Derivazione mini-idroelettrica Bormida a Cian do Bosco
Comune di Murialdo (SV)

PROPONENTE

Tiemes Srl
Via Sangiorgio 15- 20145 Milano
tel. 024983104
fax. 0249631510
www.tiemes.it



Elaborati grafici

PROGETTISTA

Tiemes Srl
Via Sangiorgio 15- 20145 Milano
tel. 024983104
fax. 0249631510
www.tiemes.it

0	*31 marzo 2014*	*Prima emissione*				
Rev.	*Data emiss*	*Descrizione*	*St*	*Pre*	*Chk*	*App*

Documento n°				
Commessa		Unità	Indentificazione KKS	
14010	**BRM**	**A**	**003**	

Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata /
Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden

Origine File:

Derivazione mini-idroelettrica Bormida a Cian do Bosco
Comune di Murialdo (SV)

PROPONENTE

Tiemes Srl
Via Sangiorgio 15- 20145 Milano
tel. 024983104
fax. 0249631510
www.tiemes.it



Studio di impatto ambientale

PROGETTISTA

Tiemes Srl
Via Sangiorgio 15- 20145 Milano
tel. 024983104
fax. 0249631510
www.tiemes.it

0	*31 marzo 2014*	*Prima emissione*				
Rev.	*Data emiss*	*Descrizione*	*St*	*Pre*	*Chk*	*App*
		Documento n°				
		Commessa	Unità	Indentificazione KKS		
		14002 **BRM**	**A**	**001**		

Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata /
Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden

Origine File:

INDICE

1 INTRODUZIONE 6
1.1 Scopo 6
1.2 Proponente 7
2 QUADRO di RIFERIMENTO PROGRAMMATICO 8
2.1 Sintesi della pianificazione internazionale e nazionale in materia di produzione di energia da fonti rinnovabili 8
2.2 Pianificazione Regionale e Provinciale 10
2.2.1 DGR n.1448/2012 10
2.2.2 Piano Territoriale Regionale 11
2.2.3 Piano Energetico Ambientale Regionale 12
2.2.4 Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico 12
2.2.5 Piano di Tutela della Acque 17
2.2.6 DGR 551/2008 21
2.2.7 Legge Regionale n.28/2009 22
2.2.8 Piano Territoriale di Coordinamento 24
2.2.9 Piano stralcio per l'assetto idrogeologico 28
2.3 Pianificazione comunale 29
2.3.1 Piano regolatore generale 29
3 QUADRO di RIFERIMENTO PROGETTUALE 31
3.1 Inquadramento del corpo idrico e della derivazione 31
3.2 Portate misurate e coefficienti di deflusso 32
3.2.1 Caratteristiche idrologiche principali del Bormida di Millesimo 32
3.2.2 Portate naturali disponibili alla sezione di presa 34
3.2.3 Portate derivabili alla sezione di presa e deflusso minimo vitale 35
3.3 Portate di piena 36
3.4 Trasporto solido 41
3.5 Modalità di rilascio 43
3.5.1 Dimensionamento della scala di rimonta per i pesci 43
3.6 Dati nominali di concessione e descrizione impianti idraulici 45
3.6.1 Calcolo portata media di concessione 46
3.6.2 Opera di presa 46
3.6.3 Canale derivatore 49
3.6.4 Canale di restituzione 50
3.6.5 Opere di restituzione 50
3.7 Descrizione impianti elettrici 51
3.8 Descrizione del macchinario 52
3.9 Motivazione delle principali scelte progettuali 55
3.9.1 Scelta del tipo di impianto 55
3.9.2 Scelta del tipo di turbina 55
3.9.3 Considerazioni di ottimizzazione e stima della producibilità 56
3.9.4 Opere di difesa dalle piene 58
3.10 Descrizione dell'attività di cantiere e fabbisogni di terreno 58
4 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE 59
4.1 Inquadramento generale 59
4.2 Vincoli presenti nell'area di intervento 60
4.3 Suolo 61
4.4 Flora, Fauna, Ecosistemi 64
4.5 Acqua 65

4.6 Rumore....66
4.7 Paesaggio....67
5 IMPATTI AMBIENTALI E LORO MITIGAZIONE....70
5.1 Impatto socio-economico....70
5.2 Aria....70
5.3 Acqua....71
5.3.1 Fase di cantiere....71
5.3.2 Fase di esercizio....71
5.4 Suolo....72
5.4.1 Fase di cantiere....72
5.4.2 Fase di esercizio....72
5.5 Flora, Fauna, Ecosistemi....72
5.5.1 Fase di cantiere....72
5.5.2 Fase di esercizio....73
5.6 Rumore....73
5.6.1 Fase di cantiere....73
5.6.2 Fase di esercizio....73
5.7 Paesaggio....74
5.8 Radiazioni....74
5.9 Bilancio degli impatti e mitigazioni....75
6 PRINCIPALE BIBLIOGRAFIA e NORMATIVA APPLICABILE....78

Indice tabelle

Tabella 2.1 – Principali pressioni antropiche....19
Tabella 3.1 – Valori medi mensili e annui di portata del Bormida di Millesimo registrati a Borgata Azzini....34
Tabella 3.2 – Curve di durata media alla presa....34
Tabella 3.3 – Parametri per il calcolo del DMV....35
Tabella 3.4 – Valori di “a” e “n” per il comune di Murialdo....37
Tabella 3.5 – Dati utilizzati per determinare Q_c....38
Tabella 3.6 – Portate di piena....38
Tabella 3.7 – Composizione granulometrica....41
Tabella 3.8 Caratteristiche della scala di rimonta dei pesci....44
Tabella 3.9 – Dati caratteristici e di concessione dell’impianto....45
Tabella 3.10 – Portate derivate durante l’anno....46
Tabella 3.11 Dati vasca dissabbiatrice....49
Tabella 3.12 – Dimensionamento del canale derivatore....50
Tabella 3.13 – Caratteristiche del generatore....52
Tabella 3.14 – Caratteristiche del trasformatore....52
Tabella 3.15 – Stima di producibilità dell’impianto....57
Tabella 4.1- Quadro riassuntivo....63
Tabella 4.2 - Valori limite di immissione in assenza di zonizzazione (art.6 DPCM 1/3/91)....66
Tabella 5.1 – Livello di pressione sonora a varie distanze dalla centrale....73
Tabella 5.2 – Riepilogo degli impatti....77

Indice figure

Figura 2.1 – Produzione di energia in Italia....9
Figura 2.2 – PTR – Ambito 5 Appennino Ligure di Ponente....11

Figura 2.3 – PTCP, assetto geomorfologico 14
Figura 2.4 – PTCP, assetto insediativo 15
Figura 2.5 – PTCP, assetto vegetazionale 16
Figura 2.6 – Estratto cartografico Piano Tutela della Acque 17
Figura 2.7 – Andamento mensile delle precipitazioni nel bacino ligure del Bormida 18
Figura 2.8 – Andamento mensile delle temperature nel bacino ligure del Bormida 18
Figura 2.9 – Localizzazione delle stazioni di monitoraggio del bacino del Bormida di Millesimo 20
Figura 2.10 – ZPS e SIC più vicini all'area in esame 22
Figura 2.11 – Ambito delle Bormide della Provincia di Savona 24
Figura 2.12 – PTC, Aree protette 25
Figura 2.13 – PTC, Aree carsiche 26
Figura 2.14 – PTC, Siti Bioitaly 27
Figura 2.15 – Vincoli PAI 29
Figura 2.16 – Stralcio del Piano Regolatore Generale di Murialdo 30
Figura 3.1 – Andamento della portata media annua registrata a Borgata Azzini 33
Figura 3.2 – Valori medi mensili del periodo 2003-2010 della portata registrata a Borgata Azzini 33
Figura 3.3 – Curva di durata stimata all'opera di presa 35
Figura 3.4 – Curve di durata della portata disponibile, derivabile e derivata 36
Figura 3.5 – Curve di probabilità pluviometrica a Murialdo 38
Figura 3.6 – Sezioni analizzate col programma HEC-RAS 39
Figura 3.7 – Altezze di piena nella sezione di restituzione 40
Figura 3.8 – Profilo delle altezze di piena ante operam 40
Figura 3.9 – Profilo delle altezze di piena post operam 41
Figura 3.10 – Grafico di Hjulstrom 42
Figura 3.11 – Esempio di scala di rimonta per pesci 43
Figura 3.12 – Guado ipotizzato per l'opera di presa 47
Figura 3.13 – Esempio di bacino di carico con edificio 48
Figura 3.14 – Connessione alla rete elettrica 51
Figura 3.15 – Campi di funzionamento delle principali turbine 56
Figura 3.16 – Rendimento di una turbina kaplan in funzione del rapporto tra portata massima derivabile e portata derivata 57
Figura 4.1- Chiesa di San Lorenzo in località Ponte 60
Figura 4.2 – Aree protette più vicine all'opera 60
Figura 4.3 – Vincoli ex L.1497/39 e 431/85 61
Figura 4.4 – Perimetrazione frane e deformazioni gravitative profonde 61
Figura 4.5- Stralcio della carta geologica regionale (1:25000 Cairo Montenotte) 63
Figura 4.6 – Corine Land Cover 2006 comune di Murialdo 64
Figura 4.7 – Vegetazione riparia nel tratto interessato dall'opera 65
Figura 4.8 – Portata media mensile 2003-2010, idrometro di Borgata Azzini 66
Figura 4.9 – Distanza del ricettore sensibile più vicino alla centrale 67
Figura 4.10 – Attraversamento di tubazione aerea (sopra) e area adibite a deposito di siti produttivi (sotto) 69
Figura 5.1– Campo magnetico in microtesla (asse Y) per una linea aerea 15 kV a 1 m dal suolo in funzione della distanza dal conduttore centrale 75

ELABORATI IN RILEGATURA SEPARATA

Tavole grafiche

Tavola	Titolo
1	Planimetria su catastale
2	Planimetria su CTR
3	Planimetria su ortofoto
4	Localizzazione aree tutelate
5	Localizzazione su PGTC
6	Localizzazione su carta uso del suolo
7	Localizzazione rispetto ad aree pericolosità idrogeologica
8	Planimetria opera di presa
9	Sezioni opera di presa A-B
10	Sezione opera di presa C
11	Planimetria bacino di carico e centrale
12	Sezione centrale
13	Localizzazione rispetto a vincoli paesaggistici
14	Schema unifilare elettrico

Allegati

n.	Titolo
1	Piano economico-finanziario
2	Cronoprogramma
3	Piano di gestione e manutenzione
4	Piano particellare delle proprietà interessate
5	Relazione geologica
6	Relazione ittiologica
7	Certificati relativi al campionamento acustico

1 INTRODUZIONE

1.1 Scopo

Il presente elaborato ha lo scopo di ottenere il parere di compatibilità ambientale ai sensi del Dlgs 152/06 e s.m.i. da parte della Regione Liguria, utile a Tiemes Srl per adire la Procedura Abilitativa Semplificata ai sensi del Dlgs 387/03 per una derivazione mini-idroelettrica di potenza di concessione inferiore a 50 kW. Si intende ubicare tale derivazione di 3 m^3/s sul fiume Bormida di Millesimo in comune di Murialdo (SV), località Cian do Bosco.
Il fiume Bormida di Millesimo, che dopo aver ricevuto il Bormida di Spigno nei pressi di Bistagno (AL), diventa il Bormida propriamente detto, appartiene al bacino del Tanaro, affluente del Po. La derivazione, di circa 230 m, è prevista in sponda idrografica destra con il taglio di un ansa, a partire da un guado degradato..
Con un salto lordo di 3,58 m, misurato con rilievo topografico, attraverso un canale lungo circa 200 m, si avrà una potenza di concessione di 49,91 kW e una potenza installata di circa 91 kW. L'impianto sarà del tipo mini-idro ad acqua fluente e sarà formato principalmente da:

- una traversa, ottenuta rimodellando il guado esistente, presso la quale sarà realizzata l'opera di presa in grado di rilasciare in alveo in ogni condizione idrologica il deflusso minimo vitale anche attraverso una rampa di rimonta per pesci,
- un canale per il trasporto dell'acqua alla vasca di carico,
- un edificio centrale all'interno delle quale sarà ospitato l'equipaggiamento elettromeccanico.

L'opera di restituzione sarà costituita da un canale lungo circa 30 m che reimmetterà le acque turbinate nel fiume.

Ai sensi del d.lgs. n°152 del 2011 e s.m.i e del della LR 38/98 e s.m.i. un impianto di questo tipo rientra nella categoria descritta alla lettera 10h) dell'Allegato 3 (derivazione ed opere connesse di acque superficiale che prevedano derivazioni superiori a 200 litri al minuto secondo), da sottoporre alla fase di verifica da parte della Regione se non ricadente neppure parzialmente in area protetta e non ricadente all'interno di aree carsiche come definite dalla LR 14/90.
Allo scopo di ottenere tutti i permessi, a vario titolo necessari per la costruzione e l'esercizio dell'impianto, si richiede la Valutazione di Impatto Ambientale, la Nuova Concessione Demaniale e il Nulla Osta Paesaggistico da sottoporre al Comune per la Procedura Abilitativa Semplificata ai sensi del Dlgs 28/11.

La presente relazione è stata redatta da Tiemes Srl, società d'ingegneria specializzata in impianti di generazione energia, con i contributi del Dr. Geol. Davide Carbone e del Dr. Geol. Pietro Balbi, dell'Ordine dei Geologi di Genova, e del Dr. Biol. Luca Ciuffardi, dell'Ordine dei Biologi di Genova, relativi ad area situata poco a monte, ma giudicati applicabili anche all'area in esame.
Il suo contenuto è basato su analisi effettuate con alcuni fornitori ed appaltatori, ma potrà essere rivisto in sede di esecuzione delle opere, in conformità con le proposte dei fornitori ed appaltatori che verranno prescelti.

1.2 Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è proponente del progetto è Tiemes Srl, (www.tiemes.it) società di ingegneria, costruzione e gestione di impianti per l'energia, che ha sviluppato, progettato e anche contribuito alla realizzazione e gestione vari impianti per conto di primari operatori energetici, tra cui le centrali a ciclo combinato di Modugno (BA) e Aprilia (LT), gli impianti eolici di S. Martino in Pensilis-Ururi e Bonefro (CB), impianti fotovoltaici su coperture industriali ed agricole e impianti mini-idroelettrici lungo diversi corsi d'acqua delle regioni italiane (ad esempio Aventino in Abruzzo, Fella in Friuli Venezia Giulia).
Il Proponente, anche tramite fondi di private equity, dispone delle risorse necessarie a realizzare e gestire efficacemente il progetto in esame.

2 QUADRO di RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

2.1 Sintesi della pianificazione internazionale e nazionale in materia di produzione di energia da fonti rinnovabili

Il progetto in esame si inserisce, seppur modestamente, nel quadro degli sforzi tesi ad evitare mutazioni climatiche e gravi alterazioni nel pianeta Terra, a cui la Comunità Internazionale ha fornito un primo approccio programmatico con la firma del Protocollo di Kyoto (1997), per la riduzione concertata dei principali gas responsabili dell'effetto serra (gas-serra), approvato dalla Comunità Europea con Decisione del Consiglio del 25 aprile 2002 (2002/358/CE). Con tale documento i paesi industrializzati si impegnano a ridurre, per il periodo 2008–2012, il totale delle emissioni di gas ad effetto serra almeno del 5% rispetto ai livelli del 1990 (art. 3). Il Protocollo prevede che questo obiettivo venga raggiunto (Art. 2) attraverso una serie di interventi tra i quali il miglioramento dell'efficacia energetica in settori rilevanti dell'economia nazionale, la promozione di metodi sostenibili di gestione forestale, di imboschimento e di rimboschimento, di forme sostenibili di agricoltura ed anche attraverso la "ricerca, promozione, sviluppo e maggiore utilizzazione di forme energetiche rinnovabili". Sono state concordate quote di emissioni per ciascun paese aderente e istituita una "borsa" attraverso la quale i Paesi con emissioni inferiori alla loro quota vendono ai Paesi con emissioni superiori dei titoli di emissioni a un prezzo determinato dalle leggi di mercato e che è variato finora tra 10 e 30 €/t CO_2.
In tale ambito, l'Italia è impegnata a ridurre le emissioni di gas-serra del 6,5% nel periodo di riferimento ed è stato finora un acquirente netto di titoli di emissione, pur aumentando la sua produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili come indicato in Figura 2.1.

Fonte: Terna

GWh	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Idrica	**36.669,8**	**42.337,9**	**36.066,7**	**36.994,3**	**32.815,2**	**41.623,0**	**49.137,5**	**51.116,8**
0 - 1 MW	*1.455,3*	*1.731,3*	*1.525,7*	*1.520,9*	*1.415,7*	*1.769,7*	*1.960,7*	*2.245,3*
1 - 10 MW	*5.731,8*	*7.127,8*	*6.090,5*	*6.354,1*	*5.684,4*	*7.389,7*	*8.421,7*	*8.711,6*
> 10 MW	*29.482,7*	*33.478,7*	*28.450,5*	*29.119,4*	*25.715,1*	*32.463,6*	*38.755,1*	*40.159,8*
Eolica	**1.458,4**	**1.846,5**	**2.343,4**	**2.970,7**	**4.034,4**	**4.861,3**	**6.542,9**	**9.125,9**
Fotovoltaica	**5,0**	**4,0**	**4,0**	**2,3**	**39,0**	**193,0**	**676,5**	**1.905,7**
Geotermica	**5.340,5**	**5.437,3**	**5.324,5**	**5.527,4**	**5.569,1**	**5.520,3**	**5.341,8**	**5.375,9**
Bioenergie (1)	**3.587,1**	**4.498,9**	**4.845,0**	**5.286,3**	**5.441,1**	**5.966,3**	**7.556,7**	**9.440,1**
Sola produzione di energia elettrica	2.190,5	2.328,6	2.457,2	3.155,3	3.416,7	3.896,8	5.177,8	6.189,2
Solidi	1.339,7	1.363,9	1.490,1	2.060,7	2.257,2	2.563,5	2.904,0	2.605,3
- rifiuti solidi urbani biodegradabili	*296,0*	*361,3*	*415,6*	*547,6*	*591,0*	*634,8*	*799,7*	*1.062,2*
- biomasse solide	*1.043,7*	*1.002,6*	*1.074,5*	*1.513,0*	*1.666,2*	*1.928,7*	*2.104,3*	*1.543,1*
Biogas	850,8	964,7	967,1	1.094,6	1.159,5	1.290,8	1.299,6	1.451,2
- da rifiuti (2)	*843,2*	*956,0*	*951,5*	*1.061,9*	*1.113,4*	*1.202,0*	*1.177,7*	*1.197,4*
- da fanghi	-	-	-	-	-	*2,4*	*3,3*	*11,6*
- da deiezioni animali	*3,5*	*6,3*	*8,8*	*16,2*	*20,9*	*44,3*	*44,3*	*100,3*
- da attività agricole e forestali	*4,1*	*2,4*	*6,8*	*16,4*	*25,2*	*42,1*	*74,3*	*141,9*
Bioliquidi	-	-	-	-	-	42,5	974,2	2.132,7
- oli vegetali grezzi	-	-	-	-	-	*13,1*	*583,0*	*1.759,1*
- altri bioliquidi	-	-	-	-	-	*29,4*	*391,2*	*373,6*
Produzione combinata di en.el. e calore	1.396,6	2.170,3	2.387,7	2.131,0	2.024,5	2.069,5	2.379,0	3.250,9
Solidi	1.214,5	1.964,8	2.156,9	1.889,3	1.736,8	1.738,8	1.539,9	1.702,2
- rifiuti solidi urbani biodegradabili	*610,0*	*777,0*	*894,3*	*910,6*	*921,5*	*921,4*	*816,5*	*985,7*
- biomasse solide	*604,5*	*1.187,8*	*1.262,7*	*978,7*	*815,3*	*817,4*	*723,4*	*716,5*
Biogas	182,2	205,5	230,8	241,7	287,7	308,7	365,4	602,9
- da rifiuti (2)	*67,3*	*82,4*	*100,8*	*114,9*	*133,9*	*153,1*	*195,2*	*217,4*
- da fanghi	*2,7*	*1,2*	*3,2*	*3,3*	*9,0*	*12,4*	*16,8*	*16,6*
- da deiezioni animali	*9,7*	*12,2*	*16,9*	*28,5*	*32,4*	*25,5*	*44,1*	*120,7*
- da attività agricole e forestali	*102,4*	*109,7*	*110,0*	*95,1*	*112,5*	*117,7*	*109,4*	*248,3*
Bioliquidi	-	-	-	-	-	22,0	473,6	945,7
- oli vegetali grezzi	-	-	-	-	-	*17,0*	*466,6*	*922,5*
- altri bioliquidi	-	-	-	-	-	*5,1*	*7,1*	*23,2*
Totale	**47.060,8**	**54.124,6**	**48.583,5**	**50.781,0**	**47.898,8**	**58.163,9**	**69.255,4**	**76.964,4**

Figura 2.1 – Produzione di energia in Italia

Riguardo alla promozione della produzione di energia da fonti rinnovabili l'Unione Europea ha emanato la Direttiva 2001/77/CE in cui si indicavano agli Stati Membri misure di facilitazione di tale produzione, recepita dall'Italia con il D.Lgs.29 dicembre 2003 n.387 in cui, tra l'altro, si definivano gli impianti per tale produzione come "di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti" e, allo scopo di semplificarne i procedimenti autorizzativi, li si assoggettava ad un regime di Autorizzazione Unica, comprendente tutti i permessi a vario titolo necessari per la costruzione e l'esercizio. All'interno di essa trovava posto la procedura di verifica di compatibilità ambientale, già disciplinata dal DPR 12.04.96, recepito dalla Regione Liguria con LR 38/98. Esso conteneva negli allegati A le opere da sottoporre a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e negli allegati B le opere da sottoporre a Verifica di compatibilità (screening) purchè non situate, neppure parzialmente, in area protetta. Tale schema, seppur con qualche modifica, è stato conservato nel D.Lgs 3 aprile 2006 n.152 e dal D.Lgs 10 gennaio 2008 n.4, che, tra l'altro, attribuivano alla verifica il valore di controllo della necessità di assoggettare o meno il progetto alla procedura completa di VIA. Per il procedimento di Autorizzazione Unica sono state emanate Linee Guida Nazionali con D.M.10.09.2010.

Sempre con riguardo alla produzione di energia da fonti rinnovabili l'Unione Europea ha emanato la Direttiva 2009/28/CE in cui, abrogando parzialmente le Direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE si intende dare un maggiore impulso alla riduzione di gas-serra per arrivare al 2020 con una riduzione del 20% di emissioni e una quota del 20% (17% per l'Italia) del consumo di energia proveniente da fonti rinnovabili, partendo dal 8,7% del 2005 (5,2% per l'Italia), con un obiettivo del 10% dei consumi per autotrazione da coprire con biocarburanti. Tale Direttiva è stata recepita dall'Italia con il D.Lgs 3 marzo 2011 n.28 in cui si indica, tra l'altro, che la procedura di verifica deve essere svolta prima di quella di Autorizzazione Unica.

Il progetto in esame, avendo una potenza installata inferiore ai 100 kW, ai sensi dell'art. 12 del D.lgs 387/03 e dell'art. 6 del D.lgs 28/2011 è soggetto a Procedura Abilitativa Semplificata (PAS) di competenza comunale.

Per gli impianti idroelettrici, contemporaneamente al procedimento di autorizzazione, viene svolto il procedimento di concessione, sulla base del Regio Decreto 11 dicembre 1933 n.1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici", in cui, tra l'altro:

- si individuano le acque come un bene pubblico, il cui utilizzo è soggetto a regime di concessione,
- si istituisce in ogni provincia una catasto delle utenze,
- si impone che le domande di derivazione vengano presentate all'ufficio del Genio Civile della circoscrizione (provincia) in cui è situata l'opera di presa per le piccole derivazioni (< 3 MW idroelettriche, 1000 l/s irrigue, 100 l/s altre), e al Ministero dei Lavori Pubblici per le grandi derivazioni,
- si indica che le domande tecnicamente incompatibili con domande anteriori potranno venir giudicate in concorrenza qualora presentate entro 30 giorni dal primo avviso pubblicato e che le concessioni vengono rilasciate per 30 anni con un disciplinare e non sono cedibili,
- si obbligano tutti gli utenti a mantenere in stato di regolare funzionamento le opere.

2.2 Pianificazione Regionale e Provinciale

La principale normativa di interesse per il progetto in esame è la seguente:

- DGR 30 novembre 2012 n.1448
- Progetto di Piano Territoriale Regionale (proposto all'adozione del consiglio regionale nel dicembre 2011)
- Piano Energetico Ambientale Regionale (2003, con aggiornamento nel 2009)
- Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (1990, con aggiornamenti fino al 2011)
- Piano di Tutela delle Acque (2009)
- DGR 23 maggio 2008 n. 551
- Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Savona (2005)

2.2.1 DGR n.1448/2012

La DGR n.1448 del 30/11/2012, ai sensi dell'art. 6 c.9 del D.lgs 152/2006 e dell'art.16 c.1 della LR 38/98 esclude automaticamente dalla procedura regionale di verifica-screening i progetti ricadenti negli allegati IV del D.lgs 152/2006 e 3 della LR 38/98, alle seguenti condizioni:

1. Localizzazione:

- esterna ad aree parco, carsiche, SIC e ZPS;

- esterna ad aree a pericolosità PG3 e PG4

2. caratteristiche del progetto:

2b) impianto con asta sottesa per il quale si richiedono:

- modalità di rilascio del DMV tali che lo sfioro si attivi fisicamente (senza il ricorso a paratoie o altro sistema elettromeccanico) prima dell'attivazione della soglia di derivazione;
- modalità di presa che non capti la portata eccedente il DMV ma inferiore alla portata minima turbinabile, lasciandola in alveo;
- riutilizzo preferenziale, previo recupero/riqualificazione e riattivvazione di traverse/canali e di strutture esistenti;
- utilizzo di viabilità esistente;
- utilizzo per il cantiere di aree degradate con sistemazione a fine lavori.

Il progetto in esame appare coerente con le sopracitate indicazioni di localizzazione.

2.2.2 Piano Territoriale Regionale

Il PTR ligure è attualmente in corso di aggiornamento: con la delibera n.1579 del 22/12/2011 la Giunta regionale ha approvato un Documento preliminare del progetto di Piano, avviando così il procedimento di adozione del Piano Territoriale Regionale.
All'interno del progetto di piano, l'area interessata dal progetto in oggetto appartiene all'ambito 5 - Appennino Ligure di Ponente.
Il suddetto ambito è suddiviso in sub ambiti, tra cui il sub ambito 38-Valle Bormida di Millesimo che a sua volta è diviso il bassa valle Bormida di Millesimo e alta valle Bormida di Millesimo.

Fonte: PTR

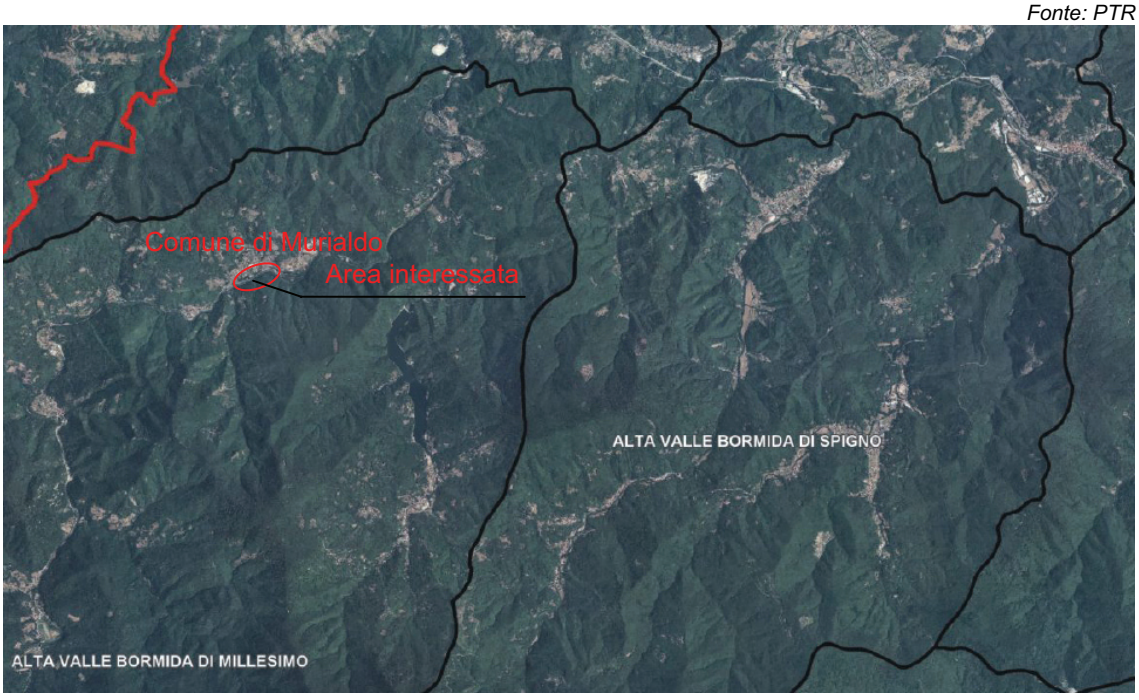


Figura 2.2 – PTR – Ambito 5 Appennino Ligure di Ponente

L'Alta Valle Bormida comprende i Comuni della parte più a monte del bacino fluviale: Bardineto, Calizzano, Murialdo, Osiglia, Bormida, Pallare, Mallare. Il territorio dell'Alta Valle Bormida comprende le diverse testate di valle che corrispondono ai diversi rami contributori del fiume Bormida e, con maggiore estensione l'intera Alta Valle del Bormida di Millesimo si configura come uno spazio marcatamente rurale caratterizzato da:

- territorio montuoso con prevalenza di attività legate al bosco;
- insediamenti di fondovalle con una debole ricezione turistica estiva;
- potenziale attratività legata con una debole ricezione turistica estiva;
- carenza di funzionamento di rango urbano e calo demografico evidente.

Il Piano intende favorire l'integrazione tra risorse, sviluppo economico e protezione del territorio attraverso la riqualificazione di un tessuto produttivo tradizionalmente legato al taglio del bosco ed alla lavorazione del legno. Saranno previste azioni legate alla riorganizzazione del settore con misure di sostegno sia all'approvvigionamento delle materie prime, sia nella diversificazione della produzione. Non ci sono attualmente le condizioni economiche per un uso produttivo del bosco, sebbene la sua corretta gestione abbia un ruolo attivo nella prevenzione del dissesto idrogeologico. Tra gli obiettivi di piano è proposta la creazione di un ambiente favorevole per le aziende artigiane specializzate nel settore forestale, semplificando norme e procedure di gestione delle politiche forestali. Le azioni da cui si può sviluppare un progetto sono principalmente basate sulle basi seguenti:
- studi e proposte per una viabilità forestale che integri esigenze produttive,
- sostenibilità e fruizione del territorio con misure a sostegno della filiera legno,
- generazione di energia tramite impianti di produzione a biomassa forestale locale,
- individuazione degli utenti finali privati e pubblici per garantire una politica di gestione colturale che accresca e sostenga gli operatori del settore.

2.2.3 Piano Energetico Ambientale Regionale

Il PEAR vigente è stato approvato con deliberazione del consiglio regionale n. 43 del 2 dicembre 2003. Con delibera del consiglio regionale n. 3 del 3 febbraio 2009 sono stati aggiornati gli obiettivi in merito all'energia eolica.
Per quanto riguarda il settore idroelettrico, il PEAR mostra un potenziale teorico di 460 GWh, a fronte del quale si ha un potenziale reale di 250 GWh: tale valore duplicherebbe la producibilità media annua dei 35 impianti idroelettrici presenti nel territorio regionale al 1998. La grande differenza tra potenziale teorico e potenziale reale è principalmente dovuta al regime torrentizio dei corsi d'acqua e alla loro lunghezza limitata. Per questo motivo il PEAR non indica obiettivi specifici di aumento di potenza installata per il settore idroelettrico, ma prevede, tra e linee di indirizzo, la realizzazione di nuovi impianti sostenibili dal punto di vista economico ed ambientale.

2.2.4 Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico

Il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico ha come fine il governo delle trasformazioni del territorio regionale sotto il profilo paesistico. Il piano, approvato con DCR n.6 del 25 febbraio 1990 e con l'ultima variante di salvaguardia della fascia costiera approvata nell'agosto 2011, interpreta il territorio ligure in riferimento a tre assetti:, geomorfologico, vegetazionale e insediativo.
Il settore territoriale di riferimento per la zona interessata dal progetto è il n.7 "Bormide, Erro e Stura" mentre l'ambito territoriale è il n. 38 "Valle Bormida di Millesimo".
I caratteri generali del paesaggio descritti per questo ambito sono:

- Geomorfologia – Sotto il profilo geomorfologico l'ambito può essere considerato come composizioni di tre parti distinte:
  - l'alta valle con forme dolci sul versante sinistro che si inaspriscono nei contrafforti prevalentemente calcarei che dal M. Carmo si spingono verso il Colle del Melogno;
  - una parte intermedia costituita da valli caratterizzate da un sistema torrentizio con forme piuttosto aspre;
  - la vallata di Millesimo e Cengio che chiude la parte ligure della valle con le caratteristiche forme attenuate del bacino ligure-piemontese, sottolineate da alcune aspre pareti in arenaria.
- Vegetazione e colture – La vegetazione boschiva, ricca di castagneti e boschi misti mesofili con lembi di faggete, ricopre la maggior parte del comprensorio. Lungo la valle della Bormida di Millesimo e dei suoi affluenti, intorno ai centri abitati, partendo da Bardineto fino ad arrivare a Cengio, si dispongono le aree coltivate a cereali, foraggi e prati falciabili.
  Nell'alta vallata intorno ai centri di Calizzano e Bardineto lo sviluppo delle aree rurali è del tipo lineare e continuo, lungo la principale direttrice valliva e solo marginale nelle sue diramazioni minori. Le superfici coltivate nella zona centrale corrispondente ai territori di Osiglia e di Murialdo risultano più limitate, mentre tornano ad avere estensioni importanti intorno a Millesimo e Cengio, anche al di fuori delle principali direttrici vallive e di comunicazione.
- Insediamenti – Sono presenti prevalentemente intorno ai centri di Millesimo e Cengio caratterizzati da strutture aggregate cresciute intorno agli originari impianti medievali. Nell'alta vallata lo sviluppo residenziale di tipo essenzialmente turistico fa riferimento ai più antichi nuclei aggregati di Bardineto e Calizzano nella direttrice del Melogno e di Osiglia, nella valle dell'Osiglietta. A quote minori sono presenti maggiormente gli insediamenti sparsi, mentre lungo gli alti crinali o nelle più impervie diramazioni di valle non sono presenti insediamenti.
  Per quanto riguarda le emergenze storico-archeologiche risultano presenti in questo ambito le seguenti tipologie:

- insediamenti preistorici collinari,
- morfologie residuali ed insediamenti arroccati medievali di tipo signorile a controllo della viabilità verso la Padana, con ruderi di castelli e chiese,
- borghi fortificati con castello di origine tardo medievale,
- abitati di fondovalle non anteriori al XVI secolo con patrimonio edilizio recente,
- ponti ed ospitali stradali di origine medievale.

Il fiume risulta un obiettivo territoriale di interesse nelle azioni proposte per il miglioramento dei caratteri della fruizione del paesaggio. Si propongono infatti interventi destinati a favorire la percorrenza pedonale e le escursioni a cavallo lungo il corso d'acqua con opportune piste laterali di transito attrezzate con aree di sosta e di servizio. Tra questi vi sono i seguenti:

- Realizzazione di un parco per attività sportive nei pressi del fiume tra Millesimo e Cengio inteso anche ad interrompere la continuità dei costruito tra i due centri e a costituire per essi un elemento nuovo di connotazione del paesaggio di valle;
- Creazione nei pressi del Castello di Roccavignale di un'area attrezzata per le attività ricreative;
- Realizzazione di altre due aree attrezzate per le attività ricreative variamente collegate all'ambito fluviale lungo il Bormida nei pressi di Murialdo ed Osiglia;

- Realizzazione di due campeggi con accesso veicolare a Calizzano e ad Osiglia aventi anche funzioni logistiche di servizio rispetto alle percorrenze che vi convergono lungo le rive del lago e lungo i corsi d'acqua o per quelle di interesse escursionistico.

Nelle seguenti figure sono riportati degli estratti delle carte relative ai caratteri geomorfologici, insediativi e vegetazionali dell'area in esame.

Fonte: PTCP

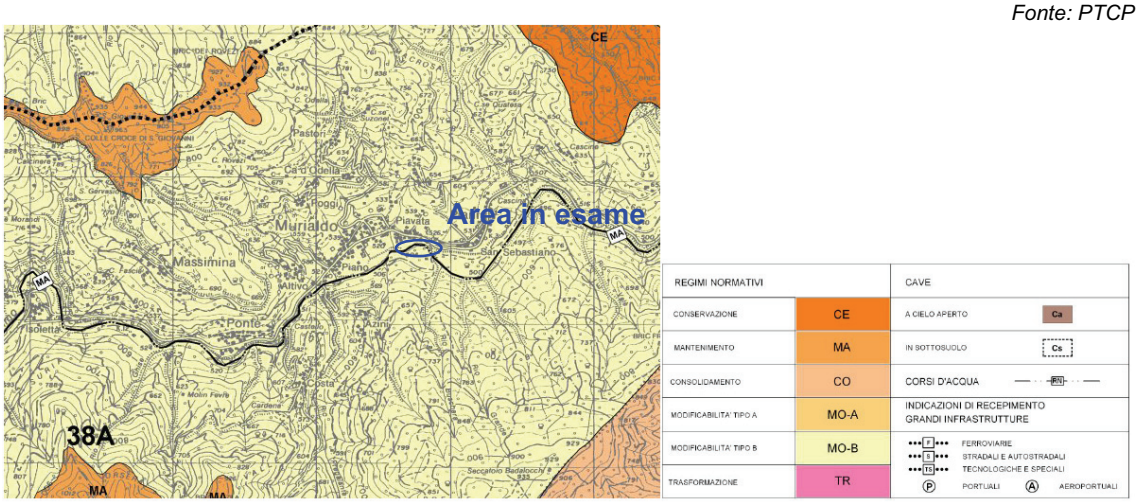


Figura 2.3 – PTCP, assetto geomorfologico

Rispetto all'assetto geomorfologico, l'area in esame risulta essere sotto il regime normativo di modificabilità di tipo B. Le norme di attuazione del PTCP per questo regime sono riportate all'art. 17 e prevedono le seguenti linee generali:

1. l'indirizzo generale di modificabilità si applica nelle situazioni in cui l'ambiente, in assenza di valori emergenti, presenta una modesta vulnerabilità sotto il profilo geomorfologico, talché non si manifesta l'esigenza di specifiche azioni di tutela dell'attuale configurazione, ferme restando le normali cautele relative alla corretta gestione del territorio.
2. l'obiettivo è quello di rendere possibili quegli interventi che, seppure motivati da esigenza diverse da quelle proprie del piano, siano comunque occasione per dar luogo ad un assetto più soddisfacente sotto il profilo ambientale.
3. la pianificazione dovrà pertanto assumere prevalentemente il compito di garantire l'osservanza delle normali cautele preordinate a tutelare la qualità dell'ambiente.

L'art. 19 al comma 3 riporta i seguenti indirizzi particolari:

- per gli aspetti quantitativi, opportunità di prevedere sostanziali variazioni relative;
- per gli aspetti qualitativi, possibilità di adottare tipologie innovative;
- per gli aspetti strutturali, possibilità di definire nuovi schemi distributivi e organizzativi.

Inoltre, all'art. 67 viene specificato per il regime di modificabilità di tipo B che "gli interventi in tali zone, oltre a rispettare la specifica disciplina di settore, dovranno conformarsi a criteri di corretto inserimento ambientale delle opere".

Fonte: PTCP

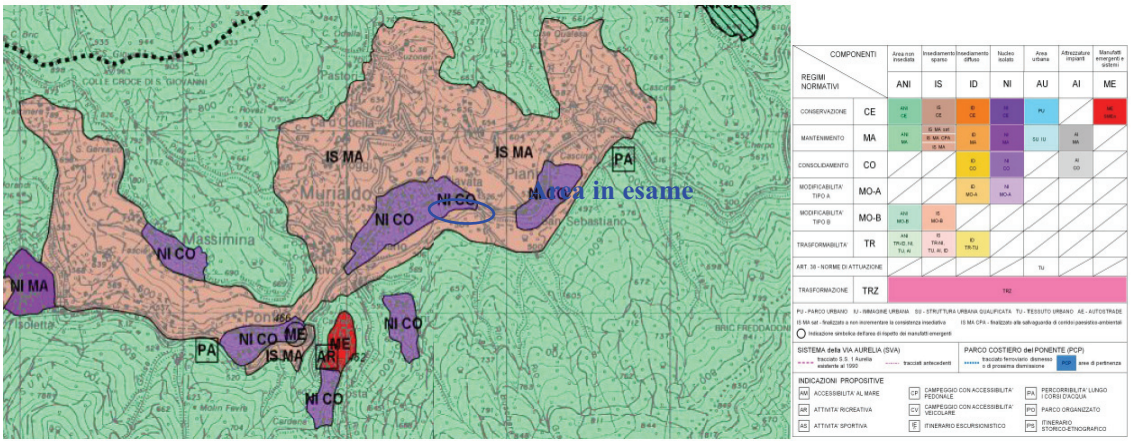


Figura 2.4 – PTCP, assetto insediativo

Rispetto all'assetto insediativo, il progetto in esame interessa aree classificate come:

- IS MA – Insediamenti sparsi, regime normativo di mantenimento
- NI CO – Nuclei isolati, regime normativo di consolidamento

L'art. 10 delle norme di attuazione fa riferimento al regime di mantenimento e riporta i seguenti indirizzi genrali:

1. L'indirizzo generale di mantenimento si applica:
   - nelle situazioni in cui l'assetto territoriale ha raggiunto soddisfacenti condizioni di equilibrio tra fattori antropici e ambiente naturale, tali da escludere l'opportunità di significative trasformazioni pur ammettendosi marginali possibilità di completamento.
   - nelle situazioni in cui debbono considerarsi già sostanzialmente esaurite le potenzialità di espansione pur non configurandosi soddisfacenti condizioni di equilibrio tra fattori antropici ed ambiente naturale.
2. L'obiettivo è quello, nel primo caso di tutelare le situazioni di particolare pregio paesistico presenti alla scala territoriale e, nel secondo, di evitare ulteriori compromissioni del quadro paesistico ambientale quali sarebbero indotte da nuovi consistenti insediamenti.
3. In entrambi i casi la pianificazione dovrà pertanto essere informata a criteri di sostanziale conferma dell'assetto attuale, con una più marcata attenzione agli aspetti qualitativi e strutturali nel primo caso e a quelli quantitativi nel secondo caso.

L'art. 11 fa riferimento al regime di consolidamento con le seguenti direttive:

1. L'indirizzo generale di consolidamento si applica:
   - nelle situazioni in cui, a fronte di un assetto territoriale complessivamente equilibrato sotto il profilo paesistico, permangono margini per interventi, da ritenersi ammissibili a condizione che non introducano elementi di sostanziale innovazione rispetto all'attuale configurazione;
   - nelle situazioni in cui, a fronte di un assetto territoriale insufficientemente caratterizzato sotto il profilo paesistico, permangono comunque residui margini per interventi da ritenersi ammissibili a condizione che diano luogo a una più definita identità paesistica.
2. L'obiettivo è quello di indirizzare gli interventi, nel primo caso, verso la conferma ed il consolidamento dell'attuale configurazione paesistica nel suo insieme e, nel secondo caso, verso la sua maggior qualificazione attraverso il recupero e la riproposizione di selezionati caratteri paesistici.

3. La pianificazione dovrà pertanto prevedere essenzialmente interventi ad integrazione delle attuali strutture insediative, operando in forme coerenti con l'esistente, ovvero definendo quei caratteri che meglio si prestano a garantire una precisa identità paesistica.

Le norme relative alle aree IS-MA sono presenti nell'art. 49 e riportano i seguenti indirizzi:

1. Tale regime si applica nei casi in cui si riconosce l'esistenza di un equilibrato rapporto tra l'insediamento e l'ambiente naturale o agricolo e nei quali si ritiene peraltro compatibile con la tutela dei valori paesistico-ambientali, o addirittura funzionale ad essa, un incremento della consistenza insediativa o delle dotazione di infrastrutture ed impianti, sempreché questo non ecceda i limiti di un insediamento sparso.
2. L'obiettivo della disciplina è quello di mantenere le caratteristiche insediative della zona, con particolare riguardo ad eventuali ricorrenze significative nella tipologia e nella ubicazione degli edifici rispetto alla morfologia del terreno.
3. Sono pertanto consentiti quegli interventi di nuova edificazione e sugli edifici esistenti, nonché di adeguamento della dotazione di infrastrutture, attrezzature ed impianti che il territorio consente nel rispetto delle forme insediative attuali e sempre che non implichino né richiedano la realizzazione di una rete infrastrutturale e tecnologica omogeneamente diffusa.

Le norme relative alle aree NI-CO sono presenti all'art. 41 e riportano i seguenti indirizzi:

1. Tale regime si applica ai nuclei il cui impianto urbano risulti incompiuto o che presentino discontinuità e/o eterogeneità dei tessuto edilizio, nei quali siano peraltro riconoscibili alcuni caratteri prevalenti rispetto ai quali si intenda omogeneizzare l'insieme.
2. L'obiettivo della disciplina è quello di consolidare, mediante gli interventi consentiti, i caratteri dell'impianto urbano, del tessuto edilizio e delle forme di utilizzazione delle aree adiacenti che siano già allo stato riconoscibili e che siano ritenuti idonei a garantire una corretta definizione paesistico-ambientale dell'insieme.
3. Sono pertanto consentiti interventi di nuova edificazione e di urbanizzazione nonché di integrazione ed eventuale sostituzione delle preesistenze atti a completare l'impianto urbano ed a omogeneizzare il tessuto edilizio in forme e modi coerenti con i caratteri predetti.

Fonte: PTCP

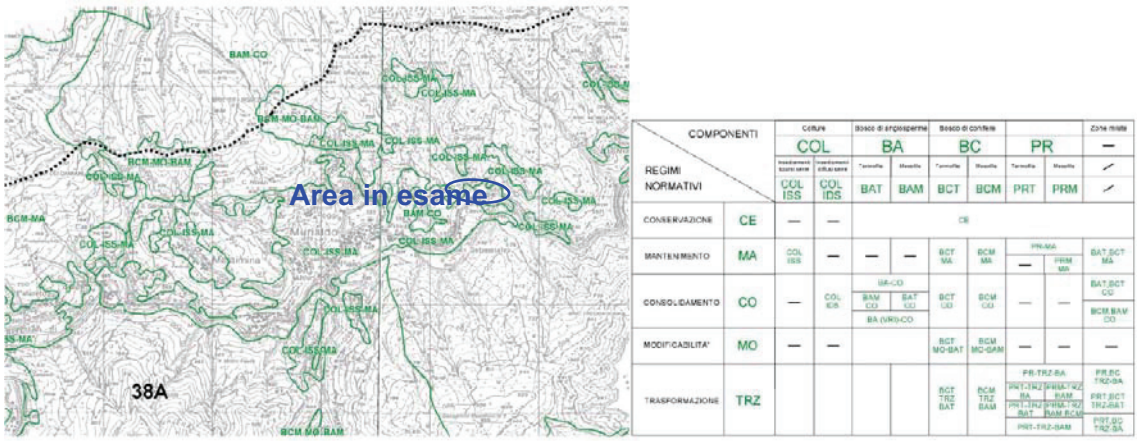


Figura 2.5 – PTCP, assetto vegetazionale

Riguardo all'assetto vegetazionale, il progetto in esame interessa aree classificate "COLL ISS MA", colture, insediamenti sparsi e serre, con regime normativo di mantenimento.

L'art.. 24 delle norme di attuazione fa riferimento al regime di mantenimento delle praterie per l'assetto vegetazionale definento le seguenti direttive:

1. L'indirizzo generale di mantenimento delle praterie si applica situazioni in cui un'area prativa, utilizzata o utilizzabile come pascolo, presenti una soddisfacente percentuale di specie buone foraggere ed occupi una superficie idonea in rapporto all'esigenza sia di garantire la protezione idrogeologica dei versanti, sia di assicurare una adeguata produzione.
2. Ricadono sotto questo indirizzo le praterie situate nell'orizzonte superiore del piano montano, posto alle quote maggiori.
3. L'obiettivo è quello di conservare nel tempo una risorsa complessivamente non cospicua e tuttavia reale, gestendola in modo da far fronte ad eventuali situazioni congiunturali legate a componenti climatiche, o a variazioni chimico-fisiche dei suolo provocate da incendi.
4. La pianificazione dovrà garantire la difesa dal ritorno delle specie legnose e il miglioramento qualitativo delle cotiche erbose, disponendo forme d'intervento ecologicamente corrette.

L' art.28 al comma 1 riporta gli indirizzi particolari che il regime di mantenimento relativo ai boschi, che sono i seguenti:

- per gli aspetti quantitativi, necessità di contenere le variazioni relative entro valori marginali;
- per gli aspetti qualitativi, necessità di confermare sostanzialmente i caratteri dominanti;
- per gli aspetti strutturali, necessità di non alterare la distribuzione attuale.

2.2.5 Piano di Tutela della Acque

La definitiva approvazione del Piano di Tutela delle Acque in Consiglio Regionale è avvenuta in data 24 novembre 2009.

Fonte: Piano di Tutela delle Acque



Figura 2.6 – Estratto cartografico Piano Tutela della Acque

All'interno del PTA sono riportate le schede monografiche dei principali bacini, tra i quali figura anche il Bormida. Di seguito si riportano le principali informazioni di interesse per il progetto in esame.

Fonte: Piano di Tutela delle Acque

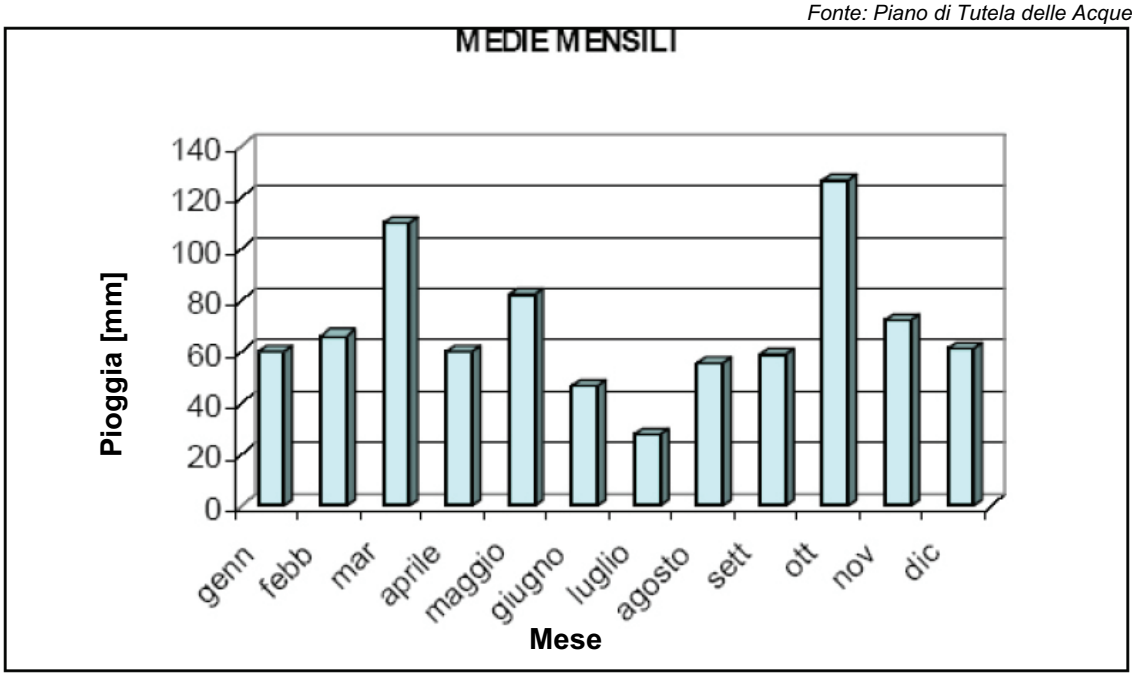


Figura 2.7 – Andamento mensile delle precipitazioni nel bacino ligure del Bormida

Fonte: Piano di Tutela delle Acque

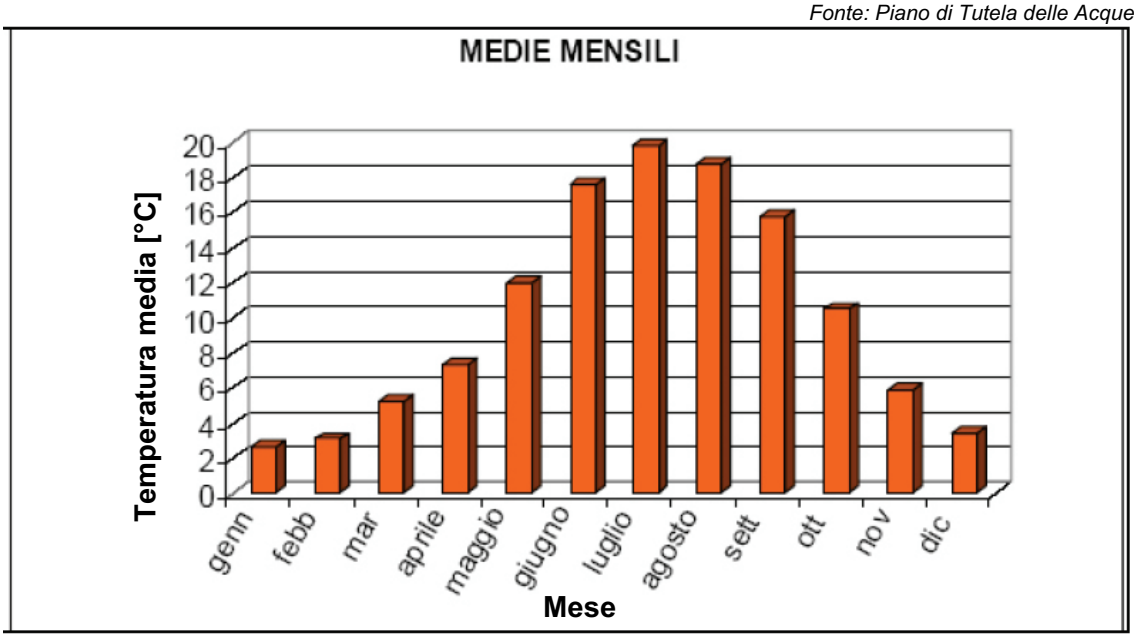


Figura 2.8 – Andamento mensile delle temperature nel bacino ligure del Bormida

La Figura 2.7 e la Figura 2.8 mostrano gli andamenti medi mensili delle precipitazioni e delle temperature sull'intero bacino, relativamente al territorio ligure: il picco di precipitazione è presente nel periodo autunnale, mentre i valori minimi si registrano in piena estate.
Dal punto di vista idrogeologico, il bacino è caratterizzato da coperture alluvionali costituite da materiali depositatisi sia durante la normale attività del corso d'acqua, sia durante i fenomeni alluvionali, con conseguente eterogeneità del materiale sciolto. In particolare in corrispondenza dei fondovalle le alluvioni recenti sono contraddistinte da livelli ghiaiosi ciottolosi, alternati a livelli prevalentemente sabbiosi-limosi, mentre le alluvioni antiche terrazzate, presenti nelle aree pianeggianti dei principali corsi d'acqua sono costituite da materiali sciolti di tipo argilloso-sabbioso e sabbioso-limoso, a prevalente componente fine; localmente si hanno elementi grossolani.
Vasti settori del bacino sono caratterizzati dalla presenza di rocce carbonatiche soggette a carsismo e quindi rappresentative di una circolazione idrica particolarmente significativa.
Sulla base dei dati in merito alla disponibilità naturale della risorsa idrica, anche a fronte degli utilizzi antropici, si rileva che non sussistono attualmente problemi di deficit idrico nel bacino del Bormida di Millesimo e che l'utilizzo dell'acqua è attualmente sostenibile.
Nella Tabella 2.1 sono riportate le principali pressioni antropiche presenti nel bacino ligure del Bormida: i principali prelievi sono relativi a derivazioni per uso irriguo, che utilizzano oltre 57500 m^3/g, rispetto ai circa 90000 m^3/g utilizzate in totale.

Tabella 2.1 – Principali pressioni antropiche

Fonte: Piano di Tutela delle Acque

CARICHI (t/a) (stime al 2004)	Scarichi urbani	Dilavamento aree impermeabilizzate	Zootecnia	Agricoltura	Scarichi industriali in corpo idrico	Piccoli scarichi urbani e domestici
Carichi stimati di BOD	85,91	9,19	4,21		381,62	60,83
Carichi stimati di N	47,42	0,99	22,17	38,37	3,13	13,24
Carichi stimati di P	7,11	0,31	0,66	0,46		2,08
Carico di COD misurato 75% percentile						1446.8
Stima del fabbisogno idrico giornaliero metricubi/ giorno	Uso civile					2824
	Uso irriguo					57623
	Uso industriale					29246

Per quanto riguarda gli scarichi, percorrendo il corso d'acqua da monte verso valle si incontrano il comune di Bardineto, con un depuratore in loc. Cascinasse, Calizzano con un depuratore in loc. Caragnetta e una fossa Imhoff, Murialdo con un depuratore (situato circa 250m a valle dell'opera in progetto) e cinque Imhoff. Poco a valle si inserisce l'affluente torrente Osiglietta, nel quale recapita il depuratore di Osiglia. Successivamente si incontra il comune di Millesimo, con quattro Imhoff, immediatamente a valle del quale il Bormida riceve le acque del Rio Zemola, nel quale recapitano gli scarichi di Roccavignale. L'ultimo centro attraversato dal Bormida in territorio ligure è il comune di Cengio i cui reflui urbani sono trattati in un impianto di depurazione al servizio di un sito industriale dismesso (industria chimica), che tratta i reflui urbani di Millesimo, Cengio, Roccavignale e Cosseria. Nel depuratore sono trattate le acque provenienti dalle attività di bonifica del sito.

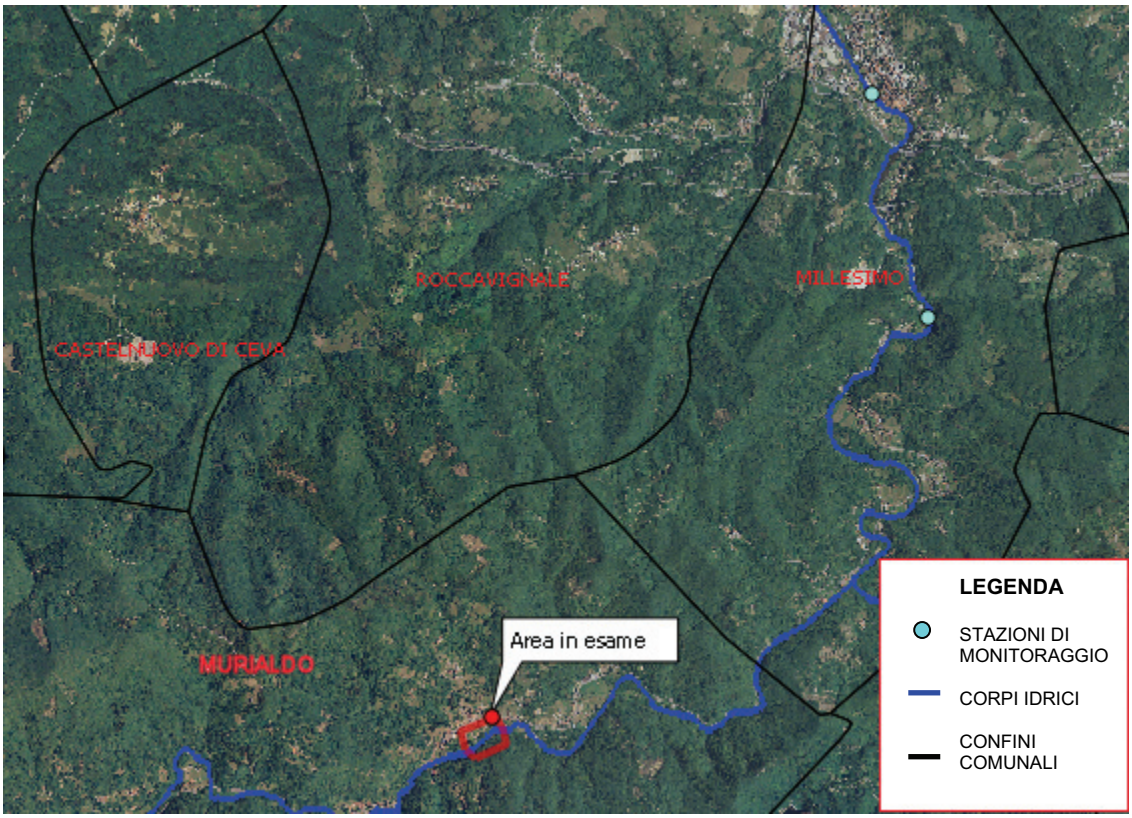


Figura 2.9 – Localizzazione delle stazioni di monitoraggio del bacino del Bormida di Millesimo

Le stazioni di monitoraggio nel Bormida di Millesimo sono tre: due nel comune di Millesimo e una in comune di Cengio. In Figura 2.9 sono rappresentate le stazioni di monitoraggio della qualità delle acque superficiali nel bacino del Bormida di Millesimo più vicine all'area in oggetto: la stazione più vicina al progetto in esame è quella identificata con sigla BOM01, installata nel vicinanze del centro di Millesimo .
Relativamente alla sezione di interesse per il progetto in esame, lo stato complessivo è classificato come buono, corrispondente all'obiettivo previsto per il 2015.

Particolarmente importante per l'impianto in esame è la definizione del Deflusso Minimo Vitale (DMV), riportate all'interno del Titolo IV delle Norme di attuazione del PTA e successivamente approfondita con DGR 1175/13.
La formula per il calcolo del DMV in una determinata sezione è:

$$DMV = k*q_{media}*S*M*Z*A*T \text{ (in l/s)}$$

La componente idrologica è data dal prodotto $k*q_{media}*S$, mentre M, Z, A e T rappresentano parametri correttivi legati alle caratteristiche naturalistiche e ambientali del corso d'acqua e vengono descritti qui di seguito:
- $k = -2{,}39*10^{-5}*S+0{,}058$
- S è la superficie del bacino alla sezione di chiusura (km^2)
- q_{media} è la portata specifica media annua per unità di superficie del bacino ($l/s/km^2$)
- M è il parametro morfologico, variabile tra 0,7 e 1,3 per il quale la DGR 1175/13 fornisce una specifica cartografia, che per l'area in esame riporta il valore di 1,1
- Z è il massimo dei parametri N, F e Q, nell'area in esame uguale a 1, secondo i criteri della DGR 1175/13,
- N è il parametro naturalistico, maggiore o uguale a 1

- F è il parametro di fruizione maggiore uguale a 1
- Q è il parametro relativo alla qualità delle acque fluviali maggiore o uguale a 1
- A è il parametro relativo all'interazione tra acque superficiali e sotterranee, variabile tra 0,5 e 1,5
-T è il parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV maggiore o uguale a 1.

Con la DGR 25 settembre 2013 n. 1175 la Regione ha provveduto per tutto il territorio regionale, con l'eccezione di quello di competenza dell'Autorità di Bacino del Magra, ad una prima definizione dei fattori correttivi M, N e Q e ha stabilito per i restanti fattori correttivi (F, A, T) un valore pari ad 1 e di rinviare la loro puntuale definizione a successivo provvedimento.

2.2.6 DGR 551/2008

La DGR 551 del 23 maggio 2008, oltre che definire la documentazione da fornire per lo svolgimento delle procedure ambientali (VIA/verifica), fornisce una serie di requisiti progettuali che devono avere le derivazioni di nuova realizzazione.
In particolare, non sono ammissibili nuove derivazioni nel caso in cui:

- interessino anche parzialmente corsi d'acqua all'interno di Siti di Interesse Comunitario (SIC), e Zone di Protezione Speciale (ZPS), aree protette e/o corridoi ecologici, nei quali siano presenti:
  - specie ittiche comprese nell'allegato II e IV della Dir. 92/43/CE
  - specie di anfibi comprese nell'allegato II della Dir. 92/43/CE
  - la specie Austropotamobius pallipes (gambero di fiume), anch'essa compresa nell'allegato II della Dir. 43/92/CE e le specie Salmo marmoratus, Pelodytes puncatus, Gasterosteus aaculeatus, Potamon fluviatile;
- interessino anche parzialmente corsi d'acqua all'interno di aree carsiche di cui alla LR n. 14/90;
- interessino corsi d'acqua che alimentino, anche tramite il relativo reticolo idrografico superficiale o sotterraneo, zone umide o aree naturali o seminaturali con livelli idrici affioranti in modo permanente o stagionale, che siano importanti per la conservazione delle specie sopra riportate o popolazioni di avifauna legate all'ambiente di acqua dolce, comprese nell'allegato I della Dir. 79/409/CEE, o che comprendano habitat inclusi nell'allegato I della direttiva 79/409/CEE;
- interessino habitat idro-igrofili e/o ripariali, compresi in allegato I della direttiva 92/43/CE, o aree di importanza riproduttiva o trofica per le specie di cui ai punti precedenti.

In Figura 2.10 si dimostra che l'area interessata al progetto ricade al di fuori delle ZPS e dei SIC della zona. Nei prossimi paragrafi viene mostrato come il progetto in esame non interessi le aree vincolate sopra elencate.

Fonte: Portale cartografico nazionale

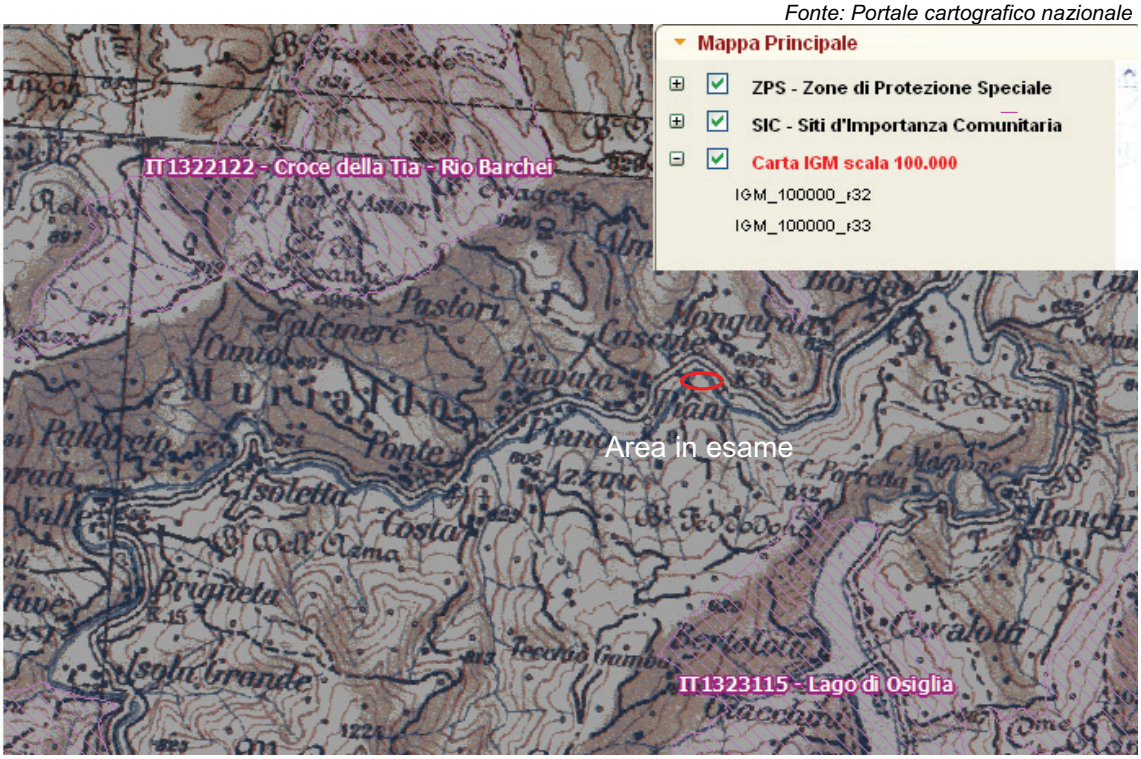


Figura 2.10 – ZPS e SIC più vicini all'area in esame

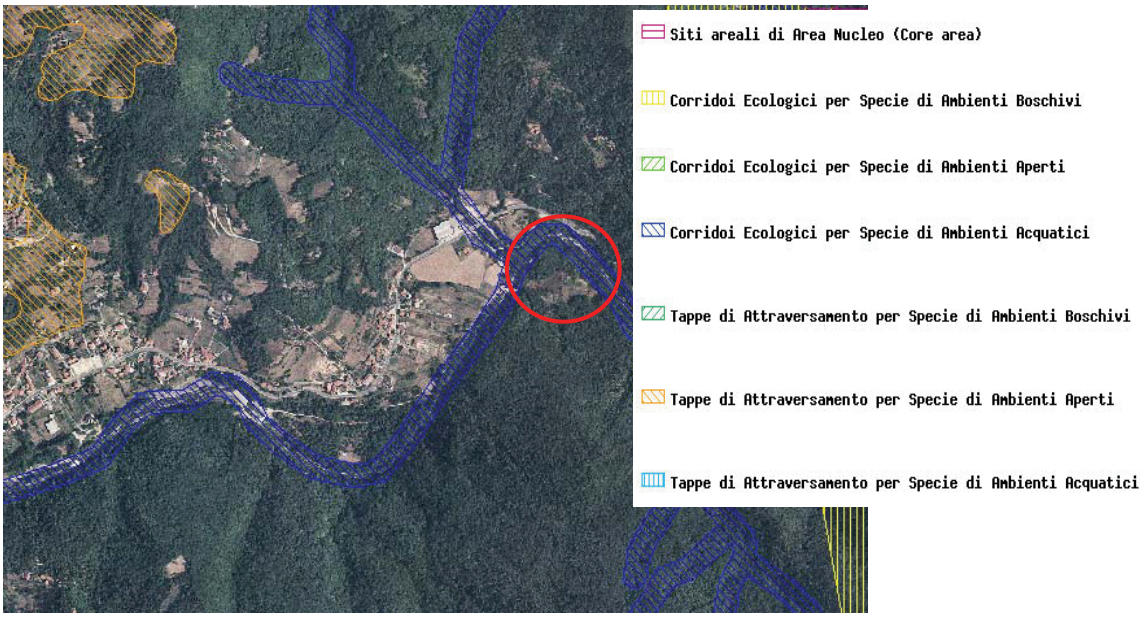
2.2.7 Legge Regionale n.28/2009

La legge regionale n.28 del 10 luglio 2009 "Disposizioni per la tutela e valorizzazione della biodiversità" fornisce gli strumenti per l'attuazione della direttiva europea 43/1992/CEE, la quale individua habitat e specie da proteggere per la salvaguardia della biodiversità.

E' stata effettuata una consultazione della cartografia ufficiale della regione Liguria per l'ambiente ed è risultato che l'area interessata non rientra, nemmeno parzialmente, nelle zone censite.

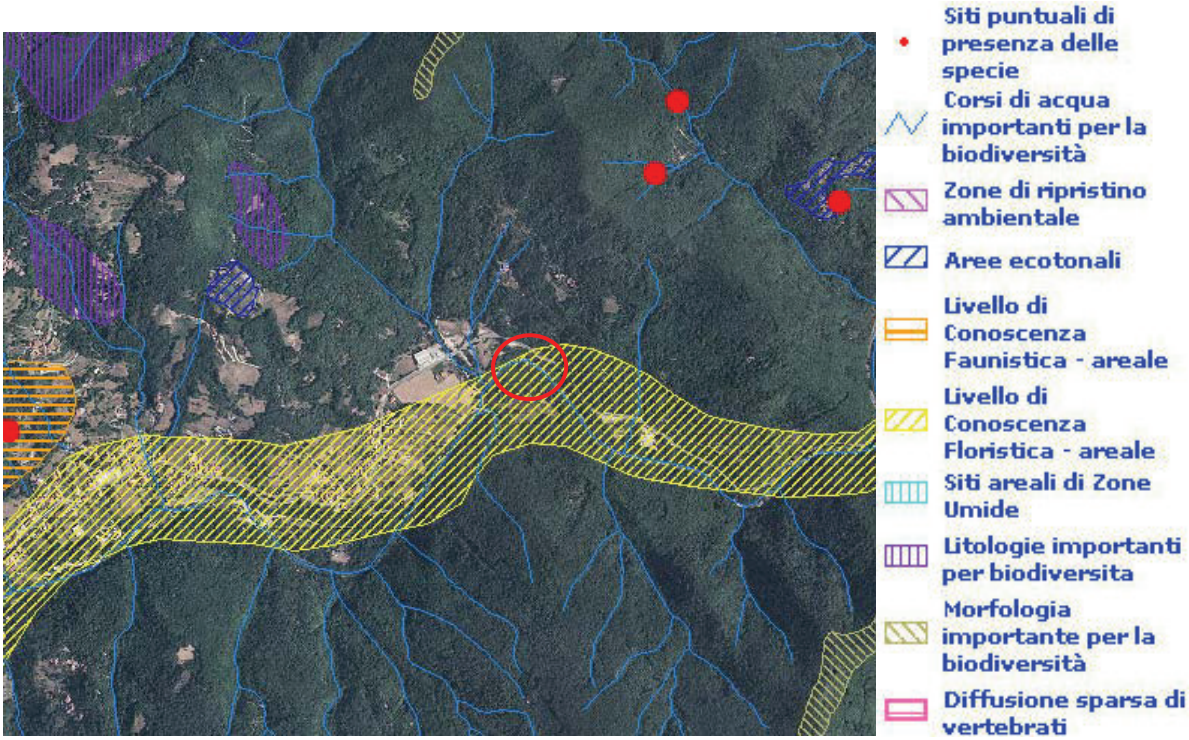
In seguito si riportano gli stralci delle mappe cartografiche con la localizzazione del progetto e le aree di rilevanza naturalistica più prossime.

Rete Ecologica



Il progetto ha come fonte principale l'acqua fluviale, pertanto si colloca nel corridoio ecologico per specie di ambienti acquatici.

Specie ed Altri elementi rilevanti



La fascia in cui ricade completamente il progetto è classificata come "Livello di conoscenza floristica", la quale ricopre l'intero percorso del fiume Bormida.
A una distanza di 300 m oltre il fiume è stata identificata un'area a "Livello di conoscenza faunistica" in cui si osservano due siti puntuali caratterizzati dalla presenza di *Parabathyscia sbordonii e Pararaymondionymus sanfilippoi.*

2.2.8 Piano Territoriale di Coordinamento

Il Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) della Provincia di Savona è stato approvato con deliberazione del consiglio provinciale n.42 del 28 luglio 2005.
Il territorio provinciale è stato suddiviso in quattro ambiti per i quali si è sviluppato ed approfondito il quadro descrittivo: Savonese, Bormide, ambito in cui ricade il progetto in esame, Finalese e Albenganese.
Il PTC è suddiviso in tre tomi e ognuno di questi si compone di diverse sezioni. In particolare nel capitolo 1 della seconda sezione, tomo 1, in riferimento al settore energetico è previsto un processo di riorganizzazione e potenziamento delle attività connesse alla produzione ed alla movimentazione di materie energetiche, tra le quali la produzione di energia elettrica nella Val Bormida, cosi come al capitolo 5 della sezione terza sono riportati indirizzi per la diffusione delle energie rinnovabili per le Regioni e gli Enti Locali.

2.2.8.1 Ambito delle Bormide

Il capitolo 5 della Sezione Quarta del tomo 1 del PTC, fa riferimento all'ambito territoriale in cui ricade il progetto in esame: l'ambito delle Bormide costituito dai comuni di Altare, Bormida, Cairo Montenotte, Calizzano, Carcare, Cengio, Cosseria, Dego, Mallare, Massimino, Millesimo, Murialdo, Osiglia, Pallare, Piana Crixia, Plodio, Roccavignale. Tale ambito è dislocato in una posizione di "cerniera" fra il Piemonte e la Riviera Ligure con il confine sud - est costituito dal crinale di spartiacque.
Il suo territorio è leggibile, sia dal punto di vista orografico che paesaggistico, in due parti: l'Alta Valle Bormida che comprende al suo interno la Valle della Bormida di Calizzano – Millesimo, la Valle del Torrente Osiglietta, la Valle della Bormida di Pallare e la Valle della Bormida di Mallare. All'Alta Valle appartiene inoltre il territorio di Massimino posizionato all'interno della Val Tanaro.
La Bassa Valle Bormida risulta invece caratterizzata da un territorio suddiviso centralmente dal ramo della Bormida di Spigno, che separa il paesaggio tipicamente langarolo dei territori situati alla sinistra del suo percorso e quello ancora di tipo appenninico dei territori alla destra.
All'interno dell'Ambito Valbormidese sono individuate diverse "Unità di paesaggio" tra le quali, l'unità di paesaggio della Valle della Bormida di Millesimo, in cui ricade il progetto in esame, è costituita dalla vallata formata dal Bormida di Millesimo, nel tratto riguardante Murialdo, Calizzano e Bardineto ed ingloba lateralmente piccoli lembi dei comuni limitrofi.

Fonte: Piano territoriale di coordinamento provinciale



Figura 2.11 – Ambito delle Bormide della Provincia di Savona

2.2.8.2 Componenti naturali del territorio savonese

Il PTC tra i vari obiettivi pone anche la tutela e valorizzazione delle diverse componenti naturali del territorio e l'individuazione, la conoscenza e consapevolezza della loro importanza, attraverso una suddivisione nei seguenti settori:

1) aree naturali protette
2) grotte e aree carsiche
3) urbanistica e tutela paesistica
4) itinerari escursionistici
5) presidio del territorio naturale
6) flora e fauna

Ai fini dello studio del progetto in esame, i settori maggiormente interessati risultano essere i primi due, trattati nei paragrafi seguenti.

2.2.8.2.1 Aree naturali protette

Nella figura seguente si può osservare come l'area in esame rimane al di fuori di aree protette sia regionali che provinciali.

Fonte: Piano territoriale di coordinamento provinciale

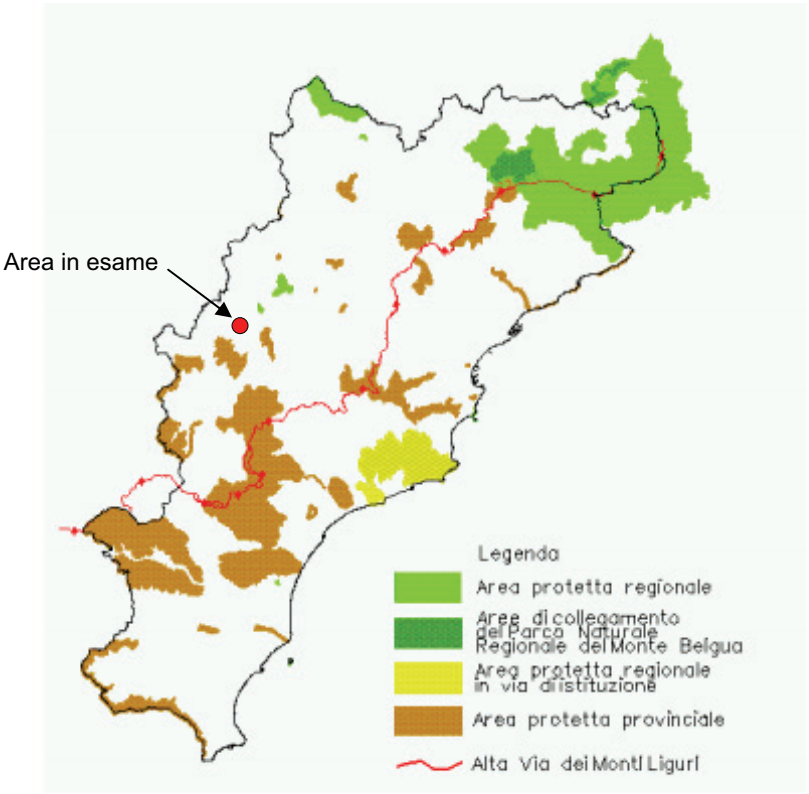


Figura 2.12 – PTC, Aree protette

2.2.8.2.2 Aree carsiche

Con la L.R. 14/90 la Regione Liguria intende promuovere iniziative tese alla conoscenza, alla tutela e alla valorizzazione del patrimonio speleologico e delle aree

carsiche presenti sul territorio regionale. Di seguito vengono pertanto elencate le principali aree carsiche individuate nel territorio della Provincia di Savona:

Comuni e Parchi Naturali Regionali	Aree cariche
Bergeggi	Monte Acuto – Picaro
Stella Corona	Monte Carmo
Adelasia	Bric Tampa
Pallare	Magliolo
Bric Tana	Rocca delle fene
Valle dei tre re	Monte Grosso
Giovetti	Borgio – Caprazoppa
Bardineto	Rocca Carpanea – Rocca di Perti
Montenero	Manie – Val Ponci – Capo Noli
Ravinazzo	S. Bernardino – Orco

Fonte: Piano territoriale di coordinamento provinciale



Figura 2.13 – PTC, Aree carsiche

2.2.8.3 I siti Bioitaly

Bioitaly è un progetto avviato dal Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente in attuazione della Direttiva Habitat 92/43/CEE del 21 Maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Esso si pone l'obiettivo di individuare gli spazi naturali esistenti sul territorio italiano e, conseguentemente, di salvaguardarli.
Come si evince nella seguente figura, l'opera in esame non ricade all'interno di siti proposti come siti Bioitaly in provincia di Savona:

Fonte: Piano territoriale di coordinamento provinciale



Figura 2.14 – PTC, Siti Bioitaly

2.2.8.4 Pericoli naturali e la difesa del suolo

In riferimento alla difesa del suolo, la complessità della composizione e dell'assetto strutturale del sottosuolo del territorio savonese, influenzano in modo rilevante la

morfologia del territorio. Le caratteristiche geomorfologiche specifiche e il clima particolare concorrono a creare una situazione territoriale con molte aree soggette a pericoli naturali di diversa natura e diverso grado di rischio. Tra questi, i più ricorrenti ed importanti sono il rischio idraulico ed il rischio idrogeologico.

2.2.8.4.1 Rischio idraulico

Esaminando i dati contenuti nel Progetto AVI (Censimento delle Aree Italiane Vulnerate da Calamità Idrogeologiche, elaborato dal CNR, Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, dal 1900 ai giorni nostri), il territorio provinciale risulta essere stato colpito da 163 eventi di inondazione che hanno interessato 89 siti; i territori più a rischio risultano essere:
-nel Savonese: i bacini del Torrente Teiro, Torrente Sansobbia, Torrente Letimbro, Torrente Quiliano;
-nel Finalese: i bacini dei Torrente Pora e Torrente Aquila ed il Torrente Maremola;
-nell'Albenganese: quello del Fiume Centa;
-in Val Bormida: i bacini delle tre Bormide (Mallare, Pallare e Millesimo).

2.2.8.4.2 Rischio idrogeologico

Sempre nel Progetto AVI, sono stati censiti 315 eventi di frana che hanno colpito 211 siti sul territorio provinciale. I territori maggiormente interessati sono quelli dei seguenti Comuni:
-nell'ambito Savonese: Albisola Superiore e Albissola Marina, Celle Ligure, Savona, Stella, Varazze, Sassello;
-nell'ambito Finalese: Bergeggi, Calice Ligure, Finale Ligure, Noli, Pietra Ligure, Tovo San Giacomo, Vezzi Portio;
nell'Albenganese: Alassio, Albenga, Andora;
in Val Bormida: Altare, Cairo Montenotte, Cengio, Dego.

2.2.9 Piano stralcio per l'assetto idrogeologico

Il piano d'assetto idrogeologico PAI è soggetto a vari processi di modifica e di aggiornamento che possono variare gli aspetti conoscitivi come gli aspetti normativi. L'ultima versione aggiornata del piano per l'assetto idrogeologico del fiume Po, all'interno del quale ricade l'area in esame, risale a luglio 2010.
L'art. 9 delle norme di attuazione del PAI, classifica le aree interessate da fenomeni di dissesto in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici quali frane, esondazioni, conoidi e valanghe.
Nella figura sotto si riportano le zone di esondazione (blu) e le frane (in marrone).

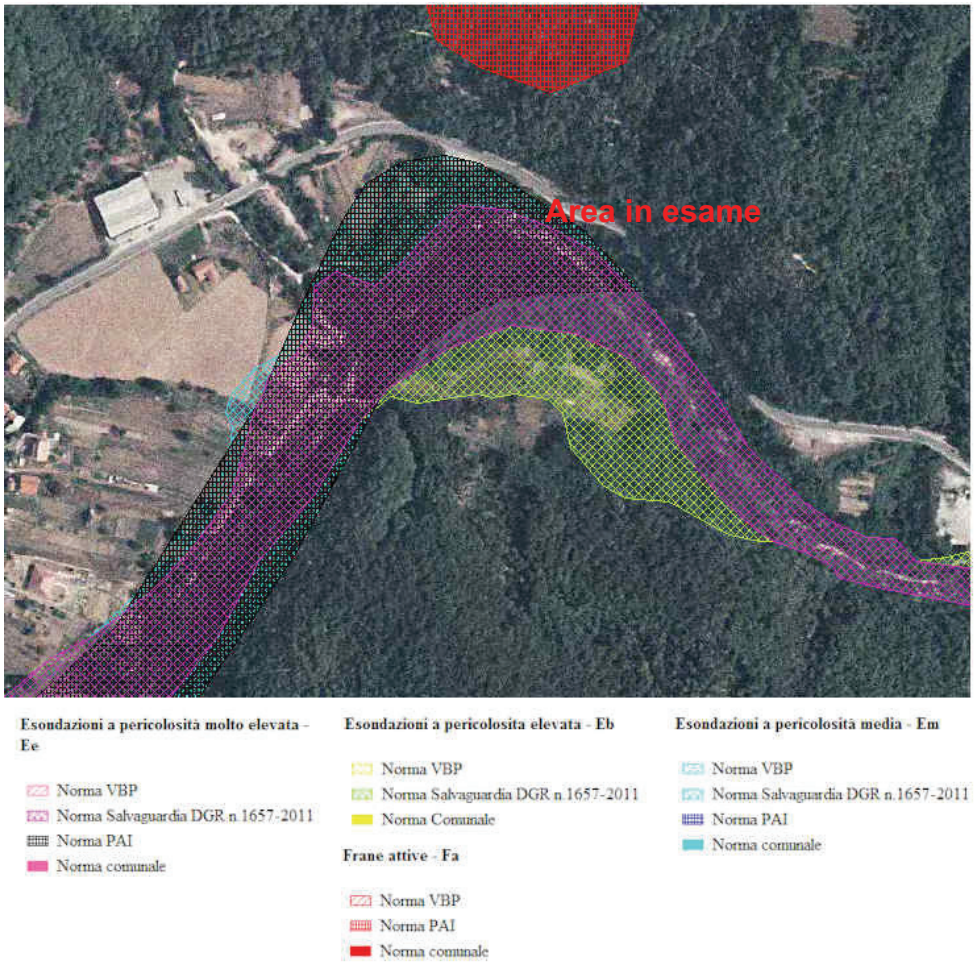


Figura 2.15 – Vincoli PAI

La Figura 2.15 mostra che la derivazione in progetto ricade in un area classificata a pericolosità di esondazione elevata Eb (a meno dell'opera di presa che ricade in area Ee), per la quale l'art. 6 dell'Allegato 1 della DGR 1657/2011 prevede la possibilità di realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti.

2.3 Pianificazione comunale

2.3.1 Piano regolatore generale

Il piano regolatore generale del comune di Murialdo, pubblicato all'albo pretorio il 02/08/2001al n°115, prevede la suddivisione del territorio comunale in diverse zone in base dalla destinazione d'uso e dalla omogeneità territoriale, ripartita nel modo seguente:
ZONE A - Zone interessate da agglomerati urbani, con valore storico o ambientale
ZONE B - Zone totalmente o parzialmente edificate
ZONE C - Zone destinate a nuovi insediamenti residenziali
ZONE AGRICOLE - Zone destinate ad uso agricolo

ZONE D - Zone per insediamenti produttivi
In particolare le zone agricole di suddividono in zone in quattro zone:

- AG - a destinazione agricola tradizionale
- AB - a destinazione agricola boschiva
- AP - a destinazione boschiva con tutela dell'ambiente naturale e delle caratteristiche paesaggistiche
- AR - a destinazione agricola di rispetto ambientale.

Come si vede nello stralcio del PRG riportato in Figura 2.16, l'area interessata al progetto in esame ricade parzialmente in zona AG, zona agricola tradizionale, in cui sono consentite le realizzazioni di servizi ed impianti di pubblica utilità (impianti di depurazione ecc.) per i quali sia necessario l'allontanamento dai centri urbani.
La riserva espressa nelle Norme Tecniche di Attuazione che gli impianti di pubblica utilità siano di proprietà pubblica appare legata al tempo ante liberalizzazione; per quanto riguarda le eventuali necessità di variante al PRG, esse verranno incluse nell'Autorizzazione Unica ex Dlgs 387/03.

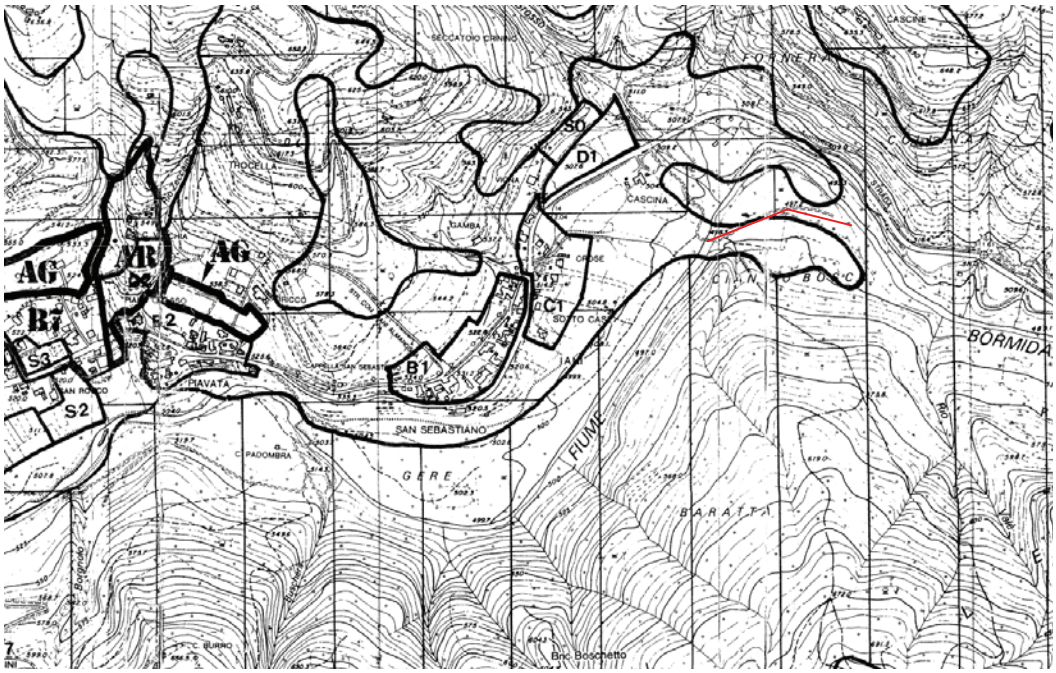


Figura 2.16 – Stralcio del Piano Regolatore Generale di Murialdo

3 QUADRO di RIFERIMENTO PROGETTUALE

3.1 Inquadramento del corpo idrico e della derivazione

Il Bormida è un affluente del Tanaro lungo circa 154 km. Ha un bacino di circa 2600 km^2 e una portata media alla confluenza di circa 40 m^3/s.
L'asta sorgentizia della Bormida comprende quattro cosiddette "Bormide" minori (da sud verso nord):
- Bormida di Mallare, che nasce dal molte Alto
- Bormida di Pallare proveniente dal monte Settepani
- Bormida di Spigno composta dai primi due che confluiscono in un unico corso d'acqua presso San Giuseppe di Cairo.
- Bormida di Millesimo, il corso d'acqua principale, nasce dal colle Scravaion (comune di Bardineto), con una direzione di scorrimento prevalente S-N, e, dopo 90 km, confluisce nel Bormida di Spigno nei pressi di Bistagno (AL).

Il Bormida di Millesimo nasce a circa 800 m s.l.m., scorre inizialmente in una valle stretta bagnando i centri di Bardineto e Calizzano (SV), arricchendosi del contributo di diversi rii e corsi d'acqua (da sinistra il Rio Nero, il Rio di Valle e il Rio di Vetria; da destra il torrente Frassino, il Rio delle Giaire, il Rio di Parasacco, il Rio di S. Giovanni e il Rio Secco) sino a giungere nel territorio di Murialdo (SV), dove si intende ubicare il progetto in esame. Scorrendo più a valle, incontra il parco della "Valle dei Tre Re" e una volta giunto presso Acquafredda, frazione di Millesimo (SV), il fiume riceve il primo affluente notevole: il torrente Osiglietta, che sbarrato da una diga, forma il Lago di Osiglia.
Da qui il fiume, con portata quasi raddoppiata prosegue attraversando il comune di Millesimo, dove è sbarrato da una piccola diga e, dopo aver ricevuto da sinistra l'affluenza del Torrente Zamola, attraversa il comune di Cengio; successivamente entra in Piemonte con corso assai tortuoso e bagna, tra l'altro, Saliceto, Camerana, Monesiglio, Gorzegno, Torre Bormida e Cortemilia. Presso quest'ultimo centro riceve da destra il torrente Uzzone e entra per un breve tratto in provincia di Asti scorrendo nelle zone dell'alto Monferrato e continua la sua corsa bagnando Sessame, per entrare poi in provincia di Alessandria giungendo alla porte di Bistagno, dove confluisce nel Bormida di Spigno.
L'asta considerata per il progetto in esame si estende, per circa 260 m, partendo da una traversa situata 360 m a monte dal ponte della strada comunale di Piano-Azzini nei pressi del comune di Murialdo, con un salto misurato con rilievo topografico di 3,20 m; essa è stata selezionata in considerazione di vari fattori tra cui, l'accessibilità delle aree di presa e restituzione, la presenza di opere trasversali esistenti che permette la derivazione delle acque senza l'introduzione di nuove opere trasversali, la disponibilità di buoni valori di portata (registrati da un idrometro situato presso il ponte di Piano-Azzini). Il bacino sotteso è di 122,3 kmq: per conseguenza si stima che la portata media annua alla presa sia di 2743 l/s.
Il Deflusso Minimo Vitale (DMV) calcolato secondo quanto riportato nel PTA di cui al paragrafo 2.2.5, con modalità evidenziate al paragrafo 3.2.3 è di 170 l/s. Il progetto considera un rilascio istantaneo di 310 l/s, con un valore medio annuo stimato di 1,09 m3/s.

La realizzazione della derivazione comporta le seguenti costruzioni:
- canale di derivazione con sezione 2 x 1,65 m e lunghezza 200 m circa;
- edificio per equipaggiamento elettromeccanico, valvole di sovrapressione e restituzione.

L'opera di presa e la centrale, situate in area a rischio di alluvione, sono costruite per resistere a eventi eccezionali di piena.

L'ottimizzazione economica dell'investimento è ottenuta con una turbina Kaplan da circa 91 kW in grado di turbinare al massimo la portata di 3,0 m^3/s, con portata minima di 600 l/s e portata di concessione 1,420 m^3/s; con una differenza tra i peli morti di 3,58 m, ne risulta una potenza di concessione di 49,91 kW.

La natura dell'alveo, meglio descritta nella relazione geologica allegata, e la limitata estensione del tratto sotteso, consentono di asserire che la portata rilasciata non finirà in subalveo. Non resta quindi che dimensionare le opere di superficie in modo da garantire il rilascio previsto in ogni condizione di flusso.
Questo avverrà attraverso uno stramazzo attraverso cui passeranno 150 l/s che alimenteranno la scala di rimonta per i pesci, mentre la parte restante di rilascio, pari a 160 l/s, verrà rilasciata al di sotto della paratoia sghiaiatrice. La soglia di rilascio della scala di rimonta dei pesci sarà posta a quota inferiore a quella di derivazione, in modo da privilegiare il rilascio rispetto alla derivazione per generazione idroelettrica.

3.2 Portate misurate e coefficienti di deflusso

Scopo del presente paragrafo è il calcolo delle portate naturali disponibili alla sezione di presa, dalle quali è possibile ricavare il valore delle portate derivabili a fini idroelettrici, tenuto conto della necessità di lasciare scorrere lungo l'alveo a valle della sezione di presa una portata di Deflusso Minimo Vitale (DMV).
Il calcolo delle portate naturali disponibili alla sezione di presa è avvenuto secondo il seguente schema:

1. Valutazione delle portate misurate presso l'idrometro di Murialdo.
2. Calcolo della curva di durata delle portate presso l'opera di presa.

3.2.1 Caratteristiche idrologiche principali del Bormida di Millesimo

Lungo l'asta del Bormida di Millesimo è presente una stazione di misura delle portate attualmente funzionante, situata a Murialdo in località Borgata Azzini, attiva dal 2003 con un bacino sotteso di 121 $km^{2.}$
La portata media annua registrata negli 8 anni di funzionamento è stata pari a 2,71 m^3/s, con un massimo realizzatosi nel 2009 di 4,40 m^3/s, mentre la portata media annua minima è stata registrata nel 2007 con 1,12 m^3/s. Nella seguente figura sono rappresentati i valori di portata media annua.

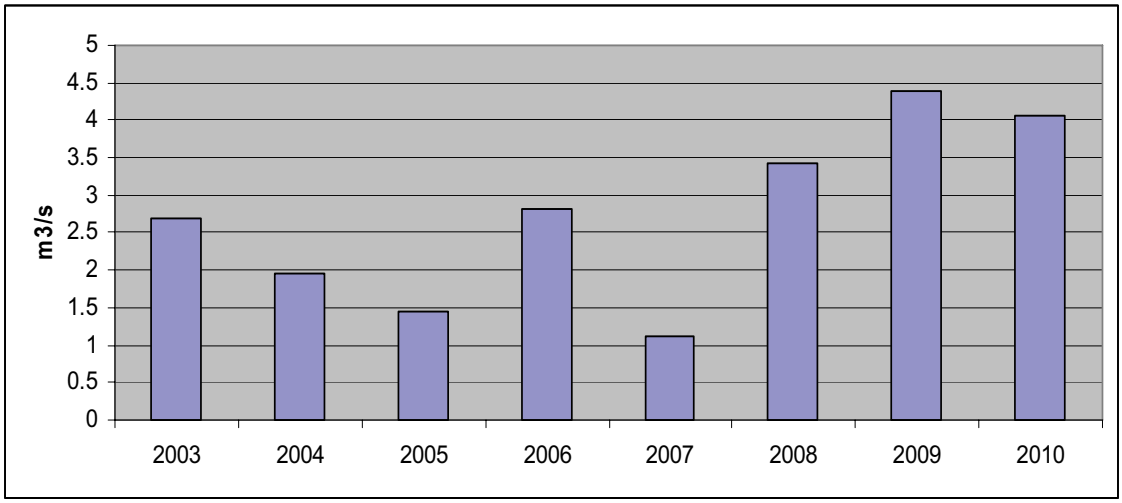


Figura 3.1 – Andamento della portata media annua registrata a Borgata Azzini

L'andamento medio mensile delle portate durante l'anno relativo al periodo 2003-2010 è rappresentato in Figura 3.2, con variazioni determinate dallo scioglimento delle precipitazioni nevose dei mesi invernali, e, nei primi mesi primaverili, dalle precipitazioni piovose, mentre nei mesi estivi si registra una netta diminuzione della portata dovuta alle scarse precipitazioni e ai maggiori prelievi per il consumo umano.

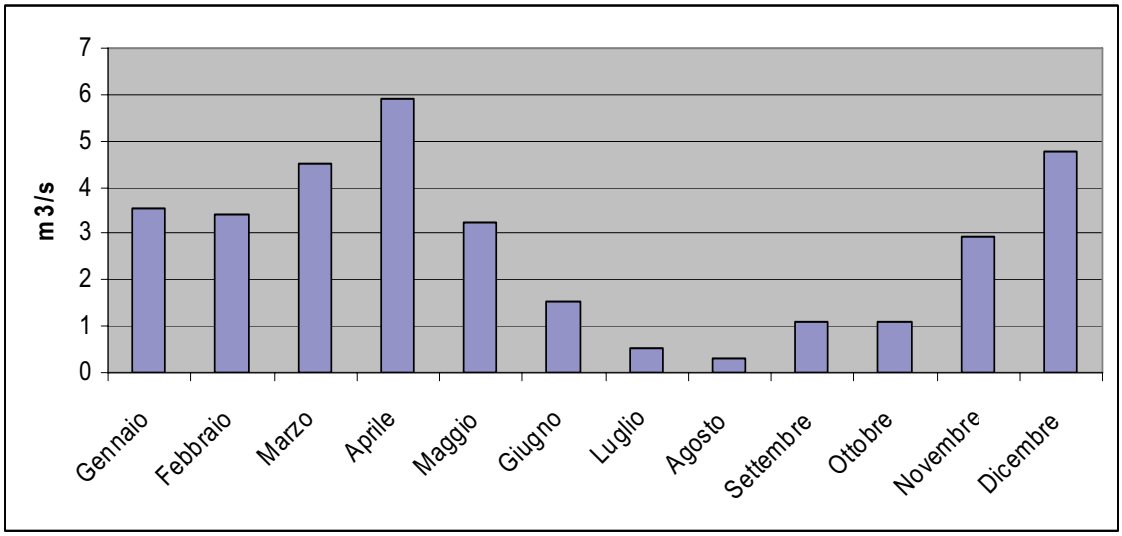


Figura 3.2 – Valori medi mensili del periodo 2003-2010 della portata registrata a Borgata Azzini

Tabella 3.1 – Valori medi mensili e annui di portata del Bormida di Millesimo registrati a Borgata Azzini

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
2003	5.15	3.49	2.32	5.63	2.08	0.68	0.21	0.1	0.06	0.61	4.23	7.68	2.69
2004	3.59	2.37	3.79	3.99	4.77	0.85	0.62	0.26	0.14	0.56	1.01	1.48	1.95
2005	1.31	0.43	0.81	8.03	2.9	0.81	0.17	0.08	0.44	0.64	0.66	1.15	1.45
2006	0.82	4.9	6.07	3.3	1.07	0.31	0.14	0.24	6.77	2.2	1.06	6.86	2.81
2007	1.84	1.4	1.54	2.54	1.75	1.43	0.39	0.2	0.15	0.5	1.14	0.6	1.12
2008	7.85	4.42	3.61	5.32	4.07	3.61	0.83	0.33	0.21	0.24	2.35	8.26	3.42
2009	4.78	7.02	9.69	14	4.85	1.74	0.81	0.51	0.65	0.67	2.64	5.44	4.4
2010	2.9	3.3	8.34	4.58	4.45	2.65	1.11	0.77	0.48	3.35	10.3	6.6	4.07
Media	3.53	3.42	4.52	5.92	3.24	1.51	0.54	0.31	1.11	1.10	2.92	4.76	2.74

3.2.2 Portate naturali disponibili alla sezione di presa

Le portate naturali disponibili presso l'opera di presa sono state ricavate a partire dai valori giornalieri di portata misurati dall'idrometro di Borgata Azzini nel periodo 2003-2010. È stato ipotizzato che le precipitazioni e il coefficiente di deflusso relativi al bacino sotteso dall'idrometro mantengano gli stessi valori per il bacino sotteso dall'opera di presa, che risulta leggermente superiore, pari a 126 km2.
In questo modo le portate presenti all'opera di presa saranno pari a quelle presenti all'idrometro, pesate rispetto alla superficie sottesa dal bacino alla presa. La portata media annua alla presa risulta pari 2,813 m^3/s.

Con i dati di portata media giornaliera dell'idrometro di Borgata Azzini, a cui sono stati sommati i valori di portata affluente per la restante parte del bacino, sono state ricavate le curve di durata di ogni anno dal 2003 al 2010 e quella media dell'intero periodo, riportata in Tabella 3.2.

Tabella 3.2 – Curve di durata media alla presa

Giorni	m3/s
10	12.426
30	6.673
60	4.619
91	3.534
135	2.580
182	1.703
274	0.521
355	0.154

La rappresentazione della curva di durata delle portate disponibili presso l'opera di presa nell'anno medio è riportata nella seguente figura.



Figura 3.3 – Curva di durata stimata all'opera di presa

3.2.3 Portate derivabili alla sezione di presa e deflusso minimo vitale

Per la stima delle portate derivabili all'opera di presa è necessario valutare la portata di deflusso minimo vitale da rilasciare in alveo.
La stima del DMV è stata effettuata come riportato al paragrafo 2.2.5, applicando le "Norme di attuazione del piano" del Piano di Tutela delle Acque approvato dal Consiglio Regionale il 24/11/2009, con i seguenti parametri:

Tabella 3.3 – Parametri per il calcolo del DMV

k	0,055
q, l/s/kmq	22,42
S, kmq	143,4
M	1,1
Z	1
N	1
F	1
Q	1
T	1
A	1

Il valore di DMV ottenuto è di 170 l/s. Le portate derivabili all'opera di presa sono quindi le seguenti:

- Portata max derivabile (Q_{MAX}) = 3,000 m^3/s
- Portata media derivata (di concessione, Q_{MED}) = 1,420 m^3/s
- Portata minima derivata (Q_{MIN}) = 0,600 m^3/s

L'impianto in progetto prevede l'installazione di una turbina di tipo Kaplan da circa 91 kW. Per garantire un corretto funzionamento delle macchine viene stabilita una portata minima derivabile di 600 l/s, che corrisponde alla portata minima di funzionamento della turbina.

Come mostra la Figura 3.4, verrà sempre rilasciata in alveo la portata di almeno 310 l/s, ottemperando così alle prescrizioni del Piano di Tutela delle Acque della Regione Liguria.

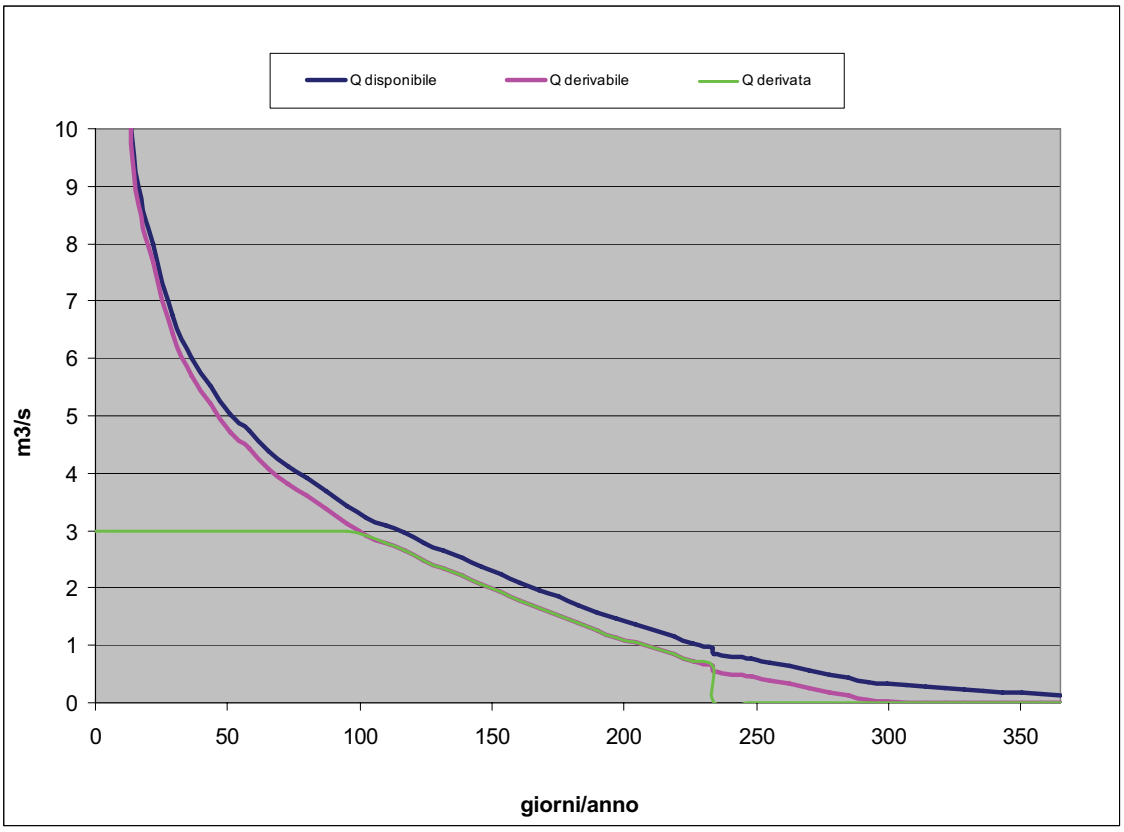


Figura 3.4 – Curve di durata della portata disponibile, derivabile e derivata

3.3 Portate di piena

Data la limitata serie di misure idrometriche disponibili, non è possibile effettuare per il Bormida di Millesimo un calcolo delle portate di piena con tempi di ritorno dell'ordine delle centinaia di anni con metodi probabilistici basati su misure di portata. La stima delle portata di piena è quindi effettuata seguendo la "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e allegata la Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.
La direttiva succitata indica come metodo da utilizzarsi nel calcolo delle portate di piena in assenza di una serie significativa di misure dirette di portata il Metodo Razionale. La formula da utilizzarsi per il calcolo della portata al colmo è quindi:

$$Q_c = \frac{0{,}28 * c * i * A}{t_c}$$

dove
Q_c = portata al colmo,m^3/s
c = coefficiente di deflusso
i = intensità di pioggia di durata pari al tempo di corrivazione, mm
A = superficie del bacino,km^2

t_c = tempo di corrivazione, h

Il tempo di corrivazione, che rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale, è calcolato tramite la formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1{,}5 * L}{0{,}8 * \sqrt{H_m - H_0}}$$

dove
L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino, km
H_m = altitudine media del bacino, m slm
H_0 = altitudine della sezione di chiusura, m slm

L'utilizzo della formula razionale permette di convertire una precipitazione di assegnato tempo di ritorno in una portata al colmo con pari tempo di ritorno.
La previsione quantitativa delle piogge intense viene effettuata tramite la stima della curva di probabilità pluviometrica, che rappresenta l'altezza di precipitazione al variare della durata della precipitazione. La curva di probabilità pluviometrica è descritta da un'equazione del tipo $h(t) = a*t^n$, in cui i parametri "a" e "n" dipendono dal tempo di ritorno considerato. All'interno della direttiva sono riportati i valori di "a" e "n" calcolate a partire da serie storiche di precipitazioni intense per diverse stazioni di misura del bacino del Po, tra le quali è presente quella di Millesimo, inoltre nell'allegato 3 della direttiva: "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense", sono riportati i valori di "a" e di "n" per tutto il bacino idrografico del fiume Po suddiviso in celle i cui valori sono ottenuti per interpolazioni con i valori delle stazione pluviometriche più vicine.
Il progetto in esame ricade nella cella BO147 e i valori sono riportati nella tabella riportata di seguito.

Tabella 3.4 – Valori di "a" e "n" per il comune di Murialdo

Cella	Coordinate Est UTM	Coordinate Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
BO147	433'000	4'907'000	38,08	0.431	48.65	0.429	53.16	0.428	59.11	0.428

Con i valori di Tabella 3.4 è possibile tracciare le curve di possibilità pluviometrica che esprimono l'altezza della precipitazione in funzione della durata, per i vari tempi di ritorno dell'evento meteorico.

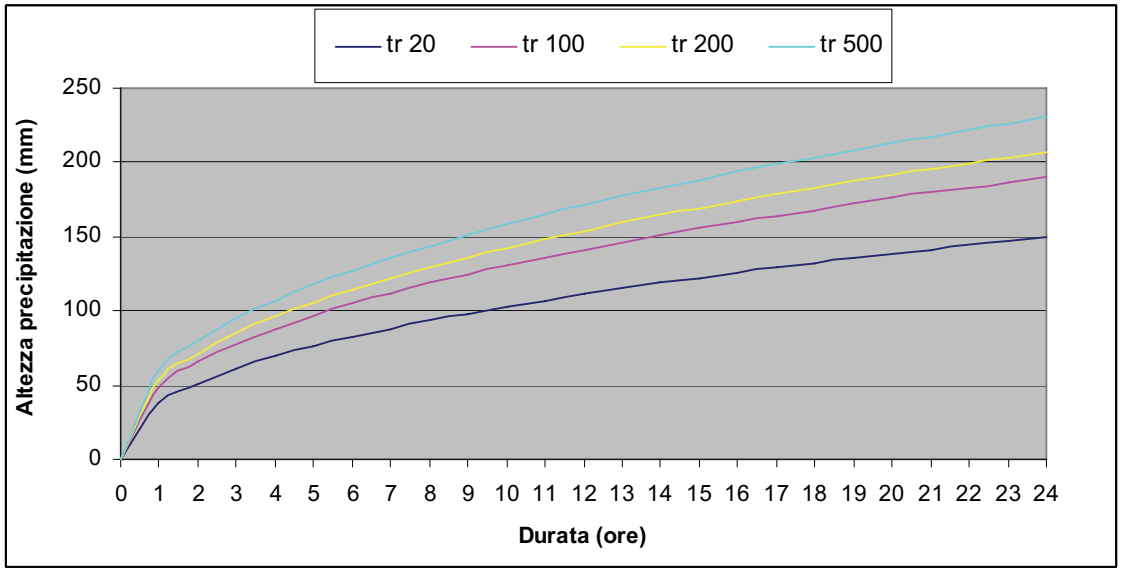


Figura 3.5 – Curve di probabilità pluviometrica a Murialdo

I dati utilizzati per il calcolo di Q_c sono i seguenti:

Tabella 3.5 – Dati utilizzati per determinare Q_c

Bacino	Superficie km^2	quota max mslm	quota media mslm	quota sez chiusura mslm
Bormida di Millesimo	126	1250	810.2	495.3

Il valore di tempo di corrivazione calcolato con questi dati, considerando la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo di 28,3 km, risulta pari a 6,15 ore.
A questo punto è possibile stimare con il Metodo Razionale i valori di portata al colmo per i vai tempi di ritorno, ricavando i valori di intensità di pioggia i dalle curve di probabilità pluviometrica e utilizzando come valore del coefficiente di deflusso il valore medio per il periodo 2003-2010 misurato da ARPA Piemonte all'idrometro di Borgata Azzini, pari a 0,74. I risultati del calcolo sono riportati nella Tabella 3.6.

Tabella 3.6 – Portate di piena

Tr anni	a	n	i mm	Qc m3/s
20	38,08	0,431	83,33	353,6
100	48,65	0,298	106,07	450,0
200	53,16	0,428	115,70	490,9
500	59,11	0,428	128,65	545,8

La valutazione dell'andamento del profilo di inviluppo di piena è stata effettuata utilizzando il software HEC-RAS 4.1.0, sviluppato dal Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti di America. Questo software, ormai ampiamente utilizzato per questo tipo di analisi, permette il calcolo del pelo libero della corrente, attraverso un modello di moto uni-dimensionale stazionario (portata costante e geometria dell'alveo variabile).
Le condizioni al contorno assegnate sono i valori di portata al colmo calcolati per tempi di ritorno pari a 20, 100 e 200 anni, riportate nella tabella precedente. Inoltre è stata

assegnata come condizione al contorno agli estremi di valle e di monte la "Critical Depth": la condizione al contorno viene posta uguale alla profondità critica che il programma calcola per ciascuno dei profili.
Per la stima delle altezze di piena sono state utilizzate diverse sezioni dell'alveo; le più significative, rilevate anche con l'ausilio di strumenti topografici, si trovano in corrispondenza dell'opera di presa e della centrale.

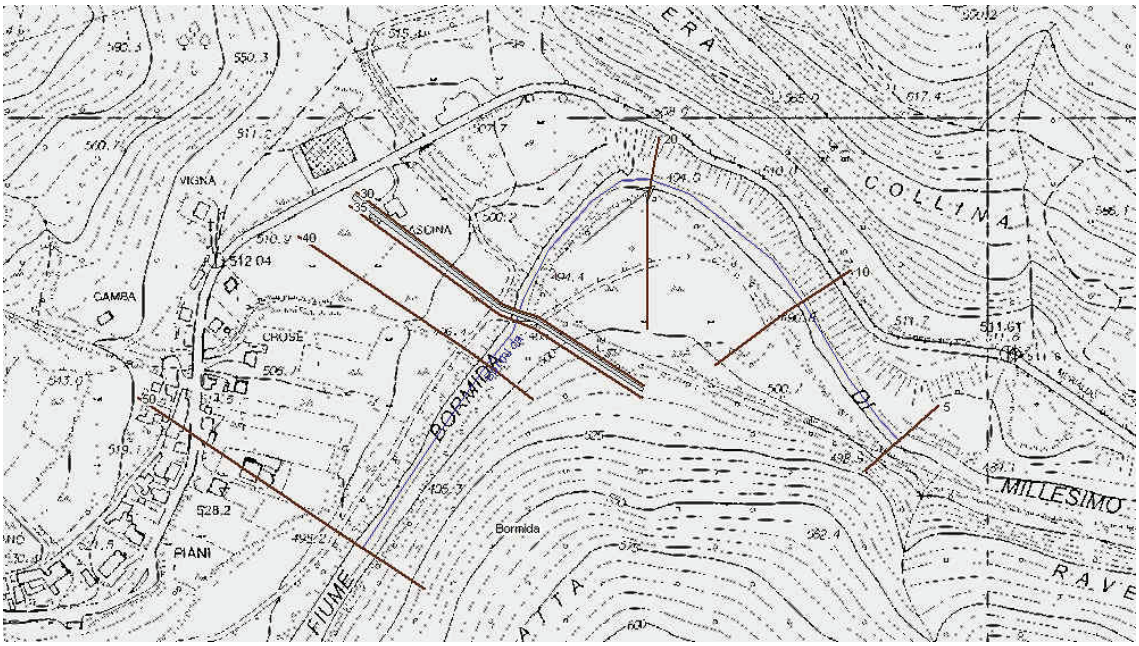


Figura 3.6 – Sezioni analizzate col programma HEC-RAS

Nei calcoli sono stati utilizzati valori cautelativi del coefficiente di scabrezza "n" di Manning:

- 0,04 per l'alveo – valore tipico per corsi d'acqua naturali puliti con andamento sinuoso e con presenza di qualche secca e qualche pool
- 0,06 per le aree esterne all'alveo in sponda sinistra e destra – valore tipico per terreni naturali con presenza di alberi e arbusti

Le analisi del software, svolte con le ipotesi riportate precedentemente, hanno consentito di valutare il valore di altezza di piena in ciascuna delle sezioni e l'andamento del profilo della corrente lungo l'alveo, per valori di portata con tempo di ritorno di 20, 100 e 200 anni.
I risultati ottenuti, mostrano che l'area prevista per la realizzazione dell'edificio centrale risulta interessata in parte dal passaggio della piena duecententennale : per tale motivo i locali saranno realizzati leggermente rialzati rispetto al piano campagna (circa 0,5 m) e con modalità costruttive che li rendano stagni agli ingressi dell'acqua.
Inoltre la simulazione ha permesso di verificare che il rifacimento del guado esistente, che avrà funzione anche di traversa di derivazione, genererà un modesto aumento del livello di piena, limitato alla sezione del guado, rispettivamente di 7 cm (tempo di ritorno 200 anni), 17 cm (tempo di ritorno 100 anni) e 19 cm (tempo di ritorno 20 anni). Tale aumento non genererà incrementi del livello di rischio, poiché interesserà una zona assai limitata in cui non sono presenti opere antropiche.

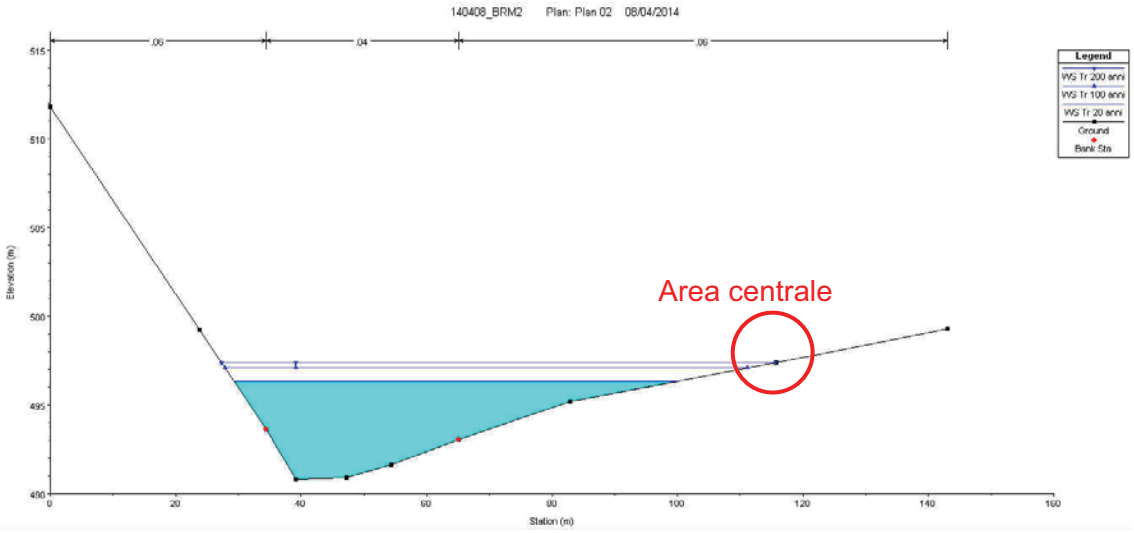


Figura 3.7 – Altezze di piena nella sezione di restituzione

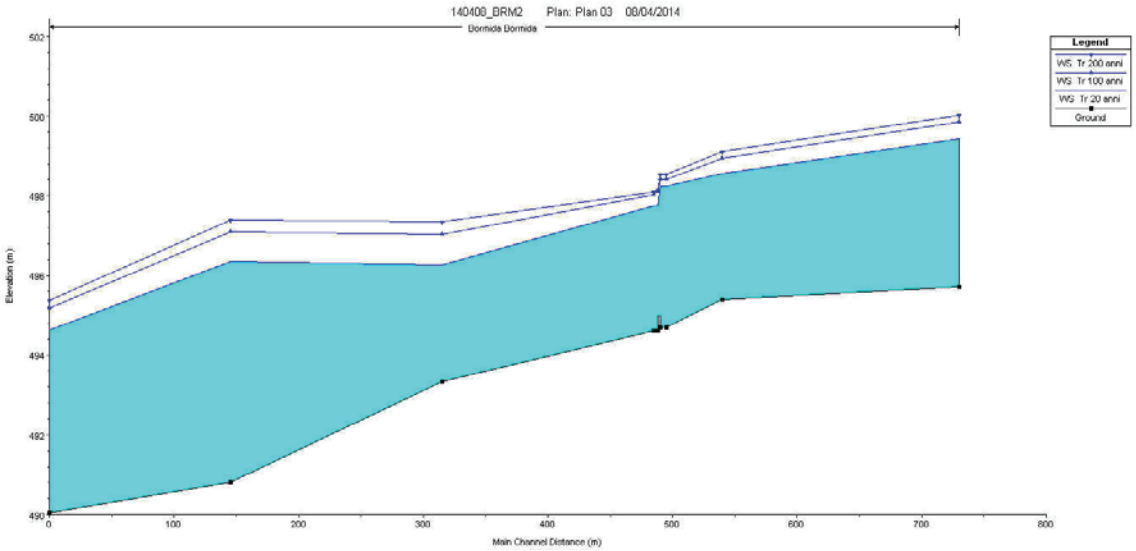


Figura 3.8 – Profilo delle altezze di piena ante operam

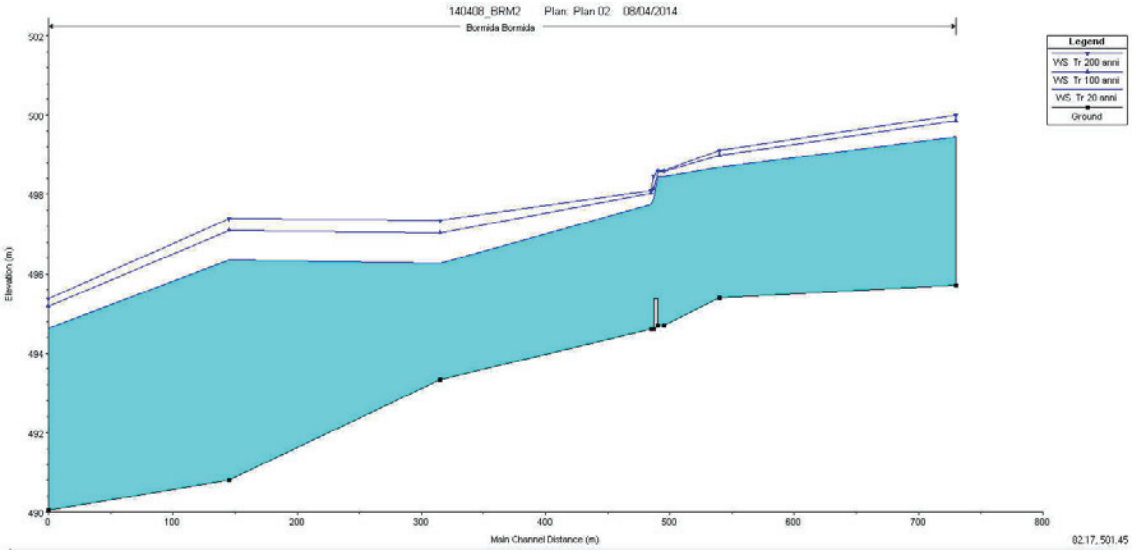


Figura 3.9 – Profilo delle altezze di piena post operam

3.4 Trasporto solido

La portata che fluisce in un alveo può causare fenomeni di erosione e deposito del materiale costitutivo del fondo e delle sponde, mosso dalla corrente: i grani solidi possono essere messi in movimento e trasportati verso valle sotto l'azione delle spinte idrodinamiche. Il trasporto dei sedimenti di un corso d'acqua avviene principalmente secondo due modalità:

- in soluzione o in sospensione (wash load), con un trasporto praticamente continuo che si arresta solo al di sotto di una velocità della corrente molto bassa;
- per trascinamento o saltellamento (bed load movement), ha luogo solo al di sopra di una determinata velocità della corrente.

La composizione granulometrica di massima del materiale che costituisce il fondo dell'alveo, in coerenza a quanto riportato nella relazione geologica allegata alla presente, è riportata nella tabella seguente.

Tabella 3.7 – Composizione granulometrica

MATERIALE		Dimensioni	Quantità
Sabbia		0,06 – 2 mm	10%
Ghiaia	Grana fine – granuli	2 – 4 mm	15%
	Grana media – ciottoletti	4 – 64 mm	45%
	Grana grossa – ciottoli	64 – 256 mm	20%
Blocchi		< 256 mm	10%

Per quanto riguarda la sabbia, materiale interessato dal wash load, la dimensione prevalente presente lungo l'alveo è stimata dell'ordine del mm.
Per determinare in che momento ha inizio il trasporto dei grani solidi sono stati sviluppati diversi metodi che hanno l'obiettivo di assegnare ad una variabile (tipicamente la velocità della corrente) un valore critico che descriva il momento in cui le particelle solide incoerenti che costituiscono il letto del corso d'acqua incominciano a muoversi: al di sopra di tale valore la corrente è in grado di trasportare materiali solidi.
Un metodo molto noto e impiegato è il grafico di Hjulstrom (1935) che fornisce, in funzione del diametro delle particelle, i valori della velocità media critica della corrente V_{cr}, per i quali si ha erosione, trasporto o sedimentazione. Il grafico, rappresentato in Figura 3.10, è in doppia scala logaritmica e presenta sull'asse delle ascisse il diametro delle particelle solide (in millimetri) e sull'asse delle ordinate il corrispondente valore di velocità critica per cui si hanno fenomeni di erosione, trasporto o sedimentazione.

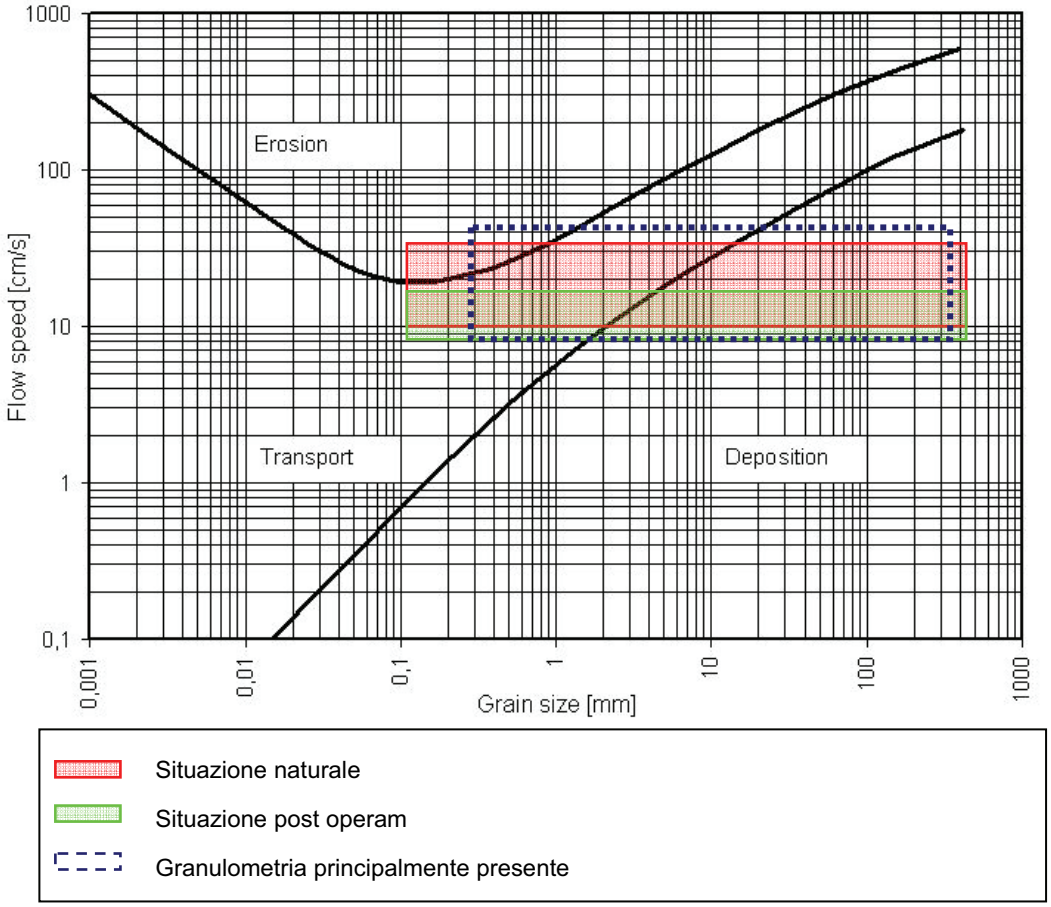


Figura 3.10 – Grafico di Hjulstrom

I valori di velocità della corrente in funzione della portata transitante nel tratto interessato dal progetto, sono stati ottenuti attraverso l'utilizzo del software HEC-RAS 4.1.0. Nel tratto sotteso dalla derivazione in progetto, la velocità della corrente in condizioni di portate naturali assume valori compresi tra 0,2 e 0,5 m/s, mentre con la portata di rilascio la velocità scende a valori tra 0,1 e 0,2 m/s circa.
Come si può vedere dalla Figura 3.10, nella situazione media naturale, il trasporto interessa le particelle con dimensioni tra i 0,1 ed i 20 mm circa. Le particelle con dimensioni superiori presenti, sono invece trasportate durante la fase di morbida o in corrispondenza di eventi di piena.
In condizioni di esercizio dell'opera in progetto, la velocità media della corrente nel breve tratto interessato, permetterà il trasporto delle particelle fino a circa 5 mm.
Nel tratto sotteso dall'opera si stima quindi un generale aumento della tendenza al deposito, ristretto però alle classi granulometriche superiori ai 5 mm circa. Tale diminuzione non sarà però presente per tutto il corso dell'anno, infatti, come mostra la curva di durata riportata in Figura 3.4, per circa 100 giorni all'anno saranno rilasciate in alveo portate superiori a quelle di DMV, in grado di movimentare anche il materiale solido di maggiori dimensioni. Si sottolinea inoltre che la principale alterazione del trasporto solido nel tratto interessato dal progetto è già presente in quanto legata alle traverse esistenti.

3.5 Modalità di rilascio

Il rilascio verrà fatto transitare in modo da alimentare la scala di rimonta dei pesci in maniera tale che essa risulti funzionante in ogni condizione idrologica.
La scala di rimonta dei pesci adiacente alla presa verrà alimentata attraverso uno stramazzo e sarà costituita da una serie di bacini, ciascuno dei quali realizzerà un salto di 20 cm.
Uno quota parte del rilascio avverrà sotto battente, al di sotto della paratoia sghiaiatrice.
L'impianto, il cui stramazzo di derivazione sull'opera di presa è posto alla quota di 494,88 m slm, sarà in grado di modulare la portata derivata con il fine di mantenere a monte della traversa il livello di esercizio che garantisce il rilascio in alveo di 310 l/s. Nel caso in cui la portata disponibile non sia sufficiente a mantenere il livello di 495.28 m slm, l'intera portata disponibile sarà lasciata defluire in alveo.
Nel complesso il rilascio effettivo nelle diverse situazioni idrologiche ipotizzabili all'opera di presa sarà:

3.5.1 Dimensionamento della scala di rimonta per i pesci

La scala di rimonta dei pesci sarà dimensionata per essere percorsa in ogni condizione idrologica da una portata minima di 150 l/s. Sarà di tipo a bacini successivi in calcestruzzo con la presenza di massi intasati per creare zone di riposo per l'ittiofauna; questa tipologia di scale di rimonta è costituita è caratterizzata da:

- praticabilità da parte di tutte le specie ittiche, attraverso il corretto dimensionamento dei bacini;
- adattabili a grandi variazioni del livello dei fiumi;
- bassi costi di realizzazione e manutenzione;
- buon inserimento nel paesaggio.



Figura 3.11 – Esempio di scala di rimonta per pesci

La scala di rimonta sarà installata in sinistra idrografica e sarà alimentata attraverso uno stramazzo rettangolare di dimensioni 0,33x0,45 m. Queste dimensioni garantiscono il passaggio di 150 l/s quando la quota del pelo libero a monte della traversa è di 495,28 m slm (condizioni di esercizio).
Il dimensionamento della bocca di alimentazione della scala di rimonta è stato effettuando utilizzando la formula per le bocche a battente completamente rigurgitate:

$$Q = \mu * L * h * \sqrt{2 * g * h}$$

in cui

- Q è la portata che si vuole fare transitare - 0,150 m^3/s
- μ è il coefficiente di efflusso - 0,39
- L è la larghezza dello stramazzo – 0,33 m
- h è l'altezza del carico sullo stramazzo – 0,40 m

Il dimensionamento dei bacini che costituiscono la scala di rimonta è stato effettuato per consentire la rimonta di tutte le specie presenti. Mantenendo bassi valori di velocità della corrente all'interno dei bacini, questi possono essere utilizzati anche come zona di sosta da parte delle specie transitanti. Inoltre con valori di velocità della corrente nelle fenditure (punto di massima velocità) non troppo elevati è possibile permettere il passaggio anche alle specie di dimensioni minori e agli esemplari in età giovanile, oltre che agli adulti.

Come riportato nella relazione ittiologica allegata al presente elaborato, il dimensionamento della scala di rimonta è da effettuarsi considerando come taglia minima cautelativa di riferimento una lunghezza di 10 cm, che permette di includere la maggior parte degli esemplari in grado di partecipare alla riproduzione sia per il barbo che per il vairone, che possono essere considerate come le principali da valutare. Le principali indicazioni per queste specie sono:

- periodo riproduttivo: aprile – luglio
- velocità di crociera vairone e barbo di lunghezza 10 cm: 0,4 m/s
- velocità massima vairone e barbo di lunghezza 10 cm: 1,14 m/S

Ogni bacino avrà lunghezza di 2,00 m, larghezza di 1,25 m e profondità media di 60 cm. Gli stramazzi di collegamento tra i vari bacini saranno larghi circa 28 cm. In questo modo sarà possibile ottenere una velocità massima nelle luci di circa 0,89 m/s (velocità massima sostenibile dai pesci) e una velocità media in ogni bacino di circa 0,20 m/s (inferiore alla velocità di crociera dei pesci).

Nella seguente tabella sono riportati i dati di progetto della scala di rimonta e la verifica delle dimensioni geometriche per questa tipologia di scala.

Tabella 3.8 Caratteristiche della scala di rimonta dei pesci

Portata dimensionamento	Q_{dim}	0,15	m^3/s
Larghezza bacino	B	1,25	m
Lunghezza bacino	L	2,00	m
Tirante idrico	H	0,60	m
Salto tra 2 bacini successivi	ΔH	0,20	m
Numero di salti	n	5	
Larghezza passaggio	b	0,28	m
VERIFICA			
Pendenza massima	i_{max}	10%	$i < i_{max}$
L (1,6*B < L < 1,8*B)	2,00 < L < 2,25		
b (L/12 < b < L/7)	0,17 < b < 0,29		
b (B/6 < b < B/4)	0,21 < b < 0,31		

Un ulteriore parametro di riferimento per il dimensionamento della scala di rimonta è la potenza specifica dissipata Pv nel passaggio da un bacino all'altro, definita come:

$$Pv = \rho * g * Q * \frac{\Delta H}{Va}$$

in cui

- ρ è la densità dell'acqua - 1000 kg/m^3
- Va è il volume medio d'acqua in una singola vasca – 1,5 m^3

Il valore di potenza specifica dissipata nella scala di rimonta in esame è pari a 196 W/m^3, rientrante nell'intervallo suggerito da letteratura di 100-200 W/m^3.
La scala si immette nell'alveo circa 7 m a valle della traversa, attraverso un piccolo bacino di richiamo per i pesci in cui il pelo libero si troverà a circa 494,28 m slm.

Per il tratto di corso d'acqua sotteso dall'impianto in progetto, la natura geologica dei suoli e la limitata estensione della sottensione permettono di stimare che la portata di DMV non subirà fenomeni di infiltrazione significativi.

3.6 Dati nominali di concessione e descrizione impianti idraulici

I dati caratteristici e di concessione dell'impianto sono riassunti nella Tabella 3.9.

Tabella 3.9 – Dati caratteristici e di concessione dell'impianto

Denominazione impianto	**Murialdo Bormida**
Dati Generali	
Comune	Murialdo
Provincia	Savona
Località presa e restituzione	Borgata Piano
Bacino imbrifero competente	Po
Risorsa idrica utilizzata	Bormida di Millesimo
Bacino idrografico sotteso all'opera di presa	126 km^2
Dimensione interne canale di derivazione	2 x 1,65 m
Lunghezza tratto sotteso (ansa)	350 m
Lunghezza derivazione	230 m
Dati di concessione	
Corso d'acqua derivato	Bormida di Millesimo
Portata massima derivabile	3,000 m^3/s
Portata media di concessione	1,420 m^3/s
Portata minima derivabile	0,600 m^3/s
Livello nella vasca di carico (pelo morto superiore)	495,17 m slm
Quota sfioratore valle turbina (pelo morto inferiore)	491,58 m slm
Salto nominale di concessione	3,58 m
Potenza media di concessione (9,81 * Q_{MED} * h_{NOM})	49,91 kW
Giorni teorici di funzionamento impianto	240
Dati di impianto	
Numero di turbine installate	1
Tipo turbina	Kaplan ad asse orizzontale
Tipologia trasformatore (eventuale)	Trifase, a secco
Potenza nominale trasformatore	100 kVA
Dati di salvaguardia ambientale	
Portata di deflusso minimo vitale idrologico	170 l/s
Portata effettivamente rilasciata	310 l/s
Portata media rilasciata	1086 l/s

Giorni stimati di fermo impianto	120
Quota assoluta stramazzo derivazione	494,88 m slm
Quota assoluta soglia inizio rilascio scala di rimonta	494,83 m slm
Dati inerenti gli eventi di piena	
Portata di massima piena (Tr= 200 anni)	490,9 m^3/s

3.6.1 Calcolo portata media di concessione

La portata media di concessione è stata calcolata come media pesata delle portate derivabili a fini idroelettrici rispetto ai giorni in cui tali portate sono disponibili, ricavati dalla curva di durata, riportata in Figura 3.4; i risultati sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 3.10 – Portate derivate durante l'anno

Giorni	Q derivata
95	3.00
7	2.90
7	2.79
7	2.64
7	2.49
7	2.35
7	2.22
7	2.07
7	1.93
7	1.78
7	1.66
7	1.53
7	1.39
7	1.27
7	1.15
7	1.05
7	0.95
7	0.84
7	0.73
7	0.65
131	0.00

Si stima che l'impianto sarà funzionante per circa 230 giorni all'anno, mentre rimarrà fermo per circa 130 giorni all'anno, principalmente in coincidenza con i mesi estivi. La portata media annua prelevata (di concessione) è pari a 1,420 m^3/s.

3.6.2 Opera di presa

L'opera di presa sarà realizzata in corrispondenza del guado degradato del Consorzio Forestale, in sponda idrografica destra del Bormida di Millesimo. La captazione sarà effettuata attraverso la realizzazione di uno stramazzo di lunghezza di 7,5 m in calcestruzzo armato adiacente al guado, che ha quota di sfioro di 494,88 m.slm.



Figura 3.12 – Guado ipotizzato per l'opera di presa

Immediatamente a valle dello stramazzo di derivazione sarà costruito il canale, costituente la parte principale dell'opera di presa, protetto da una griglia a elementi verticali. Questa avrà la funzione di impedire l'ingresso di tronchi e oggetti con dimensioni maggiori di 20 cm di diametro e quindi evitare l'ingresso nel canale di rami e detriti trasportate nei periodi di piena. Il materiale cumulato nella griglia sarà eliminato periodicamente e rilasciato in alveo a valle della traversa.
Sulla traversa verrà realizzata una paratoia sghiaiatrice, che sarà anche utilizzata per il rilascio in alveo di 160 l/s, che avverrà sotto battente tramite l'apertura della stessa.

Il canale sarà scoperto e avrà sezione rettangolare con dimensioni 2,0 x 1,65 m, lungo 220 m circa e avente pendenza del 0,05%, in modo da garantire che le acque raggiungano il bacino di carico e nello stesso tempo limitare al massimo la diminuzione del salto. Il bacino di carico ha anche la funzione di dissabbiatore e di bacino di decantazione e avrà le seguenti dimensioni: lunghezza 9 m, larghezza 4 m e profondità media 2 m.
Il materiale depositato nel canale dissabbiatore sarà eliminato periodicamente attraverso una bocca dotata di paratoia che rilascia il materiale in una vasca di raccolta collegata con il canale di restituzione.
In prossimità del bacino di carico sorgerà l'edificio che ospiterà il gruppo turbina-generatore.



Figura 3.13 – Esempio di bacino di carico con edificio

Il percorso del canale, rappresentato nelle Tavole 1-3 correrà interamente in sponda idrografica destra al di sotto di una strada vicinale esistente, tagliando l'ansa del corso d'acqua.
Nel complesso delle opere verranno realizzati interventi di mitigazione dell'impatto visivo. Verrà utilizzato come materiale di copertura il terreno vegetale ottenuto dallo scavo, sia per il canale di presa che per quello di restituzione. L'edificio verrà realizzato con colori e tonalità che permettano un buon inserimento paesaggistico.
Tutte le opere verranno realizzate in calcestruzzo armato. Le parti esterne a vista, saranno rivestite o in pietra o con intonaci adeguati.
Nei paragrafi successivi sono descritte le caratteristiche principali dei lavori che compongono l'opera di presa ed i calcoli effettuati per il loro dimensionamento. La disposizione di tali opere è rappresentata all'interno delle tavole di progetto.

3.6.2.1 Calcolo della lunghezza dello stramazzo di derivazione

Per il calcolo delle dimensioni dello stramazzo di derivazione sono state utilizzate le formule valide per stramazzi rettangolari a vena aderente e con velocità d'arrivo nulla. Con queste ipotesi la portata è data dalla seguente formula:

$$Q = \mu * L * h * \sqrt{2 * g * h}$$

in cui

- Q è la portata da derivare – 3,0 m^3/s
- μ è il coefficiente di efflusso - 0,40
- L è la lunghezza dello stramazzo da determinare
- h è il carico nominale sulla soglia – 0,40 m

Dalla formula sopra esposta si ricava la lunghezza teorica della soglia dello stramazzo in assenza di griglia di intercettazione, che risulta essere pari a 6,73 m.

3.6.2.2 Dimensionamento del dissabbiatore

La vasca dissabbiatrice ha la funzione di far sedimentare sul fondo le particelle solide trasportate dalle corrente della portata derivata con fine di proteggere le parti

meccaniche delle turbine dall'abrasione e di ridurre la formazione di depositi nelle condutture.
Il dissabbiatore viene dimensionato per garantire la sedimentazione di granelli solidi aventi il diametro di 0,7 mm in corrispondenza dei periodi di massima derivazione, con portata pari a 2,4 m^3/s.
La lunghezza minima L_{min} da assegnare al dissabbiatore è data dalla seguente relazione:

$$L_{\min} = \frac{h * v}{\lambda - w}$$

in cui

- *h* è l'altezza media della corrente
- *v* è la velocità media orizzontale della corrente
- *λ* è la velocità di sedimentazione dei granelli (variabile tra 0,02 e 0,15 m/s in funzione del diametro dei granelli)
- *w* è la componente verticale della velocità di agitazione del liquido, che si ricava con le seguente relazione

$$w = \frac{v}{5{,}7 + 2{,}3 * h}$$

Nella seguente tabella sono riportati i passaggi principali relativi al dimensionamento della vasca dissabbiatrice.

Tabella 3.11 Dati vasca dissabbiatrice

Portata di dimensionamento	Q	3,0 m^3/s
Altezza media della corrente	h	2,0 m
Larghezza vasca	B	4,0 m
Area bagnata	A = B*h	8,0 m^2
Velocità orizzontale corrente	v = Q/A	0,38 m/s
Diametro granelli	d	0,7 mm
Velocità di sedimentazione	λ	0,12 m/s
Componente verticale della velocità di agitazione	w	0,036 m/s
Lunghezza minima dissabbiatore e vasca di carico	L_{min}	8,98 m
Lunghezza effettiva dissabbiatore e vasca di carico	L	9,0 m

3.6.3 Canale derivatore

Il canale derivatore, di cui è riportata una sezione tipica nelle tavole di progetto, sarà realizzato in cemento armato e avrà sezione 2 x 1,65 m e pendenza media dello 0,05%.
Nella seguente tabella sono riportati i calcoli di dimensionamento del canale, in cui si mostra come la portata massima di 3,0 m^3/s viene trasportata dal canale con un'altezza dell'acqua di 1,40 m.
La formula utilizzata è:

$$Q = A * k * R^{2/3} * \sqrt{i}$$

Dove:

- *A* è l'area bagnata data dal prodotto tra la larghezza del canale e l'altezza del pelo libero al suo interno;
- k è il coefficiente di scabrezza, ipotizzato cautelativamente pari a 70 (pareti in cemento lisciato non in buone condizioni);
- R è il raggio idraulico calcolato come rapporto come tra area e perimetro bagnati;

- i è la pendenza media del canale.

Tabella 3.12 – Dimensionamento del canale derivatore

h, m	A, m2	P, m	R, m	Q, m3/s	V, m/s
0.10	0.2	2.2	0.09	0.06	0.32
0.20	0.4	2.4	0.17	0.19	0.47
0.30	0.6	2.6	0.23	0.35	0.59
0.40	0.8	2.8	0.29	0.54	0.68
0.50	1	3	0.33	0.75	0.75
0.60	1.2	3.2	0.38	0.98	0.81
0.70	1.4	3.4	0.41	1.21	0.87
0.80	1.6	3.6	0.44	1.46	0.91
0.90	1.8	3.8	0.47	1.71	0.95
1.00	2	4	0.50	1.97	0.99
1.10	2.2	4.2	0.52	2.24	1.02
1.20	2.4	4.4	0.55	2.51	1.04
1.30	2.6	4.6	0.57	2.78	1.07
1.40	2.8	4.8	0.58	3.06	1.09
1.50	3	5	0.60	3.34	1.11
1.60	3.2	5.2	0.62	3.62	1.13

Come si evince dalla tabella sopra, l'acqua nel canale di presa non supererà il l'altezza di 1,40 m con un velocità di 1,09 m/s.

3.6.4 Canale di restituzione

Progettato con il medesimo criterio del canale di presa, il canale di restituzione avrà una sezione di 2,5 x 1,00 una pendenza media dello 0,5% e lunghezza 30 m.
L'altezza dell'acqua nel canale di restituzione in condizioni di massimo carico non supererà i 0,50 m e una velocità 2,5 m/s.

3.6.5 Opere di restituzione

La centrale di produzione e le opere di restituzione sono rappresentate nelle Tavole 11 e 12. Allo scopo di evitare fenomeni di cavitazione con conseguente rumore e progressivo deterioramento dell' elica della turbina, questa sarà installata ad una altezza Z_p sopra il livello minimo del pelo libero dell'acqua nel canale di restituzione. L'altezza Z_p sarà ricavata dall' espressione seguente in fase di progettazione definitiva, quando saranno forniti dal costruttore i dati caratteristici della turbina.

$$Z_p = H_{atm} - H_{vap} - \sigma_T * H$$

H_{atm} - altezza in metri di colonna d'acqua equivalente ala pressione atmosferica del luogo dove è ubicata la centrale.
H_{vap} - tensione di vapore dell'acqua, in metri di colonna d'acqua
H - salto netto dell'impianto
σ_T - parametro funzione del numero di giri caratteristico della turbina che sarà fornito dal costruttore.
L'impianto sarà dotato di centralina oleodinamica che azionerà la valvola di chiusura automatica della condotta che raggiungerà la turbina tramite un ingresso a chiocciola.

Lo stramazzo sarà in grado di smaltire una portata superiore a quella massima derivabile.
L'alloggiamento dell'apparecchiatura elettrica sarà posto ad una quota superiore di quella raggiunta dalla corrente di piena con tempo di ritorno 200 anni e, in ogni caso, i locali dell'edificio saranno stagni, in modo da impedire l'ingresso dell'acqua.

3.7 Descrizione impianti elettrici

Dato il valore di potenza massima generata, circa 91 kW, la connessione dell'impianto in esame alla rete elettrica, secondo la deliberazione 119/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, potrà essere in bassa tensione.
Inoltre l'articolo 4 del Testo Integrato delle Connessioni Attive, come modificato dalla Delibera ARG/elt 187/11, prevede la pubblicazione, da parte dei gestori di rete, di indicazioni qualitative riguardo la disponibilità della capacità di rete, mediante la classificazione delle aree territoriali per livelli di criticità. In particolare, in ordine di criticità crescente, i colori sono:

- Bianco
- Giallo
- Arancione
- Rosso

Ad oggi la provincia di Savona ricade nel colore arancione e il comune di Murialdo non risulta in area critica.
Il più vicino punto di connessione si trova in prossimità degli edifici del Consorzio Forestale sulla SP 51, a circa 500 m dalla centrale.



Figura 3.14 – Connessione alla rete elettrica

La planimetria della centrale con le attrezzature è illustrata nelle Tavole 11 e 12

L'energia elettrica verrà prodotta da un generatore asincrono trifase ad asse verticale con le caratteristiche illustrate nella tabella seguente.

Tabella 3.13 – Caratteristiche del generatore

Potenza, kW	91
Tensione, V	400
Frequenza nominale, Hz	50
Velocità max	900 giri/10min
Velocità	375 giri/min

I generatori asincroni sono preferibili a quelli sincroni per potenze del tipo in esame per il minore costo e la minore complessità costruttiva: non necessitano di eccitazione indipendente, di regolatori di tensione, sistemi di parallelo, batterie etc. Inoltre si possono accoppiare a un motoriduttore rendendo indipendente la velocità della turbina da quella del generatore. Per contro sono dipendenti da alimentazione di rete e richiedono una batteria di condensatori per compensare eventuali cadute del fattore di potenza
Le protezioni elettriche del generatore asincrono si limitano, come per i normali motori, ai relè di massima corrente incorporati nell'interruttore di macchina. L'inserimento automatico in rete sarà operato da un relè di tensione che dà il comando di chiusura all'interruttore quando il generatore, trascinato dalla turbina, si avvicina alla velocità di sincronismo. L'interruttore sarà inoltre dotato di un relè di minima tensione che lo apre quando manca tensione in linea.
La misura dell'energia e della potenza, a fini di monitoraggio, è eseguita tramite un wattmetro e un contatore alimentati con riduttori 100V/5A.
Nel locale quadri della centrale sarà possibile alloggiare un trasformatore, avente le caratteristiche illustrate in Tabella 3.14.

Tabella 3.14 – Caratteristiche del trasformatore

Tipo costruttivo	Trifase, a secco
Potenza nominale, kVA	100
Rapporto di trasformazione nominale, V	380/15000
Frequenza nominale, Hz	50
Tensione di corto circuito	14% (a 75°C e condiz.nomin.)

L'interruttore di macchina, come sopra descritto, la strumentazione di monitoraggio e l'interruttore del trasformatore, con protezioni di linea (terra, tensione e frequenza) e il sezionatore saranno alloggiati nei quadri posti nello stesso locale del trasformatore.
Accanto ad essi vi saranno le alimentazioni del circuito luce e forza motrice dell'edificio, derivate dalla rete, in parallelo con un alimentazione di emergenza fornita da un sistema di batterie e inverter. L'edificio della centrale sarà protetto da una rete equipotenziale collegata a picchetti di dispersione infissi nel terreno circostante la centrale ed accessibili con pozzetto.
Il dettaglio dei lavori da eseguire per la connessione alla rete sarà definito dopo l'ottenimento della Soluzione Tecnica Minima Generale per la connessione da parte di ENEL Distribuzione.

3.8 Descrizione del macchinario

3.8.1.1 Turbina

Date le condizioni idrologiche presenti, sarà installata una turbina di tipo Kaplan ad asse verticale, accoppiata direttamente a generatore asincrono e ciascuna composta principalmente da:

- coperchio superiore costruito in lamiera d'acciaio saldata, sagomato in modo da formare parte del contorno idraulico (a chiocciola), comprendente principalmente: flangia per attacco a predistributore, flangia per attacco del supporto di guida della turbina, flangia per attacco della tenuta dell'albero, alloggiamento per i dispositivi di drenaggio.
- distributore a pale in grado di ruotare intorno ad un perno parallelo all'asse della turbina mediante leve di comando calettate sullo stelo superiore, comprendente principalmente: anello di regolazione in acciaio, bielle di collegamento tra anello di regolazione e leve di comando, servomotore ad olio in grado di azionare il distributore in ogni condizione di funzionamento con la pressione minima dell'olio, interruttori di posizione per la segnalazione di eventuali disallineamenti, interruttori di fine corsa del distributore;
- ruota Kaplan a pale mobili, bilanciata, costituita da pale Kaplan con leve di comando con bielle di trasmissione, crociera in acciaio con sede di attacco per l'asta di manovra e dispositivi per il collegamento delle bielle, ogiva terminale con flangia di attacco al mozzo;
- albero turbina in acciaio, accoppiato, ad un'estremità, alla ruota e all'altra al generatore, descritto più sopra.
- servomotore di comando pale ruota costituito da cilindro e pistone con anelli di tenuta e sede di attacco per l'asta di manovra, con asta di manovra delle pale passante attraverso l'albero motore, per il collegamento del pistone del servomotore con la crociera contenuta nel mozzo e dadi per il bloccaggio dell'asta di manovra al pistone del servomotore e alla crociera;
- colonnetta di distribuzione dell'olio per il comando delle pale della ruota, alloggiata in testa all'albero del generatore completa di dispositivi di asservimento elettrico e tubi di collegamento con il servomotore di comando pale ruota;
- coperchio inferiore in lamiera di acciaio saldata completo di sedi per le bussole di guida dei perni inferiori delle direttrici;
- sede ruota saldata superiormente al coperchio inferiore ed imbullonata inferiormente al tubo aspirante, di forma semisferica per consentire lo smontaggio della girante dall'alto;
- supporto di guida in gomma raffreddato e lubrificato con acqua filtrata, regolata tramite diaframmi e saracinesche di sicurezza in acciaio inox completo di flussostato con contatti di segnalazione di mancanza e di eccesso di portata.

3.8.1.2 Supporto combinato di spinta e guida

Il supporto combinato di spinta e guida,del tipo a rotolamento, posto nel generatore, lato opposto accoppiamento, è dimensionato per sopportare il peso del rotore del generatore, la spinta idraulica e il peso delle parti rotanti della turbina.
E' prevista l'installazione di tutta la strumentazione prescritta a specifica ed un sistema di isolamento elettrico onde evitare gli effetti dannosi dei flussi dispersi della macchina elettrica.

3.8.1.3 Gruppo di pompaggio

Centrale oleodinamica
Sarà installata una centralina oleodinamica atta a fornire olio in pressione necessario per la regolazione delle turbine, comprendente:

- cassone serbatoio dell'olio in lamiera di acciaio elettrosaldata, provvisto di opportune aperture di accesso. Il serbatoio sarà completo di basamento e controtelaio di fissaggio al pavimento e relativa bulloneria;
- livellostato con contatti di alto, basso e bassissimo livello;
- indicatore visivo di livello;

- scaldiglia termostatata a bassa temperatura superficiale;
- termoresitenza PT100;
- rubinetto di svuotamento serbatoio;
- termometro olio a lettura diretta;
- n°2 elettropompe per l'olio di regolazione a pistoni assiali con motori di alimentazione.

Le pompe saranno del tipo a portata variabile con controllo di pressione, saranno inoltre complete di necessari pressostati, manometri e valvole di ritegno. Ciascuna pompa garantirà la continuità di funzionamento del sistema di regolazione in tutte le condizioni di esercizio e l'avviamento delle stesse sarà in "by-pass" tramite elettrovalvola;

- serie di pressostati per consensi e segnalazione pressione idraulica dell'olio di regolazione;
- attacchi per la misurazione delle pressioni;
- sistema di filtraggio olio posto in mandata delle pompe a doppio filtro, commutabile manualmente, con indicatore di intasamento (contatto libero);
- sistema di filtraggio in aspirazione delle pompe;
- filtro per caricamento e rabbocco olio;
- scambiatore di calore acqua/olio con tubazioni interne in acciaio inox e relativo flussostato;
- filtro per sfiato aria dal cassone;
- n°2 valvole scarico olio a 180° da 1" (fondo del cassone);
- valvola di sicurezza per il mantenimento della pressione dell'olio di mandata delle pompe;
- elettrodistributore per inserzione e disinserzione regolatore, funzione S65;
- serie di servovalvole di collegamento fra l'elettronica dei segnali del regolatore ed il comando oleodinamico dei servomotori comando distributore e girante; la corsa dei servomotori sarà controllata con trasduttori di posizione.
- accumulatore con precarica in azoto sulla mandata delle pompe, idoneo per assorbire le pulsazioni di pressione e per mantenere la pressione durante lo scambio dei servizi (per 10 sec.).
- a bordo centralina sarà installata anche la valvola proporzionale di comando circuito di frenatura del gruppo.

Gruppo di accumulo olio in pressione
Il gruppo di accumulo sarà costituito da un telaio di sostegno per l'esistente accumulatore a pistone che sarà recuperato; sul telaio saranno installate le bombole stazionarie contenenti azoto opportunamente precaricate per garantire volume e pressione necessari.
La pressione, sia del lato olio che del lato gas sarà monitorata a mezzo pressostati e trasduttori; il livello di carica dell'accumulatore a pistone sarà controllato per mezzo di fine corsa.
Lato gas:

- bombole gas complete di rubinetti all'attacco bombola, accessori, tubazioni, valvole di sicurezza e raccordi per eventuale ricarica
- manometro di controllo per la pressione del gas;
- pressostato di controllo della pressione del gas.

Lato olio:

- pressostati di controllo con funzioni di alta, bassa e bassissima pressione;
- accumulatore a pistone;
- manometro;

- morsettiera di raccolta strumentazione;

Ogni accumulatore olio/gas sarà previsto di capacità adeguata a compiere almeno due manovre nelle condizioni peggiori (pompe ferme con minima pressione accumulatore) intese come una chiusura e un'apertura della valvola rotativa.
Le tubazioni di collegamento (bombole–accumulatore), allo scopo di evitare perdite, saranno eseguite con raccordi o flange a saldare.

Dispositivo centrifugo
Il dispositivo di protezione sovravelocità sarà fornito completo di anello di fissaggio in 2/2, dispositivo di scatto, distributore idraulico, interruttore elettrico e particolari vari di montaggio ed interfaccia. Sarà tarato in officina e provato durante la messa in servizio e combinato con un dispositivo di rilevamento velocità di gruppo (SSG) costituito da una ruota fonica e captatori amplificati con relativi accessori di montaggio e collegamento.

Sistema di lubrificazione ad acqua cuscinetto turbina
Il circuito acqua di lubrificazione cuscinetto di guida turbina sarà principalmente costituito da:

- n. 1 una presa filtrata per prelievo acqua di condotta.
- n. 2 elettropompe, una di riserva all'altra, per alimentazione circuito con portata e prevalenza tale da garantire le funzioni richieste.
- n. 1 filtro autopulitore in controlavaggio con grado di filtraggio di 200 micron.
- n. 1 filtro del tipo a separatore centrifugo.
- strumenti di controllo, valvole e tubazioni per completamento circuito.

Tramite una valvola di esclusione tipo clapet, sarà possibile, in emergenza, alimentare direttamente con la pressione di condotta o di acquedotto il cuscinetto turbina.

3.9 Motivazione delle principali scelte progettuali

3.9.1 Scelta del tipo di impianto

In alternativa all'impianto proposto è stata valutata la possibilità di installare uno sbarramento flessibile (rubber dam) al di sopra della traversa esistente, che permetterebbe un innalzamento del pelo libero di monte di circa 1 m, aumentando in questo modo la potenza installata e la producibilità dell'impianto di circa il 20%. Questo intervento avrebbe però comportato maggiori impatti legati all'inserimento paesaggistico e ai lavori da effettuare in alveo. In virtù di tali considerazioni, a questa alternativa è stata preferita quella proposta che minimizza gli impatti sulle varie componenti ambientali.

3.9.2 Scelta del tipo di turbina

I parametri che determinano la scelta della tipologia di turbina da installare sono la portata derivata e il salto utilizzato. Nella Figura 3.15 è rappresentato un diagramma che mostra in funzione della portata derivata e del salto disponibile la tipologia di turbina utilizzabile. All'interno del diagramma è rappresentato in verde il punto rappresentativo dell'impianto in esame, che cade principalmente all'interno della regione rappresentativa delle turbine Kaplan. La tipologia Kaplan è preferibile per l'impianto in oggetto in quanto garantisce elevati rendimenti anche a carichi parziali, condizione che si presenterà con buona frequenza, data l'idrologia del Bormida di Millesimo.

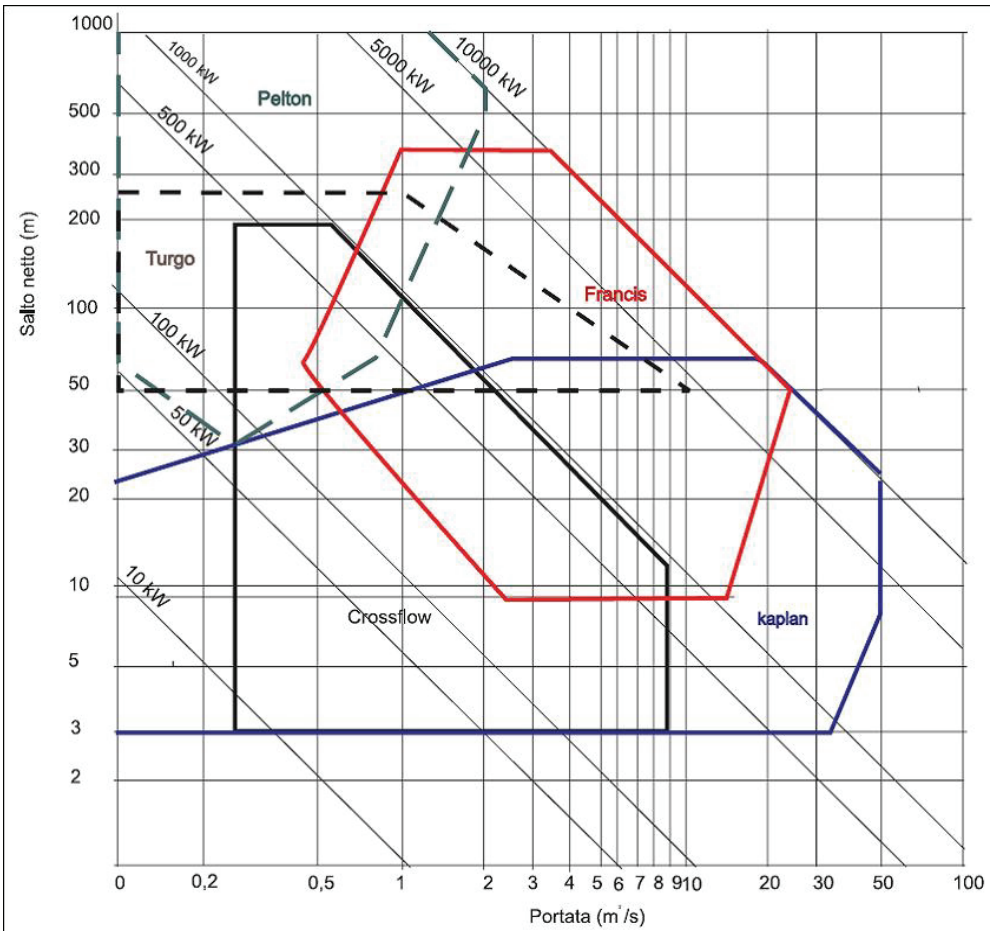


Figura 3.15 – Campi di funzionamento delle principali turbine

3.9.3 Considerazioni di ottimizzazione e stima della producibilità

La localizzazione dell'opera di presa è stata individuata presso un'opera trasversale esistente con area fuori alveo adeguata ad ospitare i manufatti di presa. La portata e il dimensionamento delle opere sono state definite come quelle che ottimizzano il risultato economico. Per calcolare la producibilità dell'impianto bisogna tenere conto dell'efficienza della turbina, che varia a seconda del carico. Quando la portata derivabile sarà inferiore a 600 l/s, verrà fermato l'impianto per evitare danni ai macchinari. È stata inoltre considerata la variabilità del carico sulla turbina in funzione della portata derivata.

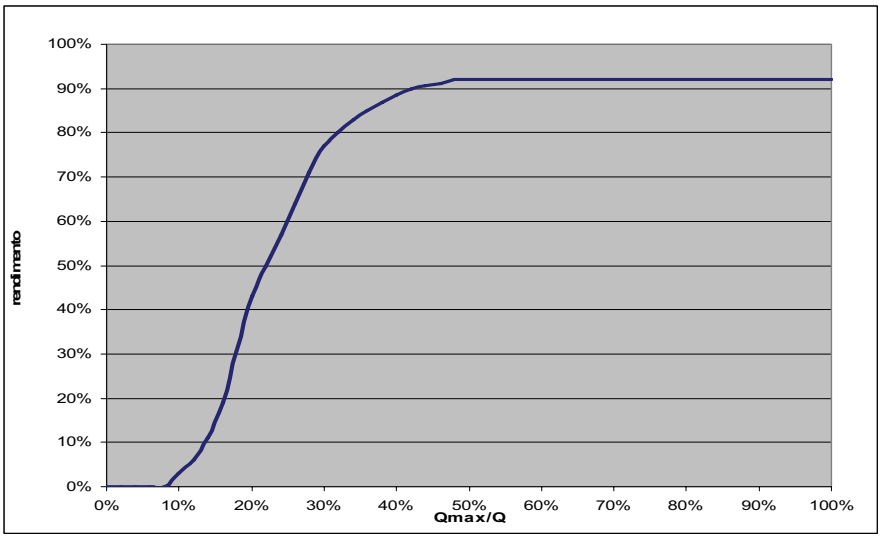


Figura 3.16 – Rendimento di una turbina kaplan in funzione del rapporto tra portata massima derivabile e portata derivata

Durata %	Giorni	Q disponibile	Qril	Q derivabile	Q derivata	Salto	rend T1	kWh tot
2%	7	15.31	0.31	15.00	3.00	3.585	91%	15980
4%	15	9.54	0.31	9.23	3.00	3.585	91%	15980
6%	22	8.00	0.31	7.69	3.00	3.585	91%	15980
8%	29	6.75	0.31	6.44	3.00	3.585	91%	15980
10%	37	5.99	0.31	5.68	3.00	3.585	91%	15980
12%	44	5.51	0.31	5.20	3.00	3.585	91%	15980
14%	51	5.02	0.31	4.71	3.00	3.585	91%	15980
16%	58	4.74	0.31	4.43	3.00	3.585	91%	15980
18%	66	4.37	0.31	4.06	3.00	3.585	91%	15980
20%	73	4.13	0.31	3.82	3.00	3.585	91%	15980
22%	80	3.91	0.31	3.60	3.00	3.585	91%	15980
24%	88	3.68	0.31	3.37	3.00	3.585	91%	15980
26%	95	3.42	0.31	3.11	3.00	3.585	91%	15980
28%	102	3.21	0.31	2.90	2.90	3.605	91%	15805
30%	110	3.10	0.31	2.79	2.79	3.605	91%	15232
32%	117	2.95	0.31	2.64	2.64	3.625	91%	14618
34%	124	2.80	0.31	2.49	2.49	3.645	91%	13886
36%	131	2.66	0.31	2.35	2.35	3.665	91%	13177
38%	139	2.53	0.31	2.22	2.22	3.685	91%	12511
40%	146	2.38	0.31	2.07	2.07	3.685	91%	11735
42%	153	2.24	0.31	1.93	1.93	3.705	91%	11002
44%	161	2.09	0.31	1.78	1.78	3.725	91%	10261
46%	168	1.97	0.31	1.66	1.66	3.745	91%	9565
48%	175	1.84	0.31	1.53	1.53	3.765	91%	8923
50%	183	1.70	0.31	1.39	1.39	3.785	90%	8182
52%	190	1.58	0.31	1.27	1.27	3.805	89%	7402
54%	197	1.46	0.31	1.15	1.15	3.825	86%	6603
56%	204	1.36	0.31	1.05	1.05	3.825	82%	5762
58%	212	1.26	0.31	0.95	0.95	3.845	76%	4954
60%	219	1.15	0.31	0.84	0.84	3.865	70%	4120
62%	226	1.04	0.31	0.73	0.73	3.885	56%	3139
64%	234	0.96	0.31	0.65	0.65	3.885	42%	2149
66%	241	0.86	0.31	0.55	0.00	4.065	0%	455
68%	248	0.77	0.31	0.46	0.00	4.065	0%	0
70%	256	0.70	0.31	0.39	0.00	4.065	0%	0
72%	263	0.64	0.31	0.33	0.00	4.065	0%	0
74%	270	0.56	0.31	0.25	0.00	4.065	0%	0
76%	277	0.49	0.31	0.18	0.00	4.065	0%	0
78%	285	0.43	0.31	0.12	0.00	4.065	0%	0
80%	292	0.37	0.31	0.06	0.00	4.065	0%	0
82%	299	0.33	0.31	0.02	0.00	4.065	0%	0
84%	307	0.30	0.31	0.00	0.00	4.065	0%	0
86%	314	0.27	0.31	0.00	0.00	4.065	0%	0
88%	321	0.25	0.31	0.00	0.00	4.065	0%	0
90%	329	0.23	0.31	0.00	0.00	4.065	0%	0
92%	336	0.21	0.31	0.00	0.00	4.065	0%	0
94%	343	0.19	0.31	0.00	0.00	4.065	0%	0
96%	350	0.17	0.31	0.00	0.00	4.065	0%	0
98%	358	0.15	0.31	0.00	0.00	4.065	0%	0
100%	365	0.12	0.31	0.00	0.0	4.065	0%	0
								387222

Tabella 3.15 – Stima di producibilità dell'impianto

3.9.4 Opere di difesa dalle piene

Per proteggere il territorio circostante l'area in esame e le opere stesse da eventi di piena si è ritenuto utile utilizzare i seguenti criteri nella progettazione delle opere:

- Come traversa di derivazione verrà utilizzato un guado esistente, adattando con un leggero innalzamento del coronamento
- chiusura dell'opera di presa per eccessivo innalzamento del livello
- reinterro degli scavi e rimessa a dimora per quanto possibile di tutte le piante
- costruzione dei locali della centrale in modo che siano stagni agli ingressi d'acqua

3.10 Descrizione dell'attività di cantiere e fabbisogni di terreno

Il cronoprogramma indicativo della realizzazione dell'opera proposta è illustrato in Allegato 2: la durata complessiva delle attività è stimata inferiore all'anno; si prevede una presenza media di 10 persone in cantiere con un massimo di 20 nella prima fase.
La costruzione dell'opera proposta potrà contemplare l'esecuzione contemporanea delle opere di presa, comprensive del canale e dell'edificio destinato ad ospitare la centrale.
L'opera di presa necessiterà di modesti sbancamenti in sponda sinistra per consentire un modesto approfondimento e il raccordo con la traversa esistente. Tali attività verranno meglio svolte nei mesi in cui il torrente è in secca, non in concomitanza con i periodi di riproduzione delle specie ittiche presenti. Complessivamente si occuperà una betoniera e vi sarà traffico di 2-3 camion/giorno. L'edificio centrale sarà un normale piccolo edificio civile che necessiterà una betoniera e 3-4 camion/giorno, oltre che di un modesto sbancamento per la realizzazione dell'accesso.
Il canale necessiterà di 1-2 camion/giorno per gli sbancamenti; parte del materiale scavato verrà messo da parte per i reinterri.
Alla fine di queste fasi avranno luogo i lavori meccanici ed elettrici, prevalentemente al chiuso e con l'impiego di mezzi leggeri, salvo per le turbine, l'alternatore e il trasformatore che necessiteranno di un camion e per il collegamento alla rete che comporterà l'installazione di un piccolo elettrodotto lungo circa 300 m fino al punto di connessione con la rete elettrica.

Per i terreni interessati dall'opera verranno realizzati accordi bonari con i proprietari per l'acquisizione o la costituzione dei diritti reali. Per l'accesso e l'installazione del cantiere durante lo scavo del canale, che richiederà una pista di circa 5 m di larghezza, si prevederà un'indennità di occupazione temporanea. Una parte delle opere insisterà su aree adiacenti all'alveo (demaniali), come riportato nella planimetria catastale allegata: va notato che il tracciato del corso d'acqua riportato nella planimetria non corrisponde con le condizioni realmente presenti.
Dalla SP51 sarà possibile accedere all'area di cantiere tramite una strada esistente.
Il deposito di cantiere verrà realizzato in un'area pianeggiante di circa 100 m^2 in prossimità dell'opera di presa. Per tale area verrà stipulato un contratto di locazione della durata del cantiere e verrà in seguito restituita ai proprietari previo ripristino delle condizioni ante operam.

Le proprietà individuate dal tracciato del canale riportato nelle planimetrie allegate (vedi Tavola 1) al presente documento sono elencate nel Piano Particellare, anch'esso parte degli Allegati.

4 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

4.1 Inquadramento generale

L'Alta Valle Bormida, essendo posizionata immediatamente a ovest del Colle di Cadibona che funge da limite tra Alpi e Appennini, costituisce la prima valle della catena alpina. In particolare la Valle del Bormida di Spigno, posizionata più ad est, si trova al confine tra Alpi e Appennini, mentre la valle del Bormida di Millesimo si trova più ad ovest, parallela alla Val Tanaro e con direzione prevalentemente Sud-Nord.
I primi insediamenti umani nella valle dovrebbero risalire al paleolitico, circa 100000 anni fa, confermati dai ritrovamenti presso la Grotta Buranco (Bardineto). Durante la dominazione romana, che ebbe inizio nel II secolo a.C., fu tracciata lungo la valle Bormida di Spigno la via Aemilia Scauri, lungo la quale furono costituiti i due principali insediamenti di Crixia e Caniliculum.
Nei primi secoli del secondo millennio, il territorio della Val Bormida divenne un possedimento dei marchesi Del Carretto, la cui dominazione durò fino al 1332. Successivamente subì una serie di frammentazioni politiche, che determinarono tre aree di influenza diverse: l'alta Val Bormida, amministrata da Genova, i territori di Calizzano, Mallare, Pallare, Osiglia e Carcare, sotto il dominio spagnolo e Millesimo, Cengio, Cairo e Dego, sotto l'influenza piemontese. Da questa frammentazione nacquero numerosi conflitti che comportarono assedi, occupazioni e distruzioni, che continuarono fino al XVIII secolo. Dopo la breve dominazione napoleonica (1805-1814), il territorio della valle entrò a far parte del Regno di Sardegna e successivamente del Regno d'Italia. Durante la seconda guerra mondiale nella valle si formarono molte brigate partigiane che parteciparono attivamente alla resistenza.
Nel dopoguerra sorsero nella valle numerose industrie, parte delle quali sono attualmente dismesse, tra cui l'ACNA (Azienda Coloranti Nazionali e Affini) di Cengio, il cui operato ha determinato l'inserimento di parte della Valle tra i siti di interesse nazionale per la bonifica dei suoli.
Il comune di Murialdo si estende per una superifice di circa 37,5 km^2 ed ha una popolazione residente di 864 abitanti. È costituito da cinque frazioni: Colle dei Giovetti, Isolagrande, Piano, Ponte, Riofreddo e Valle.



Figura 4.1- Chiesa di San Lorenzo in località Ponte

4.2 Vincoli presenti nell'area di intervento

L'opera in esame non è situata in un'area protetta. Le aree protette più vicine sono i SIC IT1322122 Corce della Tia – Rio Barchei e IT1323115 Lago di Osiglia, distanti circa 2 km dall'opera.

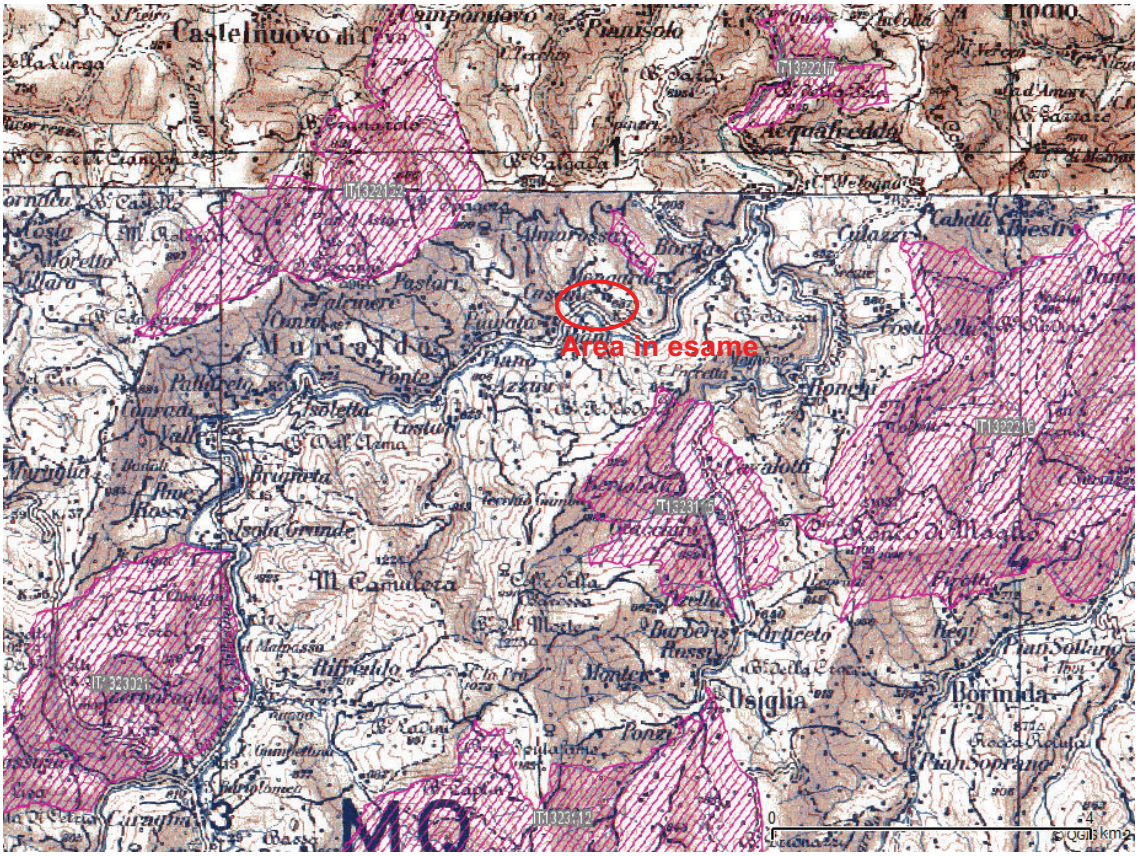


Figura 4.2 – Aree protette più vicine all'opera

Riguardo ai vincoli paesaggistici, l'opera figura all'interno di aree classificate come boschi e vincolate ai sensi della L 431/85 e all'interno della fascia di rispetto dai corsi d'acqua, secondo la L 431/85 (art. 1 comma c).

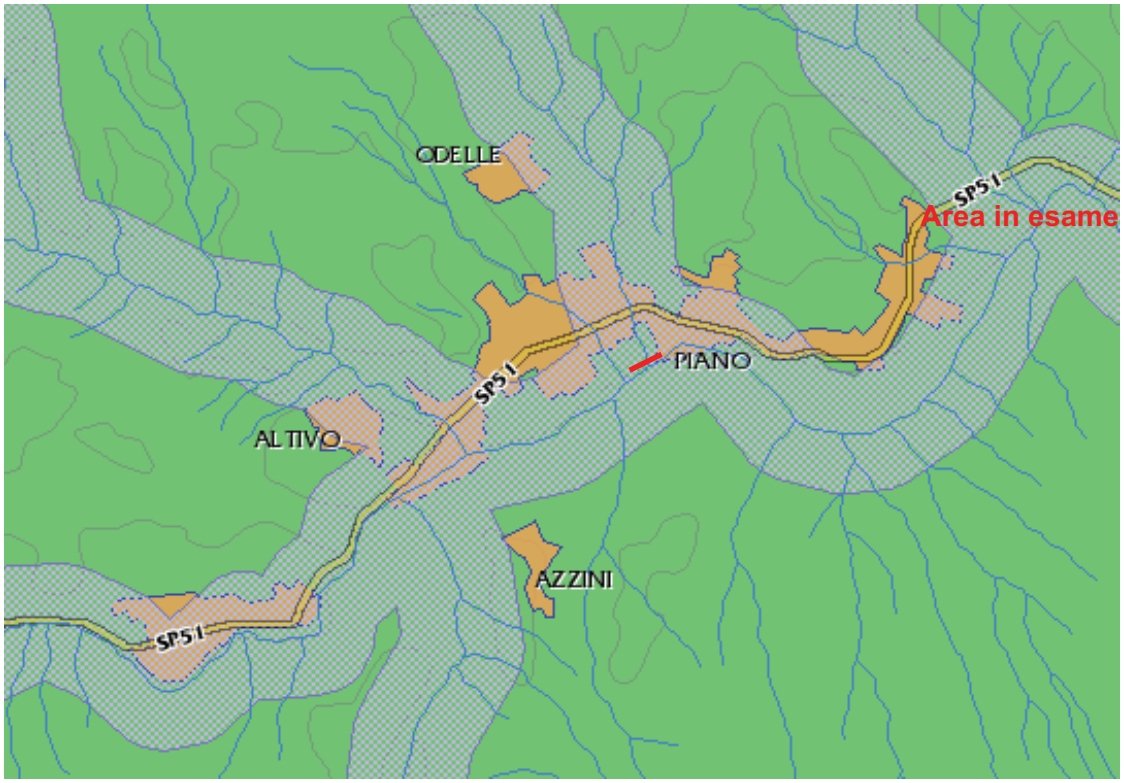


Figura 4.3 – Vincoli ex L.1497/39 e 431/85

4.3 Suolo

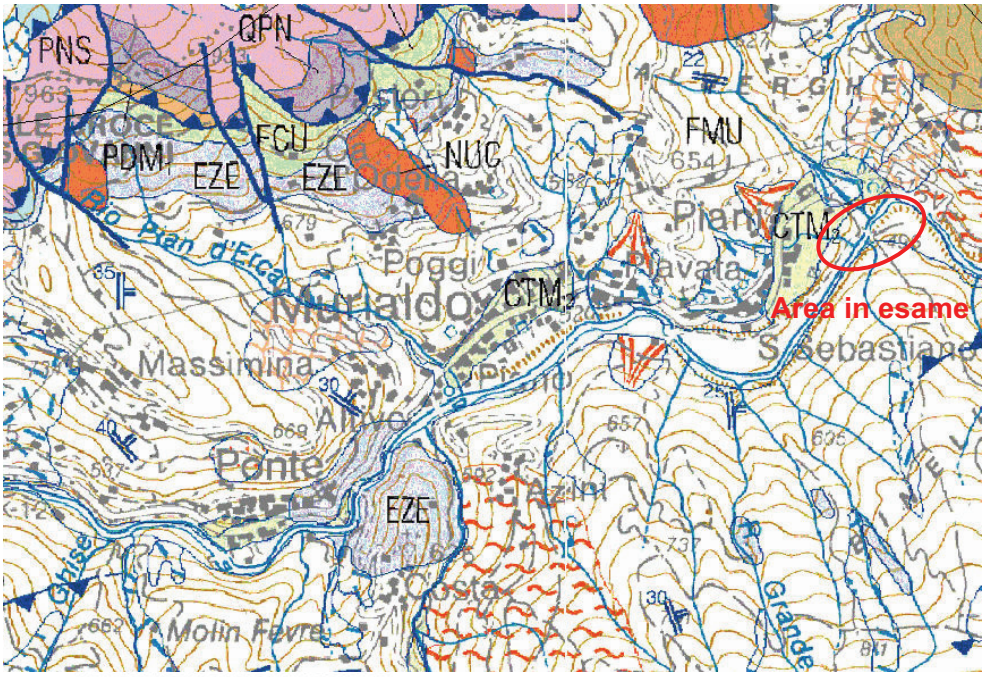
Gli eventi di dissesto del suolo nel comune di Murialdo sono raccolti all'interno del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia). Nella Figura 4.4 sono rappresentati i dati raccolti nell'inventario: in rosso sono perimetrale le frane e in giallo le deformazioni gravitative profonde di versante. Si osserva che non vi sono aree a frana cartografate che interessano il progetto.



Figura 4.4 – Perimetrazione frane e deformazioni gravitative profonde

Lo studio geologico e idrogeologico generale dell'area è stato realizzato secondo quanto previsto dalla legislazione vigente ed è riportato in allegato. Di seguito se ne riassumono i tratti salienti.
La definizione delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'area in esame è stata articolata nelle seguenti fasi di analisi:

- raccolta e consultazione della documentazione esistente relativa a studi effettuati nello stesso settore della regione piemontese, in zone limitrofe oppure in situazioni del tutto analoghe.
- raccolta e consultazione delle cartografie dell'area in esame.
- realizzazione dei rilievi di superficie, per definire le strutture di superficie, l'idrografia superficiale, i depositi presenti ed eventuali strutture pericolose per la stabilità dell'area in esame.



FORMAZIONE DI MONTE PIANOSA

PNS — *"Verrucano Brianzonese" Auct.* Conglomerati poligenici a ciottoli di rioliti rosse nella parte inferiore, e di quarzo, bianco e nerastro, ben arrotondati, con matrice arenacea a luoghi con pigmento ematitico. Localmente presenti mineralizzazioni a fosfati (lazulite, goyatite, brasilianite). Lo spessore massimo della formazione è di circa 70 metri.
PERMIANO SUP. ? - SCITICO INF.

FORMAZIONE DI CAPRAUNA

FCU — Scisti calcarei grigi e talora verdini per la presenza di fengite, più o meno detritici, con quarzo, e con intercalazioni silicee e argillose di spessore anche decametrico. Lo spessore massimo della formazione raggiunge i 70 metri.
CRETACICO SUP. - EOCENE?

QUARZITI DI PONTE DI NAVA

QPN — Quarziti biancastre e verdine per la presenza di fengite alpina,in strati e banchi, a luoghi con concentrazioni ematitiche e sottili intercalazioni di peliti verdi e violacee, più frequenti verso la sommità. Lo spessore è stato valutato nell'ordine di 50 metri.
SCITICO

FORMAZIONE DI EZE

EZE — Lave da andesitiche a trachiandesitiche, sino a andesiti basaltiche, brecce vulcaniche, anche grossolane, e prasiniti, per uno spessore complessivo sino a 100 metri, intercalate negli scisti di Murialdo; la composizione è data da plagioclasio, clino- e ortopirosseno, biotite e orneblenda. Paragenesi metamorfica alpina ad albite, lawsonite, pumpellyite, anfibolo sodico, epidoto e clorite.
PERMIANO INF.

FORMAZIONE DI MURIALDO

FMU — Metasedimenti fini, varicolori, che raggruppano rocce di diversa natura: quarzoscisti, scisti quarzo-micacei, scisti a cloritoide, scisti cloritico-albitici e filladi grafitiche nerastre; sono caratterizzati dalla presenza sia di ankerite e calcite, la prima di origine primaria, la seconda da pseudomorfosi sulla prima, sia da abbondanti vene di quarzo. Lo spessore della formazione si aggira mediamente sui 150 metri. La paragenesi metamorfica alpina è data da anfibolo sodico, clorite, fengite e albite
PERMIANO INF.



Figura 4.5- Stralcio della carta geologica regionale (1:25000 Cairo Montenotte)

I risultati dell'analisi sono riassunti nella tabella seguente:

Tabella 4.1- Quadro riassuntivo

PROGETTO:	Realizzazione di una derivazione dal Bormida di Millesimo a scopo idroelettrico
COMMITTENTE:	Tiemes Srl
UBICAZIONE:	Murialdo (SV)
GEOLOGIA:	La cartografia geologica ufficiale segnala in questa zona la prevalenza della formazione di Murialdo, costituita da sedimenti fini metamorfosati, varicolori, raggruppanti rocce di diversa natura
GEOMORFOLOGIA:	Morfologia dominata da processi morfogenetici fluviali, costituita da massi e ciottoli in scarsa matrice sabbiosa debolmente limosa, organizzati secondo terrazzamenti legati a fenomeni di piena e magra stagionali
PROGETTO DI PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	Le opere ricadono all'interno di un'area Ee (esondazioni a pericolosità molto elevata). Non sono invece interessate dalle opere aree franose.
SISMICITA'	Il territorio comunale di Murialdo è in zona 4
IDROGEOLOGIA:	Il corso d'acqua nel tratto in esame realizza un'ansa; le formazioni del bacino tributario dell'opera di presa in esame sono prevalentemente poco permeabili, quindi con coefficienti di deflusso tra 0,6 e 0,8 (il coefficiente di deflusso calcolato da ARPA Piemonte all'idrometro di Borgata Azzini è di 0,64).

Essi permettono di affermare che l'intervento previsto dalle ipotesi progettuali e' certamente fattibile.

Quanto all'uso del suolo nel comune di Murialdo, rappresentato nella figura successiva, esso è formato per quasi la totalità da boschi di latifoglie (verde chiaro), indice di un'elevata vocazione naturale del luogo. La parte restante della superficie territoriale è costituita prevalentemente da boschi misti (verde scuro) e tessuto urbano discontinuo (magenta).

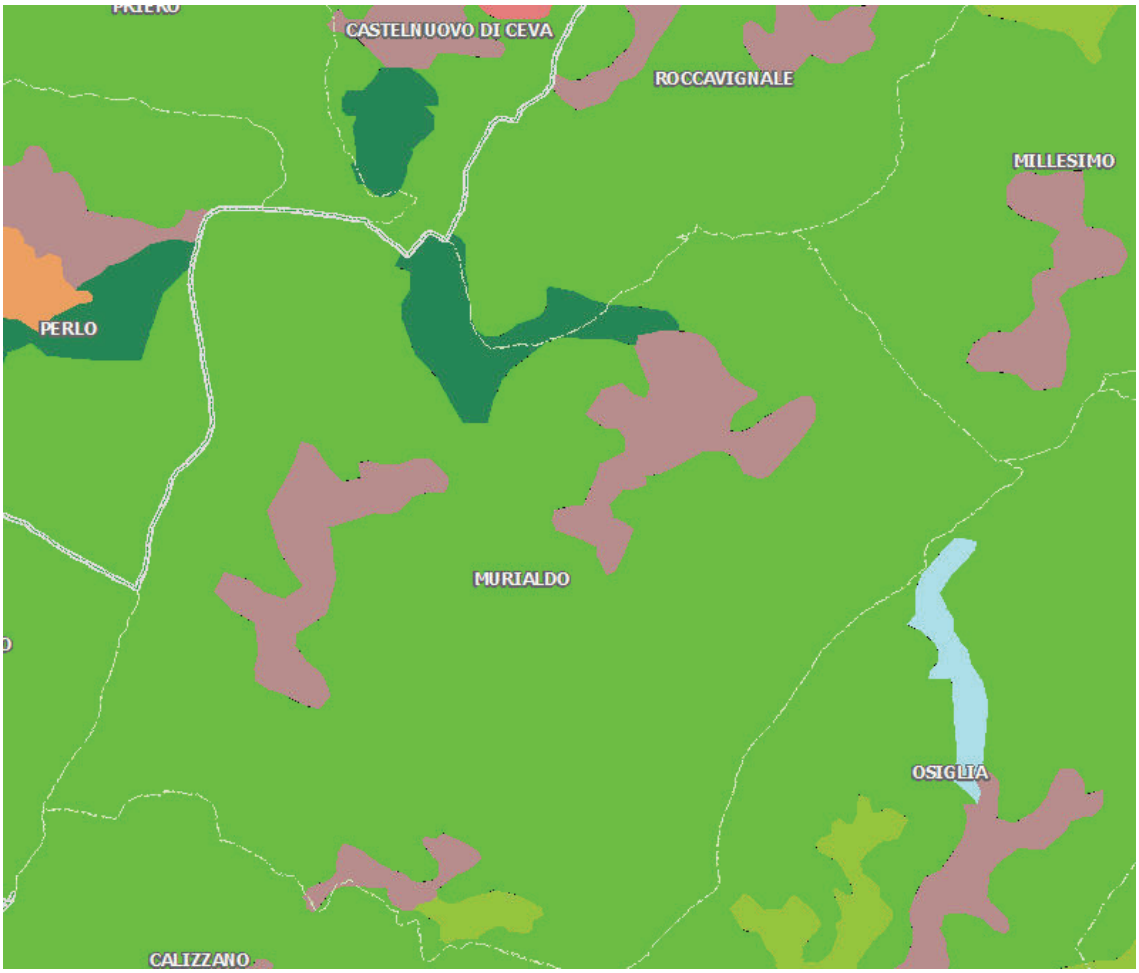


Figura 4.6 – Corine Land Cover 2006 comune di Murialdo

4.4 Flora, Fauna, Ecosistemi

Come è noto l'Italia appartiene a due regioni fitogeografiche, boreale e mediterranea, divise grosso modo dal decorso del Po. Sulla base della sua definizione fisionomica, la vegetazione può essere ripartita in fasce fitoclimatiche, che includono specie, dipendenti essenzialmente dai fattori meteorologici. La fascia di appartenenza dell'area in esame è quella submediterranea, caratterizzata dalla preponderanza tra le specie arboree dei faggi e castagni, ripartita in 2 sottofasce, fredda e calda. L'alta Val Bormida appartiene alla sottofascia calda, caratterizzata da clima temperato con aridità estiva, di durata 2-3 mesi, e freddo invernale; la temperatura media annua è compresa tra 7 e 12°C.

La Valle Bormida risulta caratterizzata dalla presenza di foreste di notevole estensione, che occupano principalmente i crinali e i versanti, mentre il fondovalle risulta maggiormente influenzato dall'antropizzazione, con la presenza di centri abitati, strade di collegamento e terreni destinati in parte all'agricoltura.
Notevole è la presenza del castagno, la cui diffusione è in parte legata alla coltivazione per fini produttivi, con interi boschi tuttora costituiti a castagneto a polloni. Importanti sono inoltre i boschi cedui, principalmente cedui misti con castagni, faggi, roverelle, roveri, cerri, carpini, aceri, ciliegi, frassini e betulle. Il sottobosco è dominato da diverse

qualità di felci, con la presenza di funghi e tartufi, mentre negli spazi aperti costituiti da prati sono presenti fiori quali orchidee selvatiche.
La vegetazione riparia in generale appare ben sviluppata lungo la maggior parte delle sponde; nel tratto in esame è rappresentata da una tipica associazione fluviale costituita in prevalenza da esemplari di robinia, salice e ontano nero.



Figura 4.7 – Vegetazione riparia nel tratto interessato dall'opera

La fauna ha trovato principalmente rifugio nei boschi e nei territori a ad alta quota; le principali specie presenti sono l'airone cenerino, la starna, la pernice rossa, la gallinella d'acqua, il fagiano, la rondine, il cinghiale, la volpe, il capriolo, la donnola, il tasso, la faina, lo scoiattolo, il riccio e il moscardino.

All'interno del territorio comunale di Murialdo, in aree non corrispondenti con quella oggetto dell'intervento in esame, sono presenti due endemismi ristretti rari appartenenti all'ordine dei coleotteri: la specie *Parabathyscia sbordonii*, legata ad ambienti di grotta e la specie *Pararaymondionymus sanfilippoi*, legata ad ambienti di sottobosco ad elevata naturalità in boschi mesofili di latifoglie.
La comunità ittica del Bormida di Millesimo risulta in buono stato di conservazione ed è caratterizzata dalla presenza di specie ciprinicole quali il barbo, il vairone e il cavedano, oltre che, in minor misura, salmonidi quali trota fario e gobione.
Negli allegati è presente una relazione ittiologica specifica, che quantunque effettuata su un tratto situato circa 1 km a monte, si ritiene valida anche per l'asta in esame.

4.5 Acqua

Lo stato qualitativo e quantitativo delle acque del Bormida di Millesimo è stato parzialmente descritto al paragrafo 2.2.5 riguardante il Piano di Tutela delle Acque regionale.
Per quanto riguarda l'aspetto quantitativo, la criticità principale è presente nel periodo estivo, quando il regime idrologico del Bormida, determina valori di portata molto bassi, come rappresentato nella seguente figura.

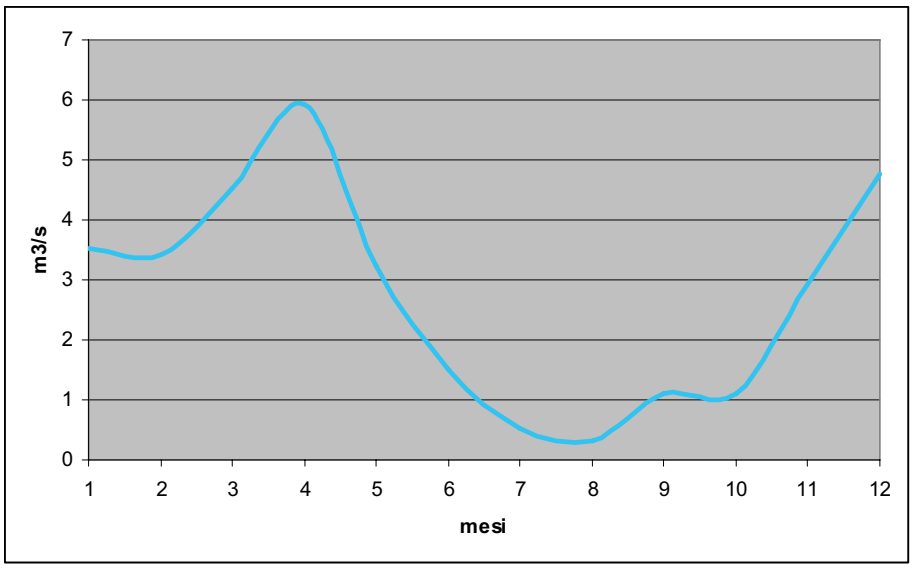


Figura 4.8 – Portata media mensile 2003-2010, idrometro di Borgata Azzini

Relativamente alla qualità delle acque superficiali, i monitoraggi effettuati dalle stazioni più vicina alla sezione in esame descrivono uno stato buono sia a livello ecologico che a livello chimico, come meglio descritto nella relazione ittiologico-naturalistica allegata.
Per quanto riguarda gli scarichi, lungo il tratto sotteso dalla derivazione non ne è stata rilevata la presenza.
Il Piano di Gestione (feb.2010) dell'Autorità di Bacino del Po mostra per il Bormida di Millesimo una situazione di compromissione quantitativa media relativa al tratto piemontese del corso d'acqua, mentre per quanto riguarda il tratto ligure la principale pressione segnalata è legata alla presenza degli scarichi di reflui urbani.

4.6 Rumore

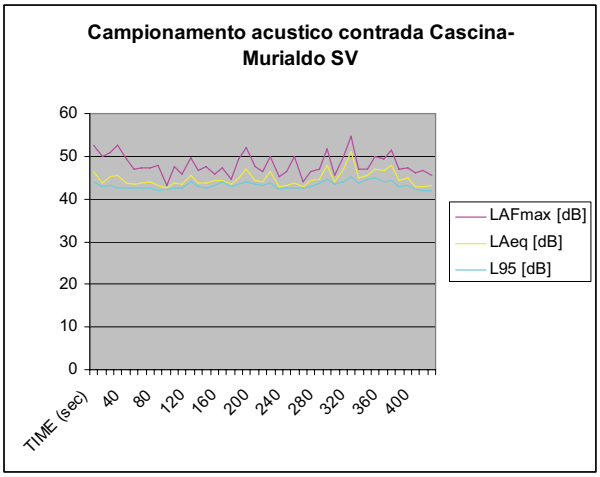
Il comune di Murialdo non è provvisto di zonizzazione acustica, valgono quindi i limiti indicati dal DPCM 1 marzo 1991.

Tabella 4.2 - Valori limite di immissione in assenza di zonizzazione (art.6 DPCM 1/3/91)

Zona	L_{eq} diurno, dBA	L_{eq} notturno, dBA
Zona A (DM 1444/68)	65	55
Zona B	60	50
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona esclusivamente industriale	70	70

NB Sono prescritti anche valori differenziali: le nuove sorgenti non devono provocare un aumento della umorosità superiore a 5 dBA nel periodo diurno e 3 dBA nel periodo notturno

Per la zona in esame, valgono i limiti esposti in Tabella 4.2 di 70 dBA di giorno e 60 dBA di notte.





Il ricettore sensibile più vicino all'ubicazione ipotizzata per la centrale è illustrato nella figura seguente, per il quale, sulla base di un breve campionamento effettuato da tecnico esperto, illustrato nella figura soprastante. appare ragionevole ipotizzare un livello di pressione acustica notturno integrato medio di 40 dBA.



Figura 4.9 – Distanza del ricettore sensibile più vicino alla centrale

4.7 Paesaggio

Si riprendono in questo paragrafo alcuni elementi descrittivi della scheda di ambito presente all'interno del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico Paesaggistico.
La vegetazione boschiva si presenta ricca di castagneti e boschi misti mesofili con lembi di faggete, mentre la presenza di aree coltivate a cereali e foraggere e prati si riscontra nella media e bassa valle. I boschi rappresentano una delle componenti principali del paesaggio e ne costituiscono una delle principali qualità, con estensioni e

livelli qualitativi soddisfacenti, mentre le praterie sono nel complesso di modesta estensione. In corrispondenza del territorio di Murialdo le superfici coltivate presentano una notevole diversificazione, nonostante l'estensione sia assai limitata.
Dal punto di vista insediativo, la valle è caratterizzata dalla presenza di due centri di polarizzazione con strutture aggregate cresciute intorno agli impianti medievali di Millesimo e Cengio. Nell'alta vallata, Bardineto e Calizzano e lungo la direttrice del Melogno e di Osiglia, invece lo sviluppo residenziale presenta un assetto maggiormente legato all'aspetto turistico. Lungo le principali direttrici di comunicazione l'insediamento risulta sparso e generalmente omogeneo. Le emergenze storico-archeologiche risultano essere:

- Insediamenti preistorici collinari
- Morfologie residuali e insediamenti arroccati medievali di tipo signorile a controllo della viabilità verso la Pianura Padana, con ruderi di castelli e chiese
- Borghi fortificati con castello di origine tardo medievale
- Abitati di fondovalle non anteriori al XVI secolo con patrimonio edilizio recente
- Ponti e ospitali stradali di origine medievale

La Valle Bormida di Millesimo viene suddivisa in due sub-ambiti, l'Alta e la Basse valle Bormida di Millesimo. Il territorio del comune di Murialdo ricade all'interno dell'Alta valle, che presenta un assetto territoriale equilibrato sotto il profilo ambientale, con qualche margine di intervento per la riqualificazione paesistica e recupero dei valori agrari nell'uso del suolo in quei siti che presentano condizioni di sottoutilizzo o di abbandono.
Il fiume rappresenta l'elemento di massima riunificazione dei valori paesistici presenti lungo la valle, pertanto ad esso sono rivolte varie azioni proposte per il miglioramento dei caratteri della fruizione del paesaggio.

Per quanto riguarda l'area in esame, al suo interno sono attualmente presenti degli elementi di antropizzazione come una tubazione aerea che attraversa il corso d'acqua e aree utilizzate come deposito dagli stabilimenti locali.





Figura 4.10 – Attraversamento di tubazione aerea (sopra) e area adibite a deposito di siti produttivi (sotto)

5 IMPATTI AMBIENTALI E LORO MITIGAZIONE

5.1 Impatto socio-economico

La costruzione dell'impianto in esame avrà impatto socio economico positivo, in quanto:

- comporterà l'impiego di circa 10 anni-uomo per la costruzione, e, durante l'esercizio, darà lavoro a tempo parziale ad una squadra locale di intervento e di manutenzione
- comporterà convenzioni recanti benefici ambientali ed economici per il Comune

Nel corso del procedimento di verifica, iniziato sulla base del presente documento, si procederà all'acquisizione bonaria del titolo sui terreni interessati dai cantieri dell'opera di presa, del canale, della vasca di carico e della centrale, con proposta di somme adeguate ai proprietari.

5.2 Aria

La produzione di circa 0,4 milioni di kWh senza generazione di gas serra, permetterà di contribuire alle riduzioni di emissioni in atmosfera illustrata nella seguente tabella.

	g/kWh	t/anno
Anidride carbonica	750	250
Vapore	330	110
Ossido di Carbonio	0,2	0,1
Ossido di Azoto	1	0,4
Anidride solforosa	3	1
Polveri	2	0,7

Durante la fase di cantiere si avrà un limitato impatto su questa componente dovuto al transito degli automezzi necessari alla realizzazione dell'opera. È possibile effettuare una stima della quantità di anidride carbonica emessa durante il cantiere utilizzando le ipotesi di seguito riportate:

- Numero di camion transitanti presso il cantiere al giorni: 2 camion/giorno
- Numero di giorni di cantiere in cui transiteranno i camion: 100 giorni
- Numero di viaggi percorsi ogni giorno da ogni camion: 2 viaggi/giorno
- Numero dei km percorsi da ogni camion per viaggio: 50 km/viaggio

Per la stima è necessario utilizzare dei parametri di consumo e di emissione per i mezzi di trasporto.

- Consumo di gasolio dei camion: 0,3 l/km
- Massa volumica del gasolio: 0,835 kg/l
- Fattore emissivo CO_2: 3,14 $kg_{CO2}/kg_{gasolio}$

Con i dati sopra riportati si ottiene valore di emissione totale di anidride carbonica durante la fase di cantiere di circa 16 tonnellate, pari a circa il 5% delle emissioni risparmiate durante un anno di esercizio dell'impianto. Nella seguente tabella sono riportati i valori calcolati per la stima dell'impatto della fase di cantiere.

Distanza giornaliera percorsa dai camion	200 km/giorno
Consumo di gasolio giornaliero totale	60 l/giorno
Massa di gasolio consumata	50 kg/giorno
CO_2 emessa giornalmente	157 kg/giorno
CO_2 totale emessa	16 tonnellate/anno

5.3 Acqua

5.3.1 Fase di cantiere

La costruzione dell'opera di presa è l'unica fase nella quale si potrebbero verificare pressioni su questa componente. Allo scopo di evitarle, questa attività verrà svolta nel periodo di magra.
Per limitare i possibili impatti verranno implementati i seguenti accorgimenti:

- ripristino della morfologia del tratto interessato dai lavori alla chiusura del cantiere;
- limitazione del numero dei mezzi presenti sul cantiere al minimo indispensabile;
- le operazioni di manutenzione, rifornimento e lavaggio dei mezzi di cantiere non avverranno in prossimità del corso d'acqua;
- presenza in cantiere di sistemi di contenimento (quali panne contenitive, sepiolite) per un pronto intervento in caso di sversamenti.

5.3.2 Fase di esercizio

Sulla base delle stime idrologiche effettuate, l'impianto in esame preleverà la sua alimentazione senza alterare sostanzialmente la portata del torrente per un periodo di circa 50 giorni/anno e non effettuerà alcun prelievo per circa 100 giorni/anno, coincidenti con i mesi di estivi di magra, in cui si riscontrano le principali criticità; negli altri giorni è previsto comunque il rilascio di una portata pari a 0,2 m3/s, superiore al DMV 0,193 m3/s, in perfetta coerenza con il Piano di Tutela delle Acque della Regione Liguria, che, data la brevità del tratto sotteso (250 m), appare sufficiente per il mantenimento delle funzioni ecologiche del corso d'acqua. Si stima che il prelievo dell'impianto non sia in grado di influenzare la continuità degli altri prelievi in essere o in istruttoria.
Lungo il tratto sotteso del corso d'acqua da parte dell'impianto in esame non sono presenti scarichi industriali né scarichi civili significativi, in grado creare criticità rispetto alla qualità delle acque.
Quanto alla qualità dell'acqua, la derivazione non comporta il contatto con potenziali fonti di inquinamento in quanto essa è preceduta da una vasca di carico in cui eventuali sedimenti fini sono trattenuti; la turbina sarà dotata di tenute che ridurranno praticamente a zero il rischio di infiltrazioni di lubrificanti.
Sarà inoltre possibile effettuare dei monitoraggi per la valutazione dei parametri qualitativi del corso d'acqua per valutare l'andamento di tali indicatori durante il funzionamento dell'opera e, nel caso vengano rilevate variazioni significative, verranno adottate misure volte ad ottenere valori corretti.
Per quanto riguarda le portate di piena, è possibile considerare l'impatto dell'opera trascurabile in quanto non vengono create nuove opere trasversali all'alveo ma si utilizzano traverse esistenti.
Relativamente ai principali parametri della corrente, quali velocità, profondità e contorno bagnato, con l'utilizzo del software HEC-RAS 4.1.0, descritto nei paragrafi

precedenti, è stata stimato il loro andamento nel tratto sotteso nelle condizioni di portata media naturale (2,74 m^3/s) e portata di rilascio (0,2 m^3/s).
La velocità della corrente nel tratto sotteso in condizioni medie naturali risulta variabile tra 0,2 e 0,5 m/s, mentre in corrispondenza della portata di rilascio si riduce a 0,1 m/s; relativamente alla profondità, il software stima una diminuzione di modesta entità, dell'ordine dei 10 cm, legata alla presenza della traversa di valle la cui quota di sfioro determina l'altezza dell'acqua.

5.4 Suolo

5.4.1 Fase di cantiere

La costruzione dell'opera di presa e della derivazione farà uso della sponda sinistra del corso d'acqua. Verrà costruita una strada di accesso alle opere a partire dall'opera di presa fino alla centrale che correrà parallela al canale di derivazione, di larghezza pari a circa 2 m. Al termine del cantiere il terreno occupato oltre la strada di accesso e il canale sarà riportato in pristino stato.
La costruzione genererà circa 500 m^3 di materiale di cui circa un terzo sarà riusato nel cantiere e la parte rimanente verrà venduta a stabilimenti di preparazione di materiali per l'edilizia oppure smaltita secondo le norme di legge.

5.4.2 Fase di esercizio

Non si prevedono impatti significativi su questa componente dato che l'opera di sbarramento del corso d'acqua che verrà utilizzata per la derivazione è già esistente e non subirà modificazioni significative. Potrebbe rilevarsi una diminuzione di trasporto solido nell'asta sottesa nel periodo di rilascio della portata di DMV (circa 6 mesi/anno): questo impatto, in considerazione anche della brevità del tratto sotteso può ritenersi trascurabile.
Dal punto di vista delle morfologia fluviale, le possibili variazioni indotte dall'impianto possono essere stimate di minima entità, in quanto non vengono creati sbarramenti che impedirebbero il deflusso della portata solida, mentre la derivazione delle acque interesserà un tratto di lunghezza limitata a 250 m.

5.5 Flora, Fauna, Ecosistemi

5.5.1 Fase di cantiere

La costruzione dell'opera comporterà limitate estirpazioni di piante ed arbusti che verranno messi da parte per essere rimessi a dimora una volta terminato il cantiere oppure verranno sostituiti con l'innesto di nuove piante autoctone alla chiusura del cantiere.
È stato effettuato un rilievo delle piante interferenti con le opere in progetto, dal quale risulta che gli esemplari che potranno essere rimossi durante il cantiere in totale sono circa 35, costituiti principalmente da robinia, con qualche esemplare di salice e ontano nero.
Per quanto riguarda le opere da realizzare in prossimità dell'alveo, verranno utilizzate tecniche in grado di evitare l'aumento di torbidità nell'alveo, quali, per esempio, un'adeguata protezione del corso d'acqua dal cantiere dell'opera di presa, prosciugamento lento e progressivo delle acque.
Le opere verranno realizzate in periodi non coincidenti con i periodi riproduttivi delle specie ittiche presenti, in modo da evitare di creare una pressione ambientale nei periodi di maggiore sensibilità.

5.5.2 Fase di esercizio

In fase di esercizio, il rilascio previsto garantisce un impatto di modesta entità. Inoltre la costruzione della scala di rimonta dei pesci permetterà di ristabilire il continuum fluviale in un tratto di fiume che attualmente risulta interrotto, permettendo alle specie presenti la risalita del corso d'acqua.
Sarà inoltre possibile effettuare dei monitoraggi per la valutazione dei parametri biologici del corso d'acqua per valutare l'andamento degli indicatori biologici durante il funzionamento dell'opera e, nel caso vengano rilevate variazioni significative, verranno implementate delle adeguate misure di compensazione.

5.6 Rumore

5.6.1 Fase di cantiere

La costruzione dell'opera peggiorerà il clima acustico della zona, ma solo di giorno e nei giorni feriali essenzialmente nei primi 4 mesi di cantiere. Il proponente assicurerà un monitoraggio che garantirà la minimizzazione dell'impatto.

5.6.2 Fase di esercizio

Il modello utilizzato per la stima del clima acustico, derivante dall'esercizio dell'impianto in esame, é basato sulla relazione:

$$L_p = L_w - 20 \log_{10} r - 8$$

Lp = livello di pressione sonora, dB
Lw = potenza della sorgente sonora, dB
r = distanza dalla sorgente, m

considerando una sorgente sonora di potenza pari a 80 dBA in grado di irradiare rumore in tutte le direzioni e raddoppiando cautelativamente l'intensità acustica nella emisfera al di sopra del piano della sorgente.
Il livello totale di pressione sonora in un punto é stato calcolato con la relazione:

$$L_{pTOT} = 10 \log_{10}(10^{Lpimm/10} + 10^{LpAMB/10})$$

LpAMB = livello pressione sonora ante-operam nel punto considerato

Tutte le schermature, pur presenti, sono state trascurate.
I risultati della simulazione della diffusione del rumore dall'unica fonte rilevante, la centrale, con livello di potenza sonora L_w pari al massimo a 80 dBA, sono riportati in Tabella 5.1; si osserva che già a 40 m dalla centrale la variazione di clima acustico notturno è inferiore ai limiti di legge, che, si ricorda, non valgono nel caso in esame, non essendoci zonizzazione e vengono usati qui a solo scopo cautelativo. All'interno di tale distanza, non vi sono ricettori sensibili.

Tabella 5.1 – Livello di pressione sonora a varie distanze dalla centrale

Distanza m	Livello Pressione sola centrale dBA	Lp combinato con ambiente diurno dBA	Lp combinato con ambiente notturno dBA	Variazione diurna dBA	Variazione notturna dBA
10	52,00	53,2	52,3	6,22	12,27
20	45,98	49,5	47,0	2,55	6,96

30	42,46	48,3	44,4	1,32	4,41
40	39,96	47,8	43,0	0,79	2,99
50	38,02	47,5	42,1	0,52	2,13
60	36,44	47,3	41,6	0,37	1,58
70	35,10	47,2	41,2	0,27	1,22
80	33,94	47,2	41,0	0,21	0,96
90	32,92	47,1	40,8	0,17	0,78
100	32,00	47,1	40,6	0,14	0,64

5.7 Paesaggio

L'opera non comporterà impatti sostanziali al paesaggio e non è in contrasto con le indicazioni del Piano Paesaggistico.
L'opera di sbarramento fluviale risulta già esistente, lateralmente ad esso, in sponda idrografica sinistra, verrà realizzato un manufatto di presa e un canale che correrà lungo la sponda dal fiume, ad una distanza dal ciglio di circa 15 m. Il percorso del canale è stato progettato in modo da minimizzare le interferenze con la vegetazione esistente e lungo il tracciato sarà possibile impiantare essenze vegetali autoctone, quale opera di mitigazione.
Le parti in vista dell'opera di presa, e della vasca di carico e la centrale saranno realizzati con materiali e colori compatibili con il paesaggio.
Con l'esecuzione dei lavori saranno attuati i necessari interventi, mediante tecniche di ingegneria naturalistica, per ottenere la miglior mitigazione di tutte le opere parallelamente ad un rapido recupero ambientale.
L'elettrodotto di connessione alla rete sarà interrato, quindi senza impatto sul paesaggio.

5.8 Radiazioni

Le sole radiazioni, di tipo non ionizzante, generate dall'opera saranno quelle dell'elettrodotto, il cui tracciato permette distanze da ambienti presidiati in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge n° 36 del 22/02/2001, con riferimento al limite di qualità dei campi magnetici di 3 μT.
Nella seguente figura è riportato l'andamento del campo magnetico a 1 m dal suolo considerando cautelativamente una linea in media tensione con una corrente di esercizio di 10 A (superiore a quella generata dall'impianto in esame) e tre cavi unipolari di sezione 16 mm^2.

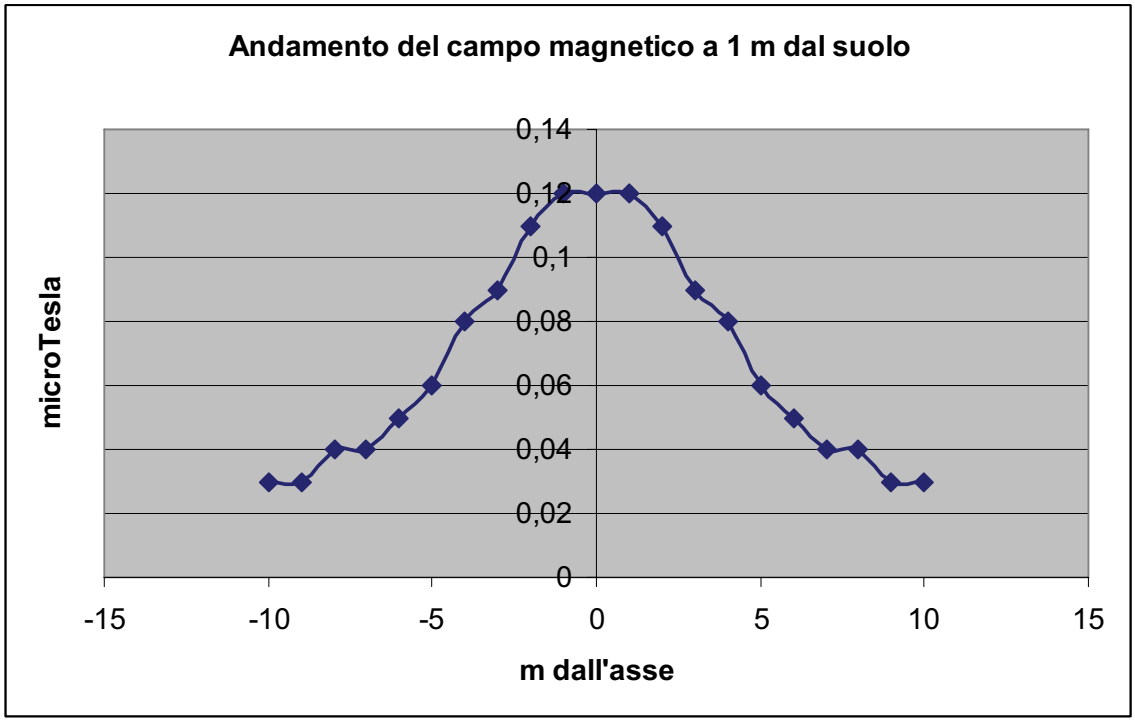


Figura 5.1– Campo magnetico in microtesla (asse Y) per una linea aerea 15 kV a 1 m dal suolo in funzione della distanza dal conduttore centrale

5.9 Bilancio degli impatti e mitigazioni

Si è osservato in altra parte del presente documento che, nell'ambito della ricerca di fonti energetiche rinnovabili promossa con forza dall'Unione Europea e dal nostro Paese, l'asta in esame rappresenta una buona opportunità per l'uso idroelettrico, in quanto utilizza una traversa esistente per l'opera di presa e le portate presenti sul corso d'acqua permettono una buona produzione di energia per buona parte dell'anno.
Si è anche osservato che l'asta selezionata presenta un salto attualmente non sfruttato in cui non vi sono elementi sensibili.
Va ricordato che la pianificazione energetica regionale considera con favore nuovi impianti idroelettrici con buona sostenibilità economica ed ambientale.
Gli impatti ambientali negativi sono essenzialmente in fase di cantiere, in buona parte per una durata massima di circa 4 mesi. Tra essi i maggiori sono quello sul suolo, dovuto principalmente agli scavi per la realizzazione del canale e della centrale e sul rumore. In fase di esercizio invece la maggioranza degli impatti sono positivi o neutri, da quello socioeconomico, alla riduzione delle emissioni, alla realizzazione di una scala di rimonta per pesci in grado di ristabilire la continuità ecologica del corso d'acqua, attualmente interrotta dalle traverse esistenti.

Per avere un inserimento dell'opera all'interno dell'ambiente esistente poco impattante sono state previste diverse mitigazioni/compensazioni:

- minimizzazione della lunghezza del tracciato del canale;
- le parti a vista dell'opera di presa saranno in gran parte costruiti con materiali compatibili con gli argini del corso d'acqua (pietre locali);

- l'edificio di alloggiamento della centrale di produzione e le componenti dell'opera di presa saranno rivestite in gran parte con pietrame e legno, limitando le parti in calcestruzzo a vista;
- le strade di servizio sono ubicate principalmente su tracciati esistenti, che verranno se necessario adattati;
- verrà monitorato il rumore in fase di cantiere e presi provvedimenti per minimizzarlo;
- verrà realizzata una scala di rimonta sulla traversa di presa, che attualmente costituisce un'interruzione del continuum fluviale;

Si riassumono nel seguito gli elementi di verifica dell'Allegato IV del D.Lgs 152/06:

Caratteristiche

- *Dimensioni del progetto*: mini-idroelettrico sul Bormida di Millesimo in comune di Murialdo (SV), di potenza installata 80 kW circa con opera di presa su guado degradato esistente che verrà ripristinato e dotato di rampa di risalita.
- *Cumulo con altri progetti*: le derivazioni idroelettriche esistenti lungo il Bormida di Millesimo maggiormente prossime al tratto in esame si trovano in comune di Millesimo, distanti 3 km circa.
- *Utilizzo risorse naturali*: unica risorsa utilizzata è l'acqua, su cui l'impatto sarà limitato principalmente dalla lunghezza assai limitata del tratto sotteso, inoltre durante i periodi di magra, l'impianto non entrerà in funzione.
- *Produzione rifiuti*: la costruzione del canale genererà circa 500 m3 di materiale di scavo, di cui buona parte sarà riutilizzata per le opere e il resto venduto a imprese di costruzione o smaltito secondo le norme di legge. In fase di esercizio, si prevede la sola produzione di lubrificanti esausti, in quantità limitate, che saranno conferiti al consorzio obbligatorio.
- *Inquinamento e disturbi ambientali*: verranno prese precauzioni per limitare polvere e rumore in fase di cantiere e mantenere a zero l'inquinamento e l'alterazione del clima acustico
- *Rischio incidenti*: la probabilità di eventi incidentali maggiori, legati all'esercizio dell'impianto può essere considerata trascurabile, principalmente perché l'opera di sbarramento (alla quale sono collegati i principali rischi) è già esistente.

Localizzazione

- *Stato dei luoghi*: geologia costituita da formazioni caratterizzate da sedimenti fini metamorfosati, qualità ambientale buona, popolazione ittica caratterizzata da specie ciprinicole, soprattutto barbo e vairone, in grado di utilizzare la scala di rimonta prevista.
- *Qualità e capacità rigenerativa delle risorse naturali*: il progetto si situa su un corso d'acqua stagionale con acque di buona qualità e quantità e buone capacità rigenerative
- *Capacità di carico soprattutto delle zone protette o critiche*: le zone protette vicine non sono influenzate dal progetto; il corso d'acqua possiede alcune criticità:
  - ✓ l'altezza dell'onda di piena, che non viene alterata rispetto alla situazione attuale in quanto si utilizza una traversa esistente,
  - ✓ la vegetazione ripariale, che verrà interamente ripristinata ove danneggiata dall'opera,
  - ✓ la fauna ittica, che potrà comunque utilizzare la rampa di risalita prevista dal progetto, attualmente non esistente.

Impatti

- *Portata degli impatti*: riportata nella sezione "Caratteristiche" che precede.
- *Natura transfrontaliera degli impatti*: il progetto ha effetto unicamente nel comune di Murialdo, salvo i trasporti di cantiere che utilizzeranno in parte l'uscita autostradale di Millesimo e la SP51 Millesimo-Calizzano.
- *Caratteristiche degli impatti*: le principali caratteristiche degli impatti sono riassunte nella tabella seguente.

Tabella 5.2 – Riepilogo degli impatti

	Caratteristiche dell'impatto					
Componente	**Grandezza**	**Complessità**	**Probabilità**	**Durata**	**Frequenza**	**Reversibilità**
Acqua	Derivazione di una portata massima di 5 m^3/s e media di 1,86 m^3/s	Limitata, restituzione 260 m a valle	Certa	Circa 250 giorni all'anno per la vita del progetto (30 anni)	Continua durante ore di funzionamento	La portata si reintegra a fine vita del progetto
Aria	Impatto positivo per minore produzione termoelettrica		Certa	Circa 250 giorni all'anno per la vita del progetto (30 anni)	Continua durante ore di funzionamento	Si annulla alla fine della vita del progetto
Fauna	Possibile riduzione del numero di pesci nel tratto sotteso	Limitata influenza sulla catena alimentare, grazie a realizzazione scala di rimonta e rilascio del DMV	Limitata (la realizzazione delle scala di rimonta permetterà di collegare ecologicamente il tratto sotteso con il corso d'acqua, situazione attualmente non presente)	Oltre il progetto		Eventualmente reversibile con ripopolamento
Flora	Possibile riduzione della vegetazione ripariale	Limitata da ripiantumazione	Molto bassa	Oltre il progetto		Eventualmente reversibile con impianto nuovi esemplari
Paesaggio	Introduzione di un canale e di un edificio di restituzione	Limitata da dimensione delle opere e mitigazioni (materiali, massimo uso di viabilità esistente)	Certa	Pari al progetto		Reversibile con dismissione
Radiazioni	Trascurabile					
Rumore	Rilevante in cantiere, trascurabile in esercizio	Varie fonti di rumore durante il cantiere	Media	1 anno circa	Ore diurne feriali	Completa a fine cantiere
Socio-ecomonico	Creazione di lavoro e convenzioni con comuni		Certa	Pari al progetto		Lavoro massimo durante il cantiere, convenzione per tutta la vita del progetto
Suolo	Circa 500 mc di scavi in aree geologicamente stabili	Riutilizzo di circa il 70% delle terre di scavo	Limitata	Oltre il progetto		Non completamente reversibile

6 PRINCIPALE BIBLIOGRAFIA e NORMATIVA APPLICABILE

Becciu, Paoletti, Fondamenti di costruzioni idrualiche, Milano 2010
Beaty et al, Handbook of electrical engineering, New York 1997
Bo T., Fenoglio S., Lineamenti di ecologia fluviale, Milano, 2009
CEI, EN 61116, Guida per l'equipaggiamento elettromeccanico di piccoli impianti idroelettrici, 1996
Clemen D.M., Hydro Plant Electrical Systems, New York, 1999
Davis, Handbook of applied hydraulics, New York, 1966
Del Monaco, Piccole centrali idroelettriche, Bergamo 2007
Evangelisti F, Impianti idroelettrici, Bologna 1977
Hydro Air Bank, Sbarramenti idraulici a geometria variabile, 2008
IEEE 1020-1988, Guide for control of small hydroelectric power plants, 1988
Ingegnoli V., Giglio E., Ecologia del Paesaggio, Napoli 2007
Lazzarin R., Strada M, Elementi di Acustica Tecnica, Padova 2005
Layman's Handbook on how to develope a small hydro site, Brussel 1998
Lorenzoni A., Bano L., Costi di generazione da fonti rinnovabili, Roma 2007
Parmakian J., Waterhammer analysis, New York, 1955
Pini Prato Enrico, Le scale di risalita per la tutela del patrimonio ittico,2001
Provincia di Modena, Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei passaggi per pesci, 2006
Wilson EM, Engineering Hydrology, London, 1990
Usai E., Manuale di idrologia, Milano 2008
Tanzini M. Impianti idroelettrici, Palermo 2008
Voith Siemens AG, Turbine Selection Manual, 2005
Warnick C.C., Hydropower Engineering, New York, 1967