idrografica della Val Torreggio, con piede in fondovalle lungo l'alveo del torrente Torreggio nel tratto compreso tra il T.Arcogliasco ad Ovest e quota 900 circa ad Est; la sommità del coronamento della frana attuale è situata circa a quota 1'500 m s.m.

La paleofrana è ben definita nei suoi contorni dai lineamenti tettonici principali della zona; in particolare la Linea tettonica Val Dagua-Scermendone e le sue vicarianti sono tutte orientate con direzione Ovest-Est e lungo questi allineamenti si sono impostati sia il corso del T.Torreggio ed il piede della frana, sia i limiti superiore, sia ancora, alcuni significativi allineamenti posti

nella porzione medio-superiore della nicchia. Tra questi, sono ben evidenti:

- l'allineamento tettonico che delimita il ripiano morfologico di Braccia del Maulino a quota 1'350 m s.m. circa e che costituisce il coronamento della porzione orientale della frana;
- il brusco cambio di direzione del T. Arcogliasco circa a quota 1'300 m s.m.;
- anche i fianchi della nicchia di frana si sviluppano secondo allineamenti tettonici minori disposti con direzione circa NordNordEst-SudSudOvest.

La paleofrana è, con ogni probabilità, da attribuire ad un fenomeno gravitativo profondo che si è facilmente impostato su di un substrato roccioso particolarmente debole costituito da gneiss granitici o granodioritici (Ortogneiss di Monte Canale) e paragneiss filladici; entrambi i litotipi sono frequentemente cataclastici o, comunque, intensamente fratturati.

L'intenso stato di fratturazione è stato confermato dai risultati dei sondaggi geognostici eseguiti nel 1988 che mostrano potenti spessori di rocce con valori di RQD inferiori al 20%; in particolare nel sondaggio S2, eseguito a quota 1'140 m s.m. sul ripiano che costituisce il principale corpo alloctono della paleofrana, sono stati perforati complessivamente 113,5 m di cui 23,5 m di depositi sciolti eterometrici con ciottoli e trovanti in matrice sabbiosa, quindi, altri 71 m (94,50 m da p.c.) di ammasso roccioso estremamente fratturato con RQD variabile tra 0 e 20% circa ed, infine, 9 metri di a.r. di qualità da discreta a buona con RQD compreso tra 45% e 90%.

Evoluzione della frana dal 1987 ad oggi

Come mostrato nella fotografia che segue (Figura B-2) ripresa nel giugno del 1987, ossia prima del collasso del luglio successivo, il grande accumulo che costituisce il gradino morfologico di quota 1'170÷1'200 m s.m. era già, all'incirca, nella posizione attuale precedentemente all'evento del luglio 1987. Si tratta, pertanto, di un grosso corpo alloctono, relitto della paleofrana originaria, costituito in parte anche da roccia molto fratturata, ricoperto da un boschetto di abeti; come si può osservare dalla fotografia, l'attuale nicchia della frana A, benché ricoperta quasi completamente da vegetazione – più giovane di quella circostante – era già ben individuabile, così come ben

definito era il corpo di accumulo di cui si è detto. Questo, era significativamente più grande di quello residuo dopo l'evento del luglio '87, così come si può rilevare sia dalla documentazione fotografica (Figura B-2 e Figura B-3) sia dalla sovrapposizione dei documenti cartografici precedenti e successivi alla frana; il volume mancante dal “gradino relitto” tra lo stato ante frana '87 e lo stato attuale può essere stimato in almeno 1,5 milioni di m³.

Figura B-2 - Zona A, giugno 1987



Questo aspetto del meccanismo di franamento è particolarmente significativo per la previsione della possibile evoluzione futura del dissesto e, quindi, per la progettazione di opere coerenti con la reale pericolosità dell'area.

Figura B-3 - Zona A – ripresa del 08.10.2001



Si possono sottolineare i seguenti aspetti principali relativi all'evento del luglio 1987:

- la frana principale si è sviluppata per erosione al piede, da parte del T.Torreggio in piena, del “gradino relitto”; questo è collassato, con un movimento di scivolamento lungo il preesistente piano di movimento della paleofrana, andando a sbarrare il corso del Torreggio. Come detto, il volume di materiale franato – soltanto da questa zona - e poi eroso e trasportato violentemente a valle dal torrente, è stimabile in circa 1,5 milioni di m³;
- nella parte superiore della nicchia della paleofrana si è verificato il crollo di porzioni di ammasso roccioso che costituivano il vecchio coronamento, con conseguente arretramento dello stesso; i materiali franati hanno percorso la nicchia di frana esistente erodendo e trasportando verso valle i depositi superficiali, secondo un meccanismo di valanga di roccia (Rock fall avalanche). Questo fenomeno si è sviluppato in episodi ripetuti e non nella sola fase parossitica dell'evento del 1987 e, nel suo complesso – dal 1987 ad oggi – ha mobilizzato

- volumi di roccia e detrito stimabili in circa 200'000÷300'000 m³ che, tuttavia, si sono depositati in gran parte sulla contropendenza appena a monte del “gradino relitto”. È importante sottolineare che i crolli in zona coronamento hanno realizzato una riprofilatura naturale del pendio eliminando molte delle asperità e corpi aggettanti che preesistevano;
- la circolazione idrica sotterranea non è ben conosciuta, tuttavia è evidente una significativa alimentazione dal coronamento verso la nicchia di frana. Nella zona di coronamento e, soprattutto, nella zona di Braccia del Maulino sono state rilevate diverse sorgenti, allineate secondo i trend strutturali principali, che nei periodi di maggiore piovosità forniscono portate rilevanti, tali da realizzare nella nicchia di frana dove sono convogliate evidenti solchi di ruscellamento, con formazione di piccole colate. Anche nella parte orientale della frana vi sono emergenze d'acqua ben visibili che, con ogni probabilità, sono alimentate direttamente dal T.Arcogliasco; queste acque permeano attraverso lo sperone che divide la nicchia di frana dall'impluvio dell'Arcogliasco, probabilmente secondo zone cataclastiche corrispondenti ai lineamenti tettonici di cui si è detto (in particolare l'allineamento che devia bruscamente l'alveo dell'Arcogliasco a quota 1'300 m s.m. circa).

B-6.2.3. Frana zona B

La zona si trova in sponda sinistra del Torreggio e costituisce la porzione inferiore della grande paleofrana di Rocca di Castellaccio.

Il dissesto coinvolge l'accumulo di detrito della paleofrana ed è sufficientemente conosciuto nei suoi caratteri generali, grazie alle indagini eseguite, soprattutto a partire dall'evento del 1987.

La frana si è rimobilizzata nel periodo 1987÷1993, con evidenziazione di una ampia frattura di tensione a quota 1'280 m s.m. circa e fenomeni di basculamento verso monte evidenziati dalle fratture presenti nelle baite e dai movimenti registrati agli inclinometri.

Si tratta di un movimento viscoso di scivolamento della massa detritica che si sviluppa, prevalentemente, lungo superfici di debolezza costituite da livelli

limoso-argillosi che si trovano , in maniera discontinua, a profondità di circa 20÷30 m dal p.c. e che presentano, secondo i dati disponibili, valori di resistenza al taglio molto bassi.

Si tratta, come detto, di un movimento progressivo e lento che occasionalmente, per fattori esterni (principalmente la saturazione dei terreni in occasione di prolungate precipitazioni piovose), viene accelerato; i dati del sistema di monitoraggio indicano deformazioni locali anche dell'ordine di alcuni metri all'anno. Per esempio, nel periodo ottobre-novembre 2000 le deformazioni, pur non raggiungendo i valori di velocità dei picchi registrati nel 1993 (4'500 mm all'estensimetro E2/B) hanno subito una forte accelerazione raggiungendo valori, in due soli mesi, di circa 200 mm, confermando la stretta dipendenza della velocità di deformazione nei confronti delle condizioni meteorologiche. Inoltre tutti gli strumenti mostrano deformazioni graduali e continue, con un picco successivo alle piogge concentrate dell'autunno del 2002.

Le superfici di scivolamento, tuttavia, sono discontinue e disposte con pendenze non eccessive; pertanto, il meccanismo di movimento, come detto, ha carattere lento – rispetto ai volumi mobilizzati – e non sembra probabile l'evoluzione di fenomeni di collasso globale repentino.

La direzione di movimento principale della massa detritica segue, sostanzialmente, l'asse della paleofrana che è orientato secondo una direzione convergente, con un angolo di circa 30°, verso l'impluvio del Torreggio. Questa direzione prevalente subisce, al suo fronte, espansioni laterali che deviano le direzioni locali e che, in passato, hanno portato porzioni della massa detritica nell'alveo stesso del T.Torreggio.

Gli scavi eseguiti per la cava di prestito delle opere di bonifica realizzate dopo il 1987, sembrano aver comportato una leggera deviazione della direzione di movimento che, attualmente risulta più divergente rispetto al torrente. Questa osservazione, tuttavia, manca di riscontri oggettivi e dovrà essere accertata con lo scopo di verificare la reale pericolosità di questo fenomeno franoso.

Attualmente, la frana è considerata quiescente ma con possibilità reale di riattivazione in seguito all'azione delle acque sotterranee che, oltre a saturare i

terreni e ad innalzare il livello piezometrico comportano anche la lubrificazione dei livelli deboli di argilla e limo argilloso che costituiscono i piani preferenziali di movimento.

B-6.2.4. Dissesti zone C, D ed E

I dissesti che interessano queste aree hanno carattere prevalentemente corticale e si sviluppano sotto forma di colate detritiche che si orientano secondo la massima pendenza dei versanti con andamento pressoché rettilineo.

I fenomeni sono – o sono stati – in genere innescati da processi di erosione al piede e, in molti casi tendono a stabilizzarsi naturalmente. Ciò è testimoniato, ad esempio nella zona C, dalla ricolonizzazione molto evidente e diffusa da parte delle vegetazione spontanea di tutte le aree interessate dai dissesti del 1987.

Sulla base di queste considerazioni, come detto nei documenti progettuali, si è ritenuto opportuno evitare interventi puntuali e realizzare, solo localmente, opere di protezione dall'erosione superficiale mediante interventi di ingegneria naturalistica. La scelta progettuale comporta la necessità di un attenta osservazione dell'evoluzione delle aree – così come detto nel documento C.01.00 (Piano di monitoraggio dell'efficacia degli interventi) del progetto definitivo - ed, eventualmente, verifiche della potenziale presenza di dissesti di genesi e meccanismi diversi, soprattutto per quanto riguarda la zona C, dove vi sono alcune forme che presuppongono un controllo geostrutturale della dinamica dei versanti.

B-7. INTERVENTO PROPOSTO

B-7.1. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE IN RAPPORTO ALLE CARATTERISTICHE DEI SITI INTERESSATI

L'opera di sistemazione della Val Torreggio, oggetto del presente progetto, è totalmente inclusa nel territorio comunale di Torre di S.Maria e interessa tutti gli ambiti precedentemente delineati (si veda il paragrafo B-2) in modo diversificato considerando le diverse componenti funzionali del sistema di

bacino allo stato attuale: tratto di trasporto, tratto di consolidamento di alveo e sponde, tratto di sistemazione silvo-pastorale.

L'unica opera in c.a. vera e propria è ubicata nel primo ambito. Si tratta in particolare di setti di contenimento delle possibili esondazioni nel tratto a valle della briglia selettiva ed a monte dell'inizio del cunettone. Tale opera, necessaria per le verifiche di possibile disalveamento e pertanto di ripristino del rischio pre-esistente ai lavori del 1987÷1990, ha ubicazione non modificabile (il tratto di debolezza delle difese è localizzato ivi) ed implica la costruzione di tre costolature in c.a. in appoggio alle spalle delle briglie esistenti. L'intervento è omogeneo con l'ambito di collocazione ove, come detto, le difese sono di tipo strutturale evidente. L'utilizzo dello spazio in modo ottimizzato e la verifica attenta delle dinamiche idrauliche della corrente liquido-solida consentono di circoscrivere ivi la necessità di rafforzamento delle difese strutturali.

Nella restante zona di ambito 1 sono previste unicamente opere di mitigazione dell'impatto visivo (tramite potenziamento della vegetazione spontanea cresciuta nei 10 anni post-cantiere) e di consolidamento localizzato dei versanti (nicchia sotto Dosso e area frana denominata Av).

Per la riduzione delle cause di rischio è necessario intervenire in maniera più significativa sul secondo ambito ove si collocano le zone di instabilità maggiore ed ove l'alveo mantiene caratteristiche tali da non garantire la stabilità. Alla luce delle considerazioni relative all'evoluzione dinamica dei versanti e della stima delle masse instabili (per collasso improvviso o per lento scivolamento) si è scelta una tecnica di intervento complementare alla soluzione di valle e volta a minimizzare sia il rischio di movimentazione delle masse ritenute pericolose (tramite drenaggi profondi) sia il rischio di scivolamento d'alveo ed erosione di fondo e sponde tramite protezione con scogliere e setti rompitratta in massi ciclopici alla rinfusa. La tipologia degli interventi richiede una diffusione degli stessi per una lunghezza d'alveo di circa 600 m e con interessamento dei versanti.

La scelta di tale approccio, molto meno impattante della formazione di briglie, è stata possibile come detto in considerazione dello stato attuale dei luoghi e

per le garanzie determinanti fornite dalle opere di valle, oltre che per motivi di carattere tecnico-funzionale e quale giusto compromesso tra la necessità di ridurre i costi ambientali di impegno di territorio, garantire un sufficiente grado di sicurezza e facilitare la realizzazione. Inoltre circa gli aspetti ambientali è utile segnalare che nel progetto è previsto il recupero progressivo del degrado che oggi caratterizza il versante tra Braccia e Masoni.

Da quanto esposto non risultano quindi esservi limitazioni generali di carattere territoriale all'accettazione delle opere sopra descritte.

Il terzo ambito infine viene coinvolto sia da scelte di opere di ingegneria naturalistica sia da interventi di pulizia forestale volti all'approvvigionamento dei materiali. Entrambe le tipologie di azione non incontrano ostacoli di realizzazione indotti da vincoli territoriali o morfologici.

Le piste di cantiere (strade e/o sentieri) interessano ovviamente tutti gli ambiti, ma con tipologia mirate e pertanto non si evidenziano limitazioni totali per la loro realizzazione.

Il sistema odierno è realizzato prevalentemente con ottica di garantire la mobilità ai mezzi di notevole dimensione per la movimentazione di ingenti quantitativi di materiale. Tutte le piste infatti sono residuo delle installazioni di cantiere per la realizzazione delle opere di valle e la coltivazione della cava di prestito a lato di Masoni.

Il nuovo sistema prevede la costruzione di limitate nuove tratte per accedere a zone puntuali (sponda destra sotto il versante A per i drenaggi, piede frana B, zona confluenza Arcogliasco) mentre demanda la funzione di accesso alle zone più impervie (canaloni frana A, torrente Arcogliasco, nicchie zona D) a sistemi a fune (teleferiche), in volo (elicottero) o con sentieri in ripristino a tracciati di vecchie mulattiere (strada vicinale di Castellaccio).

Per quanto riguarda la viabilità, per facilità di esposizione e quindi anche per la successiva descrizione delle interferenze si può suddividere la nuova viabilità nei seguenti tratti omogenei:

- sistema di accesso zona bassa versante A. Trattasi di tracciato in zona rimaneggiata e consolidata con scogliera provvisoria che non si ritiene possa essere considerata influente per la determinazione dell'impatto

- ambientale ma riportate in questa breve descrizione per completezza;
- sistema di accesso alla zona di confluenza del torrente Arcogiasco. Il tracciato si sviluppa in sponda sinistra del Torreggio scendendo dalle case basse della frazione Masoni e raccordandosi alla vecchia pista realizzata in alveo. La soluzione pur interessando parte del versante pare preferibile ad una pista di risalita in alveo che andrebbe ad operare in una zona molto ristretta e con notevoli pendenze;
 - sistema di accesso alla zona sopra Masoni per la raccolta di materiale per scogliere. La pista si configura come una modesta estensione della pista di arroccamento già realizzata per la coltivazione della cava;
 - sistema di accesso alla zona nicchie D. Trattasi di sentiero di larghezza 1,5 m in sovrapposizione alla vecchia mulattiera esistente e pertanto non teso a creare una via di continuità di penetrazione nella valle con il sistema esistente.

Gli impianti di cantiere (baracche, uffici, posteggi, depositi) sono ubicati nel secondo ambito in area degradata del versante B tutti su piazzole oggi esistenti e da riqualificare a lavori ultimati, ed indicati nell'apposita planimetria del progetto definitivo (Atto I.02.00) partendo da sud con le sigle da A ad H.

Le tracce di volo dell'elicottero rientrano ovviamente nei tre ambiti descritti. Trattasi di opere di accesso non tangibili sul territorio ma che possono creare impatti in fase di esecuzione (rumori, vibrazioni, polveri, ecc.).

Complessivamente si può affermare che i siti considerati non presentano limitazioni di carattere insediativo all'accettazione delle opere in progetto, anche in considerazione delle verifiche lungo il tracciato eseguite grazie alla restituzione planimetrica del volo dell'ottobre 2001 che ha fornito un supporto decisivo alla determinazione della geometria dell'area.

B-7.2. GIUSTIFICAZIONE DELL'OPERA

Come dettagliatamente descritto nelle relazioni del progetto definitivo, l'opera assume carattere di indifferibilità ed urgenza dato che si tratta di lavori in grado di consentire la riduzione dei rischi idrogeologici a cui sono oggi esposti i territori a valle e consentire quindi il recupero della zona ad un assetto volto

verso ipotesi di gestione del bacino.

Pur con diversa efficacia per diversi parametri e pur non raggiungendo l'obiettivo di stabilizzare l'intero bacino, con gli interventi in progetto si riconducono i rischi residui a valori del tutto accettabili, confinando le cause di innesco a poche zone circoscritte e promovendo così il lungo processo artificiale e naturale (es. zona versante A) di recupero ambientale.

Le opere interessano un'area complessiva di circa 100 ettari.

B-7.3. INDAGINI IN CORSO E OPERE IN PROGETTO

B-7.3.1. Generalità

Le caratteristiche dei terreni dell'area interessata dalle opere in progetto sono sufficientemente conosciute nei loro caratteri essenziali dalla notevole attività di indagini geognostiche e di monitoraggio svolte a partire dal 1987; tuttavia restano ancora poco definiti alcuni dettagli circa i valori dei parametri geotecnici delle diverse unità litologiche.

Più ancora, risultano insufficienti le conoscenze circa il modello di circolazione idrica sotterranea.

Il programma d'indagini e prove predisposto in seguito al progetto preliminare e attualmente in corso di svolgimento ha come obiettivo la definizione in dettaglio dei parametri geotecnici e delle caratteristiche idrauliche dei depositi superficiali e degli ammassi rocciosi.

La campagna di indagine in corso è orientata principalmente alla definizione delle condizioni idrogeologiche al fine di:

- definire in maniera dettagliata le direttrici di alimentazione idrica all'interno dei corpi franosi;
- individuare le zone di maggior accumulo idrico e le condizioni geologiche che le determinano;
- ubicare in maniera ottimale le opere di drenaggio la cui efficienza dovrà essere controllata nel tempo con opportuni rilievi (eventualmente automatizzati) delle acque emunte, confrontate con i livelli idrici rilevati nella rete piezometrica di seguito definita.

Le indagini sono anche finalizzate a:

- fornire una caratterizzazione stratigrafica dettagliata delle aree di intervento;
- fornire una caratterizzazione geomeccanica e/o geotecnica degli ammassi instabili;
- posare strumentazione geotecnica di controllo delle evoluzioni dei dissesti aggiornando la rete strumentale già presente. I dati acquisiti da tale strumentazione saranno di grande utilità per le valutazioni circa la sicurezza delle aree in fase di realizzazione delle opere con funzioni quindi di presidio indispensabile alla gestione dei piani operativi di sicurezza;
- eseguire prove in situ per la determinazione di parametri geomeccanici e/o geotecnici e idrogeologici;
- prelevare campioni da sottoporre a prove di laboratorio sia di classificazione che per la determinazione di parametri di permeabilità, resistenza e deformabilità.

Si precisa, quindi, che la scelta della soluzione di progetto deriva dalle analisi e dalle considerazioni idrauliche, geologiche, idrogeologiche, ambientali, ecc. descritte, in funzione delle conoscenze (storiche e acquisite anche grazie alla nuova cartografia e alle analisi dei monitoraggi) e dei calcoli e delle simulazioni effettuati nella fase di progettazione definitiva, che hanno portato alla definizione degli interventi con un grado di dettaglio molto elevato.

Le indagini previste nel progetto, attualmente in corso, sono finalizzate alla definizione in dettaglio delle caratteristiche geotecniche dei terreni e delle condizioni idrogeologiche delle aree interessate dai lavori. L'utilità delle indagini si esplica pertanto nel definire con precisione l'ubicazione e la struttura delle opere di drenaggio previste in progetto.

B-7.4. ALTERNATIVE POSSIBILI

B-7.4.1. Generalità

La disamina delle alternative possibili per la realizzazione degli interventi sull'asta del Torreggio ha origine nel periodo immediatamente successivo agli

eventi alluvionali. Già nel corso del 1987 infatti furono avanzate diverse proposte di intervento (tra cui quelle realizzate nel tratto di valle del bacino) che si spingevano anche nella zona di più stretta pertinenza della presente progettazione. Alcune di tali soluzioni, alla luce di quanto verificatosi negli anni dal 1987 ad oggi, non si presentano più di attualità in quanto superate dalla dinamica degli eventi o dall'interpretazione dei dati forniti dal sistema di monitoraggio o dal comportamento delle opere esistenti.

Altro elemento determinante è l'analisi attenta della reale situazione attuale di rischio del bacino in quanto una sovrastima dello stesso indurrebbe a scelte di notevole impatto economico, ambientale ed strutturale mentre una sottovalutazione o analisi superficiale dello stesso si tradurrebbe in una spinta alla semplicistica ricerca di opere di "abbellimento" e mitigazione senza tuttavia aver focalizzato i nodi nevralgici di crisi. La presente analisi pertanto, pur fornendo una panoramica su tutte le soluzioni, non può prescindere dai risultati dell'analisi del rischio (si faccia riferimento dell'atto A.02.01 del progetto definitivo) che costituisce il vero elemento focale che deve guidare la progettualità degli interventi in oggetto.

Il discernimento del rischio tuttavia non è stata impresa facile in quanto la vastità dei fenomeni può portare a generalizzare una situazione senza distinguere tra eventi possibili ed eventi probabili e tra effetti stimati o effetti calcolati. Per tale motivo la scelta definitiva di intervento, che si configura anche come scelta di buona minimizzazione dell'impatto ambientale, si è fondata sui cardini di rischio individuati in:

- disalveamento delle correnti tra la briglia selettiva e il ponte di monte;
- collasso di volumetrie comprese tra 150'000 m³ e 200'000 m³ dalla zona di piede della frana A;
- collasso di volumetrie ridotte (massimo 70'000 m³) dalla zona di coronamento della frana A;
- evento di slope failure o debris flow nella zona tra confluenza Arcogliasco e briglia 25;
- lenta evoluzione della porzione di frana B sottostante l'abitato di Masoni.

Come si nota i rischi sono presenti sia in alveo che sui versanti e pertanto le

soluzioni possibili riguardano sia tematiche comuni (es. una galleria by-pass si pone come soluzione sia per i franamenti di versante che per le insufficienze d'alveo a valle) sia i due ambiti separatamente.

Come detto dall'analisi delle condizioni attuali tra le soluzioni possibili è stata inserita non solo un'opzione "0" ma anche un'opzione definita "-1" e cioè volta a ripristinare lo stato dei luoghi pre-evento. Tale soluzione risulta utile per tarare il livello di intervento successivo.

B-7.4.2. L'opzione "-1"

Tale ipotesi si configura come un possibile ritorno alla situazione d'alveo pre-1987. La proponibilità della soluzione deriva dalla constatazione che indubbiamente il complesso di opere realizzate sembra imporre un impatto paesaggistico di spessore (per quanto concerne viceversa gli impatti su fauna e flora la situazione pre-esistente caratterizzata da alveo a forte pendenza >35% e pezzatura di massi ciclopici non risulta determinate). Si usa il termine "sembra" in quanto, in effetti, la zona centrale del bacino con i versanti in frana, pur nelle condizioni naturali, procura un impatto visivo negativo ben maggiore, se rapportata alla situazione pre-1987 (si veda la Figura B-4).

Figura B-4 – Val Torreggio (confronto tra la situazione pre-frana e quella attuale)



A fronte di tale evoluzione favorevole (ritorno alla situazione naturale precedente agli interventi) si prospetta una notevole problematica realizzativa connessa a problematiche di notevole spessore:

- il ritorno ad un grado di rischio elevato per quanto concerne la stabilità dei versanti immediatamente prossimi all’abitato e caratterizzati da pendenze pari al 100%;
- la necessità di provvedere alla demolizione delle opere esistenti e pertanto alla reinstallazione di un cantiere in una zona che lentamente recupera aspetti di naturalità seppur condizionata (i terreni circostanti alle opere sono caratterizzati da buona copertura erbosa ed il bosco comincia ad affacciarsi con specie più strutturate rispetto alle specie pioniere);
- un notevole esborso economico connesso alla semplice demolizione delle opere e allo smaltimento dei materiali;
- un onere sociale di impatto sulle popolazioni che vedrebbero comunque “diminuito” il senso di protezione garantito dalle opere eseguite;
- la necessità di sagomare un alveo che, per le caratteristiche dei versanti,

della pendenza e delle possibili azioni della corrente di piena, dovrebbe comunque prevedere elementi strutturali in c.a. per la sua stabilizzazione. Elemento comunque determinante per l'esclusione dell'opzione “-1” è la verifica dell'efficacia delle opere eseguite nel ridurre il rischio e consentire oggi un intervento scarsamente invasivo.

L'insieme delle problematiche sopraccitate di fatto porta all'esclusione non solo della soluzione di eliminazione in toto delle strutture esistenti, ma anche di soluzioni intermedie che possano modificare un sistema che è stato pensato e realizzato nei suoi componenti in cascata: un tratto a monte che riduca il rischio di franamento dei versanti e impedisca l'erosione al piede, un bacino di accumulo deputato alla ritenuta dei massi ciclopici che potrebbero interessare l'alveo di valle, un successivo tratto di puro scorrimento ed evacuazione. Non sarebbe ad es. utile pensare ad una rimozione dei muri spondali alla confluenza in Mallero con allargamento dello spazio e formazione di un bacino di accumulo in quanto nello stesso Mallero, nel tratto immediatamente a valle, sono presenti strutture di ritenuta con volumetrie tali (oltre 250'000 m³) da assolvere tale funzione meglio e senza oneri realizzativi.

B-7.4.3. L'opzione “0”

L'ipotesi in oggetto comporta il mantenimento dello stato attuale dei luoghi. L'analisi dei rischi connessi allo stato di fatto (si faccia sempre riferimento al corrispondente atto del progetto definitivo) impone l'impossibilità di mantenimento della soluzione “0” per tutta l'asta del bacino del torrente Torreggio. La modestia di alcuni interventi di completamento (sia in termini economici sia in termini di impatto aggiuntivo) di fatto esclude la scelta di puro congelamento dello status quo ed attesa dell'evoluzione naturale dei siti. Tale affermazione tuttavia non riguarda l'intero ambito in studio. Come infatti riportato nelle relazioni di dettaglio, la zona dell'alta valle (frane C, E ed in parte anche D), per effetto della evoluzione riscontrata negli anni dal 1987 ad oggi (le colate della frana C si mostrano ad oggi colonizzate da parte di vegetazione di medio calibro così come alcune zone delle frane E e D – cfr. foto aeree 2001 e foto a terra), non presenta elementi che possano condurre a

prevedere necessariamente decise azioni di consolidamento ed intervento.

La stessa lontananza delle zone dalle opere e dal tratto urbano di Torre S.Maria e la relativa minor pendenza (inferiore al 20%) dell'asta favoriscono fattori di stabilizzazione naturale al bacino. Come evidenziato, infatti, eventuali moti di scivolamento d'alveo formati nelle zone di monte si arresterebbero su tali pendenze.

In sintesi, pertanto, se per gli ambiti 1 e 2 la soluzione "0" non appare percorribile (data l'attuale situazione di rischio per l'abitato), per l'ambito 4 ed in parte per l'ambito 3 tale opzione è stata ritenuta attuabile e perseguibile, specie nell'ottica di gestione del bacino e di progressiva valutazione dell'efficacia delle opere.

B-7.4.4. Opzione "Galleria by-pass"

La soluzione, adottata in altri contesti (es. zona frana di Val Pola e zona frana di Spriana), prevede la formazione di un manufatto che, mediante imbocchi posti a quote differenti possa deviare le portate di piena nei corsi d'acqua posti alla destra ed alla sinistra del Torreggio con lo scopo di deviare le eventuali acque di ristagno per effetto di uno sbarramento in alveo per collasso di versante. Tale soluzione tuttavia mal si applica al caso del Torreggio ove le possibili instabilità sono diffuse e le pendenze di alveo non consentono di ubicare un unico portale di ingresso. In aggiunta, le simulazioni di collasso delle potenziali masse instabili indicano altezze di sbarramenti in alveo tali da non indurre, fatte salve alcune correzioni, danni alle opere esistenti progettate per resistere all'urto dinamico di correnti liquido-solidi.

Il costo dell'opera e l'impatto sui corsi d'acqua ricettori sono ulteriori elementi che hanno condotto ad escludere l'intervento.

Variante alla galleria è la proposta avanzata in fase immediatamente successiva all'evento dell'87 di formazione di un tunnel circolare in subalveo deputato allo smaltimento dell'eventuale invaso (capacità stimata su larghezza d'alveo di 30 m, pendenza 30% e altezza 15 m pari a circa 20'000 m³) per sbarramento. Anche tale ipotesi soffre delle medesime controindicazioni addotte per la galleria pur prevedendo un minor costo ed annullando l'impatto a carico dei

corsi d'acqua ricettori. La posa di tale manufatto dovrebbe inoltre essere accompagnata dalla formazione di elementi di stabilizzazione pesante dell'alveo per impedire ogni locale spostamento od erosione.

Il vantaggio della soluzione potrebbe essere connesso al fatto che in tale manufatto si recapiterebbero le acque di drenaggio (come avviene per il la tubazione già realizzata sotto le briglie 25÷18) nel caso le verifiche dimostrassero la necessità di abbattere il livello piezometrico dei versanti sotto il piano di fondo alveo. Tuttavia le considerazioni esposte nelle apposite relazioni del progetto definitivo di fatto eliminano tale necessità.

B-7.4.5. Opzione “Rialzamento del fondo con cunettone a salti o briglie”

Le due soluzioni possono sembrare a prima vista diverse: mentre il cunettone infatti presupporrebbe un irrigidimento dell'alveo sia sul fondo che sulle sponde, la formazione di briglie puntuali lascerebbe spazio, tra struttura e struttura a flessibilità d'alveo.

L'impostazione tuttavia è comune ad entrambe le soluzioni e prevede un rialzamento del fondo alveo atto a contrastare le possibili superfici di scivolamento delle masse instabili ai lati. Tale tipo di tecnica è stata adottata con notevole efficacia nelle zone terminali del Torreggio sia nella versione a cunettone (zona più ristretta con versanti acclivi) sia nella versione con briglie (zona a monte caratterizzata da instabilità di versante di elevazione media – frana Av).

Alla luce delle risultanze relative alle indagini di dettaglio geomorfologiche e geotecniche e dell'individuazione dei fattori di innesco dei rischi di collasso e delle masse potenzialmente instabili, il tratto tra briglia 25 e l'Arcogliasco ed ancor più il tratto a monte di questo presentano caratteristiche diverse rispetto al tratto tra briglia 25 e briglia 18. In particolare quest'ultimo tratto si presenta assai più ristretto rispetto al tratto di intervento. Il rialzamento pertanto oltre ad aggiungere fattori stabilizzanti al pendio rispondeva all'esigenza di ricavare spazio sufficiente a realizzare sezioni di deflusso adeguate. Nel tratto tra briglia 25 ed Arcogliasco (in oggetto) le larghezze d'alveo risultano maggiori e già oggi, seppur con opere provvisoriale, l'alveo è allontanato dai versanti. In

particolare in destra idraulica è presente un vasto pianoro che ha protetto il piede della frana A dall'azione erosiva della corrente del Torreggio.

Secondo elemento di differenza è la caratteristica dei dissesti in atto:

- nel tratto tra briglia 25 e briglia 18, la frana Av si presentava come evoluzione indotta dall'asportazione del piede di versante con sviluppo volumetrico ed areale paragonabile alla possibilità di contrasto per rialzamento d'alveo dell'ordine di 10÷15 m;
- nel tratto tra briglia 25 e confluenza Arcogliasco si è, invece, in presenza di un dissesto in sinistra (frana B) che presenta un lento movimento con origine assai discosta dall'alveo (sopra le case di Masoni con spessore superiore a 50 m) e di un versante in destra con possibilità di crollo potenziale da quote di centinaia di metri superiori al fondo alveo. Sempre in destra è presente il potenziale collasso della zona di frana A al piede tra le quote 1'070 e 1'120 m s.m..

Alla luce di tali considerazioni il rialzamento del fondo potrebbe ottenere effetti positivi solo nei confronti della riduzione del rischio per la porzione bassa del versante A mentre non avrebbe effetti sul versante B e sulla zona medio-alta del versante A.

Pertanto, in base a quanto descritto nel presente paragrafo, agli elevati costi economici di una soluzione di rialzamento con movimentazione prevista di oltre 350'000 m³ di materiale, ai costi ambientali connessi alla formazione di un nuovo punto estrattivo di entità assai maggiore di quello oggi presente a lato di Masoni e da cui si sono ricavati soli 80'000 m³, e alla possibilità di realizzazioni alternative di minor impatto di fatto sconsigliano tale intervento.

Come detto, infatti, la zona, previa esecuzione di modeste risagomature e correzioni con movimentazioni limitate e di compenso dei materiali (circa 30'000 m³), consente l'allontanamento della corrente idrica dal contatto immediato con le masse instabili individuate, senza dover ricorrere a variazioni d'asse significative.

Esclusa la necessità di rialzamento (per la scarsa aderenza alle problematiche locali) ed individuata la possibilità di garantire una sufficiente larghezza d'alveo oltre che la stabilizzazione dei piedi di frana A e B mediante

l'esecuzione di una serie di drenaggi profondi (cfr. Atto B.05.01 del progetto definitivo - *Relazione geotecnica*) resta da definire l'esigenza di formazione di strutture di irrigidimento quali le briglie (il cunettone resterebbe escluso per effetto dei possibili cedimenti indotti dai lenti movimenti del fronte B a cui non si potrebbe adattare).

La necessità di formazione di briglie, esclusa la funzione di elementi di irrigidimento di un fondo alveo riportato a quota notevolmente superiore all'attuale, resterebbe connessa alla possibilità di innesco di fenomeni di rottura d'alveo e scivolamento a valle.

In relazione a tale possibilità, occorre fare due importanti considerazioni:

1. in primo luogo occorre precisare che l'eventuale innesco di movimentazione di materiali del fondo alveo è oggi già limitata alla zona tra la confluenza con l'Arcogliasco e la briglia 25 (lunghezza di circa 600 m) poiché le opere esistenti a valle, progettate appositamente per resistere a simili azioni, non risentirebbero di eventuali effetti dinamici;
2. in secondo luogo occorre sottolineare che la movimentazione di materiale nel tratto, anche ammettendo che coinvolga volumetrie significative, potrebbe al più indurre effetti di sovralluvionamento in corrispondenza delle opere (briglie e salti di fondo) esistenti a valle. Anche questa eventualità è stata prevista e tenuta in considerazione nelle progettazioni delle opere di valle. Dalle relative relazioni di progetto emerge infatti come l'incertezza circa l'effettiva disposizione del fondo alveo del Torreggio con pendenza di equilibrio al 13% (dato di progetto) sia stata considerata al momento della realizzazione delle opere da briglia 18 a briglia 25. La scelta di realizzazione di briglie e non soglie fu dettata proprio dalla constatazione di come, qualora la tendenza reale dell'alveo fosse proprio tale da condurre alla ricostruzione della pendenza originaria con il completo attonamento delle briglie, il relativo volume di interrimento sarebbe pur sempre stato un volume sottratto al trasporto solido e l'officiosità dell'alveo non sarebbe diminuita, in quanto a fronte di una riduzione di sezione si sarebbe avuto un aumento di velocità.

Per quanto detto e per effetto della disponibilità di spazi e soluzioni alternative

a quella precedentemente presentata per la stabilizzazione delle zone di versante più prossime all'alveo, la stabilizzazione con briglie (proposta, appunto, nei precedenti progetti di sistemazione della Val Torreggio) appare sovradimensionata rispetto alla presente soluzione progettuale che prevede la formazione di soglie resistenti costituite da nuclei di massi ciclopici posati alla rinfusa attombati nel fondo a formare dei setti rompitratta nei confronti dell'eventuale innesco di rotture d'alveo. Una simile struttura, inoltre, ben si adatta all'evoluzione dei luoghi caratterizzata, come detto, da possibili lenti movimenti della zona di frana B che produrrebbero fessurazioni su strutture rigide quali le briglie. La soluzione inoltre porterebbe ad opera finita ad una caratterizzazione d'alveo simile all'attuale (con formazione di scogliere di sponda) e senza impatto visivo o sulle circolazioni di subalveo.

Non ultimo, l'impatto economico della soluzione proposta nel presente progetto è di gran lunga inferiore a quello che comporterebbe la soluzione con briglie in c.a..

B-7.4.6. Opzione “Sistemazione e risagomatura dei versanti A e B”:

Oltre agli interventi in alveo, la riduzione del rischio potrebbe essere connessa con l'esecuzione di opere di notevole impatto sui versanti.

Come detto le indagini di stabilità (atto B.05.01 del progetto definitivo) portano a concludere che per le zone alte della frana A le masse che presentano possibile collasso risultano dimensionalmente limitate e circoscritte. Per tali motivazioni, vista la dinamica del versante che ha evidenziato negli anni trascorsi una tendenza costante al rilascio di materiale che, tuttavia, si è depositato a monte del vallo naturale costituito dal piede di frana (quindi sopra quota 1'120 m s.m.) e riscontrata l'assenza di ostruzioni d'alveo da parte di colate detritiche l'intervento sul corpo frana A (sia esso connesso alla posa di reti, sia alla formazione di rilevati) non appare motivato. Le esperienze in tal senso (cfr. reti protettive su versante basso frana A) hanno mostrato una scarsa efficacia mentre per la funzione di sicurezza del cantiere il posizionamento di reti paramassi (quali quelle ancor oggi attive) garantisce maggior riuscita a condizioni di notevole minor costo ed impatto visivo. Si pensi alla ricopertura

del versante con reti.

Analogamente, per quanto concerne il versante B la dinamica dei movimenti di fatto comporta l'esclusione di pesanti opere di rimodellazione che inducono ferite su un territorio che, immediatamente a quota superiore alle banche coltivate, ha già visto insediarsi una vegetazione di colonizzazione (cfr. foto aeree 2001). Per i versanti A e B pertanto l'opzione "0" si configura sicuramente vantaggiosa sia dal punto di vista ambientale sia dal punto di vista economico, sia dal punto di vista funzionale. Tali tipi di interventi, alla luce dei rischi residui individuati, non inducono inoltre significativi miglioramenti.

B-8. IL CANTIERE

B-8.1. GENERALITÀ

L'impostazione dell'intervento di sistemazione idraulica definitiva della Val Torreggio, anche a livello di definizione delle fasi di lavorazione e delle modalità operative, non può prescindere da un'attenta analisi delle condizioni attuali della valle, dalla situazione pregressa all'alluvione del 1987 e dagli obiettivi di riqualifica prefissi. Perciò sono state dettagliatamente analizzate le seguenti problematiche:

- la previsione di impostazione e sviluppo del cantiere alla luce delle installazioni ancor oggi presenti in sponda sinistra tra Ciappanico e Case delle Masoni;
- il piano di cava e di conseguenza di ripristino dei luoghi interessati allo scavo.

Appare fondamentale infatti nell'esecuzione delle opere previste dal presente progetto superare la logica di realizzazione di emergenza rivolta unicamente alla efficienza ed alle esigenze dei tempi di cantiere ma operare considerando le sistemazioni forestali e le rimodellazioni del paesaggio non solo in termini riduttivi di mascheramento estetico-paesaggistico, ma come fattori che possono entrare in effettiva sinergia da subito con gli interventi di regimentazione e consolidamento dei versanti.

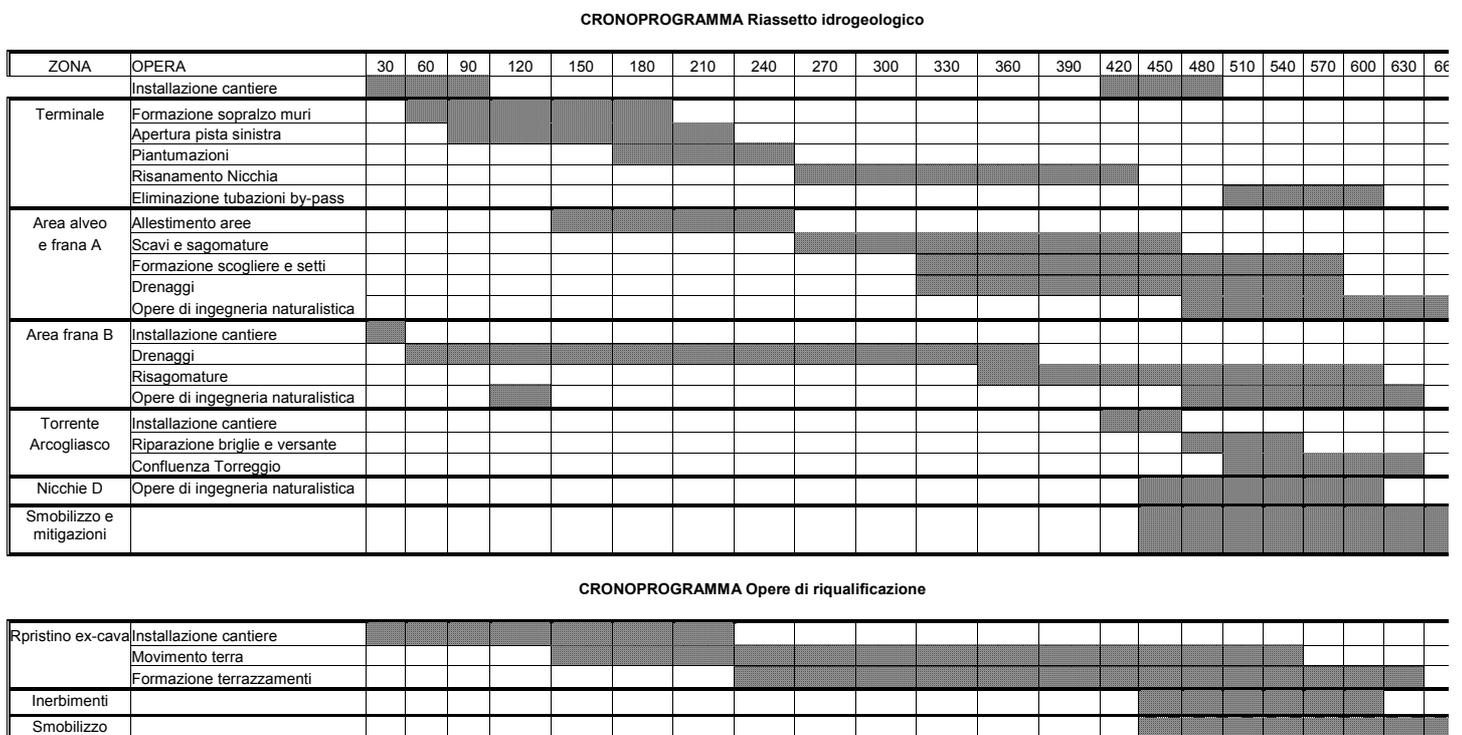
B-8.2. DESCRIZIONE DEL CANTIERE

Lo sviluppo dei lavori, secondo il cronoprogramma di cui alla Figura B-5 seguente comprende lavorazioni dissimili tra loro che coinvolgono siti a notevole distanza gli uni dagli altri.

Per semplificare la descrizione dei lavori, l'area complessiva coinvolta dagli interventi è stata suddivisa in quattro zone lungo l'asta del Torreggio dal ponte della strada comunale alta sino a quota 1'400 m s.m. circa.

Come testimoniato dalla cartografia di stato di fatto (Tavole T.03.01÷T.03.03 del progetto definitivo) nella zona del Val Torreggio oggetto d'intervento sono presenti ancora oggi notevoli installazioni di cantiere (derivanti dagli interventi già svolti negli anni '90 per la messa in sicurezza del piede della frana nel tratto terminale del torrente) che non solo possono e devono essere sfruttate per la realizzazione delle presenti opere ma che a termine dei lavori devono inserirsi nel quadro complessivo di assetto dell'area con specifica funzione di garantire le possibilità di manutenzione e gestione dell'intero bacino e di correzione e/o integrazione nel tempo degli interventi.

Figura B-5 – Cronoprogramma dei lavori



A tal proposito si sottolinea come oggi alcune delle piste di accesso alle opere siano lasciate in stato di abbandono ed altre sono state messe fuori servizio da opere puntuali (es. muro all'ingresso della pista per l'accesso alla selettiva n. 17). L'abbandono delle infrastrutture non consente i normali interventi di manutenzione e rende più estraneo l'insieme delle opere alla realtà locale. Un agevole grado di accessibilità, commisurato all'entità delle opere da manutentare, consente infatti migliori opportunità di controllo e riappropriazione del territorio da parte della popolazione locale con riflessi positivi sulla efficacia e durabilità delle opere stesse.

D'altro canto, per effetto della notevole caratteristica di naturalità del bacino in cui non sono presenti insediamenti residenziali stabili, tali vie di penetrazione devono comunque preservare l'ambiente da un indiscriminato ingresso. Inoltre la dinamica ancora attiva dei versanti e del bacino in generale deve portare ad attente valutazioni su quali siano le reali possibilità di mantenimento delle piste al fine di non indurre oneri gestionali eccessivi o tecnicamente insostenibili.

Per quanto detto la presente impostazione di cantiere, al di là delle scelte esecutive e di Impresa che verranno condotte durante i lavori, non è stata pensata unicamente in funzione dei lavori da realizzare, per i quali si avrebbe una vita attesa dei tracciati di pochi mesi o anni, ma con il fine ultimo di ricongiungere la bassa valle (Torre di S. Maria) con gli alpeggi in quota (Alpe Son, Acquabianca, ecc.).

Tale impostazione deriva anche dall'analisi delle installazioni eseguite dal 1987 ad oggi e delle dinamiche che le stesse hanno seguito. A titolo di esempio si cita la pista realizzata in sponda destra sul corpo frana A (Figura B-6) di cui oggi, per il dinamismo superficiale del versante (cfr. Atto B.05.01 e Tavola T.03.07 del progetto definitivo, in merito al confronto tra rilievo attuale e situazione all'inizio anni '90), non resta praticamente traccia.

Il ripetere il tentativo di insediare un percorso stabile su un versante le cui evoluzioni a livello superficiale risultano ancora non trascurabili sarebbe oltre che dannoso anche inutile. Per tale motivo l'approccio a determinate zone di cantiere è pensato con installazioni di minor impatto e sviluppo (es. teleferiche).

Per la descrizione del cantiere si fa riferimento all'Atto I.01.00 e alla tavola I.02.00 del progetto definitivo.

Figura B-6 - Pista di cantiere su frana A, oggi non conservata



B-8.3. ZONA 1 - DA TORRE DI S.MARIA ALLA BRIGLIA 25

Una prima zona di cantiere riguarda le opere di correzione ed integrazione delle strutture realizzate dal 1987 al 1994 nella zona terminale dell'asta del Torreggio. In particolare, come descritto in dettaglio nel progetto definitivo e qui sintetizzato nel capitolo B-7 precedente, si sono individuate sia opere sul fondo valle sia opere sui versanti.

Durante i precedenti lavori l'accesso a tale zona era garantito da piste che correavano ai fianchi dell'alveo, partendo dalla p.zza di Torre S. Maria e dal ponte della strada comunale.

Per quanto riguarda la zona compresa tra il ponte citato e la confluenza in Mallero, poiché le opere del presente progetto riguardano interventi di riforestazione delle banche oggi prative, al fine di ricondurre lo stato dei luoghi alla situazione pre-'87 (Figura B-7), non si prevede l'apertura di una vera e propria pista ma unicamente di un sentiero sul quale trasportare le essenze da piantumare.

Figura B-7 - Tratto terminale del Torreggio. Si nota la presenza di bosco ai lati dell'alveo a monte del ponte ad arco distrutto dalla piena



Per quanto concerne la situazione a monte del ponte della strada comunale, viceversa, le necessità di accesso sono in primo luogo determinate dal fine di garantire una via di manutenzione alle briglie già realizzate ed in particolare alla briglia selettiva 17. Per questo, anche se non si prevede una necessità di svasso con frequenza elevata, è opportuno prevedere e mantenere l'accesso. Proprio a questo scopo era stata lasciata al termine dei lavori una pista di accesso in sponda sinistra con stacco dalla viabilità ordinaria in prossimità del ponte alto. Tale via di accesso risulta oggi occlusa dalla realizzazione di un muretto di contenimento. A monte del muretto la pista si presenta ancor oggi in buono stato di conservazione e necessita unicamente di pulizia e di regimazione delle acque di scolo. Per quanto detto si prevede pertanto la riapertura dell'accesso alla pista e la sua sistemazione con muretti in sassi del tutto simili a quelli esistenti. In alternativa sarebbe stato possibile prevedere l'accesso in destra ove non risultano presenti muri. Tale area tuttavia risulta già sistemata a prato e mostra la presenza di un piccolo manufatto al servizio dell'acquedotto comunale di Torre S.Maria immediatamente a valle della briglia selettiva 17. L'installazione di una pista di cantiere in tale tratto andrebbe a compromettere la stabilità e l'assetto raggiunto dai luoghi dopo i lavori.

Proseguendo verso monte, sempre in sinistra idraulica, la pista costeggia tutto il tratto sistemato a briglie. Da tale pista, che necessita unicamente di interventi di manutenzione, si possono eseguire tutte le opere di controllo e manutenzione delle briglie e del versante (es. rimozione della tubazione di by-pass in PVC oggi inutilizzata e risanamento delle piccole nicchie di frana presenti).

Per quanto concerne viceversa la zona di versante in destra (denominata frana A_v) le necessità di accesso riguardano unicamente la formazione di alcuni drenaggi e la sistemazione definitiva del versante con opere di ingegneria naturalistica, previa rimozione delle parti di reti paramassi divelte. Per tale tipo di opere è previsto un accesso direttamente dalla sponda sinistra in corrispondenza della briglia 25. Ad opere ultimate in tale zona rimarrà unicamente un sentiero di accesso (dalla briglia selettiva 17) per l'ispezione del versante che ad oggi si presenta stabilizzato e pertanto non richiede la permanenza di un accesso stabile ai mezzi.

B-8.4. ZONA 2 - VERSANTE DESTRO – ZONA FRANA A

Come evidente nella precedente Figura B-6, sul corpo di frana A, a quota variabile da 1'060 a 1'210 m s.m., era presente negli anni immediatamente successivi al 1987 una pista di cantiere e servizio. Ad oggi di tale pista, per l'evoluzione morfologica del versante descritta in dettaglio nell'Atto B.05.01 del progetto definitivo e sintetizzata nei capitoli precedenti, non resta traccia. Come evidenziato, infatti, dalla sovrapposizione delle cartografie relative all'anno 1990 e all'anno 2001, il versante ha presentato una dinamica di erosione regressiva del coronamento. Il materiale scivolato si è andato a depositare, per la maggior parte, nella zona a tergo del vallo naturale esistente, tra le quote 1'100 m s.m. e 1'300 m s.m.. Per la tipologia di opere previste (che interessano unicamente la zona bassa del versante sotto quota 1'100 m s.m.) si è prevista una pista di accesso sempre dalla zona della briglia 25 per la formazione delle opere di drenaggio. Per le opere relative alla rimozione delle reti paramassi, alla formazione delle briglie di consolidamento dei canali di drenaggio e di rinverdimento si è previsto viceversa un accesso puntuale mediante sistemi a teleferica (dai piazzali in sponda sinistra a quota 1'045 e

l'080 m s.m.) e sentieri. Ad opere ultimate si prevede di lasciare in servizio tali sentieri con accesso tramite guado dalla sponda sinistra.

B-8.5. ZONA 3 - VERSANTE SINISTRO – ZONA FRANA B

Gli interventi sul versante sinistro riguardano essenzialmente due zone distinte:

- il tratto a valle dell'abitato di Masoni, ove dovranno essere realizzate opere di drenaggio e consolidamento al piede;
- l'ampia zona di cava di prestito a lato dell'abitato di Masoni ove sono previste opere di riqualifica ambientale e paesaggistica in secondo stralcio.

Per quanto concerne la zona a valle dell'abitato di Masoni si prevede l'accesso dall'attuale pista esistente con stacco dai due tornanti a quota l'120 e l'135 m s.m.. Si tratta di formare due prolungamenti agli attuali tornanti, di lunghezza pari a circa 80÷100 m, fino ad aggirare il piede della frana su cui poter eseguire gli ordini di drenaggio previsti. Mediante i medesimi accessi si prevede di poter giungere ad operare nella zona di alveo immediatamente a valle della confluenza con il torrente Arcogliasco. Per quanto concerne l'accesso a quest'ultima si prevede inoltre di formare una pista che, partendo dal pianoro a quota l'160-1'170 m s.m. immediatamente a valle di Masoni, giunga a fondo alveo seguendo la curva di livello relativa. Tale accesso consentirà di operare nella zona di confluenza e di impostare le protezioni spondali in destra idraulica. Per quanto concerne ancora la sistemazione delle briglie in pietrame poste lungo l'Arcogliasco si prevede l'accesso mediante teleferica e sentieri a partire dalla zona sopra descritta.

Come testimoniato cartografia di stato di fatto (Tavole T.03.01-T.03.03 del progetto definitivo), la zona del versante sinistro risulta ancora oggi caratterizzata da una buona presenza di accessi ed installazioni di cantiere non smantellate a seguito della conclusione dei lavori relativi alla formazione delle briglie 18÷25 e del rialzamento d'alveo. In particolare l'accesso all'area risulta staccarsi dal tornante (a quota 990,0 m s.m. in località Dosso) della strada per Ciappanico e quindi, tramite un primo tratto con sviluppo lungo la curva di livello e un secondo tratto con livelletta a maggior pendenza, raggiunge i piazzali a quota l'046,00 m s.m. sotto le case della località Braccia. Su tali

piazzali erano ubicati i baraccamenti e le zone di betonaggio. A salire lungo il versante si trovano le piste che si portano sino a quota 1'200 m s.m. circa limite superiore della coltivazione di cava dalla frana B. Per i lavori di ripristino ambientale e paesaggistico del sito si sfrutteranno pertanto le medesime piste e piazzali con progressiva riduzione delle stesse che a fine lavori saranno limitate allo stretto necessario per garantire l'accessibilità e la gestione dei luoghi.

B-8.6. ZONA 4 - ZONA DI BACINO A MONTE DELLA CONFLUENZA ARCOGLIASCO

A ompletamento degli interventi di cui ai paragrafi precedenti, si sono previste opere di sistemazione delle nicchie in erosione al piede del versante dell'Alpe Son a quota 1'250 e 1'290 m s.m.. La zona risulta scoperta dal punto di vista dell'accessibilità con mezzi pesanti.

Dalla consultazione delle cartografie catastali emerge come, a partire dalla frazione Masoni, esisteva una consorziale dei Piasci che, in sponda destra, risaliva il corso del torrente. Di tale consorziale esiste oggi una traccia di sentiero il cui allargamento a pista di cantiere (minimo 4 m) comporterebbe l'incisione del versante e la formazione di muretti di sostegno lato valle con onere stimato in circa 250'000,00 euro per lo sviluppo di 800 m.

Pensando, in alternativa, ad una pista di cantiere in fregio all'alveo, si dovrebbe prevedere la protezione della stessa mediante la formazione di scogliera. Considerata la tipologia di interventi previsti nella zona della frana D sotto le case di Alpe Son (sistemazioni con tecniche di ingegneria naturalistica del versante) la formazione di una tale infrastruttura (anche per i futuri interventi di manutenzione e gestione) non risulterebbe motivata.

Pertanto l'accesso al piede del versante viene previsto sfruttando i sentieri esistenti a discendere dall'Alpe Son e da Masoni Corlatti (sistemazione dell'antica traccia di strada vicinale di Castellaccio) o dal versante destro sopra l'Arcogliasco. I materiali ed il piccolo mezzo (ragno e miniescavatore) di cantiere verranno approvvigionati mediante l'utilizzo di elicottero. Si prevede che per il trasporto in loco e la collocazione delle circa 150 lastre per la formazione della scogliera a coltello alla base delle nicchie l'elicottero sia

impiegato per circa 50 ore con onere pari a circa 55'000,00 euro. I materiali per la realizzazione di palizzate, fascinate, viminate ecc. saranno viceversa recuperati in loco mediante pulizia selettiva del versante sinistro sotto indicazione delle competenti autorità forestali.

B-8.7. INSTALLAZIONI AUSILIARIE

Oltre alle piste di accesso, il cui mantenimento è propedeutico alle operazioni di manutenzione e gestione e la cui percorribilità sarà tuttavia regolata da apposite sbarre, il cantiere occuperà alcune zone della valle con le installazioni ausiliarie costituite da:

- zona baraccamenti: prevista sul piazzale a quota 1'046,00 m s.m. al di sotto delle case di Braccia. Tale piazzale è già oggi attrezzato e pavimentato ed il suo riutilizzo necessita unicamente di opere di ripristino e completamento (es. formazione di vasca di accumulo acque di scolo, allacciamento rete idrica, energia elettrica e telefoni attestati oggi alla frazione Ciappanico);
- zona eliporto: prevista sul piazzale a quota 1'114,00 m s.m. per il trasporto dei materiali in quota o sui versanti di difficile accesso. Tale installazione sarà disattivata all'avanzamento del cantiere di rimodellazione frana B che tuttavia presenta tempi di esecuzione successivi agli altri (cfr. cronoprogramma);
- parcheeggio automezzi: prevista sul piazzale a quota 1'108,00 m s.m.(sotto l'eliporto) completa di baracca officina e rifornimenti. A tal proposito si è previsto un sistema di drenaggio del piazzale per la raccolta di eventuali sversamenti accidentali di olii o carburanti;
- accumulo materiali pietrosi: il piazzale a quota 1'082,00 m s.m. sarà adibito a zona di accumulo dei materiali per scogliera estratti dalle zone appositamente previste, in attesa di collocazione in sito;
- accumulo altri materiali (legnami, leganti, ecc.): presso il piazzale a quota 1'046,7 adiacente la zona baracche e pertanto sotto lo stretto controllo del personale presente.

Non è stata prevista una zona di betonaggio in quanto le necessità di calcestruzzi nelle opere sono di modesta entità e pertanto non giustificano

un'installazione fissa.

Durante tutto lo svolgimento del cantiere le attuali piste saranno precluse all'accesso di privati. I proprietari di baite ed alpeggi seguiranno pertanto un percorso alternativo individuato tramite il passaggio dalla frazione Ciappanico alle case di Braccia e di qui, seguendo parzialmente il sentiero esistente e parzialmente un sentiero di raccordo provvisorio posto a quota superiore alle installazioni di cantiere (1'200 m s.m. circa), raggiungeranno direttamente le case di Masoni Corlatti. Per il deposito degli automezzi dei proprietari sarà leggermente risagomata la zona di diramazione della strada che sale alla frazione Ciappanico. Data l'interferenza locale con le operazioni di cantiere per quanto concerne la zona alta della frana B i proprietari dovranno comunque segnalare tempestivamente la loro presenza che non sarà permessa durante i lavori di rimozione di parte dei massi accumulati a ridosso dell'abitato a monte.

B-9. IL PIANO DI CAVA

È indubbio che la problematica relativa alla localizzazione e coltivazione di cave di prestito ha avuto un impatto di notevole portata sulla valle Torreggio nel corso dei lavori di sistemazione realizzati negli anni '90. Dalle relazioni di accompagnamento al progetto si rileva come erano state previste due cave di prestito: la cava sul fronte della frana B; la cava sulla paleofrana soprastante l'abitato di Ciappanico derivante da crolli dalla zona di Rocca Castellaccio. I progetti di coltivazione indicavano la possibilità di estrazione di circa 160'000 m³ circa ridotti quindi per effetto dello sfrido (supposto 60%) a poco più di 50'000 m³ dalla frana B e analogamente una disponibilità di circa 77'000 m³ dalla frana sopra Ciappanico ridotto a 29'000 m³ circa. Come evidenziato dalle cartografie in sovrapposizione della tavola T.03.05 del progetto definitivo, il piano di cava sul terminale della frana B è stato eseguito completamente nella zona medio-bassa mentre non è stato attinto materiale dalla paleofrana di Ciappanico. Il progetto di coltivazione prevedeva inoltre la formazione di drenaggi per equilibrare l'effetto di cava con finale aumento del coefficiente di sicurezza dell'ammasso. La mancata realizzazione di tali

drenaggi può essere la con-causa dei movimenti registrati dal 1992 ad oggi sulla frana B e di cui si dà riscontro nella relazione geotecnica del progetto definitivo.

A seguito di quanto descritto la necessità di reperire notevoli volumi di cava per rialzare l'alveo presenta un indubbio motivo di preoccupazione nel contesto esistente.

Infatti dei siti originari di cava individuati, frana B e paleofrana Ciappanico, il primo pare poter fornire modesti quantitativi limitati ad un'azione di asportazione della copertura di massi di notevoli dimensioni dalla zona sopra l'abitato di Masoni e di medie dimensioni e scarso spessore dalla zona tra quota 1'220 e 1'260 m s.m. (limite inferiore del bosco), il secondo comporta l'esecuzione di una pista di accesso di lunghezza superiore ai 500 m e la manomissione di un settore di versante non toccato da interventi antropici.

Nelle successive progettazioni (Progetto Preliminare Regione Lombardia del 1996) si era individuata la possibilità di reperire materiale mediante la modellazione dell'ammasso di frana A. Tale operazione tuttavia, per quanto riportato nelle relazioni di dettaglio, appare sconsigliabile sia dal punto di vista dell'equilibrio del versante sia dal punto di vista ambientale e cantieristico. Il previsto apporto, inoltre, da smarino derivante da cave dell'Alta Valmalenco si configurerebbe come contributo ridotto se rapportato alle necessità evidenziate in tale progettazione (da 360'000 a 1'000'000 di m³).

Per quanto riportato, le scelte progettuali della presente progettazione si sono fondate anche sulla necessità di ridurre le entità di movimento materiali privilegiando opere di stabilizzazione dei versanti e controllo dell'erosione dell'alveo complementari a quanto già realizzato.

Le necessità di apporto di materiale sono state pertanto ridotte alle seguenti:

- circa 22'000 m³ di massi, per la formazione di scogliera (12'000) e di soglie (10'000) rompi-tratta di fondo alveo;
- circa 25'000 m³ di materiale per risagomatura fondo e sponde;
- circa 15'000 m³ di materiale per rimodellamento banche basse frana B;
- circa 2'000 m³ di materiale per formazione di muretti a secco;
- circa 10'000 m³ di materiale per rimodellamento banche basse frana B;

- circa 11'000 m³ di materiale per formazione di muretti a secco.

A fronte di tali necessità si sono individuati i seguenti apporti:

- circa 8'000 m³ di massi per scogliera vengono recuperati dalla sistemazione della scogliera provvisoria al piede delle frane A e B tra le sezioni 7 e 13;
- circa 6'000 m³ di massi per scogliera a coltello vengono approvvigionati da apposite cave situate sia in Valmalenco sia in Valbrenbana (zona di Carona) poiché sono richieste le tipologie a lastre per la formazione di scogliera a coltello (vedi relazione idraulica B.02.00 del progetto definitivo);
- circa 8'000 m³ di massi per corazzamento fondo e scogliera vengono recuperati dalla asportazione dello strato superficiale di 1÷2 m dalla zona di frana B (estensione 1,2 ettari) posto tra le quote 1'210 e 1'250 m s.m. sopra l'abitato di Masoni;
- i circa 15'000 m³ di materiale per rimodellamento delle banche basse di frana B già coltivate a cava e risagomate secondo le esigenze di stabilità ed ambientali sono solo movimento locale;
- i circa 2'000 m³ di materiale per formazione di muretti a secco, dalla zona di frana B immediatamente superiore alle ultime banche di coltivazioni (tra quota 1'200,00 m s.m. e quota 1'260,00 m s.m.) e al disotto della zona boscata che inizia a quota 1'260,00 m s.m. (vedi foto aree ottobre 2001);
- i restanti 25'000 m³ per la risagomatura d'alveo dallo svaso delle due briglie sul torrente Mallero poste immediatamente a valle della confluenza con ritorno positivo a livello di manutenzione delle opere.

Per effetto del contenimento globale delle necessità di materiale sopra descritta non risultano necessarie formazioni di nuove piste apposite (se si esclude la riattivazione della pista alla banca a quota 1'205,00 dalle case di Masoni a quota 1'180,00 m s.m.).

Anche la movimentazione di mezzi è ridotta a valori minimi (1'200 viaggi circa di carichi da 20 m³) poiché il ricollocamento locale è attuato mediante semplice movimentazione con pale meccaniche ed escavatori.

Nella seguente Tabella B-1 è riportato il bilancio del materiale necessario alla realizzazione degli interventi in progetto, con indicazione della provenienza

dello stesso.

Tabella B-1 – Bilancio dei volumi di materiale da utilizzare per le opere in progetto, a confronto con la disponibilità in loco e le esigenze di approvvigionamento esterno alla valle.

ESIGENZA		PROVENIENZA			
VOLUME (m ³)	TIPO E UTILIZZO	VOLUME (m ³)	LOCALE FONTE	VOLUME (m ³)	ESTERNA FONTE
6'000	massi per formazione scogliere	6'000	dalla scogliera provvisoria al piede delle frane A e B	-	-
6'000	massi per formazione scogliere a coltello	-	-	6'000	cave Valmalenco e/o Valbrenbana
10'000	massi per soglie di fondo rompi-tratta	2'000	dalla scogliera esistente al piede delle frane A e B	-	-
		8'000	massi frana B sopra Masoni	-	-
25'000	risagomatura fondo e sponde	25'000	dallo svasso delle 2 briglie sul Mallero a valle della confluenza col Torreggio	-	-
15'000	rimodellamento banche basse frana B	15'000	banche stesse	-	-
2'000	formaz. muretti a secco	2'000	rimodellamento banche alte frana B fino al bosco	-	-

Per quanto riguarda il materiale proveniente dalla formazione dei drenaggi profondi e dagli scavi per la formazione delle canaline e degli scoli, esso potrà essere utilizzato per il rimodellamento delle banche basse della frana B, facilitando le successive operazioni di recupero ambientale.

Per quanto riguarda il recupero ambientale della ex-cava B, si prevede il completamento del risanamento della zona alta con asportazione dei massi di superficie (nella Tabella B-2 è riportato il risultato dell'analisi statistica sui massi della zona per definire i quantitativi e la pezzatura disponibile – Figura B-8) e conseguente utilizzo per i muretti a secco.

Le risagomature, viceversa, prevedono unicamente spostamento locale di volumi per la formazione dei previsti terrazzamenti.

Tabella B-2 - Analisi statistica massi zona alta frana B per formazione muretti a secco

Volumi	0-0,5 m ³	> 0,5-1,0 m ³	> 1,0-1,5 m ³	>1,5 m ³
10'300	90,3%	8,7%	0,5%	0,5%

Nella Tavola I.02.00 del progetto definitivo, è riportata la delimitazione delle zone di bonifica sopra Masoni e in alveo del torrente Mallero.

Come detto la movimentazione di ulteriori ingenti quantitativi non risulta

compatibile con l'equilibrio della Val Torreggio sia dal punto di vista geotecnico sia dal punto di vista ambientale.

Figura B-8 – Zona alta della ex cava B. Si notano le pezzature minori in primo piano (massi per muretti a secco) e le pezzature ciclopiche a distanza



B-10. EFFICACIA DELL'OPERA

B-10.1. VALUTAZIONE DEI RISCHI

Il progetto definitivo redatto dagli scriventi è corredato da un'approfondita analisi dei rischi attuali (che tengono conto della presenza degli interventi realizzati dal 1987 fino al 2005) e di quelli residui a valle degli interventi previsti nel progetto stesso. Tale analisi è descritta approfonditamente nell'Atto A.02.01 del progetto definitivo e qui riportata in forma sintetica.

L'interpretazione del rischio indotto dalle instabilità di versante e dalla produzione di trasporto solido nel bacino del torrente Torreggio è connesso a fattori locali e generali. Nella seguente Tabella B-3 sono riportati gli elementi a rischio e le cause di pericolo individuate.

A quanto esistente nel 1987 occorre aggiungere il manufatto di imbocco della galleria di Spriana e le opere di regimazione stesse sul Torreggio che, se danneggiate, potrebbero indurre esse stesse rischi alle infrastrutture di valle.

Tabella B-3 – Sintesi degli elementi di rischio.

ELEMENTI A RISCHIO	CAUSE DI RISCHIO
OPERE DI REGIMAZIONE A MONTE ABITATO (BRIGLIE 17÷25) DI TORRE S.MARIA	DISALVEAMENTO DA MONTE ED AGGIRAMENTO DELLE STRUTTURE
FRAZIONI VAL TORREGGIO E VIABILITÀ DI ACCESSO	FRANA
PONTE A MONTE ABITATO DI TORRE S.MARIA	DISALVEAMENTO A MONTE, AGGIRAMENTO DEI MURI D'ALA E DEMOLIZIONE DEGLI STESSI
OPERE DI REGIMAZIONE NELL'ABITATO DI TORRE S. MARIA. N. 3 ABITAZIONI PROSSIME ALL'ALVEO PONTE DI ACCESSO DALLA S.P.	DISALVEAMENTO A MONTE E SPAGLIAMENTO DELLE ACQUE E DEI DETRITI CON INTERESSAMENTO DEL PONTE SUL MALLERO
PONTE S.P. SUL MALLERO A VALLE TORRE S. MARIA	SOVRALLUVIONAMENTO E PIENA
PONTE SPRIANA	SOVRALLUVIONAMENTO E PIENA
IMBOCCO BY-PASS SPRIANA	SOVRALLUVIONAMENTO
ABITATO DI SONDRIO	SOVRALLUVIONAMENTO

B-10.2. ANALISI DEI RISCHI ATTUALI

Individuati gli elementi a rischio e le dinamiche per cui gli stessi possono essere nuovamente interessati da fattori calamitosi quali quelli del 1987 si sono analizzati i fattori di mitigazione introdotti con le opere eseguite sull'asta del Torreggio.

Come riportato nei dettagli di calcolo della relazione idraulica (Atto B.02.00 del progetto definitivo), le regimazioni d'alveo eseguite dal 1987 al 1992 tra la confluenza in Mallero e la briglia 25 a monte garantiscono il transito delle portate di piena (derivanti dall'ipotetico collasso di sbarramenti con altezza compatibile con le masse instabili) con adeguato franco di sicurezza rispetto all'abitato di Torre S.Maria. Nella verifica idraulica dei manufatti nella configurazione attuale si sono individuati taluni limitati aspetti di debolezza tra la briglia selettiva 17 ed il ponte alto attraverso le quali le piene (di ordine di grandezza maggiore di 250 m³/s e quindi associabili, secondo i calcoli

idrologici, a collasso di sbarramenti da frana) possono disalveare e quindi scorrere a tergo dei muri del cunettone e giungere ad interessare le case di Torre S.Maria prossime all'alveo ed il ponte di collegamento con la S.P..

Le sistemazioni esistenti (ad eccezione del breve tratto commentato al capoverso precedente) pertanto conducono ad una mitigazione del rischio idraulico a carico dell'abitato precludendo il ripetersi dell'evento di disalveamento e forte erosione che ha condotto, nel 1987, alla distruzione delle abitazioni poste alla confluenza. Rispetto alla configurazione ante 1987 pertanto nei confronti di un normale evento di piena (seppur di elevato tempo di ritorno come del resto già avvenuto nel corso degli anni dal 1987 ad oggi – si veda la relazione idrologica B.01.00 del progetto definitivo) la struttura viaria e la zona circostante l'alveo presentano un grado di rischio residuo modesto.

In merito alla possibile formazione di portate liquido-solidi di entità pari a quelle del 1987 e quindi superiori a quelle liquide determinate a livello idrologico, si sono individuate due possibili cause di innesco:

- per formazione di sbarramento a seguito di collasso di porzioni di versante e successiva tracimazione e rapida erosione;
- per innesco di fenomeni di debris-flow e slope-failure.

Per quanto concerne la prima delle due cause (collasso di porzioni di versante) si rimanda alla relazione geotecnica (B.05.01 del progetto definitivo), ove sono descritte in dettaglio le possibili zone di instabilità e le relative masse movimentabili. A fronte di tali scenari le opere eseguite hanno operato una riduzione del rischio per quanto concerne l'evoluzione della frana denominata Av. Il rialzamento e il corazzamento d'alveo al piede di tale frana (tra le briglie 18 e 25), generatasi come detto nel 1988, ha di fatto sostanzialmente annullato le possibilità che in tale zona possano verificarsi gli scivolamenti ipotizzati con le più profonde superfici di scorrimento e quindi con le maggiori masse. Dai dati relativi al sistema di monitoraggio emerge infatti come la frana (estensimetro E6/A) sia sostanzialmente stabilizzata. Risultano immutate viceversa le condizioni di potenziale instabilità dei versanti di frana A e B non interessati dalle opere eseguite; d'altra parte, come descritto, i meccanismi di

movimento della frana B sono caratterizzati da velocità di deformazione basse e, quindi, da ridotte probabilità di un collasso tale da provocare lo sbarramento dell'alveo. Vi è tuttavia da menzionare la, seppur provvisoria, opera di allontanamento delle acque (del Torreggio) dal piede dell'ammasso di frana A che ha contribuito a ridurre le probabilità di evoluzione della parte bassa del versante (sino a quota 1'200 m s.m. circa). La pericolosità dell'erosione al piede di tale ammasso (che può sviluppare un volume di franamento seppur superficiale pari a $100'000 \div 150'000 \text{ m}^3$) è testimoniata dall'azione visibile delle poche acque di ruscellamento dal versante che tramite il canale A2 giungono al fondo valle e poi scorrono per 200 m prima di raggiungere l'alveo principale (Figura B-9).

Figura B-9 - Acque di ruscellamento al piede della frana A



Per quanto concerne le frane B, C, D, E e le instabilità minori che caratterizzano la Val Torreggio, le opere esistenti non hanno indotto, dal punto di vista della mitigazione del rischio di collasso, alcun effetto. Come detto gli effetti di minor pericolosità di tali ammassi sono dovuti al notevole miglioramento della capacità di deflusso dell'alveo nel tratto “urbano” e al

contenimento degli effetti di allargamento e erosione dello stesso.

In sintesi, pertanto, le opere eseguite hanno condotto alla riduzione significativa del rischio di formazione di sbarramento per effetto della frana Av mentre non hanno sostanzialmente mutato lo scenario di rischio per formazione di sbarramento da collasso degli altri versanti. Tuttavia, dalle calcolazioni eseguite il collasso delle masse ancora instabili porta a produrre sbarramenti d'alveo di entità tale da indurre ondate di ipotetico collasso compatibili con l'alveo nel tratto sistemato (cfr. relazione idraulica A.05.00 e relazione geotecnica B.05.01 del progetto definitivo).

In merito alla formazione di debris-flow e slope-failure si evidenzia quanto segue:

- nel tratto sistemato (briglie 17÷25) le opere risultano dimensionate per resistere a sollecitazioni derivanti dal possibile urto di colate liquido-solidi delle caratteristiche in oggetto. Tale dimensionamento e la conseguente stabilizzazione del fondo e delle sponde dell'alveo nell'intero tratto riduce il rischio di instaurarsi di fenomeni di debris-flow nella zona terminale del corso d'acqua. Sulla base dei calcoli esecutivi condotti, infatti, le condizioni teoriche di innesco senza possibilità di arresto del fenomeno si hanno per pendenze dell'ordine del 35% mentre l'arresto avviene per pendenze inferiori al 25% ben superiori a quelle esistenti pari al 13%;
- nei confronti di fenomeni che si instaurino a monte del tratto sistemato ed in particolare sino alla confluenza del torrente Arcogliasco (ove la pendenza media si attesta su valori pari al 27%) le opere di sistemazione eseguite non possono impedire l'insorgere del fenomeno. Dai calcoli eseguiti risulta tuttavia che i possibili fenomeni di debris-flow (battente circa 4,0 m; velocità circa 6,5÷7,0 m/s) vedono attenuata la loro violenza sia nel tratto tra le briglie 25 e 17 (battente circa 4,0 m; velocità 4÷5 m/s) sia nel tratto tra la briglia 15 e la confluenza in Mallero (battente 5,5 m; velocità 4,0÷4,3 m/s). Tali opere risultano, come detto, in grado di controllare ed evacuare le portate liquido-solidi da debris-flow (calcolate in circa 250 m³/s) con franchi di sicurezza adeguati, anche in caso di

completo attombamento dei salti per effetto del trasporto solido stesso. Inoltre il presidio rappresentato dalla briglia selettiva 17 consente di limitare il rischio che massi ciclopici possano interessare il successivo tratto a cunettone;

- nel tratto a monte, ove la pendenza media del corso d'acqua (rilievo ottobre 2001) è pari in media al 19%, l'innescò di colate trova adeguato contrasto naturale alla propagazione.

In sintesi, le opere di regimazione eseguite, seppur non conducano ad escludere in toto la possibile formazione di movimenti di massa in alveo, garantiscono che gli stessi si possano generare in zone ben localizzate (tra la confluenza Arcogliasco e la briglia 25) e possano subire attenuazione determinante ai fini della salvaguardia dei beni a valle e della concentrazione impulsiva di massa alla confluenza in Mallero.

A quest'ultimo aspetto si legano le valutazioni di più difficile quantificazione legate ai seguenti fattori:

- la città di Sondrio risulta soggetta a rischio esondazione per effetto di portate di piena connesse a fenomeni di sovralluvionamento d'alveo;
- tali fenomeni di sovralluvionamento non sono stati infrequenti nel corso degli ultimi due secoli;
- la probabilità che un collasso dei versanti in Val Torreggio possa contribuire al sovralluvionamento d'alveo del Mallero nel tratto urbano di Sondrio è collegata alla possibilità di concomitante piena del Mallero stesso con conseguente capacità di trasporto del materiale dalla confluenza a Sondrio. Le caratteristiche del Mallero indicano che vi sono circa 4 chilometri a valle della confluenza del Torreggio in cui il torrente tende a depositare e, proseguendo verso valle, altri 4 chilometri in cui le pendenze e la ristrettezza dell'alveo ne fanno un puro canale di trasporto;
- l'entità dei volumi di sedimento in grado di indurre una situazione di crisi del tratto urbano di Mallero (circa 200'000÷250'000 m³ al netto della porzione convogliata in Adda) risultano incompatibili con i valori di normale produzione del bacino del Torreggio (la produzione media annua è stimata in circa 30'000 m³) e anche con le ipotesi di franamento di

versante e successivo collasso dello sbarramento indotto. Come detto le stime conducono a volumetrie massime di circa 150'000÷200'000 m³ per quanto concerne le zone instabili (e a valori decisamente inferiori se si esclude la zona bassa delle frane A e B, il presente progetto prevede le maggiori opere di stabilizzazione ed intervento). Di questi volumi complessivi, tuttavia, solo quelli che presentano meccanismi di franamento rapidi sono potenzialmente in grado di provocare lo sbarramento dell'alveo ed il loro ammontare non supera i 50'000÷80'000 m³. Non risulta che tali volumetrie possano incrementare il grado di rischio per la città di Sondrio in quantità significativa rispetto al rischio indotto dalla totalità del bacino del Mallero (cfr. relazione sul trasporto solido B.06.00 del progetto definitivo). Anche nell'ipotesi di movimentazione di materiali in quantità pari a quella stimata nel corso dell'evento del luglio 1987 (0,6÷1,0 milioni di m³ di cui la quasi totalità dal solo versante A) la capacità di trasporto del Torreggio e del successivo tratto di torrente Mallero (da supporre in piena durante la fase di collasso dello sbarramento momentaneo ipotizzato sull'affluente) non risultano compatibili con scenari di sovralluvionamento marcato e decisivo del tratto urbano di Sondrio. Analogamente, per quanto detto e per quanto operato dal progetto in esame, si possono ritenere minimi i rischi di possibile sovralluvionamento dell'imbocco della galleria by-pass di Spriana.

Alla luce di quanto sopra, le opere eseguite, perseguendo l'obiettivo di ridurre sia le instabilità di versante più pericolose, perché più prossime alla zona urbanizzata e quindi insistenti su un tratto di alveo incassato e compresso tra versanti ed urbanizzazione (frana Av), sia la capacità di mobilitazione e trasporto di sedimenti a valle, hanno conseguito anche una riduzione del rischio indotto alla città di Sondrio ed alla galleria di Spriana, seppur tale rischio appare non elevato se correlato al solo bacino del Torreggio. Questo perché, come ampiamente descritto nella relazione sul trasporto solido (B.06.00) del progetto definitivo, la disponibilità di materiale lungo l'asta del Torreggio (per dissesto dei versanti) e quella lungo l'asta del Mallero (per alterazione del

regime idrometrico medio annuo a seguito dei prelievi idroelettrici), hanno origine assai dissimile e pertanto sono caratterizzate da modi, tempi e volumetrie difformi e non paragonabili tra loro.

Negli stessi studi propedeutici alla valutazione di impatto ambientale del 1998 sono state condotte analisi a scala di bacino in merito all'individuazione delle zone di alimentazione e deposito lungo l'asta del Mallero. I risultati, in estrema sintesi, mostrano che lungo l'asta del Mallero si alternano zone di trasporto e zone di deposito localizzate principalmente:

- a valle della morena del Sissone, in comune di Chiesa, ove, sempre in riferimento all'evento campione del 1987, si sarebbe accumulato più del 30% del materiale mobilitato;
- nel tratto compreso tra Torre S. Maria e Scilironi (20% circa);
- nel tratto tra Arquino e Gombaro (10% circa);
- in Sondrio (poco più del 10% circa).

Emergerebbe pertanto una sistemazione complessiva per cui Sondrio e Spriana risultano a valle di tratti fluviali con tendenza al deposito (tratto Torre S.Maria-Scilironi e tratto Arquino-Gombaro) di sicuro effetto specie a seguito dell'esecuzione di opere di ritenuta (cfr. briglie di ritenuta e briglia selettiva a valle di Torre S.Maria – loc. Prato) e della ricostruzione di opere di regimazione (interventi approvati dal Ministero dell'Ambiente relativi alle schede ML/5,6/1...8 e ML/5/1 tra Chiesa Valmalenco e Sondrio).

B-10.3.ANALISI DEI RISCHI RESIDUI IN SEGUITO ALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE PROGETTATE

Come evidenziato nei capitoli precedenti gli interventi eseguiti sull'asta del torrente Torreggio hanno conseguito una riduzione del rischio locale e a scala di bacino che oggi consente di focalizzare le linee di intervento alla soluzione delle seguenti problematiche residue (tra quelle di scala affrontabile con opere di natura ingegneristica):

- la riduzione della possibilità di erosione del piede dei versanti A e B nel tratto compreso tra confluenza Arcolgasco e briglia 25 e del conseguente innesco di fenomeni di collasso di volumi quantificati in

150'000÷200'000 m³ e pertanto tali da condurre a ostruzioni seppur parziali d'alveo. Tale opera, già oggi presente e razionalizzata nel progetto, è determinante se si pensa all'innesco del fenomeno del 1987;

- la riduzione della possibilità di collasso dell'ammasso di frana A per effetto della saturazione da acque di falda come evidenziato oggi dalle numerose emergenze tra quota 1'080 e quota 1'125 m s.m. e dall'assoluta assenza di emergenze da quota 1'125 a quota 1'300 m s.m.;
- la riduzione, in generale, delle acque di superficie che possano circolare liberamente sulle masse giudicate a maggior rischio di instabilità o maggiormente impattanti sulle opere in essere o in progetto;
- il consolidamento dell'alveo nella zona critica tra Arcogliasco e briglia 25 (in appoggio al tratto considerato stabilizzato) al fine di ridurre la possibilità di innesco di fenomeni di colata detritica che coinvolgano tutta la tratta di lunghezza totale 600 m circa;
- l'adeguamento delle opere esistenti finalizzato alla riduzione delle possibilità di disalveamento e quindi di interessamento della zona urbana di Torre S.Maria a confluenza Mallero in caso di fallimento o ridotta efficacia degli interventi volti a ridurre i rischi precedenti.

L'insieme dei rischi residui elencati e delle conseguenti strategie di contenimento implica come effetto anche la riduzione dei rischi indotti a scala di bacino dalla notevole dinamicità dei versanti e dell'asta del Torreggio, sebbene tali rischi (sia per l'abitato di Sondrio sia anche per l'imbocco della galleria di Spriana) siano ridotti. Come relazionato infatti gli effetti di apporti di materiale solido seppur in quantità notevoli dal Torreggio non risultano determinanti ai fini dell'esposizione al rischio di cose o infrastrutture lungo l'asta del Mallero sino all'abitato di Sondrio. Le calcolazioni eseguite dal 1988 (fonte ISMES) ad oggi (Studi Propedeutici di Impatto Ambientale) di fatto inducono un ridimensionamento dell'influenza del Torreggio come causa principale degli eventi alluvionali in Sondrio. A tal proposito si deve anche aggiungere il confronto tra i possibili sbarramenti stimati per collasso di versanti sul Torreggio (altezza 8÷15 m e volumetrie di invaso a tergo di poche migliaia di metri cubi, stante la pendenza media del 27% dell'alveo e la relativa

larghezza della valle) e per collasso della frana di Spriana (altezza 45÷68 m e volumetrie di vaso a tergo di milioni di metri cubi). Analogamente le analisi dell'evento del luglio 1987 indicano come nei confronti dei fenomeni di sovralluvionamento nel centro di Sondrio l'apporto delle masse derivanti dal Torreggio sia una percentuale non di entità elevata e che per concorrere all'instaurarsi di pericolo occorra il contributo derivante da buona parte del bacino del torrente Mallero. Sulla base di quanto esposto si ritiene che un'efficace riduzione del rischio locale e quindi il raggiungimento degli obiettivi elencati in precedenza possano rappresentare un sufficiente contenimento del rischio indotto a scala di bacino.

Per quanto detto e per le dinamiche in atto, non si ritiene utile (ed anzi potrebbero aversi controindicazioni non solo a livello gestionale ma anche di rischio di indurre fenomeni di erosione in un alveo oggi stabile), proporre ulteriori bacini di accumulo del trasporto solido sul Torreggio.

B-10.4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In sintesi a quanto detto è da sottolineare, come già anticipato, che la buona risposta globale del bacino alle opere eseguite, l'analisi attenta delle dinamiche locali e globali e la definizione puntuale delle infrastrutture a rischio e delle zone di instabilità hanno condotto i progettisti a maturare il convincimento che la soluzione proposta (vista anche in ottica di realizzazione progressiva e di pause di analisi come del resto l'idraulica fluviale richiede) potrà offrire garanzie di funzionalità e sicurezza adeguate e permanenti per i decenni futuri.

Ciò in quanto non si sono rilevate situazioni di gravità dei potenziali eventi franosi tali da far ritenere l'ambito Torreggio (allargato al bacino del torrente Mallero a valle sino a Sondrio) sovraesposto al rischio ed in quanto si è verificato che le soluzioni proposte dal presente progetto e le opere attuali sono in grado di sopportare l'impatto degli eventi ritenuti possibili.

Da tale scenario tuttavia non deve scaturire l'impressione di una minimizzazione del rischio, né si deve ritenere eccessivo il sacrificio ambientale indotto al territorio dalle opere in essere. Come detto il tratto vallivo del torrente presenta caratteristiche morfologiche che lasciavano ben

poche alternative (una maggior larghezza del cunettone, forse) alla soluzione adottata (1987÷1993); d'altra parte proprio la funzionalità delle opere realizzate e, fatto di fondamentale importanza, l'analisi possibile oggi alla luce dell'evoluzione della valle nei 15 anni post 1987, offrono l'opportunità di limitare gli interventi nella zona centrale (ove si prospetta un recupero) e nella zona alta della valle (ove non si prospetta alcuna invasività).

B-11. SITUAZIONE CATASTALE DEI LUOGHI

La zona d'intervento risulta caratterizzata, a livello catastale, da una situazione disomogenea che si è venuta a creare a seguito dell'evoluzione dei siti.

In base alla ricostruzione delle carte catastali del Comune di Torre di S. Maria del 1858, è stato possibile analizzare la situazione dei frazionamenti terrieri delle zone di Ciappanico, Case Pirola, Masoni, Masoni Coratti, Braccia e Alpe Son. Tale ricostruzione è stata effettuata per conoscere la situazione delle zone sopraccitate a seguito della frana di crollo di "Rocca Castellaccio" attribuibile all'anno 1834. Dal confronto tra tali carte storiche e le attuali (volo ottobre 2001 e catastali aggiornati) si possono effettuare delle osservazioni estremamente ininteressanti per quanto riguarda sia la ricostruzione del versante in sponda sinistra e destra del Torreggio, sia sulla posizione dell'alveo del torrente rispetto all'attuale. E' possibile inoltre una ricostruzione della situazione dei pascoli nei periodi precedenti alla frana del 1834 nelle zone a monte di Ciappanico, Masoni e Case Pirola. Le carte catastali del 1858 individuano le zone interessate dall'accumulo di frana come proprietà comunale e siglate con i mappali 3333, 2314, 1147, 3354 (fogli 25-31). Tale situazione (che si configura come un'acquisizione al demanio comunale delle zone degradate) si ripresenta anche nella situazione odierna ove sia la totalità del versante di frana A (mappale 226 foglio 26), sia buona parte delle zone del versante di frana B (mappale 15) appartengono al demanio comunale. Molto significativi invece a testimoniare l'uso della valle sono i residui degli alpeggi sopra Braccia e Case Pirola che si insinuano tra i due accumuli di frana B e Rocca Castellaccio. Tale disposizione evidenzia l'interruzione di continuità dei terreni mappati, che precedentemente alle frane, dovevano rappresentare un

tutt'uno a partire da sopra Ciappanico fino a Contrada Marcoli. Ciò sta a significare che l'accumulo di frana ha prodotto una netta interruzione su quello che doveva essere un versante terrazzato coltivato a prato, omogeneo e continuo, a partire da Ciappanico fino all'Alpe Son in prossimità della quale il paesaggio rimane caratterizzato da ampi prati. La testimonianza può essere raccolta anche dalla costruzione di edifici posteriori alla frana del 1834 (non presenti nelle carte del 1858) riscontrabili a Masoni, quasi a significare un tentativo di recupero di un'area una volta sfruttata a pascolo e/o coltivi d'alta quota. Il tentativo di recupero ambientale e di nuovo insediamento urbanizzato è stato sicuramente abbandonato in quanto il fronte della frana è caratterizzato da massi ciclopici difficilmente asportabili per i mezzi dell'epoca. In tale zona si concentra la modesta cava di prestito prevista volta a reperire i massi per corazzamento fondo e scogliera con secondo fine di riportare alla luce un substrato caratterizzato da pezzature assai inferiori e pertanto recuperato alla fruizione. Significativa era la mulattiera di collegamento tra i vari nuclei e in particolare quella che congiungeva Braccia con Case Pirola e Masoni dei Corlati. Tale tratturo era probabilmente il limite perimetrale delle aree coltivate della zona. Il tracciato verrà recuperato in prima fase di cantiere al fine di consentire una via di accesso alla valle non interferente con le installazioni ed il procedere del cantiere. Il recupero della tratta viene completato dalla necessità di ripulire il sentiero detto strada vicinale di Castellaccio fino alle nicchie di frana D.

Sia la zona prossima all'alveo sia il piede del versante sinistro risultava viceversa caratterizzato da notevole antropizzazione con la presenza di numerosi sentieri di collegamento e tre mulini con scorrimento dell'asta del Torreggio circa 60 metri a destra dell'attuale. L'avanzare del fronte della frana A ha fatto sì che il corso del torrente si spostasse in sinistra distruggendo i mulini, i sentieri e circa 55 ettari di terreni mappati. Ancora oggi tuttavia il versante si dimostra caratterizzato da una moltitudine di mappali di modesta estensione.

A seguito di tale sconvolgimenti e variazioni come detto oggi le zone di maggior degrado (se si esclude la frana E e la frana D) sono acquisite al

demanio comunale. Per effetto della disposizione di cantiere e della pista di accesso dalla frazione Dosso è stato effettuato, per conto del Comune di Torre di S. Maria dal geom. Bianchini Giuseppe, un frazionamento di mappali (foglio 13) con determinazione ed inserimento in mappa della strada sino al piazzale a quota 1.045,00 m s.m.. Le restanti installazioni e piste di cantiere viceversa non risultano aver prodotto sino ad oggi variazioni a livello catastale.

In ultimo la zona di versante destro a monte della confluenza Arcogliasco risulta caratterizzata da vasti mappali di proprietà del demanio comunale. Essendo tale versante boscato nelle previsioni di intervento si pensa comunque di dar corso alle direttive contenute nel “Piano di assestamento della proprietà silvo-pastorale” redatto dal dott. Calvetti di Bergamo nel 1983 per conto del Comune. Come detto si potrà dar corso su terreni di proprietà comunale, ad un “piano dei tagli e delle migliorie” che, oltre ad approvvigionare legname per le opere procuri un positivo effetto stabilizzante sui pendii ove si rilevi la necessità di alleggerire il peso sopportabile dal terreno.

Tutto ciò premesso il territorio a livello catastale si riassume come segue:

- versante destro in zona frana Av: proprietà private e comunali di piccola e media entità su cui operare con interventi di ingegneria naturalistica senza necessità di oneri per servitù e/o espropri fatta salva la regolazione delle occupazioni relative ai passati lavori;
- versante destro in zona frana A: proprietà totalmente comunale (mappale 226 foglio 26) senza necessità di servitù;
- versante destro a monte Arcogliasco: proprietà comunale con grandi mappali (foglio 25 e 26) ove praticare le opere di taglio selettivo delle essenze per recupero legname da costruzione;
- versante sinistro sino ai piazzali bassi: ultimazione delle attività di frazionamento per regolarizzazione della presenza della pista di accesso dalla frazione Dosso ed eliminazione dei mappali erosi dallo spostamento d'alveo naturale e/o indotto dalle opere del periodo 1987-1993;
- versante sinistro da Braccia a Masoni: proprietà per la maggior parte comunale (mappale 608 foglio 13) ove sono presenti le piste e i piazzali a cui al termine dei lavori dare assetto catastale definitivo. Si rileva una

modesta presenza di mappali privati, concentrati attorno all'abitato di Masoni ed in prossimità dell'alveo per cui occorre prevedere servitù o espropri;

- versante sinistro frana B: terreni completamente di proprietà comunale;
- versante sinistro zona cava sopra Masoni: proprietà completamente comunale ove operare alleggerimento;
- versante sinistro in presenza nicchie frana D: mappali privati su cui si opera con tecniche di ingegneria naturalistica e tracce di vie consorziali da ripristinare senza oneri.

In sintesi pertanto le servitù o gli espropri onerosi sono limitati nel progetto a pochi casi circoscritti mentre le opere danno un impulso al recupero di terreni ad oggi completamente degradati.

In allegato 1 sono riportati i terreni su cui necessiterà operare per servitù o regolarizzare le servitù create con i lavori eseguiti. In tavola E.02.-00 è riportata la planimetria catastale.

B-12. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Nell'immediato dopo-alluvione la Regione Lombardia ha incaricato la società ISMES S.p.A. di progettare, installare e rendere operativa una rete di monitoraggio per il controllo delle aree instabili connesse al bacino del Torreggio.

Date le particolari condizioni ambientali e la difficoltà di accesso ai luoghi, tutto il sistema è quasi completamente automatizzato e solo alcune misure e verifiche di efficienza comportano periodici sopralluoghi con rilevamento manuale dei dati. Le segnalazioni, pertanto, come deve per forza di cose avvenire trattandosi di fatto di un sistema di protezione civile con funzioni di allertamento della prefettura, avvengono in tempo reale al centro di controllo ed elaborazione posto a Sondrio.

Le procedure di monitoraggio dovranno essere incrementate per il controllo dell'efficacia delle opere, mentre non si ritiene di presentare osservazioni a quanto implementato con funzioni di Protezione Civile in quanto tale ambito esula dalle considerazioni del presente progetto. Come detto la connessione tra

tali ambiti è data unicamente dall'esigenza di garantire la sicurezza della fruizione dei luoghi.

B-13. RICHIESTA DI MANUTENZIONE

Una tematica di notevole importanza è quella connessa alla manutenzione e corretta funzionalità delle opere realizzate.

La particolare morfologia dei luoghi, la notevole estensione delle opere realizzate e la delicatezza delle funzioni di sicurezza che esse devono garantire impone che le stesse opere vengano conservate in perfetta efficienza e manutentate con cura. Nel progetto definitivo è presentato il piano di manutenzione delle opere (atto C.02.00) con una stima dei costi annui di gestione. Infatti, a fronte di un onere immediato connesso alla realizzazione delle opere, l'esperienza dimostra come l'area del Torreggio sia divenuta, per le modifiche subite, un'area in cui l'equilibrio non può essere ripristinato con un semplice intervento, sia pur di notevole peso, ma è un valore che deve essere conquistato e mantenuto giorno per giorno nel tempo, specie per quanto concerne gli aspetti di riqualifica e rinaturazione delle vaste parti di versante compromesse. La testimonianza di ciò è data dalla lenta evoluzione della vegetazione nelle zone C e B (parte alta) dove a 15 anni di distanza dagli eventi alluvionali si è ripristinata una forma di colonizzazione che in alcune zone è più avanzata ed in altre viceversa stenta a crescere.

Tra le molte problematiche connesse alla manutenzione delle opere sicuramente quella con il maggior impatto ambientale ed economico è rappresentata dalla notevole estensione delle aree (oltre 100 ettari) oggi caratterizzate da suolo inerte (frana A, cava di frana B, nicchie di frana D, piste di cantiere, piazzali, ecc.). A tal proposito nel presente progetto si prevede il recupero di alcune zone specifiche (es. le nicchie di frana D, il tratto di frana B soprastante le case di Masoni ove la rimozione dello strato superficiale di grossi massi è funzionale, oltre che ad approvvigionare materiali, anche a riportare alla luce un substrato idoneo alla crescita arborea) e l'avvio di procedure di recupero su altre aree che per vastità richiedono tempi più lunghi (es. tutta la zona di cava su frana B in cui oltre alle opere di stabilizzazione si

prevede la risagomatura delle banche, anche mediante terrazzamenti ed un successivo intervento di progressiva colonizzazione). La cura della colonizzazione dei versanti recuperati impegnerà infatti non solo risorse economiche (apporto di terreni, semine, impianto di essenze, ecc.) ma anche risorse umane a sostituzione di attività che un tempo venivano condotte direttamente dai fruitori della montagna (allevatori, contadini, ecc.). Tale onere potrà essere tanto più leggero quanto più si riusciranno a coinvolgere le popolazioni locali mediante incentivi e afflusso di finanziamenti dall'esterno per opere di rimboschimento e formazione di pascolo.

Di minor impatto sembra invece essere la problematica di gestione del trasporto solido. Dall'esperienza dei 15 anni trascorsi si evince come gli apporti medi annui e gli apporti impulsivi di piena di trasporto solido vengano comunque convogliati a valle nel torrente Mallero senza produrre nel bacino del Torreggio (per le elevate pendenze dell'asta) depositi. Per tale caratteristica, previa esecuzione delle opere di consolidamento del fondo descritte, non si sono previsti ulteriori bacini di accumulo del trasporto solido nella valle. Il presidio costituito dalla briglia selettiva 17 infatti (deputata al contenimento dei massi di maggior diametro) con i suoi 5'000 m³ di accumulo risulta sufficiente alla funzione di protezione del successivo cunettone dai massi ciclopici. La gran parte del trasporto prodotto pertanto è preferibile che annualmente, con i normali deflussi, si scarichi nel Mallero ove sono già presenti opere di ritenuta la cui manutenzione implica oneri di minor impatto ambientale ed economico rispetto alla manutenzione di accumuli posti lungo l'asta del Torreggio. In tale ottica si sono pertanto limitate anche le opere di protezione sul versante A, lasciando che lo stesso scarichi i detriti prodotti con continuità. Con tale impostazione, suffragata dall'esperienza dei 15 anni passati in cui non si è rilevata la necessità di operare interventi di svaso lungo l'asta del Torreggio, non si prevedono oneri particolari per la problematica in oggetto.

Sempre sulla base dell'esperienza vissuta il complesso delle opere in c.a. esistenti non richiede particolare manutenzione se non il periodico controllo dell'integrità. L'ottimo stato di conservazione attuale lascia intravedere le

possibilità di una vita prolungata delle opere senza particolari preoccupazioni o interventi.

Le opere previste nel progetto definitivo possono essere suddivise, dal punto di vista della manutenzione ordinaria, in sette categorie:

- 1) versanti in terra con superficie delle scarpate inerbita o boscata;
- 2) scogliere in massi alla rinfusa con impianto di talee;
- 3) piste di manutenzione;
- 4) drenaggi;
- 5) accumuli di materiale solido e flottante
- 6) opere di sistemazione di ingegneria naturalistica quali passonate, viminate, cordonate, ecc.;
- 7) opere in c.a..

Per ciascuno dei precedenti punti, nell'Atto C.02.00 (Piano di manutenzione e gestione bacino Torreggio) del progetto definitivo sono descritti accuratamente gli interventi di manutenzione necessari e i corrispondenti costi.

B-14. FUTURA FRUIBILITÀ DEL BACINO DEL TORREGGIO

Nei riguardi della futura fruibilità dell'area di Val Torreggio occorre in primo luogo sottolineare come un aspetto di sicuro interesse può essere dato dall'attrattiva turistico-pastorale che i luoghi incontaminati dell'alta valle possono offrire una volta superata la spaccatura determinata dalla zona degradata tra Braccia e Masoni.

I percorsi alternativi da realizzarsi in fase di cantiere a ripristino delle vecchie mulattiere andate perse consentiranno al turista ed al locale od appassionati di montagna un panorama approfondito di quanto accaduto, quanto realizzato dall'uomo per la sua sicurezza e quanto messo in atto dalla natura. A quest'ultimo proposito potranno essere studiate le evoluzioni che l'area avrà naturalmente sia in termini di capacità vegetativa che in termini di colonizzazione faunistica e quant'altro connesso con la natura tenendo conto della particolare favorevole presenza di vincoli e aree protette.

A fianco delle prospettive di ordine naturalistico si possono già sin da ora intravedere anche sviluppi di utilizzo delle aree sottratte al degrado, in linea

con l'impiego operato dalle popolazioni residenti nei tempi antecedenti la frana: in particolare il ricreare, seppur con fatica e nel tempo, una fruibilità del versante sinistro tra Masoni e Ciappanico potrebbe dare luogo alla rinascita delle attività di pascolo e foraggio a cui erano dedicati i terreni, auspicata anche dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale redatto dalla Provincia di Sondrio.

Perchè tutto quanto accennato possa avere un corso omogeneo e guidato sarà importante che, a fianco della progettazione esecutiva e all'esecuzione delle opere di regimazione, affiancare una progettazione ambientale di dettaglio che inquadri tutte le diverse esigenze qui solo accennate e le coordini affinché tra le stesse non vi sia contrasto ma complementarità, ridando ai luoghi una possibilità di vita, seppur nei limiti di rischio residuo più volte espressi nel progetto.

C - LA PREVISIONE DEGLI IMPATTI

C-1. INTRODUZIONE

Obiettivo di tale parte dello studio è quello di identificare per ogni comparto ambientale, gli impatti, a valle della definizione tecnico-funzionale del progetto riportata nei capitoli precedenti.

In relazione al fatto che tutti i progetti previsti in Valmalenco, tranne quello del Torreggio, sono già stati licenziati dal Ministero dell'Ambiente con DEC/VIA/5341 del 27 settembre 2000, in questa sezione si esamina in dettaglio il quadro di riferimento ambientale relativo alla Val Torreggio e agli interventi in essa previsti nel progetto definitivo che è alla base del presente SIA.

Le interferenze opera-ambiente descritte nel prosieguo sono state individuate sistematicamente per ogni comparto ambientale definito e per ogni componente e sub-componente del sistema complessivo, tenendo conto, in particolare, delle differenze fra *opere puntuali*, *opere lineari* e *opere diffuse* (muri in c.a di rinforzo spondale a valle briglia 17 nel primo caso, scogliere di sponda e drenaggi nel secondo e sistemazioni di ingegneria naturalistica nel terzo).

Dove le interferenze sono ritenute ininfluenti se ne sono fornite le motivazioni. Lo studio è basato sulla definizione sistematica di tutti gli impatti potenziali prevedibili per la fase di realizzazione, opera completata e gestione.

Le indagini settoriali sono state svolte calibrando le stesse verso la verifica delle interferenze previste eliminando in tal modo analisi inutili mediante la predisposizione di una specifica, per quanto semplice, metodologia.

Si tratta, in questa fase, di impatti del tutto potenziali, di incidenza non nota, anche se probabili in situazioni ordinarie, individuati sulla base di:

- altri studi inerenti opere simili o assimilabili a quelle in esame;
- altri studi e analisi su singoli elementi costituenti l'opera;
- indicazioni della manualistica e della letteratura specializzata;
- esperienze degli analisti ambientali.

Tale procedura semplificata ha reso comunque possibile individuare le problematiche attinenti ogni comparto ambientale.

L'analisi delle interazioni si è quindi conclusa con un'operazione di sintesi dei fenomeni maggiori rilevati.

C-2. COMPARTI AMBIENTALI

C-2.1. GENERALITÀ

I comparti ambientali trattati sono stati i seguenti:

- 1) aria e atmosfera;
- 2) rumore e vibrazioni;
- 3) idrologia;
- 4) geologia;
- 5) idrogeologia;
- 6) fauna, flora e vegetazione;
- 7) suolo;
- 8) paesaggio;
- 9) colture agrarie e zootecnia;
- 10) tossicologia ambientale-ecotossicologia (salute pubblica);
- 11) aspetti socio-economici;
- 12) rischi di incidenti rilevanti.

C-2.2. ARIA E ATMOSFERA

Si definisce *inquinamento atmosferico* lo stato di qualità dell'aria conseguente alla immissione nella stessa di sostanze di qualsiasi natura, in misura e condizioni tali da alterare la salubrità e da costituire pregiudizio diretto o indiretto per la salute dei cittadini o danno ai beni pubblici o privati.

L'inquinamento atmosferico può essere differenziato in base all'origine dei fenomeni che lo determinano e viene distinta in:

- inquinamento di origine naturale,
- inquinamento di origine antropica.

I fenomeni naturali sono essenzialmente riconducibili a combustione, incendi, esalazioni vulcaniche, pulviscoli e scomposizione di materiale organico.

L'inquinamento atmosferico di origine antropica si è originato dallo sviluppo delle tecnologie produttive e dai mezzi di locomozione ed ha contribuito in maniera determinante a compromettere il complesso equilibrio dell'atmosfera.

La verifica per tale comparto è stata svolta allo scopo di determinare se esistono aree sensibili ad agenti inquinanti in relazione alla realizzazione dell'opera, a valle di una ricognizione generale dello stato iniziale dell'ambiente considerato.

Le aree sono state definite in funzione della presenza di ricettori sensibili e considerando anche la distanza da sorgenti inquinanti, la tipologia dei ricettori, le caratteristiche morfologiche del territorio.

Le principali sorgenti di inquinamento esistenti nella zona montana possono essere individuate, stante l'assenza di insediamenti industriali di rilievo, nelle cave di estrazione dei materiali e nelle direttrici principali di viabilità (S.P. 15).

Da quanto esposto si possono fare alcune considerazioni: tra le componenti dell'opera che provocheranno l'alterazione dello stato attuale dell'aria sono da considerarsi le attività che inducono la creazione di polveri (movimentazione materiali, volo elicotteri, spostamento mezzi). Tali effetti hanno comunque carattere transitorio ed hanno una rilevanza trascurabile per la scarsa entità, dato lo sforzo di ridurre al minimo le volumetrie in movimentazione.

Per la gestione del bacino non sono viceversa previsti impatti significativi in quanto le opere di manutenzione e integrazione richiedono scarsa movimentazione di materiali.

Il controllo dell'impatto di cantiere si potrà effettuare anche procedendo alla determinazione di potenziali ricettori quali ad esempio aree ad elevato pregio ambientale, persistenza di residenti nelle case sparse e alpeggi, ecc.

Analogo discorso vale per il controllo delle esalazioni dei mezzi di cantiere a causa di una duplice necessità: tutelare lo stato di salute collettivo comprendendo anche gli effetti che possono interferire sulle condizioni di benessere con azioni fastidiose e disturbanti; valutare qualsiasi perturbazione nella qualità dell'aria, indipendentemente dalla capacità di produrre effetti

dannosi noti.

Lo sforzo di ridurre le piste di cantiere e di privilegiare l'utilizzo di teleferiche per il raggiungimento delle zone impervie, riduce di fatto tali impatti.

Ferma restando l'azione di monitoraggio in fase di cantiere appare del tutto evidente che la riduzione delle necessità di movimentazione unitamente ad una favorevole localizzazione (caratterizzata da una scarsa presenza antropica) creano condizioni per giudicare molto basso l'impatto relativo alla qualità dell'aria.

STATO DI FATTO: ARIA E ATMOSFERA

PRIMO TRATTO: AREA DI VALLE

La qualità dell'aria in questo tratto è la più influenzata dal traffico veicolare. La scarsa affluenza di mezzi e il ricircolo determina le condizioni di buona qualità dell'aria.

Non vi sono particolari condizioni di degrado.

SECONDO TRATTO: AREA CENTRALE

Il traffico veicolare è pressoché inesistente se si esclude l'accesso dei proprietari di alpeggi e i mezzi che producono discarica abusiva.

Non vi sono particolari condizioni di degrado.

TERZO TRATTO: AREA NICCHIE FRANA D

Assenza di elementi perturbanti ad esclusione delle esalazioni connesse alle attività pastorali.

Non vi sono particolari condizioni di degrado.

QUARTO TRATTO: AREA FRANE C ed E

Assenza di elementi perturbanti.

Non vi sono particolari condizioni di degrado.

INTERAZIONI: ARIA E ATMOSFERA

PRIMO TRATTO: AREA DI VALLE

CANTIERE: la fase di cantierizzazione non incide in maniera significativa in quanto sono previste opere limitate e senza movimentazione di quantitativi di materiale.

GESTIONE: non vi sono particolari interazioni per le nuove opere mentre si rileva la movimentazione di materiale in fase di svasso della briglia selettiva esistente, con cadenza tuttavia pluriennale.

SECONDO TRATTO: AREA CENTRALE

CANTIERE: si producono i maggiori impatti che peggiorano

temporaneamente la qualità dell'aria per effetto della movimentazione di materiali. Trattandosi per lo più di massi e non di materiale sciolto vengono di fatto ridotte le emissioni di polveri. Analogo peggioramento temporaneo è legato alle emissioni dei mezzi d'opera. In buona parte dell'area non vi sono tuttavia ricettori.

GESTIONE: non vi sono particolari interazioni.

TERZO TRATTO: AREA NICCHIE FRANA D

CANTIERE: unica potenziale causa di un eventuale peggioramento delle condizioni dell'atmosfera può individuarsi nella modesta movimentazione delle terre e quindi nella creazione di polveri. Risultano presenti alcuni ricettori (Alpe Son e Masoni Corlatti).

GESTIONE: non vi sono particolari interazioni.

QUARTO TRATTO: AREA FRANE C ed E

CANTIERE: //.

GESTIONE: //.

SINTESI: ARIA E ATMOSFERA

Le condizioni di alterazione dell'aria hanno come fonte principale il traffico stradale nella zona terminale, in quanto le attività di cava sono oggi lontane dal bacino. Le principali condizioni di alterazione potenzialmente riconducibili alla realizzazione del progetto sono da ascrivere alla modificazione del flusso veicolare con un indotto aumento del carico inquinante da traffico in atmosfera e la possibilità di produrre polveri a seguito degli scavi e della movimentazione delle terre. La negatività di tali fenomeni si concentra nella zone centrale e solo nella fase di cantiere.

C-2.3. RUMORE E VIBRAZIONI

Lo scopo della verifica di tale comparto ambientale è stato quello di individuare se esistono aree o ricettori puntuali potenzialmente sensibili all'inquinamento acustico "prodotto" dalla realizzazione delle opere, secondo quanto prescritto dalla normativa vigente.

In generale le sorgenti di rumore più rilevanti risultano provocate da traffico stradale ed aereo o dall'uso di mine nell'attività estrattiva: il disturbo provocato da altre attività risulta poco incisivo se non su quei soggetti direttamente esposti per cause di lavoro. Perciò, considerando la poca rilevanza di questa componente nella definizione degli impatti generati dall'opera in esame, si è

ritenuto sufficiente espletare una procedura di analisi semplificata sufficiente comunque a fornire un parere esaustivo sull'argomento.

Per la definizione dello stato attuale è stato effettuato un rapido screening dell'area di intervento definendo un'area di indagine analoga a quella individuata per il comparto Aria, quindi individuando eventuali sorgenti di rumore ed aree sensibili.

Successivamente si è verificato l'eventuale interferenza opera-ambiente (relativamente alle aree sensibili) determinata dalla realizzazione e gestione delle opere in progetto.

La sensibilità dell'ambiente all'inquinamento acustico viene definita considerando come ricettore privilegiato l'uomo e come risorsa da salvaguardare la salute umana.

Le risorse naturali vengono generalmente inserite nella scala di sensibilità acustica solo in presenza di particolari caratteristiche di unicità/vincolo (riserve naturali, ecc.) o di fruizione (parchi urbani, ecc.).

La sensibilità acustica è quindi direttamente determinata dalla modalità con cui l'uomo è presente o ha la possibilità di fruire di un'area.

Le aree sensibili al rumore nell'area interessata dallo studio sono state discriminate in base alle attuali destinazioni d'uso del territorio desunte dagli strumenti urbanistici vigenti. L'area di indagine ha considerato:

- i siti dove verranno ubicati gli impianti di cantiere;
- il tracciato dei mezzi d'opera.

La principale sorgente di inquinamento prossima ai siti di ubicazione degli impianti risulta la viabilità principale: la S.P. 15.

Tenendo conto delle preesistenti sorgenti di rumore e della tipologia d'uso delle aree tutta la zona può essere definita in termini di mancato riscontro di ricettori sensibili prossimi all'area. È quindi possibile attribuire il grado di sensibilità media associabile alle aree agricole con limiti diurni pari ad un *Leq* di 60 dB(A) diurno e 50 dB(A) notturno.

Per quanto riguarda i nuovi fattori di emissione che andranno ad interessare potenzialmente queste aree, le fonti più rilevanti sono costituite da un minimo di movimentazione di autocarri.

Utilizzando questi dati è possibile applicare un calcolo semplificato per verificare l'interazione con le aree precedentemente definite.

Tale calcolo si basa sulla definizione dei livelli di potenza sonora emessa dalle varie sorgenti, in base a dati di targa, prescrizioni normative o condizioni reali di impiego.

Il livello di potenza sonora esprime, sulla scala logaritmica usualmente utilizzata in acustica, l'emissione globale di una sorgente di rumore:

$$L_w = 10 \log (W/W_0)$$

L_w = livello di potenza sonora (dB);

W = potenza sonora (W);

W_0 = potenza sonora di riferimento = 10^{-12} W.

Nell'ipotesi che la sorgente operi su una superficie fonoriflettente (ad es. superfici sterrate, cemento liscio dei piazzali, ecc.), sussiste la seguente relazione fra il livello di potenza L_w e il livello di pressione sonora L misurato alla distanza d dalla sorgente:

$$L = L_w - 8 - 20 \log(d)$$

Riguardo alla presenza di autocarri si possono prudenzialmente ipotizzare la presenza di 10 autocarri nelle 8 ore lavorative per un 50% del tempo (solo diurno).

Sulla base di questi dati e di quelli sui dati di emissione precedentemente definiti è possibile calcolare il livello di pressione sonora indotto in corrispondenza di un determinato ricettore al variare della distanza dal baricentro acustico del sistema emissivo.

Quale indicatore di disturbo si utilizza il livello di pressione sonora equivalente continuo Leq , che è dato dalla seguente relazione:

$$Leq = 10 \log [\sum_i f_i 10^{L_i/10}]$$

L_i = livello di pressione sonora della i -esima sorgente di rumore (dBA);

f_i = percentuale di utilizzazione della i -esima sorgente di rumore (0÷1).

Il livello di pressione sonora L_i alla distanza d dalla sorgente di rumore è calcolato mediante la:

$$L_i = L_{w_i} - 8 - 20 \log(d_i)$$

L_{w_i} = livello di potenza sonora della i -esima sorgente [dBA];

d_i distanza tra sorgente i-ma e ricettore.

In tale calcolo si assumono le ipotesi di sorgente omnidirezionale operante su terreno riflettente e di assenza di ostacoli (schermi, edifici, vegetazione) che interferiscano con la propagazione del rumore, tali ipotesi sono fortemente cautelative e portano a risultati approssimati per eccesso rispetto alla situazione effettiva.

Applicando tale calcolo considerando una serie di ricettori potenziali a distanza progressivamente crescente a passo 25 m dal baricentro acustico del cantiere centrale, nel quale sono state immaginate concentrate le fonti di rumore, e tenendo conto che il Leq diminuisce con la distanza in ragione di $20 \log(d/d_0)$, si perviene alla stima del livello di impatto all'interno dell'ambito spaziale di interesse.

I risultati indicano che già a 50 metri di distanza dall'impianto i livelli di rumore risultano inferiori a 50 dB(A) non superando in alcun caso i limiti precedentemente individuati.

Tali possibili impatti possono sussistere solo durante la fase di cantierizzazione; hanno comunque carattere transitorio ed hanno una rilevanza trascurabile per la scarsa entità.

Concludendo da quanto esposto in tale procedura semplificata si può tranquillamente affermare che tale comparto viene interessato solo parzialmente ed in modo transitorio durante la cantierizzazione. L'impatto complessivo quindi è da ritenersi ininfluenza in una stima generale.

STATO DI FATTO: RUMORE E VIBRAZIONI

PRIMO/QUARTO TRATTO

Nell'area del cantiere non si avvertono gli effetti della circolazione né vi sono particolari sorgenti di inquinamento acustico. Le condizioni morfologiche dell'area costituiscono una significativa barriera acustica.

INTERAZIONI: RUMORE E VIBRAZIONI

PRIMO/QUARTO TRATTO

CANTIERE: non si possono individuare potenziali cause di sensibile

peggioramento delle condizioni attuali, sia in relazione allo stato di degrado in cui versa l'area, sia in relazione alla possibilità, derivante dalle particolari condizioni morfologiche, di circoscrivere gli eventuali effetti negativi in un ambito ristretto.
GESTIONE: //.

SINTESI: RUMORE E VIBRAZIONI

Le condizioni di alterazione del clima acustico si debbono attribuire, come fonte principale, al traffico stradale nella zona terminale. Le principali condizioni di alterazione potenzialmente riconducibili alla realizzazione del progetto sono da ascrivere all'uso di macchine da cantiere che sono sorgenti significative di rumore. Trattandosi però di un fenomeno temporaneo il problema è sicuramente trascurabile.

C-2.4. IDROLOGIA

L'idrologia costituisce sicuramente uno degli aspetti di maggior impatto in quanto l'opera si configura come una regimazione delle acque superficiali e profonde del bacino del Torreggio.

Per tale motivo si rimanda alle relazioni apposite relazioni del progetto definitivo (atti B.01.00 – Relazione idrologica e B.04.00 – Relazione idrogeologica) per tutti i dettagli.

Si riporta nel seguito una breve sintesi delle elaborazioni e dei risultati delle stesse.

Per la definizione del regime idrologico del Torreggio sono state analizzati i nuovi dati oggi disponibili nel settore specifico (registrazioni fornite dal Centro di Monitoraggio Geologico dal 1987 al 2005; serie idrometriche delle stazioni svizzere di Poschiavo Le Prese, Poschiavo La Rosa, Berninabach e Rosegbach) al fine di fornire un supporto ponderato alla determinazione delle seguenti grandezze:

- le portate di progetto e di verifica delle opere esistenti;
- le sollecitazioni subite dal bacino del Torreggio (e dalle opere esistenti) negli anni a seguire l'evento del 1987;
- la dinamica dell'evento alluvionale del luglio 1987.

Come dettagliatamente descritto nelle relazioni citate, negli anni successivi al 1987 le diverse progettazioni svolte hanno ciascuna condotto accurate analisi di ordine idrologico giungendo a determinare portate di massima piena al colmo di assoluto rilievo per l'asta del Torreggio. Tali elaborazioni prendevano tutto spunto dalle serie storiche di letteratura derivanti dalle stazioni attive del S.I.I. nell'area (Scais, Sondrio, Lanzada, Campo Moro), associando all'analisi statistica dei dati modelli di trasformazione afflussi-deflussi basati su ietogrammi sintetici il cui limite è dettato dalla variabilità del risultato a seconda delle condizioni iniziali del bacino.

La disponibilità di registrazioni pluviometriche e di letture idrometriche (seppur non direttamente sul bacino del Torreggio ma in una sezione del Mallero immediatamente a valle della confluenza) ha consentito di verificare tali ipotesi e di saggiare il grado di incertezza insito nelle elaborazioni passate giungendo alle seguenti conclusioni:

- il regime pluviometrico del bacino del Torreggio potrebbe essere assimilabile a quello descritto dalla serie storica del pluviografo di Lanzada: dai dati di monitoraggio infatti si evince una buona uniformità spazio-temporale delle precipitazioni nell'area della Valmalenco da Torre S.Maria a Chiesa Valmalenco pur con differenze puntuali dell'ordine anche del 10-20% (pluviometri Alla Braccia, Torreggio, Torre S.Maria, laghi di Chiesa e Ganda di Lanzada del Centro di Monitoraggio Geologico);
- il regime pluviometrico delle stazioni di Sondrio e Scais (con precipitazioni attese per vari tempi di ritorno che si attestano su valori in media pari al doppio di quelli di Lanzada) non sembra rappresentativo della zona della Valmalenco alla luce sia della buona corrispondenza tra i dati di Ganda di Lanzada e i dati degli altri pluviometri del Centro di Monitoraggio nel corso del quindicennio 1989-2005, sia dei riscontri con i bacini svizzeri contermini (che presentano tutti valori di contributo di piena tra $1,0 \div 1,5 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$ a fronte dei dati dei bacini orobici di $6,0 \div 8,0 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$). Si rammenta che il dato relativo alla piena del Mallero nel 1987 si attesta su valori di circa $400 \text{ m}^3/\text{s}$ a Sondrio e pertanto con contributo (seppur su un bacino assai più esteso di quello in studio) tra $1,0$ ed $1,5 \text{ m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$;

- la lettura degli eventi pluviometrici registrati dal Centro di Monitoraggio in confronto con i dati della serie storica dimostrano un'anomala concentrazione di eventi intensi (associati a tempo di ritorno di oltre 50 anni con punte di 100 e 200) nel quindicennio dal 1989 al 2005, a significare una notevole sollecitazione del bacino in termini assoluti, a prescindere dal possibile effetto di sottostima delle curve di possibilità pluviometrica nell'intorno del tempo di ritorno oltre i 50 anni ove spesso la curva interpolare si attesta al di sotto dei punti noti;
- la lettura combinata delle registrazioni pluviometriche ed idrometriche, seppur con l'incertezza della esatta taratura della scala delle portate dell'idrometro di Torre S.Maria, indica una discreta risposta dei modelli afflussi-deflussi (in termini di tempo di corrivazione del bacino e di contributo alla formazione dell'onda di piena del Mallero) con variabilità dei coefficienti di deflusso da 0,3 a 0,7 in funzione della struttura dell'evento pluviometrico (più o meno lungo) e della tecnica di depurazione (costante ovvero con metodo CN-SCS). Tale variabilità deve porre limiti di prudenza alla possibile riduzione dei valori di portata che possono generarsi nel bacino del Torreggio a seguito dell'applicazione di ietogrammi sintetici di breve durata (3-4 volte il tempo di corrivazione del bacino).

L'insieme delle precedenti deduzioni porta a concludere che, nonostante i valori sino ad oggi determinati (portata centennale pari a 170÷200 m³/s) appaiano sovrastimati non sia da escludere (per particolari condizioni di saturazione del bacino e per effetto dei dati del Centro di Monitoraggio che tuttavia rappresentano una serie ancora troppo breve di riferimento) l'ipotesi di piene con caratteristiche di tale entità.

Resta inoltre da ricordare come di fatto i dimensionamenti delle opere in progetto debbano forzatamente considerare anche l'ipotesi di un collasso di uno sbarramento che si venisse a formare (come nell'87) a seguito della caduta in alveo di porzioni di versante ancora instabili. Come commentato negli Atti A.01.00 (Relazione generale) e B.02.00 (Relazione idraulica) del progetto definitivo, le portate derivanti da tali ipotesi (seppur ridimensionate a valori

plausibili di masse instabili) portano a valori ben superiori ai valori che si possono generare naturalmente. È su tali valori che devono pertanto essere condotte le verifiche di sicurezza più impegnative.

SINTESI: IDROLOGIA

Nei riguardi delle opere di progetto si può affermare quanto segue:

- *le opere in progetto sono volte a garantire la sicurezza delle infrastrutture e degli abitati nei confronti delle piene;*
- *le regimazioni sulle aste principali (Torreggio ed Arcogliasco) non prevedono alterazioni significative, rispetto all'attuale, dei regimi di deflusso;*
- *le regimazioni delle acque di scolo dei versanti e delle acque profonde di falda non influenzano particolari ambiti in quanto volte a risolvere aspetti locali di dettaglio. Non sono previste derivazioni o attingimenti come del resto oggi non ne esistono nel bacino;*
- *le regimazioni e il governo delle acque profonde e di superficie è attuato in zone oggi caratterizzate da assenza di fruizione e da substrato inerte.*

C-2.5. GEOLOGIA

Come per il settore idrologia, anche per il settore geologia le analisi ed elaborazioni descritte nelle relazioni di dettaglio del progetto definitivo consentono di escludere impatti di natura geologica derivanti dalle opere in progetto, che viceversa indurranno modifiche positive all'assetto esistente, che sarà migliorato nella sua stabilità dalla presenza dei drenaggi e dei consolidamenti. Considerazioni in merito sono state riportate nei capitoli B-7 e C-4 precedenti, ove sono descritti in dettaglio gli interventi proposti e il loro effetto sul rischio.

SINTESI: GEOLOGIA

Nel contesto geologico dell'area di cui trattasi le opere in progetto presentano aspetti ambientali di interesse geologico attinenti a problemi di erodibilità, equilibrio dei versanti, impatti sulla qualità del suolo, sul reticolo idrografico e sul paesaggio geologico. Il progetto prevede il miglioramento delle condizioni attuali e pertanto non sussistono impatti negativi di tipo geologico.

C-2.6. IDROGEOLOGIA

Anche nei riguardi dell'aspetto idrogeologico le tematiche d'interesse sono

quelle sintetizzate nei capitoli precedenti e indicate nelle relazioni del progetto definitivo. In sintesi esse riguardano i sistemi (drenaggi) di abbassamento del livello piezometrico nelle zone di piede di frana dei versanti A, B e Av, quindi, sostanzialmente, la zona centrale del bacino.

Nei riguardi, invece, dell'eventuale impatto su qualità e quantità delle acque sotterranee, occorre ricordare che in progetto sono previste unicamente opere di captazione delle acque circolanti negli strati superiori degli ammassi descritti e che tali acque vengono, tuttavia, restituite in alveo in sezioni assai prossime ai punti di captazione senza che possano venire in contatto con agenti che ne alterino significativamente le caratteristiche. Si escludono interferenze con gli acquiferi da cui attingono le opere di captazione dell'acquedotto comunale di Torre S.Maria e con le fonti di attingimento al servizio dei singoli alpeggi, posti tutti a quota assai superiore rispetto ai punti di drenaggio. È da segnalare a tal proposito, sempre per la zona centrale, come la regimazione delle acque sui versanti possa indurre variazioni sul regime delle acque superficiali minori (attualmente alcune zone sono caratterizzate da circolazione idrica superficiale disordinata senza recapito di riferimento) mentre non sono previsti impatti sulle acque di subalveo del torrente Torreggio, per quanto descritto nel quadro progettuale.

Possono sussistere viceversa impatti diretti nei confronti delle acque superficiali e sotterranee locali in fase di cantiere, poiché:

- è prevista una movimentazione di materiali e la realizzazione di lavori in alveo con innesco di trasporto di sedimento fine e creazione di possibili torbide;
- è prevista l'installazione di attrezzature di cantiere (piazzali e strade) da cui possono scolare acque meteoriche di dilavamento;
- è prevista l'installazione di baracche di cantiere per alloggio, uffici, mensa da cui possono derivare carichi inquinanti.

In proposito il progetto prevede che:

- si formi una zona di decantazione immediatamente a monte della briglia 25, ove trattenere i materiali fini. Per effetto dell'esistenza del cunicolo di drenaggio con imbocco in tale zona si prevede la formazione di una zona

di filtro sopra la griglia del cunicolo e l'utilizzo dell'invaso a tergo della briglia 25 come bacino di sedimentazione e filtro. Le acque di magra verranno restituite dal cunicolo con caratteristiche idonee. Il dimensionamento del filtro sarà condotto in fase esecutiva e realizzato con pezzature idonee di materiali locali;

- le acque meteoriche dei piazzali siano raccolte e collettate in pozzetti disoleatori e quindi restituite al corso d'acqua dopo essere state depurate;
- le acque di rifiuto saranno collettate in apposite vasche di tenuta (da svuotarsi periodicamente) ovvero direttamente alla fognatura comunale mediante le esistenti tubazioni by-pass in PVC in sponda sinistra prima della loro dismissione definitiva a fine cantiere.

SINTESI: IDROGEOLOGIA

Essendo previste in progetto alcune opere che intendono captare acque nel sottosuolo esiste un impatto locale sulla quantità della acque sotterranee che circolano negli ammassi di frana A e B. Essendo tuttavia prevista la restituzione delle acque all'alveo in prossimità del punto di captazione non sono previsti impatti sulla circolazione idrica di subalveo e sulla qualità delle acque stesse che non vengono in contatto con agenti inquinanti o modificanti le caratteristiche.

Sono previsti impatti sulle acque in fase di cantiere per l'interferenza dei mezzi con la corrente idrica. In progetto sono indicate le misure di mitigazione degli impatti sugli effetti di torbida con creazione di bacino di sedimentazione e filtrazione e con l'allontanamento della corrente dalla sponda interessata dai lavori.

Gli impatti derivanti dall'installazione di cantiere sono limitati dagli accorgimenti previsti (vasche di raccolta, pozzetti disoleatori, ecc.).

Ad opere finite sono quindi da escludere impatti nei confronti del regime idraulico delle acque di superficie e subalveo e sulle loro caratteristiche qualitative.

C-2.7. FLORA, FAUNA E VEGETAZIONE

C-2.7.1. Generalità

Obiettivo di tale parte dello studio è verificare se la realizzazione dell'opera, compreso non solo l'area interessata direttamente dal progetto, ma anche zone eventualmente coinvolte indirettamente, modifichi ed alteri la naturalità

vegetazionale e faunistica presente ante-operam.

L'indagine della vegetazione e della flora si è sviluppata tramite reperimento di documentazione esistente, lo svolgimento di rilevamenti diretti per utilizzare il patrimonio delle conoscenze esistenti ed avere nello stesso tempo una visione d'insieme tale da poter valutare eventuali situazioni critiche.

L'area di indagine, di estensione molto ampia, prevalentemente montuosa, ha sia un assetto caratterizzato da una forte dinamica di versante su cui si innestano macchie di vegetazione sia un assetto naturale con copertura a bosco o a pascolo.

Possono essere quindi distinte le seguenti zone all'interno dell'area di indagine, elencate per ordine crescente di qualità ambientale:

- aree edificate (rari insediamenti rurali);
- ex-cava e versante frana A;
- aree incolte seminaturali;
- pascolo;
- vegetazione ripariale e di versante.

I caratteri generali dell'area (riferimento alle condizioni connesse al suolo e soprassuolo) risultano puntualmente descritti negli elaborati che costituiscono gli “Studi propedeutici alla valutazione di impatto ambientale degli interventi previsti nel bacino del torrente Mallero”; le valutazioni di ordine generale risultano analogamente e puntualmente applicabili alle caratteristiche ambientali e paesistiche attribuite al bacino della Val Torreggio e quindi ai comparti appartenenti a tale bacino (riportate nei capitoli seguenti).

C-2.7.2. La flora

Le classi di vegetazione

La vegetazione presente nella Valmalenco può essere analizzata e raggruppata nelle seguenti classi:

Vegetazione discontinua

La discontinuità spaziale è riferita a singoli individui o gruppi di individui, oppure può anche includere associazioni che formano coperture relativamente continue, ma di scarsa estensione. Questo carattere strutturale manifesta la

rigidità dell'ambiente per almeno un fattore limitante (temperatura, acqua, luce, substrato). Vanno ricordate le vegetazioni:

- delle rupi acide, nelle fessure delle rocce silicee, anche serpentinosi;
- delle morene e pietraie silicee, sulle morene e le pietraie silicee dell'orizzonte nivale e alpino;
- delle morene e pietraie basiche, presente in forme frammentarie;
- dei greti alluvionali, sui greti dei torrenti delle fasce alpica e nivale dove l'emersione dall'acqua si mantiene per tutta la durata del ciclo vegetativo;
- delle aree a prolungato innevamento.

Vegetazione continua

- praterie;
- prati falciati (praterie sottoposte a sfalci periodici);
- cespuglieti, associazioni legnose basse dominate dalle piante con forma di arbusto, in stretta relazione dinamica col bosco;
- boschi di conifere, di latifoglie nel dominio del Faggio (*Fagus sylvatica*), di latifoglie nel dominio della Rovere (*Quercus petraea*).

Vegetazione igrofila

Questa vegetazione si dispone generalmente ai bordi dei laghetti alpini quando le sponde sono poco inclinate e permettono l'insediamento di specie igrofile.

Il patrimonio forestale e agro-pastorale

Vegetazione della fascia nivale (3'750÷2'830 m)

In prossimità dei ghiacciai, sui pendii sassosi instabili e sulle morene, la vegetazione cresce a chiazze, alternando cespi isolati a zone in cui il substrato rimane nudo.

La mancanza di una copertura continua dipende dalle condizioni climatiche particolarmente difficili (forte escursione termica giornaliera e stagionale, estrema aridità, temperature molto basse).

I pendii sassosi a lungo innevamento sono popolati da un'associazione in cui spiccano *Androsace alpina*, *Gentiana bavarica* e *Saxifraga seguieri*. Sulle morene frontali dei ghiacciai si insediano invece poche specie adattate ad un substrato costituito sia da pietrame più grossolano che da pietrisco minuto, sabbia e limo, quali *Oxyria digyna*, *Sieversia reptans* e *Adenostyles tomentosa*.

Vegetazione della fascia alpica (2'830÷2'400 m)

Man mano che si passa a quote inferiori, le specie pioniere vengono sostituite da altre piante in grado di creare una copertura continua del terreno. La struttura più complessa raggiungibile in base alle condizioni climatiche presenti è la prateria alpina.

Il tipo di prateria maggiormente diffuso in questa fascia è il Curvuleto, in cui la specie erbacea dominante è la *Carex curvula*, dal caratteristico colore giallastro. Un altro tipo di prateria affine al Curvuleto è poi il Festuceto, in genere presente sui versanti meglio esposti. Queste praterie, in cui la specie più abbondante è la *Festuca halleri*, si trovano in alcuni tratti dell'alta Valmalenco, generalmente in zone irraggiungibili dal bestiame domestico, ma frequentate dai Camosci.

I pendii più soleggiati, aridi e caldi ospitano invece il Varieto, costituito prevalentemente da *Festuca varia*, un'erba dai cespi grossi e pungenti, nota localmente come "visega". Le aree soggette ad un intenso pascolamento presentano un tipo secondario di prateria, caratterizzato dall'espansione del Nardo o Cervino (*Nardus stricta*). In un paio di località, infine, si incontra il Seslerieto, una prateria presente su suoli basici, molto rari in Valmalenco, costituita da *Sesleria varia* e *Carex sempervirentis*.

Vegetazione delle vallette nivali (2'800÷2'500 m)

Sia nella fascia nivale che in quella alpica, si possono incontrare suoli caratterizzati dalla permanenza particolarmente lunga della neve alla quale, giunto il disgelo, segue il ristagno dell'acqua di fusione.

La vegetazione di queste vallette nivali è costituita in buona parte da Muschi e Licheni. Nei punti dove l'innevamento è limitato a otto mesi l'anno riesce a vegetare anche il Salice nano (*Salix herbacea*).

Vegetazione della fascia boreale (2'400÷1'000 m)

Sotto le praterie si estende una fascia di vegetazione costituita da piante legnose a portamento basso oppure nane e contorte, striscianti sul suolo. La presenza di questi cespuglieti indica condizioni climatiche un po' meno difficili e un substrato più ricco di humus. La specie dominante in questo tipo di vegetazione è il Rododendro (*Rhododendron ferrugineum*), accompagnato da

vari tipi di Mirtillo (*Vaccinium* sp.).

Le stesse specie si ritrovano anche spostandosi sotto i 2'200 m, dove è localizzato il limite potenziale del bosco. A partire da questa quota, però, diventano parte del sottobosco, sovrastato da uno strato arboreo più o meno denso, costituito da Cembro (*Pinus cembra*) e da Larice (*Larix decidua*). Il sottobosco è sempre costituito dalle specie presenti nei cespuglieti, dal momento che il bosco si presenta ancora piuttosto aperto e luminoso.

Passando nella parte inferiore della fascia boreale (tra i 1'500 e i 1'000 m), a causa dell'estrema acidificazione del suolo e della poca luce che filtra tra le fronde degli alberi il sottobosco cambia invece la propria struttura, diventando più povero in specie e meno folto, fino a mancare del tutto in alcuni casi. Vi si trovano piccole piante come *Luzula nivea*, *Veronica latifolia*, *Saxifraga cuneifolia*, *Prenanthes purpurea* e molte Felci. Compaiono le prime specie di latifoglie: Maggiociondolo alpino (*Laburnum alpinum*), Sorbo (*Sorbus aucuparia*), Salicone (*Salix caprea*).

In alcune località si possono trovare degli aspetti particolari della Pecceta. Uno di questi è la “Pecceta a Betulla (*Betula pendula*)”, derivata probabilmente da un'azione di diradamento del bosco da parte dell'uomo, che ha privilegiato la Betulla. In alcuni casi si possono incontrare dei boschi-pascolo in cui l'unico tipo di albero rimasto è proprio la Betulla. Un altro aspetto è la “Pecceta a Pino silvestre (*Pinus sylvestris*)”, osservabile in tratti dalle caratteristiche maggiormente xeriche.

Al bosco si alternano spesso vasti tratti disboscati e trasformati in pascoli e prati da fieno. I pascoli attualmente appaiono spesso dominati dal Nardo, indice di un loro eccessivo utilizzo, mentre i prati da fieno sono costituiti da erbe come *Trisetum flavescens* e *Agrostis tenuis*.

Al margine delle peccete, nelle chiarie, negli impluvi ripidi, nelle zone valanghive, e soprattutto nella fascia boreale superiore, crescono dense boscaglie di Ontano verde (*Alnus viridis*), che riesce a resistere al peso delle masse nevose meglio delle giovani piante di Abete rosso.

Aree particolarmente meritevoli di tutela e di valorizzazione nella fascia boreale sono i Lariceti della Val Sissone e del rifugio Ventina, costituiti da

esemplari pluricentenari e monumentali, situati presso il limite della vegetazione arborea, la Pecceta del Pian del Lupo, poco oltre Chiareggio, formata da vecchi esemplari di Abete rosso in parziale rinnovazione e i boschi d'alta quota presso l'Alpe Aerale e l'Alpe Palù in Val Torreggio, costituiti da Lariceti con buona diffusione di Pino Cembro.

Vegetazione dei boschi di latifoglie (1'000÷600 m)

Al di sotto dei boschi di conifere, praticamente solo nel tratto terminale della Valmalenco, si trovano i boschi di latifoglie miste. La specie prevalente di questa associazione è il Castagno (*Castanea sativa*) favorito dall'uomo che per secoli lo ha coltivato. Si incontrano veri e propri castagneti da frutto soprattutto sul versante sinistro, nelle vicinanze dei nuclei abitati di Spriana, Zarri, Cristini e Marveggia. Altrove al Castagno si accompagnano varie specie di latifoglie a seconda della maggiore o minore umidità e della profondità del terreno: Rovere (*Quercus petraea*), Roverella (*Quercus pubescens*), Tiglio (*Tilia cordata*), Betulla, Pioppo tremulo (*Populus tremula*), Frassino (*Fraxinus excelsior*) e Acero montano (*Acer pseudoplatanus*). In particolare, per quanto riguarda la parte di territorio inclusa nel parco, si possono notare Tiglio, Betulla, Ontano bianco (*Alnus incana*), Nocciolo (*Corylus avellana*), Acero montano, Frassino e Ciliegio (*Prunus avium*) sul versante sinistro della valle, Querce, Nocciolo, Betulla, Pioppo tremolo e Ciliegio sul versante destro della valle e all'imbocco della Val di Togno, Frassino e Ontano bianco nella Val Dagua e in Val di Togno. Proprio allo sbocco della valle, sui versanti solatii e caratterizzati da una scarsa disponibilità d'acqua, cresce invece il Querco-Betuleto, in cui la specie dominante è sempre il Castagno, affiancato da Rovere, Roverella, Betulla, Pino silvestre, Pioppo tremulo e localmente anche Larice e Abete rosso. Nella fascia dei boschi di latifoglie presenta aspetti particolarmente interessanti e meritevoli di tutela l'alno-frassineto sopra Zarri, in Val Dagua.

Colture

Le zone coltivate della Valmalenco e, in particolare, in Val Torreggio, sono molto poche, localizzate per lo più intorno ai centri abitati. Qui si alternano prati da fieno e campi dove si coltivano patate o altri ortaggi.

La vegetazione delle zone umide e dei greti

Specchi d'acqua

I laghetti di origine glaciale della fascia alpica in genere non hanno una vegetazione acquatica, a causa sia della loro profondità che delle basse temperature.

In quelli della fascia boreale superiore compaiono alcune specie di Potamogeto (Potamogeton sp.).

Solo al di sotto dei 1'500 m di quota, invece, si incontrano delle associazioni con Ranuncolo d'acqua (Ranunculus aquatilis) e Potamogeti (Potamogeton crispus e P. perfoliatus. Sul bordo di questi specchi d'acqua si insediano diverse associazioni di piante igrofile che determinano un graduale processo di interrimento.

Al margine del lago d'Entova, ad esempio, si trova un'associazione con Carex rostrata, Carex vesicaria e Trifoglio fibrino (Menyanthes trifoliata).

Più frequenti sono associazioni palustri maggiormente acidofile dominate dagli Eriofori (Eriophorum scheuchzeri, E. vaginatum), seguiti da Muschi, Giunchi e Carice fosca (Carex fusca).

Nei casi in cui il processo di interrimento sia durato per tempi molto lunghi e in periodi molto freddi e umidi, prendono forma le torbiere costituite da associazioni vegetali molto specializzate dominate da Sfagni e di cui possono fare parte alcune specie erbacee molto rare (Andromeda polifolia, Vaccinium oxycoccus, ecc.).

Corsi d'acqua

La vegetazione che colonizza i greti presenta in genere caratteristiche comuni anche a differenti altitudini poiché il substrato su cui si trova a crescere è simile, continuamente rimaneggiato e sommerso periodicamente, scarso di sostanze organiche, ma ricco di sostanze minerali.

Per il tratto iniziale del loro corso, i torrenti della Valmalenco scorrono su materiale morenico, dove non riesce ad insediarsi nessun tipo di copertura.

Infatti, a causa dell'azione erosiva della corrente la vegetazione nivale caratteristica di queste quote viene rimossa, lasciando semplicemente un letto di ciottoli nudi.

A quote inferiori, invece, prende forma l'associazione caratteristica delle rive dei corsi d'acqua, costituita da un certo numero di specie erbacee diverse, di cui quella più caratteristica è l'Epilobio di Fleischer (*Epilobium fleischeri*).

In questa associazione la composizione floristica può variare a seconda dell'altitudine a cui il greto viene colonizzato.

Nei tratti più elevati, dove il terreno è ancora costituito da morene recenti, si possono incontrare specie pioniere tipiche di queste quote, come *Chrysanthemum alpinum*. In caso di presenza di depositi prevalentemente sabbioso-limosi, invece, prospera il muschio *Racomitrium canescens*. Nei punti dove sono presenti affioramenti di rocce basiche anche di piccola entità, l'Epilobieto assume un aspetto particolare per la presenza di specie basifile come *Campanula cochlearifolia* e *Gypsophila repens*. Spostandosi ad altitudini inferiori, all'Epilobieto si affianca uno strato di arbusti bassi come la Falsa Tamerice (*Myricaria germanica*).

Si possono osservare tratti di greto ricoperti dall'Epilobieto tra Pian del Lupo (Chiareggio) e S.Giuseppe, mentre nella zona di Carotte è particolarmente abbondante la Falsa tamerice. In molti tratti, questa vegetazione evolve verso il bosco: sempre nel Pian del Lupo, ad esempio, si può osservare come l'Epilobieto venga sostituito da aggruppamenti di Larice, cui poi si aggiungono l'Abete rosso oppure il Rododendro e il Pino cembro.

Spostandosi ulteriormente lungo il letto dei principali torrenti della valle, nei tratti che non hanno subito rimaneggiamenti per un periodo di tempo sufficientemente lungo si può notare la comparsa di una particolare boscaglia composta da specie di latifoglie adattate a vivere in terreni ricchi di umidità. Questa associazione igrofila è chiamata Ontaneto perché le specie in essa più diffuse sono l'Ontano bianco (*Alnus incana*) e, a quote inferiori, l'Ontano nero (*Alnus glutinosa*). Oltre a queste si possono incontrare numerose altre specie arboree e arbustive: Frassino, Pioppo nero (*Populus nigra*), Salici (*Salix sp.*), Sambuco (*Sambucus nigra*), ecc.. Esempi di questa boscaglia si osservano lungo il Lanterna nei dintorni di Lanzada e Caspoggio, e sul Mallero nei dintorni di Chiesa. Ampi tratti di Ontaneto appaiono spesso asportati per lasciare il posto ai prati da fieno, come avviene ad esempio fra Chiesa e Torre

S.Maria.

Nella parte terminale della valle, infine, all'incirca a partire dall'altezza di Spriana, le sponde del Mallero diventano alte e ripide, ricoperte nei tratti meno scoscesi dal bosco di latifoglie, perciò l'Ontaneto sfuma gradualmente nel Quercio-Frassineto.

La tavola A.02.03.4 (scala 1:25'000) suddivide il territorio della Valmalenco in base alle specie vegetali presenti; tramite una campitura e una/due lettere vengono individuate, rispettivamente, la classe di appartenenza e l'ordine prevalente nell'area. La presenza di due lettere su campitura neutra sta a significare la coesistenza dei due tipi di vegetazione individuati dalle lettere.

C-2.7.3. La fauna

Invertebrati

Dell'enorme numero di specie di Invertebrati rinvenibili nel territorio in esame, pare particolarmente importante sottolineare la presenza di una Mirmecofauna che è tutelata da un'apposita legge.

Mirmecofauna

La Legge Regionale n.33 del 27 luglio 1977 prevede la protezione di quattro specie di Formicidi, spesso denominate "formiche rosse dei boschi", a causa della loro importanza nel controllo di alcuni insetti nocivi per il patrimonio forestale. Le colonie di queste formiche sono localizzate nelle foreste di conifere pure o miste della fascia boreale (in particolare fra 900 e 2'000 m di quota). Delle quattro specie protette, in Valmalenco sono risultate particolarmente diffuse la Formica rufa e la F. lugubris, mentre meno abbondante è la F. aquilonia. Dagli studi effettuati è stata rilevata anche la presenza di altre due specie di Formicidi non protette: F. truncorum, comune, e F. exsecta, meno diffusa. La presenza massiccia dell'uomo costituisce indubbiamente un fattore limitante per queste specie in quanto le strade asfaltate o comunque molto battute rallentano o impediscono l'ampliamento, la dispersione delle colonie e il mantenimento delle piste di foraggiamento. Altrettanto dannoso può inoltre essere un disboscamento eccessivo.

Vertebrati

Ittiofauna

La Valmalenco è ricca di corpi idrici popolati da ittiofauna (14 torrenti e 16 laghi alpini). L'analisi delle acque condotta con il metodo EBI (Extended Biotic Index) ha evidenziato per il Mallero un ambiente non inquinato almeno fino a Chiareggio (classe 1-2), mentre spostandosi più a valle è stata riscontrata la presenza di modeste alterazioni della qualità delle acque, causata dalla presenza di scarichi urbani (classe 2). Poco sotto Chiesa l'ambiente si presenta invece molto inquinato e permane in questo stato all'incirca fino al ponte di Arquino (classe 4), dove si ritorna ad avere acque solo leggermente alterate e a tratti inquinate fino allo sbocco del Mallero nell'Adda (classe 2-3). Abbondante fino a oltre 2'200 m di quota è la Trota fario (*Salmo trutta* var. *fario*). Il suo habitat, infatti, coincide con torrenti dalla corrente forte e turbolenta e dal letto costituito da rocce, massi e ghiaia alternati a buche profonde dove l'acqua scorre meno impetuosamente. La distribuzione attuale di questa specie è comunque molto più ampia rispetto a quella naturale grazie alle periodiche semine di novellame eseguite in molti torrenti d'alta quota. Normalmente, infatti, queste zone sarebbero irraggiungibili per i pesci, a causa della presenza di ostacoli naturali o, molto spesso, artificiali (un esempio tipico sono le briglie). Proprio durante queste immissioni spesso si è preferito utilizzare un'altra specie, la Trota iridea (*Salmo gairdneri*), non autoctona, ma proveniente dall'ibridazione di due specie nordamericane, perché più economica e meglio adattabile a condizioni ambientali estreme. Da segnalare è il tratto di Mallero in località Carotte in cui è stata accertata la presenza di aree riproduttive di Trota fario.

Gli affluenti di destra del Mallero (Secchione, Giumellino e Valdona) ospitano un popolamento ittico di fario (scarso) e iridea (raro). L'analisi delle acque per il Torreggio ha evidenziato un ambiente idrico non inquinato (classe 1). In questo torrente sono comuni sia la Trota fario che l'iridea. Queste stesse specie sono presenti anche nei numerosi laghi alpini situati nei bacini idrografici degli affluenti di destra del Mallero, come i laghi di Chiesa, Arcoglio e Lagazuolo.

Il versante sinistro del Mallero presenta una maggiore ricchezza di affluenti e

laghi alpini. I torrenti Forasco, Entovasco, Braciasco, Lanterna e suoi affluenti ospitano tutti la Trota fario (comune) e l'iridea (rara). Nell'Antognasco è stata rilevata la presenza della sola fario, per la quale sono state accertate anche alcune zone di riproduzione. Per quanto riguarda gli 8 laghi naturali e i 2 bacini artificiali, il più interessante è certamente il Palù, in cui vivono la Trota fario, l'iridea, il Salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*), una volta presente solo in Trentino, ma ormai introdotto in diversi bacini lacustri della provincia di Sondrio, la Sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*) e lo Scazzone (*Cottus gobio*), che per vivere richiede la presenza di acque correnti fresche e ben ossigenate. Gli invasi artificiali di Campo Moro e Campo Gera risultano poco idonei per l'ittiofauna a causa dell'oligotrofia delle acque degli immissari e delle manovre periodiche di manutenzione degli impianti. La tavola 02.03.5 (1:25'000) localizza le specie ittiche nei corsi d'acqua della Valmalenco.

Erpetofauna

I prati umidi, le paludi e i ruscelli meno impetuosi da 2'500 m fino al fondovalle sono frequentati dalla comune Rana montana (*Rana temporaria*).

È invece più difficile osservare il Tritone alpestre (*Triturus alpestris*), a volte presente nei laghetti e nelle paludi di montagna (esiste ad esempio una segnalazione fatta nel 1992 per i laghi di Campagneda). Spesso, però, accade che questa specie non possa occupare i suoi ambienti elettivi a causa dell'immissione di trote e salmerini che se ne nutrono. Per quanto riguarda i rettili, presenti ma non comuni sono la Lucertola vivipara (*Lacerta vivipara*) e il Marasso (*Vipera berus*), mentre più frequente appare la Vipera comune (*Vipera aspis*). Gli altri rettili presenti sono infine l'Orbettino (*Anguis fragilis*), il Ramarro (*Lacerta viridis*) e la Lucertola dei muri (*Podarcis muralis*).

Ornitofauna

Nell'area presa in esame sono state censite almeno 89 specie di uccelli riconducibili a due diversi gruppi:

- 1) specie nidificanti sedentarie totali, sedentarie parziali o sedentarie con concomitante transito di individui migratori della stessa specie in zona o con possibile svernamento locale;
- 2) specie nidificanti estive, cui vanno aggiunte alcune specie provenienti da

aree di nidificazione o di residenza limitrofe.

Le specie del primo gruppo più interessanti dal punto di vista ecologico e naturalistico sono: Aquila reale (*Aquila chrysaetos*), Astore (*Accipiter gentilis*), Francolino di monte (*Bonasa bonasia*), Fagiano di monte (*Tetrao tetrix*), Pernice bianca (*Lagopus mutus*), Coturnice (*Alectoris graeca*), Gufo reale (*Bubo bubo*), Civetta nana (*Glaucidium passerinum*), Civetta capogrosso (*Aegolius funereus*), Picchio nero (*Dryocopus martius*), Sordone (*Prunella collaris*), Picchio muraiolo (*Tichodroma muraria*), Fringuello alpino (*Plectrophenax nivalis*), Organetto minore (*Acanthis flammea*), Nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*), Corvo imperiale (*Corvus corax*).

Esistono poi alcune specie particolarmente legate ai ruscelli di montagna. Primo fra tutti è il Merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*), presente tutto l'anno fra i 500 e i 2'100 m di quota. Si nutre di piccoli invertebrati nuotando nelle acque impetuose dei corsi d'acqua o camminando sul fondale. Costruisce il proprio nido in cavità delle rocce, fra le radici degli alberi, sotto i ponti o sotto piccole cascate, ma sempre il più vicino possibile all'elemento liquido. Comune è anche la Ballerina gialla (*Motacilla cinerea*), che nidifica anche oltre i 2'000 m di quota. Questa specie viene sostituita man mano che ci si sposta verso quote inferiori dalla Ballerina bianca (*Motacilla alba*).

In realtà, comunque, almeno nei tratti in cui il greto è colonizzato dall'Ontaneto, le specie ornitiche che vivono sui bordi dell'acqua sono molte di più, perché sono abbondantemente presenti tutte quelle tipiche dei boschi di latifoglie.

Al secondo gruppo appartengono numerose specie, fra cui sono da segnalare il Venturone (*Serinus citrinella*), il Codirossone (*Monticola saxatilis*), l'Ortolano (*Emberiza hortulana*) e il Passero solitario (*Monticola solitarius*), tutti poco comuni. Più abbondanti sono invece le popolazioni di Rondine montana (*Pytonoprogne rupestris*), Merlo dal collare (*Turdus torquatus*), Bigiarella (*Sylvia curruca*).

Un aspetto interessante, inoltre, è costituito dalle quote elevate raggiunte da Lui bianco (*Phylloscopus bonelli*) e Lui verde (*Phylloscopus sibilatrix*).

Mammalofauna

Nell'area studiata sono state censite 42 specie di mammiferi certamente presenti:

- Chiroteri: Vespertillo mustacchino (*Myotis mystacinus*), Serotino di Nilsson (*Eptesicus nilssoni*), Orecchione (*Plecotus auritus*), Orecchione meridionale (*Plecotus austriacus*), Nottola di Leisler (*Nyctalus leisleri*), Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*), Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhli*);
- Insettivori: Riccio (*Erinaceus europaeus*), Talpa europea (*Talpa europaea*), Toporagno comune (*Sorex araneus*), Toporagno nano (*Sorex minutus*), Toporagno alpino (*Sorex alpinus*), Toporagno d'acqua (*Neomys fodiens*), Crocidura ventre bianco (*Crocidura leucodon*) e Crocidura minore (*Crocidura suaveolens*). In particolare, strettamente legati all'acqua sono il Toporagno alpino, presente fra 600 e 1'200 m di quota specialmente nelle foreste di conifere, e il Toporagno d'acqua. Entrambe queste specie hanno un ruolo molto importante come indicatori di buona qualità ambientale, dal momento che per vivere richiedono un ambiente il più possibile integro;
- Lagomorfi: Lepre comune (*Lepus capensis*) e Lepre alpina (*Lepus timidus*);
- Roditori: Scoiattolo (*Sciurus vulgaris*), Marmotta (*Marmota marmota*), Quercino (*Eliomys quercinus*), Ghiro (*Myoxus glis*), Moscardino (*Muscardinus avellanarius*), Arvicola rossastra (*Clethrionomys glareolus*), Arvicola sotterranea (*Microtus subterraneus*), Arvicola di Fatio (*Microtus multiplex*), Arvicola delle nevi (*Microtus nivalis*), Arvicola campestre (*Microtus arvalis*), Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), Topo selvatico collo giallo (*Apodemus flavicollis*), Ratto nero (*Rattus rattus*), Ratto grigio (*Rattus norvegicus*) e Topolino delle case (*Mus musculus domesticus*);
- Carnivori: Volpe (*Vulpes vulpes*), Ermellino (*Mustela erminea*), Donnola (*Mustela nivalis*), Martora (*Martes martes*), Faina (*Martes foina*) e Tasso (*Meles meles*);
- Ungulati: Stambecco (*Capra ibex*) con oltre 50 capi, Camoscio

(Rupicapra rupicapra) con oltre 300 capi, Cervo (Cervus elaphus) con 250 capi e Capriolo (Capreolus capreolus) con oltre 200 capi.

C-2.7.4. Situazione particolare della Val Torreggio

Segnatamente a tali rilevazioni e valutazioni, constatato, anche attraverso sopralluoghi e rilievi di campagna, che la situazione riscontrata è rispondente a quanto già precedentemente rilevato, si rimanda per gli opportuni riscontri agli elaborati sopra menzionati.

In particolare si riferisce che gli aspetti della vegetazione rilevati nell'area del bacino del Torreggio risultano fortemente influenzati dall'altimetria, dall'esposizione e dai caratteri quali-quantitativi ascrivibili all'andamento pluviometrico della stazione.

In termini generali il clima, definibile come continentale, influenza la distribuzione nell'areale sia delle conifere sempreverdi e spoglianti (gimnosperme), che hanno colonizzato le quote altimetriche più elevate, sia delle latifoglie (angiosperme) che si sono insediate alle quote più basse (fino a 1'000÷1'100 m s.m.) in una fascia definibile come del piano sub-montano.

Il riscontro della fitosociologia della stazione ha consentito di rilevare le seguenti specie: Castane a sativa (castagno), Tilia cordata (tiglio), formanti il raggruppamento ecologico del Castanetum_Tiglieto, oppure in alcuni casi l'aggregazione tra Tilia cordata (tiglio) e Corylus avellana (nocciolo) costituente l'aggruppamento Corylo-Tiglieto.

Nel piano sub-montano si riscontrano, senza costituire veri e propri tipi ecologici, Alnus incana (ontano bianco), Betulla alba (betulla), Salix caprea (salicone) Populus tremula (pioppo tremolo), più raramente Acer pseudoplatanus (acero montano), Prunus avium (ciliegio) Quercus pubescens e Quercus petrae (rovere e roverella), Robinia pseudoacacia (robinia), così come si può riscontrare la presenza delle resinose frutto di insediamenti spontanei insediatisi per disseminazione naturale o quali novelletti frutto di realizzazione di nuovi impianti artificiali.

Le associazioni di latifoglie presenti nel comparto indagato, che risultano caratterizzati come cedui in evoluzione verso le forme più evolute della fustaia,

identificano anche la fascia di transizione del piano sub montano del lariceto e della pecceta che occupa più propriamente il piano montano inferiore.

Inoltre, nel piano montano ed in quello sub alpino si colloca il resto della vegetazione presente, con particolare riferimento al lariceto montano e sub-alpino ed alla pecceta montana e sub-alpina.

Nel piano montano inferiore si identifica la presenza di un consorzio di latifoglie cedue, in alternanza alle resinose, composte prevalentemente da *Alnus* e *Betulla*, assimilabile al raggruppamento ecologico dell'Ontaneto-Betuleto che va assumendo una fisionomia nuova per la progressiva conversione della fustaia di resinose in parte frutto di interventi antropici ed in parte conseguenza di coniferamento spontaneo costituiti da gruppi puri di *Larix decidua*.

Nell'ambito delle valutazioni si sono riscontrate altresì associazioni di *Alnus* e *Betulla* accompagnata da *Corylus* in grado di occupare quote anche elevate nelle esposizioni calde di Sud-Est con presenza spontanea e saltuaria di *Salix*, *Populus* e *Laburnum*.

Segnatamente alla colonizzazione del territorio giova rilevare che le differenti essenze hanno occupato spazi diversi in relazione alle caratteristiche microclimatiche presenti nell'areale, infatti gli ontani hanno trovato condizioni per il loro insediamento nelle zone fresche di Nord-Est e negli avvallamenti aperti ad Est, la *Betulla* risulta più strettamente correlata a fattori ecologici e geopedologici, questa specie tende a colonizzare areali dove la stratificazione terrigena risulta scarsa, relativamente povera di nutrienti e superficiale, asciutta e detritica.

La presenza, nel piano montano di consistenti aggregazioni di *Larix* rivela che tale specie è fortemente influenzata da fattori antropici, infatti usualmente viene utilizzata per forestare pascoli abbandonati in quanto tale specie profitta positivamente di condizioni pedologiche favorevoli (substrati profondi e fertili e moderatamente freschi). Tali caratteri generali, per altro riscontrabili nell'areale della Valmalenco coincidono con le iniziative antropiche del medio e recente passato che hanno visto l'esecuzione di consistenti interventi di forestazione in ampie aree sensibili dove l'operazione aveva anche lo scopo di

salvaguardare i versanti da movimenti superficiali di materiale detritico presente ed incoerente.

Ulteriore considerazione risulta quella connessa alla valutazione dell'intensità delle precipitazioni nell'areale che, in particolare, si rivela più abbondante alle quote superiori, ovvero quelle comprese tra i 1'400 e 2'100 m s.m.; tali areali risultano infatti interessati da una maggiore nebulosità e da substrati più profondi e freschi, ricchi di acque sorgive.

L'insieme di tali condizioni, rigorosamente riscontrabili, possono aver provocato l'inversione dei piani di vegetazione delle due conifere principali presenti nella zona con l'abbassamento del Larice nel piano montano inferiore e medio e l'innalzamento dell'Abete rosso nel piano montano superiore e in quello sub-alpino.

Dal punto di vista ecologico tale stato di cose è classificabile come preclimax evolvente, molto lentamente in Pecceta montana.

La Pecceta montana si inserisce con buone aggregazioni di Abete rosso parzialmente nel piano montano superiore a quote oscillanti tra 1'500 e 1'650 m s.m.; nelle formazioni di Pecceta montana il sottobosco risulta costituito da: *Oxalis acetosella*, *Rubus ideaus*, *Urtica dioica*, *Lunula nivea*, *Lunula lutea*, *Prenanthes purpurea*, la presenza di tali specie si dimostrano indicatori di buona fertilità e freschezza del substrato.

Nei comparti meno fertili si rivela una certa invadenza di felci, muschi, *Vaccinium myrtillus* e *Vaccinium vitis-idaea* (mirtillo nero, e mirtillo rosso), *Rhododendron ferrugineum* (rododendro ferrugineo) *Juniperus communis* (ginepro comune), graminacee di varie specie, *Calluna vulgaris* (brugo), *Erica carnea* (erica).

I riscontri eseguiti hanno consentito di rilevare la totale assenza del *Fagus selvatica* (faggio), a causa dei fattori limitanti imposti dalle condizioni climatiche riscontrate (continentalità del clima); è però probabile che questa specie, probabilmente in passato presente, sia scomparsa per l'irrazionale utilizzazione.

Specie occasionale è da considerarsi, in tali consorzi forestali, il *Pinus sylvestris* (Pino silvestre) attribuendo la sua presenza ad interventi antropici.

Un'ampia fascia occupa la Pecceta sub-alpina che si colloca tra la Pecceta montana del piano montano superiore ed il lariceto sub-alpino, interessando la quota altimetrica compresa tra i 1'650 m s.m e i 1'900 m s.m..

Nella composizione fitosociologica la Picea in alcuni casi assume un ruolo prevalente anche se il Larix si rivela significativamente presente.

Il passaggio dalla Pecceta montana a quella sub alpina è in genere graduale, il successivo passaggio al lariceto sub alpino è quasi repentino per l'estrema accentuazione dei fattori limitanti delle quote altimetriche più elevate.

Il lariceto sub-alpino, compreso tra le quote 1'850 m s.m. e i 2'150 m s.m., si colloca nella fascia estrema della vegetazione arborea; si tratta per lo più di una fustaia discontinua, molto aperta verso il limite superiore, anche se in espansione verso areali secondari (ambiti rupicoli, tasche, nicchie) in quanto tale specie risulta dotata di carattere frugale e rustica.

Nell'alto corso del Torreggio, zona delle alpi Palù e Zana, la continentalità del clima consente una discreta partecipazione alla composizione fitosociologica del Pinus cembra (Pino cembro) che, compatibilmente con l'innalzamento della quota, sostituisce la Picea ed il Larix, identificando in tale comparto un'areale di spontanea diffusione fino alla zona dei Piasci e all'alpe Canale interessando le quote comprese tra 1'700 m e 2'100 m s.m., limite superiore della vegetazione arborea.

L'aspetto fisionomico dei lariceti subalpini li assimila in gran parte ai consorzi rupicoli caratterizzati da difficili condizioni edafiche, per la giacitura aspra e tormentata che si ripercuote sul vigore vegetativo e sull'accrescimento.

Differenti sono le latifoglie che si inseriscono nel piano montano superiore e in quello sub alpino, soprattutto come componente del sottobosco o in alternanza alla fustaia di resinose nelle chiarie e/o negli spazi lasciati dalle operazioni di ceduzione, in tutte le aree che presentano esposizioni fresche fino alle aree umide ed acquitrinose, a macchie anche estese in sottobosco, dove la fustaia è rada, manifestando a volte carattere invadente, l'Alnus (ontano) si accompagna ad altre specie come Populus tremula (pioppo tremolo) Sorbus aria ed aucuparia (sorbo) e Salix caprea (salicone) fino al Laburnum (maggiociondolo) in porzione più modesta.

Nelle esposizioni più asciutte, più elevate, nelle compartimentazioni territoriali aride, in sottobosco alla fustaia, l'*Alnus viridis* (ontano verde) si accompagna al *Pinus montana* (pino montano) nella forma policormica prostrata e più raramente nella forma arborea monocorma a portamento eretto.

Alle associazioni di *Picea* e *Larix* nella zona sub alpina presa in esame si attribuiscono tutti i caratteri specifici della fitozona.

Nel bacino del Torreggio si riscontra che le aree aperte costituite dai prati pascoli, allo stato di dimensioni poco rilevanti, sono interessate da fenomeni di rimboschimento naturale per effetto dell'avanzamento del bosco quale conseguenza del fenomeno connesso al disuso delle pratiche agricole (fienagione) in quanto non più economicamente sostenibili.

Situazione differenziata è invece ascrivibile alle aree aperte dei pascoli delle quote più elevate, ambiti compresi tra la quota altimetrica di 1'700 fino a 2'300 m s.m.), ovvero comparti prativi di buona giacitura e con pregevole composizione floristica che per motivi diversi conservano le loro connotazioni e la loro capacità produttiva.

L'analisi della composizione vegetazionale dell'area si completa con il riconoscimento alle quote superiori (oltre i 2'300 m s.m.) delle specie tipiche (arbustive ed erbacee) dell'orizzonte alpino, intervallate da emergenze rocciose o aree perennemente coperte dalla coltre nevosa e dal ghiaccio.

Una valutazione più puntuale e di maggior dettaglio, finalizzata al riconoscimento della copertura vegetale nell'area interessata alle necessarie valutazioni, consente di rilevare due zone distinte.

Zona orografica sinistra del torrente, esposta alle radiazioni, assolata, calda dove si è manifestato l'evento franoso denominato 'frana B'.

In tale comparto, nella composizione vegetazionale che si presenta, sono stati rilevati: alle quote più basse, tra 900÷1'000 m s.m., la presenza di *Tilia cordata*, *Castanea sativa* che formano il raggruppamento ecologico del Castagneto-Tiglieto con varianti in alcuni comparti verso il Corylo-Tiglieto o verso il raggruppamento a *Fraxinus excelsior* (frassino maggiore) ed *Alnus incana* (ontano bianco) nei comparti più freschi; nelle zone allocate alle quote più elevate, si riscontrano gli alpeggi ed ampie aree di paleofrane dove il bosco ha

tentato e, per certi versi realizzato, la colonizzazione delle aree resesi o rimaste disponibili.

La composizione fitosociologica della copertura risulta identificata dalla presenza di differenti specie tra le quali si annovera: *Prunus avium*, *Alnus incana*, *Alnus viridis*, *Fraxinus excelsior*, specie queste amanti di luoghi freschi ed umidi, a cui si associano *Betulla*, *Larix decidua* e *Salix caprea* più vocati a stabilizzarsi su substrati siccitosi e frugali.

Tale significativa variabilità risulta giustificata dalla presenza nel substrato sottosuperficiale di lenti localizzate che trattengono acqua a disposizione degli apparati radicali fittonanti e profondi dando quindi la possibilità di aumentare la variabilità biologica e consentendo sia l'affermazione di specie rustiche e pioniere che di specie più esigenti.

Nei pressi delle aree aperte dedicate all'alpeggio si riscontra la presenza di *Rubus idaeus*, *Urtica dioica*, insieme a specie nitrofile per effetto della concentrazione in sito di deiezioni animali; le aree pascolive propongono la presenza di specie graminacee, mentre dove l'utilizzo è scemato si propone la colonizzazione da parte di specie arbustive come il *Corylus avellana*, *Berberis vulgaris*, *Rosa* spp. e più raramente *Juniperus*.

Le aree pascolive in abbandono manifestano i segni del degrado così come la mancata utilizzazione del bosco rivela la opportunità/necessità di verificare il carico sopportabile dei terreni e quindi sottoporre tali comparti ad operazioni silvocolturali.

Valutazioni dei caratteri vegetazionali delle sponde nelle zone immediatamente adiacenti all'alveo del torrente e già sottoposte, per motivi diversi, all'azione antropica rivela abbondante presenza di *Buddleia davidi*, specie invasiva che insieme alla *Robinia* e a qualche presenza di *Ailanthus* concorrono a promuovere azioni di deprezzamento della componente floristica autoctona e di maggior pregio quand'anche tali specie, per effetto della loro aggressività, siano ben adatte a rinverdire superfici con difficili connotazioni pedologiche.

Zona orografica destra, più umida, fresca ed ombrosa; a sua volta tale comparto può essere convenientemente suddiviso nelle zone interessate dai fenomeni franosi distinti in A e C ed il comparto apparentemente stabile.

In tale comparto si riscontrano le manifestazioni della tormentata orografia; in tale comparto non vi è presenza di vegetazione fatta eccezione per un nucleo boschivo in precario apparente equilibrio costituito da Larix e Betulla.

In un comparto con tali caratteristiche (manifesta instabilità) l'insediamento delle forme vegetali si rivela improbabile fatta eccezione di alcune aree marginali alle piste di servizio dove si è insediata una vegetazione rustica costituita da Salix caprea, Tussilago farfara, Verbascum spp., Buddleia, Salix, fraxinus e rado novellame di Larix e Picea da disseminazione naturale.

Si riscontra, nei comparti alle quote oltre i movimenti franosi, la presenza della Pecceta nelle zone con substrato più profondo e del Lariceto nelle zone più aride e meno fertili.

Per quanto riguarda la fauna, non ci sono rilievi di dettaglio relativi alla Valtorreggio, pertanto si considerano valide le analisi effettuate per l'area vasta della Valmalenco. Si precisa che la conservazione della fauna implica interventi indiretti per il mantenimento o il ripristino delle condizioni di naturalità degli ambienti, come la ricostruzione di habitat degradati che possano avere una valenza potenziale per il rifugio e il reperimento di risorse trofiche. Gli interventi in progetto consentono un recupero ambientale esteso dell'area, con conseguente miglioramento della situazione degli habitat e degli ecosistemi. In fase di cantiere si potrà avere un temporaneo disturbo alla fauna attualmente presente in loco. Si potranno prevedere opere di mitigazione, quali reti per evitare l'ingresso degli animali nelle aree ove sono in atto le lavorazioni e/o formazione di corsie per il raggiungimento dell'acqua in zone lontane dalle lavorazioni anche nei momenti in cui sono previste le sistemazioni d'alveo. Il cronoprogramma dei lavori prevederà le lavorazioni più disturbanti, quali il trasporto con elicottero, in periodi (stagionali o momenti della giornata) in cui potrà essere minimo il disturbo arrecato.

Si sottolinea, tuttavia, che i lavori in oggetto sono concentrati nella parte mediana del bacino del Torreggio, mentre non viene arrecato alcun disturbo alla parte alta del bacino stesso, ove la fauna presente potrà trovare temporaneo rifugio durante le lavorazioni più impattanti.

SINTESI: FLORA, FAUNA, VEGETAZIONE

Le principali condizioni di alterazione potenzialmente riconducibili alla realizzazione del progetto sono da ascrivere all'uso di macchine da cantiere e di elicotteri e ai lavori di sistemazione dell'alveo e dei versanti. Il ricettore più sensibile è la fauna.

Le condizioni attuali indicano impatti positivi nei confronti di questa componente, con incentivi al recupero ambientale e alla ricostituzione degli habitat naturali ora danneggiati e degradati. Sono descritte attività di mitigazione.

C-2.8. SUOLO

Obiettivo di questa parte dello studio è quello di valutare la qualità del suolo prima e dopo la realizzazione del progetto ed individuare l'eventuale degrado dovuto alla realizzazione dell'intervento sia ad opera completa che durante la fase di realizzazione.

In genere, per individuare le caratteristiche intrinseche del suolo nel sito o nei siti di intervento (nel caso di più opzioni) viene svolta un'indagine pedologica. Tale indagine definisce per classi la qualità del terreno in relazione alla potenzialità d'uso agricolo dello stesso.

Nel caso in esame, data la particolarità dell'intervento, si è ritenuto di effettuare principalmente delle verifiche di alcune caratteristiche morfologiche e di uso reale dell'area di indagine per effetti di lungo termine. Non si sono riscontrate necessità di indagine, dato il carattere puntuale di intervento di indagine sui siti terminale e di zona nicchia D e frane C ed E.

L'area d'indagine è stata delimitata nel modo seguente:

- zona A - che comprende il versante destro dell'ambito centrale.
- zona B - che comprende il versante sinistro dell'ambito centrale.

Per quanto riguarda la zona A il sito è caratterizzato da un versante spezzato su due livelli: il primo scosceso dalla nicchia a quota 1'200 m s.m. circa ed il secondo da tale quota al fondo alveo. Si estende per circa 40 ettari ed è intercluso fra il torrente Arcogiasco a ovest e la bassa valle stabile a est.

Per le caratteristiche intrinseche (stato di erosione, pendenza, esposizione, ecc.)

il sito non risulta potenzialmente idoneo ad uno sfruttamento agricolo e nel passato non risulta che si siano insediate attività di tale genere nemmeno prima dell'insorgere dei movimenti. D'altra parte tutto il versante sinistro della Val Torreggio, per l'esposizione solare, risulta caratterizzato da un ambiente più umido ed adatto allo sviluppo di bosco.

Le opere in progetto, tuttavia, pur portando al solo consolidamento della zona terminale del versante, possono indurre su tali zone un impatto positivo correlato alla colonizzazione del versante come rilevato dalle foto risalenti al pre-'87. Non si prevedono, data la morfologia di monte, ulteriori sviluppi a breve termine.

Nella zona B il sito destinato dell'ex-cava risulta allo stato attuale in forte degrado. L'area è infatti, a seguito della mancata esecuzione di opere di recupero, compromessa dal punto di vista idrogeologico ed ambientale.

Il Piano di Trasformazione, da considerarsi parte complementare del progetto in esame ed attivabile con la collaborazione di Enti locali su orizzonte temporale non breve, prevede:

- realizzazione di terrazzamenti per la riqualifica del paesaggio e l'impianto di essenze;
- asportazione di massi pericolanti;
- sistemazione a scarpata naturale del terreno esistente tra i piazzali con riduzione dell'impatto visivo degli stessi;
- sistemazione e ripristino del deflusso acque;
- impianto di vegetazione e pascolo;
- allontanamento dei rifiuti (inerti) scaricati negli anni.

Da quanto esposto, appare evidente che per il sito della ex-cava e delle zone di cantiere in genere la qualità dell'ambito (incluso quindi la qualità del suolo) verrà sicuramente migliorata a conclusione degli interventi di bonifica, inducendo in tal modo un impatto positivo (si veda la Figura C-8).

Dove sono previsti tracciamenti occorrerà porre attenzione particolare alla fase di esecuzione delle opere e dell'installazione delle aree di cantiere; l'impatto prevedibile ha comunque carattere temporaneo e reversibile.

Concludendo, le interferenze sul suolo dovute alla realizzazione del progetto

sono da ritenersi basse ed addirittura positive per gli interventi previsti nell'area dell'ex-cava a medio termine con tuttavia ambiti sperimentali di recupero immediato. In tale capitolo è inserito il recupero della zona sopra Masoni ove è prevista la rimozione dello strato superficiale di massi ciclopici (da utilizzare per scogliera) ed il ripristino di terreno naturale. Nell'area liberata dal pietrame di grossa pezzatura (cintura tra Masoni e Masoni Corlati) si darà immediatamente corso ai lavori di insediamento e sviluppo della vegetazione e di regimazione delle acque superficiali. L'esperimento in oggetto, limitato ad un'area circoscritta, potrà dare buoni indicatori per il ripristino graduale della zona di cava.

SINTESI: SUOLO

Le interrelazioni tra opera e suolo sono ritenute non influenti sia per la limitatezza superficiale delle opere sia per le condizioni dei terreni (versanti degradati, ex-cave, terreni di riporto in prossimità del corso del torrente). Sono previste interrelazioni positive con le opere complementari di recupero.

C-2.9. PAESAGGIO

Il progetto ha come scopo principale quello di una riqualificazione generale della valle, a livello di rischio, a partire dalla sistemazione idraulica del Torreggio, integrata da interventi di tipo bioingegneristico e forestale che permetteranno di restituire condizioni di sicurezza tali da ridurre i gradi di rischio cui potrebbero essere sottoposte cose e persone, ma anche di garantire, nonostante l'alterazione naturale e umana, standard paesaggistici di qualità.

Come già descritto in precedenza, la valle sconvolta dalle frane del luglio 1987 che hanno modificato l'alveo del torrente Torreggio, è idealmente suddivisa in zone morfologicamente diverse: una prima zona è quella intorno alla prima sistemazione idraulica del torrente composta dalle briglie che partono dalla confluenza del Torreggio con il fiume Mallero, nei pressi del Comune Torre S.Maria, a 760 m s.m; una seconda zona, fino a quota 1'200 m s.m. circa, corrisponde al versante orografico destro della valle, rispetto al Torreggio, interessata dalla frana "A" molto estesa, dal piccolo affluente Arcogliasco, e da

altri due smottamenti (frane “C” “D”); una terza zona si sviluppa sul versante opposto, ed è interessata anch'essa da un sistema franoso molto esteso ma a minor grado di rischio, da una cava di prestito costruita in occasione dei lavori di sistemazione dell'alveo a valle, oggi non utilizzata, dalla frazione Ciappanico, separata dalla frana da alcuni alpeggi più a nord del torrente; la parte alta della valle, da 1'200 m s.m. è caratterizzata, invece, da un territorio scosceso e tipicamente alpino, chiuso dal massiccio del Monte Disgrazia.

Per quanto riguarda la prima zona, quella interessata dalla sistemazione idraulica del '88/94 nei pressi di Torre di S.Maria, il progetto non prevede di modificare l'intervento realizzato.

Le scelte tecniche, per la cui spiegazione si rimanda alla relativa relazione e ai capitoli precedenti, si incontrano con le scelte ambientali, anche se le briglie e soprattutto la briglia selettiva hanno un impatto visivo sul paesaggio locale. È inutile sottolineare quanto, in un caso come quello della valle del Torreggio, la scelta tecnica sia preminente sul resto, ma anche nell'ipotesi di demolire totalmente o parzialmente quanto già realizzato, nascerebbero non poche problematiche di carattere ambientale, quali lo sconvolgimento della flora e della fauna ittica, lo sconvolgimento dell'ambiente a ridosso del Comune, l'inquinamento acustico e ambientale durante il nuovo cantiere, la distruzione di quanto la natura in questi dieci anni ha costruito intorno ai nuovi argini.

Tutto ciò significherebbe che ancora per molti anni quest'area sfortunata non potrebbe godere di alcuna tranquillità, nemmeno nella parte già interessata dai lavori svolti nel '90

Figura C-1 – Veduta panoramica dell'asta del Torreggio (tra quota 775 m s.m. e quota 845 m s.m.) già sottoposta ad opere di regimazione idraulica e suscettibile di interventi di sistemazione paesistica



Figura C-2 – Veduta panoramica dell'asta del Torreggio (tra quota 775 m s.m. e quota 845 m s.m.) già sottoposta ad opere di regimazione idraulica e suscettibile di interventi di sistemazione paesistica. Particolare dei terrazzamenti realizzati in fregio all'asta del torrente.



Un eventuale progetto di mitigazione sulle briglie potrebbe essere costituito dall'inserimento delle talee a lato, così da ammorbidire il loro impatto regolare a balze, rinsaldare ulteriormente gli argini e permettere un'omogeneizzazione con l'ambiente circostante, interessato da un naturale imboscimento che può essere ulteriormente ampliato per rafforzare i piedi della vallata e delimitare la viabilità di servizio.

In generale, dunque, per quest'area, il progetto ambientale tiene conto dell'opera esistente e semplicemente la mitiga con accorgimenti di bioingegneria, che diventano un tutt'uno con la naturale irregolarità della vegetazione.

Figura C-3 – Veduta panoramica dell'asta del Torreggio (tra quota 775 m s.m. e quota 845 m s.m.) già sottoposta ad opere di regimazione idraulica e suscettibile di interventi di sistemazione paesistica. Particolare delle briglie e tentativo di armonizzazione della morfologia con l'intorno naturaliforme.



Per quanto riguarda la scelta di sistemazione idraulica del Torreggio dopo la 25^a briglia, essa non prevede opere idrauliche morfologicamente imponenti. Anzi, l'idea di stabilizzare l'alveo attraverso un rivestimento in prevalenza

poso al di sotto del fondo alveo comporta un normale impatto relativo ai lavori di cantiere e al conseguente sconvolgimento floro-faunistico, peraltro risolvibili in tempi piuttosto rapidi in quanto l'opera non modifica l'assetto originario dell'alveo e le prime piogge e i primi conseguenti trasporti di materiali di vario tipo restituiranno l'immagine cui tradizionalmente sono abituate le popolazioni locali, eliminando anche il disturbo visivo in fase di magra.

Figura C-4 – Veduta panoramica dell'ambito oltre quota 1'000 m s.m. e versante orografico destro. Il comparto è stato già interessato da interventi di configurazione morfologica e conferma in sito del materiale terrigeno. La stesura delle reti metalliche si è rivelata inefficace e inefficiente.



Gli argini saranno consolidati da scogliere di massi ciclopici che potranno integrarsi all'ambiente naturale con gli innesti di talee o più semplicemente, come si dovrà verificare in sede di progettazione definitiva, con arbusti che, in modo disomogeneo, le coprono e ne spezzano l'innaturale regolarità.

Il drenaggio profondo dei versanti si unisce ad un intervento di bioingegneria di rilievo che innanzitutto stabilizza le frane, ma permette anche un graduale rimboschimento.

In particolare il versante destro del Torreggio, interessato dalla frana "A", ancora a rischio, dopo una rimozione di materiale franoso e instabile di tipo

superficiale, trarrà vantaggio, oltre che dal drenaggio, dall'opera di fascinata ovvero dalla posa di fascine di ramaglia di specie con elevata capacità vegetativa (salici, pioppi, ecc.), fissate da paletti di legno (verdi e morti) perlopiù interrati su cui si sostiene l'inerbimento.

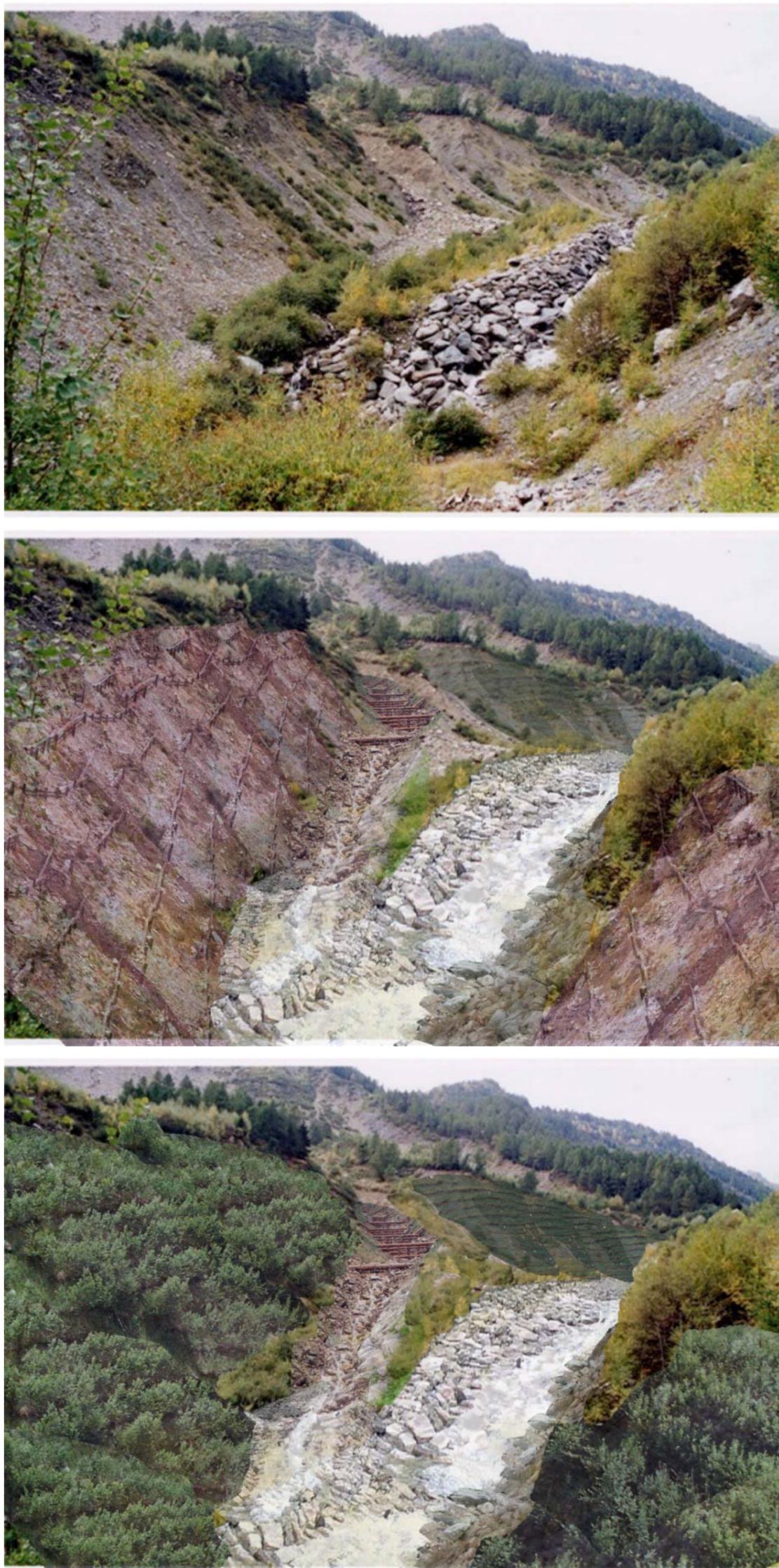
Tale intervento, il cui scopo generale è quello di ricoprire nel tempo la zona bassa della frana da elementi boschivi che contribuiscano anche al consolidamento di tutto il versante, è già di per sé un'opera dal carattere ambientale che, come detto, cerca di risolvere le problematiche idrogeologiche e al tempo stesso permette una mitigazione, in questo caso, del disastro naturale della frana. L'impatto risulta pertanto essere molto basso, soprattutto dal punto di vista visivo ed è principalmente legato alla crescita vegetativa.

Figura C-5 – Veduta panoramica del corpo principale della frana A. Sono visibili le zone di erosione.



Maggiormente visibile sarà l'opera idraulica di regimazione dei canali di scolo laterali alla frana che saranno interessati da briglie di piccole dimensioni, realizzate con tronchi di legno che bene si armonizzano con l'ambiente alpino. Nella seguente Figura C-6 sono confrontate, relativamente al versante destro in corrispondenza della zona di frana A, la situazione attuale e quella di progetto.

Figura C-6 - Zona frana A. Confronto tra la situazione attuale e quella di progetto (a completamento dei lavori e dopo qualche anno)



Il recupero del versante, molto difficile per la sua naturale propensione all'erosione (sono presenti infatti anche altri due episodi franosi, le frane "C" e "D" più a monte e di minore entità), può trovare, nella sommatoria degli interventi sopra descritti, un ottimo supporto al consolidamento e un ottimo recupero della qualità ambientale.

Analogamente si opererà nel versante opposto, dove il terreno franoso e di maggiore estensione, ma a minore tasso di rischio, è però complicato da diversi fenomeni di antropizzazione.

Figura C-7 – Zona frana B. Area già interessata da modellazione e suscettibile di interventi di riconfigurazione e recupero paesistico



Il primo riguarda il piccolo nucleo abitativo di Braccia e Ciappanico, frazione di Torre S.Maria. Tale abitato è ubicato vicino alla cava di prestito, seconda forma di antropizzazione, e a ridosso della frana "B" che lo separa dagli alpeggi più a monte, terza antropizzazione. Una mulattiera in pietrame locale, poi affiancata dalla viabilità della cava, costituiva l'unico collegamento tra Ciappanico e questi alpeggi, prima della grande alluvione.

Per l'analisi di impatto ambientale di questo versante è necessario tenere conto di tali antropizzazioni che spingono a trovare soluzioni anche paesaggistiche

proprie. In tal senso, oltre a verificare, come nell'altro versante, la positività degli interventi idraulici e bioingegneristici sulle problematiche idrogeologiche, bisogna suggerire il recupero della cava di prestito, integrandolo in un disegno di più ampio respiro.

Considerando anche le disposizioni del Piano Regolatore Generale del Comune di Torre S.Maria che destina l'area a funzione agricola, si propone un recupero forestale e agronomico dei terreni della cava quanto di quelli circostanti a forte pendenza, attraverso la formazione di terrazzamenti, al fine di ridurre tale pendenza e la velocità di scorrimento dell'acqua, permettendo conseguentemente alle piante un'ottimale radicazione. In questo modo, riuscendo a raccordare la cava con le aree limitrofe si potrà ottenere un ambiente più omogeneo e morfologicamente più armonico con il carattere alpino, restituendo agli abitanti un aspetto della valle più simile alla tradizione. I terrazzamenti, scenario non infrequente in Valtellina, saranno realizzati grazie alla predisposizione di muretti a secco a sostegno della porzione a monte e saranno di materiale lapideo locale, di un'altezza tale da non accentuare troppo la pendenza del terreno e nello stesso tempo da non essere troppo visibili. Inoltre dovranno tenere conto del recupero della mulattiera che conduce agli alpeggi e che verrà rivalutata in modo da costituire un agevole, ma gradevole percorso locale, anche ricreativo.

Nella seguente Figura C-8 sono confrontate, relativamente al versante sinistro in corrispondenza della zona di frana B, la situazione attuale e quella di progetto.

Figura C-8 – Versante sinistro orografico, zona frana B. Confronto tra la situazione attuale, quella di progetto I lotto e quella a completamento degli interventi di II lotto.



La mitigazione di tali terrazzamenti passerà attraverso l'iniziale inerbimento dei terreni cui conseguirà una sistemazione forestale. I muretti a secco potranno essere integrati all'ambiente attraverso talee o a cespugliamenti che con il tempo tenderanno a ricoprirli in modo casuale. La scelta dei tipi di arbusti verrà effettuata in accordo con il forestale, in sede di progetto definitivo e non prima di aver verificato la composizione chimica del terreno, perché lo scopo principale deve restare quello del recupero idrogeologico, favorito, come detto, da un solido radicamento delle piante.

Sia il versante destro che quello sinistro così recuperati e riqualificati si integreranno in modo armonico con il contesto originario della valle, restituendole una vocazione alpina, altrimenti lacerata dagli episodi franosi.

SINTESI: PAESAGGIO

Le interazioni tra progetto e paesaggio sono positive in quanto le nuove opere non introducono elementi di impatto ed anzi tendono a mitigare l'esistente, specie in corrispondenza della zona centrale, vera ferita paesaggistica della zona.

C-2.10. COLTURE AGRARIE E ZOOTECNIA

Scopo di tale comparto è l'individuazione di eventuali fattori di disturbo originati dall'opera (o assenza degli stessi) durante la fase di realizzazione e gestione del bacino:

- sull'attività agricola e forestale
- sulla zootecnia e pastorizia
- eventuali effetti inquinanti sulle colture agrarie ed erbacee e sulle attività di zootecnia e pastorizia.

L'area di indagine è costituita per buona parte da ambiti montani in cui non sono presenti attività agricole significative mentre sono presenti stagionalmente attività di zootecnia collegate all'alpeggio estivo nella zona Alpe Son (nicchie D e versante E di Acquabianca).

Si riscontra dall'indagine storica una diffusa presenza di terreni costituita da piccoli appezzamenti che formavano presumibilmente una zona a pascolo tra Ciappanico e Masoni Corlatti.

Nell'area centrale del bacino l'attività di conduzione del pascolo è stata abbandonata da diversi decenni e sono rileggibili i segni dei terrazzamenti nei quali si diffonde la vegetazione naturale.

Sia sul versante A che nell'area a ex-cava non vi è utilizzazione agricola e nelle aree immediatamente limitrofe le colture sono state abbandonate da molti anni.

Le interferenze su questo comparto, anche in relazione alle considerazioni ed ai pareri attinenti le interferenze opera-ambiente del comparto suolo e del comparto vegetazione, flora e fauna, devono ritenersi non influenti.

Questo dato è avvalorato non solo dall'attuale situazione dell'agricoltura in questo ambito, ma anche dal fatto che il progetto comunque interessa una limitatissima porzione di terreni.

SINTESI: COLTURE AGRARIE E ZOOTECNIA

Nelle aree direttamente interessate dalle opere principali non vi sono presenti attività zootecniche e l'agricoltura è limitata a parte dei terreni a pascolo presso la zona nicchia D e versante E Acquabianca. In relazione a questa condizione e alla mancanza di effetti indiretti non sussistono interrelazioni negative tra le opere e le colture agrarie e zootecnia a meno dell'interferenza con i passaggi del bestiame al pascolo nella stagione estiva verso gli alpeggi per cui sono previsti tracciati alternativi.

C-2.11. TOSSICOLOGIA AMBIENTALE (SALUTE PUBBLICA)

La verifica di tale comparto ha lo scopo di individuare eventuali fattori di rischio tossicologico per l'uomo ed effetti tossici significativi dell'opera sull'ecosistema relativamente alla costruzione.

La verifica dei rischi tossicologici è stata basata sulle risultanze che provengono dagli altri comparti ambientali.

In via preliminare è stato considerato innanzi tutto il quadro territoriale individuando quali fossero le aree interessate dall'opera e la popolazione potenzialmente interessata dalle attività inerenti la realizzazione delle stesse.

È stato inoltre verificato che nel progetto siano state previste tutte le misure tecniche necessarie per garantire realizzazione in sicurezza, secondo quanto prescritto dalle norme.

Entrando nel merito si è osservato che:

- per quanto riguarda le emissioni in atmosfera le problematiche maggiori sono date dalle polveri sollevate dai mezzi d'opera. Tuttavia la movimentazione è situata in zone e implica quantitativi tali da garantire che il tutto rientri entro i limiti di soglia e senza alcun rischio per la salute;
- per quanto attiene l'inquinamento acustico, il rumore generato dal cantiere non provoca disturbi tali da essere rischiosi per la salute pubblica;
- per quanto attiene rischi di inquinamento delle acque sotterranee e superficiali la realizzazione prevede cautele (es. vasca di decantazione) tali escludere rischi per la salute;
- in ultimo si deve sottolineare, anche se forse risulta ovvio, che la realizzazione delle opere ha quale obiettivo primario quello di eliminare i rischi derivanti da eventi alluvionali estremi.

Rischi sulla salute pubblica possono derivare solo da malfunzionamenti dell'opera o da incidenti rilevanti.

SINTESI: TOSSICOLOGIA AMBIENTALE (SALUTE PUBBLICA)

Le brevi annotazioni relative a questo comparto esplicitano in modo semplice e chiaro che l'intervento in esame non provoca impatti negativi per la salute pubblica, anzi la sua realizzazione è indifferibile al fine di garantire il recupero e la salvaguardia dell'ambiente vallivo. Si deve pertanto sottolineare che l'impatto è solo positivo.

C-2.12. ASPETTI SOCIO-ECONOMICI

La valutazione dell'impatto socio-economico quantifica la ricaduta economica ed occupazionale.

La realizzazione delle opere ha in fase esecutiva una ricaduta positiva, anche se temporanea per quanto attiene l'occupazione sia per la fase di costruzione sia per la fase di gestione d'ufficio del cantiere.

Nella fase di gestione delle opere l'impatto occupazionale sarà, oltre che positivo, stabile essendo scarsamente fluttuante il personale addetto alla manutenzione di boschi, versanti e quant'altro specie in un quadro di accordo

tra Enti per la riqualifica ambientale. Molto più rilevante risulta l'impatto di carattere sociale dell'opera in quanto la sua realizzazione comporterà un miglioramento qualitativo dell'ambiente vallivo con sicuri e consistenti effetti positivi sulle potenzialità e qualità turistiche e fruizionali dell'area sia da parte di esterni sia da parte di proprietari di alpeggi.

SINTESI: ASPETTI SOCIO-ECONOMICI

L'opera, oltre a un indotto occupazionale in fase di costruzione e gestione, migliorando la qualità dell'esposizione al rischio implicherà un consistente effetto positivo sulle potenzialità turistiche e fruizionali della zona.

C-2.13. RISCHI DI INCIDENTI RILEVANTI

L'opera è stata progettata oltre che per dare un sensibile riscontro di aumento di sicurezza dei luoghi, anche nel pieno rispetto delle misure di sicurezza.

Inoltre il successivo progetto esecutivo sarà accompagnato, come da Legge n.494/96, dal Piano di sicurezza e di coordinamento secondo i contenuti e le caratteristiche di cui all'art. 12 del D. Lgs 494/96.

È comunque da osservare che la stessa funzione delle opere riduce di molto la possibilità di incidenti rilevanti; in ogni caso nella progettazione sono state tenute in considerazione le interazioni che possono avvenire tra i diversi tratti sistemati (alveo e versanti) ponendo in essere le soluzioni progettuali che garantiscono il contenimento del rischio anche in caso di collasso di una o più parti dei versanti o delle opere. Inoltre è da ricordare che il bacino è dotato di apparecchi automatici di monitoraggio atti a tener conto di ogni possibile situazione di allarme, mediante allerta del personale addetto e contemporanea attivazione delle procedure di protezione civile.

Le opere in progetto sono quindi in condizioni di sicurezza, sia reciprocamente sia rispetto alle infrastrutture e all'ambiente circostanti.

Merita peraltro una riflessione separata ed approfondita l'area superiore del versante A per la più volte richiamata presenza di masse instabili che possono collassare. Si è già segnalato in precedenza che il Progetto non prevede la bonifica e l'intervento in tale zone ritenendo il rischio per le opere ed il

fondovalle non elevato e comunque le possibili opere ingegneristiche scarsamente efficaci nei confronti di tali eventi.

Consegue a tali decisioni che il versante A non dovrà essere reso accessibile e pertanto verranno posti in essere i sistemi di vincolo previsti dalla normativa vigente (legge 267/98) anche nei confronti di fruizioni temporanee. Tale vincolo di accesso è facilitato dal fatto che l'intera area appartiene al demanio comunale di Torre S.Maria e pertanto non impone pregiudizi verso privati.

SINTESI: RISCHI DI INCIDENTI RILEVANTI

I rischi connessi al contesto sono stati considerati all'interno del progetto nell'apposita relazione del progetto definitivo (A.02.01 Analisi interventi e rischi).

Si segnala inoltre che è attivo il sistema di monitoraggio regionale deputato a procedure di allerta in caso di raggiungimento di soglie di pericolo.

C-3. STIMA DEGLI IMPATTI

Sulla base dei dati conoscitivi raccolti è stato possibile individuare le interazioni opera-ambiente che la realizzazione degli interventi previsti nel progetto e descritti nei capitoli precedenti induce su ogni comparto ambientale del territorio di indagine e quindi fornire una stima dell'impatto generale inteso in termini negativi e positivi e una valutazione complessiva dell'inserimento di tali opere nell'ambito territoriale di studio.

Tale valutazione è di carattere prettamente qualitativo e parte da alcune considerazioni di fondo:

- l'ipotesi di valutazione non può ritrovare riscontri in termini assoluti, in quanto fa riferimento esclusivamente allo specifico territorio ed alle specifiche opere considerate e potrebbe essere rapportato esclusivamente con opere analoghe ed in ambienti analizzati con i medesimi strumenti e gli stessi parametri;
- tale parte dello studio affianca e completa la parte precedente più descrittiva ed è propedeutica per indirizzare ed individuare prescrizioni relative alle opere di mitigazione e compensazione ambientale da effettuare in fase esecutiva in maniera dettagliata.

L'analisi dell'effettiva esistenza e consistenza dell'impatto è stata eseguita rapportando il potenziale alla situazione reale evidenziando la specificità di due variabili fondamentali:

- la componente progettuale;
- la componente localizzativa.

La componente localizzativa è stata valutata verificando l'esistenza di aree o soggetti sensibili e/o vulnerabili contestualizzati alle tipologie specifiche dell'opera.

A titolo di esempio si consideri che, date le modalità esecutive degli scavi, la produzione di polveri è un impatto normalmente atteso. Ovviamente l'incidenza reale di tale impatto dipende dalla natura e dalla sensibilità dei luoghi (presenza di ricettori, condizioni meteo sfavorevoli), dalle effettive caratteristiche del progetto che potrebbero, ad esempio, prevedere misure

tecniche in grado di attenuare o eliminare il problema.

Se le condizioni ambientali e progettuali risultassero entrambe molto favorevoli la reale incidenza dell'impatto potenziale individuato nella matrice verrebbe quindi ridimensionato, se non annullato.

Operativamente il riconoscimento dell'eventuale passaggio da una situazione di impatto potenziale ad una situazione di impatto reale avviene mediante la creazione di una "scheda di impatto" nella quale per ognuna delle interazioni definite nella matrice viene:

- individuato il fattore causale "responsabile" dell'impatto;
- individuata la componente ambientale "bersaglio" dell'azione;
- descritto l'impatto "teorico";
- descritti i condizionamenti ambientali in termini di sensibilità e/o vulnerabilità specifica rispetto al fattore causale; descritti i condizionamenti progettuali ovvero quegli elementi del progetto che qualificano il fattore causale in termini di effettiva capacità di innesco dell'impatto potenziale individuato.

Relativamente alla "stima dell'impatto" essa è basata sulla considerazione contestuale della "qualità" dei condizionamenti ambientali e progettuali in ordine alla capacità di favorire o meno l'innesco del fenomeno potenziale secondo una graduatoria di incidenza ("poco favorevole", "molto favorevole", etc.).

A ciascun giudizio è stato associato un valore numerico, per oggettivare i giudizi:

- Molto favorevole = 0;
- Favorevole = 10;
- Mediamente favorevole = 20;
- Sfavorevole = 30;
- Molto sfavorevole = 40.

In funzione della combinazione fra questi due parametri è possibile definire un giudizio sull'impatto teorico passando da una situazione di impatto "nullo o trascurabile" a "molto elevato". Il primo caso si riferisce a situazioni in cui sia le condizioni ambientali, che quelle progettuali risultano molto favorevoli,

mentre il secondo riguarda il caso contrario.

Le situazioni intermedie (combinazione di due soluzioni estreme, corrispondente alla media dei due valori estremi) sono riepilogate nella tabella che segue.

	Molto fav. 0	Favorevole 10	Med. fav. 20	Sfavorevole 30	Molto sfav. 40
Molto favor. 0	Nulla/trascur 0	Trascurabile 5	Molto basso 10	Basso 15	Medio 20
Favorevole 10	Trascurabile 5	Molto basso 10	Basso 15	Medio 20	Alto 25
Mediam. fav. 20	Molto basso 10	Basso 15	Medio 20	Alto 25	Alto 30
Sfavorevole 30	Basso 15	Medio 20	Alto 25	Alto 30	Molto alto 35
Molto sfav. 40	Medio 20	Alto 25	Alto 30	Molto alto 35	Molto alto 40

C-4. CHECK LISTI DEGLI IMPATTI

Elenco dei fattori causali:

- a. Movimenti di terra e modellamenti morfologici;
- b. Utilizzo di macchine di cantiere;
- c. Trasporto materiali da costruzione;
- d. Funzionamento macchine e impianti;
- e. Opere di sistemazione dell'alveo;
- f. Formazione di drenaggi e regimazione acque sotterranee;
- g. Formazione e mantenimento piste di manutenzione.

Tabella C-1 – Check list degli impatti

COMPONENTE AMBIENTALE		FATTORE CAUSALE		IMPATTO POTENZIALE	N.
ATMOSFERA (aria)					
A	Inquinamento atmosferico	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Verranno provocati significativi fenomeni di sollevamento di polveri a causa delle operazioni di movimento terra nella fase di costruzione?	1
		b	Utilizzo di macchine di cantiere	Aumenteranno significativamente, in relazione alla presenza di ricettori, le immissioni locali di gas di scarico e particolato a causa della movimentazione di mezzi nella fase di costruzione?	2
		c	Trasporto materiali da costruzione	Aumenteranno significativamente, in relazione alla presenza di ricettori, le immissioni di gas di scarico e particolato lungo le arterie di collegamento alle aree di cantiere a causa dell'aumento di flussi di traffico nella fase di costruzione?	3
		d	Funzionamento macchine e impianti	Aumenteranno significativamente, in relazione alla presenza di ricettori, le immissioni di gas di scarico e particolato da parte di motori a benzina o diesel di macchine e impianti (tritinatori, macchine per cemento, ecc.) nella fase di costruzione?	4
RUMORE E VIBRAZIONI					
B	Rumore	b	Utilizzo di macchine di cantiere	Aumenteranno significativamente, in relazione alla presenza di ricettori, le immissioni locali di rumore a causa della movimentazione di mezzi nella fase di costruzione?	5
		c	Trasporto materiali da costruzione	Aumenteranno significativamente, in relazione alla presenza di ricettori, le immissioni di rumore lungo le arterie di collegamento alle aree di cantiere a causa dell'aumento di flussi di	6

COMPONENTE AMBIENTALE		FATTORE CAUSALE		IMPATTO POTENZIALE	N.
				traffico nella fase di costruzione?	
		d	Funzionamento macchine e impianti	Aumenteranno significativamente, in relazione alla presenza di ricettori, le immissioni locali di rumore di macchine e impianti (trituratorie, macchine per cemento, ecc.) nella fase di costruzione?	7
AMBIENTE IDRICO (idrologia e idrogeologia)					
C	Idrologia superficiale (aspetti idraulici)	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Le modifiche morfologiche necessarie per le sistemazioni di progetto interesseranno significativamente corpi d'acqua superficiali?	8
		b	Utilizzo di macchine di cantiere	La movimentazione di mezzi e materiali nella fase di costruzione potrà provocare effetti significativi sul sistema di drenaggio superficiale?	9
D	Idrologia superficiale (qualità delle acque)	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	I movimenti di terra nella fase di realizzazione produrranno significative modificazioni sul trasporto solido?	10
		b	Utilizzo di macchine di cantiere	Si possono verificare inquinamento delle acque superficiali a causa della movimentazione dei mezzi e materiali nella fase di costruzione?	11
		e	Opere di sistemazione dell'alveo	Le opere di sistemazione dell'alveo produrranno significative modificazioni sul trasporto solido?	12
E	Idrologia sotterranea (aspetti idraulici)	f	Formazione di drenaggi e regimazione acque sotterranee	Le modifiche indotte durante e dopo la realizzazione delle opere di progetto produrranno significative modificazioni sulle falde sotterranee della valle?	13
F	Idrologia sotterranea (qualità delle acque)	f	Formazione di drenaggi e regimazione acque sotterranee	Le modifiche indotte durante e dopo la realizzazione delle opere di progetto potranno produrre fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee?	14
SUOLO E SOTTOSUOLO (suolo, geologia)					
G	Morfologia	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Verranno prodotte variazioni significative delle condizioni morfologiche originarie?	15
H	Stabilità ed erosione	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Verranno modificate le condizioni di erosione superficiale e/o i fenomeni di instabilità in aree potenzialmente instabili?	16
I	Pedologia ed uso produttivo del suolo	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Verrà modificata l'estensione delle aree ad elevata potenzialità pedologica e/o di elevato sfruttamento attuale?	17

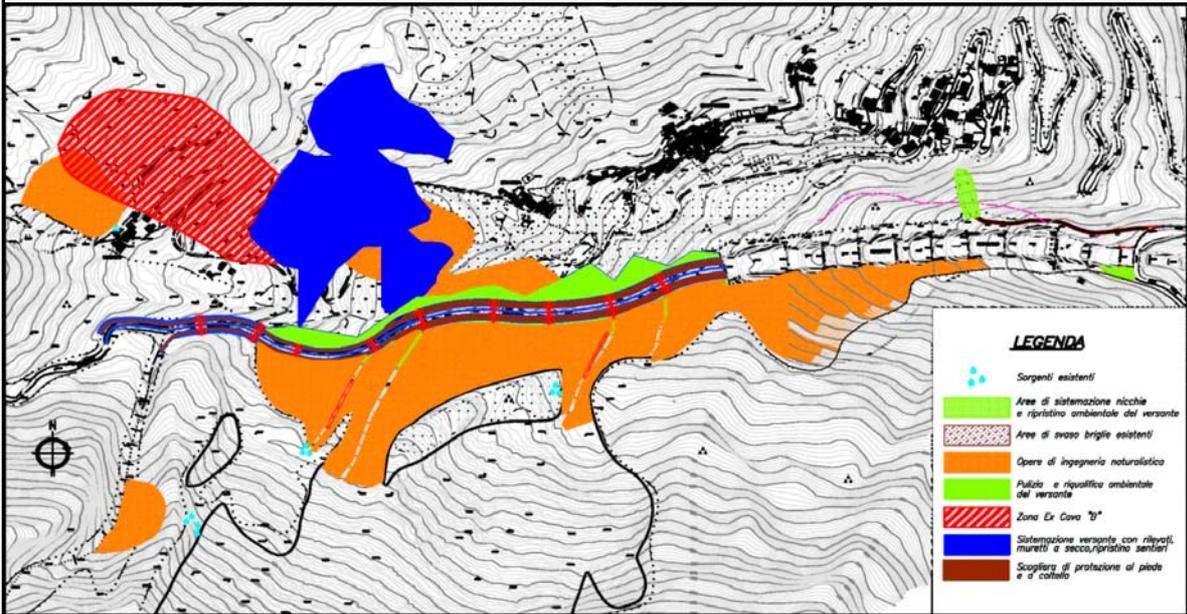
COMPONENTE AMBIENTALE		FATTORE CAUSALE		IMPATTO POTENZIALE	N.
FAUNA, FLORA E VEGETAZIONE					
L	Vegetazione	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Verranno prodotte variazioni significative delle condizioni morfologiche originarie?	18
M	Fauna	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Verranno modificate porzioni significative di habitat faunistici?	19
		b	Utilizzo di macchine di cantiere	Verranno creati disturbi alla fauna a causa della presenza di attività in fase di costruzione?	20
		d	Funzionamento macchine e impianti	Verranno creati disturbi alla fauna a causa della presenza di macchinari rumorosi?	21
USI DEL SUOLO (colture agrarie, zootecnia)					
N	Attività agricola e forestale	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Le opere di sistemazione dei versanti provocheranno effetti significativi sull'attività agricola e forestale dell'area?	22
O	Zootecnia e pastorizia	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Le opere di sistemazione dei versanti provocheranno effetti significativi sulle attività di zootecnia e pastorizia dell'area?	23
PAESAGGIO E BENI STORICO-CULTURALI (paesaggio)					
P	Contesto paesaggistico	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Verranno prodotte variazioni significative degli elementi strutturanti il paesaggio?	24
Q	Testimonianze storico culturali	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Verranno prodotte interazioni in maniera diretta o indiretta con elementi di interesse sotto il profilo storico-culturale?	25
SALUTE PUBBLICA (tossicologia ambientale-ecotossicologia)					
R	Salute pubblica	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Le operazioni connesse alle sistemazioni di progetto sono tali da innescare rischi patogeni?	26
		b	Utilizzo di macchine di cantiere	Le macchine utilizzate durante la fase di costruzione sono tali da innescare rischi patogeni?	27
ASPETTI ANTROPICI (aspetti socio-economici)					
S	Sistema relazionale	c	Trasporto materiali da costruzione	Sono possibili aumenti di traffico in fase di costruzione tali da compromettere la qualità della mobilità sulle arterie interessate?	28
T	Sistema insediativo	f	Formazione di drenaggi e regimazione acque sotterranee	La realizzazione delle opere di progetto perturberà la qualità insediativa dell'area?	29

COMPONENTE AMBIENTALE		FATTORE CAUSALE		IMPATTO POTENZIALE	N.
		g	Formazione e mantenimento piste di manutenzione	La realizzazione delle piste di manutenzione modificherà la qualità insediativa dell'area?	30
U	Pianificazione	g	Formazione e mantenimento piste di manutenzione	La realizzazione delle opere in progetto e delle piste di manutenzione presenta elementi di incongruenza con le volontà di trasformazione o tutela territoriale espresse ai diversi livelli istituzionali?	31
RISCHI DI INCIDENTI RILEVANTI					
V	Rischi di incidenti	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Le operazioni connesse alle sistemazioni di progetto sono tali da aumentare le condizioni di rischio dell'area?	32
		e	Opere di sistemazione dell'alveo	Le opere di sistemazione dell'alveo modificheranno le condizioni di rischio attuali dell'area?	33

C-5. SCHEDE D'IMPATTO

Per ciascuna componente (es. atmosfera, acqua, ecc.) è stata compilata una scheda d'impatto in cui sono descritti le componenti, i fattori che possono provocare impatto (es. movimenti terra, utilizzo macchine di cantiere, ecc.) e il tipo di azione che essi possono avere (es. sollevamento polveri, emissioni gas di scarico, ecc.). Nella scheda è riportata anche una planimetria in cui sono evidenziate le aree dove sono previste le opere che comportano lavorazioni che possono causare impatto.

In ciascuna scheda è indicato se il fattore localizzativo e quello progettuale sono o meno favorevoli e, in base a tale valutazione, è stimato l'impatto complessivo. Un esempio di scheda è riportato qui di seguito. Tutte le schede relative a ciascuna cella della matrice (di cui alla successiva Figura C-9) sono riportate nella relazione del SIA (Atto S.01.00).

SCHEDA D'IMPATTO N. 26		Riferimento matrice	Riga R	Colonna a
COMPONENTE AMBIENTALE	SALUTE PUBBLICA			
	Salute pubblica			
FATTORE CAUSALE	a	Movimenti di terra e modellamenti morfologici		
DESCRIZIONE IMPATTO	POSSIBILE INNESCO DI RISCHI PATOGENI LEGATO ALLE LAVORAZIONI E/O ALLE SISTEMAZIONI DI PROGETTO?			
LOCALIZZAZIONE IMPATTO	Nella planimetria sono individuate le opere che comportano lavorazioni che possono causare impatto, descritte nel capitolo D-2.6 e nelle relazioni del progetto			
				
FATTORI DI STIMA				
FATTORE LOCALIZZATIVO		FATTORE PROGETTUALE		
DATE LE CARATTERISTICHE DI ISOLAMENTO (DAL PUNTO DI VISTA ANTROPICO) DELLE AREE OGGETTO DEGLI INTERVENTI, LA POPOLAZIONE POTENZIALMENTE SOGGETTA ALL'INNESCO DI RISCHI PATOGENI È PRATICAMENTE NULLA		LE OPERAZIONI CONNESSE ALLE SISTEMAZIONI DI PROGETTO NON SONO TALI DA PORTARE ALL'INNESCO DI RISCHI PATOGENI PER LA SALUTE PUBBLICA		
Molto favorevole (0)	<input checked="" type="checkbox"/>	Molto favorevole (0)	<input checked="" type="checkbox"/>	
Favorevole (10)	<input type="checkbox"/>	Favorevole (10)	<input type="checkbox"/>	
Mediam. favorevole (20)	<input type="checkbox"/>	Mediam. favorevole (20)	<input type="checkbox"/>	
Sfavorevole (30)	<input type="checkbox"/>	Sfavorevole (30)	<input type="checkbox"/>	
Molto sfavorevole (40)	<input type="checkbox"/>	Molto sfavorevole (40)	<input type="checkbox"/>	
STIMA DELL'IMPATTO		NULLO (0)		

C-6. MATRICE DEGLI IMPATTI

Matrice complessiva degli interventi in progetto, corrispondente alla sintesi dei valori risultati dalla stima dell'impatto di ciascuna scheda di cui al paragrafo precedente.

Figura C-9 – Matrice degli impatti

LEGENDA IMPATTI		MATRICE COMPLESSIVA IMPATTI						
		a	b	c	d	e	f	g
		Movimenti di terra e modellamenti morfologici	Utilizzo di macchine di cantiere	Trasporto materiali da costruzione	Funzionamento macchine e impianti	Opere di sistemazione dell'alveo	Formazione di drenaggi e regimazione acque sotterranee	Formazione e mantenimento piste di manutenzione
	MOLTO ALTO	35+40						
	ALTO	25+30						
	MEDIO	20						
	BASSO	15						
	MOLTO BASSO	10						
	TRASCURABILE	5						
	NULLO	0						
A	ATMOSFERA	Inquinamento atmosferico	(15)	(10)	(10)	(10)		
B	RUMORE E VIBRAZIONI	Rumore e vibrazioni	(15)	(15)	(10)	(10)		
C	AMBIENTE IDRICO	Idrologia superficiale (aspetti idraulici)	(15)	(15)				
D		Idrologia superficiale (qualità delle acque)	(20)	(15)				
E		Idrologia sotterranea (aspetti idraulici)					(20)	
F		Idrologia sotterranea (qualità delle acque)						(10)
G	SUOLO E SOTTOSUOLO	Morfologia	(0)					
H		Stabilità ed erosione	(0)					
I		Pedologia ed uso produttivo del suolo	(0)					
L	FAUNA, FLORA	Vegetazione	(5)					
M	E VEGETAZIONE	Fauna	(10)	(10)		(10)		
N	USI DEL SUOLO	Attività agricola e forestale	(0)					
O		Zootecnia e pastorizia	(0)					
P	PAESAGGIO E BENI	Contesto paesaggistico	(10)					
Q	STORICO-CULTURALI	Testimonianze storico culturali	(0)					
R	SALUTE PUBBLICA	Salute pubblica	(0)	(0)				
S	ASPETTI ANTROPICI	Sistema relazionale			(10)			
T		Sistema insediativo					(0)	(0)
U		Pianificazione						(5)
V	RISCHI DI INCIDENTI	Rischi di incidenti	(20)				(20)	

D - CONCLUSIONE

Le analisi e le elaborazioni condotte nell'ambito del presente studio hanno permesso di delineare gli effetti prevedibili dalla realizzazione e gestione delle opere, secondo le varie componenti analizzate e quindi pre-definire il livello di compatibilità ambientale dell'intervento che necessiterà tuttavia di approfondimenti in fase esecutiva alla caratterizzazione puntuale delle opere specie di quelle più diffuse sul territorio.

1) Il progetto si caratterizza come molto oculato rispetto alle scelte delle metodologie e tecniche d'intervento:

- l'analisi del rischio effettuata ha consentito di focalizzare i punti di debolezza dell'attuale configurazione concentrando gli sforzi ed i maggiori impatti in ambiti territoriali ben circoscritti e, in alcuni casi, attualmente in degradato e compromessi;
- la scelta delle opere ha inteso privilegiare gli interventi in ambiti fortemente degradati (versante basso A, ex-cava B, pietraia sopra Masoni) con una ridotta occupazione di suolo e una scarsa interferenza con situazioni consolidate ed in evoluzione positiva (opzione "0" su zona frane C ed E, ecc.);
- le scelte di cantiere privilegiano percorsi lungo le strade esistenti o il recupero di sentieri senza previsioni di allargamento.

2) Il progetto tende a recuperare quanto esistente:

- le opere realizzate (previa verifica) risultano funzionalmente inserite all'interno della configurazione finale, nell'ottica generale di una razionalizzazione dell'intero sistema, anche a scala di bacino del torrente Mallero.

3) Il progetto riduce al minimo:

- l'occupazione di suolo;
- l'emissione di polveri;
- l'impatto percettivo e paesaggistico;
- gli effetti negativi sulla popolazione;

- gli effetti negativi sulla vegetazione;
 - i rischi per le infrastrutture e le popolazioni.
- 4) Il progetto diviene uno strumento di riqualificazione.**
 - 5) Il progetto può avviare una serie di opere di riqualificazione diffusa.**

E - ALCUNE INDICAZIONI PER LE OPERE DI MITIGAZIONE

E-1. OBIETTIVI

Le principali opere di mitigazione saranno volte da un lato a ridurre gli effetti della fase di cantierizzazione e dall'altra a inserire nel contesto paesaggistico e naturale sia le nuove opere sia le opere esistenti.

E-2. MITIGAZIONI IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE

E-2.1. GENERALITÀ

Le misure di mitigazione da attuare in fase di cantierizzazione riguardano l'applicazione di verifiche e di organizzazione del lavoro atte a contenere gli effetti negativi della fase di costruzione. In particolare si evidenziano le seguenti azioni, che però saranno meglio definite nelle fasi successive della progettazione.

E-2.2. MITIGAZIONI DEL RUMORE

Sono tutte le misure che fanno capo all'obiettivo di ridurre l'inquinamento acustico.

In primo luogo una verifica dei macchinari di cantiere: la scelta di mezzi che rispettino le normative internazionali di emissioni, che siano in uno stato di funzionalità qualificante, che siano soggetti ad una manutenzione costante finalizzata a ridurre le emissioni, sia riferite all'inquinamento atmosferico sia al fonoinquinamento.

In secondo luogo la scelta della stagione in cui svolgere i lavori: operando nella stagione invernale (se non impedita da nevicata) possono essere ridotti i soggetti esposti ad inquinamento (sia gli alpeggi che le escursioni sono ridotte ai minimi).

E-2.3. INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Le misure sono finalizzate a ridurre le immissioni gassose e il sollevamento delle polveri.

Per quanto attiene il primo obiettivo è necessario operare le stesse verifiche del paragrafo precedente sulle macchine di cantiere ottimizzandone il funzionamento.

Per quanto attiene il secondo obiettivo è stato dato particolare rilievo già in fase di progetto al contenimento dei volumi movimentati e quindi a garantire le condizioni atte a limitare il fenomeno del sollevamento delle polveri.

E-2.4. ACQUE

Gli effetti negativi sul trasporto solido delle acque del torrente ed in particolare sulla formazione di torbide a valle sono di rilevanza se pensati in relazione sia all'impatto negativo nei confronti della popolazione che vedrebbe transitare in S. Maria acqua "sporca" sia nei confronti dell'ittiofauna.

Per ridurre questi effetti è necessario porre molta attenzione alle operazioni di cantiere (è necessario verificare la percorrenza dei mezzi così da predisporre percorsi non invasivi sull'alveo, ridurre i tempi di apertura degli scavi e di esposizione a correnti di piena che possano movimentare i sedimenti, ecc.) oltre che attivare sistemi di controllo. In tale senso sembra centrale la scelta di formare una buca di decantazione a monte della briglia 25 e far percolare le acque, attraverso un filtro, verso il by-pass sino alla briglia 18. La filtrazione naturale consentirà la ritenuta del materiale in sospensione e pertanto la restituzione delle acque chiare a valle. La controindicazione a tale procedura è la messa in asciutta (per il tempo del cantiere) del tratto d'alveo tra la briglia 25 e 18 ove tuttavia non è presente ittiofauna.

La scelta della stagione in cui effettuare i lavori sembra centrale per ridurre i quantitativi di acqua in alveo da filtrare.

E-2.5. FAUNA

In fase di cantiere si potrà arrecare un temporaneo disturbo alla fauna

attualmente presente in loco. Si potranno prevedere opere di mitigazione, quali reti per evitare l'ingresso degli animali nelle aree ove sono presenti i macchinari e in quelle dove sono in atto le lavorazioni. Saranno previste anche corsie per il raggiungimento dell'acqua in zone lontane dai lavori di sistemazione dell'alveo. Inoltre le lavorazioni che potranno arrecare più disturbo e i voli con l'elicottero saranno programmati in momenti della giornata e della stagione in cui potrà essere minimo il disturbo arrecato.

E-2.6. UNA ATTENZIONE VERSO I LUOGHI

Nel corso della realizzazione è necessario porre particolare attenzione alla conservazione di quegli elementi vegetali esistenti e al mantenimento della morfologia esistente. In sintesi è necessario intervenire solo dove il progetto prevede riducendo le superfici al contorno interessate dalla fase di costruzione.

E-2.7. RIPRISTINO

Il tema dei ripristini è complesso in quanto implica interventi che riguardano anche ambiti su cui non si interviene direttamente con il progetto ma che coinvolgono procedure di gestione nel tempo. Per tali aspetti si rimanda ai successivi punti di mitigazione.

E-3. OPERE DI MITIGAZIONE PER OTTIMIZZARE L'INSERIMENTO

E-3.1. GENERALITÀ

Queste opere di mitigazioni sono finalizzate a migliorare le interrelazioni opera-ambiente ed ad ottimizzarne l'inserimento paesaggistico. Esse saranno definite con progettazioni specifiche nelle successive fasi.

Di seguito sono menzionati solo alcuni temi progettuali.

E-3.2. PROPOSTE OPERATIVE PER LA RICOMPOSIZIONE DEL SOPRASSUOLO

Per quanto concerne la riproposizione del soprassuolo sull'area franosa, una volta stabilizzato e ricondizionato per gli aspetti della morfologia, per la giacitura e nel limite del possibile per gli aspetti podologici (formazione di un adeguato franco), si riconoscono alcuni stadi evolutivi dove le diverse specie potranno promuovere l'assetto della formazione climax.

A carattere generale si propone la seguente successione:

1. interventi su substrati aridi: associazioni erbacee di Petasites, Silene, Trisetum, Hieracium, ecc.;
2. su substrati più freschi ed umidi: associazioni di Adenostyles, Tussilago, Deschampsia, ecc.

Si tratta di associazioni erbacee in grado di promuovere la saldatura superficiale e sottosuperficiale del terreno (trattenere ed aggregare le particelle fini) al fine di promuovere evoluzione dello stesso mediante miglioramento chimico e fisico del substrato.

3. insediamento di associazioni arbustive: associazioni costituite da Salix, Alnus dove la colonizzazione risulterà più facile in relazione alle condizioni microambientali rilevate; successivamente tale soprassuolo sarà puntualizzato da Larix e Picea che via via confermerà la propria presenza sino a connotare l'areale.

Gli aspetti connessi alla valutazione dello stato di fatto muovono da riscontri di campagna eseguiti mediante sopralluogo e successivamente verificati con le analisi e valutazioni disponibili dalle indagini pregresse.

Nel merito degli aspetti relativi alla componente vegetale lo scrivente rivela che le valutazioni disponibili si sono rivelate attendibili ed attuali, perché l'arco temporale intercorso tra la stesura delle precedenti osservazioni e l'attuale verifica è minima; l'aggiornamento delle valutazioni oltre che ha confermare le evoluzioni già riscontrate hanno comunque consentito di riferire le reali condizioni esistenti, riconoscendo le parziali evoluzioni sui suoli stabili anche se sterili dell'area della cava di prestito e verificare le evoluzioni contenute nelle indicazioni della programmazione forestale più datata.

Le verifiche hanno interessato alcuni aspetti, secondo la seguente:

▪ *analisi degli aspetti paesistico-ambientali*

L'ambito vallivo interessato dal torrente Toreggio ed oggetto di attenzioni ai fini di una specifica progettazione finalizzata alla sua restituzione funzionale e paesistico-ambientale, nel contesto del territorio in cui ricade l'asta torrentizia, è connotabile, in relazione agli aspetti paesistici ed alle influenze antropiche indotte, secondo una classificazione che, sia pure in modo semplificato, tende a riconoscere le aree secondo la seguente:

1. comparto compreso tra la quota altimetrica di circa 775 m alla quota di circa 845 m s.m.;
2. comparto compreso tra la quota altimetrica di 845 m circa alla quota di 1'020 m s.m.;
3. comparto compreso oltre la quota altimetrica di 1'020 m fino al limite superiore coinvolto dai fenomeni di dissesto.

La compartimentazione territoriale analizzata nell'intorno dell'asta torrentizia rivela aspetti puntualmente ascrivibili secondo la seguente:

- Area identificata con 1

L'area adiacente all'alveo è stata interessata per motivi di sicurezza e di regimazione idraulica ad interventi che hanno caratterizzato il comparto, ovvero il torrente è stato inserito in un alveo artificiale e, benché si siano realizzate opere di rinverdimento delle fasce spondali, questo risulta di fatto slegato dal contesto ambientale in cui ricade in quanto i manufatti artificiali hanno separato il torrente dal resto del territorio.

In tale comparto sono prevedibili operazioni di restyling ambientale mediante i quali promuovere una migliore ricaduta paesistica e funzionale del contesto territoriale cui ci si riferisce. In modo particolare è prevedibile un rafforzamento della componente vegetazionale (essenze cespugliose e piccoli alberi di ripa oltre a specie tappezzanti, magari a portamento prostrato e ricadente).

Come detto tuttavia la zona terminale è legata ad un ambiente urbanizzato, mentre la zona centrale del bacino, degradata su entrambe i versanti, attualmente slega l'alta valle dal paese.

- Area identificata con 2

L'areale già interessato alle opere idrauliche (briglie selettive) oltre la quota altimetrica di circa 845 m s.m. presenta un intorno all'asta torrentizia che, benché ben armonizzato nella morfologia e giacitura rispetto all'intorno naturaliforme, rivela la opportunità di essere migliorato, nella componente vegetale, sia negli aspetti qualitativi che quantitativi, al fine di agevolare un migliore mascheramento delle opere realizzate ed una migliore armonizzazione con il soprassuolo dei comparti adiacenti.

A tale proposito sono prevedibili interventi di forestazione che prevedono la messa a dimora di specie arboree appartenenti alla fitozona avuto riguardo di scegliere per quelle essenze che meglio rispondono ai caratteri della copertura adiacente e secondo le indicazioni contenute nell'analisi sopra esposta.

- Area identificata con 3

Segnatamente al comparto territoriale identificabile oltre la quota di mt. 1.020 s.l.m. si riscontrano le condizioni della instabilità dei versanti, dell'andamento dell'alveo del torrente unitamente a risultanze di cantieri operativi che non hanno portato a compimento le opere previste o che per le opere realizzate non si sono riscontrati risultati apprezzabili.

L'attenzione è quindi al comparto interessato dalle operazioni di riordino e riassetto del sistema idrogeologico di superficie e profondo, di ripristino di morfologie in grado di garantire stabilità e di soprassuoli in grado di concorrere alla conferma degli obiettivi appena citati e di promuoverne le più positive evoluzioni.

▪ *analisi degli aspetti della morfologia, giacitura e del suolo*

Le verifiche di campagna hanno consentito di rilevare le reali condizioni dello stato dei luoghi e di riconoscere lo stato dell'arte e le difficoltà tecnico-operative da superare per la sistemazione idraulica e paesistica del comparto.

Si tratta di un'ampia area già interessata da fenomeni franosi di significativa entità ed allo stato fortemente tormentata in quanto instabile perché idraulicamente non regimata.

Per il ripristino e relativa messa in sicurezza del comparto sono previsti

interventi atti a promuovere condizioni di stabilità morfologica e regolamentazione idraulica mediante esecuzione di interventi atti a:

- ottenere la regimazione superficiale e profonda delle acque del bacino;
- nell'esecuzione di opere atte ad ottenere il controllo del trasporto solido;
- nella configurazione di una morfologia e di una giacitura del comparto interessato alle operazioni di riassetto;
- nella predisposizione di un substrato con i migliori caratteri pedologici possibili in relazione alla disponibilità di materiale terrigeno presente in loco al fine di promuovere quanto rapide ed efficaci azioni di recupero estetico e funzionale dei comparti in grado contestualmente di promuovere analoghe ricadute nell'abito della staticità dei versanti interessati al rimodellamento

▪ *riproposizione del soprassuolo e identificazione delle più probabili proposte operative.*

Gli interventi di riconfigurazione paesistica delle aree franose, come già detto, non possono prescindere da una riproposizione di morfologie e giaciture adatte e definite, in seguito ad interventi di riassetto e di regimazione idraulica attraverso le quali ricondurre il torrente ai suoi regimi ordinari.

Nel merito degli interventi di sistemazione morfologica si rimanda alla parte specifica segnalando qui l'aspetto pedologico che prevede la formazione di un franco e/o di un letto di semina sul quale attuare seminagioni ed impianti per la definizione di una copertura compatibile con gli aspetti fisico meccanici dei nuovi comparti in grado di promuovere stabilità ed evoluzione.

Nella formazione del franco e/o del letto di semina si avrà cura di garantire una stratificazione adatta, necessaria e stabile (fin dalla fase iniziale) sulla quale poter affermare dapprima la copertura erbacea e successivamente secondo gli orientamenti di una puntuale progettazione esecutiva la componente arbustiva ed arborea.

Le valutazioni di campagna hanno consentito di riconoscere in sito il materiale fisicamente adatto, e per linee generali chimicamente compatibile, per la realizzazione dei soprassuoli ricercati sia per gli aspetti connessi con le problematiche estetiche che per quelli relativi agli aspetti funzionali.

Giova infatti rilevare che la copertura vegetale, se adeguatamente distribuita, affranca e stabilizza la stratificazione superficiale, condiziona l'azione battente delle idrometeore, allunga i tempi di corrivazione e di imbibizione del terreno e promuove evoluzione verso le forme stabili.

Nel merito della successione degli interventi di carattere agronomico e forestale, già in questa fase pare opportuno precisare che, le operazioni dovranno, a morfologia riconfigurata, prevedere:

- formazione del letto di semina;
- esecuzione di seminagioni da attuare su terreni acclivi mediante tecnica di idrosemina con miscugli appropriati e predisposti secondo indicazioni tecnico operative;
- messa a dimora di essenze arbustive in grado di confermare la stratificazione medio profonda
- esecuzione di opere di ingegneria naturalistica (viminate, graticciate, palizzate, ecc.) adatte a risolvere specifiche difficoltà connesse alla stabilità dei versanti e/o al rinverdimento di ambiti problematizzati;
- messa a dimora di essenze arboree in grado di garantire adeguata copertura ed evoluzione verso le formazioni stabili.

A carattere esemplificativo di seguito si riporta l'orientamento del sesto di impianto secondo la seguente:

- per le specie arbustive, si identifica un sesto di 1,50 m x 2,00 m in grado di garantire un investimento pari a 3'300÷3'400 esemplari per ettaro di superficie, messe a dimora in quadro o a quinconce in relazione alla eventuale necessità/opportunità di infittire o allentare la copertura;
- per le specie arboree, si identifica un sesto di 3,50 m x 5,00 m in grado di garantire un investimento pari a 550÷600 esemplari per ettaro di superficie.

E-3.3. INTERVENTI FINALIZZATI ALLA PROMOZIONE DI NUOVE MORFOLOGIE COMPOSTE

Le riconoscibili fasi operative da mettere in atto al fine di perseguire le finalità

connesse con il riassetto dell'intero bacino e delle aree interessate ai fenomeni franosi constano di operazioni preliminari mediante le quali risulterà possibile operare per la ricomposizione complessiva.

Le operazioni muoveranno dalle quote più elevate verso il fondovalle e a tal fine sarà necessario riconoscere primariamente i tracciati da destinare alle piste di arrocco per le macchine operatrici; tale osservazione in quanto ad operazioni concluse i tracciati inizialmente aperti per consentire l'attacco delle operazioni potranno, quand'anche ridotti nel numero e nel calibro, servire come tracciati per l'esecuzione delle operazioni di rinverdimento e di manutenzione per il periodo necessario fino a che la vegetazione non abbia colonizzato uniformemente l'area e quindi prodotto il necessario affranco.

Al fine di evitare la intercettazione visiva di tali elementi (viabilità minore di servizio) si avrà cura nella fase ricomposizione, di ridurre il calibro allo stretto necessario e di armonizzare l'andamento con la morfologia ricostruita al fine di facilitarne il mimetismo.

Tra le operazioni da compiersi si ricorda:

- messa in opera di opere provvisorie per la sicurezza degli operatori;
- formazione di elemento, che allo stato finale sarà necessariamente in terra, e/o canaletta di guardia di intercettazione delle acque dal comparto di monte;
- disaggiatura della corona di frana;
- riproposizione di giacitura adatta a uniformare, nel limite del possibile, l'andamento del versante;
- pareggiamento delle creste di erosione in atto;
- apprestamento di sistemi di drenaggio dei comparti sensibili.

E-3.4. INTERVENTI DI RECUPERO E RIQUALIFICAZIONE PAESISTICO-AMBIENTALE, OVVERO RICOMPOSIZIONE DELLA COMPONENTE VEGETALE

Le operazioni di recupero mediante riproposizione della copertura vegetale potrà essere effettuata sia mediante interventi di idrosemina sia mediante l'esecuzione di seminazione manuale a spaglio.

Resta comunque inteso che la composizione dei miscugli da utilizzare per le seminazioni saranno costituiti da quelle specie che, come rilevato nelle indagini conoscitive, risultano rappresentative dei comparti esaminati.

Si ribadisce qui che la tecnica di idrosemina sovente si rivela efficace ed efficiente soprattutto in ambiti con acclività accentuata e su substrati poveri, in quanto la distribuzione contestuale di semente, collanti e concimi agevolano l'immediato affranco e promuovono il controllo della stratificazione terrigena superficiale.

A tale proposito si suggerisce l'utilizzo di specie a rapido accrescimento e di buon vigore vegetativo da integrare e sostituire gradualmente con specie più rustiche che potranno essere via via integrate mediante trasemine superficiali eseguite a spaglio.

Segnatamente all'utilizzo delle diverse specie vegetali si specifica che l'utilizzo congiunto e proporzionato delle graminacee e delle leguminose consente di perseguire le finalità di legare il terreno sia nella sua stratificazione superficiale che medio profonda e profonda, in relazione ai caratteri degli apparati radicali (le prime superficiale ed affastellato, le seconde profonde e ramificate) in grado di produrre un effetto cucitura/chiodatura della stratificazione terrigena, senza dimenticare l'azione azotofissatrice delle leguminose importante per le graminacee.

Nel merito dell'efficacia delle trasemine, ovvero delle seminazioni integrative e opportunamente ripetute consentiranno di implementare e migliorare la composizione del pabulum al fine di confermare la presenza delle specie rustiche già acclimatate e in grado di meglio assolvere alle funzioni specifiche e meglio rispondenti alle associazioni ecologiche presenti.

Tale operazione consta nella distribuzione di fiorume appositamente raccolto dalle praterie dell'areale sottoposte a fienagione.

Si suggerisce qui di identificare comparti aperti prativi dai quali prelevare dopo le operazioni di fienagione tale materiale se non addirittura di promuovere accordi con gli operatori della zona al fine di recuperare il materiale già presente nei fienili.

Ulteriore considerazione viene prodotta per quanto concerne la messa a dimora

delle specie arbustive (specie cespitose di piccola, media e grande taglia – Citisus, Cornus, Corylus, Salix spp.-) in grado di rispondere positivamente al compito di incrementare la copertura del versante, ‘chiodare’ più in profondità la stratificazione terrigena, promuovere la copertura verso forme di transizione che porteranno alla stabilità e maturità della stratificazione terrigena ea alla formazione della copertura boschiva

Segnatamente alle operazioni di rimboschimento, si rileva che queste potranno essere eseguite successivamente a versanti stabilizzati e coperti dalla vegetazione erbacea ed arbustiva, mediante la formazione di chiarie, l’apertura di buche e la collocazione a dimora di esemplari arborei (piccola taglia in quanto meglio acclimatabili alla stazione) atti a costituire la copertura permanente della formazione climax.

Per quanto concerne la stabilità dei versanti riconfigurati si potranno eseguire verifiche e valutazioni in campo al fine di riconoscere l’opportunità di costruire soprassuoli boscati diversificati.

Le specie da utilizzare per tali impianti sono quelle descritte nella prima parte e sinteticamente riconducibili in relazione alla stazione altimetrica nelle formazioni con Fraxinus, Alnus, Betulla, Larix, Picea, Pinus.

Nelle operazioni di rimboschimento la scelta delle specie risulterà condizionata dalla giacitura, dagli aspetti microclimatici, dall’altitudine, ecc., nel senso che sarà opportuno fare riferimento alle associazioni presenti nelle aree contermini e condizionare le scelte tecnico-costruttive alle specifiche condizioni rilevate in sito.

Particolare importanza viene attribuita altresì alle tecniche silvocolturali, segnatamente al sesto di impianto, alla tecnica di impianto ed alla intensità della copertura, al fine di garantire migliori risultati.

Si potranno riconoscere ambiti dove la copertura presenterà le connotazioni del bosco ceduo, della fustaia disetanea della fustaia coetanea in relazione alla composizione flogistica del soprassuolo e in funzione dei caratteri del suolo e sottosuolo e della acclività.

Le opere di ingegneria naturalistica potranno essere messe in atto in quei settori meritevoli e/o suscettibili di apprestamento al fine di superare limitazioni

connesse all'orografia dell'area e per meglio mimetizzare eventuali necessari manufatti.

E-3.5. INTERVENTI DI CONNESSIONE CON I COMPARTI NATURALIFORMI (IMMEDIATO INTORNO)

Le considerazioni connesse a tale aspetto si riferiscono esclusivamente alle attenzioni che si dovranno porre al fine di promuovere la migliore e più rapida connessione tra i comparti interessati a interventi di riproposizione artificiale del suolo e soprassuolo rispetto all'intorno naturaliforme.

Si tratta qui di riconoscere le strategie operative atte a perseguire tali finalità.

Nello specifico le azioni consistono nel proporre la omogenea continuità del soprassuolo sia in relazione agli aspetti qualitativi che quantitativi mediante azioni mirate.

A carattere esemplificativo si confermano possibili interventi del tipo:

- rafforzamento del pabulum erbaceo
- rafforzamento e /o qualificazione della copertura arbustiva
- diradamento della copertura boscata
- sostegno delle nuove seminagioni e impianti

E-3.6. INTERVENTI ATTI AD ARMONIZZARE L'INTERO COMPARTO (LARGO INTORNO)

Per il raggiungimento di tali finalità, in grado di promuovere paesisticamente in comparto interessato al riordino ed al recupero estetico funzionale, si è riconosciuta una ampia fascia di intorno alle aree interessate dai fenomeni franosi, allo stato stabile e con copertura naturaliforme, nella quale effettuare azioni di riordino e miglioramento per agevolare l'armonizzazione dei nuovi interventi con l'immediato intorno e le aree adiacenti suscettibili di razionale utilizzazione.

A tale proposito, ed in riferimento alla prevalente copertura boscata rilevata, si reputa opportuno prevedere azioni puntuali di carattere silvocolturale mediante le quali è possibile migliorare l'associazione boschiva dell'intero comparto e

innescare fenomeni di evoluzioni della copertura verso formazioni climax stabili in grado di fornire anche ricadute economiche apprezzabili ed al contempo consentire il controllo del territorio.

In particolare sui tratta di mettere in esecuzione operazioni di assestamento e gestione delle coperture boscate in comparti dove, così come riferito nel piano di assestamento forestale delle proprietà comunali, gli interventi colturali al bosco sono via via scemati nel tempo fino a riconoscere condizioni di abbandono di vaste superfici boschive particolarmente sensibili laddove la copertura risulta costituita da latifoglie ovvero da bosco ceduo.

Tali condizioni di generale abbandono sono attribuibili anche ai comparti aperti in disuso sui quali si percepisce la colonizzazione del bosco per merito delle essenze colonizzatrici più rustiche e/o più vigorose.

Resta inteso che tale iniziativa potrà porsi come innesco per una ripresa della gestione razionale del bosco, per altro meglio sostenibile se l'areale sarà servito da piste di penetrazione forestale o di accesso ai comparti per le opere di rinverdimento e manutenzione, da ottenere in seguito al ricondizionamento delle piste di accesso ai cantieri di recupero morfologico.

Milano, dicembre 2006

I PROGETTISTI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

Ha collaborato:

Dott. Ing. Cristina Passoni