

# Unione Montana Valli Borbera e Spinti

Piazza Europa, n. 13 - 15060 Borghetto di Borbera (AL)

## Comune di Grondona

Via Vittorio Emanuele II, n. 2 - 15060 Grondona (AL)



Accordo di Programma ai sensi dell'art. 8, comma 4, della L.R. 13/1997.

Piano degli interventi annualità 2014 – 2015

## **PROGETTO DEFINITIVO**

### **COSTRUZIONE INVASO ARTIFICIALE LOC. TORRENTE SPINTI COMUNE DI GRONDONA**

## **RELAZIONE TECNICA**

Novi Ligure, Ottobre 2021

**Il tecnico:**

**Ing. Enrico Vecchione**

---

**Il Presidente**

**Ing. Silvio Barbieri**

---

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>LOCALIZZAZIONE DELLO SBARRAMENTO</b>	<b>3</b>
2.1	CAMPAGNE DI INDAGINE SVOLTE E SCELTE PROGETTUALI	4
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL CORSO D'ACQUA INTERESSATO</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE DELL'INVASO</b>	<b>5</b>
5.1	OPERE IN PROGETTO	5
5.2	VOLUME E LIMITI DELL'INVASO	6
<b>6</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	<b>13</b>
6.1	VALUTAZIONE PORTATE DI PIENA DEL BACINO SOTTESO	14
<b>7</b>	<b>MODALITA' DI GESTIONE E SVUOTAMENTO DELL'INVASO</b>	<b>15</b>
7.1	DIMENSIONAMENTO SCARICO DI FONDO	16
7.2	DIMENSIONAMENTO SCARICO DI SUPERFICIE	16
<b>8</b>	<b>CALCOLO DELL'EFFETTO DI LAMINAZIONE</b>	<b>16</b>
<b>9</b>	<b>VERIFICA DELLE TENSIONI TANGENZIALI AGENTI SUL PARAMENTO DELL'INVASO</b>	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>SBARRAMENTI IN CALCESTRUZZO ARMATO</b>	<b>23</b>
<b>11</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE</b>	<b>25</b>
11.1	ACCESSI ED AREE DI CANTIERE	25
11.2	SCAVI E RIPORTI	25
11.3	MISURE DI MITIGAZIONE PER GLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI IN ACQUE SUPERFICIALI	28
11.4	MISURE DI MITIGAZIONE PER GLI SCARICHI IDRICI DEL CANTIERE	32
11.5	MITIGAZIONE DA ATTUARE NEI CONFRONTI DELLA FAUNA ITTICA (D.G.R. N. 72-13725 DEL 29 MARZO 2010 e Deliberazione del Consiglio regionale 29 settembre 2015, n. 101-33331)	32
<b>12</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>34</b>

## 1 PREMESSA

La presente Relazione Tecnica riguarda la richiesta di costruzione e esercizio di un nuovo invaso da realizzarsi presso il Comune di Grondona nell'alveo del torrente Spinti, con funzione di bacino di accumulo, per sopperire alle carenze estive che negli ultimi anni hanno messo in grave difficoltà gli allevatori ed i contadini locali, e di laminazione della piena con tempo di ritorno 200 anni.

Il progetto prevede di realizzare un invaso parzialmente interrato in sponda destra del torrente Spinti a monte dell'abitato di Grondona completamente in area demaniale.

La struttura, costituita in parte in calcestruzzo ed in parte in massi ciclopici con nucleo di tenuta in argilla, crea un invaso di circa 14.000 metri cubi e raccoglie le acque del versante in sponda destra che insiste sull'invaso in progetto; in base agli art.8 *"Autorizzazione per nuovi invasi"* e art.10 *"Documentazione progettuale"* del Regolamento Regionale n°12/R, l'opera in progetto rientra nella **tipologia D (invasi e piccole dighe) categoria A2 (sbarramenti con altezza fino a dieci metri e con volume di invaso fino a trenta mila metri cubi)**.

L'intervento è illustrato e descritto nei seguenti elaborati grafici e descrittivi:

### **ELABORATI GRAFICI**

<b>N°</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>SCALA</b>
<b>1</b>	<b>COROGRAFIA E BACINO DI DRENAGGIO</b>	<b>1:10000-1:2000</b>
<b>2</b>	<b>ESTRATTO CATASTALE CON OPERE IN PROGETTO</b>	<b>1:1000</b>
<b>3</b>	<b>PLANIMETRIA STATO ATTUALE SU FOTO AEREA CON OPERE IN PROGETTO</b>	<b>1:500</b>
<b>4</b>	<b>PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO</b>	<b>1:500</b>
<b>5</b>	<b>SEZIONE LONGITUDINALE STATO DI PROGETTO</b>	<b>1:500</b>
<b>6</b>	<b>SEZIONI TRASVERSALI STATO DI PROGETTO</b>	<b>1:200</b>
<b>7</b>	<b>SEZIONI TRASVERSALI STATO DI PROGETTO</b>	<b>1:200</b>
<b>8</b>	<b>DETTAGLIO PARAMENTO</b>	<b>1:100</b>
<b>9</b>	<b>PLANIMETRIE AREE ESONDABILI PIENA T:200 ANNI</b>	<b>1:2000</b>
<b>10</b>	<b>PLANIMETRIA AREE ESONDABILI COLLASSO INVASO</b>	<b>1:2000</b>
<b>11</b>	<b>PLANIMETRIA DRENAGGI</b>	

**ELABORATI DESCRITTIVI**

<b>N°</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>FORMATO</b>
<b>1</b>	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	<b>A4</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</b>	<b>A4</b>
<b>3</b>	<b>VERIFICA IDRAULICO COLLASSO</b>	<b>A4</b>
<b>4</b>	<b>RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	<b>A4</b>
<b>5</b>	<b>DICHIARAZIONE FATTIBILITA' STRUTTURALE (modello 8)</b>	<b>A4</b>
<b>6</b>	<b>RELAZIONE SPECIALISTICA FORESTALE</b>	<b>A4</b>
<b>7</b>	<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	<b>A4</b>
<b>8</b>	<b>RELAZIONE PAESAGGISTICA</b>	<b>A4</b>
<b>9</b>	<b>ANLISI DEL TERRENO</b>	<b>A4</b>

Con il presente studio sono stati analizzati i seguenti punti:

- La scelta relativa alla localizzazione dello sbarramento, con riferimento alla stabilità dei pendii circostanti e delle opere interessate dall'invaso, considerando anche l'eventuale sismicità della zona, delle abitazioni ed infrastrutture presenti a valle.
- L'indicazione delle campagne di indagine svolte, delle conseguenti scelte progettuali e delle misure di prevenzione dei rischi a tutela della pubblica incolumità.
- Le caratteristiche dell'invaso e le modalità di gestione e di svuotamento dello stesso.
- I dati idrologici ed i calcoli idraulici che giustificano il valore assunto per l'invaso di progetto
- Descrizione degli sbarramenti in calcestruzzo armato.
- Lo studio delle condizioni di deflusso a valle per ipotetico collasso dello sbarramento.

La struttura che si prevede di realizzare ha un'altezza massima al di sopra del piano di campagna di circa 2,40 metri e altezza assoluta interna massima di 3,40 m. Al fine di incrementare il volume di invasore riducendo le dimensioni delle strutture e i volumi di materiali da movimentare, sono previsti, all'interno del bacino, due salti realizzati mediante setti in calcestruzzo armato.

## **2 LOCALIZZAZIONE DELLO SBARRAMENTO**

Il nuovo invasore è localizzato sul torrente Spinti, circa 550 m a sud dell'abitato di Grondona.

La zona circostante l'area in cui si prevede di realizzare l'invasore presenta pendenza debole per circa 50-60 m oltre tale distanza dalla sponda destra la pendenza aumenta trattandosi di un'area collinare.

Per quanto riguarda la sismicità, in base alla OPCM 3274/2003 e al DGR 19.01.2010 n°11-13058 l'area è classificata in Zona Sismica 3. Si sottolinea che a valle e nell'intorno dell'area di progetto, sia in sponda sinistra che in sponda destra, non vi sono abitazioni, ma aree agricole e boschive.

## **1.1 CAMPAGNE DI INDAGINE SVOLTE E SCELTE PROGETTUALI**

In fase preliminare è stato eseguito un rilievo topografico dell'area di progetto e n°4 scavi esplorativi, una prova sismica MASW ed una prova sismica RIFRAZIONE (vedi relazione geologica), a seguito delle quali si è ritenuto tecnicamente fattibile il posizionamento del bacino di accumulo in sponda orografica destra del torrente Spinti, essendo presente un'ampia area demaniale scarsamente interessata da fenomeni alluvionali e caratterizzata da accumuli di materiale litoide.

La scelta di tale localizzazione deriva dall'analisi dei seguenti fattori:

- Su sponda sinistra non è disponibile spazio sufficiente per posizionare l'impianto in progetto, in quanto la sponda è caratterizzata immediatamente dalla presenza del versante e risulta poco accessibile per una futura manutenzione;
- La localizzazione individuata in sponda destra permette di posizionare l'invaso in un'area pressoché pianeggiante realizzando l'invaso parzialmente interrato ed asportando il materiale d'alveo in eccesso; l'area è facilmente raggiungibile con i mezzi da lavoro tramite una breve pista sterrata esistente.

Il progetto prevede infine il ripristino delle aree di cantiere e la sistemazione ambientale esterna delle aree circostanti realizzando inoltre una pista in sponda destra a margine dell'invaso.

## **3 CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO**

L'invaso in progetto consentirà di drenare il bacino imbrifero che insiste in sponda destra a monte dell'opera di contenimento in progetto.

Tale bacino, riportato nella tavola di progetto n.1 "Corografia e bacino di drenaggio" ha una superficie di circa 0,86 km<sup>2</sup>.

Il bacino imbrifero ha una lunghezza di 610 m ed interessa il versante in sponda destra adiacente all'invaso di progetto. La larghezza massima del bacino imbrifero è di 220 m, mentre la media è pari a circa 192 m.

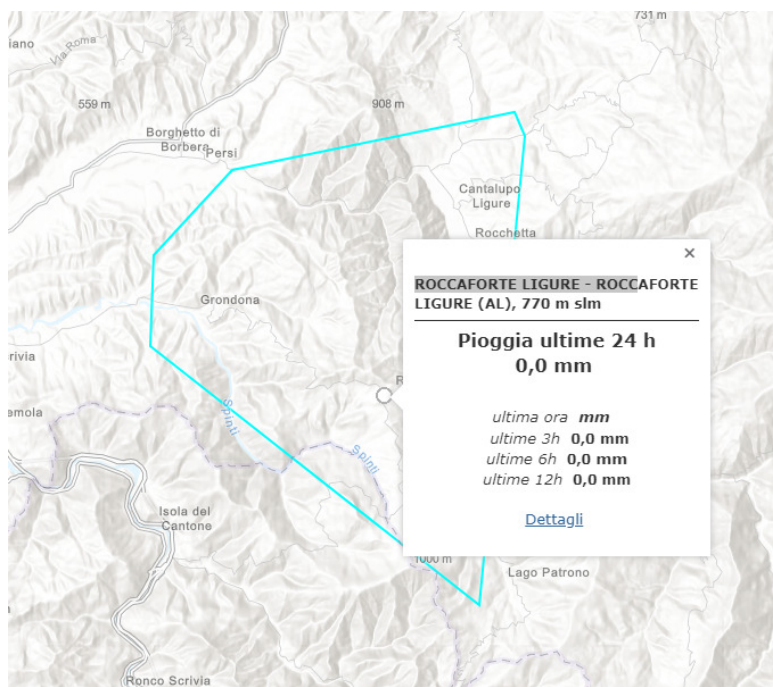
La quota minima è di 313.50 m s.l.m. corrispondente alla quota minima dell'opera in progetto, mentre la quota massima del bacino è posta a circa 440 m s.l.m.

Il bacino imbrifero drenato dall'invaso in progetto non contiene affluenti diretti del torrente Spinti. In sponda destra, a circa 120 m a monte dell'invaso, non captato, è presente il rio Sambuseigo, mentre circa 170 m a valle della sezione di chiusura dell'invaso è presente un fosso senza nome.

Dal punto di vista dell'uso del suolo il bacino drenato risulta in massima parte ricoperto da bosco e solo la parte di valle, adiacente all'area di progetto, risulta coltivata prevalentemente ad orti.

Nel bacino non sono presenti stazioni pluviometriche, le stazioni pluviometriche più vicine all'area di progetto sono quella di Roccaforte Ligure a quota 770 m s.l.m. e quella di Arquata Scrivia a quota 325 m

s.l.m. L'area di progetto è coperta dalla stazione pluviometrica di Roccaforte Ligure, come mostrato dall'immagine seguente.



*Figura 1: Area interessata dalla stazione pluviometrica di Roccaforte Ligure.*

## **4 CARATTERISTICHE DEL CORSO D'ACQUA INTERESSATO**

L'invaso in progetto è localizzato in sponda destra dell'alveo del torrente Spinti in una zona attualmente inattiva. Il torrente Spinti nel tratto compreso tra 500 m a monte dell'invaso e 500 m verso valle presenta un andamento sinuoso pluricursale, attualmente in corrispondenza della zona di progetto il canale principale attivo si trova in sponda sinistra, mentre immediatamente a valle dell'invaso in progetto il canale attivo scorre in sponda destra.

Nell'area di progetto e nel tratto indagato 500 m a monte e a valle dello stesso non sono presenti opere di difesa spondale, arginature e opere trasversali che possano interferire con il corso d'acqua.

L'alveo del torrente Spinti presenta una larghezza media, nell'area in esame, di circa 100 m, la pendenza risulta pari a 2,5-3%.

## **5 CARATTERISTICHE DELL'INVASO**

### **1.2 OPERE IN PROGETTO**

L'invaso in progetto verrà realizzato parzialmente interrato, asportando e movimentando il materiale d'alveo accumulato nell'area di progetto.

Lo sbarramento, che interessa solo parzialmente la sezione trasversale del torrente Spinti, verrà realizzato in parte in calcestruzzo armato ed in parte in massi ciclopici con nucleo in argilla, come riportato nelle tavole grafiche allegate alla presente documentazione.

Per ridurre il materiale da movimentare e incrementare il volume di invaso, all'interno del bacino sono previsti due setti trasversali in calcestruzzo che permetteranno di creare un invaso a cascata su 3 livelli.

I setti saranno a quote inferiori rispetto allo sbarramento longitudinale.

Nel dettaglio si prevede in calcestruzzo armato il fronte verso valle perpendicolare al corso d'acqua dove verrà realizzato lo sfioratore di superficie e lo scarico di fondo. La quota massima di regolazione di valle è pari a 313.50 m s.l.m. mentre il coronamento dello sbarramento è previsto alla quota 313.90 m s.l.m..

Tale quota risulta 1,32 m al di sopra del livello di piena con periodo di ritorno 200 anni del torrente Spinti, calcolato cautelativamente senza considerare l'effetto dovuto alla laminazione

Lo sfioratore di superficie avrà una larghezza di 7 m ed un'altezza di 0,40 m.

Il fondo dell'invaso è posto a quota 310.90 m s.l.m.

Circa 73 m a monte dal fronte di valle è previsto il primo setto in calcestruzzo, tale setto permette di elevare il livello dell'acqua nel tratto di monte alla quota 314.50 m s.l.m..

L'acqua invasata potrà sfiorare al di sopra del setto senza fuoriuscire lateralmente in quanto lo sbarramento laterale in massi avrà quota sommitale minima pari a 315.50 m s.l.m..

Il fondo del secondo bacino verrà realizzato a quota 311.50 m s.l.m..

Il setto avrà pertanto un'altezza di 3,00 m dal fondo dell'invaso.

Il secondo setto in calcestruzzo verrà localizzato circa 66 m a monte e permetterà di elevare ulteriormente il livello dell'invaso a quota 317.00 m s.l.m.

Il terzo tratto di bacino avrà una lunghezza di 125 m circa e quota di fondo pari a 313.60 m s.l.m.

Il secondo setto in calcestruzzo avrà altezza 3.40 m rispetto al fondo dell'invaso.

Nel terzo tratto di bacino si prevede di realizzare uno sfioratore laterale per consentire la laminazione della piena con tempo di ritorno 200 anni. Tale sfioratore avrà lunghezza di 53 m e quota di soglia pari a 317.60 m s.l.m., 40 cm al di sotto della quota del paramento dell'invaso.

In sponda destra dell'invaso si prevede di realizzare una pista sterrata che avrà franco di sicurezza pari ad almeno 1 m rispetto al livello massimo di regolazione dell'invaso.

### **1.3 VOLUME E LIMITI DELL'INVASO**

L'invaso in progetto, come descritto nel paragrafo precedente avrà una lunghezza totale di circa 265 m e superficie pari a circa 8900 m<sup>2</sup>.

Il volume massimo di regolazione, corrispondente all'incipiente sfioro sarà pari a 14.029 mc e corrisponde alla quota del bacino di valle pari a 313.50 m s.l.m., mentre il volume massimo di invaso sarà pari a 15.736 mc, che corrisponde alla quota 313.90 m s.l.m. del bacino di valle.

La profondità minima dell'invaso si ha nel bacino di valle ed è pari a 2.60 m, mentre la profondità massima si ha nel bacino di monte ed è pari a 3.40 m.

**RELAZIONE TECNICA**

Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo

---

Il volume di invaso di regolazione è stato calcolato utilizzando le sezioni riportate nelle tavole di progetto e risulta pari a 14.029 mc come riportato nella tabella seguente:

**VOLUMI INVASO di regolazione**

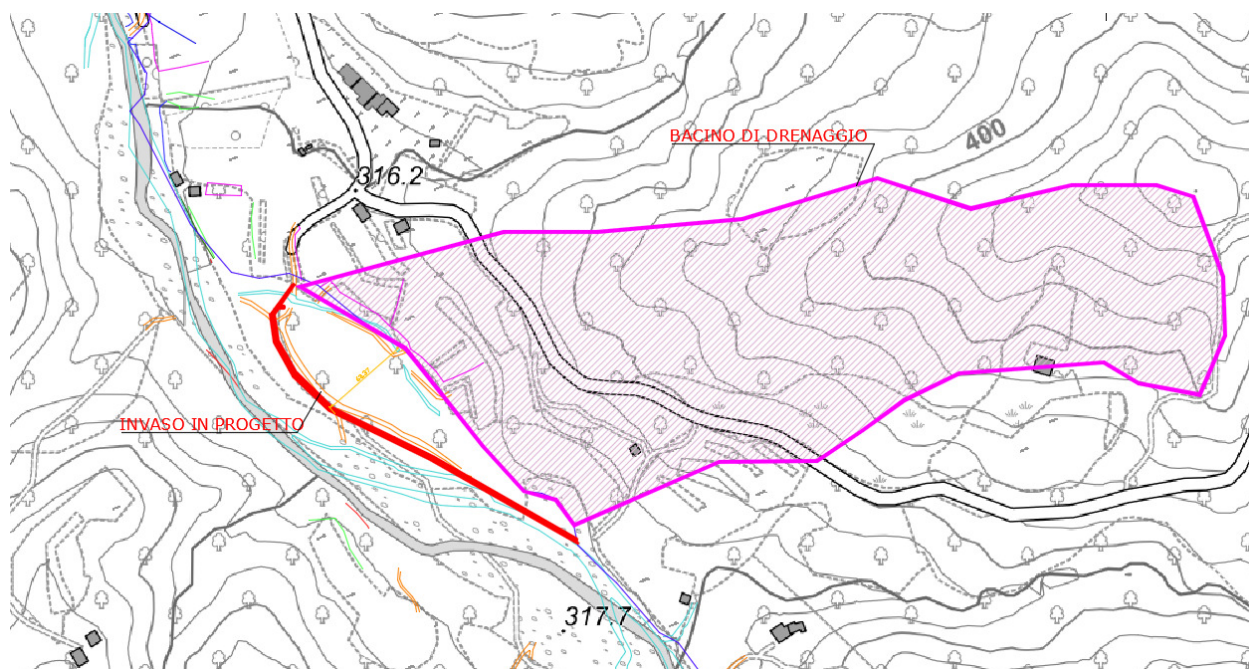
	<b>Area</b>	<b>lunghezza</b>	<b>Area media</b>	<b>Volume</b>
<b>sez.3.9</b>	57			
		7.5	70	525
<b>sez.4</b>	83			
		30	97	2910
<b>sez.5</b>	111			
		46.3	106	4907.8
<b>sez.6</b>	101			
		66	69	4554
<b>sez.6.5</b>	37			
		37	21	777
<b>sez.6.8</b>	5			
		71	5	355
<b>SEZ.7</b>	5			
<b>TOTALE</b>				<b>14029</b>

**Tabella 1:** Valutazione del Volume d’Invaso con il metodo delle sezioni ragguagliate.

La figura seguente, estratta dalla tavola di progetto n. 1 “Corografia e bacino di drenaggio”, riporta l’area dell’invaso in progetto.



**RELAZIONE TECNICA**  
Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo

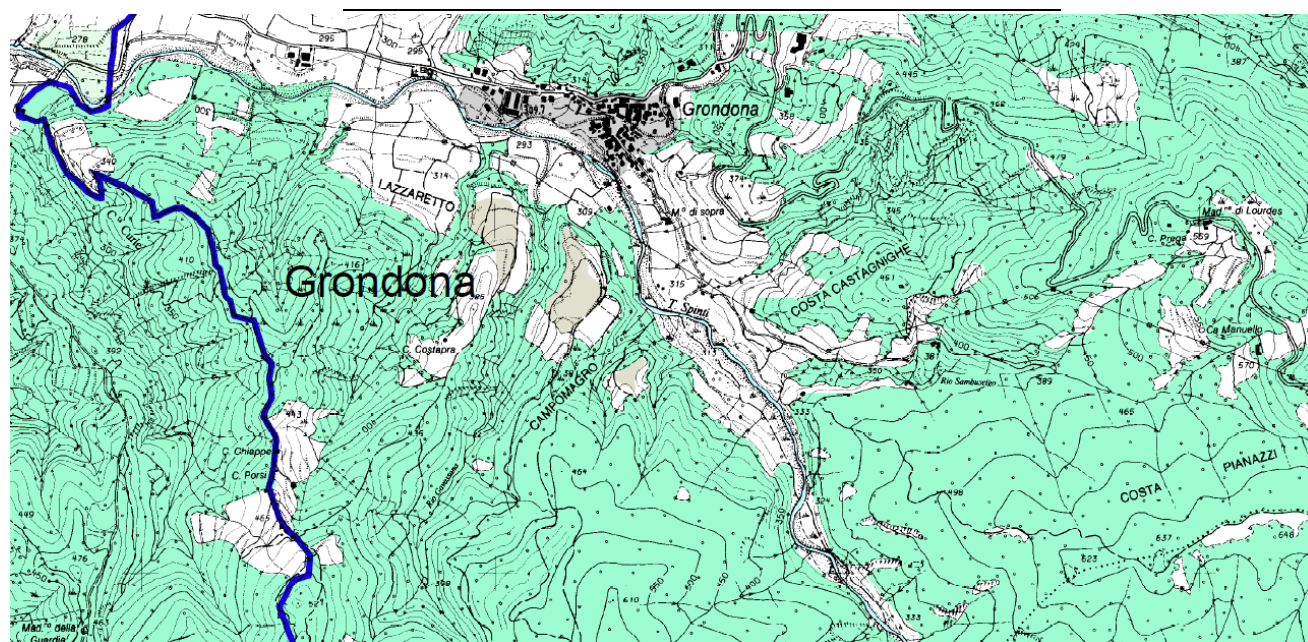


**Figura 2:** planimetria su CTR invaso in progetto e bacino di drenaggio.

**PIANO TERRITORIALE PROVINCIALE**  
Tavola n. 1 "Governo del territorio - Vincoli e tutele"

Scala 1:25000

195 SE


















# RELAZIONE TECNICA

## Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo


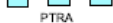


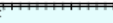







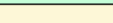
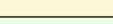


### LEGENDA

Assessorato alla pianificazione territoriale

DESCRIZIONE	RIFERIMENTO ALLE N.d.A.	SIMBOLO
<b>Titolo I - Disposizioni generali e finalità</b>		
Ambiti a vocazione omogenea	Art. 8	
<b>Titolo II - I vincoli, le tutele e i caratteri di identificazione del paesaggio</b>		
<b>Parte I - I vincoli storico-artistici, paesistici e ambientali</b>		
Aree vincolate ex lege 1497/39	Art. 10	
Aree vincolate ex lege 431/85	Art. 11	
- Zone appenniniche sopra i 1200 mt s.l.m.		
Zone di interesse archeologico	Art. 11.1	
- aree vincolate ex lege 1089/39		
- aree a rischio archeologico		
- aree di interesse archeologico		
Strumenti urbanistici sovraordinati	Art. 12	
<b>Parte II - I vincoli storico-artistici, paesistici e ambientali</b>		
Piano stralcio delle fasce fluviali:		
- Limite tra la fascia A e la fascia B		
- Limite tra la fascia B e la fascia C		
- Limite esterno della fascia C		
- Limite di progetto tra fascia B e fascia C		
Progetto Territoriale Operativo del Po		

Le informazioni topografiche sono desunte dal S.I.T. della Regione Piemonte.  
Dati di proprietà della Regione Piemonte.

Scala 1:25.000

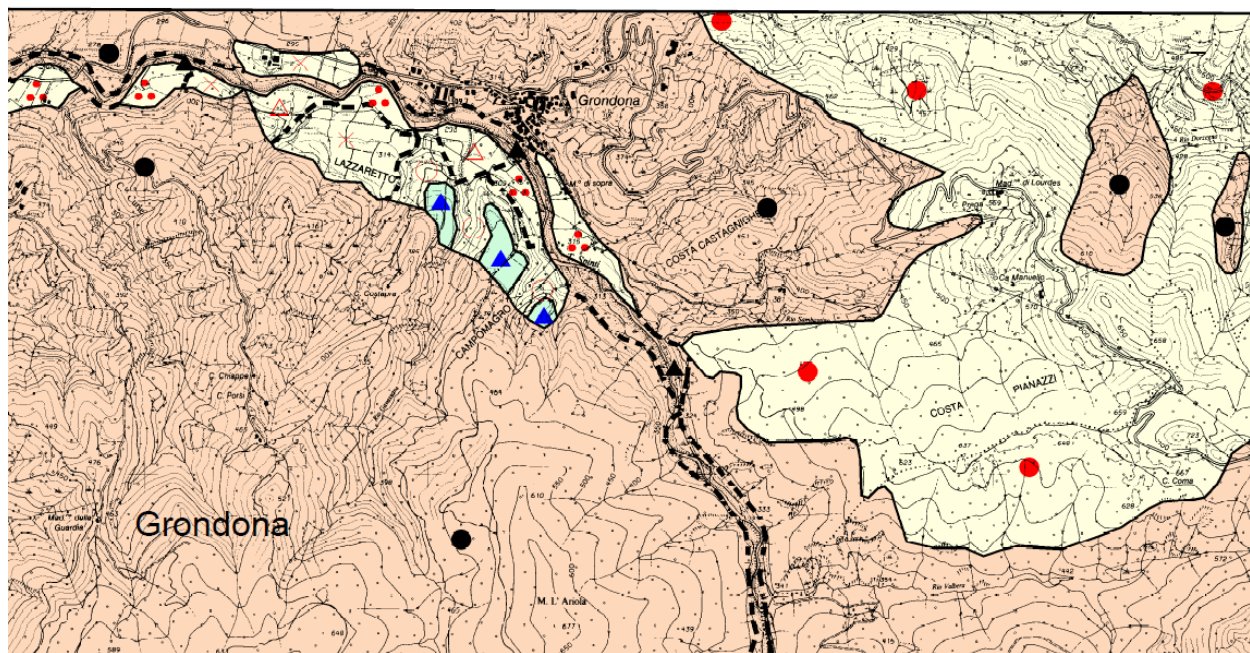
DESCRIZIONE	RIFERIMENTO ALLE N.d.A.	SIMBOLO
<b>Parte II - L'ambiente</b>		
Aree di approfondimento paesistico di competenza regionale	Art. 14.1	
Aree di approfondimento paesistico di competenza provinciale	Art. 14.2	
Aree protette esistenti	Art. 15.1	
Biotopi	Art. 15.2	
Aree di salvaguardia finalizzate all'istituzione di nuove aree protette	Art. 15.3	
Aree ambientalmente critiche di competenza regionale	Art. 16.1	
Aree a scarsa compatibilità ambientale di competenza provinciale	Art. 16.2	
Rete dei corsi d'acqua	Art. 17.1	
Invasi artificiali	Art. 17.2	
<b>Titolo III - I sistemi Territoriali</b>		
<b>Parte I - Il sistema dei suoli agricoli</b>		
Aree boscate	Art. 21.1	
Aree collinari di forte dominanza paesistica	Art. 21.2	
Suoli ad eccellente produttività	Art. 21.3	
Suoli a buona produttività	Art. 21.4	
Aree interstiziali a)	Art. 21.5	
Aree interstiziali b)	Art. 21.5	
<b>Parte II - Sistema insediativo</b>		
Territorio urbanizzato	Art. 22	

**PIANO TERRITORIALE PROVINCIALE**

Tavola n. 2 "Compatibilità geo-ambientale"

Scala 1:25000

195 SE





# RELAZIONE TECNICA

## Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo



### PIANO TERRITORIALE PROVINCIALE

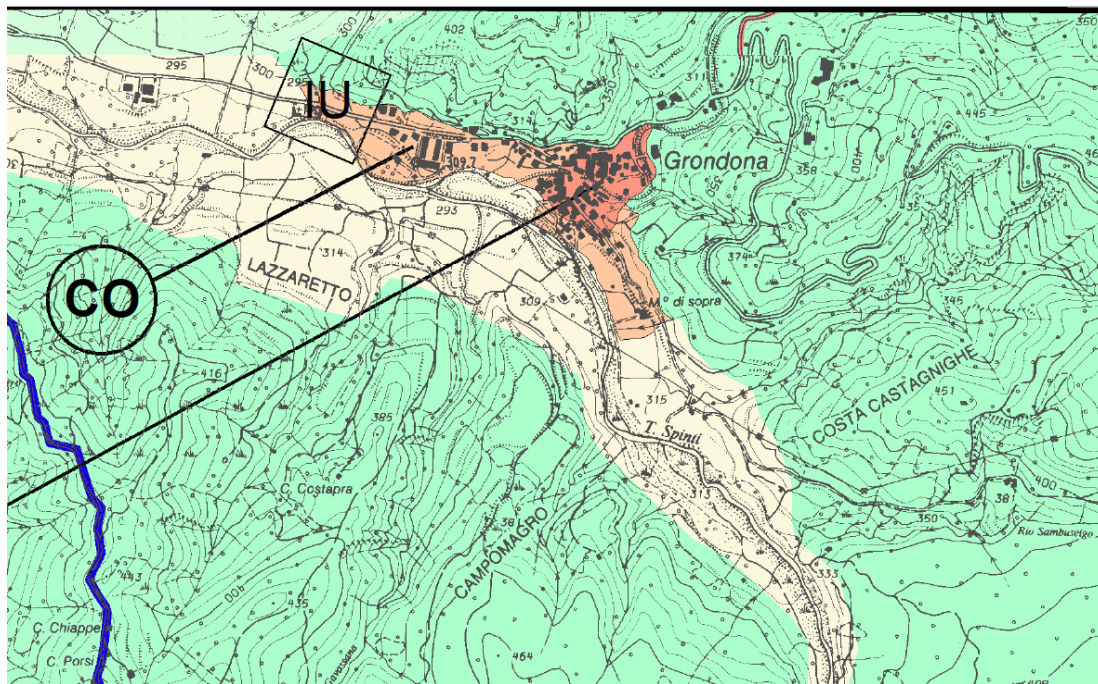
Tavola n. 3 "Governo del territorio - Indirizzi di sviluppo"

Scala 1: 25000

195 SE

# RELAZIONE TECNICA

## Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo



Approvato con Delibera del Consiglio Regionale  
n. 223-5714 del 19/02/2002

### LEGENDA

Provincia di Alessandria  
Assessorato alla pianificazione territoriale

DESCRIZIONE	RIFERIMENTO ALLEN.d.A.	SIMBOLO
<b>TITOLO I - Disposizioni generali e finalità del piano</b>		
Ambiti a vocazione omogenea	Art. 9	
Ambiti assoggettati a progettazione ambientale di dettaglio:	Art. 7 comma 7 e schede normative allegato A delle N.d.A.	
- relativo al sottosistema della residenza		
- relativo al sottosistema delle attività		
- relativo a più sottosistemi		
* Area soggette a specifiche di scheda normativa	Vedi schede normative allegato A alle N.d.A.	
<b>TITOLO II - I vincoli, le tutele e i caratteri di individuazione del paesaggio</b>		
Parte IV - I caratteri e gli elementi di individuazione del paesaggio	Art. 19	
Paesaggi naturali:	Art. 19.1	
- appenninico		
- collinare		
- di pianura e fondovalle		
Elementi naturali caratterizzanti il paesaggio	Art. 19.2	
Architetture e Manufatti oggetto di tutela visiva	Art. 19.3	
Elementi del costruito caratterizzanti il paesaggio	Art. 19.4	
Percorsi panoramici	Art. 19.5	
Margini della configurazione urbana	Art. 20.1	
Ingressi urbani	Art. 20.2	
<b>TITOLO III - I sistemi territoriali</b>		
Parte II - Il sistema insediativo	Art. 22	
Sottosistema della residenza	Art. 23	
Area normativa:		
- area di conservazione	Art. 23 comma 5	
- area di mantenimento	Art. 23 comma 11	
- area di riqualificazione	Art. 23 comma 14	
- area di completamento	Art. 23 comma 18	
- area di ricomposizione	Art. 23 comma 21	
- area di trasformazione	Art. 23 comma 25	
- area di riqualificazione	Art. 23 comma 29	
Sottosistema delle attività	Art. 24	
Area normativa:		
- area di mantenimento di tipo a)	Art. 24 comma 4	
- area di mantenimento di tipo b)	Art. 24 comma 4	
- area di riqualificazione	Art. 24 comma 8	
- area di completamento	Art. 24 comma 12	
- area di riqualificazione ambientale	Art. 24 comma 15	
- area di trasformazione	Art. 24 comma 20	
- area di riqualificazione	Art. 24 comma 23	

Le informazioni topografiche sono desunte dal S.I.T. della Regione Piemonte.  
Dati di proprietà della Regione Piemonte

Scala 1:25.000

DESCRIZIONE	RIFERIMENTO ALLEN.d.A.	SIMBOLO
<b>Parte III - Sistema funzionale</b>	Art. 25	
Sottosistema dei servizi di area vasta	Art. 26	
Area normativa:		
- area per attrezzatura sanitaria		
- area per attrezzature sportive di rilevanza territoriale		
- area per attrezzature sportive di rilevanza locale		
- parchi di rilevanza territoriale		
- impianti tecnologici		
- centri congressi e fiere		
Sottosistema dei servizi ambientali:	Art. 27	
- discariche controllate per rifiuti solidi urbani		
- discariche controllate per rifiuti speciali		
- impianti e piattaforme di trattamento rifiuti		
- impianti di trattamento delle acque reflue		
Sottosistema dei servizi per la protezione civile:	Art. 28	
- area di ammassamento		
Sottosistema della grande distribuzione	Art. 29	
Sottosistema dei servizi:	Art. 30	
- locali di pubblico spettacolo localizzati al di fuori dei centri abitati		
- area per piscine e parchi giochi		
- impianti di golf		
- impianti per sport motoristici		
- avio superficiali		
<b>Parte IV - Il sistema infrastrutturale</b>	Art. 31	
Sottosistema delle infrastrutture ferroviarie	Art. 32	
Rete ferroviaria:	Art. 32.1 e scheda normativa allegato A delle N.d.A.	
- tronconi esistenti da potenziare		
Scala merci	Art. 32.2	
Centri intermodali:	Art. 32.3	
- centro intermodale di I livello		
- centro intermodale di II livello		
- centro intermodale di nuovo impianto		
Area attrezzata con possibilità di interscambio ferroviario-stradale	Art. 32.4	
Area di salvaguardia per nuove infrastrutture ferroviarie	Art. 32.5	
Terzo valico ferroviario	Art. 32.6	
Sottosistema delle infrastrutture stradali	Art. 33	
Area di salvaguardia per nuove infrastrutture stradali di rilevanza provinciale	Art. 33.1	
Area di salvaguardia per nuove infrastrutture stradali di rilevanza locale	Art. 33.2	
Infrastrutture stradali da potenziare	Art. 33.3	
Caselli autostradali:	Art. 33.4	
- nuovi caselli autostradali		
- caselli autostradali esistenti da riqualificare		
Sottosistema delle infrastrutture aeroportuali	Art. 34	
<b>TITOLO IV - La valorizzazione turistica del territorio</b>		
Ambiti di valorizzazione turistica	Art. 36	
Lughi con status speciale	Art. 39	

## 6 ANALISI IDROLOGICA

Al fine di determinare il **contributo della portata di massima piena** dovuto alle precipitazioni piovose sul bacino idrografico di drenaggio dell'invaso in progetto, è stata utilizzata la metodologia elaborata dall'Assessorato Regionale "Tutela del Suolo" della Regione Piemonte. Detto metodo si basa su un processo di regionalizzazione delle precipitazioni piovose elaborato a sua volta dal C.N.R. - Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche, che considera come distribuzione di probabilità delle piogge estreme la cosiddetta TCEV (Two Components Extreme Value).

Detta legge ipotizza che il massimo annuo delle precipitazioni piovose in un determinato punto sia il massimo di due popolazioni (componenti) tra loro indipendenti ed aventi una funzione di probabilità cumulata di Gumbel. Il numero totale dei parametri della distribuzione TCEV è quindi uguale a quattro, che vengono però ridotti a tre in base a considerazioni sui coefficienti di variazione e di asimmetria della distribuzione.

Il processo di regionalizzazione consente di determinare due di questi parametri, costanti su tutto il territorio regionale (primo livello di regionalizzazione), mentre il terzo parametro è costante all'interno di 3 sottozone in cui è suddiviso il territorio regionale piemontese (secondo livello di regionalizzazione).

Il terzo livello di regionalizzazione è legato alla determinazione della media della distribuzione, che dipende dai valori dei parametri locali.

Ciò dà luogo a sei ulteriori aree omogenee, per le quali è disponibile una diversa curva di possibilità pluviometrica, nelle quali compaiono, come variabili indipendenti, la durata dell'evento pluviometrico e la quota del punto considerato. Dette aree sono riportate nella figura n° 4 qui di seguito.

Operativamente, per determinare le precipitazioni massime per periodo di ritorno assegnato, si procede come segue:

1. Si verifica in quale "area omogenea" si situa il punto considerato, e si determina la relativa curva di possibilità pluviometrica.
2. Si determina il tempo di corrivazione del bacino in esame; esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale, e può essere calcolato tramite alcune formule empiriche:

Viparelli:  $t_c = L/v$  [ore]

Puglisi:  $t_c = 6 \cdot L^{0.67} / (H_m - H_0)^{0.33}$  [ore]

Giandotti:  $t_c = [4 \cdot A^{0.5} + 1,5 \cdot L] / (0,8 \cdot (H_m - H_0)^{0.5})$  [ore]

dove:

$A [km^2]$  è la superficie del bacino sotteso,

$L [km]$  è la lunghezza dell'asta principale,

$H_m [m]$  è la quota media del bacino,

$H_0 [m]$  la quota della sezione di chiusura.

3. Si determina l'altezza di pioggia massima media annua tramite la curva di possibilità pluviometrica, ponendo come durata dell'evento il valore del tempo di corrivazione, la quale mette in relazione l'altezza di pioggia (in mm) alla durata (in ore) mediante i parametri **a** e **n**, ricavati dai dati storici mediante elaborazione statistica:

$$h(t) = a \cdot t_c^n$$

4. Si determina la portata massima mediante la formula razionale:

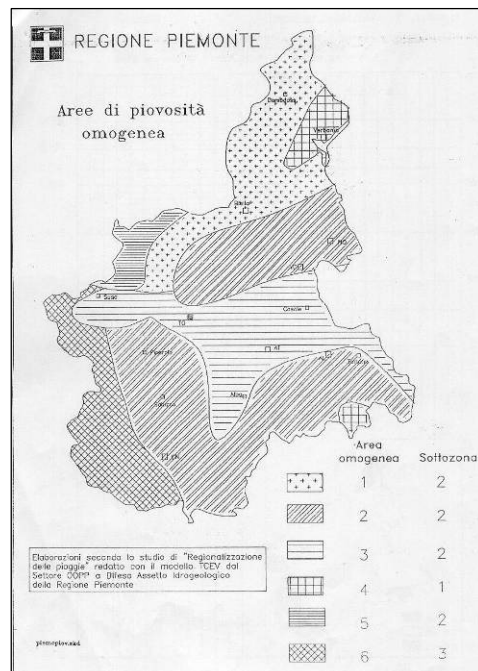
$$Q = \Phi \cdot A \cdot h/t_c$$

dove :

$\Phi$ : coefficiente di deflusso

$h/t_c$ : intensità di pioggia di durata pari a quella del tempo di corrivazione.

**Figura 3:** Aree di piovosità omogenea della Regione Piemonte.



## 1.4 VALUTAZIONE PORTATE DI PIENA DEL BACINO SOTTESO

Il bacino idrografico sotteso a monte del tratto interessato presenta le seguenti caratteristiche:

Superficie del bacino:  $A = 0.86 \text{ km}^2$

Lunghezza dell'asta principale:  $L = 0.58 \text{ km}$

Quota massima:  $H_{\max} = 440 \text{ m s.l.m.}$

Quota media:  $H_m = 376.95 \text{ m s.l.m.}$

Quota della sezione di chiusura:  $H_0 = 313.90 \text{ m s.l.m.}$

- I parametri **a** e **n** sono stati ricavati dalla Direttiva "Piena di progetto" del PAI dell'AdBPo, allegato 3 - "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense" – parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni.

Per definire i parametri **a** e **n** riferiti a vari tempi di ritorno sono state prese in considerazione tutte le celle pluviometriche del bacino idrografico chiuso all'invaso in progetto, date le dimensioni ridotte la cella di riferimento è la CW128 i cui parametri sono riportati nella tabella seguente:

**COEFFICIENTI  $a$  E  $n$**

**RELAZIONE TECNICA**

Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo

cella	Area	T= 20 anni		T= 100 anni		T= 200 anni	
		a	n	a	n	a	n
CW128	5.59	52.530	0.373	68.310	0.361	75.040	0.364

- Il tempo di corrivazione del bacino è stato valutato con la formulazione di Giandotti, e risulta pari a:

$$t_c = [4 \cdot A^{0.5} + 1,5 \cdot L] / (0,8 \cdot (H_m - H_0)^{0.5}) =$$

$$[4 \cdot 105^{0.5} + 1,5 \cdot 31,5] / (0,8 \cdot (663,50 - 169)^{0.5}) = \mathbf{19 \text{ minuti} = 0,32 \text{ h}}$$

- Il coefficienti di deflusso  $\Phi$  è stato valutato in funzione della classificazione dell'uso del suolo.

Si riportano di seguito i valori attribuiti ai coefficienti di deflusso da vari autori.

Classe di uso del suolo	Substrato mediamente permeabile	Substrato poco permeabile
Seminativi, prati avvicendati, colture orticole	0.77	0.85
Prati stabili con seminativi interclusi	0.77	0.85
Prati nei fondovalle	0.77	
Colture legnose da frutto	0.60	0.73
Pioppeti	0.55	0.70
Prati e pascoli	0.61	0.74
Boschi	0.60	0.73
Incolto	0.50	0.70
Aree nude	0.80	0.90
Aree urbanizzate	0.90	0.90

**Tabella 2:** Coefficienti di deflusso in funzione delle classi di uso del suolo e della permeabilità del substrato, tratto da Sottoprogetto SP1 “Piene e naturalità alvei fluviali”, Autorità di Bacino del fiume Po, 1995

Cautelativamente sono stati assunti come riferimento i valori dei coefficienti di afflussi tratti dal Sottoprogetto SP1 “Piene e naturalità alvei fluviali”, Autorità di Bacino, 1995, che risultano nettamente più elevati rispetto a quelli di Ippolito e di Ven Te Chow.

Nel grafico a torta sottostante si riporta la percentuale di superficie coperta da ogni classe di uso del suolo, ed il relativo coefficiente medio di deflusso attribuito.

**Il coefficienti di deflusso  $\Phi$  adottato è pari a 0,70.**

Si ottengono le seguenti portate di piena:

Tempo di Ritorno	Portate di riferimento
20 anni	1.79 m <sup>3</sup> /s
100 anni	2.36 m <sup>3</sup> /s
200 anni	2.58 m <sup>3</sup> /s

**Tabella 3:** Portate di piena alla sezione di chiusura in esame (bacino imbrifero 0.86 Km<sup>2</sup>).

## 7 MODALITA' DI GESTIONE E SVUOTAMENTO DELL'INVASO



### 1.5 DIMENSIONAMENTO SCARICO DI FONDO

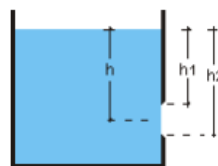
Si prevede di inserire una paratoia nel paramento di valle in calcestruzzo dell'invaso con funzione di scarico di fondo.

La paratoia avrà dimensione 1,00 x 1,00 m e sarà munita a monte di griglia ad ampia superficie per impedirne l'intasamento.

La paratoia permetterà lo svuotamento dell'invaso e consentirà a pieno carico il deflusso di una portata pari a 4.25 mc/s.

Il calcolo è stato effettuato mediante la formula per le luci a battente a sezione rettangolare

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \left( h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right)$$



Nei 2 setti intermedi saranno posizionate due paratoie di dimensioni 0,50x0,50 m per svuotare completamente in serbatoi di monte.

### 1.6 DIMENSIONAMENTO SCARICO DI SUPERFICIE

Lo scarico di superficie realizzato in corrispondenza del paramento di valle del serbatoio sarà costituito da un ciglio tracimante rettilineo seguito da scivolo in massi cementati.

Lo sfioratore avrà lunghezza 7,00 m e altezza 0,40 m e permetterà lo smaltimento di una portata massima di circa 3,00 mc/s superiore alla portata con periodo di ritorno 200 anni (pari a 2,58 mc/s).

$$Q = 0,385 * b * \sqrt{2gh}^{3/2}$$

Dove:

b=7.00 m; h=0.40 m

## 8 CALCOLO DELL'EFFETTO DI LAMINAZIONE

Le vasche di laminazione vengono realizzate per risolvere il problema delle esondazioni a valle, e hanno il compito fondamentale di accogliere al loro interno i picchi di piena derivanti dai corsi d'acqua durante eventi meteorologici eccezionali.

La loro funzione è quindi quella di ridurre o ritardare il valore di colmo dell'onda di piena.

I fattori che influiscono sull'effetto di laminazione sono il minimo volume utile di laminazione, la geometria della vasca e le caratteristiche dello scarico.

Nel caso in esame, dal momento che l'invaso non ha come obiettivo prioritario la laminazione delle piene, per calcolare l'effetto di laminazione si è ipotizzato di svuotare preventivamente l'invaso in caso di allerta meteo, in modo da disporre di tutto il volume invasabile pari a circa 14000 mc.

Lo studio ha considerato vari eventi di prefissato tempo di ritorno, valutando per ciascuno di essi il volume da invasare al fine di ridurre il valore al colmo dell'onda di piena.

In particolare è stato analizzato l'idrogramma di piena con tempo di ritorno 200 anni in quanto si è ritenuto un tempo di ritorno che permette di ridurre il picco di piena a valle senza andare a modificare in modo sostanziale il paramento dell'invaso ed attivando la funzione di laminazione con frequenza ridotta. Per attivare il travaso delle portate di piena dal torrente Spinti all'invaso in progetto si prevede di realizzare uno sfioratore laterale. Lo sfioratore dovrà essere realizzato nel tratto di monte dell'invaso, avrà una lunghezza di 53 m e verrà realizzato a quota di 317.60 m s.l.m..

Il calcolo dello sfioratore è stato effettuato per tentativi modo da far defluire nell'invaso una portata in grado di ridurre il picco di piena e riempire l'invaso.

Definita la dimensione dello sfioratore e di conseguenza la portata in ingresso alla vasca è stata calcolata la portata che continua a defluire in alveo. Tale valore di portata è stato usato come dato di ingresso nell'idrogramma calcolato per la portata con periodo di ritorno 200 anni, al fine di definire il tempo di attivazione dell'invaso con funzione di laminazione ed il conseguente volume di laminazione.

Il procedimento è stato ripetuto fino ad ottimizzare le dimensioni dello sfioratore in modo da laminare il volume corrispondente a quello dell'invaso in progetto.

Di seguito si riportano i calcoli finali svolti, ***si evidenzia che la funzione di laminazione dell'invaso permette di ridurre la portata di piena passando da un tempo di ritorno di 200 anni ad un tempo di ritorno di 100 anni.***

La lunghezza dello sfioratore è stata determinata applicando la formula per il calcolo della portata sfiorante, di seguito riportata:

$$\Delta Q = C_{da} \sqrt{[2 * g * (h_0 - w_a)^3]} * \Delta L$$

Dove:

$C_{da}$  = coefficiente medio di deflusso per stramazzo in parete grossa, pari a 0.325

$h_0$  = battente d'acqua sulla soglia dello sfioratore

$w_a$  = soglia dello sfioratore = 317.60 m s.l.m.

La portata  $\Delta Q$ , corrispondente alla differenza tra la portata con tempo di ritorno di 200 anni (206 mc/s) e la portata che continuerà a defluire nell'alveo del torrente Spinti, risulta pari a 19.30 mc/s. Di seguito si riporta la scala di deflusso delle portate scaricate al variare del carico idraulico sullo sfioratore:

$q$ [m s.l.m]	$h_0$ [m]	$\Delta Q$ [mc/s]
317.75	0.15	4.43
317.85	0.25	9.54
317.95	0.35	15.80
<b>318.00</b>	<b>0.40</b>	<b>19.30</b>

La portata che continuerà a defluire nel torrente Spinti a valle dello sfioratore risulta pari a:

$$Q_{T=200} - \Delta Q = 206 - 19.30 = 186.70 \text{ mc/s} \approx Q_{T=100} = 187 \text{ mc/s}$$

Di seguito si riportano i calcoli svolti per la definizione del volume di laminazione per l'idrogramma con tempo di ritorno 200 anni.

**VOLUME DI LAMINAZIONE PER T=200 ANNI**

La portata di piena con tempo di ritorno 200 anni è pari a 206 mc/s, tramite l'idrogramma di piena è possibile valutare il volume di laminazione.

Il coefficiente di laminazione ( $\eta$ ) o grado di laminazione, dato dal rapporto tra la portata massima in ingresso alla vasca di laminazione ( $\Delta Q$ ) e la portata massima in arrivo ( $Q_{T=200}$ ), per il caso in esame risulta:

$$\eta_{T=200} = \Delta Q / Q_{T=200} = 9,4\%$$

La tabella seguente riporta i valori dell'idrogramma di piena con tempo di ritorno 200 anni.

Le righe evidenziate corrispondono al periodo di attivazione della vasca di laminazione, è possibile quindi graficamente ricavare il volume di laminazione calcolando **l'area sottesa dall'idrogramma tra gli istanti  $t_1$  e  $t_2$**  corrispondenti al periodo di attivazione della vasca di laminazione (portate in arrivo superiori a 186,7 mc/s)

Q max	206 mc/s
Tempo di ritorno	200 anni
Tempo [ore]	Portata [mc/s]
0.00	0.00
0.15	14.59
0.30	29.17
0.45	43.76
0.60	58.35
0.75	72.93
0.90	87.52
1.05	102.10
1.20	116.69
1.35	131.28
1.50	145.86
1.65	160.45
1.80	175.04
<b>1.92</b>	<b>186.70</b>
2.00	194.48
2.05	199.35
2.10	204.21
<b>2.12</b>	<b>205.96</b>
2.20	198.07
2.25	193.21
<b>2.32</b>	<b>186.40</b>
2.35	183.48

**RELAZIONE TECNICA**

**Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo**

---

2.50	168.99
2.65	154.31
2.80	139.72
2.95	125.14
3.10	110.55
3.25	95.96
3.40	81.38
3.55	66.79
3.70	52.20
3.85	37.62
4.00	23.03
4.15	8.44
4.20	3.58
4.25	0.00

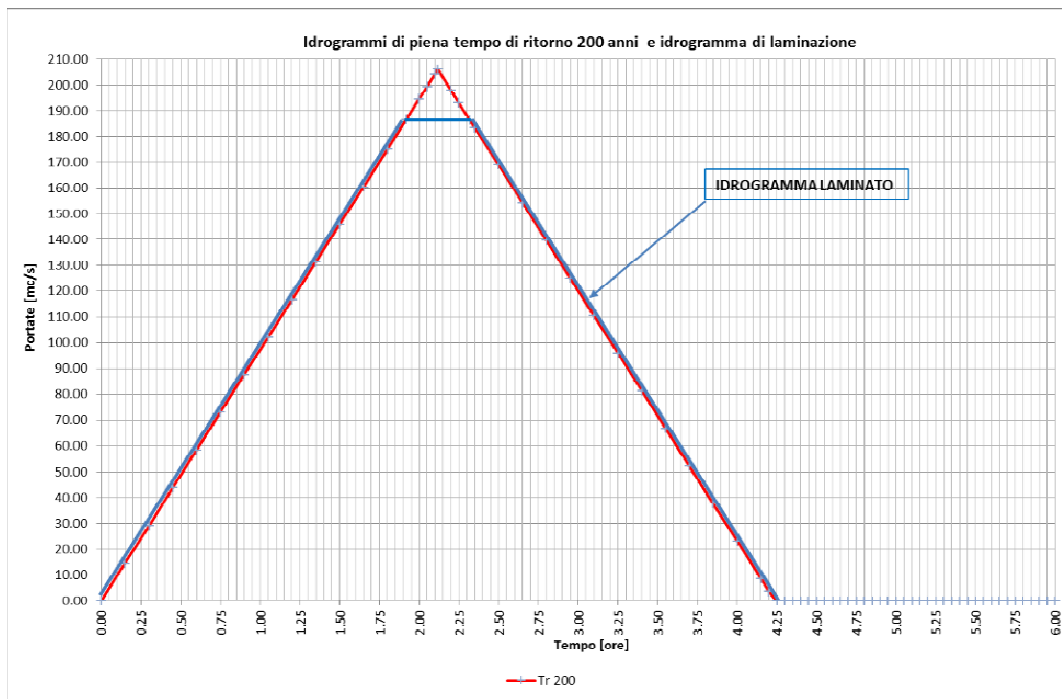
Sulla base della tabella sopra riportata il tempo di laminazione  $T_{lam200}$  risulta:

$$T_{lam200} = 1.92 - 2.32 = 2 \text{ ore} = 1440 \text{ s}$$

Da cui si ottiene il volume minimo di laminazione per la portata con tempo di ritorno 50 anni ( $V_{lam50}$ ):

$$V_{lam200} = 0.5 * (Q_{T=200} - \Delta Q) * T_{lam200} = 13.892 \text{ m}^3$$

Di seguito si riporta il grafico dell'idrogramma di piena con tempo di ritorno 200 anni (in rosso), mentre in azzurro l'idrogramma di piena laminato dall'effetto di accumulo della vasca in progetto.



## 9 VERIFICA DELLE TENSIONI TANGENZIALI AGENTI SUL PARAMENTO DELL'INVASO

Nel presente paragrafo vengono approfondite le verifiche idrauliche legate al dimensionamento dei massi per la realizzazione del paramento in massi ciclopici sciolti dell'invaso.

Il progetto prevede l'utilizzo di massi ciclopici di grandi dimensioni con diametro medio pari a 1.00 m e peso maggiore di 2 tonnellate.

In letteratura sono disponibili varie formule per la valutazione della stabilità dei materiali di assegnata granulometria soggetti all'azione di trascinamento della corrente.

Questi procedimenti si basano sulla determinazione dei valori critici della velocità o delle tensioni tangenziali (intesi come valori che corrispondono alle condizioni di moto incipiente per il materiale considerato) e sul confronto con i valori reali di tali grandezze.

Seguendo il criterio che si basa sulla definizione dello sforzo tangenziale esercitato dalla corrente sul materiale costituente il letto fluviale, la condizione di stabilità del fondo risulta quando  $\tau_{cr} \geq \tau_0$  ovvero quando la tensione tangenziale critica è maggiore o uguale a quella esercitata dalla corrente.

Lo sforzo tangenziale di trascinamento medio al contorno può essere calcolato mediante la formula:

$$\tau_0 = \gamma_w * R * i [Pa]$$

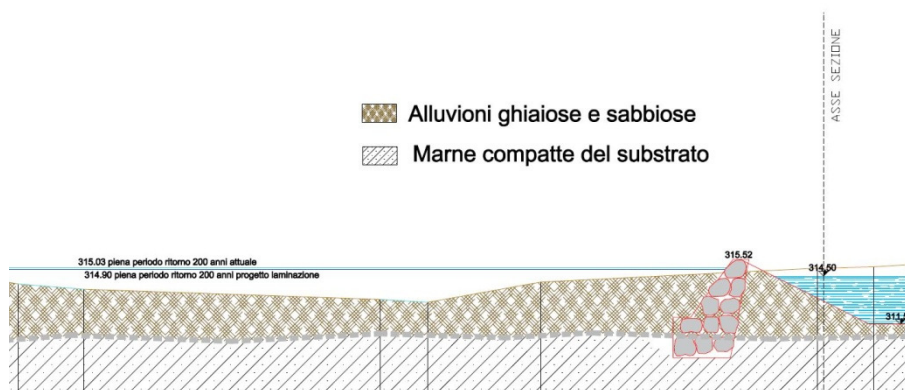
Dove:

R è il raggio idraulico, definito come rapporto tra la sezione liquida A ed il perimetro bagnato C della sezione

$\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua pari a 9810 N/m<sup>3</sup>

i è la pendenza media del fondo nel tratto considerato

Per la verifica delle tensioni esercitate dalla corrente sul paramento in progetto e la verifica di stabilità si è fatto riferimento alla sezione 6, di seguito riportata, in quanto in tale sezione il livello della piena con periodo di ritorno 200 anni raggiunge il massimo livello rispetto al coronamento dell'opera.



**Figura 3:** estratto tavola n°6 “Sezioni trasversali stato di progetto” – sezione 6 utilizzata per la verifica delle tensioni tangenziali.

## RELAZIONE TECNICA

### Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo

Di seguito si riportano i risultati della simulazione idraulica per lo stato di progetto (già contenuti nella relazione n°4 di verifica della compatibilità idraulica) con evidenziata la sezione di interesse.

Cautelativamente sono stati utilizzati i livelli di piena duecentennale senza considerare l'effetto di laminazione dovuto alla presenza dell'invaso.

HEC-RAS Plan: NO LAM River: SPINTI Reach: SPINTI Profile: Q(T=200 anni)												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
SPINTI	11	Q(T=200 anni)	206.00	323.87	326.24	326.73	327.82	0.030012	5.57	37.01	30.67	1.62
SPINTI	10	Q(T=200 anni)	206.00	322.34	324.22	323.86	324.55	0.004523	2.56	83.24	61.86	0.66
SPINTI	9	Q(T=200 anni)	206.00	319.60	321.47	321.45	321.89	0.011976	2.90	72.29	85.22	0.98
SPINTI	8	Q(T=200 anni)	206.00	318.15	319.72	319.72	320.19	0.012765	3.27	71.32	78.51	1.03
SPINTI	7	Q(T=200 anni)	206.00	316.51	318.01	318.22	318.78	0.028988	3.99	54.93	79.40	1.47
SPINTI	6.5	Q(T=200 anni)	206.00	314.07	315.71	315.36	315.98	0.004546	2.34	88.57	66.97	0.64
SPINTI	6	Q(T=200 anni)	206.00	312.86	314.99	314.99	315.61	0.010813	3.59	60.86	49.63	0.99
SPINTI	5	Q(T=200 anni)	206.00	312.38	314.14	314.32	314.89	0.019353	3.84	53.71	56.18	1.25
SPINTI	4	Q(T=200 anni)	206.00	310.77	312.40	312.77	313.62	0.031851	4.97	43.46	49.46	1.62
SPINTI	3.9	Q(T=200 anni)	206.00	310.38	312.58	312.74	313.41	0.013516	4.10	52.90	43.76	1.11
SPINTI	3	Q(T=200 anni)	206.00	307.39	308.91	309.34	310.42	0.052729	5.50	38.17	49.68	2.00
SPINTI	2	Q(T=200 anni)	206.00	305.32	306.99	307.21	307.93	0.020205	4.30	48.88	47.99	1.31
SPINTI	1	Q(T=200 anni)	206.00	304.59	306.37	306.37	306.98	0.011248	3.47	60.04	51.05	0.99
SPINTI	0.5	Q(T=200 anni)	206.00	302.81	304.25	304.63	305.49	0.027499	5.09	45.05	53.72	1.54
SPINTI	0	Q(T=200 anni)	206.00	300.35	302.22	302.33	302.96	0.014584	3.81	54.57	50.47	1.13

**Figura 4:** Risultati della simulazione per lo stato di progetto con portata con periodo di ritorno 200 anni, nel riquadro rosso la sezione di interesse.

Nel caso in esame risulta pertanto:

R = raggio idraulico, definito come rapporto tra la sezione liquida A ed il perimetro bagnato C della sezione risulta pari a  $60.93/50 = 1.22$  m

$\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua pari a  $9810 \text{ N/m}^3$

i = la pendenza media del fondo nel tratto considerato =  $0.01 \text{ [m/m]}$

$$\tau_0 = 9810 * 1.22 * 0.01 = 119.5 [Pa]$$

Lo sforzo tangenziale agente al piede della struttura ( $\tau_f$ ) può essere stimato con la formula:

$$\tau_f = \tau_0 * (y - z) / R * i [Pa]$$

Dove (y-z) non è altro che l'altezza d'acqua sopra il punto considerato sulla sezione in esame, riportata in precedenza in relazione alla portata di piena con periodo di ritorno 200 anni. Tale altezza nella configurazione di progetto rappresentata nella sezione n°6 sopra riportata risulta pari a 0.27 m, ma in via cautelativa è stata considerata di 1.62 m considerando quindi un maggior interessamento del paramento dell'invaso.

(y-z) = 1.62 m in corrispondenza del piede del paramento

Si definisce  $(y-z)/R = \eta$

La formula precedente è valida per un punto in corrispondenza del fondo, se si vuole calcolare la tensione in corrispondenza della sponda ( $\tau_s$ ), il coefficiente  $\eta$  deve essere corretto moltiplicando per un fattore correttivo pari a 0.75 pertanto si ottiene:

$$\eta' = 0.75 * \eta$$

per cui:

$$\tau_f = \eta * \tau_0 = 159.90 = 160 [Pa]$$

$$\tau_s = \eta' * \tau_0 = 119.90 = 120 [Pa]$$

Per verificare il corretto dimensionamento dei massi utilizzati per la realizzazione della scogliera si utilizza l'approccio proposto da Stevens per la posa in opera di massi alla rinfusa, che deriva da un'approfondita analisi sui momenti delle forze agenti su un generico elemento solido.

La pendenza della sponda, sicuramente inferiore all'angolo d'attrito del materiale utilizzato, e la pezzatura media degli elementi lapidei costituenti la scogliera o la gettata devono essere determinate con i criteri dedotti dalla nota teoria dell'equilibrio limite, con le opportune correzioni per conteggiare l'incremento della mobilità dei massi posti su sponda inclinata.

Si riportano di seguito le formule fornite dalla teoria di Stevens.

Le formule proposte permettono di verificare la stabilità di una scogliera: ipotizzata, infatti, una dimensione  $d_m$  dei massi che la costituiscono, noto l'angolo di inclinazione della scarpata e l'angolo d'attrito del materiale, si stima la velocità  $U_r$  e la sua direzione e quindi si calcola il coefficiente di sicurezza  $C_s$ .

Deve quindi essere calcolato il numero di stabilità su sponda orizzontale  $\sigma$  e il numero di stabilità su sponda inclinata  $\sigma'$ .

il numero di stabilità su sponda orizzontale  $\sigma$  è dato dall'espressione:

$$\sigma = \frac{21 * \tau}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1\right) * g * d_m} = \frac{0.30 * U_r^2}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1\right) * g * d_m}$$

Dove  $U_r$  rappresenta la velocità della corrente che investe il masso e si può valutare, nota la profondità  $Y_0$  e la velocità  $V$  media della corrente per la portata di progetto nella sezione considerata, con la formula:

$$U_r = \frac{V * 3.4}{\ln \left( \frac{12.3 * Y_0}{d_m} \right)}$$

Nel caso in esame, dalla tabella riportata in precedenza, si ottiene:

$$Y_0 = 2.13 \text{ m}$$

$$V = 3.58 \text{ m/s}$$

E si ipotizza un diametro medi dei massi pari a 1 m

Dal momento che  $Y_0/d_m < 6$  ci troviamo in una situazione di bassa sommergezza, per cui:

$$U_r = V = 3.58 \text{ m/s}$$

Da cui

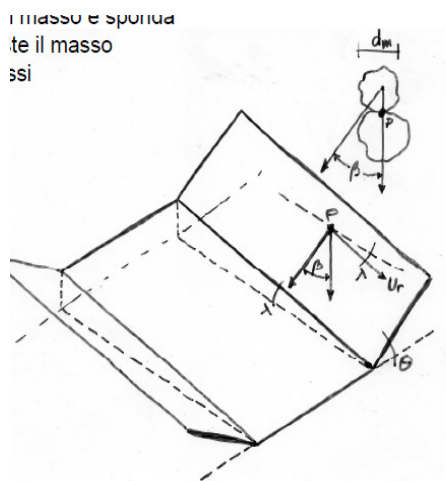
$$\sigma = 0.245$$

Il numero di stabilità su sponda inclinata  $\sigma'$  si ottiene tramite la formula:

$$\sigma' = [1 + \sin(\lambda + \beta)]/2$$

Dove gli angoli di riferimento sono riportati nella figura seguente.

**Figura 5:** schematizzazione degli angoli di riferimento per il calcolo della stabilità della scogliera.



Per la sezione di riferimento:

$\lambda$ =angolo esistente tra piano orizzontale ed il piano inclinato costituente il fondo del corso d'acqua [°], la tangente di  $\lambda$  costituisce la pendenza del fondo = 1°

$\beta$ =angolo tra la direzione caduta del massa e la sponda=40°

$\theta$ =pendenza della sponda=50°

$\phi$ =angolo di riposo in acqua dei massi=67°

si ottiene pertanto:

$$\sigma'=0.202$$

il coefficiente di sicurezza al ribaltamento del massa si calcola con la seguente espressione:

$$C_s = \frac{\cos\theta \tan\phi}{\sigma' \tan\phi + \sin\theta \cos\beta} C_L$$

Dove  $C_L$  rappresenta il fattore di legatura pari a 1 per i massi sciolti e pari a 1.5 per i massi legati, considerando  $C_L = 1$  si ottiene:

$$C_s = 1.42 \geq 1.3$$

La dimensione dei massi risulta quindi verificata per la corrente calcolata nella sezione in esame.

## 10 SBARRAMENTI IN CALCESTRUZZO ARMATO

Come descritto al Cap. 5 della presente relazione, il progetto prevede la creazione di n.3 pareti in calcestruzzo armato trasversali al bacino (vedere modello 8 allegato).

I primi due sbarramenti saranno posizionati all'interno dell'invaso con funzione divisoria tra i tre livelli, mentre l'ultimo sarà posto a valle dell'invaso. Questi elementi strutturali saranno realizzati in calcestruzzo tipo C25/30 ed armatura composta da barre metalliche ad aderenza



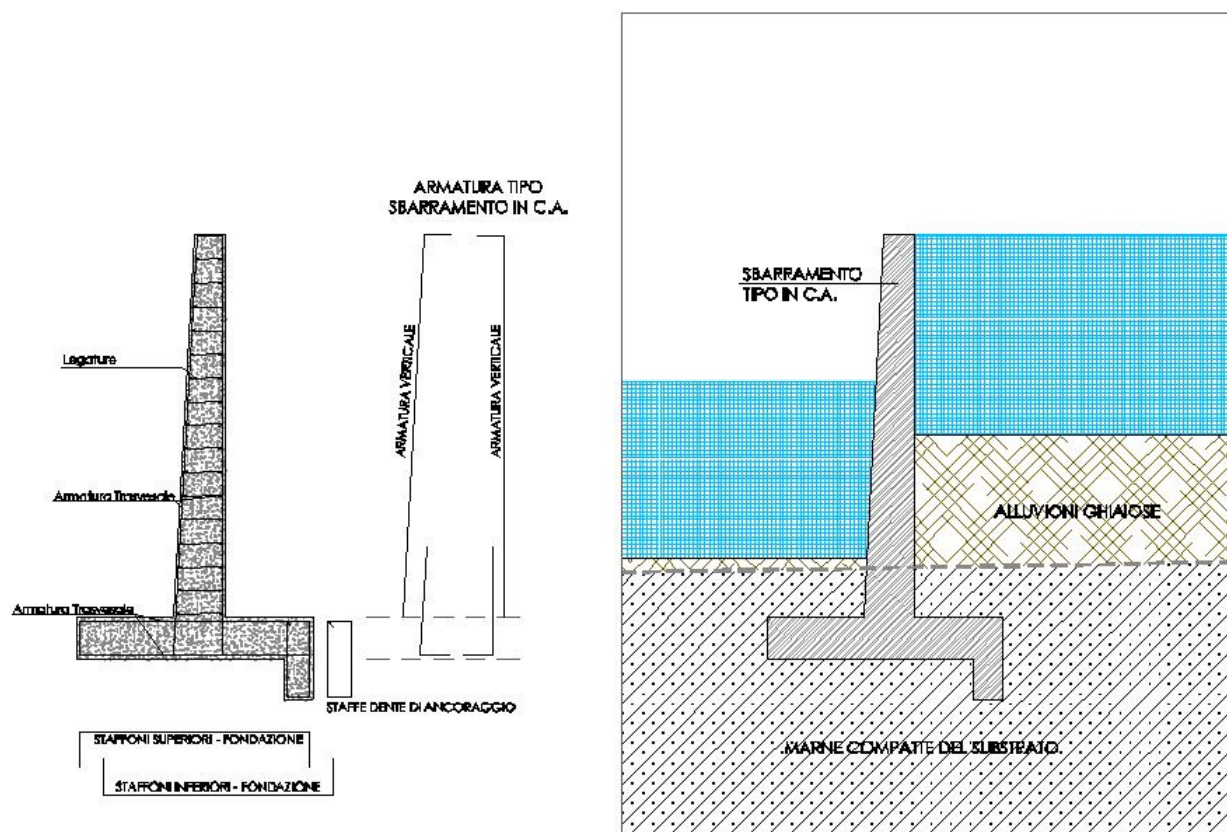
## RELAZIONE TECNICA

### Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo

migliorata tipo B450 di diametro pari 14/16mm. Le fondazioni saranno costituite da travi in calcestruzzo armato a diretto ammorsate con le marne sottostanti.

Le pareti saranno realizzate in calcestruzzo armato con la funzione di costituire uno sbarramento al corso d'acqua e visto l'importante sviluppo longitudinale delle pareti si prevede la realizzazione di contrafforti trasversali con funzione di rinforzo.

Sulla parte inferiore saranno realizzate delle paratoie con funzione di scarico di fondo. Si riporta di seguito uno schema strutturale dello sbarramento tipo:



## **11 CANTIERIZZAZIONE**

### **1.7 ACCESSI ED AREE DI CANTIERE**

L'accesso all'area di cantiere avverrà mediante la viabilità ordinarie e le piste sterrate già presenti in sito (vedere documentazione fotografica).

Le aree di cantiere e le relative vie di accesso sono indicate nella **PLANIMETRIA ACCESSI ED AREE DI CANTIERE**, di progetto precisando che non risultano necessari guadi temporanei in alveo in quanto l'intervento verrà eseguito in secca e si utilizzeranno le piste presenti già necessaria ai coltivatori per accedere alle aree in sponda sx del torrente.

Lo stoccaggio del materiale verrà localizzato in area comunale a circa 700 metri a valle dell'area di intervento. Gli autocarri carichi di materiale in uscita e in entrata dal cantiere, vista l'impossibilità di un passaggio interno al centro abitato di Grondona per questioni di peso, percorreranno un tratto in alveo su piste ad oggi parzialmente esistenti ed utilizzate dai proprietari dei terreni su sponda sinistra.

### **1.8 SCAVI E RIPORTI**

La realizzazione delle opere prevede la movimentazione di ingenti quantitativi di materiale d'alveo.

Parte del materiale d'alveo dovrà essere asportato mentre in parte verrà movimentato all'interno dell'area di progetto per la sistemazione delle scarpate e la realizzazione della pista di manutenzione in sponda destra e parte verrà utilizzato per la sistemazione di zone in erosione in prossimità dell'area di cantiere.

Il materiale in esubero, quantificato alla fine dei lavori, verrà asportato, a tal fine, al momento opportuno si predisporrà la richiesta agli uffici regionali competenti.

I volumi di scavo e riporto sono stati calcolati utilizzando le sezioni riportate nelle tavole di progetto come riportato nelle tabelle seguenti:

#### **VOLUMI DI SCAVO IN AREA DEMANIALE**

	<i>Area</i>	<i>lunghezza</i>	<i>Area media</i>	<i>Volume</i>
<b>sez.3.9</b>	29			
		7.5	49.5	371.25
<b>sez.4</b>	70			
		30	107.5	3225
<b>sez.5</b>	145			
		46.3	152.5	7060.75
<b>sez.6</b>	160			
		66	97.95	6464.7
<b>sez.6.5</b>	35.9			
		37	23.45	867.65
<b>sez.6.8</b>	11			

**RELAZIONE TECNICA**

Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo

---

		71	5.5	390.5
<b>sez.7</b>	0			
				<b>TOTALE</b>
				<b>18380</b>

**VOLUMI DI RIPORTO IN AREA DEMANIALE**

	<b>Area</b>	<b>lunghezza</b>	<b>Area media</b>	<b>Volume</b>
<b>sez.3.9</b>	24.5			
		7.5	27.25	204.375
<b>sez.4</b>	30			
		30	33.75	1012.5
<b>sez.5</b>	37.5			
		46.3	36.28	1679.764
<b>sez.6</b>	35.06			
		66	23.33	1539.78
<b>sez.6.5</b>	11.6			
		37	5.8	214.6
<b>sez.6.8</b>	29.2			
		71	14.6	1036.6
<b>sez.7</b>	0			
				<b>TOTALE</b>
				<b>5688</b>

Il materiale proveniente dagli scavi è stato computato in circa 18.380 mc. Per l'esecuzione dei riporti e la sistemazione della pista in sponda destra si prevede il riutilizzo di circa 5.688 mc, mentre altri 3.500 mc verranno utilizzati per la sistemazione di zone in erosione in prossimità dell'area di cantiere. Il restante materiale sarà portato in appositi asportato e verranno richieste le apposite autorizzazioni.

Il bilancio di detti materiali è riportato nelle schede qui di seguito:

**SCAVI**

<b>Demolizioni e materiale di scavo (mc)</b>	<b>Quantità da riutilizzare per riempimenti (mc)</b>	<b>Materiale da portare in deposito(mc)</b>
18.380	9.188	9.192

**CALCESTRUZZO E MASSI CICLOPICI**

**RELAZIONE TECNICA**

Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo

---

<b>Calcestruzzo di fondazione ed elevazione (mc)</b>	<b>Massi ciclopici (t)</b>
300	<b>6000</b>

La determinazione degli spostamenti dei mezzi operativi per il trasporto e la movimentazione dei principali materiali da porre in opera ha richiesto l'elaborazione delle schede riportate qui di seguito.

I quantitativi di materiali da movimentare sono stati messi in relazione con i tempi di esecuzione portati sul cronoprogramma. Si è così ottenuto il valore medio di movimenti giornalieri, e la relativa frequenza oraria, per turni di lavoro di 8 ore giornaliere.

**TRASPORTO MATERIALE DI SCAVO IN DEPOSITO**

<b>TRASPORTO A DEPOSITO MATERIALE DI SCAVO (MC)</b>	<b>ESECUZIONE LAVORI (GIORNI)</b>	<b>TRASPORTO MEDIO GIORNALIERO (MC)</b>	<b>MOVIMENTI TOTALI AUTOCARRI (N°)</b>	<b>FREQUENZA ORARIA (N° VIAGGI/ORA)</b>
9.500	33	395	24	3

**TRASPORTO CALCESTRUZZI PRECONFEZIONATI DA IMPIANTO ESTERNO A CANTIERE**

<b>TRASPORTO DA IMPIANTO DI PRECONFAZIONAMENTO (MC)</b>	<b>ESECUZIONE LAVORI (GIORNI)</b>	<b>TRASPORTO MEDIO GIORNALIERO (MC)</b>	<b>MOVIMENTI TOTALI AUTOBETONIERE (N°)</b>	<b>FREQUENZA ORARIA (N° VIAGGI/ORA)</b>
300	5	60	8	1

Nell'area di cantiere saranno posizionati anche i servizi generali dell'Impresa per l'operatività e la gestione dei lavori. La scheda riportata qui di seguito indica sommariamente il numero di addetti, i fabbricati temporanei, depositi, macchinari ed impianti previsti sul cantiere in oggetto.

<b>ADDETTI</b>	n. 2 squadre da 4-5 operai
<b>LOCALI TEMPORANEI</b>	ufficio cantiere e D.L. servizi igienici magazzino
<b>DEPOSITI E STOCCAGGI</b>	terreno vegetale

	reti metalliche e armature casseri elementi prefabbricati
<b>MACCHINE OPERATIVE</b>	n. 3 autocarri escavatore pala gommata autogru n. 1 rullo compattatore sonda perforatrice (eventuale) centralina iniezione cemento (eventuale)
<b>IMPIANTI</b>	gruppo elettrogeno compressore

Per l'acquisizione dei materiali necessari alla realizzazione delle opere in progetto non si rende necessaria l'apertura di nuove cave per l'estrazione di inerti pregiati per calcestruzzi, né per la fornitura di inerti per la formazione dei rilevati.

L'approvvigionamento delle quantità necessarie, infatti, sarà garantito dalle cave autorizzate attualmente già in attività, gestite da ditte operativamente presenti nelle zone limitrofe all'area di progetto.

Tali ditte, nel loro insieme, dispongono di una notevole potenzialità di materiali rispetto ai quantitativi richiesti, e sono anche in grado di assorbire i materiali di rifiuto ed in eccedenza.

Le distanze di percorrenza dai siti di approvvigionamento e di stoccaggio al cantiere sono comprese entro una distanza di pochi km, con transito dei mezzi gommati sulla viabilità ordinaria.

## **1.9 MISURE DI MITIGAZIONE PER GLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI IN ACQUE SUPERFICIALI**

Premesso che il progetto in esame non prevede operazioni o impiego di materiali particolari che non siano comunemente in uso in attività simili, pertanto il rischio di incidenti rimane confinato entro le pratiche ordinarie di cantiere regolate in fase di direzione dei lavori.

Le possibili fonti di inquinamento legate a sversamenti sul suolo possono quindi essere imputabili esclusivamente ai mezzi operativi, con tipologie di inquinante che risultano ristrette agli idrocarburi o a sostanze oleose connesse ai circuiti oleodinamici dei mezzi operativi: si tratta quindi di possibili sversamenti di olio idraulico, presente all'interno dei flessibili degli escavatori, in caso di accidentale strappo degli stessi e di gasolio nelle fasi di rifornimento dei mezzi operanti e di marcia dei camion nel caso di ribaltamento con lesioni al serbatoio. Le eventuali perdite saranno comunque circoscritte a piccole aree, tempestivamente delimitabili. Per quanto riguarda il rifornimento di gasolio dei mezzi di cantiere, dovranno essere effettuati mediante l'impiego di sistemi dotati di erogatore di carburante a tenuta, oppure in aree idonee esterne all'area di progetto, evitando il travaso da fusti o latte.

Anche se gli incidenti presentati come possibili hanno una bassa probabilità di verificarsi, per il cantiere in oggetto si prevede la seguente procedura di bonifica relativa al tipo di incidente segnalato che genera un possibile sversamento di idrocarburi o sostanze oleose sul suolo o nel corso d'acqua superficiale: mentre però per gli sversamenti sul suolo l'intervento sul sito, puntuale e di ridotta estensione area, risulta più semplice, diversa è la situazione in caso sversamento diretto nel corso d'acqua.

Di seguito si riporta la procedura ed i metodi da seguire per l'effettuazione della bonifica da idrocarburi in ambiente acquatico.

Tale operazione può essere suddivisa in diverse fasi:

**1) fase dell'emergenza:** segnalazione, valutazione dell'inquinamento e decisioni: è la fase nella quale occorre assumere decisioni sulle modalità di intervento, valutando le caratteristiche dell'area in cui è avvenuto l'inquinamento.

**2) scelta dei materiali oleoassorbenti da utilizzare:** i materiali comunemente utilizzati sono: panne galleggianti; barriere di contenimento; prodotti oleoassorbenti.

- Panne galleggianti: si tratta di “salsicciotti” di forma cilindrica di varie dimensioni: si va da 10 a 60 cm di diametro e da 3 a 10/15 metri di lunghezza. Possono risultare idonee per il caso specifico in quanto hanno lunghezze variabili da 5 a 10 metri e diametro da 15 a 40 cm. Queste panne sono in genere sufficientemente leggere e maneggevoli da potere essere messe in opera da 2/3 persone, ma nel contempo devono essere zavorrate per un pescaggio idoneo a trattenere l'idrocarburo. Sono inoltre costituite da materiale idrorepellente: caratteristica importante in quanto, oltre a garantire una permanenza a lungo sul corso d'acqua, faciliterà notevolmente le fasi di recupero a lavori ultimati.
- Barriere di contenimento: si utilizzano come mezzi da sbarramento e trovano maggiore impiego su grandi bacini quali laghi, mare, e grossi fiumi, grazie al fatto che sono dotate di opportuni sistemi di tenuta in modo da potere raggiungere lunghezze anche di centinaia di metri. Sono costituite da una tela a più strati di polimeri plastici o tessuti gommati ed hanno praticamente la stessa funzione delle panne, cioè quella di contenimento con la differenza che non hanno la proprietà di essere oleoassorbenti. Alcune di queste, cosiddette barriere pneumatiche, sono costituite da camere d'aria che vengono gonfiate mediante compressori. Queste barriere inoltre devono essere ripulite ogni qualvolta vengano utilizzate: ciò perché a differenza delle panne oleoassorbenti, non vengono distrutte al termine dei lavori e possono essere ancora riutilizzate.
- Prodotti oleoassorbenti: sono generalmente costituiti da polveri, granuli e fibre. In commercio ve ne sono di varia natura: composti naturali opportunamente trattati di tipo minerale o di tipo vegetale o materiali sintetici. In ogni caso devono essere idrorepellenti, avere un ottimo galleggiamento sulla superficie acquosa ed ovviamente elevate capacità di assorbimento dell'idrocarburo presente. I prodotti oleoassorbenti di tipo minerale sono costituiti da granuli di rocce espanse opportunamente trattate per renderle oleoassorbenti e idrorepellenti. Generalmente hanno una certa porosità e sono

di colore bianco. I materiali di natura vegetale sono ricavati da parti di piante, es. corteccia, e vengono poi sminuzzati in granuli o fibre e trattati in modo da essere oleoassorbenti e idrorepellenti. Sono generalmente di colore marrone scuro tipico del legno.

I prodotti sintetici sono costituiti da fibre in polipropilene che si presentano in fiocchi.

I prodotti esausti contaminati devono avere la capacità di trattenere l'olio e di non rilasciarlo anche una volta recuperati dall'acqua, insacchettati e trasportati a smaltimento.

**3) contenimento e messa in sicurezza in caso di sversamento su aree umide** (corsi d'acqua, laghi).

Le tecniche di contenimento che si utilizzano in questi casi consistono generalmente nel porre sbarramenti galleggianti in serie, barriere e/o panne, in modo da poter contenere l'idrocarburo trasportato in galleggiamento dal mezzo acquoso con velocità pari allo scorrimento del fluido stesso.

Le barriere svolgono la funzione di impedire o limitare la diffusione a valle dell'inquinante (contenimento) e di agevolare l'asportazione del prodotto sversato convogliandolo in punti di facile recupero. Le barriere vengono posizionate nei punti di calma o di minore corrente e sono ancorate alle sponde mediante picchetti e funi resistenti alla trazione.

**4) uso dei prodotti oleoassorbenti.**

Dopo aver posizionato le serie di sbarramenti che servono per contenere la diffusione dell'idrocarburo, si immettono dei prodotti in grado di assorbire l'olio e non l'acqua; questi prodotti sfusi vengono immessi in acqua a monte degli sbarramenti e si concentrano nei punti in cui la panna o barriera fa angolo con la sponda a stretto contatto con l'idrocarburo. Il prodotto dovrà rimanere a contatto con l'idrocarburo per un po' di tempo affinché svolga l'azione di assorbimento. E' opportuno ricordare, anche ai fini del rispetto delle normative vigenti in materia, che il posizionamento di più sbarramenti opportunamente guarniti con i prodotti oleoassorbenti sopra menzionati, consente in generale di ridurre gli idrocarburi presenti a valori rientranti nei limiti imposti dal D.Lgs. 152/99 e successive modifiche.

**5) rigenerazione dei prodotti oleoassorbenti esausti.**

La rigenerazione dei prodotti oleoassorbenti consiste nella raccolta dei materiali esausti impregnati di idrocarburo e la loro sostituzione con nuovo materiale assorbente.

Diversi sono i metodi impiegati per eseguire queste operazioni e la scelta dipende da diversi fattori quali la quantità e densità di olio sversato, facilità di recupero, smaltimento, ecc. in relazione ai costi economici. La raccolta del prodotto oleoassorbente esausto può essere effettuato manualmente con l'impiego di retine a maglia fine. Il prodotto raccolto viene poi insaccato in bags e/o messo in containers a tenuta stagna fino al momento dello smaltimento. Tuttavia con questo sistema si riduce la quantità d'acqua presente nel volume del rifiuto e pertanto lo smaltimento risulterà più economico.

Un secondo metodo si basa sull'aspirazione del prodotto mediante l'ausilio di botte a depressione. In questo caso l'impiego della manodopera è sicuramente inferiore, ma la quantità d'acqua aspirata e presente quindi nel rifiuto sarà superiore al precedente ed inciderà sui costi di smaltimento. E'

necessario evitare di aspirare grandi quantitativi d'acqua: si devono pertanto aspirare le sostanze galleggianti senza andare in profondità.

**6) sfalcio della vegetazione.**

Dopo il recupero della maggior parte di prodotto inquinante, si procede allo sfalcio e raccolta della vegetazione di ripa lambente l'acqua che è stata imbrattata dall'idrocarburo. Questa operazione serve ad evitare continui rilasci di iridescenze dalle rive che vanificherebbero poi la conclusione della bonifica.

Si procede in genere a sfalciare la vegetazione a mano con falcetti o con decespugliatori, evitando di estirpare o tagliare a raso le piante superiori o d'alto fusto. La vegetazione sfalciata viene poi recuperata e stoccata nei containers in attesa dello smaltimento finale.

Nell'area dei canneti non si dovrà estirpare l'apparato radicale, tagliando solo nei punti in cui la vegetazione risulta imbrattata. In alcuni casi, vista la " rigidità " del fusto di questa vegetazione, si potrà ottenere un soddisfacente stato di pulizia utilizzando un forte getto d'acqua ad alta pressione.

**7) idropulitura delle rive o comunque delle superfici.**

Dopo lo sfalcio della vegetazione si procede alla pulizia finale delle sponde con lavaggio idrodinamico, utilizzando motopompe che emettono forti getti d'acqua in pressione: vengono così rimossi gli ultimi residui di sostanza inquinante che aderisce ancora al terreno o alla vegetazione. Bisogna evitare in questa operazione la scorticatura manuale del terreno.

La pulizia del fondo viene effettuata solo in casi particolari che vengono valutati di volta in volta, quali ad es. punti in cui si sono verificati consistenti depositi sul fondo dell'inquinante. In questi casi la pulizia viene effettuata immettendo forti getti d'acqua in pressione. Si evita di effettuare la fresatura del fondo con speciali motobarche che potrebbe danneggiare le comunità biotiche presenti sul fondo.

**8) raccolta e smaltimento dei rifiuti e chiusura del cantiere.**

Quando l'inquinante è stato recuperato dall'acqua, vanno rimossi tutti gli sbarramenti presenti, i picchetti ecc. e le panne galleggianti vengono tagliate e messe nei containers.

Prima delle operazioni di bonifica è necessario individuare delle aree idonee allo stoccaggio provvisorio dei materiali di risulta che verranno raccolti; queste aree si individueranno in zone provvisorie in prossimità della zona di bonifica, opportunamente distanti dalle rive del lago al fine di evitare immissione di percolati provenienti dallo stoccaggio.

Tutti i materiali oleoassorbenti (panne e prodotti sfusi) esausti provenienti dalla rigenerazione, nonché la vegetazione imbrattata sfalciata, devono giornalmente essere insaccati, raccolti e stoccati e/o ammassati temporaneamente in idonei containers a tenuta stagna, evitando inquinamenti del terreno circostante ed adottando idonei sistemi di impermeabilizzazione della zona di stoccaggio, come ad esempio la copertura del terreno contro dilavamenti mediante teli di plastica.

Prima di ogni smaltimento si effettuano delle analisi di laboratorio sui rifiuti per determinarne la composizione e la classificazione; successivamente detti rifiuti vengono trasportati in apposite



discariche e/o impianti di termodistruzione o in impianti di trattamento autorizzati, rispettando le disposizioni di legge in materia di rifiuti.

**9) scelta della ditta che esegue le opere di bonifica.**

Dovendo intervenire tempestivamente, risulta indispensabile avere a disposizione immediatamente una ditta da contattare. Prima dell'inizio dei lavori, si stipulerà un regolare contratto con una ditta specializzata in tali operazioni. Se necessario, tale contratto sarà inviato in copia agli Enti richiedenti.

### **1.10 MISURE DI MITIGAZIONE PER GLI SCARICHI IDRICI DEL CANTIERE**

Per evitare scarichi di inquinanti microbiologici nelle acque superficiali, le aree di cantiere saranno dotate di servizi igienici di tipo chimico, in numero di 1 ogni 10 persone operanti nel cantiere medesimo. Le acque reflue provenienti dai servizi igienici saranno convogliate in vasca a tenuta; la vasca dovrà essere periodicamente svuotata e i reflui raccolti saranno portati a depurazione da ditte autorizzate.

### **1.11 MITIGAZIONE DA ATTUARE NEI CONFRONTI DELLA FAUNA ITTICA (D.G.R. N. 72-13725 DEL 29 MARZO 2010 e DELIBERAZIONE DEL CONSIGLIO REGIONALE 29 SETTEMBRE 2015, N. 101-33331)**

Il torrente oggetto del presente progetto risulta localizzato nel Distretto padano-veneto (Dpv) in area Z2.1 e caratterizzato da una zona umida naturali (ZU1) 1.2 e più precisamente 1.2.2.1 "Con presenza d'acqua per tutto l'anno con movimento unidirezionale dell'acqua e delimitato da una fascia arboreo-arbustiva tipica dell'ambiente ripariale in cui sono ben rappresentati i generi *Alnus*, *Salix*, *Populus*, con specie diverse in funzione della quota e strettamente connesse alle cenosi fluviali e perfluviali, condizionanti la qualità dell'ambiente acquatico.



Premesso che il normale deflusso delle acque superficiali del Torrente Spinti non verrà modificato significativamente dall'opera in progetto in quanto, l'invaso risulta localizzato in sponda destra in una zona non interessata dallo scorrimento del torrente.

Se durante i lavori la conformazione dell'alveo dovesse risultare differente rispetto allo stato attuale, prima dell'esecuzione degli interventi che possano determinare pericoli per la sopravvivenza della fauna ittica, verranno effettuate le operazioni di allontanamento dell'ittiofauna presente attraverso il suo recupero e la successiva reimmissione, secondo le modalità previste per le operazioni di messa in secca e si provvederà alla deviazione del deflusso dall'area di cantiere previa richiesta delle necessarie autorizzazioni (messa in secca ai sensi della Legge Regionale 37/2006).

Resta comunque garantito che, al fine di ridurre al minimo gli impatti ambientali sugli habitat e sulla fauna acquatica, durante l'esecuzione degli interventi in alveo, si garantisce il deflusso delle acque del corso d'acqua attraverso la realizzazione di idonee opere provvisorie (es. ture, savanelle) e verrà organizzato il cantiere in modo da ridurre allo stretto indispensabile la tempistica delle operazioni in alveo e le deviazioni del corso d'acqua

In aggiunta, per evitare e/o ridurre l'intorbidimento delle acque, verrà realizzata se necessaria, una vasca di decantazione nell'area di valle dell'intervento, opportunamente dimensionata sulla base delle venute di subalveo che saranno presenti.

Tale vasca favorirà il filtraggio delle acque di eduazione provenienti dagli scavi in modo da ottenere concentrazioni di materiali in sospensione in alveo conformi alla normativa vigente (Disciplina delle modalità e procedure per la realizzazione di lavori in alveo, programmi, opere e interventi sugli ambienti acquatici ai sensi dell'art. 12 della legge regionale n. 37/2006.) e riportati nella tabella seguente

:

**Tab. 2 - Qualità delle acque idonee alla vita dei pesci**

parametro	unità di misura	acque per salmonidi	acque per ciprinidi
Temperatura (massima)	°C	21,5	28
Ossigeno disciolto	mg/l	>= 9	>= 7
Materiali in sospensione	mg/l	60	80

Si tiene a precisare che l'intenzione dell'amministrazione è realizzare l'intervento in un periodo in cui sarà possibile evitare l'interessamento dell'alveo bagnato ed evitare anche i periodi (aprile, maggio e giugno) coincidenti con l'attività riproduttiva della fauna ittica ed in particolare nelle fasi di deposizione, incubazione e assorbimento del sacco vitellino.

## 12 CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono state descritte le caratteristiche dell'invaso in progetto e sono stati valutati gli effetti indotti dalla presenza di tale opera, che produce un invaso di circa 14.000 m<sup>3</sup>.

**RELAZIONE TECNICA**

**Costruzione Invaso Artificiale – Progetto Definitivo**

---

Le dimensioni ridotte, le caratteristiche delle opere (parzialmente interrato) e l'assenza di abitazioni e/o concentrici a valle, permette di garantire un elevato grado di sicurezza, evitando situazioni di criticità.

Le verifiche di stabilità condotte hanno dato esito positivo.

In situazione di esercizio si sono valutati gli effetti di un ipotetico collasso dello sbarramento; dalla simulazione idraulica effettuata, è emerso che la portata di 71 mc/s stramazzante dalla breccia ipotizzata defluisce a valle rimanendo all'interno delle sponde.

Non sono state riscontrate situazioni che possono compromettere la sicurezza delle persone e dei luoghi.