

INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO DEL DEPURATORE DI  
ALESSANDRIA ORTI - LINEA ACQUE E LINEA FANGHI  
CUP E36G14000260008 - CIG 6185013231 - CIG 61863555 A4

## PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

ELABORATO N°:

II052P-PE-RI001

ELABORATO				CONTROLLATO		APPROVATO		
SIGLA R. GALLOTTI				R. GALLOTTI		S. VENTURINI		
REVISIONE	N.	DESCRIZIONE						
	1							
	2							
	3							


NOME FILE:

II052P-PE-RI001.doc

DATA: Settembre 2016

SCALA:


-

 <b>PRESENTAZIONE</b>	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 2
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

**INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO  
 DEL DEPURATORE DI ALESSANDRIA ORTI  
 LINEA ACQUE – LINEA FANGHI  
 CUP E36G14000260008  
 CIG 6185013231 - CIG 61863555 A4**


**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 3
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	


## I N D I C E

1.	INTRODUZIONE	5
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA	6
2.1.	Localizzazione	6
2.2.	Viabilità	7
2.3.	Bacino di utenza	7
3.	CARATTERISTICHE FISICHE DELL'AREA	8
3.1.	Geomorfologia	8
3.2.	Caratteristiche geologiche e idrogeologiche	8
3.3.	Idrografia	9
4.	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – FASCE FLUVIALI	11
5.	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO	14
6.	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – NODO CRITICO TA04 DI ALESSANDRIA	16
6.1.	Caratteristiche geografiche dell'area	16
6.2.	Caratteri idrologici e idraulici	17
6.3.	Assetto attuale del sistema difensivo	17
6.4.	Fenomeni di dissesto nel corso di piene recenti	18
6.5.	Condizioni di criticità e di rischio	18
7.	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – LINEE DI INTERVENTO DI PIANO	19
8.	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – DIRETTIVA PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO UBICATI NELLE FASCE FLUVIALI “A” E “B”	21
8.1.	Prescrizioni	21
8.2.	Raccomandazioni tecniche	22

 <b>TESERUPAL</b>	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 4
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

## INDICE DELLE FIGURE

Fig. 2.1 -	Localizzazione dell'impianto di Alessandria-Orti	6
Fig. 2.2 -	Dettaglio dell'impianto di Alessandria-Orti	7
Fig. 3.1 -	Estratto cartografia del PTA – Idrografia del territorio	10
Fig. 4.1 -	Schema di definizione delle fasce fluviali secondo il PAI	11
Fig. 4.2 -	PAI – Tavola di delimitazione delle fasce fluviali – Foglio 176 Sez. I – Alessandria – Tanaro 03 Bormida 02	12
Fig. 4.3 -	PAI – Tavola di delimitazione delle fasce fluviali – Foglio 176 Sez. I – Alessandria – Tanaro 03 Bormida 02 - Ingrandimento	13
Fig. 5.1 -	PAI – Cartografia di Piano – Rischio idraulico e idrogeologico – Estratto Tav. 6-I	15
Fig. 6.1 -	PAI - Bacino idrografico del fiume Po – Nodi critici – Tanaro-TA04 Alessandria – Inquadramento generale	16
Fig. 7.1 -	PAI - Bacino idrografico del fiume Po – Nodi critici – Tanaro-TA04 Alessandria – Interventi di Piano (PAI-PSFF) - Tav. 2 di 2	20

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 5
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione è relativa al Progetto Esecutivo di miglioramento dell'impianto di depurazione di Alessandria-Orti, gestito da A.M.A.G., Azienda Multiutility Acqua Gas S.p.A., ai fini del raggiungimento della potenzialità già autorizzata di 110.000 AE, mediante la costruzione di una linea a servizio di 40.000 AE. La linea attualmente funzionante è a servizio di 70.000 AE.

Il recapito finale dei reflui urbani depurati è il fiume Tanaro.


Le dimensioni dell'area a disposizione consentono l'inserimento delle nuove vasche di trattamento mediante la sola demolizione delle vecchie vasche di ossidazione, che saranno sostituite da vasche di maggiore volume. Si prevede, infatti, di realizzare ex-novo le vasche di denitrificazione e nitrificazione ed equipaggiarle per l'utilizzo della tecnologia a "cicli alternati". Quest'ultima sarà applicata anche nell'ambito dei lavori di ristrutturazione del trattamento biologico esistente che prevede l'introduzione della tecnologia a "cicli alternati" per l'adeguamento e potenziamento al servizio di una popolazione equivalente di 70.000 abitanti. In concomitanza con questi ultimi lavori, verranno anche eseguiti alcuni interventi di manutenzione straordinaria finalizzati a risolvere alcune criticità essenzialmente legate alla esistente ripartizione dei flussi pretrattati, alle forniture d'aria e al miglioramento della manutenzione su alcune unità operative. Il complesso di questi interventi è oggetto di progetti esecutivi in corso di aggiudicazione.

La progettazione è stata condotta sulla base dei dati di progetto e scelte tecnologiche condivisi con l'Ente Appaltante.

Particolare cura è stata dedicata all'opera di presa e sollevamento iniziale, che è stata prevista di nuova costruzione con fondo vasca a quota altimetrica tale da evitare rigurgiti nella tubazione di arrivo.

Pur essendo gli interventi previsti in progetto limitati e interamente compresi all'interno dei confini dell'impianto esistente, si è tuttavia analizzata la compatibilità idraulica dell'opera con le prescrizioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po.



	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 6
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA

### 2.1. Localizzazione

L'intervento è previsto venga realizzato completamente all'interno dell'area (circa 36.000 m<sup>2</sup>) già attualmente destinata all'impianto di depurazione, situato in Via Milite Ignoto, in prossimità del fiume Tanaro, con accesso dalla strada Lungo Tanaro Magenta.

L'area è posta in fregio al corpo idrico ricettore fiume Tanaro, che ne costituisce anche il recapito finale.

La zona di estensione di circa 3.6 ha, dista circa 2.4 km a nord dalla zona centrale di Alessandria ed è posta a circa 90 m s.l.m.

Di seguito si riporta la localizzazione dell'impianto in oggetto su ortofoto e un dettaglio dello stesso.



FIG. 2.1 - LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI ALESSANDRIA-ORTI


	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 7
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	



FIG. 2.2 - DETTAGLIO DELL'IMPIANTO DI ALESSANDRIA-ORTI


## 2.2. Viabilità

L'impianto di depurazione è situato a Nord della zona centrale di Alessandria in località Massobrio, dopo lo svincolo della tangenziale, all'inizio della strada provinciale per Valenza.

All'impianto, situato in Via Milite Ignoto, si accede dalla strada Lungo Tanaro Magenta.

## 2.3. Bacino di utenza

L'impianto, nella configurazione attuale, serve una popolazione di circa 70.000 AE; al termine dell'intervento previsto, la potenzialità finale dell'impianto, già autorizzata, sarà di 110.000 AE, facendo convogliare al depuratore anche i reflui della circoscrizione Fraschetta e del quartiere Cristo.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 8
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

### 3. CARATTERISTICHE FISICHE DELL'AREA

#### 3.1. Geomorfologia

L'area vasta di studio in cui si colloca l'intervento in progetto comprende un settore prettamente collinare a Nord, determinato dai rilievi del Monferrato, e di pianura nella restante parte.

L'area oggetto del previsto intervento presenta una morfologia sostanzialmente pianeggiante con altimetria di circa 90 m s.l.m.m., caratterizzata dalla presenza degli alvei attivi dei fiumi Bormida e Tanaro che confluiscono a circa 3 km a valle del sito e dai terrazzi determinati alla dinamica fluviale.

L'area direttamente interessata dalla progettazione appare caratterizzata da un elevato grado di stabilità, dovuta alla morfologia sostanzialmente pianeggiante della superficie topografica.

#### 3.2. Caratteristiche geologiche e idrogeologiche

L'area in esame risulta cartografata sul Foglio n. 70 "Alessandria" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

La provincia di Alessandria è situata nel settore sud-orientale della regione Piemonte, che geologicamente appartiene al complesso di sedimenti marini e continentali (a partire dall'Oligocene), denominato Bacino Terziario Ligure Piemontese (BTLP) i cui termini più antichi affiorano sui rilievi collinari del Monferrato che delimitano a Nord la pianura di Alessandria.

Dal punto di vista stratigrafico si individuano 3 livelli principali:

- 1) strato di riporto antropico a granulometria prevalentemente fine avente potenza 2.5 m;
- 2) tra 2.5 m e 8.5 m da p.c. si rinviene un livello di sabbia limosa argillosa di bassa consistenza;
- 3) al di sotto di 8.5 m si trova ghiaia con sabbia da fine a leggermente limosa.

Da punto di vista idrogeologico, le indagini pregresse eseguite nell'area, posizionano la falda ad una profondità mediamente pari a 10.5 m dal p.c..


Per il corretto dimensionamento delle opere in progetto è stato necessario individuare l'effettiva potenza dei livelli 1) e 2) del precedente elenco ed è necessario avere informazioni circa la loro resistenza e deformabilità utile sia per il dimensionamento delle scarpate di scavo provvisorie che per il calcolo dei cedimenti delle vasche.

Al fine di ottenere gli approfondimenti di cui sopra è stata eseguita una campagna di indagine geognostica integrativa.

Si sono eseguiti n. 3 sondaggi spinti ad una profondità di 15 m, all'interno dei quali sono state realizzate prove SPT nella misura di 1 ogni metro.

Per il sondaggio ubicato in corrispondenza della nuova stazione di grigliatura e sollevamento iniziale, in aggiunta, si è prevista l'esecuzione di una prova Lefranc all'interno dell'orizzonte ghiaioso al fine di stimarne la permeabilità e contestualmente si è proceduto ad installare un piezometro a tubo aperto per la misura corretta del livello di falda nell'area.



	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 9
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

La caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione è basata sui risultati di prove tipo MASW eseguite nell'area oggetto di intervento.

In particolare le indagini hanno consentito di caratterizzare i terreni di fondazione presenti all'interno del volume significativo di terreno che interagisce con le opere stesse e hanno confermato la successione di 3 livelli stratigrafici:

1. Livello I: Terreno di riporto. Presente da 0 a 2.5 metri dal p.c.;
2. Livello II: Sabbia fine limosa/limo sabbioso. Presente da 2.5 a 8.5 metri dal p.c.;
3. Livello III: Ghiaia in matrice sabbiosa e limosa. Presente da 8.5 metri a fine sondaggio.

La superficie freatica è stata individuata attorno ai 10 metri di profondità dal piano campagna.

La permeabilità del livello III è stata misurata con una prova Lefranc dedicata che ha evidenziato un valore di conducibilità idraulica pari a  $10^{-5}$  m/s.

### 3.3. Idrografia


L'area su cui si estende il Comune di Alessandria è caratterizzata da un'estesa pianura alluvionale determinata dalla dinamica fluviale dei seguenti corsi d'acqua:

- fiume Tanaro, che scorre con andamento prevalente da Ovest a Est a Nord di Alessandria;
- fiume Bormida, che scorre con andamento Sud-Ovest – Nord-Est e che confluisce con il primo a Nord-Est di Alessandria;
- torrente Orba, che presenta andamento da Sud a Nord e che confluisce nel fiume Bormida a Sud di Alessandria;
- torrente Lemme, che scorrendo da Sud Est verso Nord Ovest confluisce nel torrente Orba a Sud di Alessandria;
- torrente Scrivia, che da Sud verso Nord scorre nel settore orientale della pianura alessandrina.

Il tracciato meandriforme di questi corsi d'acqua nell'area di studio è indice di bassa energia e di elevato carico solido essenzialmente fine.

È inoltre presente un reticolo idrografico minore integrato da numerosi canali artificiali che si diramano in tutta la pianura alessandrina. Alla ricarica dei fiumi contribuiscono le zone collinari circostanti.

L'idrografia della zona presenta come livello di base il corso del fiume Tanaro che, scorrendo con andamento da Sud-Ovest a Nord-Est, a Nord del sito, rappresenta il principale collettore dell'area.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 10
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

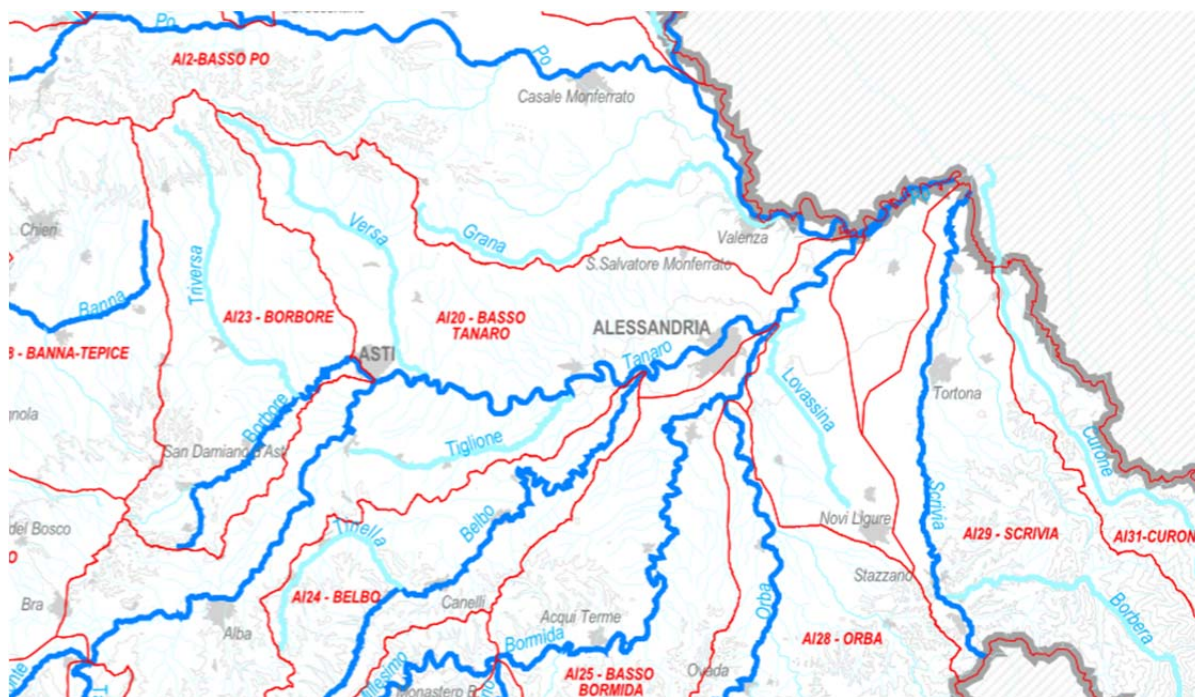



FIG. 3.1 - ESTRATTO CARTOGRAFIA DEL PTA – IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

L'impianto di depurazione è ubicato in fregio al fiume Tanaro, che ne costituisce anche il ricettore finale.

Si analizzano di seguito gli elaborati vigenti riportati nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, presenti sul sito dello stesso Ente e aggiornati corrispondentemente alla entrata in vigore delle varianti al PAI deliberate dal Comitato Istituzionale.

Si sono analizzati sia gli elaborati cartografici che le Direttive di interesse.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 11
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

#### 4. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – FASCE FLUVIALI

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po definisce la delimitazione delle fasce fluviali secondo le seguenti definizioni:

- **Fascia A:** *di deflusso della piena*; è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- **Fascia B:** *di esondazione*; esterna alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento; per la determinazione della Fascia B si assume la piena con tempo di ritorno 200 anni. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata;
- **Fascia C:** *di inondazione per piena catastrofica*; è costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

Uno schema esplicativo della definizione delle fasce fluviali è riportato in Figura.

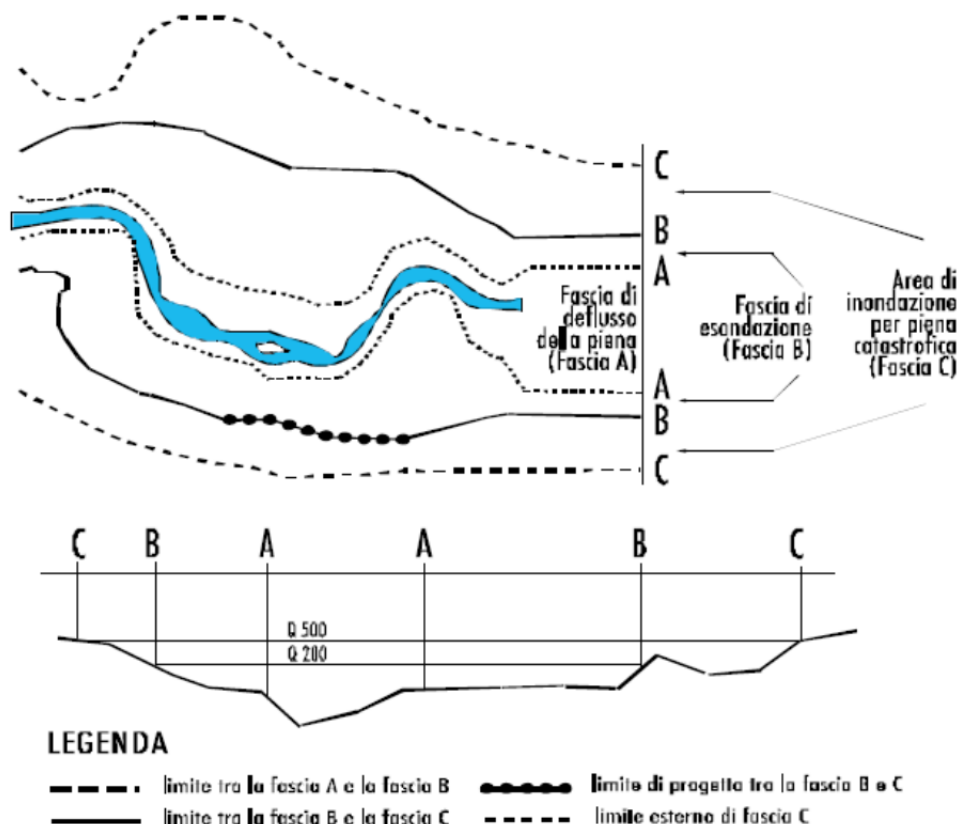



FIG. 4.1 - SCHEMA DI DEFINIZIONE DELLE FASCE FLUVIALI SECONDO IL PAI

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 12
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

La figura seguente riporta la tavola di delimitazione delle fasce fluviali del PAI relativa all'area di interesse.

In rosso l'area occupata dall'impianto di trattamento.

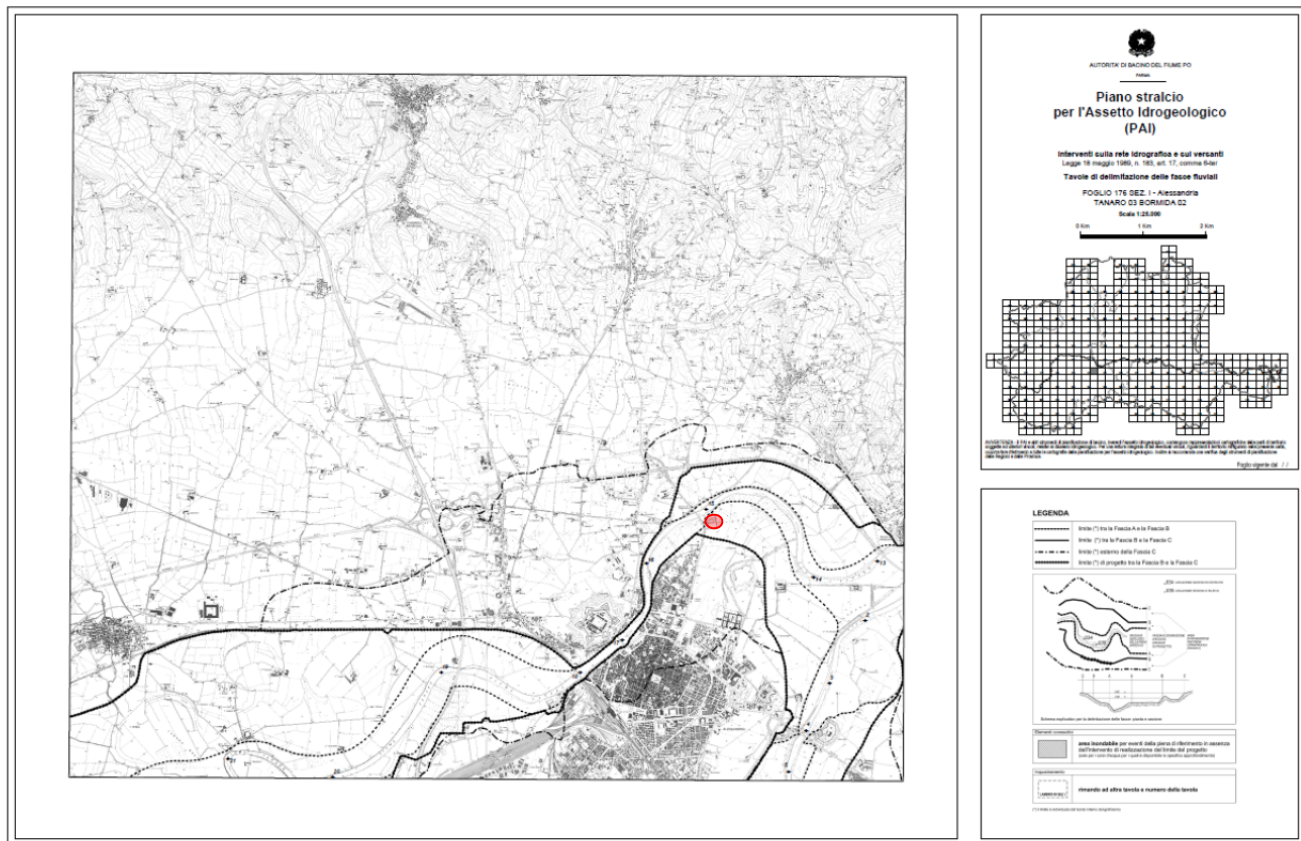






FIG. 4.2 - PAI – TAVOLA DI DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI – FOGLIO 176 SEZ. I – ALESSANDRIA – TANARO 03 BORMIDA 02

Il successivo ingrandimento rende maggiormente visibile la localizzazione dell'area impianto rispetto alla delimitazione delle fasce fluviali.

L'impianto di depurazione è ubicato in **Fascia B**.



	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 la Fascia B e la Fascia C

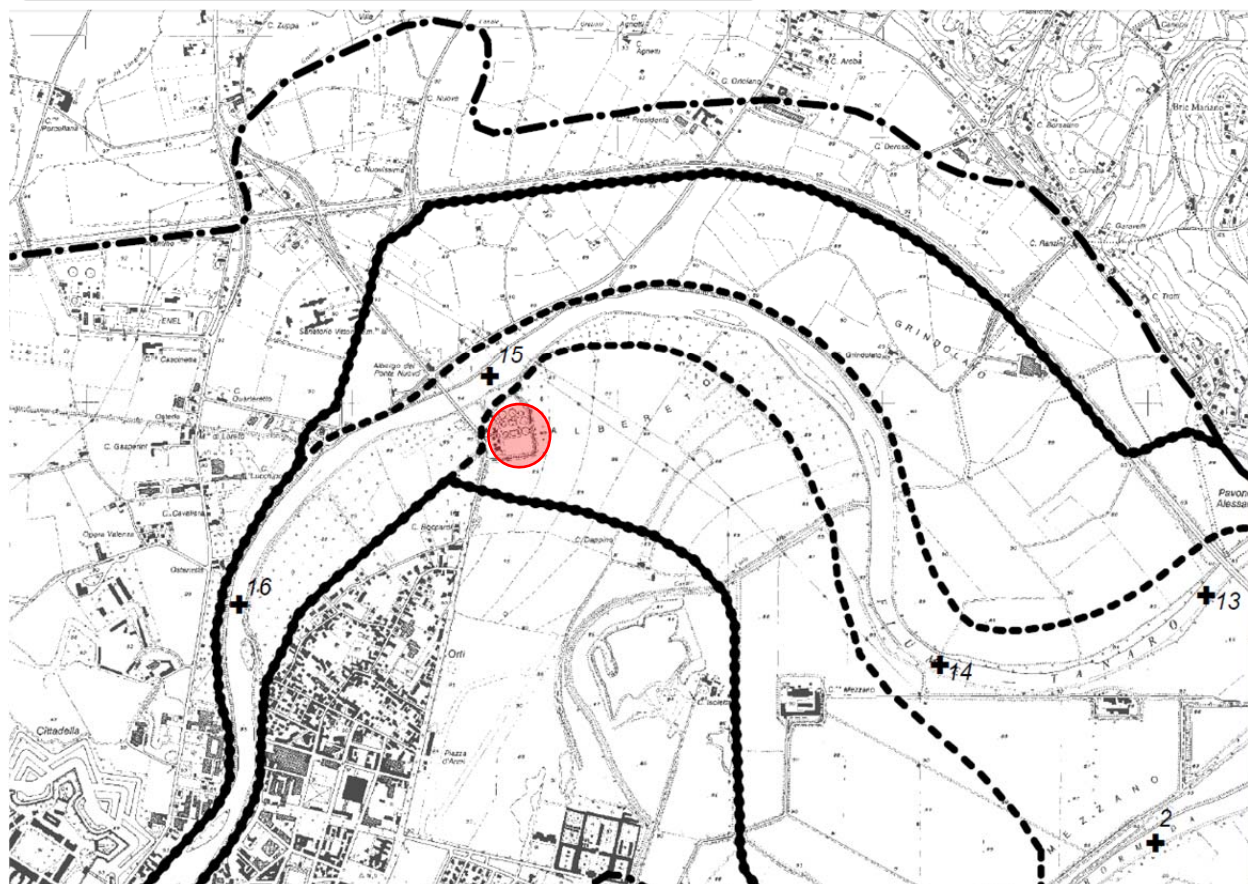



FIG. 4.3 - PAI – TAVOLA DI DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI – FOGLIO 176 SEZ. I – ALESSANDRIA – TANARO 03 BORMIDA 02 - INGRANDIMENTO

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 14
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

## 5. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO


Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po definisce il rischio idraulico e idrogeologico, riferito ad unità elementari costituite dai confini amministrativi, che deriva dalla valutazione della pericolosità, connessa alle diverse tipologie di dissesto, e della vulnerabilità propria del contesto socio-economico e infrastrutturale potenzialmente soggetto a danni in dipendenza del manifestarsi di fenomeni di dissesto.

Questa procedura di valutazione, consente l'assegnazione di quattro classi di rischio (moderato, medio, elevato, molto elevato) alle unità elementari con cui è stato suddiviso il territorio del bacino idrografico (comuni).

- **R1: Moderato.** I danni sociali ed economici sono marginali.
- **R2: Medio.** Sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche.
- **R3: Elevato.** Sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale.
- **R4: Molto elevato.** Sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio-economiche.

La figura seguente mostra un estratto della cartografia di Piano con l'indicazione dell'ubicazione area impianto (tondo blu).

L'area interessata è caratterizzata da **rischio idraulico e idrogeologico R3, elevato**.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 15
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

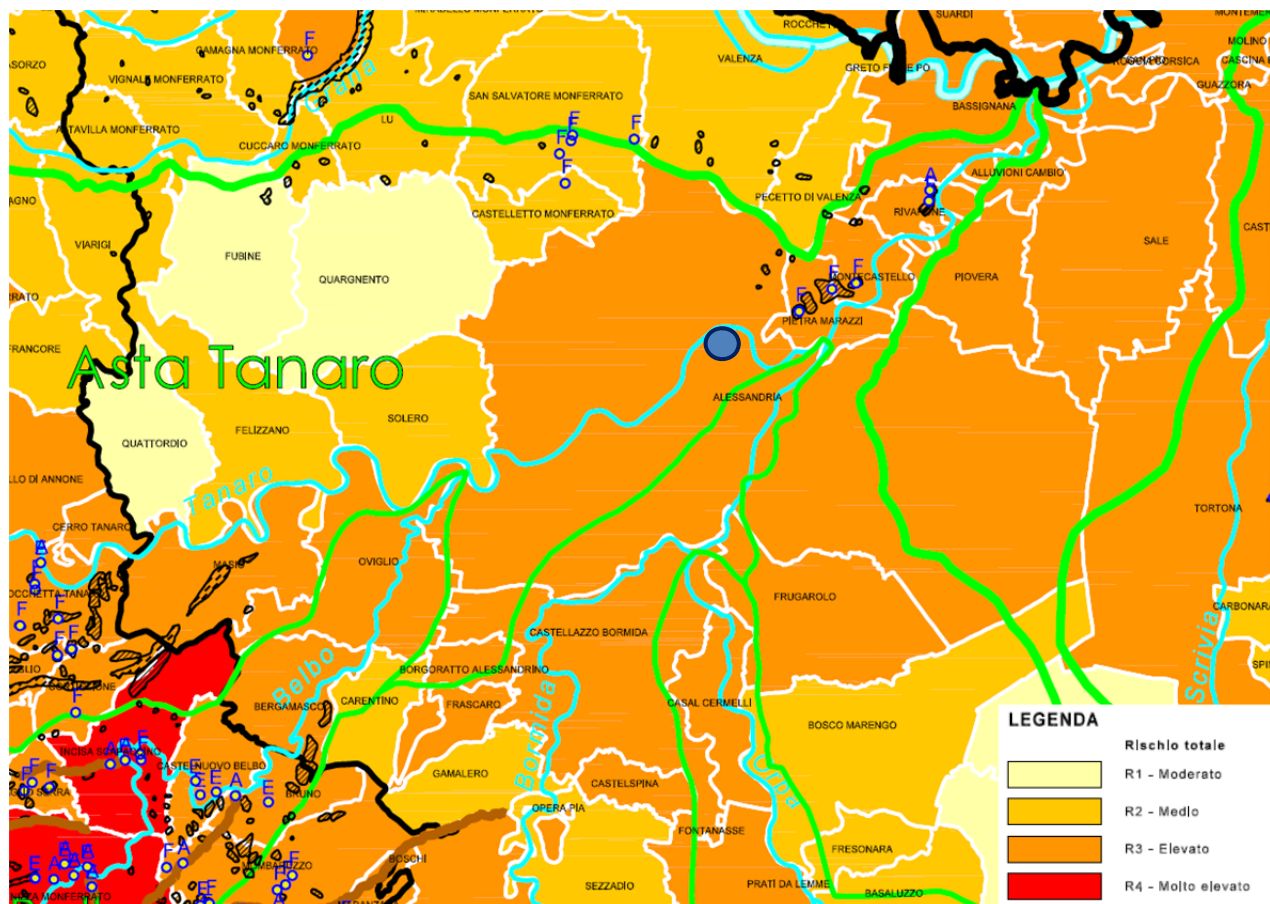



FIG. 5.1 - PAI – CARTOGRAFIA DI PIANO – RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO – ESTRATTO TAV. 6-I



	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 16
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

## 6. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – NODO CRITICO TA04 DI ALESSANDRIA

### 6.1. Caratteristiche geografiche dell'area

Il Comune di Alessandria è compreso nel “Nodo critico TA04 – Alessandria, dall’abitato di Solero all’abitato di Montecastello” individuato dal PAI.

Nella figura seguente si riporta l'inquadramento generale del nodo critico, così come riportato sulla cartografia dell'Autorità di Bacino. L'area di interesse del presente progetto è compresa nella Tavola n. 2, a valle dell'abitato di Alessandria.

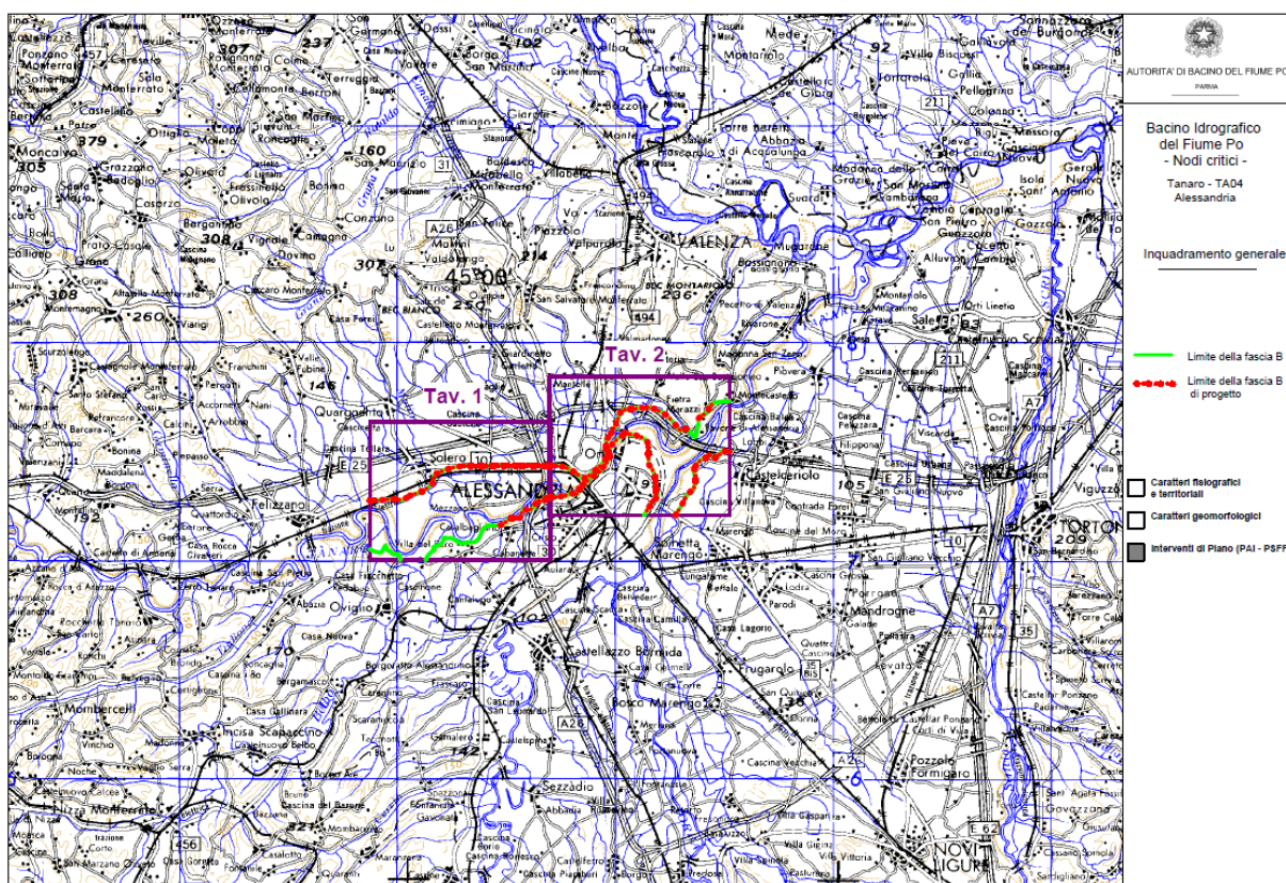



FIG. 6.1 - PAI - BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME PO – NODI CRITICI – TANARO-TA04 ALESSANDRIA – INQUADRAMENTO GENERALE

La città di Alessandria è attraversata dal fiume Tanaro, mentre a valle dell'abitato si ha la confluenza del T. Bormida nel Tanaro.

Il processo di espansione urbanistica, che l'ha caratterizzata dagli inizi del secolo, ha progressivamente sottratto ai corsi d'acqua parte delle golene di libera espansione durante gli eventi di piena, oggi occupate da insediamenti residenziali e produttivi.



 <b>GRUPPO AMAG</b> ALESSANDRIA ITALIA	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 17
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

La città di Alessandria è inoltre un importante nodo stradale e ferroviario, infatti è attraversata dalla SS. 10 e dalla linea ferroviaria Torino - Genova e compresa tra le autostrade A21 e A26.

Dai documenti del PAI si evince quanto segue.

Nel tratto dall'attraversamento dell'autostrada A26 alla confluenza del Bormida, l'alveo del Tanaro ha un corso a meandri, con evoluzione degli stessi estremamente lenta; le sponde sono generalmente stabili, con locali processi erosivi sulla sponda esterna di alcuni meandri; sono presenti tracce di meandri abbandonati antichissime, disgiunte dall'attuale sistema fluviale e spesso esterne alle arginature.

Le aree golenali di esondazione a monte del nodo critico sono molto estese.

A monte di Alessandria si manifesta per alcuni chilometri una diminuzione di sinuosità, in seguito all'antico taglio (verosimilmente artificiale) di alcuni grandi meandri. Nel tratto urbano l'alveo risulta canalizzato dai muri spondali presenti; la sua sezione è molto ristretta per la presenza di ponti con numerose pile in alveo e fabbricati a ridosso delle sponde. Alla confluenza con il Bormida si nota la mancanza di opere di contenimento dei livelli di piena in destra e il restringimento notevole della sezione di piena.

Dalla confluenza del Bormida verso valle (fino alla confluenza in Po) l'alveo ha caratteristiche simili a quelle del tratto precedente. L'area golenale ha una larghezza media di circa 2 km. In prossimità di Pavone Alessandrino e Montecastello la sponda sinistra è costituita dal bordo collinare o da scarpate alte, con presenza discontinua ma numerosa di muri, rivestimenti e altre opere di difesa spondale. Lungo la sponda destra corre un argine continuo su tutto il tratto.

## 6.2. Caratteri idrologici e idraulici


Le elaborazioni idrologiche contenute nel PAI forniscono per il nodo di Alessandria le seguenti portate riferite ai diversi tempi di ritorno.

Bacino idrografico	Corso d'acqua	Sezione		Superficie Km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q100 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s
		Prog. (km)	Denomin.					
Tanaro	Tanaro	222.440	Alessandria	5.258	2.850	3.550	3.800	4.200

## 6.3. Assetto attuale del sistema difensivo

I sistemi arginali sono presenti a carattere locale e discontinuo, inadeguati in termini di quota. Le opere di sponda hanno carattere sporadico e denunciano uno stato di dissesto e di inadeguatezza accentuati, anche in ragione delle sollecitazioni conseguenti all'evento di piena del novembre 1994.

Problemi significativi di interazione con le opere idrauliche di difesa sono posti dalle opere di attraversamento presenti (ponti della ferrovia Torino - Genova, della SS. 10 della Cittadella e degli Orti a valle della città); gli effetti connessi sono rappresentati da fenomeni di rigurgito per insufficienza della sezione di deflusso e da sollecitazioni eccessive sulle opere stesse da parte della corrente.

 <b>GRUPPO AMAG</b> Alessandria ITALIA	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 18
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Nell'abitato di Alessandria è inoltre presente una soglia ubicata a valle del ponte stradale della Cittadella che condiziona il deflusso di piena in occasione di eventi estremi.


#### **6.4. Fenomeni di dissesto nel corso di piene recenti**

Il fenomeno di piena dell'ottobre 2000 ha interessato in modo marginale l'area del nodo critico senza produrre dissesti di rilievo, mentre durante l'evento del novembre 1994 la capacità di portata in corrispondenza del nodo si è dimostrata decisamente insufficiente. In tale occasione, infatti, i livelli idrici hanno superato la quota di ritenuta degli argini provocando rotte e dissesti; in particolare a monte della città, per effetto dell'occlusione da parte del materiale flottante trasportato di una campata del ponte ferroviario, si è verificato un innalzamento dei livelli di circa 1.5 m con conseguente sfondamento in sinistra Tanaro dello stesso rilevato ferroviario e allagamento dell'abitato. Estesi allagamenti si sono manifestati inoltre per sormonto dei muri spondali dell'abitato, in corrispondenza dell'argine a difesa del quartiere Orti in destra e della località Albereto sempre in destra a valle della città.

#### **6.5. Condizioni di criticità e di rischio**

Il PAI individua le principali situazioni di criticità, riconducibili a:

- ✓ inadeguatezza dell'assetto geometrico del corso d'acqua nei tratti in corrispondenza degli attraversamenti urbani e del relativo sistema difensivo, fortemente condizionate dall'insediamento urbano e dai ponti presenti;
- ✓ insufficiente manutenzione sulle opere idrauliche di difesa e sugli alvei stessi, che comporta spesso problemi di adeguata capacità di deflusso e di efficienza funzionale;
- ✓ presenza nelle aree esondabili di infrastrutture viarie e ferroviarie che condizionano il tracciato dell'alveo e, con i manufatti di attraversamento, interferiscono con il regime di deflusso creando ostacoli e limitando le funzioni di laminazione delle aree stesse;
- ✓ insufficiente dimensionamento di numerose opere di attraversamento dei corsi d'acqua (soprattutto ponti, viadotti e rilevati stradali e ferroviari) e carenza della manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere stesse, in rapporto alle parti esposte alle sollecitazioni dovute alle interazioni con le acque di piena;
- ✓ occupazione delle aree golenali e di esondazione da parte di insediamenti residenziali e produttivi, di dimensioni anche rilevanti, che limitano le possibilità di laminazione della piena, comportano riduzioni della sezione di deflusso, creano ostacoli alla corrente e costituiscono un fattore intrinseco di elevata vulnerabilità;
- ✓ erosione e abbassamento di fondo dell'alveo in numerosi tratti, da imputare a uno squilibrio del bilancio del trasporto solido sull'asta, con conseguente esaltazione dei fenomeni di scalzamento sulle fondazioni dei ponti e dei viadotti e sulle difese di sponda.

 <b>TECERRE</b>	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 19
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

## 7. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – LINEE DI INTERVENTO DI PIANO

Come indicato nel PAI, l'assetto idraulico definito dalla fascia fluviale B nell'abitato di Alessandria, è prevalentemente di progetto, con il limite determinato da opere di contenimento dei livelli idrici.

Lo schema di funzionamento idraulico è costituito da un sistema arginale di contenimento dei livelli idrici in destra e in sinistra esteso a tutto il nodo e da un aumento della capacità di deflusso nel tratto urbano e di valle per ridurre i livelli idrici al colmo. La portata di progetto rispetto alla quale dimensionare il sistema difensivo è quella con tempo di ritorno di 200 anni.


Rispetto all'assetto di progetto la gestione del nodo nel corso di un evento gravoso richiede:

- un sistema di preannuncio operante sui livelli idrici in corrispondenza del nodo rispetto a soglie di allerta e di guardia;
- un protocollo operativo per il pronto intervento sulla rete viaria per le operazioni di interruzione del traffico e sorveglianza degli attraversamenti.

L'assetto morfologico e idraulico di progetto è definito dai seguenti interventi e prevede :

- realizzazione un sistema di arginature a carattere continuo che assicuri il mantenimento della massima capacità di espansione nelle aree golenali. In sinistra, da Felizzano ad Alessandria. La linea arginale si sviluppa lungo il rilevato ferroviario o il canale De Ferrari per tutto il tratto a monte di Alessandria e, oltre il tratto cittadino, lungo il tracciato dell'autostrada A21 fino al bordo collinare in prossimità di Pavone. In destra l'argine si estende dalla località Casalbagliano ad Alessandria, fino alla confluenza del fiume Bormida e successivamente dal Bormida fino alla confluenza nel Po;
- il potenziamento della capacità di deflusso dell'alveo mediante sistemazione ed ampliamento del corso d'acqua nel tratto urbano, compatibilmente con i fabbricati e le infrastrutture esistenti;
- la ricalibratura della sezione dell'alveo a valle del centro abitato, dal ponte Orti all'abitato di Montecastello per un'estensione di circa 7.5 km;
- l'adeguamento o il rifacimento dei ponti nel tratto urbano (ponte ferroviario della linea Torino - Genova, ponte della Cittadella e ponte Orti);
- il contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo tramite opere di difesa spondale di nuova realizzazione o di completamento e integrazione di quelle esistenti.

La figura seguente riporta gli interventi di Piano previsti per il nodo critico TA04 di Alessandria nell'area di interesse.

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 20
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

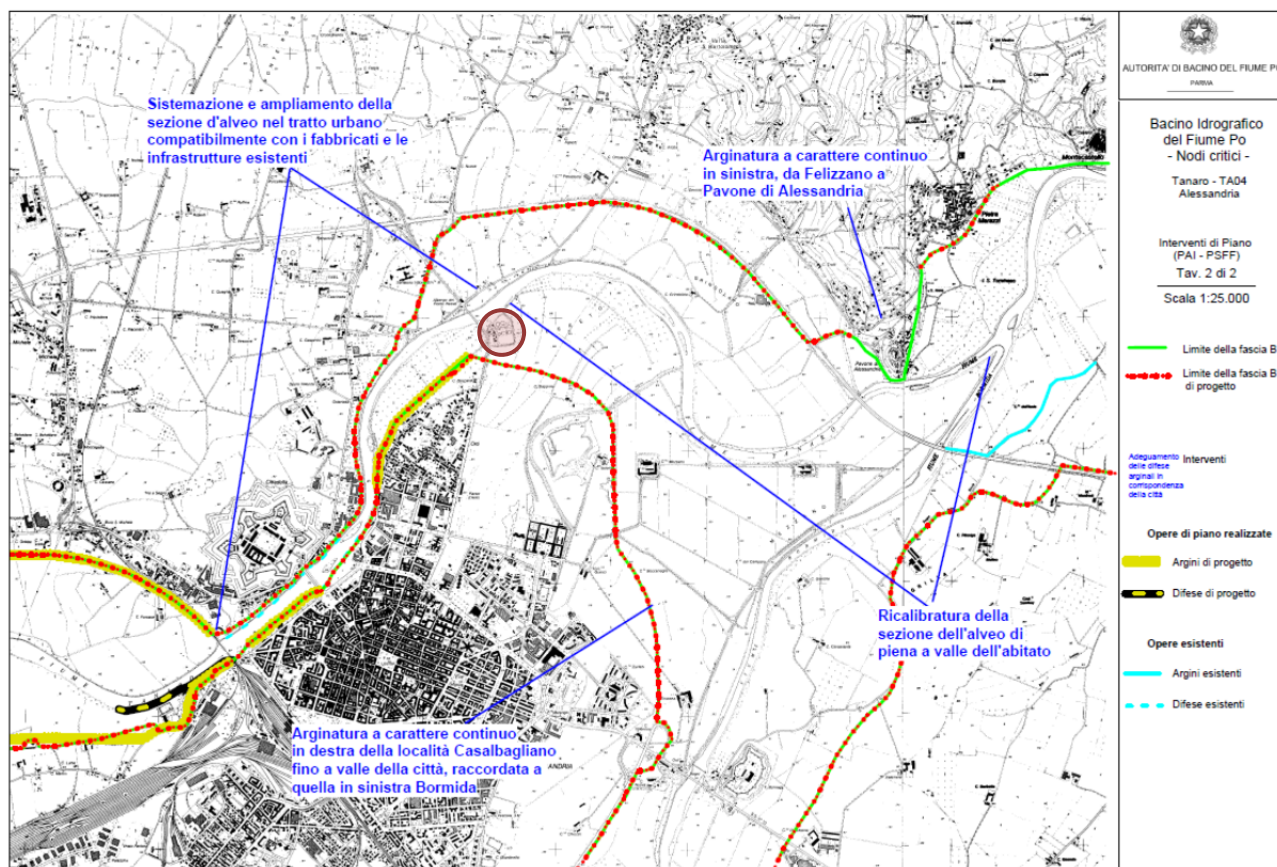



FIG. 7.1 - PAI - BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME PO – NODI CRITICI – TANARO-TA04 ALESSANDRIA – INTERVENTI DI PIANO (PAI-PSFF) - TAV. 2 DI 2

Dalla figura si evince come, secondo gli interventi di piano previsti, l'area dell'impianto si collochi all'interno della Fascia fluviale B di progetto e **non siano previsti interventi di difesa lungo il fiume Tanaro in corrispondenza dell'impianto.**



	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 21
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

## 8. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO – DIRETTIVA PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO UBICATI NELLE FASCE FLUVIALI “A” E “B”

La Direttiva ha lo scopo di definire, in adempimento a quanto disposto agli artt.19bis e 38bis delle Norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), le prescrizioni e le raccomandazioni tecniche per la riduzione del rischio idraulico a cui sono soggetti gli impianti di trattamento delle acque reflue e le operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti ubicati nelle fasce fluviali A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb.

L'obiettivo è di verificare che le opere non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce, costituendo significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso.

Nel caso di impianti di trattamento, la prolungata interruzione del loro funzionamento a seguito dei danni provocati da eventi di piena può produrre rilevanti danni sanitari ed ambientali. La Direttiva quindi prescrive di integrare la verifica di compatibilità idraulica con l'analisi degli effetti prodotti dalle piene sugli impianti stessi. La sicurezza sanitaria ed ambientale dei suddetti impianti può essere garantita solo se il rischio idraulico a cui sono sottoposti, in termini di danni attesi a seguito dell'evento di piena di progetto, è contenuto entro limiti accettabili.

La Direttiva affronta il problema del rischio idraulico fornendo sia prescrizioni che raccomandazioni tecniche.

Le prescrizioni, che devono essere rispettate dai proprietari degli impianti di trattamento delle acque reflue situati nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee e Eb e dai gestori delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti situati nelle stesse fasce fluviali ed aree in dissesto, riguardano l'assunzione di alcuni parametri di progetto per l'analisi del rischio idraulico e per la progettazione degli eventuali interventi di riduzione del rischio stesso, il rispetto di una soglia di rischio idraulico accettabile, la redazione di un piano di emergenza per gestire il rischio idraulico residuo.

Le raccomandazioni tecniche del PAI forniscono dei criteri per l'analisi del rischio idraulico a cui sono sottoposti gli impianti di trattamento e per l'individuazione degli eventuali interventi necessari a ridurre tale rischio. Le raccomandazioni tecniche, fornendo solamente delle indicazioni, non hanno carattere prescrittivo, pertanto non vincolano in alcun modo le scelte tecniche e progettuali.


### 8.1. Prescrizioni

Le prescrizioni riguardano i requisiti minimi necessari a garantire condizioni accettabili di sicurezza sanitaria ed ambientale negli impianti di trattamento situati nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee e Eb.

I requisiti sono espressi in termini di rischio idraulico accettabile, in quanto, contenendo i danni attesi nel corso dell'evento di piena di progetto, è possibile ridurre i tempi di avaria degli impianti di trattamento e di conseguenza ridurre gli impatti ambientali.

Le portate di piena di progetto, rispetto alle quali devono essere garantiti i requisiti di rischio idraulico accettabile, sono caratterizzate dai tempi di ritorno di seguito esposti:

- $T_1$  pari a 20 anni;

	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 22
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

- $T_2$ , per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore al tempo di ritorno assunto per la delimitazione della Fascia B (200 anni).

Negli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue urbane, ubicati nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb, con potenzialità superiore a 2.000 AE le strutture civili, gli impianti elettrici e le attrezzature elettromeccaniche devono essere protetti dal danneggiamento durante eventi di piena con tempo di ritorno pari a  $T_2$ .

I requisiti di rischio idraulico accettabile devono essere verificati aumentando la quota idrometrica relativa alla piena di progetto di un franco non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1.00 m.

Gli impianti devono essere dotati di un piano di emergenza per gli eventi di piena.

## 8.2. Raccomandazioni tecniche

Gli artt. 19bis e 38bis delle norme di attuazione del PAI prevedono che i proprietari di impianti esistenti di trattamento delle acque reflue e i soggetti che gestiscono le operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti ubicati nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb predispongano, entro un anno dalla data di pubblicazione dell'atto di approvazione del Piano, un'analisi del rischio idraulico a cui sono soggetti i suddetti impianti ed operazioni. Al fine di verificare la compatibilità della presenza degli stessi nelle aree inondabili.

Tale analisi si articola su due livelli:

- verifica degli effetti della presenza degli impianti sul deflusso della piena di progetto;
- verifica degli effetti del deflusso della piena di progetto sul funzionamento degli impianti.


Nel caso di adeguamento/ampliamento di impianti esistenti, deve essere analizzato il rischio idraulico dell'impianto di trattamento nella sua situazione attuale, nella situazione di progetto e nella situazione transitoria dei lavori.

Le indicazioni relative al calcolo delle portate di piena nel bacino del Po sono riportate nella Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Tale direttiva riguarda la valutazione delle precipitazioni intense, il calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni, la stima delle portate di piena (relative ai tempi di ritorno di 20, 100, 200, 500 anni) in sezioni significative dei corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, il profilo di piena per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali.

Ai fini della presente direttiva, lo studio degli eventi di piena prevede le seguenti valutazioni:

- calcolo della portata di inizio esondazione;
- calcolo del limite delle aree inondabili;
- calcolo dell'altezza e velocità delle acque di piena;
- calcolo della velocità di crescita e durata dell'onda di piena.

Per gli eventi di piena sopra indicati devono essere individuate le aree inondabili, confrontando le quote del terreno con la quota dei profili idrici corrispondenti alle portate di piena considerate.

 <b>TESERAPPAL</b>	Rev. 0	Data: Settembre 2016	El. II052P-PE-RI001	Pag. n. 23
	Rev.	Data:	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	

Per gli eventi di piena sopra indicati devono essere stimate l'altezza e la velocità delle acque di piena in corrispondenza dell'area occupata dall'impianto di trattamento, al fine di valutare le sollecitazioni imposte dall'evento di piena all'impianto stesso.

Devono essere analizzate le parti dell'impianto di trattamento che sono interessate dagli eventi di piena, evidenziando le parti dell'impianto di trattamento che ricadono all'interno delle aree inondabili, nonché l'altezza e la velocità delle acque di piena in corrispondenza di tali parti. Particolare attenzione deve essere prestata alle parti dell'impianto che possono comprometterne il funzionamento (ad esempio, stazioni di sollevamento, quadri elettrici e vie d'accesso).

I principali interventi di riduzione del rischio idraulico, individuati dal PAI, sono i seguenti:

- delocalizzazione;
- sopraelevazione;
- impermeabilizzazione;
- protezione con arginature;
- riduzione della vulnerabilità dell'impianto;
- predisposizione di un piano di emergenza.

In particolari situazioni (a causa delle caratteristiche delle aree inondabili, della piena di progetto o delle tipologie costruttive degli impianti di trattamento) la normativa prevede che possa non essere evitabile l'allagamento dell'impianto di trattamento. E' quindi necessario che l'impianto abbia una bassa vulnerabilità nei confronti dell'ingresso delle acque di piena, in modo tale da evitare danni rilevanti, limitare le operazioni di pulizia e garantire, al termine dell'evento di piena, un rapido ripristino del funzionamento dell'impianto.

La riduzione della vulnerabilità dell'impianto consiste in una vasta gamma di interventi, che coinvolgono le strutture civili dell'impianto di trattamento, gli impianti elettrici e le attrezzature elettromeccaniche, i reagenti e ulteriori tipi di materiali immagazzinati nell'impianto.

La Stazione Appaltante sta provvedendo alla redazione di un progetto di intervento per la protezione idraulica dell'area dell'impianto dalle esondazioni del Tanaro.