



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



**AIPO**  
Agenzia Interregionale per il fiume Po



**REGIONE  
PIEMONTE**

## DTI PIEMONTE ORIENTALE UFFICIO OPERATIVO DI ALESSANDRIA

### FIUME BORMIDA

**AL-E-1798** - Lavori di adeguamento rilevato arginale storico 'Aulara' in sinistra Fiume Bormida a monte del ponte ferroviario Torino-Genova in comune di Alessandria.  
Finanziato dall'Unione Europea - Nextgenerationeu - CUP: B38H22000060001  
PNRR: M2 - C4 - I2.1b - Misure per la gestione del rischio di alluvione e per la riduzione del rischio idrogeologico

### PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO:

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

ALLEGATO:

**02.2**

IL PROGETTISTA:

*Raggruppamento Temporaneo tra Professionisti (reg. Cuneo 16/06/23 n.12146 serie 1T)*

**Ing. Massimo REGGIO**

**Dott. Geol. Annalisa BOVE**

**Studio REGGIO - ingegneria civile**

Via dell'Acquedotto 29  
12051 ALBA (CN)  
P.Iva 03101910044 CF. rggmsm69s19a124e  
tel 0173.272451 mail: ingegneria@studioreggio.net  
pec: massimo.reggio@ingpec.eu

sede legale: Corso Piave 49/3, 12051 Alba  
sede operativa: Corso Europa 73/B  
P.Iva: 00194108882 C.F. bvonls75a71b111v  
Tel. 338.3891284 mail: annalisa.bove@geologiapiemonte.it  
pec: a.bove@pec.epap.it

DATA:

04/08/2023

REV:

00

codice:

23050

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

**Dott. Ing. Luca Franzi**

(firmato digitalmente)

redaz.

contr.

MR

MR

COMMITTENTE:	AIPO – Agenzia Interregionale Fiume Po		
Progetto:	AL-E-1798 - Lavori di adeguamento rilevato arginale storico "Aulara" in sinistra Fiume Bormida a monte del ponte ferroviario Torino-Genova in Comune di Alessandria". CUP: B38H22000060001 <i>PROGETTO DEFINITIVO</i>		

## Sommario

1	PREMESSA .....	3
2	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO .....	3
3	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO DEL FIUME BORMIDA NELLA SEZIONE DI CHIUSURA ..	4
3.1	VALUTAZIONE DELLE PORTATE MASSIME ANNUE AL COLMO .....	4
3.1.1	PIANO PER LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI.....	4
3.1.2	STUDIO BIDIMENSIONALE ALLO STUDIO TELÒ MAY FLY DI PARMA .....	6
4	CONFRONTO DEI RISULTATI IDRAULICI OTTENUTI E SCELTA DEL VALORI DI RIFERIMENTO .....	7
5	VERIFICA DEL FRANCO ARGINALE .....	8

ELABORATO:	<b>RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA</b>				PAG 2 DI 8	
N	<b>02.2</b>	DATA	04.08.2023	REVISIONE	00	PROT: 23050

COMMITTENTE:	AIPO – Agenzia Interregionale Fiume Po
Progetto:	AL-E-1798 - Lavori di adeguamento rilevato arginale storico "Aulara" in sinistra Fiume Bormida a monte del ponte ferroviario Torino-Genova in Comune di Alessandria". CUP: B38H22000060001 <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>

## 1 PREMESSA

Il presente lavoro viene svolto su incarico della Agenzia Interregionale per il Fiume Po (AIPO), Ufficio operativo di Alessandria, al fine di fornire tutti gli elementi idraulici necessari per la progettazione dell'intervento di sistemazione di un tratto di rilevato arginale storico "Aulara" in sponda sinistra del Fiume Bormida nel Comune di Alessandria (AL).

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area di intervento si colloca in zona agricola, nel tratto del Fiume Bormida che si colloca poco più a valle della confluenza del Torrente Orba e poco più a monte del ponte ferroviario della linea Torino Genova.

Nel tratto in esame il Fiume Bormida denota le classiche caratteristiche dei corsi d'acqua a regime fluviale di pianura e morfologicamente l'area si presenta pianeggiante, in zona centrale rispetto all'ampia vallata.

Si riportano nel seguito la foto aerea dell'area di interesse (Figura 2.1: Foto aerea della zona di interesse (fonte: Google Earth 2021)) e un estratto della Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti, ovvero BDTRE 2021 (Figura 2.2).

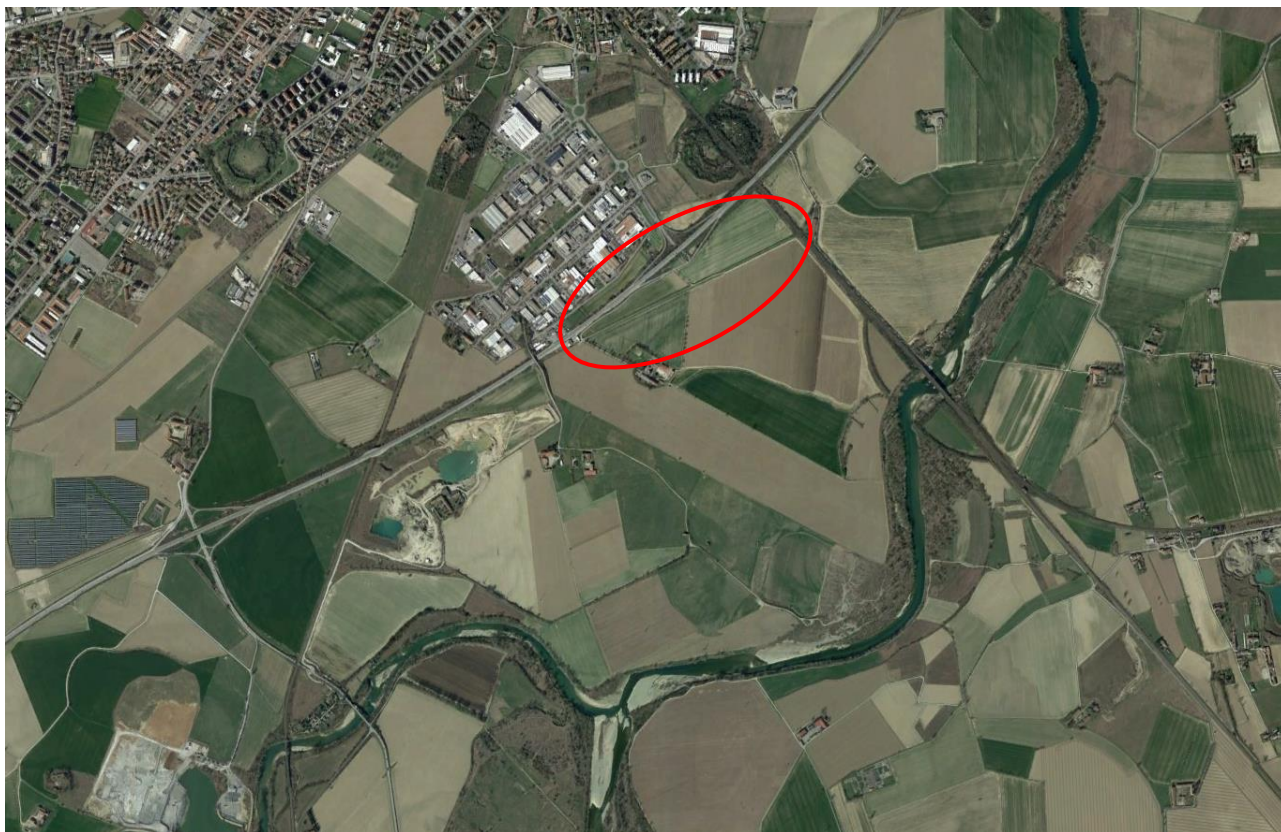


Figura 2.1: Foto aerea della zona di interesse (fonte: Google Earth 2021)

ELABORATO:	<b>RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA</b>					PAG 3 DI 8
N	02.2	DATA	04.08.2023	REVISIONE	00	PROT: 23050

COMMITTENTE:	AIPO – Agenzia Interregionale Fiume Po					
Progetto:	AL-E-1798 - Lavori di adeguamento rilevato arginale storico "Aulara" in sinistra Fiume Bormida a monte del ponte ferroviario Torino-Genova in Comune di Alessandria". CUP: B38H22000060001					PROGETTO DEFINITIVO

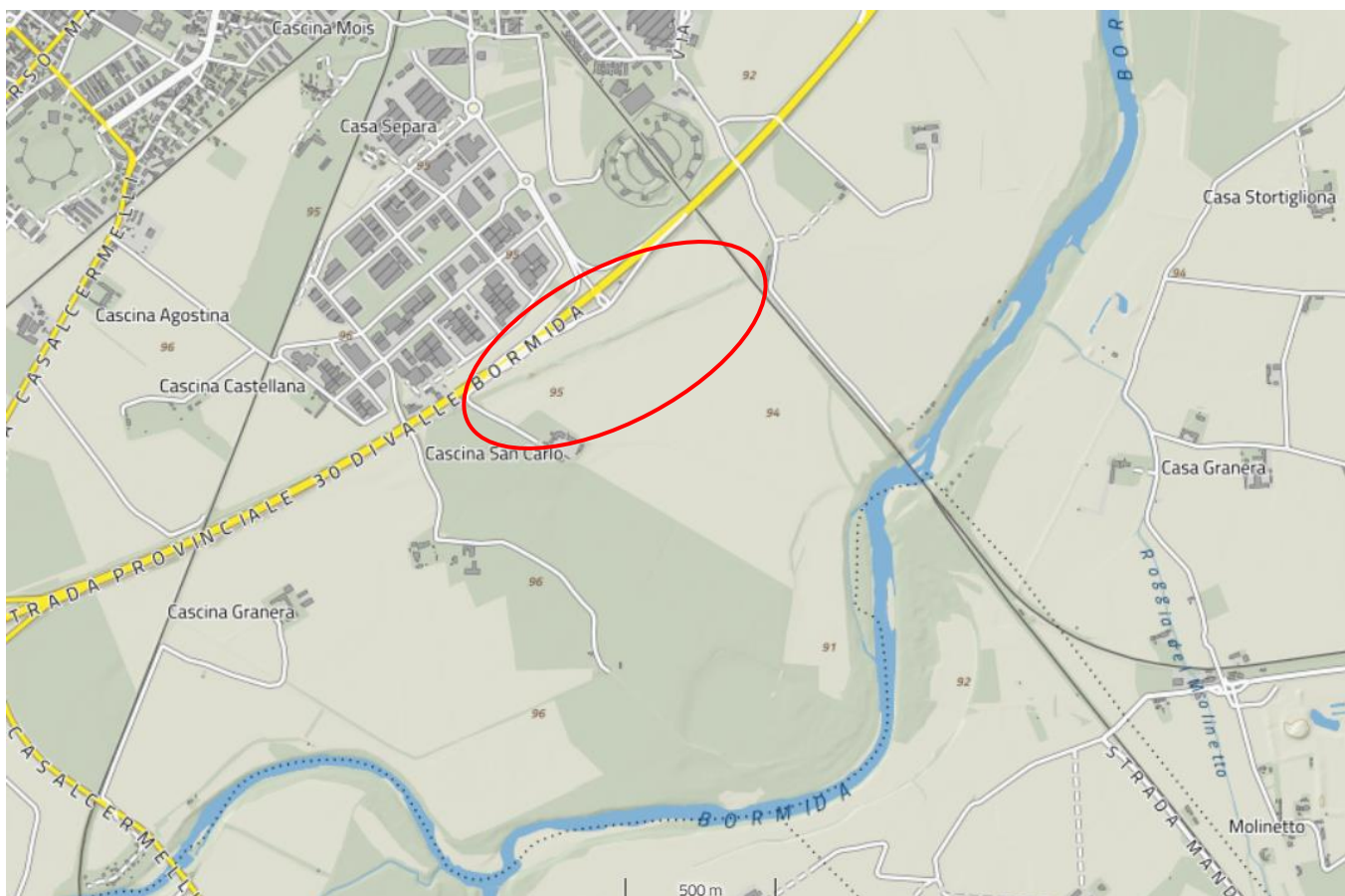


Figura 2.2: Inquadramento dell'area di interesse su BDRE Regione Piemonte 2021

### 3 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO DEL FIUME BORMIDA NELLA SEZIONE DI CHIUSURA

Essendo l'asta del Fiume Bormida studiata in numerose sezioni all'interno del *"Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni"* si è fatto riferimento alle caratteristiche del bacino contenute in tale pubblicazione.

Superficie bacino del Fiume Bormida ad Alessandria = 2566 km<sup>2</sup>

#### 3.1 VALUTAZIONE DELLE PORTATE MASSIME ANNUE AL COLMO

Per la valutazione delle portate di piena di riferimento da considerare per le progettazioni sono disponibili alcuni documenti ufficiali che vengono analizzati nel seguito del presente lavoro.

##### 3.1.1 PIANO PER LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

Il Fiume Bormida ricade all'interno dei corsi d'acqua di competenza dell'AIPO ed è stato studiato dettagliatamente nel *"Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni"* redatto dall'Autorità di bacino del Fiume Po.

In particolare, gli studi idrologici ed idraulici del Fiume Bormida sono contenuti nel documento *"Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale"*.

Da tali studi si ricava la portata di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni ad Alessandria che rappresenta la portata di riferimento più recente pubblicata dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.

ELABORATO:	RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA					PAG 4 DI 8
N	02.2	DATA	04.08.2023	REVISIONE	00	PROT: 23050

COMMITTENTE:	<b>AIPO – Agenzia Interregionale Fiume Po</b>
Progetto:	<b>AL-E-1798 - Lavori di adeguamento rilevato arginale storico "Aulara" in sinistra Fiume Bormida a monte del ponte ferroviario Torino-Genova in Comune di Alessandria". CUP: B38H22000060001</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km²	Q20 m³/s	Q200 m³/s	Q500 m³/s	Idrometro	
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.					Denominazione	
Tanaro	Bormida	155.131	40_P	Acqui Terme	1355	1740	2980	3360		
Tanaro	Bormida	166.273	30_P	Strevi	1457	1900	3010	3390		
Tanaro	Bormida	177.546	24a_S	Cassine	1513	2010	3020	3400	Bormida a Cassine	
Tanaro	Bormida	185.162	19	Sezzadio	1607	2110	3110	3500		
Tanaro	Bormida	197.534	13	Castellazzo Bormida	1693	2200	3180	3580		
Tanaro	Bormida	208.853	5a_P	Alessandria	2566	2520	4015	4413	Bormida ad Alessandria	

*tabella 3.1.1.1 Estratto del documento contenente i valori di portata di piena di progetto*

Nel medesimo documento sono stati riportati i livelli idrici calcolati del Fiume Bormida in numerose sezioni del suo bacino idrografico e relativi alla portata di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni, valore che rappresenta il riferimento per le progettazioni idrauliche.

Si osserva che il sito oggetto di intervento è in sponda sinistra ed è in prossimità dalla SP30 a monte del ponte ferroviario della linea Torino-Genova.

La sezione idraulica di riferimento nel modello idraulico riportato nel *"Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni"* è la SEZ 07m.

Nel seguito si riporta un estratto della cartografia dell'Atlante Cartografico della Variante al PAI – Fiume Bormida dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.



*Fig. 3.1.1.2 estratto cartografia Atlante Cartografico della Variante al PAI – Fiume Bormida con evidenziata la SEZ07*

ELABORATO:	<b>RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA</b>					PAG 5 DI 8
N	<b>02.2</b>	DATA	04.08.2023	REVISIONE	00	PROT: 23050

COMMITTENTE:	AIPO – Agenzia Interregionale Fiume Po
Progetto:	AL-E-1798 - Lavori di adeguamento rilevato arginale storico "Aulara" in sinistra Fiume Bormida a monte del ponte ferroviario Torino-Genova in Comune di Alessandria". CUP: B38H22000060001 <span style="float: right;">PROGETTO DEFINITIVO</span>

Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
		Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)
09a_P (m)	202.324	96.92	98.48	98.88
09a_P (v)	202.324	96.75	98.26	98.62
09M	202.340	96.73	98.44	98.84
08	204.734	94.79	96.45	96.80
07a	206.136	93.31	95.11	95.53
07_P (m)	206.228	93.30	95.03	95.45
07_P (v)	206.228	93.24	94.93	95.32
06	207.284	92.76	94.46	94.86
05b	208.103	92.14	93.88	94.29
05a	208.742	91.75	93.43	93.83

Fig. 3.1.1.2 estratto tabella livelli Fiume Bormida da "Profili di Piena" allegato allo Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni con evidenziata la SEZ07

(Le lettere "m" e "v" tra parentesi indicano che la sezione di calcolo idraulico è in corrispondenza di un'opera di attraversamento o di un'opera trasversale e che pertanto viene ripetuta, nel nome e nella progressiva, per indicarne il livello rispettivamente a monte e a valle)

### 3.1.2 STUDIO BIDIMENSIONALE ALLO STUDIO TELÒ MAY FLY DI PARMA

L'AIPO ha recentemente affidato il progetto "LAVORI DI ADEGUAMENTO DEI RILEVATI ARGINALI IN CORRISPONDENZA DEL NODO IDRAULICO BORMIDA - ORBA DAL PONTE AUTOSTRADALE A26 A PONTE FERROVIARIO SUL FIUME BORMIDA E SINO ALL'ABITATO DI CASAL CERMELLI NEL TRATTO DI MONTE - 2° LOTTO" allo Studio Telò May Fly di Parma che ha sviluppato uno studio idraulico aggiornato alle attuali condizioni di bacino del Fiume Bormida.

Tale studio si estende fino al tratto di fiume in cui si colloca l'intervento in oggetto.

Questo studio idraulico di tipo bidimensionale riporta, per la portata di riferimento con TR = 200 anni, l'andamento locale dei livelli idraulici in quote assolute, i battenti idrici ed i valori dei vettori velocità in alcuni scenari idraulici previsti.

Tra questi vi è anche quello conseguente all'esecuzione dei lavori di chiusura fornici previsti in un progetto sviluppato in contemporanea al presente.

Pertanto, si fa specifico riferimento alla situazione più gravosa delle simulazioni dello studio che coincide con i lavori di chiusura fornici eseguiti ovvero la "Simulazione con fornici chiusi TR200 ST16".

ELABORATO:	RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA					PAG 6 DI 8
N	02.2	DATA	04.08.2023	REVISIONE	00	PROT: 23050

COMMITTENTE:	AIPO – Agenzia Interregionale Fiume Po		
Progetto:	AL-E-1798 - Lavori di adeguamento rilevato arginale storico "Aulara" in sinistra Fiume Bormida a monte del ponte ferroviario Torino-Genova in Comune di Alessandria". CUP: B38H22000060001		PROGETTO DEFINITIVO



Fig.3.1.2.1 planimetria degli allagamenti nella zona di intervento



Fig.3.1.2.2 estratto della planimetria degli allagamenti nella zona di intervento con indicazione delle quote raggiunte dal pelo libero dell'acqua

## 4 CONFRONTO DEI RISULTATI IDRAULICI OTTENUTI E SCELTA DEL VALORI DI RIFERIMENTO

L'analisi dei risultati rivela sostanzialmente che i due metodi individuano sui siti in oggetto valori di livelli idraulici, associati al tempo di ritorno pari a 200 anni, che sono confrontabili.

ELABORATO:	RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA				PAG 7 DI 8	
N	02.2	DATA	04.08.2023	REVISIONE	00	PROT: 23050

COMMITTENTE:	AIPO – Agenzia Interregionale Fiume Po
Progetto:	AL-E-1798 - Lavori di adeguamento rilevato arginale storico "Aulara" in sinistra Fiume Bormida a monte del ponte ferroviario Torino-Genova in Comune di Alessandria". CUP: B38H22000060001 <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>

In particolare, la differenza tra i livelli idraulici risulta contenuta se si considerano i battenti idrici totali, determinando sostanzialmente le medesime condizioni idrologiche di evento di piena.

Nella tabella seguente si riportano a confronto tali valori con la variazione in percentuale rispetto al termine indicato dalla Direttiva Piena di Progetto.

<b>Tempo di ritorno</b>	200 anni
<b>1 - Quota idraulica desunta dal "Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni" immediatamente a monte del ponte ferroviario</b>	95,03 m slm
<b>2 - Quota idraulica desunta dallo Studio idraulico dello Studio Telò May Fly di Parma relativo ai "Lavori di adeguamento dei rilevati arginali in corrispondenza del nodo idraulico Bormida - Orba dal ponte autostradale A26 a ponte ferroviario sul fiume Bormida e sino all'abitato di Casal Cermelli nel tratto di monte - 2° lotto"</b>	96,05 m slm
<b>Differenza 2-1</b>	1,02 m

**Tab. 4..1. sintesi confronto dei livelli di piena**

Si osserva che il valore ottenuto con il *"Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni"* è minore rispetto a quelli ottenuti dallo Studio Idraulico eseguito dallo Studio Telò May Fly di Parma in relazione ai *"Lavori di adeguamento dei rilevati arginali in corrispondenza del nodo idraulico Bormida - Orba dal ponte autostradale A26 a ponte ferroviario sul fiume Bormida e sino all'abitato di Casal Cermelli nel tratto di monte - 2° lotto"*.

Si osserva che lo studio idraulico bidimensionale del nodo Bormida – Orba è sicuramente più accurato dello studio monodimensionale del *"Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni"* anche in relazione alla mole di rilievi topografici che ha utilizzato e dell'estensione dei risultati ottenuti.

I valori dei livelli di piena che si assumono per la progettazione degli interventi in oggetto sono quelli derivanti dallo Studio Idraulico eseguito nell'ambito dei *"Lavori di adeguamento dei rilevati arginali in corrispondenza del nodo idraulico Bormida - Orba dal ponte autostradale A26 a ponte ferroviario sul fiume Bormida e sino all'abitato di Casal Cermelli nel tratto di monte - 2° lotto"* in quanto presenta condizioni idrauliche più dettagliate e più cautelative.

## 5 VERIFICA DEL FRANCO ARGINALE

In relazione alle quote idrauliche del modello idraulico-numerico bidimensionale valutate in prossimità del manufatto arginale in sponda sinistra in oggetto si possono valutare i franchi arginali lungo il suo sviluppo.

<b>Sezione arginale</b>	<b>q</b> sommità argine [msm]	<b>q</b> Q TR=200 anni [msm]	<b>F</b> [m]
Estremo di monte	97.49	96.07	1.42
mezzeria	97.47	96.06	1.41
Estremo di valle	97.28	96.05	1.23

**Tab.5.1 valori del franco lungo il rilevato arginale**

Il valore del franco idraulico esistente risulta essere ovunque maggiore del limite minimo fissato dalla *"Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche all'interno delle fasce A e B"* pari ad **1.00 m**.

ELABORATO:	<b>RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA</b>				PAG 8 DI 8
N	02.2	DATA	04.08.2023	REVISIONE	00
					PROT: 23050