



Commissario Governativo per l'Emergenza Idrica in Sardegna

(Ordinanza Ministeriale dell'Interno - Delegato per il conferimento della protezione civile - n.3 198 del 12/04/2012)

Regione Autonoma della Sardegna
Assessorato dei Lavori Pubblici
Ente Autonomo del Flumendosa



VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA RELATIVA AL "PIANO STRALCIO DI BACINO REGIONALE PER L'UTILIZZO DELLE RISORSE IDRICHE"

SARDEGNA

Legge n. 183/09

RAPPORTO AMBIENTALE

EL. VOLUME 2
INTERVENTO /

ANALISI DEL TERRITORIO INTERESSATO DAL PIANO

SCALA: /

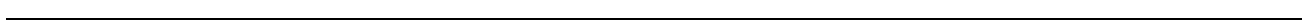
Redazione:

SOGEED S.p.A.
Società Gestione Impianti Idrici

Approvazione:

VOLUME 2

ANALISI DEL TERRITORIO INTERESSATO DAL PIANO



INDICE

1	LO STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE	1
2	LE CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELLE AREE INTERESSATE DALLE AZIONI DI PIANO	14
2.1	INQUADRAMENTO CLIMATICO	14
2.1.1	<i>Temperature</i>	15
2.1.2	<i>Venti</i>	15
2.1.3	<i>Pressione atmosferica</i>	16
2.1.4	<i>L'umidità, l'evaporazione e le precipitazioni</i>	16
2.1.4.1	Umidità relativa ed evaporazione.....	16
2.1.4.2	Le precipitazioni.....	17
2.2	INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO, E IDROLOGICO	18
2.2.1	<i>Inquadramento morfologico</i>	18
2.2.2	<i>Inquadramento geologico</i>	20
2.2.3	<i>Idrografia superficiale</i>	21
2.3	ASPETTI NATURALISTICI E PAESAGGISTICI.....	22
3	ASPETTI RELATIVI ALLA PRESENZA DI AREE DI RILEVANZA AMBIENTALE (CONDIZIONI DI FRAGILITA').....	26
4	PROBLEMATICHE RICONTRATE.....	32
5	EVOLUZIONE PROBABILE DEL TERRITORIO "IN ASSENZA DI PIANO" 33	
6	POSSIBILI EFFETTI SIGNIFICATIVI CHE L'ATTUAZIONE DEL PIANO POTREBBE AVERE SULL'AMBIENTE E LA SALUTE - LE RELAZIONI TRA I FATTORI AMBIENTALI.....	38
6.1	ATMOSFERA E CLIMA.....	38
6.2	AMBIENTE IDRICO	39
6.2.1	<i>Aspetti idrologici</i>	40
6.2.2	<i>Dinamica fluviale</i>	41
6.2.3	<i>Qualità delle acque</i>	42
6.2.4	<i>Aspetti idrogeologici</i>	43
6.2.5	<i>Aspetti naturalistici</i>	43
6.3	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	44
6.4	ASPETTI NATURALISTICI E PAESAGGIO.....	45
6.5	SALUTE PUBBLICA/SOCIO-ECONOMIA	47
6.6	SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DEGLI EFFETTI SIGNIFICATIVI CHE L'ATTUAZIONE DEL PIANO POTREBBE AVERE SULL'AMBIENTE E LA SALUTE PUBBLICA	48

7	MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI NEGATIVI SIGNIFICATIVI	51
7.1	MITIGAZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO.....	51
7.1.1	<i>Sbarramento (Monte Perdosu) – area d’invaso</i>	51
7.1.1.1	Misure da adottare in fase di costruzione.....	51
7.1.1.2	Misure ad adottare in fase di esercizio.....	53
7.1.2	<i>Sbarramento (Monte Perdosu) – corpo diga</i>	54
7.1.2.1	Misure da adottare in fase di costruzione.....	54
7.1.2.2	Misure da adottare in fase di esercizio.....	57
7.1.3	<i>Vettoriamenti</i>	58
7.1.3.1	Misure da adottare in fase di costruzione.....	58
7.1.3.2	Misure da adottare in fase di esercizio e manutenzione.....	61
7.1.4	<i>Opere di presa (traverse)</i>	62
7.1.4.1	Misure da adottare in fase di cantiere	62
7.1.4.2	Misure da adottare in fase di esercizio.....	63
8	ELABORATI GRAFICI.....	64
9	APPENDICI.....	65

1 LO STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE

Per una valutazione dello stato attuale dell'ambiente della Sardegna si è fatto riferimento ai documenti presenti in letteratura che trattano tale tematica a livello strettamente regionale riportando un'analisi specifica per ognuna delle componenti ambientali principali: in particolare le informazioni di seguito riportate, si riferiscono alla relazione della situazione di riferimento della Valutazione ex ante ambientale del POR Sardegna redatta dall'Autorità ambientale regionale della Regione Autonoma della Sardegna nel dicembre 2002.

Tale documento nasce per dare attuazione alle disposizioni del Quadro Comunitario di Sostegno per le Regioni Italiane dell'Obiettivo 1 2000-2006 (QCS), ove è previsto che "entro il 31.12.2002 sarà predisposta una nuova e più completa stesura della Valutazione Ex ante Ambientale, integrata con gli indicatori pertinenti, che servirà da base per l'esercizio di valutazione intermedia". La Delibera CIPE 4 agosto 2000 "Quadro Comunitario di Sostegno per le Regioni Italiane dell'Obiettivo 1 2000-2006 - Modalità Attuative", inoltre, stabilisce che tra i compiti delle Autorità Ambientali vi è quello di assicurare la valutazione ex-ante degli aspetti di tutela ambientale compresi gli aspetti di tutela del patrimonio storico-architettonico, archeologico e paesaggistico.

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA), partendo dal documento "Indirizzi tecnici e metodologici per la valutazione ambientale dei Programmi Operativi", redatto nell'ambito della Rete Nazionale delle Autorità Ambientali e delle Autorità della Programmazione e poi approvato dal Comitato di Sorveglianza del QCS nella riunione del 5-6 febbraio 2002, hanno definito un apposito piano di lavoro per dettare le fasi principali di elaborazione del documento.

A seguito di un'analisi della prima stesura della Valutazione Ex ante Ambientale allegata al POR e delle Osservazioni su di essa formulate dalla Commissione Europea si è proceduto ad individuare le tematiche di interesse ambientale da analizzare, tenendo conto sia delle indicazioni fornite a livello comunitario e nazionale sia delle peculiarità caratterizzanti il territorio regionale.

Alle tematiche indicate dalla Commissione Europea (Aria, Ambiente urbano, Acqua, Suolo, Rifiuti, Rischio tecnologico e Ambiente naturale e biodiversità) si sono così aggiunte le tematiche Ambiente marino e costiero e Ambiente rurale e montano e la tematica Suolo è stata modificata in Suolo e sottosuolo per tenere conto anche dell'attività estrattiva. Inoltre, in ottemperanza alla Delibera CIPE già citata è stata presa in considerazione la tematica Patrimonio culturale e paesaggio.

Contestualmente all'elaborazione di un primo indice tematico si è proceduto ad individuare una lista preliminare di indicatori di contesto ambientali utili all'analisi, lista costruita con l'obiettivo di ottenere un quadro conoscitivo che evidenzii le peculiarità, le

vulnerabilità e le vocazioni del territorio regionale. Il passaggio successivo è stato quello della verifica della popolabilità degli indicatori attraverso una ricognizione dei dati presenti sul territorio regionale, sparsi tra soggetti ed enti diversi, e l'analisi della copertura territoriale e temporale degli stessi; tale lavoro si è concretizzato nella realizzazione di una mappa della metainformazione, riportante tutte le informazioni relative ai dati necessari a popolare ciascun indicatore.

Con il coordinamento tecnico-scientifico dell'ANPA è stato individuato in via definitiva un set integrativo di indicatori da inserire nella nuova versione del documento di valutazione, indicatori classificati secondo il modello di analisi DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte) nella sua versione semplificata PSR; successivamente si è proceduto alla fase di raccolta dei dati e delle informazioni funzionali al popolamento degli indicatori prescelti. In alcuni casi, ove non è stato possibile popolare gli indicatori, le informazioni ambientali sono state raccolte e riportate come descrittori, al fine di arricchire l'analisi con dati ritenuti fondamentali per la completezza del quadro conoscitivo. I dati raccolti si riferiscono al 1999 (anno precedente all'avvio dell'attuazione del POR); per esigenze di completezza dell'informazione o per mancanza di dati per l'anno di riferimento alcuni dati sono relativi agli anni successivi.

La sistematizzazione e l'elaborazione dei dati acquisiti ha chiuso questa prima fase di lavoro che ha portato alla redazione del documento della situazione di riferimento dello stato dell'ambiente della Sardegna.

Situazione di riferimento

La prima sezione del documento contiene la descrizione della Situazione di riferimento per ciascuna tematica ambientale, in relazione alla situazione ambientale, allo stato delle conoscenze ambientali, all'adeguatezza delle reti di monitoraggio, nonché in relazione al recepimento e all'attuazione della normativa ambientale comunitaria e nazionale oltre che della pianificazione in campo ambientale.

Si riporta di seguito un quadro di sintesi della situazione ambientale di partenza e gli indicatori utilizzati nell'analisi per ognuna delle tematiche ambientali affrontate nel documento in oggetto.

Si rimanda, per un approfondimento dello stato attuale dell'ambiente per tutte le componenti considerate, all'Appendice 1 del Vol. 2 dove è riportata integralmente la relazione sulla "Situazione di riferimento" della Valutazione ex ante ambientale del POR Sardegna.

ARIA

Il quadro della qualità dell'aria per il territorio regionale mostra la presenza di alcune aree critiche, si tratta in particolare di alcune delle zone adiacenti ai grossi poli industriali. Per il resto del territorio non è possibile fare valutazioni a causa delle carenze della rete

pubblica di monitoraggio, in particolare per il rilevamento delle emissioni in atmosfera. Non esistono inoltre né inventari delle emissioni, né piani d'azione per le zone con superamenti dei limiti e delle soglie di allarme, ai sensi del D.Lgs.351/99.

Lo studio in corso per l'ampliamento e l'ammodernamento della rete di monitoraggio dovrebbe iniziare a colmare le lacune rilevate e permettere l'attività di pianificazione.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Qualità dell'aria	Numero di stazioni di rilevamento della qualità dell'aria, relativa localizzazione e dotazione strumentale
	Concentrazioni di SO ₂ , NO ₂ , particolato, PM10, PM2,5, Ozono, CO, COVNM, Benzene, IPA, Pb, composti del fluoro
Emissioni in atmosfera	Emissioni di CO ₂ disaggregate per settore produttivo
	Emissioni di SO ₂ , NO _x , particolato, CO, COVNM, NH ₃ (eventualmente con trend e disaggregazione settoriale)
	Numero di inventari locali (regionale e/o provinciali) di emissione in atmosfera

AMBIENTE URBANO

Dall'analisi ambientale condotta si evince che una problematica che interessa tutti gli ambiti urbani analizzati è la mobilità urbana, basata sull'utilizzo dell'auto privata, per l'inquinamento atmosferico ed acustico che essa genera. Il monitoraggio dell'ambiente urbano è carente per tutti gli aspetti. Per quanto riguarda i Comuni in espansione, le maggiori problematiche sono relative alla crescita edilizia e al verde pubblico pro capite.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Inquinamento atmosferico	Qualità dell'aria urbana (concentrazioni di CO, SO ₂ , NO ₂ , Ozono, particolati, fumo nero)
	Emissioni di CO, SO ₂ , NO _x , particolato, metalli pesanti, NMCOV (stima)
	N. delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria
Inquinamento acustico	Densità del parco veicolare esistente
	N. dei siti di rilevamento acustico
	Stato di attuazione del piano di zonizzazione acustica (L. 447/1995)
Uso del suolo	Densità abitativa
	Tassi annui di crescita edilizia
	Quota di verde pubblico pro capite
Mobilità	Parco veicolare esistente
	Autovetture circolanti / 100 abitanti
	Utilizzo dei mezzi pubblici -N. passeggeri / anno
	Estensione delle aree chiuse al traffico
	Lunghezza delle piste ciclabili
Agenda 21 Locale	N. di Agende 21 Locali adottate o numero di Amministrazioni che hanno attivato il processo di Agenda 21 Locale

ACQUA

La problematica più evidente della Regione è l'attuale stato d'emergenza idrica, dovuto alla grave riduzione delle precipitazioni negli ultimi 20 anni. Tuttavia, le sfavorevoli trasformazioni meteo-climatiche sono accompagnate da un insufficiente sistema di gestione dei numerosi invasi esistenti, spesso carente nel monitoraggio della risorsa, e dal degrado dei sistemi d'adduzione e distribuzione, che presentano perdite superiori ai valori fisiologici.

È da sottolineare inoltre che l'attuale crisi idrica provoca frequenti ricorsi a fonti sotterranee con conseguenti sovraemungimenti delle falde, che hanno provocato in diverse zone dell'isola problemi d'intrusione salina. A questo si affianca la grave carenza di dati ed elementi conoscitivi sugli acquiferi sotterranei che impedisce una razionale pianificazione del loro utilizzo e della loro tutela.

Da un punto di vista infrastrutturale, l'analisi condotta mostra la diffusione di numerosi e piccoli impianti di depurazione che servono singoli centri urbani, denunciando quindi la scarsa attuazione e realizzazione degli schemi fognario-depurativi previsti nel PRRA (Piano Regionale di risanamento delle Acque).

La realizzazione di tali schemi, infatti, consentirebbe di collettare i numerosi piccoli centri urbani ancora dotati di piccoli impianti o totalmente sprovvisti (l'art. 2 della LR 14/2000, infatti, prescrive la realizzazione e l'attivazione degli schemi fognario-depurativi del PRRA).

L'analisi condotta mostra come sia necessaria un'adeguata programmazione e pianificazione degli interventi mirati al miglioramento della gestione della risorsa idrica.

A tal proposito è da segnalare una delle opportunità costituita dall'attuazione del programma d'interventi proposti dal Piano, in linea con gli interventi previsti dal QCS stesso e dal POR Sardegna.

L'attuale attenzione rivolta a tecniche di risparmio idrico, quali ad esempio il riuso dei reflui in agricoltura, e l'esistenza d'infrastrutture volte alla sperimentazione di tali tecniche, anche in assenza di un riferimento normativo nazionale che fissi i criteri per il riutilizzo dei reflui, è da sottolineare ed incentivare. Tali azioni potrebbero essere valorizzate se accompagnate da un'adeguata campagna d'informazione e sensibilizzazione degli utenti finali delle acque riciclate.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Qualità delle acque	Indici di qualità (SAAS, SACA, SAL, SCAS, SECA, SEL, IBE)
	Qualità delle acque per uso potabile
	Metalli pesanti (As, Cd, Cr, Cr6+, Cu, Hg, Pb, Zn) nelle acque
Fabbisogni, consumi e disponibilità	Disponibilità delle acque (totale e potabile)
	Consumi idrici per area
	Volume fatturato su volume immesso in rete di risorse idriche
Infrastrutture fognario-depurative	% di utenze allacciate alla rete fognaria
	% di utenze servite da depuratore
	N. di impianti di depurazione esistenti
	Capacità degli impianti di depurazione esistenti (AE serviti) funzionanti
	Carichi di BOD, COD, azoto, fosforo
	N. Scarichi idrici autorizzati per bacino idrografico (depurati e non)

Indice IBE: Indice Biotico Estesio, valuta la comunità degli invertebrati bentonici (che vivono almeno una parte del loro ciclo biologico a contatto con i substrati di un corso d'acqua). Consente di avere un'immagine complessiva della situazione ecologica di un corso d'acqua, anche in relazione ad eventi inquinati avvenuti nel passato. E' rappresentabile in 5 classi di qualità (1=ambiente non inquinato; 5=ambiente fortemente inquinato).

Indice SECA: Stato ecologico dei Corsi d'Acqua, introdotto dal DLgs 152/99, si ottiene incrociando i risultati del LIM e dell'IBE e considerando il risultato peggiore dei due. E' rappresentabile in cinque classi (classe 1=qualità elevata; classe 5=qualità pessima).

Indice LIM: Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori, introdotto dal DLgs 152/99 mette in relazione nutrienti, sostanze organiche biodegradabili, ciclo dell'ossigeno e inquinamento microbiologico ed è rappresentabile in 5 livelli (1=ottimo; 5= pessimo).

AMBIENTE MARINO E COSTIERO

L'analisi condotta indica un generale alto livello di qualità dell'ambiente marino e costiero della Sardegna, in particolare delle acque di balneazione. I diversi programmi di monitoraggio dell'ambiente marino costiero, carenti per alcuni aspetti, dovrebbero essere integrati e completati. Alcuni dei comuni costieri registrano una forte fluttuazione stagionale.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Stato di qualità dell'ambiente marino e costiero	Indice TRIX nelle acque costiere
	Contaminazione chimica nei molluschi bivalvi
	% di costa non idonea alla balneazione per inquinamento temporaneo
	% di costa non idonea alla balneazione per inquinamento permanente
	Scarichi depurati dei comuni costieri/scarichi diretti ed indiretti a mare
	Acque designate idonee alla vita dei molluschi
	Stato delle praterie a fanerogame marine
Pesca	Sforzo di pesca
Acquacoltura	N. di allevamenti di acquacoltura per tipologia e volume di allevamento e per produttività
Turismo nelle zone costiere	Turisti/residenti nei comuni costieri
	Turisti e residenti per km di costa
Tutela dell'ambiente marino-costiero	% di costa protetta

Indice TRIX previsto dal DLgs 152/99 esprime una valutazione dello stato trofico delle acque marine costiere.

SUOLO E SOTTOSUOLO

L'analisi ambientale eseguita ha mostrato un'elevata vulnerabilità del territorio isolano agli incendi, alla desertificazione e all'intrusione salina nonché la problematica legata ai siti inquinati. Per quest'ultima si attende lo sviluppo di strumenti di programmazione specifici per il territorio regionale. La prossima approvazione del PAI e, a seguire, la redazione del Piano di Tutela delle Acque potranno dare un'ulteriore impulso alla pianificazione di bacino, per una migliore gestione del territorio in un'ottica non dettata da limiti amministrativi e situazioni d'emergenza.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Degradazione dei suoli	Superficie totale e forestale percorsa da incendi
	Siti contaminati (n. e superficie)
	% di aree contaminate coperte da progetti di bonifica
Dissesto idrogeologico	Aree a rischio di alluvione e di frana
	Aree a rischio di erosione
Attività estrattiva	Cave e miniere (n. e superficie)

AMBIENTE RURALE E MONTANO

Dall'Analisi emerge la progressiva cessazione delle attività agricole nelle aree montane e di collina, con conseguente basso presidio del territorio i cui effetti si estendono e sono maggiormente avvertiti nelle aree di pianura, urbane e costiere.

L'agroecosistema delle province di Cagliari e Oristano risulta critico dal punto di vista della contaminazione da pesticidi. L'introduzione e il mantenimento di metodi di produzione agricola ecocompatibili rappresenta una reale opportunità ambientale contribuendo alla vitalità dell'economia rurale, soprattutto nelle aree marginali.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Uso del suolo	Superficie Agricola Utilizzata/Superficie Totale
	Superfici adibite a coltivazioni a basso impatto ambientale e ad agricoltura biologica
Inquinamento	Quantità di pesticidi utilizzati

RIFIUTI

A fronte di una produzione crescente di RSU, la loro gestione risente di ritardi sia nell'attivazione e adozione dei piani di gestione degli ATO sia nelle modalità di smaltimento, ancora fortemente orientate alla discarica. La raccolta differenziata e la raccolta degli imballaggi sono in forte ritardo e carenti. Sul fronte dei rifiuti speciali si rilevano grandi flussi omogenei non ridotti alla fonte o recuperati e gestione orientata prevalentemente allo smaltimento in discarica.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Produzione	Produzione di rifiuti urbani totale e pro capite annuale
	Produzione di rifiuti urbani dovuta alla popolazione turistica (popolazione fluttuante)
	Produzione di rifiuti speciali pericolosi e non (totale, per settore produttivo, per codice CER)
	Produzione totale di rifiuti pericolosi
Gestione	Popolazione interessata da ATO costituiti e con servizio di gestione assegnato (ai sensi dell'art. 23 D.Lgs 22/1997) / popolazione totale
	Quantità di rifiuti trattati/smaltiti per tipologia di trattamento/smaltimento
	Quantità e % di rifiuti urbani oggetto di raccolta differenziata (per frazione)
	Popolazione servita da raccolta differenziata/popolazione totale (per tipologia di rifiuto differenziato)
	N. e capacità impianti di trattamento/smaltimento dei rifiuti (per tipologia di impianto e per tipo di rifiuto trattato)
	Importazione ed esportazione di rifiuti

RISCHIO TECNOLOGICO

Sul territorio regionale si registra l'esistenza di un'area dichiarata ad elevato rischio di crisi ambientale, il cui piano di risanamento, malgrado i risultati positivi ottenuti sia in termini di controllo dei fenomeni d'inquinamento che di contenimento degli stessi, si trova oggi in una fase di stasi in attesa della reiterazione.

Il discreto numero d'impianti a rischio d'incidente rilevante (DPR 175/88 e D.Lgs 334/99) e la loro concentrazione in aree densamente popolate o vicine a zone d'interesse naturalistico e/o turistico costituiscono una criticità che necessita un controllo adeguato da parte degli organismi competenti al fine di prevenire rischi per le persone e l'ambiente.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Aree ad elevato rischio di crisi ambientale	Aree a rischio di crisi (numero, localizzazione, superficie interessata)
	Popolazione esposta a rischio industriale
	Piani di disinquinamento e risanamento
Attività a rischio di incidente rilevante	Impianti a rischio di incidente rilevante (numero di impianti soggetti ad obbligo di dichiarazione o notifica secondo il DPR 175/1988 o ex artt. 6 e 8 del D.Lgs 334/1999, tipologia, localizzazione, distribuzione, sostanze detenute)

AMBIENTE NATURALE E BIODIVERSITÀ

L'analisi ambientale ha messo in luce la ricchezza e la peculiarità del patrimonio naturale e seminaturale della Sardegna. In generale si rileva che l'ambiente naturale non è soggetto a rilevanti pressioni antropiche, seppure a livello locale si evidenziano alcune criticità. Le maggiori carenze emergono sul fronte della conoscenza delle risorse naturali e/o della loro gestione e salvaguardia nelle aree della Rete ecologica regionale.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Patrimonio naturale e seminaturale	N. di specie vegetali e loro grado di minaccia
	N. di specie animali e loro grado di minaccia
	Superficie forestale
Interventi di protezione e conservazione	Superficie totale aree protette
	N. di aree protette con Ente gestore e con Piano del Parco
	Specie vegetali e animali dell'allegato II della direttiva Habitat presenti nei pSIC
Pressioni	N. di incendi nella Rete ecologica regionale
	Indice di frammentazione da strade nella Rete ecologica regionale
	Aree industriali in prossimità della Rete ecologica regionale
	Pressione venatoria

PATRIMONIO CULTURALE E PAESAGGIO

L'analisi condotta evidenzia il carattere diffuso del patrimonio storico e archeologico della Sardegna a cui si lega una presenza capillare delle istituzioni museali.

Tuttavia, alla diffusione del patrimonio culturale non fa riscontro uno standard elevato della qualità dei servizi offerti. Ulteriore elemento di criticità è rappresentato dall'incompletezza del quadro delle conoscenze che risulta carente sia per ciò che concerne lo stato del patrimonio, che per quel che riguarda la consistenza.

Lista degli indicatori utilizzati per l'analisi ambientale

Sottotema	Indicatori
Patrimonio Culturale	Beni Culturali noti alle Soprintendenze
	Beni Culturali vincolati
	Beni culturali dotati di servizi aggiuntivi
	Visitatori di beni culturali
Paesaggio	Territorio tutelato ai sensi della L. 1497/1939 e della L. 481/1985 (D.Lgs 490/1999)
	Superficie interessata da pianificazione paesistica/superficie totale del territorio regionale (Km ²)

2 LE CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELLE AREE INTERESSATE DALLE AZIONI DI PIANO

2.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Le condizioni del tempo sulla regione Sardegna sono legate direttamente al regime della pressione del Mediterraneo occidentale. Per gran parte dell'anno l'elemento determinante è dato dall'anticiclone delle Azzorre, mentre nella stagione invernale può prevalere quello euro-siberiano. Il sistema montuoso sardo-corso influisce notevolmente sulla circolazione depressionaria locale inducendo deviazioni e approfondimenti delle correnti cicloniche.

Queste possono sia formarsi a livello locale che avere origini atlantiche, balcaniche o africane.

Il regime d'alta pressione prevale in estate fino all'inizio dell'autunno, instaurandosi per brevi periodi anche durante l'inverno, specialmente tra gennaio e febbraio. Il tempo è buono, caratterizzato da gradiente barico orizzontale debole e brezze locali che seguono lo scambio di calore tra terra e mare. Le formazioni nuvolose hanno carattere prevalentemente cumuliforme. Presso i rilievi le correnti convettive possono dare luogo all'intensificarsi della nuvolosità e a brevi rovesci.

La presenza di depressioni su Golfo Ligure, Italia settentrionale e Adriatico è associato a forti correnti d'aria da NW (tempo di Maestrone). Questa condizione, prevalente nei sei mesi più freddi e frequente durante tutto l'anno, è originata da condizioni di alta pressione sulla Penisola Iberica e di bassa pressione nel Mediterraneo centrale e occidentale. Soprattutto sul versante W si hanno precipitazioni intense a carattere intermittente e vento forte al crescere del gradiente barico orizzontale tra la costa W e quella orientale originato dallo spostamento verso E del fronte depressionario.

Il tempo di grecale con venti da NE può comparire durante l'inverno a seguito dell'espandersi di alte pressioni continentali in condizioni di depressione sul Mediterraneo.

Questo regime si caratterizza per la limitata estensione nel tempo. Il vento, generalmente forte, e i rovesci, anche temporaleschi, interessano principalmente il versante E dell'isola. La bassa pressione contemporanea sul Mediterraneo sud-occidentale e sulla Penisola Iberica può verificarsi lungo tutto l'arco dell'anno con venti umidi provenienti da SE (tempo di scirocco). La pressione rimane bassa fino al mutamento di regime verso NW. La nuvolosità è stratificata con precipitazioni generalmente di lieve entità e persistenti che però sulla costa SW possono avere carattere alluvionale.

Il tempo di libeccio è associato all'irruzione di formazioni depressionarie in presenza di un fronte ciclonico di origine atlantica o africana sul Mediterraneo sud-occidentale. Queste condizioni si presentano prevalentemente in primavera e in autunno. La pressione diminuisce progressivamente, la nuvolosità è abbondante, accompagnata da venti caldi e umidi da SW e precipitazioni continue particolarmente intense sul versante W.

2.1.1 Temperature

L'andamento annuo della temperatura dell'aria in Sardegna non presenta caratteri originali rispetto a quello di altri paesi mediterranei.

L'isola risente appieno dell'evoluzione termica delle acque del Mediterraneo che, raggiungendo la temperatura massima nelle prime settimane dell'autunno e la minima in primavera, temperano i freddi dell'inverno e mitigano i calori estivi.

L'elevata temperatura della stagione invernale è la caratteristica più importante del clima sardo. L'isoterma di 10° in gennaio che taglia l'estremità di tutte le grandi penisole mediterranee, tocca pure la parte meridionale della Sardegna.

In estate la temperatura è elevata e nei mesi di luglio e agosto tutta la Sardegna meridionale si trova compresa entro l'isoterma di 25°. La temperatura estiva e quella del mese più caldo nelle contrade costiere della Sardegna eguagliano quelle che nella penisola si registrano lungo il tratto del litorale tirrenico compreso tra l'Argentario e il Golfo di Salerno.

2.1.2 Venti

Nell'ambiente climatico della Sardegna il vento ha una parte assai importante. Esso soffia, infatti, con altissima frequenza poiché l'isola si trova lungo la traiettoria delle correnti aeree occidentali, che spirano dalle zone anticicloniche dell'Atlantico e dell'Europa di Sud-Ovest verso i centri di bassa pressione mediterranei.

E' di interesse constatare che la distribuzione dei valori di frequenza nei diversi settori d'orizzonte non presenta apprezzabili variazioni nei singoli anni; ciò è tanto più degno di nota se si tengono presenti i notevoli scarti dalla media che invece si registrano nell'andamento di altri elementi del clima, e in particolare nel regime delle precipitazioni.

La predominanza dei venti occidentali in tutte le stagioni, la velocità media del vento quasi eguale in tutti i mesi, l'affermarsi del sistema di brezza lungo le coste regolarmente alla fine della primavera sono i fatti salienti di questo uniforme regime anemometrico.

2.1.3 Pressione atmosferica

Poiché la distribuzione della pressione nel Mediterraneo occidentale comporta la presenza di aree cicloniche costantemente centrate sui mari intorno alla Sardegna, la pressione si mantiene per tutto l'anno su valori molto bassi e non presenta variazioni mensili notevoli. L'andamento annuo è messo in evidenza dalla tabella seguente nella quale sono riportate le medie mensili della pressione a Cagliari (periodo 1893-1940), calcolate dopo aver ridotto i dati di osservazione a 0° di temperatura.

2.1.4 L'umidità, l'evaporazione e le precipitazioni

Le precipitazioni in Sardegna sono costituite quasi esclusivamente dalle piogge cicloniche, che le depressioni barometriche apportano al loro passaggio; si verificano pertanto quando l'isola è interessata da tali perturbazioni, con punte massime nei periodi in cui le traiettorie cicloniche presentano la maggior frequenza lungo il 40° parallelo.

La Sardegna si trova sulla traiettoria dei cicloni una prima volta tra la fine dell'autunno e l'inizio dell'inverno (prima fase delle precipitazioni) ed una seconda volta tra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera (seconda fase). Ne consegue una certa differenza tra la Sardegna e le regioni mediterranee meridionali riguardo all'andamento delle precipitazioni, appunto perchè le depressioni attraversano il settore centrale e quello meridionale del Mediterraneo in periodi diversi dell'anno e con diversa frequenza.

In relazione con questi spostamenti periodici delle masse d'aria sono pure il regime dell'umidità relativa e quello della nebulosità.

2.1.4.1 Umidità relativa ed evaporazione

Lo studio dell'umidità relativa si presenta di notevole interesse in quanto essa è determinata da un rapporto tra quantità di vapore e temperatura. Essa presenta dei valori notevolmente diversi nelle varie regioni e in periodi più brevi ha delle forti oscillazioni a seconda della natura e della provenienza delle masse d'aria che interessano l'isola.

Per il basso indice di umidità e la notevole frequenza del vento, rare sono nell'isola le nebbie. Nelle stagioni piovose tuttavia si hanno delle nebbie nelle ore notturne in alcune zone di pianura, data la notevole irradiazione termica del terreno e lungo le coste, specie in prossimità degli stagni e dei fiumi. La formazione di queste nebbie è dovuta all'incontro di aria fredda incanalata dalle valli fluviali con aria calda stazionante sul mare.

Al grado di umidità è collegato poi il valore dell'evaporazione. Sulla evaporazione

dal terreno e dagli specchi d'acqua, come sulla traspirazione delle piante, ha inoltre grande influenza il vento, particolarmente in Sardegna, dove esso è assai frequente, e in misura tanto maggiore quanto più è secco e violento.

2.1.4.2 Le precipitazioni

La piovosità in Sardegna presenta le seguenti caratteristiche generali: dei notevoli scarti dalla media nei singoli totali annui, un elevato indice di intensità e un'irregolare distribuzione stagionale.

Gli scostamenti dalla media sono tali che la quantità di pioggia di qualche anno può superare il doppio della media o esserne inferiore della metà. Se scostamenti di tale entità non sono frequenti, scarti del 25% e del 30% si verificano in tutte le località e devono essere considerati come normali per il regime pluviometrico della Sardegna.

L'intensità oraria delle precipitazioni raggiunge ovunque punte molto elevate.

La natura saltuaria e violenta delle piogge è data dal fatto che le perturbazioni del fronte mediterraneo si abbattono sulla Sardegna accompagnate da venti assai forti, e le precipitazioni, generalmente in relazione col fronte freddo, hanno perciò carattere temporalesco e durata relativamente breve. Piogge violente a carattere di rovesci sono frequenti soprattutto nella prima fase della stagione piovosa, quando possono verificarsi dei nubifragi che in poche ore danno da 100 a 150 mm di pioggia, quantità questa che può rappresentare una frazione cospicua delle precipitazioni dell'intera stagione invernale e del totale annuo.

La distribuzione spaziale media delle piogge nell'intera superficie dell'isola è indicata dalla carta delle isoiete costruita con le medie del trentennio 1920-50 (Fig 2.3.3/1). Ben chiaro appare dalla carta il contrasto fra le zone orientali e quelle occidentali. Nel versante occidentale un'ampia zona con piovosità inferiore ad 1 m all'anno si allunga da Nord a Sud, nel settore occidentale invece, in corrispondenza del Gennargentu si registrano livelli di piovosità compresi tra un metro ed un metro e mezzo l'anno, ed un'ampia fascia con piovosità pari a circa 1 m l'anno.

La media generale delle precipitazioni per l'intera isola risulta di 775 mm, pari al 75% della media calcolata per tutta l'Italia, per cui si può calcolare che cadano ogni anno oltre i 18 miliardi di metri cubi d'acqua.

2.2 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO, E IDROLOGICO

2.2.1 Inquadramento morfologico

La Sardegna presenta come dato caratteristico dal punto di vista fisico un profilo tabulare con contorni regolari. L'interno è prevalentemente montuoso e collinare (secondo l'ISTAT si può considerare "pianura" solo il 18,5 % del territorio, identificabile prevalentemente con la piana alluvionale del Campidano).

Le emergenze sono tuttavia di modesta entità sia per altezza che per numero. Più importanti appaiono invece le fratture superficiali che danno luogo a valli e incisioni ripidi e angusti. Ne risulta un paesaggio che, se non fosse per la modesta altitudine media (344 m), riassumerebbe in sé caratteristiche piuttosto montuose che non collinari. Anzi, il semplice dato altimetrico si può considerare fuorviante nella definizione dei caratteri dei rilievi.

L'assetto appena descritto è il risultato della reazione della piattaforma rigida cristallina, di cui era formata anticamente la Sardegna, ai movimenti innescati dall'orogenesi alpina durante l'Oligocene. Durante questa fase il penepiano sardo si spacca in tre principali frammenti (identificabili nelle attuali Nurra a NW, Sulcis e Iglesiente a SW e in tutto il settore E dalla Gallura al Sàrrabus), mentre il vulcanismo provoca il riempimento delle principali fratture. Fenomeni vulcanici più recenti, risalenti al quaternario, hanno dato luogo a modeste formazioni che interrompono sporadicamente l'uniformità del paesaggio con conoidi o altipiani isolati.

In sostanza, quindi, l'orografia sarda ha origini tettoniche: mancano le formazioni a catena proprie delle dorsali alpine e appenniniche e prevalgono innalzamenti poco omogenei, formati dai residui di quei frammenti di cui si è detto, saldati tra loro da successive fasi di riempimento sedimentario, espansioni terziarie e depositi alluvionali quaternari.

Le principali formazioni montuose sono localizzate nel versante E dell'isola e costituiscono la parte sarda del massiccio sardo-corso: a NE il gruppo granitico del Monte Limbàra (P. Balestrièri, 1359 m); al centro gli scisti del massiccio del Gennargentu (1834 m, cima più elevata della Sardegna con la P. La Marmora); a SE il gruppo ancora granitico dei M. dei Sette Fratelli (P.sa Ceràxa, 1023 m). Separato da questa dorsale dalla pianura alluvionale del Campidano che percorre l'isola in senso NW-SE, il quadrante SW è a sua volta diviso in senso W-E dalla valle del Rio Cixèrri: le cime maggiori sono il M. Lìnas nell'Iglesiente (massiccio di scisti cristallini e graniti paleozoici la cui maggiore elevazione è costituita dalla Perda de sa Mesa con 1236 m) e nel Sulcis il M. Is Caràvius (1116 m).

Il quadrante NW è caratterizzato da un penepiano interrotto da frequenti vallate e burroni e digradante verso il mare senza rilievi degni di nota. Al di fuori di questi sistemi principali le emergenze che superano i 1000 m di altitudine si presentano come vertici di piani fortemente inclinati (le "catene" dei Monti del Màrghine e dei Monti del Gocèano), come residui di apparati vulcanici (M. Ferru e M. Arci) o infine come sollevamenti di formazioni sedimentarie (M. di Orosèi, M. Albo e "Tacchi" della barbagia-Sarcidano).

I caratteri dell'idrografia dell'isola riflettono in buona parte le caratteristiche morfologiche fin qui descritte, dando luogo a un sistema frammentato e complesso. Nell'insieme non si può definire alcuna forma nel reticolo idrografico che non sia quello radiale intorno ai principali rilievi.

L'irregolarità delle precipitazioni, l'orografia caratterizzata da forti pendenze, l'impermeabilità dei suoli che ostacola la presenza di sorgenti di una certa portata, l'assenza di laghi naturali e ghiacciai o nevai perenni, il diradamento della copertura boschiva, limitano il carattere di tutti i corsi d'acqua della Sardegna a un regime torrentizio. I fiumi maggiori (Tirso, il più lungo dell'isola con 159 km, Coghinas, Flumendosa, Posada, Cedrino, Temo, quest'ultimo unico fiume navigabile, anche se per un tratto limitato nei pressi della foce), nonostante siano perenni grazie all'apporto sorgivo, ovvero all'ampiezza del bacino idrico, sono anch'essi assimilabili a tale comportamento. Tutti questi fiumi, con la significativa eccezione del Flumendosa, unico a scorrere in buona parte lungo una valle di erosione fluviale, seguono sempre linee di frattura della superficie che fungono da pluviali per i corsi d'acqua minori.

La linea di costa, che si sviluppa per 1897 km, presenta un profilo abbastanza vario, con una prevalenza di andamenti a falesia lungo tutto il contorno dell'isola. Sul golfo di Orosèi e su parte di quello di Olbia a E e su settori limitati della Nurra e dell'alto Sulcis a W, le formazioni calcaree e dolomitiche si interrompono precipitando verticalmente a mare anche con altezze considerevoli. Frequenti sono le interruzioni date da insenature piccole e poco profonde. Ancora a W, mentre le isole dell'Asinara, di S. Pietro e di S. Antioco sono netti affioramenti trachitici caratterizzati anch'essi da scogliere alte e verticali, buona parte della costa tra la Nurra e il M. Ferru costituisce la terminazione gradinata degli altipiani basaltici e trachitici dell'entroterra.

La costa della Gallura a N è fortemente frastagliata come risultato di fasi successive di immersione, e di riempimento detritico di piccole valli (costa "a rias"), mentre solo occasionalmente si registrano innalzamenti verticali nella discesa graduale dei rilievi granitici verso la costa. Sistemi sabbiosi bassi e lineari sono localizzati principalmente alle estremità NW e S della pianura del Campidano, parzialmente a contorno della regione SW e presso il golfo dell'Asinara a N. Tratti diversi (costa E dove la linea di falesia si abbatte; estremità del golfo di Cagliari) si caratterizzano invece per un andamento vario, con alternanza di sistemi sabbiosi e promontori scarsamente marcati

2.2.2 Inquadramento geologico

Le più antiche testimonianze della storia geologica della Sardegna, localizzate nella zona SW dell'isola, vengono generalmente datate al Paleozoico (ma è tuttora aperta la questione se alcuni affioramenti di gneiss nei pressi di Capo Spartivento sulla costa S siano attribuibili a una fase precambriana). Si tratta delle formazioni rocciose più antiche riscontrabili in Italia (fino a 600 milioni di anni) formate da arenarie del Georgiano, e in successione, da calcari e dolomie dell'Acadiano e scisti del Postdamiano.

Circa il 50 per cento della superficie dell'isola è formata da rocce vulcaniche e metamorfiche formatesi a partire dalla fase orogenetica ercinica durante il Carbonifero superiore. Oltre al M. Linas, episodio di maggiore importanza sul versante W, i principali rilievi granitici risalenti a questo periodo sono il M. Limbara e i M. dei Sette Fratelli.

Questi costituiscono una dorsale sostanzialmente omogenea che, con l'interruzione del massiccio scistoso del Gennargentu (reliitto fortemente metamorfosato delle originarie formazioni cristalline di cui si componeva l'isola), percorre tutto il versante E dell'isola, dal Capo Testa fino alle estreme propaggini S del massiccio del Sàrrabus. La particolare struttura cristallina di questo sistema ha dato luogo, con il succedersi delle intrusioni prima e con ulteriori movimenti orogenetici poi, a formazioni caratterizzate da blocchi frastagliati e profondamente fessurati, affioranti tra altre rocce metamorfiche (filladi quarzifere, micascisti e quarziti) e residui di erosione (principalmente sabbioni silicei).

Un altro importante gruppo di rilievi presente sul versante E dell'isola è costituito dai residui dei grandi banchi sedimentari formati a partire dal Mesozoico, principalmente nel Giurassico e secondariamente nel Cretaceo. Di questo complesso, che dall'attuale isola di Tavolara si spingeva con andamento NE-SW oltre le pendici S del Gennargentu, restano testimoni sparsi come gli altipiani più o meno estesi delle Barbagie meridionali (M. Tønneri, M. Perda Liàna e M. Taquisàra), del Sarcidano (M. Texile), le dorsali delle Baroniè (M. Albo e M. Tuttavista) e i grandi altipiani del Supramonte (dove si evidenzia la successione di sedimenti giuresi e creatacei) e della costa del golfo di Orosei.

Dovunque è diffuso il litotipo dolomitico (ma non mancano forme calcaree diverse), poggiante sul substrato di scisti cristallini paleozoici, tendente verso la facies granitica a ridosso della costa, con notevoli affioramenti basaltici in corrispondenza delle principali linee di frattura. Il profilo a falesia varia a seconda della giacitura dando luogo a caratteristiche forme a torre, la cui denominazione varia a seconda delle zone in "tacco", "tonneri" o "texile", ovvero, seguendo l'inclinazione degli strati sottostanti, presenta pendenze moderate su un versante, terminanti bruscamente su quello opposto con bastionate di altezza considerevole.

Sono frequenti, particolarmente sul Supramonte e sui rilievi costieri, le incisioni superficiali di origine tettonica che prendono la forma di vallate profonde e tortuose (Dolòverre di Sùrtana, Gola di Gorròpu, Còdula di Luna, solo per citare gli esempi più noti). Maggiormente diffusi in tutta la zona interessata sono i fenomeni carsici (grotte,

doline, abissi, fiumi sotterranei) sia di origine tettonica che fisico-chimica.

Non meno rilevanti, sebbene più modesti per altitudine, sono anche i rilievi sedimentari paleozoici dell'Iglesiente. Calcari e dolomie di origine cambrica sono presenti con litotipi che vanno dal puro ceroide, frequente sulla costa, al calcare metallifero (con mineralizzazioni di solfuri di piombo, zinco e argento estremamente rilevanti per lo sfruttamento minerario) diffuso in tutta l'area.

L'assestamento dei complessi carbonatici in una forma prossima a quella attuale si può collocare durante l'era cenozoica. La fase orogenetica alpina investe l'isola nell'Oligocene, sollevandola (anche se meno della Corsica, dalla quale si separa successivamente nel Miocene) e soprattutto smembrandola. Si forma la fossa tettonica sarda, che dal golfo dell'Asinara scende fino al golfo di Cagliari e che, a seguito dell'ulteriore sprofondamento miocenico della fossa tettonica del Campidano, darà luogo, con i riempimenti alluvionali del Quaternario, alla principale pianura sarda.

Il versante E si solleva molto più sensibilmente di quello W con la conseguente frantumazione della dorsale carbonatica mesozoica. Inizia infine una nuova e intensa fase vulcanica che, conclusasi sul finire del Pliocene (anche se con altri più rari episodi anche in epoca quaternaria), porta al riempimento delle linee di frattura precedentemente originatesi e alla formazione di profili caratteristici del rilievo sardo come le "giare" e i due maggiori edifici vulcanici del M. Ferru e del M. Arci.

2.2.3 Idrografia superficiale

La frammentazione geologica ha come diretto risultato la brevità e la scarsa portata dei corsi d'acqua: un dato geografico che ha avuto, e in parte ha ancora, pesanti effetti economici e sociali.

Infatti, le scarse precipitazioni e la ristrettezza dei bacini fluviali fanno della Sardegna un'isola povera d'acqua, talvolta anche siccitosa: una realtà alla quale i suoi abitanti hanno dovuto adattare modalità di vita, colture agricole, comportamenti sociali, e che nel corso dei secoli ha fortemente plasmato l'intero costume della gente sarda, in particolare nell'interno.

Solo nel Novecento si è cercato di rimediare a questa penuria idrica attraverso la creazione di vasti laghi artificiali (con i suoi 402 milioni di mc di invaso, il lago Omodeo, realizzato fra il 1918 e il 1924, era all'epoca il più grande d'Europa), ottenuti sbarrando i vari corsi d'acqua dell'isola.

Il maggiore dei fiumi, il Tirso (159 km), attraversa in diagonale la Sardegna da nord-est a sud-ovest, sfociando nel golfo di Oristano.

Il Flumendosa (127 km) scorre invece dalle montagne del centro verso est per gettarsi a sud nel mare di Muravera.

Il Coghinas (123 km) nasce nelle alture intorno a Ozieri, nel Logudoro, e sbocca nel golfo dell'Asinara, sulla costa settentrionale.

Il Temo, infine, scorre nella Sardegna nordoccidentale mantenendosi sostanzialmente parallelo alla costa per poi gettarsi in mare all'altezza della città di Bosa.

Numerosi altri fiumi e torrenti (il Posada e il Cedrino in provincia di Nuoro, il Liscia in provincia di Sassari, il rio Mannu di Samassi in provincia di Cagliari), pur possedendo un'importanza locale, o poco più, hanno però inciso profondamente il terreno, condizionandone in misura sensibile l'orografia.

2.3 ASPETTI NATURALISTICI E PAESAGGISTICI

Posta al centro del bacino occidentale del Mediterraneo, a circa 180 Km di distanza dalle coste continentali italiane e a 190 da quelle dell'Africa del nord, l'isola ha una superficie di 24.089 Km² ed è per estensione la seconda Isola del Mediterraneo (dopo la Sicilia).

La Sardegna è certamente la regione italiana più ricca di peculiarità ambientali e paesaggistiche, non soltanto a causa delle sue grandi dimensioni territoriali (oltre 24.000 km²), ma soprattutto perché vi sono rappresentate tutte le ere geologiche (tranne l'Archeozoica) con una serie di ambienti di estrema variabilità morfologica, con relative popolazioni floro-faunistiche di enorme interesse, spesso endemiche.

Ogni era geologica ha lasciato il segno sulla costituzione del paesaggio fisico in Sardegna; quando ancora non si era formato che ben poco dell'attuale "stivale" italiano, già emergevano dal mare (600 milioni di anni fa) le montagne dell'Iglesiente e del Sulcis, costituite di calcare metallifero.

La roccia granitica, che caratterizza il paesaggio della *Gallura* e della *Barbagia*, è più recente, ma solo di poco: si formò circa 350 milioni di anni fa durante l'era Paleozoica o Primaria e costituisce l'"armatura" geologica di quasi tutta l'Isola.

La zona di *Capo Caccia* presso Alghero, la *Barbagia* e l'*Ogliastra*, durante l'era Mesozoica o Secondaria (200 milioni di anni fa), furono invase dal mare, il quale lasciò quei depositi calcarei che, emersi in seguito all'abbassamento delle acque, costituiscono le rocce del *Supramonte*, della costa del *Golfo di Orosei* e dei *tacchi e tonneri* (massicci isolati, simili a torrioni) dell'*Ogliastra*.

Anche il vulcanesimo dell'era Cenozoica o Terziaria (70-30 milioni di anni fa) ha lasciato i segni del suo passaggio; ricordiamo il *M. Ferru* ed il *M. Arci*, grandi vulcani spenti dell'Oristanese. Ma formazioni simili sono presenti anche nel *Logudoro* (presso Sassari). La lava formò anche degli altopiani, come quello di *Abbasanta* (OR) e quello di *Campeda* (NU), presso Macomer, e le isole di *Sant'Antioco* e *San Pietro* nel Sulcis (CA).

Nell'Era Neozoica o Quaternaria, iniziata circa un milione di anni fa, avvenne il riempimento del canale marino che separava la Sardegna dalle montagne del Sulcis-Iglesiente: al suo posto si formò la vasta piana del Campidano. Non lontano da questa pianura si formarono anche gli altopiani basaltici detti *Giare*, tra cui quella di *Gesturi*, mentre il vulcanismo ebbe le sue ultime manifestazioni anche a *Dorgali* e *Cala Gonone* (colate di basalto), a *Castelsardo* (trachite) e in vari altri luoghi.

Prima del cosiddetto *sfenoclasma* Sardo-Corso (a partire dal Miocene medio inferiore) l'Isola era unita alla Toscana tramite un "ponte" con la Corsica e con l'Isola d'Elba; ciò permise l'arrivo di piante e animali dal continente europeo. In certi casi, a causa del successivo isolamento, l'evoluzione ha determinato la nascita di molte sottospecie a sé, alcune presenti esclusivamente in Sardegna o anche in poche altre aree: i cosiddetti *endemismi*, sia della flora sia della fauna.

Le condizioni dei terreni e del clima sardo determinano la grande diffusione di piante cespugliose, che spesso sono molto fitte e danno luogo alle distese di macchia-foresta, in genere impenetrabile ed intricata, regno dei cinghiali e delle volpi; sono formate in prevalenza dai *lentischi*, dagli *olivastri*, dalle *eriche* e dai *corbezzoli*. Le *foreste*, molto impoverite a causa dei tagli irrazionali operati nel sec. XIX, sono comunque discretamente estese, grazie alla vastità del territorio (oltre 9.000 Km²); le più caratteristiche sono quelle di *lecci*, diffuse soprattutto in Barbagia, nel Sulcis e nel Sarrabus. Quelle di *sughere*, in parte introdotte dall'uomo, coprono vaste aree della Gallura. Splendidi sono infine i *castagneti* che prosperano lungo le falde occidentali del Gennargentu.

Lungo le coste si ritrovano estese pinete litoranee frutto di rimboschimenti; a queste si mescolano spesso i ginepri, pianta simbolo della Sardegna, dal lentissimo accrescimento e dal profumo caratteristico. Si trova un po' in tutte le spiagge con esemplari isolati, ma forma anche delle vere foreste soprattutto sul Supramonte e lungo il Golfo di Orosei.

La *Fauna* sarda annovera un gran numero di specie, delle quali molte sono esclusive dell'Isola, oppure estintesi altrove.

Il *muflone* è l'animale più "famoso" dell'Isola, diffuso soprattutto in Barbagia e protetto in quanto a rischio di estinzione; grazie alla diminuzione della pratica del bracconaggio è aumentato di numero, tanto da far ben sperare riguardo alla sua conservazione. Progenitore della pecora domestica, diffuso in tutta Europa con individui catturati nell'Isola, è indubbiamente un simbolo per la Sardegna.

Il maestoso *cervo sardo* ancora sopravvive in alcune foreste della Provincia di

Cagliari. La rara *foca monaca*, ormai sull'orlo dell'estinzione, abita le grotte marine del Golfo di Orosei e dell'Isola di Tavolara; altri mammiferi sono i *gatti selvatici* e le *volpi*. La *selvaggina nobile stanziata*, nonostante la pressione venatoria, è ancora relativamente numerosa (lepri e pernici); ad essa si accompagna l'*avifauna di passo*, che durante l'inverno raggiunge dal nord la Sardegna, o vi transita diretta verso l'Africa e viceversa.

Fra gli uccelli, particolarmente importanti i rapaci, tra cui la maestosa *aquila reale* e il grande *grifone* abitano vari punti del Supramonte e delle montagne più alte e inaccessibili. Ancora di grandissimo interesse è l'avifauna degli stagni costieri, nei quali sostano centinaia di migliaia di uccelli migratori ed altrettanti stanziali: ricordiamo il *fenicottero rosa*, gli *aironi*, le varie altre specie di *ardeidi*, *limicoli*, *anatidi*, *rallidi* e *trampolieri*.

Da un punto di vista paesaggistico-ambientale, certamente la costa rappresenta motivo di grande interesse. La Sardegna conta uno sviluppo lineare della costa pari a circa 1850 km, quasi un quarto dell'intero sviluppo litoraneo italiano, di cui solo 300 urbanizzati.

Ciò che accomuna le spiagge sarde è la limpidezza delle acque. La perfetta pulizia delle acque è dovuta alla scarsità di materiale in sospensione, che in genere proviene dai corsi d'acqua dell'entroterra: questi determinano un "inquinamento naturale", ma sono asciutti in estate.

La scarsità ed irregolarità delle precipitazioni durante l'anno e la notevole permeabilità dei suoli sardi (specialmente su basamenti carbonatici) sono causa della bassa portata dei fiumi e del loro carattere torrentizio. Capaci di piene violente in inverno, possono ridursi a esili rigagnoli d'estate.

Fanno eccezione i fiumi maggiori: il Tirso, che nasce presso Buddusò e sfocia ad Oristano; il Coghinas, che scorre tra Gallura e Logudoro; il Flumendosa, fiume della Barbagia e dell'Ogliastra, che sfocia a Muravera in Provincia di Cagliari; il Cedrino, che scorre in Barbagia tra Nuoro, Oliena e Dorgali e sfocia ad Orosei, nella Baronia; e infine il Temo, unico fiume navigabile nel tratto finale, che attraversa la Montagna di Villanova Monteleone a sud di Sassari e poi il territorio di Bosa (NU).

La necessità di approvvigionarsi di acque per uso potabile, industriale e agricolo ha determinato la costruzione di numerose dighe; nei relativi bacini: sono nati così i vari laghi artificiali. Ricordiamo l'*Omodeo* (il più grande) nell'Oristanese, il *Coghinas* nel Sassarese, il *Liscia* nella Gallura, il *lago di Gusana*, il *lago Alto del Flumendosa* e il *lago del Cedrino* nel Nuorese, e ancora il *lago Medio del Flumendosa*, lungo oltre 20 Km, e quello di *Mulargia*, tra la Provincia di Nuoro e quella di Cagliari. L'unico di origine naturale è invece il *lago Baratz*, nella Nurra tra Alghero e Sassari.

L'ambiente delle pianure è forse di minor interesse paesaggistico-ambientale rispetto all'ambiente costiero, tuttavia custodisce aspetti ed elementi di grande interesse culturale

ed umano, con insediamenti preistorici e monumenti di rilievo, e paesi ad economia agricola, come nel Campidano, con la loro architettura, i loro usi e costumi particolari.

Le pianure sarde sono originate dal riempimento alluvionale di antiche anse marine, e sono principalmente la Nurra al nord (Sassari) ed il Campidano dal centro ovest verso tutto il centro-sud dell'isola (Oristano e Cagliari).

Il paesaggio di pianura, in genere spoglio, è occupato in parte da una pianta, la vite, che nel dopoguerra (e soprattutto nel Cagliaritano), ha sostituito la millenaria coltura dei pregiatissimi cereali sardi, che comunque non è fortunatamente del tutto scomparsa; altra coltura tipica è l'olivo, mentre nel Cagliaritano e nel Sarrabus (dove si incontra un'altra piana costiera) si segnalano rispettivamente le pesche e gli agrumi. Da segnalare anche le pianure di Orosei (valle del Cedrino) e Tortolì.

Nella Gallura una serie di alte cime, quelle del *Monte Limbara* (circa 1.300 m), formano il gruppo granitico più alto dell'Isola; più a sud l'*Altopiano di Alà-Buddusò*, sui mille metri di altitudine, è sempre costituito da granito. Nel Logudoro e nella zona di Villanova Monte Leone vi sono estese montagne di origine vulcanica, che giungono fino al mare.

Oltre al massiccio del *Gennargentu*, nella Barbagia si individuano le vaste montagne calcaree del *Supramonte*, tra i paesi di Oliena, Dorgali, Urzulei, Baunei, e Orgosolo. Nella Baronia, sul lato nord della Provincia di Nuoro, si evidenzia l'allungata mole calcarea del *Monte Albo*, simile ad un bastione, e nella zona di Macomer, Bolotana e Bono (ad ovest) la *catena del Marghine-Goceano*.

Nell'Oristanese si incontrano i gruppi del *Montiferru* e del Monte Arci che, come i *Monti Grighine*, hanno origine vulcanica.

In Provincia di Cagliari, nel lato sud-orientale dell'Isola, verso il mare, troviamo il gruppo dei *Monti Sette Fratelli* (cosiddetto perché presenta sette cime principali), mentre verso nord si stende il *Salto di Quirra*, sconfinata e solitaria distesa di aspre montagne, strette valli ed altopiani calcarei, attraversata dal Flumendosa.

Oltre al grande interesse geologico (e un tempo minerario), le montagne del Sulcis-Iglesiente (nel sud-ovest della Provincia di Cagliari) hanno grande importanza naturalistica, in quanto ospitano le più vaste foreste dell'Isola.

3 ASPETTI RELATIVI ALLA PRESENZA DI AREE DI RILEVANZA AMBIENTALE (CONDIZIONI DI FRAGILITA')

Sulla base degli esiti dell'analisi multi-criteri, sviluppata esclusivamente in base ad un set di indicatori di natura ambientale, di un indicatore economico (VAN) e di un indicatore che esprime la quantità di risorsa che un singolo sistema è in grado di trasferire ai sistemi limitrofi, sono apparsi meritevoli di approfondimento alcuni scenari d'intervento (vedi anche Vol. 3 par. 5.1.3.8 Vol. 4 cap. 3).

Rispetto all'ubicazione di tali interventi, di seguito riepilogati, è stata condotta un'analisi degli ambiti territoriali che presentano potenziali condizioni di fragilità.

Posada Cedrino	Sistema 1	Alternativa 3	Intervento 14	Comparto irriguo Cumbidanovu
Gallura	Sistema 3	Alternativa 7	Intervento P.A.4.2*	Traversa sul basso Liscia e collegamento impianto e serbatoio Liscia
Sardegna Nord-occidentale	Sistema 4	Alternativa 2	Intervento P.A.6	Ripristino e adeguamento acquedotto Coghinas
Sardegna Nord-occidentale	Sistema 4	Alternativa 2/6	Intervento 10*	Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani
Sardegna Nord-occidentale	Sistema 4	Alternativa 6	Intervento 1	Condotta sul rio Sette Ortas
Tirso	Sistema 5	Alternativa 4	Intervento 28	Comparto irriguo alta Marmilla
Tirso	Sistema 5	Alternativa 4	Intervento P.A.8	Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso
Tirso	Sistema 5	Alternativa 4	Intervento 26*	Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu
Sardegna Nord-occidentale	Sistema 4	Alternativa 6	Intervento P.A.7*	Derivazione medio Temo
Sud Sardegna	Sistema 2/6/7	Alternativa 5	Intervento I.6	Interconnessione Leni-Campidano
Sud Sardegna	Sistema 2/6/7	Alternativa 5	Intervento 39*	Diga sul Basso Flumendosa
Sud Sardegna	Sistema 2/6/7	Alternativa 5	Intervento 40	Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa
Sud Sardegna	Sistema 2/6/7	Alternativa 5	Intervento I.7	Collegamento Flumendosa-Cixerri
Sud Sardegna	Sistema 2/6/7	Alternativa 5	Intervento I.1	Interconnessione Cixerri-Sulcis

Sistema 1 – alternativa 3:

L'alternativa prevede la realizzazione dell'intervento "14 – comparto irriguo Cumbidanovu" che consiste in un'opera di vettoriamento della lunghezza di circa 16 km, priva di tratti in galleria

Non si riscontrano particolari condizioni di fragilità del territorio. Il previsto intervento si inserisce in un'area urbanizzata tra Orgosolo e Oliena sfruttata per scopi agricoli.

La condotta trasferisce un volume di risorsa dal costituendo invaso di Cumbidanovu verso il nuovo centro di domanda irrigua Cumbidanovu. Nello stesso bacino idrografico (Fiume Cedrino) non sono presenti altre opere di derivazione su corsi d'acqua per cui si può ritenere che il sistema non soffra significative penalizzazioni da parte degli interventi antropici previsti.

Sistema 3 – alternativa 7:

Tale alternativa consta dei seguenti interventi:

- Int. P.A.4.2 – Traversa sul basso Liscia e collegamento impianto e serbatoio Liscia

L'intervento prevede principalmente la realizzazione di una traversa in sub-alveo lungo il corso del F. Liscia, a pochi chilometri dalla costa. I volumi derivati sono dell'ordine di $5,55 \text{ Mm}^3$ annui prelevati dagli attuali deflussi pari a 30 Mm^3 . Tale volume di portata tiene conto del Deflusso Minimo Vitale previsto a valle della diga del Liscia (pari a $0,84 \text{ Mm}^3 / \text{annui}$).

Non si prefigurano particolari condizioni di fragilità del territorio, sebbene nelle successive fasi di progettazione si dovranno valutare i deflussi minimi da garantire a valle della prevista traversa, secondo le indicazioni previste nelle Linee Guida del Piano di Tutela delle Acque.

Tuttavia, non si escludono potenziali alterazioni del trasporto solido con conseguenziali ripercussioni sulla costa sabbiosa.

Sistema 4 – alternativa 2:

Tale alternativa è caratterizzata da due distinti interventi:

- Int. 10 (sollevamento da Muzzone e piana di Chilivani);
- Int. P.A.6 (ripristino e adeguamento acquedotto Coghinas).

L'intervento P.A.6 si inserisce in un'area antropizzata ad Ovest di Sassari ampiamente sfruttata per usi agricoli. Il previsto vettoriamento corre in fregio ad una

esistente condotta, ciò consente di minimizzare gli impatti durante la fase di realizzazione sfruttando l'eventuali piste di servizio delle opere esistenti.

Diversamente, l'int. 10 ricade nel sito d'importanza comunitaria denominato "campo di Ozieri e pianure comprese tra Tula e Oschiri" IT B011113. Il SIC interessa in gran parte zone a vegetazione boscosa e a macchia ed in misura minore campi agricoli, entro la quale ricade il vettoriamento in oggetto.

Le aree agricole interferite dall'opera ed i connessi ecosistemi, risultano più vulnerabili alla pressione antropica.

L'intervento previsto deriva un volume pari a circa 43,4 Mm³ dall'invaso del Coghinas. Quest'ultimo risulta caratterizzato da una condizione di ipertrofia; la causa principale del deterioramento del sistema acquatico può farsi risalire all'asportazione o la generica interferenza sulla vegetazione naturale del bacino (ed in particolare sulla macchia mediterranea ad alto fusto) e con l'alterazione del regime idrico.

Pertanto, durante le fasi realizzazione del vettoriamento si dovrà operare in modo tale da ostacolare l'apporto di materiali al corpo idrico eutrofico. Alla scala d'intervento si potrà intervenire riducendo al minimo l'asportazione di vegetazione naturale e ripristinando la copertura vegetazionale naturale sul bacino idrografico.

Sistema 4 – alternativa 6:

Tale alternativa è caratterizzato dal sopradescritto Int. 10 e da:

- Int. P.A.7 (Derivazione del medio Temo)
- Int. 1 (condotta sul rio Sette Ortas).

Gli ambiti territoriali interessati sono scarsamente antropizzati e caratterizzati da buoni valori di naturalità, avvalorati anche dalla presenza di riserve naturali e del pSIC denominato "Entrotterra e zona costiera tra Bosa; Capo Marangiu e P. Tangone".

Il reticolo idrografico è ampiamente sviluppato, sebbene poco gerarchizzato, e fortemente controllato dalla struttura geologica. Numerose sono le opere esistenti ed in progetto (Int. P.A.7) che interessano la risorsa superficiale.

Lungo il corso del F. Temo sono presenti uno sbarramento e relativo invaso (Lago del Temo) in prossimità dell'abitato di Monteleone ed uno sbarramento con funzioni di laminazione delle piene presso Monte Crispu. In sinistra idrografica, lungo gli affluenti di 2° ordine Rio Badu Crabolu e Rio Cumone sono presenti altre due traverse.

L'intero sistema idrico risulta pertanto già ampiamente alterato ed in condizioni di potenziale fragilità, tanto più se si tiene conto delle previste traverse collocate rispettivamente sul Rio sa Entale (T 31) e sul F. Temo (T27).

I deflussi naturali alla sezione d'intervento lungo il Rio sa Entale, sono dell'ordine di 12 Mm³ / annui di cui circa 11,70 Mm³ / annui saranno derivati dall'opera prevista, ossia quasi il 90% dei volumi d'acqua attuali.

Lungo il F. Temo, alla sezione d'intervento, gli attuali deflussi (circa 26,11 Mm³ / annui) saranno ulteriormente modificati a seguito della derivazione di 15,5 Mm³ / annui .

L'int. 1 si inserisce nel bacino idrografico del Rio Cuga, il cui equilibrio naturale è significativamente modificato dalla presenza di numerose opere idrauliche, tra cui lo sbarramento del Cuga.

Il vettoriamento in oggetto è ubicato lungo il Rio Sette Ortas, affluente di sinistra del Rio Cuga (Rio su Català); le portate derivate sottraggono volumi di acqua dal Rio Cuga a valle della diga.

Sistema 5 – alternativa 4:

Tale alternativa consta dei seguenti interventi:

- Int. P.A.8 – riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso: adeguamento di un canale a cielo aperto.
- Int. 26 – utilizzazione deflussi del Flumendosa e collegamento Tirso-Flumendosa: realizzazione di un traversa (T34), di un vettoriamento e di un impianto di sollevamento
- Int. 28_1 – comparto irriguo alta Marmilla: vettoriamenti e partitori

L'int. P.A.8 è ubicato a Nord di Marrabiu in prossimità del Golfo di Oristano, in un area antropizzata e caratterizzata da estese colture in aree irrigue. Non si riscontrano sul territorio, a scala di Piano, condizioni di fragilità ambientale, anche perché l'intervento consiste in un adeguamento di un canale esistente e pertanto non compromette la naturalità dei luoghi.

Diversamente, gli interventi 26 e 28_1 si distribuiscono su una ampia porzione di territorio, compresa fra il Lago del Tirso e l'abitato di Villamar. Il territorio è puntinato di numerosi centri abitati, più o meno importanti (Allai, Ruinas, Villa S. Antonio, Albagiara, Turri, ecc.), sparsi su aree prevalentemente agricole, che tuttavia conservano caratteri di naturalità legati agli ecosistemi agro-forestali.

Lungo la Valle del Rio Fluminedu si ritrovano lembi di vegetazione sclerofila ed aree agroforestali costantemente minacciate dalla conduzione delle pratiche agrarie, dai pascoli, dagli incendi, ecc..Proprio queste zone relitte, strette fra incolti dedicati ai pascoli e aree agricole, conservano una condizione di vulnerabilità, tale da prevedere particolari interventi di mitigazione/compensazione a seguito dei lavori di realizzazione delle opere.

Gli afflussi medi annui alle sezione della traversa (T34) lungo il Flumineddu sono pari a 84,97 Mm³ / annui. Il volume medio trasferito dall'atraversa in progetto è di 56,67 Mm³ / annui. I volumi sottratti sono trasferiti nell'invaso del Tirso e riducono i deflussi del fiume omonimo a valle della confluenza col Flumineddu.

Sistema 2/6/7 – alternativa 5:

Tale alternativa consta dei seguenti interventi:

- Int. I.7 – collegamento Flumendosa-Cixerri: vettoriamenti e impianti di sollevamento;
- Int. 39 – diga sul basso Flumendosa: realizzazione di uno sbarramento e relative opere idrauliche (vettoriamenti, impianti di sollevamento);
- Int. 40 – traversa Rio Quirra e collegamento basso Flumendosa: realizzazione di una traversa, opera di vettoriamento e impianto di sollevamento;
- Int. I.1 – interconnessione Cixerri – Sulcis: realizzazione di un'opera di vettoriamento;
- Int. I.6 – Interconnessione Leni – Campidano: realizzazione di un'opera di vettoriamento.

Gli interventi che ricadono nella piana del Campidano interferiscono con aree ampiamente antropizzate e prive di peculiarità ambientali significative. Inoltre, il vettoriamento proposto in parte, corre in fregio alla viabilità esistente e per un altro tratto in affiancamento a condotte esistenti.

Spostandosi dall'area del *graben* verso la regione dell'Iglesiente, le condizioni di naturalità dei luoghi si fanno più spiccate, testimoniate anche dalla presenza di numerosi S.I.C. e riserve naturali (tra cui il Parco Regionale del Sulcis).

Tuttavia gli interventi proposti sono ubicati su porzioni di territorio sub-pianeggianti non interessate da vegetazione naturale e spesso in affiancamento a viabilità esistente.

Differentemente, l'intervento relativo alla Diga sul Flumendosa, si colloca in ambiti territoriali scarsamente abitati, caratterizzati da morfologie articolate ed abrupte. I centri abitati più importanti sono Ballao e Villaputzu uniti dall'unica infrastruttura esistente rappresentata dalla S.P. 387 che corre lungo la valle del Flumendosa.

La valle del Flumendosa è sfruttata principalmente a sistemi colturali complessi e colture agrarie alternate a spazi naturali; i versanti sono ammantati da vegetazione boschiva e arbustiva e da vegetazione sclerofila.

Il vettoriamento proposto è ubicato lungo il corso d'acqua, intercettando lo stesso più volte; l'invaso in oggetto interessa ampie porzioni vallive del Flumendosa ed alcuni affluenti.

Viste le condizioni naturali al contorno (ampie coperture boschive sui versanti, condizioni di scarsa pressione antropica, ecc) e vista l'ubicazione degli interventi, si ritiene che proprio gli spazi naturali (incolti, macchia) alternati ai campi agricoli, assumano condizione di fragilità. Pertanto, nelle successive fasi di progettazione si dovranno prevedere numerose misure di mitigazione degli impatti (per la realizzazione del vettoriamento) e di compensazione lungo le sponde dell'invaso.

La naturalità dei luoghi è tutelata attraverso l'istituzione del Parco Regionale "Sette Fratelli – M. Genis", interferito marginalmente dall'intervento proposto.

Da un punto di vista prettamente idrico, la realizzazione di uno sbarramento porta ad una significativa modifica di tutti i parametri di dinamica fluviale (regime dei deflussi, trasporto solido, ecc.). Vista la relativa vicinanza della costa e la presenza di un S.I.C. proprio alla foce del Flumendosa, non si escludono possibili effetti diretti a carico dei sopracitati "ambienti", legati alla inevitabile alterazione degli equilibri attuali del sistema idrico.

Nelle successive fasi di approfondimento del progetto si dovranno organizzare indagini e studi specialistici al fine di prevedere, ed eventualmente mitigare/compensare, gli impatti a carico del sistema idrico interessato e degli ecosistemi associati.

4 PROBLEMATICHE RISCONTRATE

A seguito di questa fase preliminare del rapporto ambientale, che recepisce le valutazioni di carattere ambientale scaturiti dall'analisi multi-criteri e la completa con una scansione più approfondita del territorio, non si sono evidenziate problematiche che, per natura o ampiezza, risultino tali da comportare ostacoli di natura pregiudiziale all'attuazione degli interventi contenuti nel Piano.

I numerosi aspetti collegati al migliore inserimento ambientale del Piano, soprattutto relativi a:

- definizione dei criteri gestionali;
- coerenza con gli strumenti di pianificazione ambientale-territoriale;
- impatto ambientale delle opere sia in fase di costruzione che di esercizio;

sono puntualmente descritti ed esaminati nelle corrispondenti parti del presente Rapporto Ambientale.

5 EVOLUZIONE PROBABILE DEL TERRITORIO “IN ASSENZA DI PIANO”

L'inquadramento generale del sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna, è compiutamente riportato nelle relazioni di Piano derivanti dai numerosi studi specifici effettuati fino ad oggi.

Sulla base delle più recenti verifiche effettuate negli studi di pianificazione “Piano d'Ambito” (L. 36/94) e “Piano Stralcio Direttore di bacino regionale per l'utilizzo delle risorse idriche in Sardegna” (L. 183/89), risulta che il sistema di approvvigionamento idrico regionale non è in grado di garantire le esigenze idriche complessive per gli usi civili e per quelli produttivi (agricoltura ed industria).

Tale disequilibrio deriva da diversi fattori di pressione sul sistema che, sommandosi ed interagendo fra di loro, hanno determinato le attuali situazioni critiche che non potranno essere risolte nel breve periodo a causa degli attuali limiti strutturali.

A ciò si somma una grave riduzione delle piogge, cui corrisponde una riduzione dei deflussi, variabile nelle diverse aree geografiche, ma che supera il 50% in quella della Sardegna meridionale.

Punto essenziale affrontato nel Piano è l'implementazione del Piano Stralcio Direttore inteso soprattutto come controllo e attualizzazione delle risorse disponibili e dei fabbisogni idrici.

Rimandando alla lettura del Piano per i criteri adottati per la valutazione dell'attuale risorsa disponibile e dei fabbisogni, si vuole sottolineare in questa sede il grave deficit nel quale riversa la regione, sofferto soprattutto dal settore irriguo che rappresentano il 72% della domanda complessiva.

Di seguito si riporta un riepilogo circa la quantificazione dei fabbisogni derivanti dai diversi usi della risorsa, considerando fra questi: l'uso civile, industriale, irriguo ed ambientale.

SISTEMA	DOMANDA CIVILE(*) (Mmc/anno)	DOMANDA INDUSTRIALE (Mmc/anno)	VOLUME IRRIGUO POTENZIALE CENTRI DOMANDA ATTREZZATI (Mmc/anno)	TOTALE (con i soli centri domanda irrigua attrezzati) (Mmc/anno)	VOLUME IRRIGUO POTENZIALE CENTRI DOMANDA PROPOSTI (Mmc/anno)	TOTALE (anche con centri domanda irrigua proposti) (Mmc/anno)
<i>1-POSADA CEDRINO</i>	8,74	0	28,46	37,20	6,06	43,26
<i>2-CIXERRI</i>	6,22	0,25	32,70	39,18	7,95	47,13
<i>3-GALLURA</i>	16,66	1,5	22,88	41,04	5,46	46,50
<i>4-NORD – OCC.</i>	74,76	17,5	119,15	211,41	19,38	230,79
<i>5-TIRSO</i>	38,26	2,5	165,50	206,26	61,56	267,81
<i>6-SUD SARDEGNA</i>	123,63	16	250,62	390,25	48,64	438,89
<i>7-SULCIS</i>	13,99	2,5	23,70	40,19	0,00	40,19
TOTALE	282,27	40,25	643,00	965,52	149,05	1.114,57

(*) volumi al netto delle perdite nel sistema di adduzione principale

Il fabbisogno complessivo stimato per l'intera regione (valori al netto delle perdite di sistema) ammonta a circa 1.115 Mmc/anno (comprensivi della quota di fabbisogno irriguo delle nuove aree che si propone di attrezzare) dei quali circa 282 Mmc/anno (25,3%) per gli usi civili; circa 40 Mmc (3,6%) per gli usi industriali; circa 792 Mmc (71,1 %) per gli usi irrigui.

Tra tutti, l'uso irriguo è quello quantitativamente più rilevante e, nel contempo, quello che presenta il maggior grado di aleatorietà nella definizione del fabbisogno, sia esso riferito alla situazione attuale o, maggiormente, quando si voglia ipotizzare uno scenario di riferimento futuro. La domanda irrigua è infatti fortemente dipendente da fattori di diverso genere, che si identificano, oltre che nelle caratteristiche qualitative delle aree oggetto di studio, e nella reale disponibilità idrica nel periodo esaminato, anche e soprattutto nei vincoli dipendenti dalle condizioni di mercato, che si inseriscono nel più ampio quadro della Politica Agricola Comunitaria.

I valori della domanda irrigua che vengono riportati rappresentano peraltro dei "volumi irrigui potenziali" associati alle superfici attrezzate, dato che è da considerare come limite superiore, il cui raggiungimento, se conseguito, è comunque ipotizzabile nel medio termine (10 anni).

Per quanto attiene agli usi civili, nel Piano sono stati essenzialmente adottati, con qualche lieve modifica, i dati riportati nel Piano d'Ambito della Sardegna (2002) che costituisce il riferimento ufficiale in materia.

Gli usi industriali sono stati qui quantificati sulla base dei dati disponibili dalle precedenti pianificazioni e dagli atti di programmazione esistenti sui quali è stata operata

qualche opportuna modifica.

Per quanto riguarda i fabbisogni ambientali, l'elemento caratterizzante la domanda ambientale è costituito dall'esigenza di prevedere il rilascio, dalle opere di sbarramento, del "Deflusso Minimo Vitale" (DMV) che costituisce la minima quantità di acqua che deve essere presente in un fiume per garantire la sopravvivenza e la conservazione dell'ecosistema fluviale, assicurando le condizioni necessarie per un normale svolgimento dei processi biologici vitali degli organismi acquatici.

Il DMV è quindi una portata che varia in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua e delle caratteristiche biologiche dell'ecosistema interessato.

Nelle more dell'approfondimento tecnico e scientifico sull'argomento e, quindi, dell'emanazione di una normativa specifica per la Sardegna nell'ambito del Piano di Tutela, in questa fase il Piano fa riferimento ad un atto di indirizzo emanato dall'Assessorato dei Lavori Pubblici (nota n. 2817 del 22.11.2004) nell'ambito delle sopra richiamate azioni di coordinamento per l'armonizzazione dei Piani stralcio in fase di redazione. Secondo tale atto:

“la quantificazione del DMV per i singoli corpi idrici posti a valle di un'opera di presa dovrà attenersi alle Linee Guida previste dal D.lgs n. 152/99 in fase di prossima emanazione da parte dello Stato. Tale quantificazione dovrà, verosimilmente, basarsi sull'individuazione di un eco – tipo di riferimento e di un'attività di indagine che quantifichi il deflusso minimo vitale correlandolo al mantenimento nel tempo delle condizioni ecologiche naturali. Nelle more di tali determinazioni e sulla base di ricerche bibliografiche confrontabili con la realtà idrologica della Sardegna si è convenuto di quantificare il DMV sulla base di considerazioni unicamente idrologiche, pari al 10% del deflusso naturale. In considerazione delle caratteristiche del sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna per cui, alla luce degli ultimi decenni siccitosi molti schemi idrici non possono soddisfare la domanda di risorsa, si ritiene che quando sia necessario programmare riduzioni sistematiche delle erogazioni per gli usi industriali, potabili o irrigui, si possa ridurre l'esigenza del DMV fino al 50% di quello prefissato. E' inoltre fatta salva la priorità dell'uso umano anche sul DMV, per cui si potranno riconoscere situazioni nelle quali l'opera di presa sia destinata ad una utenza potabile, che non ci siano fonti di approvvigionamento alternative, e che vi siano elementi per ritenere che nei periodi di crisi il sistema non possa garantire il soddisfacimento delle erogazioni potabili, per le quali il DMV può essere ridotto del tutto. Pertanto, posto che nell'ultimo decennio sono state programmate sistematiche riduzioni delle erogazioni su tutti gli schemi idrici, si conviene in questa fase di quantificare il DMV del Piano stralcio di Bacino per l'utilizzo delle risorse idriche nel 5% del deflusso naturale.”

Di tale vincolo si è tenuto conto nelle valutazioni del rapporto fra domanda ed offerta operate con l'ausilio del modello di simulazione che considera sempre a valle degli sbarramenti che determinano serbatoi di regolazione, una portata continua rilasciata come DMV pari al 50% dell'afflusso naturale alla sezione di sbarramento valutata come media

dei tre mesi di Luglio, Agosto e Settembre risultante dalle serie idrologiche considerate nelle simulazioni.

Il valore complessivo del volume destinato al soddisfacimento della domanda ambientale assunto nelle simulazioni risulta pari a circa 40 Mm³/anno; le modalità di rilascio del suddetto volume saranno definite a seguito degli approfondimenti di tipo ecologico di cui si è detto.

La normativa in materia di risorse idriche (Legge 183/89, Legge 36/94, D.Lgs 152/99, D.P.C.M. 04/03/96, ecc.) ha introdotto il principio generale della necessità di assicurare l'equilibrio del bilancio idrico al fine della tutela qualitativa e quantitativa delle risorse e di prevenzione delle emergenze idriche.

È invece noto che il sistema di approvvigionamento idrico regionale, anche sulla base delle più recenti verifiche effettuate negli studi di pianificazione (L. 36/94 "Piano d'Ambito"; L. 183/89 "Piano Stralcio Direttore di Bacino Regionale per l'Utilizzo delle Risorse Idriche in Sardegna"), non è in grado di garantire le idroesigenze complessive per gli usi civili e per quelli produttivi (agricoltura e industria).

È evidente che in condizioni di pressione sul sistema idrico, di conflitto tra i diversi usi nella ripartizione delle scarse risorse disponibili si ha un'alta variabilità nella disponibilità di risorsa idrica e una riproposizione ciclica di situazioni di vera emergenza, in cui neanche l'uso potabile può essere garantito.

Un deficit strutturale elevato agisce sulla vulnerabilità del sistema, in quanto una gestione non cautelativa potrebbe far perpetuare l'attuale condizione di crisi idrica.

Tale crisi idrica, e la perpetua incertezza della disponibilità della risorsa idrica, "blocca" lo sviluppo economico e sociale. Si ricorda a tal proposito che, in numerosi documenti della programmazione regionale, sono state evidenziate esigenze di sviluppo nel settore agricolo.

Tali esigenze riguardano in parte la realizzazione di alcuni estendimenti irrigui nelle aree in cui le risorse locali sono state penalizzate dalla realizzazione di serbatoi artificiali a servizio di ampie aree territoriali. Tali estendimenti risultano necessari per "compensare" le economie locali di tali penalizzazioni a favore di altre comunità.

In secondo luogo appare oggi non più procrastinabile un'iniziativa di salvaguardia delle aree interne e quindi di limitazione dei fenomeni di urbanizzazione che svuotano di popolazione le campagne e determinano forti pressioni sui centri urbani costieri.

Tali fenomeni possono trovare un'adeguata regolazione mediante la trasformazione irrigua delle aree a maggior vocazione agricola.

La realizzazione degli interventi di Piano tendono al soddisfacimento della domanda

di acqua per le diverse destinazioni.

La mancata attuazione del Piano porterebbe certamente ad una dinamica di minore antropizzazione del reticolo idrografico a fronte di una evoluzione dello sviluppo socio-economico fortemente contratta e condizionata dalla perpetuata scarsità della risorsa idrica disponibile.

6 POSSIBILI EFFETTI SIGNIFICATIVI CHE L'ATTUAZIONE DEL PIANO POTREBBE AVERE SULL'AMBIENTE E LA SALUTE - LE RELAZIONI TRA I FATTORI AMBIENTALI

Nel presente paragrafo sono riepilogati, per ognuna delle componenti ambientali (citate nell'All. 1 della Direttiva 2001/42/CEE), le conclusioni generali inerenti gli impatti indotti dalla realizzazione di interventi rappresentativi dei vari sistemi, individuati dal presente rapporto ambientale e che potranno essere definiti e confermati dal Piano, al termine del percorso procedurale previsto dalla V.A.S.

Per maggiori dettagli si rimanda alla lettura del Vol. 4 cap. 3 e Vol. 3 cap. 5.

Nei riguardi delle componenti ambientali sotto elencate, si riportano dunque, i principali impatti connessi alla realizzazione di vettoriamenti, dighe, traverse, ecc., messi in luce anche dall'analisi condotta mediante schemi matriciali e indicatori d'impatto.

La valutazione intende fornire un quadro dei potenziali effetti a carico delle componenti ambientali connessi alla realizzazione di opere idrauliche reputate, nel presente rapporto ambientale, tipologicamente rappresentative degli impatti sul territorio e contemporaneamente in grado di soddisfare le esigenze di Piano.

Gli effetti connessi alla realizzazione dei singoli progetti saranno aggiornati e ridefiniti in base alle esigenze di Piano e sottoposti alle normali procedure di Valutazione d'Impatto Ambientale secondo la normativa vigente.

Per i dettagli si rimanda alla lettura del Volume 4 "Valutazione del Piano".

6.1 ATMOSFERA E CLIMA

Le maggiori potenziali interferenze nei confronti della componente in esame sono riconducibili alla realizzazione di dighe e invasi, ed in particolare alla diga sul Flumendosa.

Il territorio entro cui ricade l'intervento è caratterizzato dall'assenza di nuclei industriali e da piccoli centri abitati. L'unica infrastruttura veicolare presente è rappresentata dalla S.P. 387.

Per questi motivi non si configurano particolari sensibilità del territorio interessato in relazione all'intervento e relativamente alla componente atmosfera.

Durante le fasi di cantierizzazione i maggiori impatti prevedibili saranno dovuti alle

emissioni in atmosfera determinate dai mezzi d'opera, in particolare al transito connesso col trasporto dei materiali da costruzione, ed al funzionamento delle macchine di lavorazione nei principali cantieri.

Non si escludono possibili effetti sul clima legati alla formazione dell'invaso (circa 623 ha di superficie). In particolare, la presenza dell'invaso potrà produrre nebbie locali in situazioni climatiche caratterizzate da notevole differenza di temperatura tra aria ed acqua ed umidità relativamente alta.

Inoltre, vista la morfologia dell'area, le nebbie che si origineranno a causa della presenza dell'invaso, tenderanno a rimanere confinate nelle immediate vicinanze del serbatoio.

Le differenze termiche e fisiche tra la terra e l'acqua possono dar luogo a sistemi di circolazione locale (brezze). Le brezze interessano non solo i grandi bacini, ma sono rilevabili anche in piccoli laghi.

Negli scenari radiativi, caratterizzati da debole ventilazione, l'aria in prossimità del bacino sarà più umida di quella in zone lontane. Inoltre la presenza del corpo d'acqua e la probabile intensificata irrigazione nelle zone a valle faranno sì che anche il terreno circostante sia più umido. Verrà quindi incrementata l'umidità durante i mesi estivi.

Le condizioni anzidette hanno implicazioni abbastanza sensibili nel campo della temperatura, in particolare, la presenza dell'invaso tenderà ad attenuare le temperature minime notturne.

Di minore significatività appaiono gli impatti connessi alla formazione dell'invaso di Bau e Linu, la cui massima estensione è pari a circa 39 ha.

Per gli altri interventi si prefigurano sostanzialmente impatti connessi alla sola fase di cantierizzazione, in quanto trattasi per lo più di opere di vettoriamento.

6.2 AMBIENTE IDRICO

L'acqua, come risorsa utilizzabile a fini idropotabili e produttivi, costituisce l'oggetto specifico del Piano; la sua utilizzazione e razionalizzazione su tutto il territorio sardo, può avvenire solo attraverso una modificazione dell'ambiente idrico che, pertanto, diventa la componente ambientale direttamente, e volontariamente, coinvolta dalla realizzazione degli interventi di Piano.

La modificazione dell'ambiente idrico che si otterrà consiste essenzialmente nella variazione del regime idrologico dei deflussi in alcuni corsi d'acqua ed il trasferimento degli stessi verso nuove utenze (civili, irrigue, industriali) o verso invasi.

Accanto a queste modificazioni "volontarie", si determineranno però sull'ambiente idrico, ulteriori modificazioni non direttamente volute, ma che sono conseguenza della presenza delle opere e delle stesse variazioni del regime idrologico.

Scopo del presente paragrafo è quello di riassumere il quadro degli impatti sulla componente ambientale acqua, rimandando al Vol. 4 per gli approfondimenti.

In relazione a quanto detto, le specifiche tematiche per le quali si ritiene che vi possano essere delle potenziali modificazioni di entità apprezzabile, sono di seguito riportate:

- 1) Gli aspetti idrologici, relativamente alle quantità di risorsa superficiale, ed alle variazioni nel tempo.
- 2) Gli aspetti relativa alla dinamica fluviale (caratteri morfologici, sedimentologici, ecc. assieme a quelli idrologici).
- 3) Gli aspetti chimico-fisici (qualità delle acque).
- 4) Gli aspetti idrogeologici.
- 5) Gli aspetti naturalistici (DMV).

6.2.1 Aspetti idrologici

Relativamente alla modifica dei deflussi attuali, gli interventi in studio nel presente rapporto ambientale, per i quali si prevedono maggiori sottrazioni di volumi di acqua dai corsi fluviali, si riferiscono a dighe e traverse. In particolare:

Sistema 3 – alternativa 7 – Int. P.A.4.2 “Traversa sul basso Liscia”. Il deflusso medio attuale alla sezione d'intervento è dell'ordine di 29,07 Mm³/annuo ai quali va aggiunto il deflusso minimo vitale previsto a valle della diga del Liscia, pari a 0,84 Mm³/annuo. La derivazione lungo il vettoriamento associato alla traversa è pari a 5,55 Mm³/annuo, ossia il 18% degli attuali deflussi.

Sistema 4 – alternativa 6 – Int. P.A.7 “Derivazione medio Temo”. Tale intervento è caratterizzato dalla realizzazione di due traverse rispettivamente sul F. Temo (T 27) e sul Rio sa Entale (T 31).

Il deflusso medio attuale alla sezione d'intervento T 27 è dell'ordine di 26,11 Mm³ / annuo. La derivazione lungo il vettoriamento associato alla traversa è pari a 15,52 Mm³ / annuo, ossia il 59% degli attuali deflussi.

Per quanto riguarda la traversa T31, gli attuali deflussi nel corso d'acqua sono pari a $12,01 \text{ Mm}^3 / \text{annuo}$, contro i $11,70 \text{ Mm}^3 / \text{annuo}$ derivati, pari al 97% dei deflussi attuali

Sistema 5 – alternativa 4 – Int. 26 “Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso – Flumineddu”. L'intervento prevede la realizzazione di una traversa lungo il Flumineddu, in prossimità dell'abitato di Ruinas. L'attuale deflusso alla sezione d'intervento è dell'ordine di circa $85 \text{ Mm}^3 / \text{annui}$; l'opera prevista porterà ad una derivazione di circa $57 \text{ Mm}^3 / \text{annuo}$ dal corso d'acqua, ossia circa il 66%.

Il Flumineddu rappresenta un importante affluente di sinistra del F. Tirso a valle della Diga Cantoniera.

Sistema 2/6/7 – alternativa 5 – Int. 39 “Diga sul basso Flumendosa” e Int. 40 “Traversa Rio Quirra e collegamento basso Flumendosa”.

L'insieme dei due interventi modificano sensibilmente gli aspetti idrologici, sebbene le suddette opere ricadono in bacini idrografici diversi.

A seguito della realizzazione dello sbarramento e del tempo necessario per il riempimento del relativo serbatoio, i deflussi nell'asta a valle della diga subiranno una significativa modifica, tanto più se si considera che a valle della diga, il Flumendosa riceve il contributo di affluenti di relativa importanza.

Sebbene gli studi di aggiornamento dei deflussi nelle sezioni d'interesse sono stati previsti solo su base annua, per cui non si dispone della scansione mensile delle portate, nelle successive fasi progettuali si dovranno quantificare i rilasci in alveo distribuiti nell'anno idrologico al fine di garantire una portata minima vitale per gli ecosistemi fluviali anche durante i periodi siccitosi e contemporaneamente, assicurando i volumi d'acqua necessari per gli usi destinati (civili, irrigui, ecc.).

Per quanto riguarda la traversa sul Rio Quirra si è prevista una derivazione dei deflussi idrici pari a circa il 31% delle attuali portate annue del corso d'acqua.

6.2.2 Dinamica fluviale

Il termine dinamica fluviale ha un significato ampio, in quanto si riferisce a tutte le modificazioni a cui un corso d'acqua va soggetto, siano esse naturali o meno, e implica variazioni nella geometrie nel tracciato altimetrico e planimetrico di un alveo, comprendendo quindi anche la morfologia fluviale ma soprattutto il passaggio da una configurazione a un'altra come adeguamento a mutate condizioni al contorno.

Il mantenimento di una configurazione morfologica, l'alterazione di equilibri preesistenti o la tendenza verso un diverso assetto morfologico si realizzano attraverso l'azione di vari processi fluviali (erosione, deposizione, ecc.) che costituiscono i meccanismi essenziali per il funzionamento della "macchina" fiume.

In quest'ottica, le opere che maggiormente creano uno squilibrio sul sistema fluviale fanno riferimento alle opere di derivazione (traverse) e sbarramenti. Di minore impatto sugli equilibri fluviali risultano le opere di vettoriamento e condotte; tuttavia nel caso di attraversamenti fluviali e realizzazione lungo il corso d'acqua si dovranno adottare opportune scelte progettuali e misure mitigatrici al fine di minimizzare e localizzare le interferenze sul sistema idrico.

6.2.3 Qualità delle acque

Le acque invasate in un bacino artificiale, devono rispondere a determinati requisiti di qualità, dettati dall'uso a cui sono destinate. Gli standard di qualità sono diversificati a seconda che si tratti di acque destinate ad usi potabili, irrigui, industriali o ricreativi.

Nel caso degli invasi di Monte Perdosu e di Bau e Lino, la risorsa è destinata a settori diversi, fra cui le esigenze idropotabili, pertanto dovranno essere necessariamente rispettati gli standard qualitativi richiesti.

Vista la notevole importanza rivestita dall'argomento ai fini della utilizzabilità della risorsa, sono state determinate per via induttiva (attraverso l'applicazione di un semplice modello previsionale), le probabili condizioni in cui verranno a trovarsi i corpi idrici inseriti nel Piano (vedi Annesso 6.3.3 Appendice 4 del Piano).

In particolare per il serbatoio di Monte Perdosu, le conclusioni a cui si giunge sono di un futuro stato trofico del lago.

Si deve però tener presente, che il carico di nutrienti (responsabili dello stato di trofia) stimato per via teorica può essere affetto da un margine d'incertezza molto ampio.

Tuttavia, se da una parte è relativamente facile bloccare o ridurre di molto, in tempi anche brevi, compatibilmente con i piani di risanamento, i materiali inquinanti che derivano da fonti puntiformi come città, paesi e industrie, dall'altra è abbastanza difficile e non immediato bloccare o limitare i materiali che derivano dalle fonti diffuse identificabili nei suoli non più protetti dalla vegetazione naturale e dal permanente contenuto idrico

Le esperienze dimostrano l'estrema importanza di avviare, contestualmente alla realizzazione dell'opera, un monitoraggio continuo imperniato sul rilevamento sistematico della qualità e quantità degli apporti, dei deflussi e delle acque invasate, necessario a

definire preliminarmente, e in fase di gestione, le strategie ottimali per il controllo dei fenomeni che si dovessero innescare.

6.2.4 Aspetti idrogeologici

Nei confronti degli aspetti idrogeologici ed in particolare dell'interazione fra acque superficiali e falde freatiche, potenziali criticità si riscontrano a seguito della realizzazione di sbarramenti (diga sul Basso Flumendosa) e traverse.

In particolare per la diga sul Flumendosa, la presenza del nuovo serbatoio determinerà la modifica dei livelli freatici nell'area direttamente soggetta alla sommersione con effetti che possono estendersi a monte, a valle o lateralmente, in rapporto alle caratteristiche delle strutture idrogeologiche interessate. L'entità delle modifiche e l'ampiezza dell'area interessata sono, ovviamente, connesse con le caratteristiche delle strutture idrogeologiche coinvolte.

Non si escludono interferenze connesse alla realizzazione di vettoriamento (soprattutto se previsti in gallerie) con falde idriche in quelle regione ove, anche da una ricognizione speditiva, si evidenzia l'emergenza di numerosi punti d'acqua.

6.2.5 Aspetti naturalistici

I maggiori impatti si prevedono a carico degli ecosistemi fluviali a seguito dei numerosi interventi che prevedono la realizzazione di sbarramenti e opere di presa (traverse).

La realizzazione di uno sbarramento su un corso d'acqua determina diverse forme di impatto ambientale ed effetti fisici e biologici che si possono estendere su vaste aree del territorio: effetti sul trasporto solido, sulle caratteristiche delle acque invase (nel caso di formazione di serbatoio), sul regime idrologico, sulla flora e fauna acquatica e nelle aree limitrofe, nel livello delle falde freatiche, nell'interazione acque dolci-acque marine, ecc.

Il concetto di DMV (deflusso minimo vitale) del corso d'acqua rappresenta solo uno degli aspetti di controllo e salvaguardia dell'habitat naturale a fronte della realizzazione di uno sbarramento o di una traversa .

Il concetto di DMV, introdotto nella Legislazione italiana dalla L. 183/89, è inserito tra gli obiettivi delle attività di razionale utilizzazione delle acque garantendo, comunque, che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il deflusso vitale per gli alvei sottesi dalle derivazioni. Esso va ad interessare principalmente tre aspetti:

- garantire le esigenze di tipo ecologico del corso d'acqua a valle dello sbarramento,
- tutelare l'equilibrio degli scambi di bilancio idrogeologico,
- assicurare un equilibrato utilizzo della risorsa idrica salvaguardando le diverse esigenze socio-economiche coinvolte.

Il D.lgs 152/99 prevede delle specifiche azioni per garantire nei sistemi fluviali volumi di deflusso minimo vitale per garantire "normali condizioni ecologiche". Queste azioni, peraltro, attualmente vengono formalizzate con procedure che talvolta implicano calcoli di dubbia efficacia, su base prettamente idrologica.

Esse non tengono conto che l'Italia presenta climi molto diversificati da nord a sud e che in Sardegna il clima è di tipo subtropicale con una tendenza ad una accentuazione verso l'aridità. Significa che, diversamente dalla maggior parte del resto d'Italia, per vari mesi i corsi d'acqua possono ridurre le portate in maniera drastica tanto, in molti casi, di andare in secca e che nei mesi umidi possono verificarsi eventi estremi di deflusso che spesso determinano alluvioni.

Pertanto l'applicazione di tecniche di stima del DMV risulta difficilmente generalizzabile alla complessità dei corsi d'acqua in diversi ambiti regionali spesso caratterizzati da diversi regimi idrologici, scenari ambientali e tipologia di utilizzazioni.

A fronte del particolare tipo di regime idrologico sardo, la stima del deflusso minimo vitale non può essere condotta adottando approcci validi in altri tipi idrometrici e in differenti situazioni climatiche. Il valore del DMV deve essere commisurato alle caratteristiche degli specifici ecosistemi ed alle esigenze imposte da una corretta gestione della risorsa idrica, come peraltro prescritto nelle Linee Guida del PTA.

6.3 SUOLO E SOTTOSUOLO

Gli impatti maggiori, a carico della componente in esame, sono ascrivibili alla realizzazione dello sbarramento sul Flumendosa ed in misura minore alle fasi di cantierizzazione per le tutte opere previste.

Nel caso del progetto della diga, gli aspetti geologici maggiormente chiamati in causa sono legati alla circolazione idrica superficiale e sotterranea ed alle modificazioni della morfologia preesistente, anche in relazione alle necessità di approvvigionamento e smaltimento dei materiali.

Entrambi gli aspetti hanno una notevole influenza sulla stabilità dei versanti e delle sponde fluviali, e quindi sui rischi di dissesti e sulle loro conseguenze.

La realizzazione dello sbarramento sul corso del Flumendosa inevitabilmente si

rifletterà sulle aree poste subito a valle della diga. Infatti, la presenza dello sbarramento e quindi la variazione delle portate medie del corso d'acqua, avrà effetti sulle falde contenute nelle alluvioni del fiume, interagenti col corso d'acqua stesso, che pertanto vedranno modificati gli apporti idrici.

Saranno inoltre sensibilmente modificati gli apporti solidi, in sospensione e al fondo; ciò porterà ad un cambiamento nelle dinamiche fluviali e del profilo longitudinale del corso d'acqua, con consequenziali possibili fenomeni erosivi.

Oltre agli impatti strettamente correlati con l'assetto geologico-geomorfologico, la realizzazione di un progetto di una diga porta una serie di inevitabili impatti legati al consumo della risorsa "suolo", al cambio di destinazione di ampie porzioni di territorio, all'apertura e/o allo sfruttamento di cave, alla modifica delle morfologie attuali, et.

Uno dei potenziali problemi a carico della componente ambientale in esame, è rappresentato, dal reperimento dei siti da cui ricavare i materiali per la realizzazione delle opere e dove stoccare gli eventuali volumi di materiale di risulta.

A tal proposito, la diga a Monte Perdosu rappresenta un intervento potenzialmente critico sia per i quantitativi di inerti da approvvigionare (circa 328000 m³) sia per quel che riguarda i materiali di risulta degli scavi da stoccare.

L'approvvigionamento dei suddetti quantitativi dovrà essere condotto possibilmente mediante ricorso a cave autorizzate o eventualmente servirsi di cave di prestito all'interno del bacino d'invaso. Analogamente, per lo smaltimento dei materiali di risulta si dovranno preventivamente individuare siti idonei per lo stoccaggio di inerti, anche prevedendo di sfruttare il volume destinato alla capacità morta dell'invaso.

Per gli altri interventi, tali potenziali impatti risultano di minore entità. Per i vettori previsti, in gran parte interrati, gran parte dei volumi di terra provenienti dagli scavi saranno successivamente riutilizzati per il riempimento della traccia e ripristino della morfologia pre-esistente. Le uniche possibili criticità sono da individuarsi per i tratti in galleria, per i quali si dovranno definire i quantitativi dello *smarino* da smaltire ed i siti ove stoccarlo.

In generale, fatta eccezione per lo sbarramento di Monte Perdosu ed alcune opere di presa (traversa sul rio Abbaidorza), per altre opere previste, gli impatti maggiori si avranno nella fase di cantierizzazione, durante la quale gli impatti saranno legati alle azioni di scavo, di eventuali riprofilature del terreno, di apertura di piste di cantiere, di scavi in gallerie, ecc.

6.4 ASPETTI NATURALISTICI E PAESAGGIO

I principali impatti da aspettarsi sulle alterazioni fisiche del paesaggio e sulle

percezioni visive dello stesso sono connessi alla realizzazione di interventi invasivi quali sbarramenti e serbatoi.

La realizzazione di un manufatto di sbarramento e di un lago artificiale così come di un elemento lineare sul territorio (vettoriamenti), determinano, impatti non solo durante la fase di esercizio ma anche durante le varie fasi di costruzione.

Tali impatti, si verificano a livello di intrusione visuale e di alterazione temporanea e/o definitiva delle caratteristiche morfologiche del paesaggio, delle modificazioni degli ecosistemi ecc., che si propagano tra le varie componenti ambientali con modalità differenti, a seconda del tipo d'interferenza e della componente interessata.

La gravità dell'impatto è data anche dalla sensibilità del territorio entro cui si inserisce l'intervento. Numerose sono infatti le opere ricadenti in aree protette o comunque in ambiti territoriali ove sono ben conservati i valori naturalistici e paesaggistici.

A tal proposito appaiono critici gli interventi sul F. Flumendosa (Diga di M. Perdosu) e lungo la valle del Temo.

Per le considerazioni specifiche si rimanda alla lettura del Vol. 4.

Nei confronti degli aspetti naturalistici, spesso strettamente correlati a quelli paesaggistici gli impatti maggiori, per la maggior parte degli interventi, sono da riferirsi alle fasi di costruzione.

Di seguito vengono esplicitate le generiche azioni relative alle fasi di realizzazione degli interventi, evidenziandone le attività corrispondenti che, in diversa misura, possono essere generatrici di impatti.

- Occupazione temporanea di suolo
- Taglio di vegetazione
- Generazione di traffico veicolare
- Aumento delle polveri
- Movimenti di terra
- Trattamento dei terreni
- Costruzione di edifici provvisori per le maestranze
- Depositi di materiali e carburanti
- Discariche dei materiali di risulta
- Realizzazione viabilità esterna
- Pavimentazioni e viabilità interna

- Pavimentazioni esterne e recinzioni.

Per quanto nelle fasi esecutive dei progetti si dovrà provvedere ad una oculata sistemazione delle aree di cantiere (ad es. in zone a minor copertura forestale, ecc.) esse si inseriscono spesso in territori che conservano buoni-ottimi livelli di naturalità, con conseguenti alterazioni di elementi di valore naturalistico.

Tuttavia gli impatti più importanti sono da aspettarsi a carico degli ecosistemi lotici e ripariali in relazione alle numerose opere di presa (traverse, sbarramenti) inserite nel Piano.

In particolare le principali azioni generatrici d'impatto si riferiscono a:

- Riduzione delle portate nelle aste di valle.
- Interruzione della continuità biologica dei corsi d'acqua.
- Nel caso di formazioni di invasi artificiali:
 - perdita degli habitat attuali nell'area destinata a sommersione;
 - modifica degli ecosistemi nelle aree limitrofe il serbatoio.

I temi riguardanti i rilasci ambientali da garantire alle aste di valle sono ampiamente esposti nel Vol. 4 a cui si rimanda.

6.5 SALUTE PUBBLICA/SOCIO-ECONOMIA

La realizzazione degli interventi di Piano, in un'area regione come la Sardegna che soffre di una carenza ormai endemica di risorsa idrica disponibile, costituisce di per se un elemento di potenziale sviluppo socio – economico e quindi un benefico nei confronti della popolazione locale.

Tuttavia, se per un certo verso non si può negare il valore positivo intrinseco che gli obiettivi di Piano e gli interventi tesi al soddisfacimento di tali esigenze, ha nei riguardi della regione, da un altro, infrastrutture importanti come dighe e serbatoi interferiscono (per certi aspetti anche in modo profondo) con il contesto sociale locale delle aree di influenza.

Le componenti del sistema socio – economico che maggiormente sono interessate da modificazioni per effetto della realizzazione della diga sono: la popolazione e le attività economiche (prevalentemente agricolo-pastorali-forestali).

La popolazione può essere interessata da processi di redistribuzione sul territorio per effetto delle modificazioni delle attività economiche, per il cambiamento del micro – clima

locale, per gli espropri dei terreni da sommergere, ecc..

Le infrastrutture del territorio possono subire sommersioni, spostamenti, rifacimenti e/o potenziamenti per effetto dello sviluppo economico.

Le attività economiche potranno avere notevoli variazioni per effetto della fase di cantiere o per effetto di un potenziamento dell'agricoltura prima limitata dalla carenza di acqua, con conseguente creazione di nuovi posti di lavoro.

In riferimento ad interventi quali vettoriamenti e traverse, non si prevedono gravi ricadute sugli assetti socio-economici locali e sulla salute pubblica.

Tuttavia non si escludono effetti negativi che possono riguardare disturbi alle comunità locali dovute alle fasi lavorative (emissioni polveri e gas di scarico, rumori e vibrazioni, ecc.); parimenti sono da aspettarsi effetti benevoli legati ad un incremento dei posti di lavoro per la realizzazione delle opere in progetto.

6.6 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DEGLI EFFETTI SIGNIFICATIVI CHE L'ATTUAZIONE DEL PIANO POTREBBE AVERE SULL'AMBIENTE E LA SALUTE PUBBLICA

Con riferimento ai criteri per la determinazione dei possibili effetti significativi (All. II Direttiva 2001/42/CE punto 2) indotti dall'attuazione del Piano, si riporta di seguito un riassunto sulle caratteristiche degli stessi impatti.

Si ricorda che la valutazione degli impatti è stata condotta esaurientemente nel Vol. 4, relativamente agli interventi ritenuti nel presente rapporto ambientale tipologicamente rappresentativi degli effetti sul territorio.

1) Probabilità, durata, frequenza e reversibilità degli effetti:

Gli impatti previsti a carico delle diverse componenti ambientali si ritengono altamente probabili, soprattutto quando gli effetti interessano le acque superficiali, le occupazioni al suolo (e quindi consumo della risorsa) ed il paesaggio negli aspetti legati all'intrusione visiva ed alla fruizione dello stesso.

Diversamente per la componente atmosferica, gli impatti previsti sono legati principalmente alla fase di realizzazione delle opere; la probabilità, e quindi l'entità, che le attività di lavorazione provochino degli effetti non trascurabili nei confronti della componente in esame, nonché sulla salute umana, è strettamente connessa al tipo d'intervento e all'ubicazione dello stesso.

Nel caso di alternative che prevedano la realizzazione di invasi, i probabili effetti su alterazioni locali del microclima sono da attendersi nella fase di esercizio del serbatoio.

Strettamente connesso all'ubicazione degli interventi, risultano più o meno probabili gli impatti a carico della componente naturalistica.

Tuttavia tutti gli impatti previsti, poiché valutati anche sulla base di una analisi speditivi dell'ambiente, ed indicati nelle matrici (vedi App. 2 del Vo. 4), sono da considerarsi conservativamente probabili.

La durata degli effetti è da ritenersi limitata ai tempi di lavorazione, per gli impatti indotti dalle attività di cantiere. Tuttavia, nei casi in cui la fase di cantierizzazione comporta la rimozione di aree vegetate, l'occupazione al suolo di materiali di risulta, ecc., sebbene l'attività d'impatto è terminata gli effetti sono da ritenersi irreversibili. Tra gli interventi analizzati, sono da aspettarsi simili effetti durante e a seguito della realizzazione di grandi opere quali lo sbarramento lungo il F. Flumendosa o dove è necessario aprire nuove piste di cantiere in aree caratterizzate da alti valori naturalistici (valle del Temo).

Durante l'esercizio delle opere, gli impatti sono da ritenersi duraturi nel tempo ed irreversibili quando l'intervento provoca una modifica ed alterazione sensibile dello stato dei luoghi, come ad esempio traverse e sbarramenti. Diversamente nel caso di vettoriamenti, gli impatti sono limitati alla fase di lavorazione e minimi durante la fase di esercizio, escludendo casi eccezionali quali intercettazione di falde, movimentazione di frane quiescenti, ecc.

2) Carattere cumulativo degli effetti

Gli impatti previsti indotti da opere idrauliche, possono risultare "cumulativi" in special modo alla qualità e quantità delle acque superficiali ed agli aspetti paesaggistici.

In particolare si ritengono significativi e degni di approfondimenti, gli interventi che prevedono una sottrazione di volume d'acqua in corpi idrici che soffrono di una scarsa qualità dell'acqua e/o di altre derivazioni a monte dell'opera in oggetto.

In questo senso appaiono critici gli eventuali impatti cumulativi a carico del F. Liscia, sbarrato fra Sant'Antonio di Calangianus e il monte Candela, caratterizzato da attività estrattive a valle del sito d'intervento e da una classe di qualità scadente.

3) Rischi per la salute umana o per l'ambiente

Se per un certo verso non si può negare il valore positivo intrinseco della messa in pratica degli interventi contenuti nel Piano, nei riguardi della regione, da un altro, infrastrutture importanti come dighe e serbatoi interferiscono (per certi aspetti anche in modo profondo) con il contesto sociale locale delle aree di influenza, innescando possibili processi di redistribuzione della popolazione, variazioni nelle attività economiche, ecc.

In riferimento ad altri interventi di Piano (vettoriamenti e traverse) non si prevedono gravi ricadute sugli assetti socio-economici locali e sulla salute pubblica.

Gli effetti negativi che possono riguardare le comunità locali, sono per lo più dovute alle fasi lavorative (emissioni polveri e gas di scarico, rumori e vibrazioni, ecc.); tuttavia non si prevedono lavorazioni tali da far prevedere rischi nei confronti della salute umana.

4) Entità ed estensione nello spazio degli effetti (area geografica e popolazione potenzialmente interessate)

La realizzazione di opere quali sbarramenti e, in misura minore traverse, inducono profonde alterazioni a carico del corpo idrico interferito (modifica dei deflussi, del trasporto solido, delle interazioni falda/corso d'acqua, ecc.), i cui effetti sono estesi sia per l'asta di valle che per l'asta di monte. L'entità di tali impatti è strettamente riflessa anche a tutto il "sistema ambientale" connesso al corso d'acqua, ossia agli ecosistemi lotici e ripariali, alle caratteristiche di paesaggio ed alla fruizione del territorio, agli usi del suolo in atto, ecc.

Pertanto per queste tipologie di intervento gli effetti sono da ritenersi estesi ad aree geografiche più o meno ampie. Differentemente per vettoriamenti, centrali di sollevamento, ecc. si ritiene che gli effetti siano piuttosto circoscritti all'area d'intervento.

5) Valore e vulnerabilità dell'area

Con riferimento alle opere studiate nel presente rapporto ambientale, si è tenuto conto nella valutazione degli impatti del valore/vulnerabilità delle aree d'intervento relativamente a:

- parchi nazionali;
- parchi regionali;
- aree marine protette;
- riserve statali;
- Siti d'importanza comunitaria;
- Zone a protezione speciale;
- Ambiti di conservazione integrale e ambiti di tutela del Piano Territoriale Paesistico Regionale (ora decaduto).

Ulteriori verifiche dovranno essere condotte a seguito delle scelte definitive di Piano.

6) Effetti su aree o paesaggi riconosciuti come protetti a livello nazionale, comunitario o internazionale.

In fase di analisi multi-criteri, inserita nel Piano, è stata preliminarmente verificata

l'interferenza degli interventi con la rete ecologica regionale. Al termine del percorso procedurale previsto dalla VAS e consequenziale scelta di interventi di Piano, dovranno essere approfonditi gli aspetti relativi ai potenziali effetti che le opere idrauliche inducono nei confronti di tali aree protette.

7 MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI NEGATIVI SIGNIFICATIVI

Con riferimento alla valutazione degli impatti delle opere idrauliche svolte nel Vol. 4, nei paragrafi successivi si illustrano le misure di mitigazione da prevedere per il contenimento degli impatti relativi alla realizzazione ed all'esercizio di interventi "valutati" nel presente rapporto ambientale.

Ulteriori e più calibrate misure mitigatrici, potranno/dovranno essere individuate e specificate sulla scorta delle indicazioni ricavabili dalle successive fasi della procedura VAS.

7.1 MITIGAZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO

La trattazione svolta nel presente paragrafo, riguarda le misure di mitigazione previste e/o da prevedere, nelle fasi di costruzione e di esercizio delle opere ritenute tipologicamente più rappresentative ed esemplificative degli impatti a carico del territorio.

Saranno succintamente riepilogate le principali misure di mitigazione, per quanto riguarda gli impatti relativi sia alla fase di costruzione che di esercizio delle principali opere in oggetto:

- sbarramenti;
- opere di presa (traverse);
- vettoriamenti.

7.1.1 Sbarramento (Monte Perdosu) – area d'invaso

7.1.1.1 Misure da adottare in fase di costruzione

Asportazione della biomassa dal serbatoio:

All'interno del perimetro del futuro invaso è rinvenibili una significativa copertura arbustiva intervallata ad aree agricole e pascoli naturali. La presenza di detti quantitativi di

biomassa potrebbe costituire un elemento sfavorevole nei confronti della qualità delle acque, favorendo fenomeni di eutrofizzazione, soprattutto nel primo periodo di esercizio.

A tal proposito quindi sarà opportuno, prima dell'entrata in opera dell'impianto, procedere alla eliminazione di dette specie vegetali.

Tale misura mitigatrice andrà programmata ed effettuata nel tempo in maniera tale da evitare di innescare eventuali fenomeni di erosione e/o di instabilità nel territorio. Pertanto si procederà all'asportazione di dette specie arbustive ed arboree presenti all'interno dell'area da sommergere nelle fasi finali delle lavorazioni.

Scavi - Movimenti di terra:

Detti impatti si localizzano quasi esclusivamente in corrispondenza dell'ingombro planimetrico dei manufatti.

Alcuni impatti di minore significatività si registrano temporaneamente durante la fase di costruzione relativamente alla formazione di aree e piste di cantiere.

Per quanto riguarda la realizzazione delle aree e delle piste di cantiere, le misure di contenimento adottate sono essenzialmente legate alle seguenti scelte:

- Collocazione delle aree di cantiere e delle piste all'interno dell'area destinata alla sommersione, evitando così di interessare porzioni di territorio esterne all'area dell'intervento che in tal modo non subiranno limitati impatti anche durante la fase di realizzazione dell'opera.
- Posizionare le piste di cantiere quanto più lontano possibile dai nuclei abitativi esistenti e non intralciare i percorsi attualmente utilizzati dagli abitanti locali.
- Utilizzare per le piste di cantiere tratti di viabilità già esistenti, limitando in tal modo in fase di costruzione la "spesa" ambientale.

Trattamento della fascia perimetrale del serbatoio:

Uno dei rischi legati alla creazione di invasi artificiali consiste nel pericolo che le continue ed inevitabili oscillazioni del livello idrico legate ad esigenze di esercizio possano innescare fenomeni di instabilità dei versanti.

A tal proposito quindi, qualora si riscontrino aree potenzialmente soggette a tali fenomeni, nella fase di costruzione saranno adottate opportune misure preventive nei confronti del verificarsi di tali evenienze lungo il perimetro del futuro invaso.

Tali misure potranno consistere nel rimodellamento morfologico dei versanti, in interventi di consolidamento o in altri tipi di misure idonee al raggiungimento di opportuni fattori di sicurezza.

7.1.1.2 Misure ad adottare in fase di esercizio

Interventi di risanamento idrogeologico nel bacino:

Uno dei problemi connessi alla realizzazione di uno sbarramento artificiale è legato ad un impatto, definibile “di tipo inverso”, cioè esercitato dall’ambiente sull’opera. Ci si riferisce al tema del trasporto solido che, nel bacino posto a monte dello sbarramento in esame, potrebbe manifestarsi con aspetti critici.

Nella fasi successive di progetto dovranno essere approfonditi gli aspetti litologici, morfologici, climatici, et. che possono predisporre il territorio a dissesto idrogeologico.

Introduzione di elementi naturalistici:

Nelle fasce spondali, se eventualmente distrutte nelle fasi di realizzazione, potranno essere rimpiantate specie vegetali allo scopo di riqualificare naturalisticamente e paesaggisticamente dette aree.

L'impianto vegetazionale da allestirsi per la mitigazione degli impatti lungo la fascia spondale sarà concepito anche allo scopo di ripristinare gli habitat naturali interferiti.

A questo scopo, nelle aree destinate alla realizzazione degli interventi di inverdimento, l'impianto delle specie vegetali sarà particolarmente attento alla selezione delle specie ed alla loro disposizione planimetrica, allo scopo di permettere la formazione di habitat favorevoli.

Si preferirà l'introduzione di specie autoctone onde evitare l'introduzione di elementi di estraneità nel contesto vegetazionale esistente.

L'assortimento ed il portamento delle specie da impiantare andranno accuratamente stabiliti conformemente alla natura dei suoli ed all'assetto morfologico, preferendo comunque specie dotate di buona rusticità e resistenza.

L'impianto avverrà secondo calendari appropriati, facendo precedere ove opportuno la semina di un cotico erboso alla successiva piantumazione di arbusti e alberi.

Si provvederà all'impianto di idoneo arredo vegetazionale anche in corrispondenza delle eventuali opere di difesa spondale se eventualmente previste.

Nell'eventualità, saranno da preferirsi opere di difesa di tipo morbido, costituite da materassi in gabbioni ove è possibile, mediante il riporto di terriccio vegetale e la stabilizzazione di quest'ultimo mediante georeti o simili, il completo ristabilimento su tutta

la porzione di terreno occupata dal manufatto di un congruo manto vegetazionale.

I sistemi vegetazionali impiantati potranno svolgere un'ottima funzione di arricchimento per le zoocenosi. Rifugi artificiali per pesci ed anfibi potranno essere sistemati lungo le rive dell'invaso, secondo schemi coerenti con i caratteri biostazionali dei siti.

Controllo delle acque dell'invaso:

Una delle azioni di mitigazione degli impatti più importante ed efficace nei confronti del verificarsi del deterioramento dello standard qualitativo delle acque invase, consiste nell'adozione di opportune misure di monitoraggio della qualità delle acque all'interno dell'invaso.

Tale azione permette di prevenire e mitigare eventuali fenomeni legati all'eutrofizzazione delle acque.

7.1.2 Sbarramento (Monte Perdosu) – corpo diga

7.1.2.1 Misure da adottare in fase di costruzione

Ripristino delle aree e delle piste di cantiere:

Al fine di limitare la spesa ambientale, le aree di cantiere e le piste per il transito degli automezzi adibiti alle lavorazioni, saranno collocate per quanto possibile in aree destinate alla sommersione, laddove non sia utilizzabile la viabilità esistente.

Tuttavia, al termine dei lavori, sarà necessario ripristinare lo stato dei luoghi conformemente alle condizioni d'uso iniziali ed in armonia con il contesto territoriale circostante.

A seconda che dette aree si trovino all'interno od all'esterno del perimetro del futuro serbatoio, si procederà al ripristino con modalità differenti.

Per i siti ubicati all'esterno del serbatoio si procederà, all'atto della smobilitazione del cantiere, al ripristino della morfologia preesistente mediante rimodellamenti da attuarsi secondo opportuni profili planoaltimetrici ed utilizzando materiali idonei per assortimento granulometrico e matrice litoide. Sarà prestata particolare attenzione alle nuove condizioni di stabilità delle pendici rimodellate ed al drenaggio delle acque superficiali.

Successivamente si effettuerà lo spandimento del terreno vegetale, preventivamente

stoccato, risultante dalle operazioni di scoticamento durante la preparazione del sito.

Infine si procederà all'inerbimento della superficie mediante la semina di essenze erbacee in grado di attecchire dipendentemente dalle condizioni biostazionali dei siti, ed al reimpianto delle essenze precedentemente eliminate nella fase di costruzione.

Per ciò che riguarda i siti collocati all'interno del perimetro del serbatoio, si eviterà di ricollocarvi il terreno vegetale asportato, onde evitare di aumentare il quantitativo di sostanze organiche nel corpo idrico.

Successivamente, qualora necessario, si provvederà alla risistemazione morfologica dei siti, onde evitare fenomeni di instabilità dei pendii o di asportazione dei materiali in relazione alle prevedibili escursioni del livello idrico del serbatoio.

Trasporto solido nell'asta di valle:

In generale, nelle fasi realizzative di sbarramenti lungo i corsi d'acqua, si ha la necessità di porre in atto opportune misure di contenimento della torbidità durante lo svolgimento delle lavorazioni. Ciò soprattutto in relazione alle esigenze di tutela delle eventuali preesistenze a carattere naturale.

A tal proposito, durante la fase di costruzione, sarà posta particolare attenzione allo scopo di intercettare la maggior quantità di solidi dilavati dalla corrente dalle aree di lavorazione.

Una valida misura di contenimento dell'impatto potrà essere rappresentata da una idonea scelta del calendario delle lavorazioni, sfruttando i mesi di magra per la realizzazione degli interventi in corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua.

Si dovrà provvedere, inoltre, alla realizzazione di eventuali bacini di contenimento a valle delle aree di cantiere dalle quali si prevede, in occasione degli eventi meteorici, il rilascio di apprezzabili quantitativi di sostanze in sospensione.

Ciò permetterà il trattenimento, almeno parziale, delle frazioni più facilmente sedimentabili del trasporto solido movimentato dalle lavorazioni.

Successivamente, prima dell'entrata in funzione dell'opera, si procederà alla vuotatura di detti bacini di sedimentazione ed al loro smantellamento.

Smaltimento rifiuti:

Particolare attenzione sarà posta allo smaltimento di tutti quei rifiuti che saranno prodotti durante le fasi di costruzione delle opere (sia liquami sia rifiuti di diversa natura).

In fase di realizzazione delle opere infatti saranno in esercizio numerose attività come officine, depositi, parco macchine, etc.

Per i reflui di natura civile provenienti dai servizi dei campi si provvederà alla costruzione di fosse interrato dotate di sistema di spandimento per il definitivo smaltimento dei liquami.

Per i reflui di natura tecnologica (oli, grassi, et.) invece si procederà alla raccolta in idonei contenitori consegnati periodicamente ad apposite ditte per lo smaltimento in impianti autorizzati

Rumore:

Nei confronti delle emissioni rumorose prodotte in fase di realizzazione dell'opera saranno adottate alcune specifiche misure di contenimento.

In particolare, si procederà secondo le seguenti modalità:

- selezioni di tecniche di lavorazione e tecnologie realizzative tali da limitare per quanto possibile le emissioni rumorose;
- collocazione spaziale delle fonti rumorose in luoghi morfologicamente favorevoli al contenimento del disturbo. In particolare saranno evitate aree favorevoli alla propagazione di echi e/o aree prossime ai potenziali percettori;
- adozione di tutti i sistemi di silenziamento nei confronti degli automezzi e dei macchinari utilizzati per le diverse lavorazioni.

Particolare attenzione esige la gestione dei flussi di traffico degli automezzi di cantiere adibiti al trasporto dei materiali dai siti di cava, laddove i percorsi dei mezzi d'opera lambiscono o attraversano i centri urbani (Ballao, San Vito, ecc.).

Polveri:

La generale scarsa densità insediativa delle fasce di territorio adiacenti alle aree di cantiere ed ai percorsi di transito degli automezzi, permette una sensibile riduzione degli impatti derivanti dal disturbo da polveri

Qualora in particolari periodi si manifestasse la necessità di un più efficace contenimento delle emissioni si potrà procedere alla regolare bagnatura delle piste in occasione del transito degli automezzi, soprattutto a difesa dei nuclei insediativi.

Qualora necessario inoltre si provvederà all'introduzione di adeguate limitazioni della velocità dei veicoli od anche alla pavimentazione dei tratti più critici delle piste usate dai mezzi.

Traffico di cantiere:

La configurazione insediativa dell'area limita le significative interferenze ai soli

pochi residenti dei centri urbani limitrofi.

Si provvederà a mantenere fruibili le attuali direttrici della viabilità lungo il fondovalle evitando di penalizzare il transito degli autoveicoli presenti, anche predisponendo un'adeguata segnaletica stradale per regolare le eventuali interferenze.

La maggior parte del traffico di cantiere sarà dovuto al transito dei mezzi per l'approvvigionamento del materiale per la realizzazione del corpo diga. La penetrazione verso il sito diga di detti mezzi dovrà avvenire sfruttando le strade di collegamento presenti nell'area destinata a sommersione

7.1.2.2 Misure da adottare in fase di esercizio

Rilascio ecologico e controllo della qualità delle acque:

Si dovrà prevedere il rilascio di un adeguato volume idrico per il sostegno dell'ecosistema di valle e il ripascimento di eventuali falde collegate all'asta fluviale.

Come più volte sottolineato nel presente studio, la definizione del DMV basato su criteri esclusivamente idrologici restituisce dei volumi spesso troppo esigui per garantire le esigenze di tipo ecologico del corso d'acqua e tutelare l'equilibrio degli scambi di bilancio idrogeologico.

Pertanto i volumi da destinare alle esigenze ambientali dovranno essere successivamente definiti a seguito di specifici studi che tengano conto delle biocenosi naturali attuali. A tal riguardo si ricorda che nell'ultimo quindicennio nel bacino del Flumendosa è stata registrata una diminuzione degli afflussi dell'ordine del 30% ed una diminuzione dei deflussi del 50%.

L'applicazione meccanica di formule per il calcolo di DMV che tengano conto solo di alcuni parametri idrologici o che siano sperimentate in altre regione geografiche, può portare alla creazione di assetti sistemici che non hanno nessuna attinenza con gli attuali scenari idrologici/idronamici.

Un altro aspetto da tenere conto nella definizione del DMV per il F. Flumendosa, riguarda l'interazione fiume-falda. Da fonti bibliografiche si rileva la presenza di un acquifero costiero direttamente connesso al corso d'acqua. Tale falda è attualmente sfruttata per uso agricoli sebbene negli ultimi anni si è registrato un incremento della salinità dovuta alla formazione di un cuneo salino dal mare. Un continuato depauperamento della falda, legato al combinato effetto degli emungimenti e della diminuita ricarica, favorisce l'ingresso di acqua marina fino a rendere l'acquifero inutilizzabile per i fini irrigui.

Sulla base delle simulazioni sullo stato trofico del serbatoio effettuate dal Prof. Sechi, si renderanno necessari specifici provvedimenti per la protezione della qualità delle acque del futuro invaso.

Resta inteso che tutti gli insediamenti presenti nel bacino dovranno conformarsi alla esigenza di tutela della qualità nel serbatoio ed essere pertanto provvisti di idonei sistemi di smaltimento delle acque reflue.

7.1.3 Vettoriamenti

Nel prosieguo si riassumono alcuni fondamentali aspetti relativi alle esigenze di tutela ambientale durante la costruzione delle condotte.

La scelta del tracciato definitivo dovrà essere operata anche sulla base delle esigenze di tutela ambientale dei siti allo scopo di evitare/limitare indebite intrusioni in aree ad elevato valore naturalistico o paesaggistico.

7.1.3.1 Misure da adottare in fase di costruzione

La fase di costruzione, è l'unica fase in cui si verifica un impatto ambientale potenzialmente non trascurabile, anche se temporaneo. E' questa senza dubbio la fase più delicata, quella in cui una cura particolare dovrà essere posta in ogni operazione.

Obiettivi principali dovranno essere la sicurezza della condotta e la possibilità di riportare l'ambiente naturale alle condizioni preesistenti, con le successive operazioni di ripristino.

Per le fasi fondamentali in cui, con successione temporale, si articola la vera e propria costruzione delle condotte, si forniscono indicazioni generali, da dettagliare caso per caso in funzione delle caratteristiche ambientali, così da ridurre al minimo gli effetti sull'ambiente stesso.

Apertura pista:

- **Scotico:** in relazione alla natura del terreno interessato dalla pista per i primi 30-50 cm, sarà valutata di volta in volta la necessità o meno di eseguire lo scotico. Ove esso sarà richiesto si dovrà accantonare separatamente e conservare il materiale di risulta dello scotico, evitando che venga mescolato con quello dello scavo, tutte le volte in cui al

termine dei lavori è necessario ricoprire la pista con terreno vegetale, per accelerare il ripristino agricolo e comunque il recupero ambientale.

- **Protezione dei versanti:** la caduta di materiale lungo i versanti è particolarmente dannosa in presenza di pendenze elevate. Il problema è tanto più grave e delicato nei tratti di percorrenza lungo le creste dei rilievi montuosi o collinari. In queste condizioni l'apertura della pista dovrà essere realizzata solo con escavatori per evitare il rotolamento di materiale, che si avrebbe se questo fosse rovesciato all'esterno della stessa utilizzando macchine apripista.
- **Protezione ai bordi della pista:** quando la necessità di evitare il rotolamento, o comunque l'invasione di materiale all'esterno della pista è particolarmente forte si dovrà ricorrere alla realizzazione di opere provvisorie di difesa ai bordi della pista, da realizzare prima delle operazioni di apertura della stessa (barriere di pali infissi, rilevato, etc.). In casi estremi si può poi arrivare sino al trasporto del materiale a discarica.
- **Verifiche di stabilità:** dovranno essere realizzate, anche se con metodi approssimati, tutte le volte in cui la situazione morfologica farà temere il rischio di gravi instabilità del pendio.
- **Controllo acque superficiali:** tutte le volte in cui la pista è interessata da venute di acqua del terreno o da ristagni delle acque meteoriche, il convogliamento di queste acque verso gli impluvi naturali dovrà essere realizzato con precedenza assoluta su tutti gli altri lavori. La raccolta di queste acque ed il loro convogliamento dovranno essere controllati nel tempo, per tutto il periodo di apertura della pista.
- **Realizzazione dei dreni:** le opere drenanti che si dimostrassero necessarie durante i lavori dovranno di volta in volta essere adattati alla morfologia ed alle caratteristiche della circolazione idrica sotterranea.
- **Difesa dei processi erosivi:** come l'allontanamento delle acque, anche la difesa della pista da processi erosivi in atto, deve avere la precedenza su ogni altro lavoro, qualora si operi in zone con pendenze di un certo rilievo. Tali processi possono riguardare sia il piede di riporti o rilevati, che il corpo vero e proprio della pista, o le strade di accesso. L'apertura di scoline trasversali lungo la pista in pendenza, o la formazione di arginelli come rompitratta saranno indicate allo scopo di evitare ruscellamenti ed erosioni.

Scavo della trincea:

La pendenza delle pareti dello scavo deve essere rigorosamente adattata, in ogni singolo punto, alle caratteristiche di resistenza del terreno.

Tutte le volte in cui insorgono problemi di instabilità il materiale di risulta non deve essere depositato sul bordo della pista ma temporaneamente accumulato in zone idonee.

Quando lo scavo intercetta falde idriche sotterranee, od è comunque interessato da venute d'acqua, si dovrà provvedere alla formazione di setti d'argilla in modo da non

trasportare acqua per lunghi tratti nello scavo. Comunque si dovrà provvedere alla realizzazione di un sicuro ed adeguato scarico delle acque raccolte verso impluvi naturali.

Sottofondi di sabbia o ghiaietto dovranno essere posati sul fondo scavo, tutte le volte in cui è accertata la presenza di materiale roccioso, di trovanti o comunque di spuntoni.

Rinterro e riprofilatura:

Il rinterro dello scavo dovrà essere effettuato con sicurezza in tutti i punti in cui si manifesta presenza d'acqua nello scavo.

Lo scavo stesso dovrà essere riempito sino a realizzare un'abbondante baulatura; onde evitare, dopo l'assestamento del materiale, la formazione di avvallamenti lungo l'asse scavo.

I rischi principali nella sistemazione finale della pista e dello scavo, sono quelli legati all'erosione delle acque superficiali ed all'instabilità delle zone non ben sistemate.

Tutta l'attenzione deve essere posta ad evitare tali evenienze e si dovrà provvedere in particolare alla realizzazione delle opere miranti alla:

- a) Riapertura degli impluvi naturali, interrotti o alterati.
- b) Apertura di scoline in terra in tutti i punti in cui si verificano ristagni e nei tratti in pendenza.
- c) Spandimento materiale di scotico eventualmente accantonato.

Si tenga presente che nel periodo che corre tra la chiusura dello scavo e relativa riprofilatura della pista, e la realizzazione dei ripristini definitivi, l'area interessata dai lavori non ha alcuna difesa ed è estremamente vulnerabile. Tale periodo deve quindi essere ridotto al minimo, perché un ritardo nell'esecuzione dei ripristini ha tra le sue conseguenze anche un aumento dell'entità degli stessi.

Le modalità di rinterro dovranno essere precisate in sede di progettazione esecutiva anche nei confronti dell'esigenza di ricostituire il preesistente manto vegetazionale.

Particolare attenzione dovrà essere prestata affinché le provvidenze di ripristino restino sicure nel tempo allo scopo di non costituire indesiderati inneschi di fenomeni erosivi, particolarmente frequenti nelle aree allo studio.

Attraversamenti fluviali:

La realizzazione di manufatti per l'attraversamento fluviale in generale risulta particolarmente delicata dovendosi inevitabilmente interessare l'alveo e le fasce ripariali.

Per gli attraversamenti fluviali si impone pertanto l'adozione di specifici

accorgimenti progettuali e realizzativi onde mitigare convenientemente gli impatti collegati alla realizzazione dell'opera.

Gli impatti permanenti nel paesaggio derivanti dalla realizzazione di un ponte tubo fuori terra infatti possono giudicarsi gravi mentre gli impatti diretti sulle componenti naturalistiche dell'alveo inflitti durante le operazioni di scavo e posa delle condotte al di sotto dell'alveo medesimo appaiono di carattere localizzato e temporaneo. Essi sono inoltre interamente assorbibili, col trascorrere del tempo, dall'ecosistema lotico.

Detti attraversamenti dovranno pertanto essere attuati avendo cura di:

- Contenere massimamente nel tempo e nello spazio l'intrusione ed il disturbo durante la fase di costruzione.
- Procedere all'integrale ripristino delle caratteristiche geomorfologiche, vegetazionali e naturalistiche della porzione d'alveo interessata e delle relative fasce spondali.
- Difendere adeguatamente dai deflussi di piena in alveo i ripristini predisposti.
- Qualora non fosse possibile per imprescindibili ragioni tecniche (ad oggi non evidenti) la realizzazione di un attraversamento subalveo, si avrà cura di predisporre un adeguato arredo vegetazionale a mascheramento del manufatto e di posizionarlo preferibilmente vicino ad altri manufatti orizzontali preesistenti (ponti, altre condotte di attraversamento, ecc.).

Si impiegheranno specie vegetali di tipo autoctono a portamento arboreo ed arbustivo da collocarsi secondo schemi ed assortimenti planoaltimetrici in armonia con la copertura vegetazionale circostante.

7.1.3.2 Misure da adottare in fase di esercizio e manutenzione

La fase di esercizio e manutenzione segue strettamente tutte le fasi precedentemente elencate e si prolunga per tutta la vita tecnica delle condotte.

Durante la fase di esercizio si dovrà aver cura di sorvegliare lo stato delle sistemazioni effettuate e, più in generale, il recupero ambientale lungo il tracciato.

La sorveglianza dello stato delle sistemazioni dovrà permettere tempestivi interventi integrativi laddove locali e possibili dissesti inficiassero quanto realizzato in fase di costruzione e ripristino.

7.1.4 Opere di presa (traverse)

Per quanto riguarda le misure di mitigazione da prevedere durante la fase di cantiere valgono le indicazioni di massima già fornite nel precedente paragrafo.

Durante l'esercizio dell'opera di presa, i maggiori impatti riguardano soprattutto la diminuzione delle portate idriche nell'asta di valle e l'interruzione della continuità biologica fluviale.

Ritenendo esaustivo quanto riepilogato nei precedenti paragrafi a riguardo delle misure mitigatrici, si vuole fornire nel prosieguo qualche ulteriore misura da tenere conto durante la fase di cantiere e di esercizio delle traverse.

7.1.4.1 Misure da adottare in fase di cantiere

Nel caso delle aree di cantiere in alveo si dovrà prevedere:

- il ripristino della morfologia dell'alveo e dello scorrimento naturale delle acque;
- il ripristino della vegetazione riparia.

In particolare, si effettuerà la completa asportazione dei volumi eventualmente asfaltati o cementati. Successivamente, si renderà necessaria una lavorazione leggera in grado di aerare il terreno ed eliminare la compattazione dovuta all'azione operata dai mezzi meccanici in lavoro sul cantiere.

L'obiettivo principale degli interventi di mitigazione da realizzare non è soltanto quello di una riqualificazione di tipo percettivo ed estetico, ma anche quello di ricostituire la continuità dell'ambiente, attraverso il recupero della funzionalità delle comunità, soprattutto in quelle aree limitrofe modificate dalla cantierizzazione che risulteranno occupate da strutture non più necessarie al funzionamento dell'opera stessa.

I suoli occupati temporaneamente in fase di cantiere potranno essere riqualificati attraverso la piantumazione di specie arboree e/o arbustive, utilizzando a tale proposito gli strati di suolo superficiali risultanti dallo scotico effettuato nelle fasi preliminari della realizzazione delle opere previste.

Durante le operazioni di scotico, per la preparazione dei differenti siti di interventi (cantiere, piste di servizio, ecc.), si dovrà aver cura di tenere separati gli strati superiori del suolo, da quelli inferiori, evitando in tal modo il rimescolamento dello strato fertile con gli strati inferiori, a prevalente frazione di inerti. Gli strati fertili superficiali dovranno essere raccolti, conservati e protetti con teli di tessuto - non tessuto, tenuti separati da altri

materiali e collocati in posizione ove sia reso minimo il rischio di inquinamento con materiali plastici, oli minerali, carburanti, ecc.

Al termine dei lavori del cantiere, le superfici temporaneamente occupate saranno ripulite da qualsiasi rifiuto, da eventuali sversamenti accidentali o dalla presenza di inerti, conglomerati o altri materiali estranei.

I terreni da restituire eventualmente agli usi agricoli, se risultano compattati durante la fase di cantiere, verranno lavorati prima della ristratificazione degli orizzonti rimossi.

7.1.4.2 Misure da adottare in fase di esercizio

Per ciò che riguarda il DMV da garantire a valle dell'opera di presa si rimanda alla trattazione del par. 7.2.2.2 ed al Vol. 4.

Allo scopo di mitigare lo sbarramento del corso d'acqua e quindi l'interruzione della comunità biologica, si potranno prevedere la realizzazione di un passaggio per i pesci. Tale intervento consente il superamento della barriera costituita dalla traversa di presa.

Tale eventuale misura dovrà essere presa in considerazione verificando l'effettiva necessità (basata sullo studio delle specie presenti) e controllando l'eventuale presenza di ostacoli naturali che comunque impedirebbero la risalita dell'ittiofauna.

8 ELABORATI GRAFICI

Carta del reticolo idrografico. Scala 1:250.000

9 APPENDICI

Appendice 1: “Situazione di riferimento” della Valutazione ex ante ambientale del POR Sardegna (Anno 2002)