



## **Autostrada SALERNO-REGGIO CALABRIA**

**LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED ADEGUAMENTO  
AL TIPO 1A DELLE NORME CNR/80  
DAL KM 423+300 (SVINCOLO DI SCILLA INSCLUSO)  
AL KM 442+920**

**INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE, RIPRISTINO E COMPENSAZIONE  
MONITORAGGIO AMBIENTALE  
Relazione specifica: ambiente idrico superficiale**

**SOMMARIO**

1. PRINCIPALI INDICAZIONI NORMATIVE E DELLE MISURE PRESE PER IL CORRETTO SVOLGIMENTO DEL MONITORAGGIO .....	4
2. PRESCRIZIONI DERIVANTI DALLE FASI PRECEDENTI DELLA PROGETTAZIONE .....	7
3. INFORMAZIONI DISPONIBILI SUI PARAMETRI IDROLOGICI STORICI ED ATTUALI DEI BACINI INTERESSATI DAL PROGETTO .....	8
3.1 ASPETTI IDROLOGICI DETERMINANTI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI .....	8
3.1.1 Aspetti morfologici e territoriali .....	8
3.1.2 Aspetti idrogeologici .....	9
3.1.3 Aspetti idrodinamici .....	9
3.1.4 Aspetti idrobiologici .....	9
3.2 BACINI INTERESSATI DAL PROGETTO .....	11
4. INDICAZIONE DEGLI OBIETTIVI E DELLA METODOLOGIA PER LA DEFINIZIONE DEI PARAMETRI E DELLE PROCEDURE DI MISURAZIONE...	18
5. PARAMETRI DI MISURA .....	20
6. CRITERI UTILIZZATI PER LA SCELTA DELLE AREE E DEI PUNTI IDRICI DI CAMPIONAMENTO .....	22
7. METODICHE DI MONITORAGGIO ADOTTATE PER LE ANALISI CHIMICO-BATTERIOLOGICHE E PER I TEST DI BIOTOSSICITÀ EFFETTUATI IN LABORATORIO .....	27
7.1 MATERIALI E METODI .....	28
7.1.1 Raccolta campioni .....	28
7.1.1.1 Saggi biologici .....	29

7.1.1.1.1	Test di tossicità acuta a 24 h con <i>Daphnia magna</i> .....	29
7.1.1.1.2	Test di tossicità acuta a 15' con <i>Vibrio bischeri</i> .....	29
7.1.1.1.3	Test di fitotossicità a 72 h con <i>Lactuca sativa</i> , <i>Cucumis sativus</i> e <i>Lepidium sativum</i> .....	29
7.1.1.1.4	Test di tossicità cronica a 7 giorni con <i>Ceriodaphnia dubia</i> .....	29
7.1.1.1.5	Test di genotossicità a 96 ore con <i>Vicia faba</i> .....	30
7.1.2	Espressione dei risultati .....	30
7.2	RISULTATI .....	31
8.	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	31
9.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI PER LE DIVERSE FASI DI REALIZZAZIONE .....	31
9.1	ANTE OPERAM (PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI) .....	31
9.2	CORSO D'OPERA (DURANTE LA COSTRUZIONE DELL'OPERA) .....	31
9.3	POST OPERAM (DOPO LA COSTRUZIONE DELL'OPERA) .....	31

## 1. PRINCIPALI INDICAZIONI NORMATIVE E DELLE MISURE PRESE PER IL CORRETTO SVOLGIMENTO DEL MONITORAGGIO

Il quadro normativo di riferimento è quello attinente alla VIA (Valutazione d'impatto ambientale), ai lavori pubblici, alla difesa del suolo e alla regimazione delle acque.

In relazione alla Valutazione d'impatto ambientale, nell'**allegato I del DPCM del 27/12/88**, sono distinte nove componenti mediante le quali analizzare la possibili interazioni con il sistema ambientale; in esso, contrariamente a quanto indicato nell'allegato II, è specificato che la componente "Ambiente Idrico" si riferisce sia alle acque superficiali che a quelle sotterranee. Pertanto le prescrizioni per tale ambiente determinano le basi e gli obiettivi del monitoraggio. I riferimenti all'idrogeologia sono invece compresi nella componente "Suolo e Sottosuolo": in quest'ultima, infatti, oltre alla caratterizzazione geolitologica, geostrutturale, geomorfologia, geotecnica, pedologica e geochimica (quest'ultima riferita sia alle fasi solide che alle acque), è prevista la "*caratterizzazione idrogeologica dell'area con particolare riguardo per l'infiltrazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo, la presenza di falde idriche sotterranee e relative emergenze (sorgenti e pozzi), la vulnerabilità degli acquiferi.*"

Si sottolinea infine che, nella parte relativa alle diverse categorie di opere, è specificato che per le infrastrutture di trasporto è importante "*descrivere e stimare gli effetti connessi all'eventuale variazione di regime delle acque superficiali e, qualora intercettate, delle acque profonde.*"

Il **DPR del 12/04/1996**, concernente disposizioni in materia di VIA, inserisce nell'elenco delle tipologie progettuali da assoggettare a monitoraggio e a studio di compatibilità le strade extraurbane secondarie, le strade urbane di scorrimento e le linee ferroviarie. In riferimento alla componente in oggetto, è indicato che la procedura di VIA deve assicurare che per ciascun progetto siano valutati gli effetti diretti e indiretti sulle acque superficiali e sulle acque sotterranee.

La normativa sui lavori pubblici, precisamente la Legge 109/94, per quanto concerne gli studi geologici, specifica che a livello di progetto definitivo deve essere redatta una *relazione idrologica*, mentre la fase esecutiva comprende *indagini idrologiche*.

In relazione alla difesa del suolo, nel **DM 47 dell'11/03/88** è specificato che, mentre a livello di progetto preliminare le informazioni e i dati geologico-tecnici possono essere dedotti dalla letteratura, a livello di progetto definitivo devono essere effettuate accurate indagini geologiche e geotecniche (tra cui il rilievo delle falde acquifere): queste vengono approfondite nella fase esecutiva al fine di caratterizzare qualitativamente e quantitativamente il sottosuolo. In tal senso il monitoraggio ante-operam, in corso d'opera e post-operam permette la concretizzazione di tale caratterizzazione ma anche il controllo dei rischi.

La **L. 183/89** (Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo) e le successive integrazioni operative e modifiche, costituisce un importante legge quadro in materia di difesa del suolo. Rispetto alla componente idrosfera, sono previste attività di pianificazione, programmazione e attuazione che riguardano anche il risanamento delle acque.

Per le acque, nella pubblicazione 75 a cura del CNR – Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (Proposta di Normativa per l'Istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee), sono indicati alcuni criteri e parametri di riferimento successivamente recepiti dalle norme emanate in materia. Per la protezione delle opere di captazione vengono individuati tre tipi di fasce di rispetto:

- assoluta;
- primaria (ristretta);
- secondaria (allargata).

La delimitazione della prima fascia avviene in base ad un criterio geometrico. La delimitazione cartografica delle ultime due si basa sul tempo di sicurezza, cioè si tiene conto della permeabilità e porosità efficace del mezzo e dello spessore dell'acquifero.

Tali fasce costituiscono allo stesso tempo uno strumento di uso del territorio, nel senso che corrispondono ad aree vincolate di cui si deve tenere conto nel contesto della pianificazione urbanistica e della gestione del territorio perché al loro interno viene individuata l'esistenza di centri di pericolo e vengono indicati gli interventi di prevenzione necessari per la tutela degli acquiferi. Nella fascia ristretta ed in quella allargata, per esempio, la realizzazione di autostrade è vietata per gli acquiferi protetti e vulnerabili. In particolare, le autostrade sono considerate centri di pericolo per il rischio di sversamenti di sostanze nocive e per la ricaduta di emissioni da traffico.

Nel **DPR 236 del 24/05/88** (Attuazione della direttiva CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano) sono previste tre aree di salvaguardia delle risorse idriche (le prime due riferite a sorgenti, pozzi e punti di presa, la terza alle aree di ricarica).

Un altro riferimento legislativo in materia di acque è il **DL 275 del 12 luglio 1993** che prevede la denuncia dei pozzi esistenti sul territorio e l'istituzione dei relativi catasti, dai quali si possono ottenere dati per l'analisi dell'ambiente idrogeologico e per la comparazione dei risultati di monitoraggio.

Ulteriori indicazioni normative derivano dalle seguente normativa di riferimento:

#### Normativa comunitaria

- Direttiva 76/160/CEE (qualità delle acque di balneazione)
- Direttiva 76/464/CEE (inquinamento provocato da alcune sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico)

- Direttiva 78/659/CEE (qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci)
- Direttiva 83/98/CEE (qualità delle acque destinate al consumo umano)
- Direttiva 91/271/CEE (trattamento delle acque reflue urbane)
- Direttiva 91/676/CEE (protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole)
- Direttiva 2000/60/CEE del 23 ottobre 2000 (direttiva quadro per l'azione comunitaria in materia di acque)
- Regolamento CE n.1260/1999 e seguenti (disciplina dell'intervento dei fondi strutturali comunitari per la programmazione 2000/2006)
- Regolamento CE n.1685/2000 (norme di attuazione del regolamento CE 1260/99, per la parte riguardante l'ammissibilità delle spese)
- Regolamento CE n.2001/37/03 (disciplina comunitaria degli aiuti di Stato per la tutela dell'ambiente)
- Regolamenti CE n.438/2001 e CE n.448/2001 (norme di attuazione del regolamento CE 1260/99, per la parte relativa ai sistemi di gestione e di controllo)

#### Normativa nazionale (leggi, regolamenti, decreti, indirizzi e circolari)

- Legge 18 maggio 1989 n. 183 (norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo)
- Legge 7 agosto 1990, n. 241 e successive modificazioni e integrazioni (norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi)
- Legge 19 febbraio 1992, n. 142
- Legge 5 gennaio 1994, n.36 e successive modificazioni e integrazioni (riorganizzazione dei servizi idrici)
- Legge 11 febbraio 1994 n.109 (legge quadro in materia di lavori pubblici e successive modifiche ed integrazioni)
- Decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152 (disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE e della Direttiva 91/676/CEE come modificato e integrato dal Decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258)
- Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n.31 (attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano)
- Legge 28 dicembre 2001 n.448 (Legge finanziaria 2002) ed in particolare l'articolo 35, relativo alle norme in materia di servizi pubblici locali
- Decreto legislativo 267/2000 (Testo unico degli Enti Locali, così come modificato dall'art.35 della Legge 28 dicembre 2001 n.448 - Legge finanziaria 2002)

- Legge 31 luglio 2002 n.179 (disposizioni in materia ambientale)
- Decreto legislativo 31/2001 (attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano)
- Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982, n. 470 (fissa i requisiti chimici, fisici, microbiologici e biologici per l'idoneità delle acque alla balneazione)
- Legge n.979 del 31 dicembre 1982 (disposizioni per la difesa del mare)
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.236 (attuazione della Direttiva comunitaria 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'articolo 15 della Legge 16 aprile 1987, n.183)
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 1 agosto 1996 (regole per la determinazione del metodo normalizzato per le determinazioni delle tariffe del Servizio Idrico Integrato ai sensi della Legge 5 gennaio 1994 n.36)

#### Normativa Regione Calabria

- Legge Regione Calabria n.10 del 09/10/1997. Norme in materia di valorizzazione e razionale utilizzazione delle risorse idriche e di tutela delle acque dall'inquinamento. Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali per la gestione del Servizio idrico integrato
- Legge Regione Calabria n.35 del 29/11/1996 "Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della L. 18/05/1989 n.183 e successive modifiche ed integrazioni.
- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Calabria adottato dall'Autorità di Bacino Regionale in data 29/10/2001 ed approvato dal Consiglio Regionale il 28.12.2001.

## **2. PRESCRIZIONI DERIVANTI DALLE FASI PRECEDENTI DELLA PROGETTAZIONE**

Dalle fasi precedenti della progettazione non risultano particolari prescrizioni da tenere in considerazione nel monitoraggio della componente in oggetto. Si confermano comunque tutte le valutazioni elaborate in via preliminare negli studi idrogeologici, anche se in corso d'opera è prevista la possibilità di ulteriori indicazioni derivanti da approfondimenti in fase di realizzazione.

### **3. INFORMAZIONI DISPONIBILI SUI PARAMETRI IDROLOGICI STORICI ED ATTUALI DEI BACINI INTERESSATI DAL PROGETTO**

Le informazioni sui parametri ideologici storici ed attuali dei bacini interessati dal progetto fanno riferimento all'indagine idrogeologica condotta nella fase precedente di progettazione.

#### **3.1. ASPETTI IDROLOGICI DETERMINANTI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI**

Gli elementi che caratterizzano una conoscenza di base delle problematiche riguardanti le acque superficiali comprendono più aspetti che si possono dividere in morfologici e territoriali, idrologici, idrodinamici e idrobiologici.

##### **3.1.1. Aspetti morfologici e territoriali**

Si definisce bacino idrografico relativo ad una sezione di un corso d'acqua (sezione di chiusura) la porzione di territorio che raccoglie tutte le acque che defluiscono attraverso la sezione. Se ci si riferisce al solo scorrimento superficiale, la delimitazione del bacino coincide con l'individuazione della linea spartiacque. Le caratteristiche geomorfiche di un bacino influiscono sul suo comportamento dal punto di vista ideologico, idraulico e idrodinamico. Tale influenza è funzione di alcuni parametri esprimenti caratteristiche planimetriche (area, perimetro, forma, ecc.) e caratteristiche orografiche (altezza media, pendenza media, densità di drenaggio, ecc.). Oltre ai principali aspetti morfologici occorre tenere presente che la caratterizzazione di un bacino e conseguentemente del comportamento dei corsi d'acqua presenti non può prescindere dalla conoscenza di elementi di carattere territoriale quali:

- la quota delle sorgenti presenti nel bacino;
- la presenza di depositi superficiali sotto forma di fase liquida (laghi) e solida (ghiacciai)
- il tipo di suolo;
- il tipo di vegetazione;
- la permeabilità dei terreni;
- la presenza di particolari fenomeni ( ad. es. di natura carsica).

### 3.1.2. Aspetti idrogeologici

L'aspetto idrogeologico più importante è la trasformazione afflussi – deflussi che avviene in un bacino, ossia l'insieme di processi che trasformano le precipitazioni entranti nel bacino nei flussi uscenti dal bacino. Gli afflussi al bacino idrografico, che sono costituiti da precipitazioni di diverso tipo, ma nella gran maggioranza dei casi da pioggia, in parte si infiltrano nel suolo, per riversarsi nella rete di drenaggio superficiale a monte della sezione di chiusura oppure per lasciare il bacino scorrendo sempre sotto terra, in parte scorrono sul terreno e raggiungono la sezione di chiusura attraverso la rete di drenaggio, in parte ritornano all'atmosfera sotto forma di vapore, per evaporazione dagli specchi d'acqua e dalle superfici bagnate e per traspirazione delle piante. Una certa quantità d'acqua rimane immagazzinata, per un tempo più o meno lungo, sulla superficie oppure nel suolo e nel sottosuolo, per lasciare infine il bacino nei modi appena visti, cioè per scorrimento superficiale, per scorrimento sotterraneo o per evaporazione.

La caratterizzazione dei deflussi può essere individuata dalle seguenti grandezze:

- idrogramma di piena: definito dall'evoluzione temporale della portata in una determinata sezione;
- tempo di corrivazione: tempo impiegato dalla particella caduta nel punto idraulicamente più lontano dal bacino a raggiungere la sezione di chiusura;
- tempo di ritorno: legato alla valutazione della portata di progetto, cioè a quel dato idrologico – riferito ad un evento di assegnata probabilità – necessario al dimensionamento delle opere idrauliche. Normalmente la massima piena storica ha una probabilità associabile a tempi di ritorno elevati che vanno dai 50 ai 100 anni e più, e che sono ricavati attraverso l'applicazione di metodi di analisi probabilistica.

### 3.1.3. Aspetti idrodinamici

Tra i principali aspetti idrodinamici sono da considerarsi essenzialmente:

- regime del corso d'acqua: i corsi d'acqua sono caratterizzati o da un regime fluviale o da un regime torrentizio;
- scabrezza di riferimento: è un parametro che rappresenta la rugosità delle superfici.
- aree inondabili: sono di norma classificate secondo il tempo di ritorno dell'evento di piena.

### 3.1.4. Aspetti idrobiologici

Il quadro di riferimento per gli aspetti chimici e biologici delle acque superficiali è sostanzialmente riconducibile al Dlgs 152/99 e s.m.e.i.

Il decreto ha per oggetto la disciplina degli scarichi pubblici e privati nelle acque superficiali e sotterranee e individua, in apposite tabelle allegate, i valori entro i quali devono essere contenuti parametri fisici (es. pH, temperatura, colore, odore, materiali in sospensione, ecc.), chimici (es. BOD<sub>5</sub>, COD, metalli e non metalli tossici, Sali, composti organici, solventi, tensioattivi, pesticidi, ecc.) e microbiologici (es. coliformi), misurati nello scarico a monte dell'immissione nel corpo idrico.

Esso prevede inoltre la redazione di un piano generale di risanamento delle acque ed il rilevamento sistematico delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici. Per il piano di risanamento delle acque sono fissati degli obiettivi di qualità e delle tabelle di classificazione della qualità basate sui parametri macrodescrittori chimici e biologici del corpo idrico. Vengono inoltre fornite tabelle di valori da utilizzare come riferimento a seconda dell'uso previsto dalla risorsa acqua.

Il censimento dei corpi idrici comporta il rilevamento delle caratteristiche idrologiche fisiche, chimiche e biologiche, nonché tutti gli usi diretti o indiretti in atto (utilizzazioni, derivazioni, scarichi).

Per le acque dolci superficiali utilizzate o destinate ad essere utilizzate per l'approvvigionamento idrico-potabile le acque vengono classificate in tre classi di qualità A1, A2, A3 secondo parametri fisici, chimici e microbiologici fissati dal decreto stesso, che implicano una maggiore o minore livello di trattamento:

- A1 - trattamento fisico semplice e disinfezione;
- A2 trattamento fisico e chimico normale e disinfezione;
- A3 trattamento fisico spinto, affinazione e disinfezione.

Dal punto di vista della tutela dell'ecosistema delle acque vengono designate e classificate in base all'idoneità alla vita dei pesci. Le acque dolci superficiali vengono definite come acque, correnti o stagnanti, naturali in cui vivono o possono vivere, qualora l'inquinamento fosse ridotto o eliminato, pesci appartenenti a specie indigene che presentano una diversità naturale o a specie la cui presenza è giudicata auspicabile per la gestione delle acque. Esse vengono classificate come *acque salmonicole* quando vi vivono o possono vivere pesci appartenenti a specie come le trote, i temoli e i coregoni; come *acque ciprinicole* quando vi vivono o possono vivere i pesci appartenenti a ciprinidi o a specie come i lucci, i pesci persici e le anguille. Nel decreto vengono fissati i valori guida e quelli limite per la sopravvivenza dei suddetti animali. Il controllo della qualità delle acque è previsto tramite misura di parametri fisico-chimici ma anche tramite programmi di analisi biologica delle acque effettuata utilizzando l'indice biotico esteso (IBE), analisi finalizzata ad una più estesa valutazione della qualità delle acque.

### 3.2. BACINI INTERESSATI DAL PROGETTO

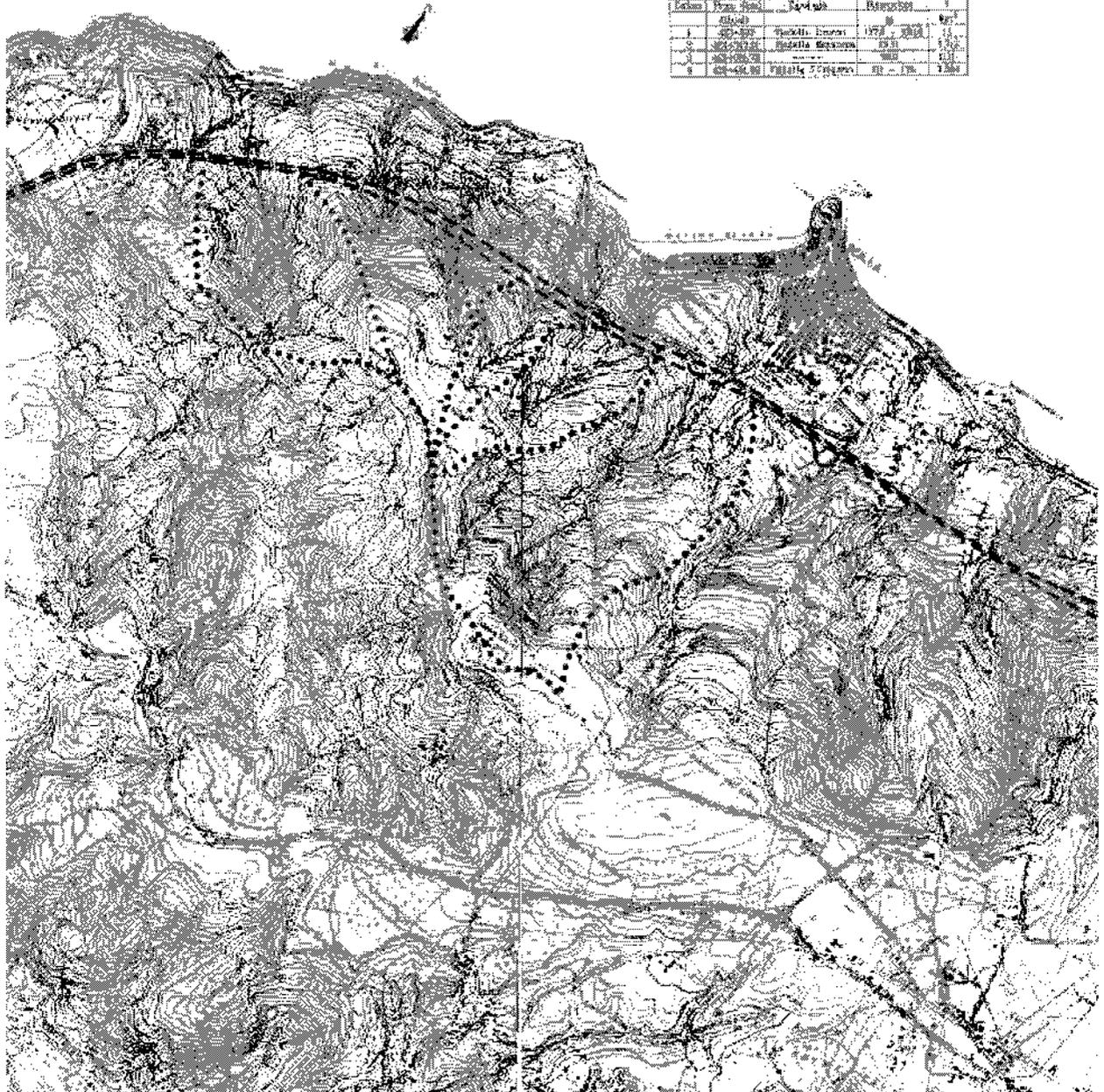
Nella zona di interesse del Piano di monitoraggio della componente in oggetto ricadono da Nord verso Sud tre gruppi di bacini: quelli compresi tra Fiumara di Gallico e Petrace, la Fiumara di Gallico e quelli compresi tra Fiumara di Melito e Fiumara di Gallico. (Vedi figure 1,2,3)

La situazione morfologica dei bacini è condizionata dalla presenza di una serie di fiumare provenienti dalle formazioni montuose dell'Aspromonte, rilevanti per le levate quote che raggiungono a pochi chilometri dal mare e da una pendenza notevole: fra essi la fiumara di Guardia (99 m a km), il Torbido di San Lucido (99 m a km) e l'Isca (136 m a km).

Dal punto di vista geologico, come risulta dalle carte consultate, si possono considerare rilevanti tre complessi idrogeologici prevalenti: quello dei graniti tettonizzati, quello delle alluvioni antiche, terrazzate e compatte, e quello delle alluvioni recenti. Nei bacini di dimensioni maggiori (interessati dagli attraversamenti principali) sono sostanzialmente presenti tutti e tre i tipi di formazioni. Va però subito sottolineato che globalmente tutto il rilievo dell'Aspromonte è caratterizzato da rocce intrusive acide con una notevole alterazione chimico-fisica esercitata dagli agenti atmosferici che presentano quindi un grado di permeabilità abbastanza elevato.

A livello climatico, la particolare conformazione della Calabria, stretta ed allungata, rende evidente come i principali parametri che regolano il clima della regione siano la movimentata orografia, la distanza dal mare, l'esposizione dei versanti interessati. In particolare, ai fini degli eventi estremi, sono preponderanti le azioni della distanza dal mare e della provenienza dei venti dominanti. In genere il clima è caratterizzato dall'alternanza di una stagione piovosa (da ottobre a marzo) e da una stagione siccitosa (da aprile a settembre). Le temperature medie annue sono alquanto alte rispetto al territorio nazionale, l'andamento della temperatura va da un minimo in gennaio e febbraio ad un massimo in luglio ed agosto. Per quanto riguarda la distribuzione delle precipitazioni nell'anno, l'intera Calabria ha un regime di tipo marittimo. Il periodo piovoso inizia nel pieno autunno per arrivare all'inizio della primavera. L'estate è caratterizzata da quantità di piogge molto ridotte.

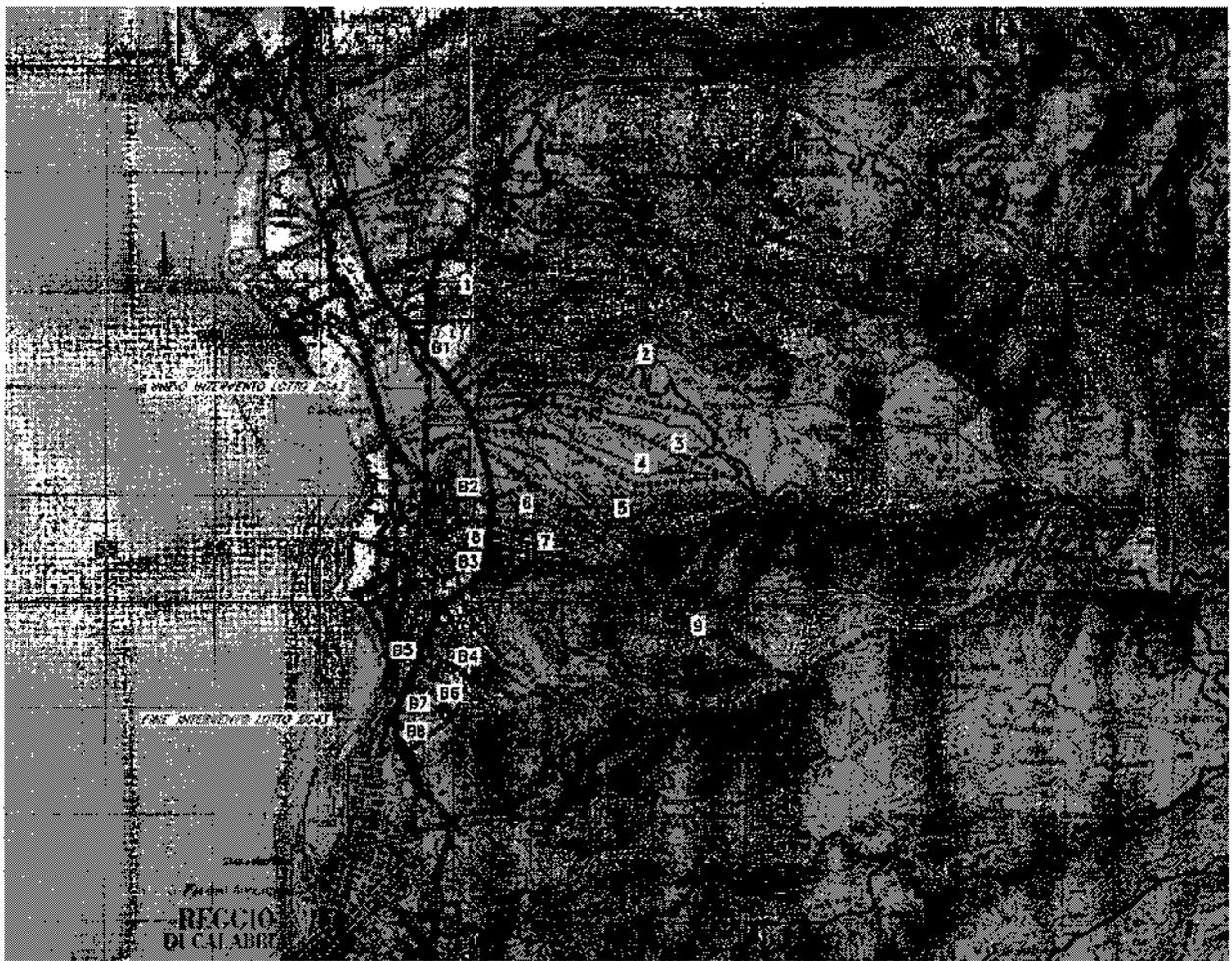
Dall'esame dell'analisi delle inondazioni avvenute in Calabria tra il 1920-1980 si rileva inoltre un quadro complessivo delle zone maggiormente a rischio per la concomitanza di effetti dovuti all'esposizione (più critica per il versante ionico) ed alle pendenze e dimensioni dei bacini idrografici (critiche nella provincia di Reggio Calabria), oltre che alla natura particolare delle fiumare calabre. Per quanto si evince nei citati studi, la zona in esame non si presenta tra quelle particolarmente critiche nei confronti del rischio di alluvione in senso stretto, pur presentando una certa esposizione al rischio idrogeologico in generale. Dall'esame degli eventi notevoli effettuata nelle due pubblicazioni dell'IRPI di Cosenza, si rileva il fatto che tutta la provincia di



F1. Bacini idrografici DG40/41



F2. Bacini idrografici DG42



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

F3. Bacini idrografici DG43

Reggio Calabria è spesso interessata dai fenomeni meteorologici attivi nel basso Ionio. Questi ultimi sembrano essere quelli più temibili per le portate che possono generare nelle fiumare, bacini caratterizzati da quote medie e pendenze elevate.

Dallo studio delle indagini e della relazione idrologica della fase precedente della progettazione sono noti i parametri morfometrici dei bacini idrografici delimitati e i valori di portata stimati, per tempi di ritorno di 100 e 200 anni. Questi parametri sono ottenuti applicando la metodologia del GNCI e l'analisi regionale.

I simboli presenti nelle tabelle sono:

- S, area del bacino in km<sup>2</sup>;
- H<sub>max</sub>, quota massima del bacino, m. slm;
- H<sub>med</sub>, quota media del bacino, m. slm;
- H<sub>sez</sub>, quota minima del bacino, m. slm;
- L, lunghezza dell'asta principale, km;
- I, pendenza dell'asta principale, m/m;
- Tr, tempo di ritardo in ore;
- H<sub>t</sub>, altezza di pioggia, mm;
- I<sub>t</sub>, intensità di pioggia, mm/h;
- C', coefficiente di piena.

Codice	Progr. (km)		Tipologia	Dimensioni (m)	S	H <sub>max</sub>	H <sub>med</sub>	H <sub>sez</sub>	L	I <sub>med</sub>
	Attuale	Progetto			km <sup>2</sup>	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.	km	m/m
1	423+837	427+00	Viadotto Livorno	190 - 190	1,10	576	396	97	1,70	0,281
2	424+343.01	424+300	Ponte Monacena	20 - 55	0,313	580	486	120	1,10	0,40
3	425+081.72	---	---	---	0,11	488	309,5	130	0,60	0,588
4	426+451,96	426+140	Viadotto S. Gregorio	171 - 207	0,504	556	343	130	1,20	0,365

Codice	Analisi Idrologica		Tipologia	Metodo GNCCI		Metodo Regionale					
	Progr. (km)			Portata (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>t</sub>	I <sub>h</sub>	I <sub>h</sub>	C'	Portata (m <sup>3</sup> /s)	
	Attuale	Progetto		T=100	T=200	m.s.l.m.	m.s.l.m.	km	m/m	T=100	T=200
1	423+837	427+00	Viadotto Livorno	5,47	6,32	78,27	12,34	0,16	0,158	11,78	13,62
2	424+343.01	424+300	Ponte Monacena	1,91	2,20	77,69	11,65	0,16	0,158	3,41	3,96
3	425+081.72	---	---	0,79	0,92	77,65	11,65	0,16	0,158	1,20	1,39
4	426+451,96	426+140	Viadotto S. Gregorio	2,84	3,28	77,65	11,65	0,16	0,158	5,50	6,35

T1. Tabella dei risultati dell'indagine idrogeologica tratto DG40/41

Codice	Prog. (km)	Tipologia	Dimensioni	S		Hmax		Hmed		L	I aspi
				m	Km <sup>2</sup>	m	m	m	m		
1	427+341.40	Viadotto S. Trada	100		4.35	698	280	125	4.00	4.00	0.143
2	427+708.18	Ponte Prestami	31.8		0.093	330	250	70	0.50	0.50	0.320
3	427+855.66	Viadotto Gibia	134		1.37	490	350	80	1.90	1.90	0.216
4	428+131.36	Ponte Lanicogna	66		0.07	300	200	100	0.35	0.35	0.371
5	428+347.94	Ponte Prestami	18		0.06	320	200	100	0.30	0.30	0.440
6	428+453.69	Tombino circolare	φ 1000		0.045	250	180	110	0.35	0.35	0.400
7	428+586.22	Viadotto Piria	79		0.27	350	230	110	1.10	1.10	0.218
8	428+721.67	Ponte Zaganella I	30		0.24	330	250	100	1.20	1.20	0.268
9	428+866.58	Tombino circolare	φ 1000		0.102	330	254	99	1.10	1.10	0.218
10	428+903.26	Ponte Zaganella II	23		0.13	320	250	90	0.83	0.83	0.271
11	429+165.60	Tombino circolare	φ 1000		0.046	300	200	100	0.60	0.60	0.333
12	429+357.60	Tombino circolare	φ 1000		0.032	255	178	100	0.30	0.30	0.310
13	429+490.73	Tombino circolare	φ 1000		0.049	250	160	100	0.30	0.30	0.300
14	429+552.27	Tombino scatolare	2		0.05	190	150	90	0.40	0.40	0.250
15	429+621.80	Tombino circolare	φ 1000		0.032	180	150	100	0.30	0.30	0.267
16	429+837.70	Tombino scatolare	4		0.07	180	150	100	0.40	0.40	0.200
17	429+948.56	Sottopasso									
18	430+382.89	Tombino scatolare	2		0.07	165	133	100	0.40	0.40	0.163
19	430+581.11	Ponte	6		0.08	150	125	100	0.50	0.50	0.100
20	430+915.07	Tombino scatolare	2		0.04	130	125	100	0.50	0.50	0.100
21	430+927.07	Sottopasso	9.5								
22	431+060	Tombino scatolare	2		0.008	110	100	90	0.10	0.10	0.300
23	431+104	Tombino scatolare	2		0.008	110	100	90	0.10	0.10	0.300
24	431+220.73	Tombino scatolare	3		0.036	160	130	80	0.70	0.70	0.114
25	431+334.83	Tombino scatolare	4		0.043	130	110	90	0.40	0.40	0.100
26	431+453.30	Viadotto T. Campanella II	70		0.316	325	180	80	2.20	2.20	0.111
27	431+581.19	Viadotto T. Immacolata	113		1.22	320	200	80	2.40	2.40	0.104
28	431+841	Tombino scatolare	2		0.031	110	90	80	0.30	0.30	0.100
29	431+883	Sottopasso									
30	432+245.47	Tombino scatolare	3		0.09	110	105	100	0.50	0.50	0.020
31	432+377.24	Viadotto T. Boland	170		0.77	140	107.5	85	1.70	1.70	0.332
32	432+653.49	Ponticello	6		0.034	105	90	80	0.23	0.23	0.100
33	432+856.49	Tombino scatolare	2		0.09	109	80	60	0.80	0.80	0.661
34	433+146.22	Viadotto S. Filippo Neri	70		0.213	119	85	50	1.00	1.00	0.969
35	433.302.51	Tombino scatolare	2		0.05	105	75	50	0.30	0.30	0.183
36	433+493.51	Viadotto Solano	70		0.15	100	75	55	0.50	0.50	0.090
37	434+286.73	Sottopasso	9.5								
38	434+458.58	Sottopasso	9.5								
39	434+519.53	Viadotto F. Catona	630		69.3	1700	900	30	21.00	21.00	0.980
40*	435+169	Tombino scatolare	1								
41*	435+266	Tombino scatolare	1								
42	435+323	Ponticello	11		0.21	130	60	33	1.00	1.00	0.977
43	435+433.49	Tombino scatolare	2		0.024	80	55	30	0.35	0.35	0.143
44	435+478	Tombino scatolare	2		0.022	80	55	30	0.35	0.35	0.143
45	435+540	Tombino scatolare	4		0.103	130	75	30	1.20	1.20	0.683
46	435+653.67	Viadotto F. Catona	204.8		0.03	50	30	20	0.23	0.23	0.120
47	436+014	Tombino scatolare	2		0.01	40	30	20	0.10	0.10	0.200
48	436+044	Ponticello	8		0.004	40	30	20	0.10	0.10	0.200
49	436+092	Tombino scatolare	2		0.506	165	100	30	2.40	2.40	0.856
50	436+176.69	Tombino scatolare	4		0.05	90	60	30	0.40	0.40	0.150
51	436+387.29	Tombino scatolare	6		0.33	141	100	30	1.40	1.40	0.979
52	436+421.80	Tombino scatolare	5		0.172	130	100	30	1.00	1.00	0.100
53	436+445.71	Tombino scatolare	6		0.03	50	40	30	0.30	0.30	0.067
54	436+474.08	Tombino circolare	φ 800		0.024	120	80	40	0.80	0.80	0.100
55	436+739	Tombino scatolare	5		0.09	110	80	50	0.70	0.70	0.686
56	436+781	Tombino circolare	φ 200		0.014	70	60	50	0.30	0.30	0.667

\* tombini previsti per trasparenza identica

T2. Tabella dei risultati dell'indagine idrogeologica tratto DG42

Codice	Prog. (km)	Tipologia	Metodo CNCI		Metodo Regionale					
			Portata		lt	hr	Tr	C <sup>n</sup>	Percata	
			T=100	T=200	mm/h	mm	h		T=100	T=200
1	427+341,40	Viadotto S.Trada	17,34	20,04	62,76	20,20	0,22	0,158	26,34	44,33
2	427+708,18	Ponte Pisanini	0,69	0,80	77,65	11,65	0,15	0,158	1,01	1,12
3	427+855,66	Viadotto Olibia	6,58	7,60	74,22	23,41	0,18	0,158	14,28	16,51
4	428+131,36	Ponte Lariozona	0,54	0,63	77,65	11,65	0,15	0,158	0,76	0,88
5	428+347,94	Ponte Pisanini	0,48	0,55	77,65	11,65	0,15	0,158	0,65	0,76
6	428+453,69	Tombino circolare	0,27	0,43	77,65	11,65	0,15	0,158	0,49	0,72
7	428+586,22	Viadotto Pizia	1,68	1,95	77,65	11,65	0,15	0,158	2,94	3,40
8	428+721,67	Ponte Zaccaria I	1,52	1,76	77,65	11,65	0,15	0,158	2,62	3,03
9	428+886,58	Tombino circolare	0,74	0,86	77,65	11,65	0,15	0,158	1,11	1,29
10	428+903,26	Ponte Zaccaria II	0,91	1,09	77,65	11,65	0,15	0,158	1,42	1,64
11	429+165,60	Tombino circolare	0,38	0,44	77,65	11,65	0,15	0,158	0,50	0,58
12	429+357,60	Tombino circolare	0,42	0,49	77,65	11,65	0,15	0,158	0,57	0,66
13	429+460,72	Tombino circolare	0,40	0,46	77,65	11,65	0,15	0,158	0,53	0,62
14	429+532,37	Tombino scolare	0,41	0,47	77,65	11,65	0,15	0,158	0,55	0,63
15	429+692,80	Tombino circolare	0,28	0,33	77,65	11,65	0,15	0,158	0,35	0,40
16	429+837,70	Tombino scolare	0,54	0,63	77,65	11,65	0,15	0,158	0,76	0,88
17	429+948,56	Sottopasso sismico								
18	430+382,89	Tombino scolare	0,54	0,63	77,65	11,65	0,15	0,158	0,76	0,88
19	430+581,11	Ponte	0,61	0,70	77,65	11,65	0,15	0,158	0,87	1,01
20	430+915,07	Tombino scolare	0,54	0,63	77,65	11,65	0,15	0,158	0,76	0,88
21	430+927,07	Sottopasso	0,00	0,00						
22	431+060	Tombino scolare	0,09	0,10	77,65	11,65	0,15	0,158	0,09	0,10
23	431+104	Tombino scolare	0,09	0,10	77,65	11,65	0,15	0,158	0,09	0,10
24	431+230,73	Tombino scolare	0,45	0,52	77,65	11,65	0,15	0,158	0,61	0,71
25	431+334,83	Tombino scolare	0,36	0,42	77,65	11,65	0,15	0,158	0,47	0,54
26	431+457,30	Viadotto T. Campesella II	4,26	4,92	77,65	11,65	0,15	0,158	8,90	10,29
27	431+581,19	Viadotto T. Immacolata	5,97	6,90	75,31	23,84	0,17	0,158	12,90	14,92
28	431+841	Tombino scolare	0,20	0,23	77,65	11,65	0,15	0,158	0,23	0,26
29	431+883	Sottopasso								
30	432+245,47	Tombino scolare	0,67	0,77	77,65	11,65	0,15	0,158	0,98	1,13
31	432+377,24	Viadotto T. Bolano	4,06	4,69	77,65	11,65	0,15	0,158	8,46	9,71
32	432+653,49	Posticello	0,30	0,34	77,65	11,65	0,15	0,158	0,37	0,43
33	432+858,49	Tombino scolare	0,67	0,77	77,65	11,65	0,15	0,158	0,98	1,13
34	433+146,23	Viadotto S. Filippo Nicci	1,38	1,60	77,65	11,65	0,15	0,158	2,32	2,69
35	433+302,51	Tombino scolare	0,41	0,47	77,65	11,65	0,15	0,158	0,55	0,63
36	433+493,51	Viadotto Solano	1,03	1,19	77,65	11,65	0,15	0,158	1,64	1,89
37	434+286,75	Sottopasso								
38	434+458,58	Sottopasso								
39	434+519,53	Viadotto F. Carona	176,86	204,50	96,45	46,82	1,20	0,158	334,73	410,15
40*	435+169	Tombino scolare								
41*	435+266	Tombino scolare								
42	435+323	Posticello	1,36	1,58	77,65	11,65	0,15	0,158	2,24	2,65
43	435+435,49	Tombino scolare	0,22	0,26	77,65	11,65	0,15	0,158	0,26	0,30
44	435+478	Tombino scolare	0,21	0,24	77,65	11,65	0,15	0,158	0,24	0,28
45	435+580	Tombino scolare	0,75	0,87	77,65	11,65	0,15	0,158	1,12	1,30
46	435+630,67	Viadotto F. Carona	0,27	0,31	77,65	11,65	0,15	0,158	0,33	0,38
47	436+014	Tombino scolare	0,11	0,12	77,65	11,65	0,15	0,158	0,11	0,13
48	436+044	Posticello	0,05	0,06	77,65	11,65	0,15	0,158	0,04	0,05
49	436+092	Tombino scolare	2,45	2,80	77,65	11,65	0,15	0,158	3,32	3,88
50	436+176,69	Tombino scolare	0,41	0,47	77,65	11,65	0,15	0,158	0,55	0,63
51	436+307,29	Tombino scolare	1,89	2,20	77,65	11,65	0,15	0,158	2,60	3,16
52	436+421,80	Tombino scolare	1,15	1,33	77,65	11,65	0,15	0,158	1,88	2,17
53	436+445,71	Tombino scolare	0,27	0,31	77,65	11,65	0,15	0,158	0,33	0,38
54	436+474,68	Tombino circolare	0,63	0,73	77,65	11,65	0,15	0,158	0,92	1,06
55	436+739	Tombino scolare	0,67	0,77	77,65	11,65	0,15	0,158	0,96	1,13

\*tombini previsti per trasparenza idraulica

T3. Tabella dei risultati dell'indagine idrogeologica tratto DG42

#### **4. INDICAZIONE DEGLI OBIETTIVI E DELLA METODOLOGIA PER LA DEFINIZIONE DEI PARAMETRI E DELLE PROCEDURE DI MISURAZIONE**

Nel caso di grandi infrastrutture, come l'autostrada A3 SA-RC, è necessario tenere sotto controllo la qualità delle acque mediante campagne di monitoraggio dei parametri chimico-fisici più rappresentativi dell'inquinamento derivante dall'esercizio dell'infrastruttura stessa. Il controllo biologico potrà attuarsi mediante il monitoraggio delle specifiche biocenosi degli ecosistemi interessati quali quella dei macrovertebrati.

In occasione dell'ammodernamento dell'autostrada le principali possibili alterazioni sul sistema idrografico possono essere:

- accentuazione delle dinamiche idrauliche nel caso di eventi alluvionali;
- inquinamento dei corpi idrici superficiali

La presenza di un'infrastruttura, in particolare di opere in rilevato, in aree soggette ad inondazione può comportare la modifica della dinamica idraulica in occasione di eventi di piena. Il rilevato costituisce infatti una barriera all'espansione delle acque, determinando una riduzione delle aree inondabili nel settore in cui è presente l'opera ed un aumento del livello e delle aree inondabili nel settore opposto. La riduzione di aree di espansione delle acque di piena determinata dalla presenza di opere in rilevato può comportare inoltre una minore entità nel processo di laminazione dell'onda di piena, e dunque valori maggiori di portata e di livello nelle sezioni di valle rispetto a quanto si verificherebbe in assenza delle opere considerate.

In sintesi le modifiche delle condizioni di deflusso delle acque di piena, che per salvaguardia dell'ambiente e dell'infrastruttura stessa vanno monitorate, possono consistere:

- aumento del livello del pelo libero delle acque di piena;
- aumento della portata nei settori di valle a causa della riduzione dei fenomeni di laminazione;
- ampliamento delle aree inondate nel settore di fondovalle opposto a quello in cui è presente l'opera;
- sbarramento delle acque di ruscellamento provenienti dalle zone di monte e dirette in alveo;
- deviazione del corso della corrente in caso di opere poste trasversalmente a questa.

Ai fini delle successive considerazioni relative ai potenziali impatti derivanti dalla presenza dell'opera in aree inondabili, e dei conseguenti effetti sulla dinamica delle acque durante eventi alluvionali, è necessario analizzare i fenomeni di piena verificatisi in passato. Tale analisi si basa necessariamente sui dati raccolti relativamente a tali eventi e deve

consentire l'individuazione delle aree soggette ad inondazione e l'entità dei potenziali danni causati dalla dinamica delle acque di piena.

Per quanto invece riguarda la qualità e gli aspetti chimici e biologici delle acque superficiali gli effetti da monitorare possono essere temporanei, accidentali, continui. Essi sono legati all'alterazione diretta delle condizioni chimico-fisiche e quindi all'alterazione indiretta delle caratteristiche biologiche delle acque. Le cause possono essere dovute sia ad azioni meccaniche che interessano fisicamente il corpo idrico o ad immissioni di sostanze inquinanti. I principali effetti da monitorare, in relazione a ciò che una infrastruttura lineare può provocare sulla qualità delle acque superficiali, sono:

in fase di costruzione

- danni prodotti per aumento di torpidità;
- scarico di reflui potenzialmente inquinanti nei corsi d'acqua a valle;

in fase di esercizio

- inquinamento causato dal dilavamento nelle acque meteoriche del articolato emesso dagli autoveicoli e depositatosi sulla sede stradale;
- inquinamento di origine salina generato dallo spargimento sulla piattaforma di cloruro di sodio onde evitare la formazione e la permanenza di ghiaccio e neve sul manto stradale;
- inquinamento accidentale provocato da perdite di sostanze inquinanti causate da incidenti stradali.

Il monitoraggio della qualità delle acque dovrà fare riferimento alla classificazione in base all'Indice Biologico Esteso. Si dovranno valutare, in base anche al reperimento di dati di campagne di analisi chimico-fisiche, le specifiche situazioni in rapporto alla natura degli apporti antropici e delle correlazioni dei corpi idrici, in particolare per quanto esse possono modificare la qualità con diluizioni o con concentrazioni. Nel corso del monitoraggio occorre individuare i corpi idrici situati nell'area in cui è localizzata l'opera di progetto e che in qualche misura possono essere interessati. Devono inoltre essere individuati gli usi principali in atto e potenziali dei corpi idrici oggetto di studio nonché la compatibilità delle caratteristiche qualitative delle acque con gli usi stessi; tale verifica verrà effettuata sulla base dei dati analitici con riferimento alle normative in atto. È opportuno usare indicatori sintetici che descrivono la qualità dell'acqua in relazione all'ecologia acquatica, alla idoneità di utilizzazione a scopo potabile, alle condizioni trofiche. In base alla sola determinazione dei parametri chimico-fisici, per le acque superficiali non esiste un indicatore ideale od universale e di conseguenza si tende ad introdurne molti per migliorare la valutazione, incrementando la complessità della procedura e generando molti dati

difficili da trattare ed interpretare. Per superare queste difficoltà si introducono degli schemi per mezzo dei quali i dati ottenuti dall'applicazione della procedura di monitoraggio sono comparati con criteri di qualità standardizzati per classi di qualità delle acque. Il riferimento per la classificazione può essere lo schema elaborato dall'IRSA (IRSA-CNR quad.84) per il monitoraggio delle acque del Po che prende in considerazione un set limitato di parametri (ossigeno disciolto, BOD<sub>5</sub>, COD, nitrati, fosfati, ione ammonio, coliformi fecali).

Il monitoraggio delle acque superficiali è previsto quindi in modo da garantire il rilievo e la parametrizzazione delle caratteristiche dei corsi d'acqua attraverso due principali attività di acquisizione dei dati:

- Indagini per campagne. Le indagini per campagne sono condotte con misure periodiche (a frequenza variabile in funzione delle attività di cantiere e dei parametri da monitorare) presso siti prestabiliti ubicati in modo da rappresentare un valido presidio per la valutazione della qualità dei corsi d'acqua.
- Monitoraggio degli indicatori che sono definiti in base a:
  - prescrizioni normative e legislative nazionali ed europee;
  - caratteristiche specifiche dei corsi d'acqua interferiti dalle attività di cantiere e dal traffico veicolare nella fase di esercizio.

Il Piano di Monitoraggio ambientale relativo alla componente in oggetto prevede in entrambi i casi, trasformazioni delle dinamiche idriche e inquinamento dei corpi idrici, l'attivazione di indagini periodiche ed in continuo da attuare per lo stato nelle seguenti fasi:

- prima della realizzazione dei lavori (Ante Operam)
- durante la costruzione (Corso d'Opera)
- per i primi 12 mesi di esercizio (Post Operam).

## 5. PARAMETRI DI MISURA

I parametri di misura appartengono alle seguenti categorie:

1. misure idrologiche e di carattere chimico-fisico:

- portata
- temperatura dell'acqua
- temperatura dell'aria
- potenziale redox

## 2. analisi chimico-batterologiche:

- pH
- durezza totale
- alcalinità
- cloruri
- solfati
- azoto ammoniacale
- nitriti
- nitrati
- conducibilità elettrica specifica
- fosforo totale
- ferro
- ossidabilità al permanganato
- calcio
- magnesio
- rame
- cadmio
- piombo
- cromo
- compost organoalogenati
- idrocarburi policiclici aromatici
- carica batterica a 36° e a 22°
- coliformi fecali
- streptococchi fecali

## 3. parametri biologici:

- Indice Biotico Esteso
- Ittiofauna

## 4. parametri ecotossicologici:

- Test con Daphnia Magna

## 6. CRITERI UTILIZZATI PER LA SCELTA DELLE AREE E DEI PUNTI IDRICI DI CAMPIONAMENTO

La scelta dei punti idrici di campionamento è avvenuta con l'individuazione cartografica delle principali opere che vengono ad interferire in maniera diretta ed indiretta con corsi d'acqua principali (torrenti e fiume), prendendo anche in considerazione gli affluenti, i fossi d'acqua con sbocco a mare ed i valloni che anche se non direttamente interferenti con l'opera, che comunque ricadono all'interno dell'area di cantiere individuata in cartografia.

Inoltre si è previsto di monitorare anche i corsi d'acqua che possano essere contaminati dall'insediamento di cave di prestito, da depositi temporanei e da discariche definitive che in qualche modo interferiscano con le acque superficiali.

Al fine di chiarire la disposizione ed il numero dei campionamenti ante operam ed in corso d'opera si è realizzata apposita cartografia (Allegato A) con le indicazioni dei punti di monitoraggio.

Di seguito vengono indicati i punti di campionamento previsti per la componente ambiente idrico superficiale distinti per i vari lotti.

### Lotto DG 40-41

#### ***Punto DG 40-41.1) Viadotto "Livorno" – prog. 423+837***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento del torrente e affluenti dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

#### ***Punto DG 40-41.2) Ponte "Monacena" – prog. 424+343***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento del torrente e affluenti dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

#### ***Punto DG 40-41.3) Dismissione carreggiate attuali e costruzione delle nuove***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.

#### ***Punto DG 40-41.4) Viadotto "S.Gregorio" – prog. 426+451***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque.

- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento del torrente e affluenti dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

***Punto DG 40-41.5) Depositi temporaneo***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque

Lotto DG 42

***Punto DG 42.1) Viadotto "S. Trada" – prog. 427+341***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

***Punto DG 42.2) Ponte "Prestami" – prog. 427+708***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

***Punto DG 42.3) Viadotto "Gibia" – prog. 427+855***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

***Punto DG 42.4) Ponte "Latticogna" – prog. 428+131***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

***Punto DG 42.5) Ponte "Prestianni" – prog. 428+347***

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.

- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.6) Viadotto "Piria" – prog. 428+586**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.7) Ponte "Zaganella I" – prog. 428+721**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.8) Ponte "Zaganella II" – prog. 428+903**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.9) Viadotto "T. Campanella" – prog. 431+453**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.10) Viadotto "T. Immacolata" – prog. 431+581**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.11) Viadotto "T. Bolano" – prog. 432+377**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.

- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.12) Viadotto "S. Filippo Neri" – prog. 433+146**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.13) Viadotto "Solano" – prog. 433+495**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.14) Viadotto "Fiumara Catona" – prog. 434+519**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.15) Viadotto "F. di Gallico" –**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 42.16) Deposito temporaneo**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque

**Punto DG 42.17) Cava 7**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque

Lotto DG 43**Punto DG 43.1) Tratto "Fiumara Scacciotti"**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 43.2) Ponte "Torrente Rosignolo"**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 43.3) Viadotto "Torbido"**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque superficiali.
- Impatto previsto in fase di esercizio: pericolo di inquinamento superficiale dovuto a sversamenti accidentali e acque di prima pioggia.

**Punto DG 43.4) Depositi temporanei Scacciotti**

- Impatto previsto in fase di cantiere: pericolo di intorbidimento delle acque

Per i singoli monitoraggi è stata compilata la seguente tabella:

<b>Punto di campionamento</b>	<b>Comune</b>	<b>Corso d'acqua</b>	<b>Opere di progetto interferenti</b>
DG 40-41.1	Scilla	Torrente Livorno	Viadotto Livorno
DG 40-41.2	Scilla	Torrente Monacena	Ponte Monacena
DG 40-41.3	Scilla		Dismissione carreggiate attuali e costr. nuove
DG 40-41.4	Scilla	Torrente S.Gregorio	Viadotto S.Gregorio
DG 40-41.5	Scilla		Deposito temporaneo
DG 42.1	Villa S.Giovanni	Fiumara S.Trada	Viadotto S.Trada
DG 42.2	Villa S.Giovanni	Torrente Prestami	Ponte Prestami
DG 42.3	Villa S.Giovanni	Torrente Gibia	Viadotto Gibia
DG 42.4	Villa S.Giovanni	Torrente Latticogna	Ponte Latticogna
DG 42.5	Villa S.Giovanni	Torrente Prestianni	Ponte Prestianni
DG 42.6	Villa S.Giovanni	Torrente Piria	Viadotto Piria
DG 42.7	Villa S.Giovanni	Torrente Zaganella	Ponte Zaganella I
DG 42.8	Villa S.Giovanni	Torrente Zaganella	Ponte Zaganella II
DG 42.9	Villa S.Giovanni	Torrente Campanella	Viadotto T.Campanella
DG 42.10	Villa S.Giovanni	Torrente Immacolata	Viadotto T.Immacolata
DG 42.11	Villa S.Giovanni	Torrente Bolano	Viadotto T.Bolano

DG 42.12	Villa S.Giovanni	Torrente S.Filippo Neri	Viadotto S.Filippo Neri
DG 42.13	Villa S.Giovanni	Torrente Solano	Viadotto Solaro
DG 42.14	Reggio Calabria	Fiumara Catona	Viadotto Fiumara Catona
DG 42.15	Reggio Calabria	Fiumara di Gallico	Viadotto Fiumara di Gallico
DG 42.16	Reggio Calabria		Deposito temporaneo
DG 42.17	Reggio Calabria		Cava 7
DG 43.1	Reggio Calabria	Fiumara Scacciotti	Tratto Fiumara Scacciotti
DG 43.2	Reggio Calabria	Torrente Rosignolo	Ponte Torrente Rosignolo
DG 43.3	Reggio Calabria	Torrente Torbido	Viadotto Torbido
DG 43.4	Reggio Calabria		Deposito temporaneo Scacciotti

## 7. METODICHE DI MONITORAGGIO ADOTTATE PER LE ANALISI CHIMICO-BATTERIOLOGICHE E PER I TEST DI BIOTOSSICITÀ EFFETTUATI IN LABORATORIO

Per la caratterizzazione dei principali corsi d'acqua superficiali saranno condotti saggi tossicologici sull'acqua, sui sedimenti e sulla miscela di entrambi.

I saggi tossicologici impiegati saranno: test di tossicità acuta con *Daphnia magna* e *Vibrio fischeri* sull'acqua superficiale, test di fitotossicità con *Lactuca sativa*, *Cucumis sativus* e *Lepidium sativum* sui sedimenti "in toto", test di tossicità cronica con *Ceriodaphnia dubia* su miscela di sedimenti ed acqua superficiale e test di genotossicità con *Vicia faba* su sedimenti.

I saggi utilizzati rappresentano un utile ed economico strumento per la caratterizzazione delle acque e dei sedimenti, in linea con quanto previsto dal D.L. 152/99.

Le analisi delle caratteristiche chimico fisiche dell'acqua e del sedimento permettono di identificare e quantificare gli inquinanti più diffusi; tuttavia per predire il destino di un inquinante nell'ambiente occorre conoscere anche come agisce sull'ecosistema.

Indicazioni necessarie ad un'appropriata caratterizzazione della qualità ambientale, non possono prescindere dallo studio degli effetti diretti, delle interazioni e della biodisponibilità dei tossici nell'ambiente acquatico.

Poiché generalmente sono sconosciute sia la miscela delle sostanze tossiche presenti, che la loro tossicità, la valutazione del rischio per la vita acquatica deve prevedere una serie di test basati su specie sia animali, che vegetali in modo tale da aumentare la rappresentatività delle informazioni ottenute. Infatti, se estrapolazioni tra specie appartenenti alla stessa famiglia sono ragionevolmente sicure, estrapolazioni tra classi ed ordini sono molto approssimative. E' inoltre dimostrato che non esiste una specie universalmente sensibile, ma che le risposte agli inquinanti sono quanto mai variabili tra una specie e l'altra. Queste valutazioni suggeriscono

una caratterizzazione ecotossicologica basata su saggi di tossicità che impiegano organismi appartenenti a diversi livelli trofici. Le specie più comunemente impiegate allo scopo sono rappresentate da alghe, batteri, crostacei e pesci.

Tradizionalmente si rilevano solo gli effetti acuti, tuttavia tale valutazione non esclude che possano verificarsi effetti genotossici oppure sub-cronici e cronici conseguenti ad un'esposizione a lungo termine. In molte situazioni, infatti, la diluizione o la limitata biodisponibilità degli inquinanti ne fanno fonti di stress che perdurano nel tempo ma che raramente originano effetti di tipo acuto.

In questo studio saranno monitorate le condizioni dei corsi d'acqua interessati dall'ammodernamento dell' A3 SA-RC

La caratterizzazione della qualità del corpo idrico sarà condotta mediante saggi tossicologici sull'acqua superficiale, sui sedimenti e sulla miscela di entrambi.

Attraverso le informazioni ricavate dall'insieme dei comparti che costituiscono l'ambiente indagato si cercherà di ottenere un quadro il più possibile completo, utile alla quantificazione della qualità ambientale.

Sulle acque superficiali, campione rappresentativo per una valutazione puntiforme atta a cogliere prevalentemente effetti immediati, saranno condotti test di tossicità acuta con *Vibrio fischeri* e *Daphnia magna*.

Sui sedimenti, comparto in cui convergono i processi di concentrazione degli inquinanti organici ed inorganici, saranno condotti saggi di fitotossicità (germinazione ed allungamento radicale con *Lactuca sativa*, *Cucumis sativus* e *Lepidium sativum*) e di genotossicità (test del micronucleo con *Vicia faba*). Nei sedimenti gli inquinanti, associati al particolato o in soluzione nell'acqua interstiziale, possono raggiungere concentrazioni superiori a quelle della colonna d'acqua sovrastante; tutto ciò evidenzia la necessità di non trascurare questo comparto.

Infine saranno condotti saggi anche sulla miscela dei due comparti, al fine lavorare in condizioni che cercano di riprodurre quelle naturali. In quest'ultimo caso, esclusi preventivamente effetti di tipo acuto, si procederà all'esecuzione di un saggio di tipo cronico con *Ceriodaphnia dubia*.

## **7.1. MATERIALI E METODI**

### **7.1.1. Raccolta campioni**

I campioni costituiti dalle acque superficiali e dai sedimenti saranno raccolti nell'arco di circa 30 giorni ed in due campagne, una invernale ed una estiva. Saranno conservati a 4°C al buio per tutto il periodo dell'utilizzo. Per l'esecuzione del test di tossicità acuta con *Vibrio*

fischeri, i campioni di acqua superficiale saranno filtrati su filtri di cellulosa del diametro di 0.45  $\mu\text{m}$ .

#### **7.1.1.1 Saggi biologici**

##### **7.1.1.1.1 Test di tossicità acuta a 24 h con *Daphnia magna***

Saranno utilizzati organismi di età inferiore alle 24 h. Il test sarà condotto a 20°C su campioni di acqua tal quale con fotoperiodo di 16 ore di luce e 8 ore di buio (IRSA, 1993). Alla fine della prova sarà valutata la mortalità delle dafnie espressa come percentuale di organismi immobili.

##### **7.1.1.1.2 Test di tossicità acuta a 15' con *Vibrio fischeri***

La bioluminescenza emessa da una popolazione monospecifica di batteri Gram-negativi appartenenti alla specie *Vibrio fischeri* sarà utilizzata per un saggio a 15 minuti per la determinazione della percentuale di effetto rispetto al controllo (Sistema Microtox: comparison test). La prova sarà effettuata su campioni di acqua di superficie filtrata su membrana di cellulosa da 0.45  $\mu\text{m}$ .

##### **7.1.1.1.3 Test di fitotossicità a 72 h con *Lactuca sativa*, *Cucumis sativus* e *Lepidium sativum***

Il test di fitotossicità (germinazione ed allungamento radicale) sarà effettuato con tre semi, lattuga cetriolo e crescione sui sedimenti. I campioni saranno utilizzati "in toto" al fine di ridurre al minimo la manipolazione. Il saggio (IRSA, 1983) sarà condotto per 72 ore al buio ed a 25 °C. Alla fine della prova saranno registrati il numero dei semi germinati e la lunghezza radicale; i due valori saranno combinati in Indice di Germinazione.

##### **7.1.1.1.4 Test di tossicità cronica a 7 giorni con *Ceriodaphnia dubia***

Giovani individui di *Ceriodaphnia dubia* saranno esposti per 7 giorni ai campioni costituiti da una miscela di acqua superficiale e sedimento (1:1) alle condizioni standardizzate del metodo IRSA (Vigano' , 1998). Saranno considerati tre end point: mortalità a lungo termine, accrescimento (lunghezza corporea dell'adulto a fine saggio) e fertilità (numero di piccoli prodotto da ciascuna femmina nelle tre schiuse).

#### 7.1.1.1.5 Test di genotossicità a 96 ore con Vicia faba

I semi di Vicia faba, conservati in ambiente fresco e ben areato, saranno fatti germinare in 500 grammi di sedimento e, per il controllo, in 500 grammi di sabbia. La germinazione avverrà al buio ed a una temperatura di 20°C per un periodo di 96 ore (Pasini, 1994). Per ciascun campione saranno utilizzati 4 semi. Per ciascun apice radicale saranno lette 1000 cellule ed i risultati verranno espressi come numero delle mitosi e dei micronuclei su 1000 cellule.

#### 7.1.2. Espressione dei risultati

L'immobilizzazione di Daphnia magna a 24 ore, la riduzione della bioluminescenza di Vibrio fischeri a 15' e la mortalità di Ceriodaphnia dubia nel test cronico a 7 giorni verranno espressi come percentuale di effetto rispetto al controllo. In base a quanto definito dalle metodiche di riferimento ed alla variabilità dei controlli (che si attesta intorno al 20%), valori che si discostano dal controllo più del 20% saranno considerati differenti da quest'ultimo.

Per i test di fitotossicità, i due end-point valutati, germinazione ed allungamento radicale, vengono combinati in un Indice di Germinazione % (IRSA,1983):

- $IG \% = 100 (GsLs)/(GcLc)$
- Gs=germinazione campione
- Gc=germinazione controllo
- Ls=lunghezza campione
- Lc=lunghezza controllo

Per variabilità dei controlli che si attesta intorno al 20%, i dati verranno suddivisi nei seguenti intervalli cui corrispondono altrettanti colori:

- >120 stimolazione (colore azzurro)
- 80-120 nessun effetto (colore verde)
- 40-80 inibizione (colore giallo)
- <40 marcata inibizione (colore rosso)

Per l'analisi delle differenze rispetto al controllo degli end-point (accrescimento e fertilità) misurati nel test cronico a 7 giorni con Ceriodaphnia dubia, verrà impiegato il test di Wilcoxon per dati non appaiati per  $p < 0.05$ .

Per quanto riguarda il test di genotossicità, sarà effettuata la valutazione statistica dei dati.

## **7.2. RISULTATI**

I risultati saranno presentati separatamente a seconda della matrice sulla quale sono stati eseguiti i test. In tabella compariranno i dati dei saggi di tossicità acuta a 24h con Daphnia magna e a 15' con Vibrio fischeri.

## **8. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

- Mulinello idrometrico
- Fotometro portatile
- PH-metro
- Conduttimetro
- Termometro

## **9. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI PER LE DIVERSE FASI DI REALIZZAZIONE**

### **9.1. ANTE OPERAM (PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI)**

I monitoraggi, in questa fase, saranno effettuati per i punti evidenziati una sola volta, al fine di individuare in maniera compiuta la caratterizzazione idrologica e la qualità delle acque superficiali, prima dell'installazione del cantiere e successiva realizzazione dell'opera.

### **9.2. CORSO D'OPERA (DURANTE LA COSTRUZIONE DELL'OPERA)**

I monitoraggi, in questa fase, saranno effettuati per i punti evidenziati almeno una volta al mese, al fine di individuare, se durante le diverse fasi della costruzione dell'opera, vi siano alterazioni dei parametri idrologico-qualitativi dei corsi d'acqua superficiali che interferiscono con l'opera, in maniera diretta o indiretta.

### **9.3. POST OPERAM (DOPO LA COSTRUZIONE DELL'OPERA)**

I monitoraggi, in questa fase, saranno effettuati per i punti evidenziati, una volta al mese per i primi 12 mesi di esercizio, al fine di individuare come l'opera influenza i corsi d'acqua superficiali interferiti.