



PROGETTO

Parco dello Sport e dell'educazione Ambientale Cluster 1 - Cittadella dello Sport

CLIENTE
Città di Torino
Dipartimento Manutenzioni e Servizi Tecnici
Divisione Manutenzioni
Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport
Dipartimento Grandi Opere, Infrastrutture e Mobilità
Divisione Verde e Parchi

RUP/CP
Arch. Maria Vitetta

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Determina D.D. N° 4479 DEL 28/09/2022

SOCIETA' MANDATARIA / Coordinatore del Gruppo di Progettazione / Progettista

**STUDIO
DE FERRARI
ARCHITETTI**

Arch. Vittorio Iacomussi (CGP/PRG)
VIA ANDORNO, 22
10153 - TORINO
studio@deferrariarchitetti.it

PROGETTISTA ARCHITETTONICO / CLP

ipe | progetti
consulting

Arch. Giorgia Maria Barbano (CPS/CLP)
C.SO PRINCIPE ODDONE, 70
10152 - TORINO
g.barbano@ipeprogetti.it

PROGETTISTA DEL PAESAGGIO / CLP

 **lineeverdi**

Chiara Bruno Otella (CLP)
C.SO REGINA MARGHERITA, 104
10152 - TORINO
info@lineeverdi.com

Stefania Naretto (CLP)
C.SO REGINA MARGHERITA, 104
10152 - TORINO
info@lineeverdi.com

PROGETTISTA STRUTTURALE / CLP

ipe | progetti
engineering

Ing. Innocente Porrone (CLP)
C.SO PRINCIPE ODDONE, 70
10152 - TORINO
i.porrone@ipeprogetti.it

CUP CODICE LAVORO
C15B2200090006 5056

CODICE SERVIZIO
ST-IFCOMSP

CODICE LAVORO
NU-TU

FASE PROGETTUALE

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
APPALTO**

ELABORATO

Relazione Idraulica

CODICE ELABORATO REL.IDRA.								DATA		SCALA
COMMESSA	FASE DI PROGETTAZIONE	AUTORE	AREA	LIVELLO	TIPO FILE	DISCIPLINA	N. DOCUMENTO	15/03/2023		-
C22-069	FATTIBILITA'	IPE.E.	TECNICA	-	.word	IDRA.	08 di 31	REV.	00	-

NOME FILE C22-069-ST-IFCOMSP-5056-A-REL.IDRA.-08-00-Relazioneidraulica

Parco del Meisino _____

Firma del professionista che ha redatto la documentazione:

Ing.
LUCA
PERAZZONE
N. 6966 Z
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO

SOMMARIO

1. PREMESSA GENERALE.....	3
2. DESCRIZIONE DELL'AREA	4
3. ASPETTI GEOLOGICI e GEOTECNICI	9
4. ASPETTI IDROGEOLOGICI	11
5. ASPETTI GEOMORFOLOGICI.....	11
6. CONSIDERAZIONI DI CARATTERE IDRAULICO	13
6.1. Approfondimento 1.....	23
6.2. Approfondimento 2.....	23

RELAZIONE IDRAULICA

1. PREMESSA GENERALE

L'intervento denominato "Parco dello sport e dell'educazione ambientale" è composto da due lotti funzionali mirati al recupero dell'area urbana "località Meisino" con conseguente realizzazione di aree sportive e servizi accessori.

L'obiettivo perseguito dalla Civica Amministrazione è il recupero ambientale, edilizio e funzionale dell'area a parco e dell'area ex-Galoppatoio prevedendo una destinazione d'uso ad attività sportive e ricreative unitamente all'educazione ambientale.

Più specificatamente sono citati nel bando i seguenti obiettivi generali, posti alla base della progettazione delle opere citate al capitolo seguente:

- educazione motoria che inserisca la persona nell'ambiente e che nello stesso tempo fornisca la possibilità di svolgere attività educative non formali (outdoor education)
- Avvicinare alla conoscenza diretta del territorio, in particolare delle aree ad importante vocazione naturalistica far prendere loro coscienza dell'importanza di una fruizione consapevole dell'ambiente che li circonda, riconoscere opportunità, ma anche fragilità del capitale naturale presente lungo il fiume
- Acquisizione di un maggior rispetto per la natura e per il patrimonio storico e culturale, di cui il parco è ricco

La relazione che segue prende spunto e conoscenza dai numerosi studi effettuati su una delle a più elevato rischio idrogeologico della città e naturalmente dagli allegati "Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni" (marzo 2016) della Autorità di Bacino del Fiume Po. E' sostanzialmente finalizzata alla determinazione della compatibilità idraulica delle opere analizzata in dettaglio nell'apposita relazione.

La suddivisione in due differenti "Cluster" del progetto non è presa in considerazione nella presente relazione e in quella di compatibilità idraulica per le ovvie ragioni legate alla unicità delle considerazioni tecniche effettuate.

2. DESCRIZIONE DELL'AREA

La regione del Meisino è stata per secoli la naturale cassa di espansione dell'area di confluenza tra il Torrente Stura, il Fiume Dora e il Fiume Po. L'agricoltura, le attività artigianali e gli insediamenti abitativi hanno sempre convissuto con il fiume e le sue intemperanze. L'alveo del fiume Po originariamente passava più a monte di quello attuale; anche il fiume Dora si gettava nel Po più a valle formando un'area orografica denominata le Basse di Dora, zone malsane e paludose. Fino agli anni '60 i terreni bagnati dalle acque dei fiumi erano coltivati in modo estensivo. L'area, estesa quanto quella attuale, era attraversata da strade poderali sterrate e filari di salici e di gelsi. Le uniche grandi intromissioni a livello ambientale sono gli argini parzialmente cementificati del Po. La progettazione, conforme ai dettami e ai vincoli di un'area inserita in un Ente Parco Regionale e all'interno di una riserva naturale speciale, non si è potuta allontanare dalle normative e dal buon senso di approccio ambientalmente compatibile. Sono presenti grandi macchie di specie arboree autoctone (e non) e reti viabili sterrate che ripercorrono le vecchie carrarecce interpoderali. Vicino a Borgata Rosa vi sono campi gioco e spazi per jogging e per il ristoro.

La sponda destra del fiume Po è stata rimodellata e consolidata con opere di ingegneria idraulica mista a opere verde, secondo una delle più grosse opere di ingegneria naturalistica mai progettate in Italia su un'asta fluviale.

La vegetazione è in continuità con il corridoio ecologico che va dalla collina alla pianura. All'interno del parco del Meisino sono presenti un maneggio e il centro sportivo Meisino, nel quale sono praticabili diverse attività (padel, calcio, beach volley), e sono inoltre presenti:

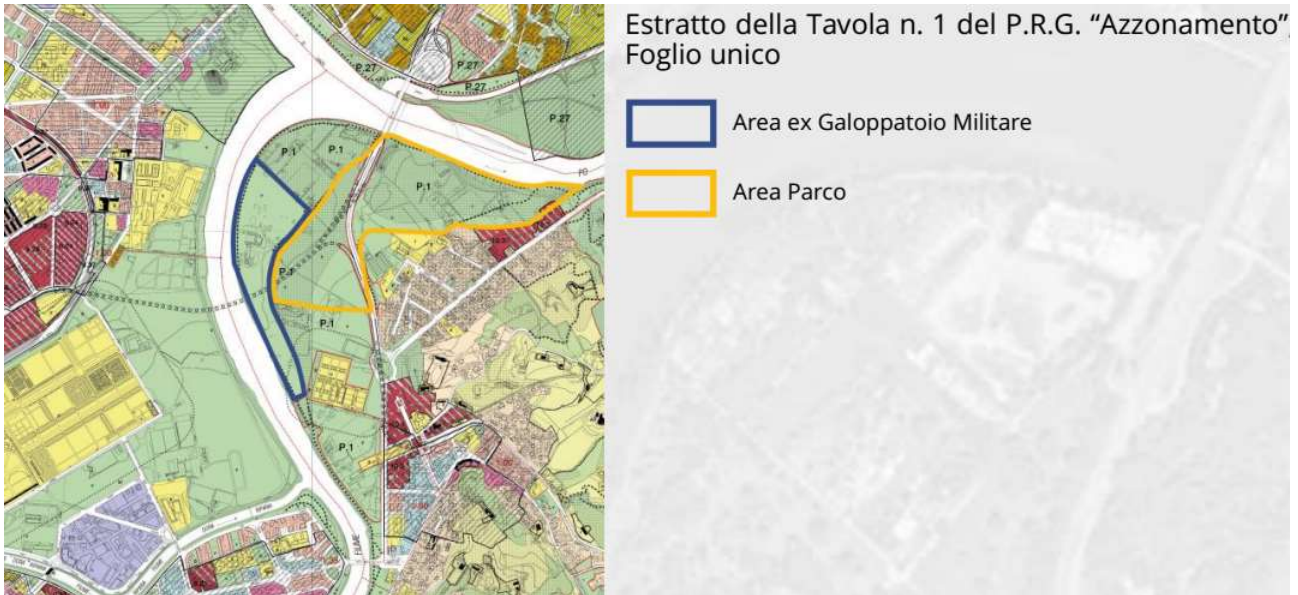
un percorso ginnico, varie ciclopiste, sentieri MTB che salgono e scendono dalla collina e attraversano il parco, un'area addestramento cani e la bocciofila con diversi campi. Un grande prato è già oggi adibito a campo di cricket, privo comunque di infrastrutturazioni di sorta.

L'area di intervento prevista dal bando è compresa tra corso Don Luigi Sturzo, Borgata Sassi e le rive del Po, nell'ambito della Circoscrizione 7 della Città di Torino. La vicinissima collina torinese e la parte piana attraversata dal Po, dalla Dora che vi si getta nell'area Colletta - Meisino e dalla Stura subito a valle caratterizzano da un punto di vista ambientale l'area. Dal punto di vista idraulico invece è necessario affermare subito che l'80% dell'area rientra in fascia B, e costituisce un bacino di laminazione delle piene del fiume Po per piene anche di tempi di ritorno modesti.

Dal punto di vista urbanistico invece l'area è interamente destinata a servizio pubblico, come meglio specificato dallo stralcio qui sotto riportato.



Area di intervento



L'area dell'ex Galoppatoio (perimetrata in blu) è destinata dal P.R.G. vigente a Servizio Pubblico S (servizi zonali ed attrezzature a livello comunale per insediamenti residenziali, produttivi, direzionali, commerciali e turistico ricettivi - art. 21 lur), lettera "v" - Aree per spazi pubblici a parco per il gioco e lo sport, normate dall'art. 8, punto 15 delle Norme Urbanistico Edilizie di Attuazione (N.U.E.A.).

L'area a Parco (perimetrata in giallo) è destinata dal P.R.G. vigente a Servizio Pubblico S, lettera "v" -Aree per parchi pubblici urbani e comprensoriali (servizi sociali ed attrezzature di interesse generale - art. 22 lur), normate dall'art. 8, punto 15 delle Norme Urbanistico Edilizie di Attuazione (N.U.E.A.) ed è ricompresa tra le "Aree dei parchi urbani e fluviali e agricoli", in particolare nel Parco P1.

Entrambe le aree in oggetto sono, inoltre, interessate da "Percorsi pedonali" e attraversate da "Aree per la viabilità VI in progetto: viabilità sotterranea".

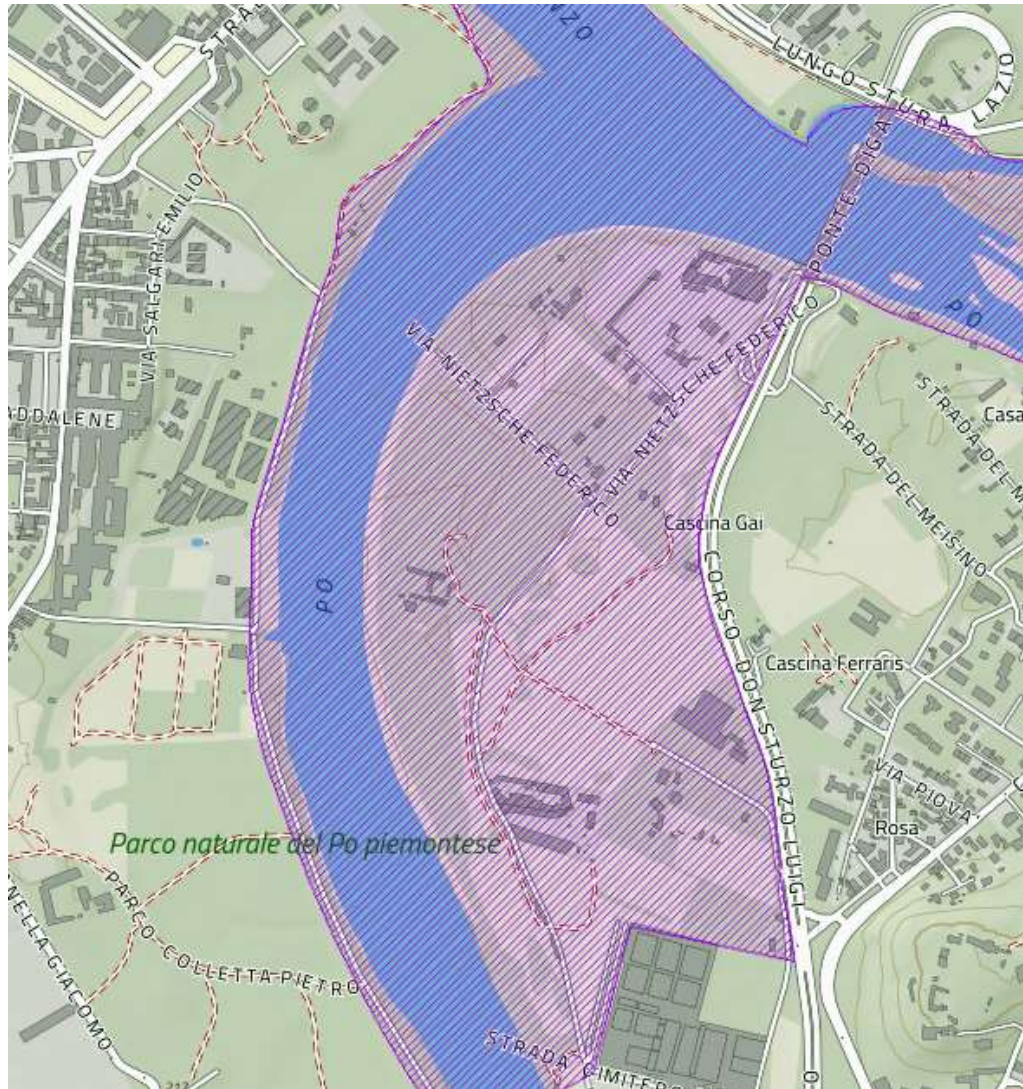
La lettura dell'Estratto Allegato Tecnico n. 14 "Immobili soggetti a vincolo ai sensi del D. Lgs. N. 42/2004 e s.m.i." evidenzia che tutta l'area e i suoi edifici sono ricompresi tra i cosiddetti Beni Ambientali e quindi vincolati in tal senso. Il vincolo indicato da tale allegato è

confermato dal Piano Paesaggistico Regionale (PPR, approvato con D.C.R. n. 233-35836 del 03/10/2017): dalla lettura della Tavola P2, infatti, si evince che l'area in oggetto è ricompresa tra gli immobili e le aree di notevole interesse pubblico.



Un vincolo (ulteriore e di tipo comunitario) deriva dalla lettura della Tavola P5 del PPR, dove si evince che l'area ricade nella Zona di Protezione Speciale ZPS, denominata Meisino (confluenza Po-Stura), istituita nel 1999. Le ZPS sono siti afferenti alla Rete Natura 2000, individuati quali territori idonei alla conservazione della biodiversità, in particolare relativamente alle specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico nel territorio europeo degli Stati membri. La normativa è data dalla Direttiva Uccelli 79/409/CEE, oggi sostituita dalla 2009/147/CE, recepita in Italia con la Legge n. 157/1992 ed il Regolamento D.P.R. n. 357/1997 e s.m.i.

Qualsiasi Piano, Programma, Progetto, Intervento o Attività previsto in tali aree è soggetto alla Valutazione di Incidenza (VincA), ai sensi delle Direttive europee, disciplinata in Italia dall'art. 5 del D.P.R. n. 357/1997, così come sostituito dall'art. 6 del D.P.R. n. 120/2003.



Estratto dalla Tavola P5 del PPR

3. ASPETTI GEOLOGICI e GEOTECNICI

Trattasi di un territorio ad andamento pianeggiante caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali costituenti una serie terrazzata i cui elementi più recenti corrispondono ai depositi attuali del Fiume Po. La distinzione dei depositi alluvionali in

diverse unità si basa essenzialmente su criteri altimetrici e morfologici; con tali criteri è possibile ascrivere i sedimenti affioranti nel settore in esame alle "Alluvioni recenti", nell'ambito delle quali è possibile, sovente, riconoscere la traccia di paleoalvei e di rami del Po abbandonati in epoca storica. Sotto l'aspetto litologico si è in presenza di sabbie ghiaiose e limi, a stratificazione talora ben evidente, con frequenti episodi lenticolari, come osservato in passato in alcuni pozzetti esplorativi eseguiti nella zona in occasione di studi relativi ad altri interventi. Di norma su queste zone è presente, in superficie, una coltre di terreno vegetale e/o di riporto, di spessore mediamente dell'ordine dei 50 cm. Inoltre, localmente, il piano campagna originario può risultare modificato con interventi di riporto antropico e di livellamento superficiale.

Sotto il profilo geotecnico si rileva che ai depositi alluvionali presenti, rappresentati in prevalenza da termini incoerenti (sabbie e ghiaie), è attribuibile un discreto grado di addensamento in assenza di coesione. Di conseguenza a detti terreni, sulla scorta di dati bibliografici riferiti a materiali analoghi a quelli in esame e in base ai risultati di precedenti indagini condotte su siti analoghi a quello in studio, per morfologia, ambiente deposizionale e genesi di formazione, sono associabili in prima approssimazione i seguenti valori dei parametri geotecnici fondamentali:

- peso di volume $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- coesione $c = 0 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza al taglio $\varphi = 30 \div 35^\circ$

Una caratterizzazione del sottosuolo più approfondita è stata commissionata dalla Città di Torino e le sue risultanze sono riportate in apposita relazione: sono state eseguite indagini penetrometriche e una sismica di tipo attivo (MASW) per la verifica del parametro V_s30 volta innanzitutto alla progettazione delle fondazioni della passerella, delle sue rampe e delle sopraelevazioni dei fabbricati dell'ex galoppatoio.

4. ASPETTI IDROGEOLOGICI

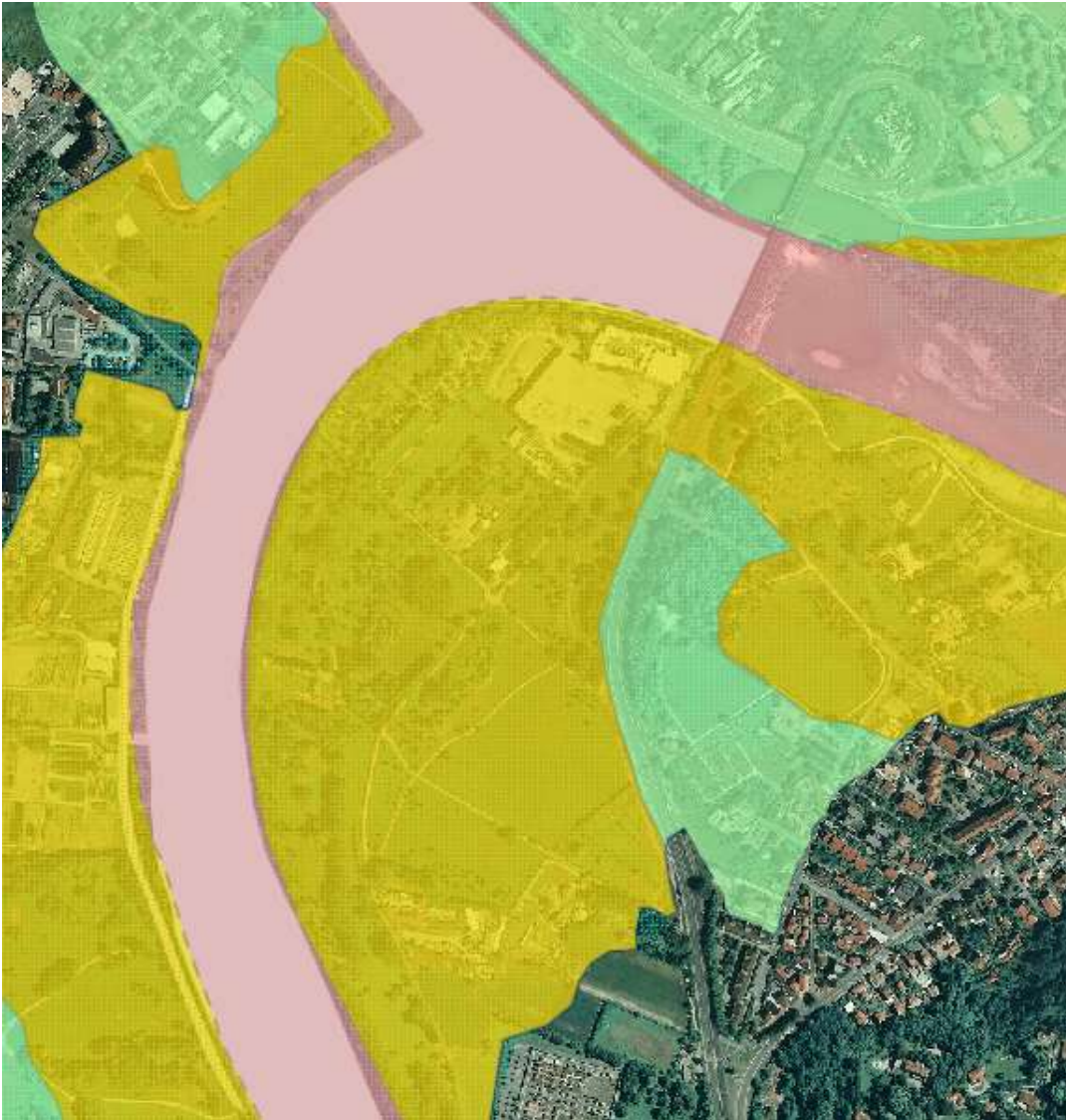
In merito alle condizioni idrogeologiche locali si rileva che è sicuramente presente una falda di tipo libero (freatica) nell'ambito di depositi sciolti a discreta permeabilità costituenti gli strati superficiali della zona; questi sono in grado di rappresentare un mezzo acquifero di ottime qualità. In merito alla superficie piezometrica della falda freatica, in considerazione della quota dell'alveo del Po che qui costituisce il livello piezometrico di riferimento, e di quanto osservato in alcuni pozzetti esplorativi realizzati in passato nelle adiacenze (assenza d'acqua), è da ritenere che si livelli oltre i 4 m dal piano campagna, con possibilità di oscillazioni strettamente connesse alle precipitazioni atmosferiche e alle condizioni idrauliche del corso d'acqua. Un maggiore approfondimento è contenuto nella relazione geologico geotecnica succitata.

5. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

La configurazione attuale della zona d'intervento appare per la maggior parte quella originaria, fatta eccezione per il Lungo Stura Lazio, che è stato realizzato con un rilevato stradale elevato mediamente di 1÷3 m rispetto al piano campagna circostante. Sono altresì presenti altri modesti accumuli di materiale alluvionale recuperato dopo le ultimi alluvioni.

In merito alle fasce fluviali l'area d'intervento risulta appartenere per oltre l'80% alla Fascia B del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

In tale documento, alla scarpata del rilevato stradale del Lungo stura Lazio è stato fatto corrispondere il limite esterno della Fascia B del P.A.I, coincidente con quello della Fascia C .



Fascia A

 Fascia A

Fascia B

 Fascia B

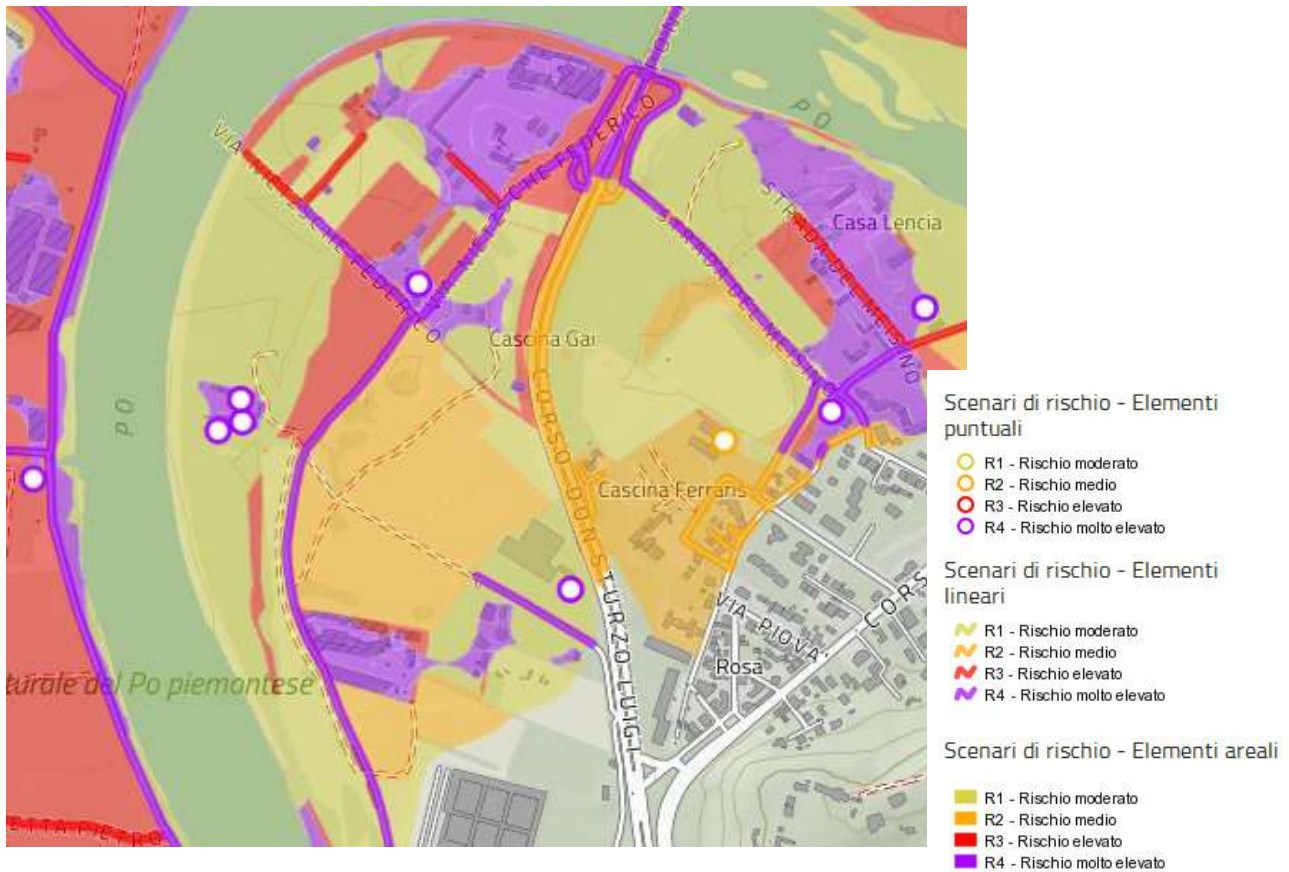
Fascia C

 Fascia C

Fasce fluviali nell'area di intervento

Si ricorda che la "fascia B" è la parte di suolo che può essere allagata da una piena con tempo di ritorno fino a 200 anni; dal punto di vista normativo non è possibile impedire tale allagamento in quanto funzionale (secondo una visione complessiva estesa a tutte le aree esondabili) a mitigare l'onda di piena del fiume.

6. CONSIDERAZIONI DI CARATTERE IDRAULICO



Osservando la planimetria degli scenari di rischio dell'area è possibile visualizzare come i valori di rischio (interamente di tipo idraulico) sono molto variabili in funzione del tipo di infrastruttura presente, della localizzazione rispetto alle fasce e progressive fluviali, della quota altimetrica. Le nuove opere previste, siano esse puntuali come gli edifici, lineari come

la passerella e le piste sportive, o areali come le zone didattiche, modificheranno inevitabilmente gli scenari, come è facilmente deducibile dalla definizione del concetto di Rischio:

$$\text{RISCHIO} = P \cdot E \cdot V$$

(P) PERICOLOSITÀ

Probabilità che un certo fenomeno di una certa intensità si verifichi in una certa area in un determinato intervallo di tempo; il fenomeno può essere naturale o indotto più o meno direttamente e in misura variabile dall'azione dell'uomo.

(E) ELEMENTI A RISCHIO

Elementi esposti al fenomeno: popolazione; beni storici, artistici ed archeologici; attività sociali ed economiche; manufatti; infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie) e di servizio (reti elettriche, idriche, telefoniche, fognature); ecc.

(V) VULNERABILITÀ

Entità del danno subito da un elemento a rischio in conseguenza di un fenomeno di una certa intensità = attitudine di un elemento a rischio a subire gli effetti di un fenomeno in funzione della sua intensità. Assume valore da 0 (nessun danno) a 1 (perdita totale dell'elemento a rischio).

Nuove infrastrutturazioni del territorio aggiungono elementi a rischio a vulnerabilità differente: si può pensare per esempio a quanto sia diverso il Rischio per un edificio rispetto ad una strada o una attrezzatura sportiva. In ogni caso il fattore sostanzialmente costante in questa definizione è il rischio idraulico, in questo caso legato direttamente alla misura del battente idraulico negli eventi di piena a differenti probabilità di accadimento. L'altro elemento di rischio idraulico potenzialmente elevato e distruttivo che è la velocità della

corrente di deflusso: trattandosi di un'area sostanzialmente pianeggiante che da sempre funge da bacino di laminazione la quota di energia della corrente è sostanzialmente nulla. La quasi totalità della portata defluisce infatti con velocità anche superiori a 5 m/s nell'alveo principale del fiume.

In considerazione della peculiarità delle opere in progetto nell'area oggetto degli interventi quindi non si è ritenuto di dover procedere ad uno studio idraulico per definire i caratteri di propagazione delle eventuali acque di allagamento provenienti dal Po: nessuna opera di carattere prettamente idraulico è infatti prevista e quindi tale studio perde di senso. Lo studio idraulico che segue invece è propedeutico alla necessaria valutazione di compatibilità idraulica degli interventi progettati, riportata in relazione apposita. In essa saranno esaminate le potenziali interferenze e le limitazioni indotte dalle opere in progetto sulle acque di esondazione. Per questo motivo si utilizzeranno e interpoleranno i dati dei profili idraulici pubblicati per diversi tempi di ritorno, confrontandoli con le quote di progetto delle varie opere e installazioni.

Negli allegati "Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni" (marzo 2016) della Autorità di Bacino del Fiume Po, sono indicate, per determinate sezioni, portate e quote del pelo libero per tempo medio di ritorno di 20, 200, 500 anni.

Tale documento (Tab. 4.1) indica, tra l'altro, le portate del fiume Po a Moncalieri e San Mauro, così riportato:

Sezione	Progr. (m)	S (kmq)	Q20 (mc/s)	Q200 (mc/s)	Q500 (mc/s)
Po a Moncalieri	98.051	4885	1750	2700	3100
Po a San Mauro	118.46	7408	2800	4300	4800

Si fa notare che il notevole incremento dei valori di superficie e portate tra due sezioni fluviali distanti circa 20 km tra loro è dovuto all'immissione dei tre torrenti Sangone, Dora Riparia e Stura di Lanzo: le confluenze di questi ultimi due sono poste subito a monte e a valle dell'area oggetto dell'intervento, e con le loro portate contribuiscono alla crescita di quella del Po di oltre il 50%.

Un'analisi del tipo di opere previste a progetto, sia edilizie che sportive, suggeriscono l'utilizzo di tempi di ritorno compresi nei 100 anni. Per questo motivo, dalle portate e dalle altezze comprese nelle tabelle AIPO, si sono interpolate tali grandezze per tempi di ritorno di 50, 75 e 100 anni mediante un procedimento matematico di cui agli approfondimenti 1 e 2, riportati in calce alla relazione.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato dall'Autorità di Bacino del fiume Po e approvato con DPCM del 24.05.2001, definisce le condizioni di assetto di progetto del corso d'acqua del fiume Po e indica, a livello generale, il rischio di inondazione presente.

Il PAI, costituisce piano stralcio del Piano di bacino del Po, ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183 del 18 maggio 1989, e ha valore di piano territoriale di settore (L.183/89, art.17, c.1) alle cui prescrizioni devono adeguarsi gli atti di pianificazione e programmazione regionali, provinciali e comunali (L.183/89, art.17, c. 6).

La Direttiva, in attuazione di quanto richiesto dall'art. 10 delle Norme di attuazione del PAI, è costituita dai vari punti tra i quali quello più importante, la definizione del profilo di piena di progetto per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali.

Con riferimento al tema di interesse, la Tab. 5.1_b del Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni – Marzo 2016, riporta i profili di piena per il Po nel tratto da Moncalieri a Crescentino, qui sotto se ne riporta uno stralcio con le sezioni di interesse.

Sez. PAI	Progr. PAI (km)	Sez. modello SdF	Progr. modello SdF (km)	T = 20	T = 200	T = 500
				anni	anni	anni
				Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)
270	109.090	120906	110.187	214.27	215.70	216.10
		120560	110.533	213.39	214.60	214.93
269	109.684	120298	110.795	213.14	214.40	214.75
		120122	110.971	213.24	214.54	214.90
		120108	110.985	213.23	214.50	214.85
		120072	111.021	213.20	214.45	214.79
		120055	111.038	213.23	214.49	214.84
268	110.279	119963	111.130	213.26	214.56	214.92
		119745	111.348	212.73	213.67	213.93
		119383	111.710	212.59	213.56	213.81
		118695	112.398	212.05	213.34	213.60
		118239	112.854	211.43	213.01	213.27
265	112.062	117878	113.215	211.28	212.89	213.15
		117521	113.572	211.26	212.82	213.08
		117326	113.767	210.42	212.04	212.26
		117307	113.786	210.23	211.57	211.72
		117265	113.828	208.33	209.51	209.71
		117253	113.840	208.47	209.78	210.01
		117225	113.868	208.45	209.76	209.99
262	113.846	117005	114.088	208.29	209.74	210.01
		116734	114.359	208.04	209.48	209.76
261	114.440	116445	114.648	207.69	209.08	209.37
		115933	115.160	207.19	208.63	208.93
260	114.990	115355	115.738	206.27	207.56	207.81
260	114.990	114758	116.335	205.15	206.36	206.62

A partire da questi valori, riassunti in tabella qui sotto, si è poi voluto individuare, sulla planimetria di progetto delle opere, sei nuove sezioni, rappresentative delle differenti localizzazioni delle opere a progetto.

Sezione 1 : Area giochi inclusivi

Sezione 2 : Campo Cricket

Sezione 3 : Area fabbricati Galoppatoio

Sezione 4 : Area percorso naturalistici didattici e aree fitness inclusive

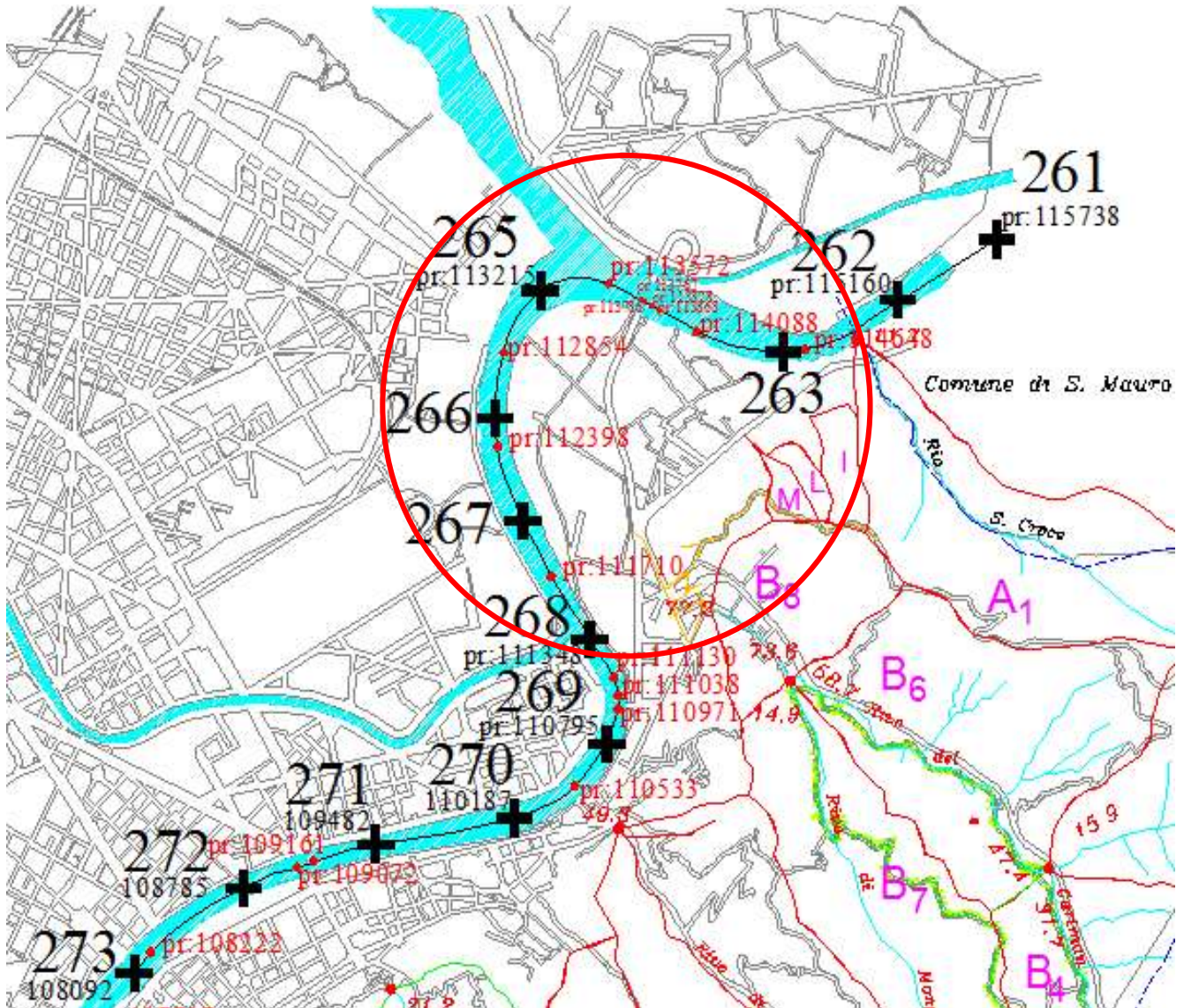
Sezione 5 : Aree bike (skills e pump track)

Sezione 6 : Area piste

Progressiva SdF	$Z_{(T=20)}$	$z_{(T=200)}$	$z_{(T=500)}$
111.710	212.59	213.56	213.81
112.398	212.05	213.34	213.6
112.854	211.43	213.01	213.27
113.215	211.28	212.89	213.15
113.572	211.26	212.82	213.08
113.767	210.42	212.04	212.26
113.786	210.23	211.57	211.72
113.828	208.33	209.51	209.71
113.84	208.47	209.78	210.01
113.868	208.45	209.76	209.99
114.088	208.29	209.74	210.01

Tabella 1

Tramite le procedure di interpolazione succitate (vedi Approfondimento) si sono ricavate dapprima le quote delle piene con tempi di ritorno :



TR = 50 anni

TR = 75 anni

TR = 100 anni

riportate nella tabella che segue.

Progressiva SdF	Z _(T=20)	Z _(T=50)	Z _(T=75)	Z _(T=100)	Z _(T=200)	Z _(T=500)
111.710	212.59	213.07	213.23	213.34	213.56	213.81
112.398	212.05	212.79	212.98	213.1	213.34	213.6
112.854	211.43	212.45	212.65	212.77	213.01	213.27
113.215	211.28	212.33	212.53	212.65	212.89	213.15
113.572	211.26	212.26	212.46	212.58	212.82	213.08
113.767	210.42	211.57	211.74	211.84	212.04	212.26
113.786	210.23	211.26	211.37	211.43	211.57	211.72
113.828	208.33	209.08	209.23	209.32	209.51	209.71
113.84	208.47	209.29	209.47	209.57	209.78	210.01
113.868	208.45	209.27	209.44	209.55	209.76	209.99
114.088	208.29	209.16	209.37	209.49	209.74	210.01

Tabella 2

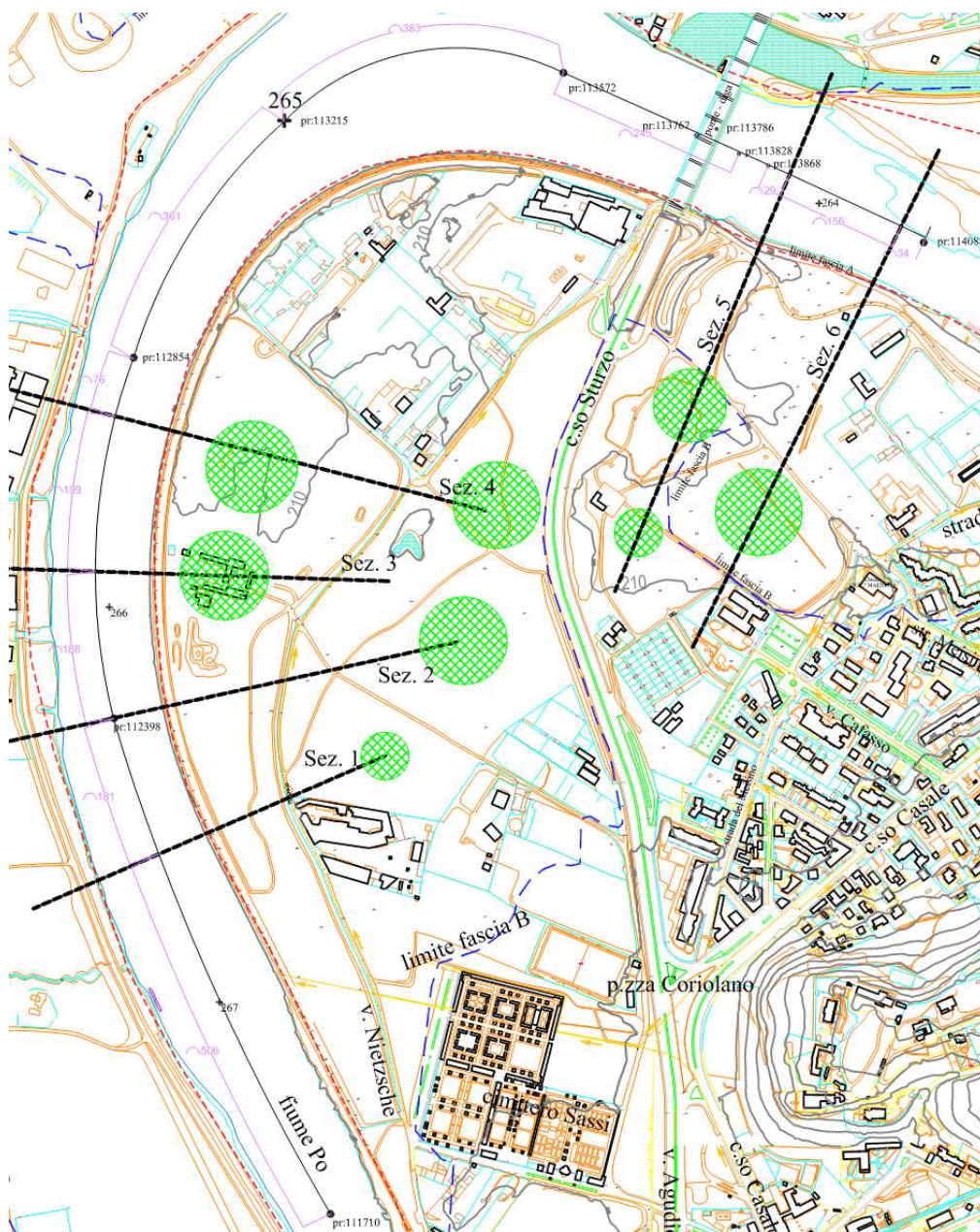
A seguire, con semplici verifiche planimetriche sul posizionamento delle nuove sezioni e conseguente definizione delle loro progressive si è potuto estendere la tabella delle altezze di piena a tutte le sezioni di interesse (Tabella 3).

Sez. aggiunte	Progressiva SdF	Z _(T=20)	Z _(T=50)	Z _(T=75)	Z _(T=100)	Z _(T=200)	Z _(T=500)
	111.710	212.59	213.07	213.23	213.34	213.56	213.81
Sez.1	112.216	212.19	212.86	213.05	213.16	213.40	213.66
Sez.2	112.398	212.05	212.79	212.98	213.1	213.34	213.6
Sez.3	112.586	211.79	212.65	212.84	212.96	213.20	213.46
Sez.4	112.798	211.51	212.49	212.69	212.81	213.05	213.31
	112.854	211.43	212.45	212.65	212.77	213.01	213.27
	113.215	211.28	212.33	212.53	212.65	212.89	213.15
	113.572	211.26	212.26	212.46	212.58	212.82	213.08
	113.767	210.42	211.57	211.74	211.84	212.04	212.26
	113.786	210.23	211.26	211.37	211.43	211.57	211.72
	113.828	208.33	209.08	209.23	209.32	209.51	209.71
	113.840	208.47	209.29	209.47	209.57	209.78	210.01
	113.868	208.45	209.27	209.44	209.55	209.76	209.99
Sez. 5	113.897	208.43	209.26	209.43	209.54	209.76	209.99
Sez. 6	114.054	208.31	209.18	209.38	209.50	209.74	210.01
	114.088	208.29	209.16	209.37	209.49	209.74	210.01

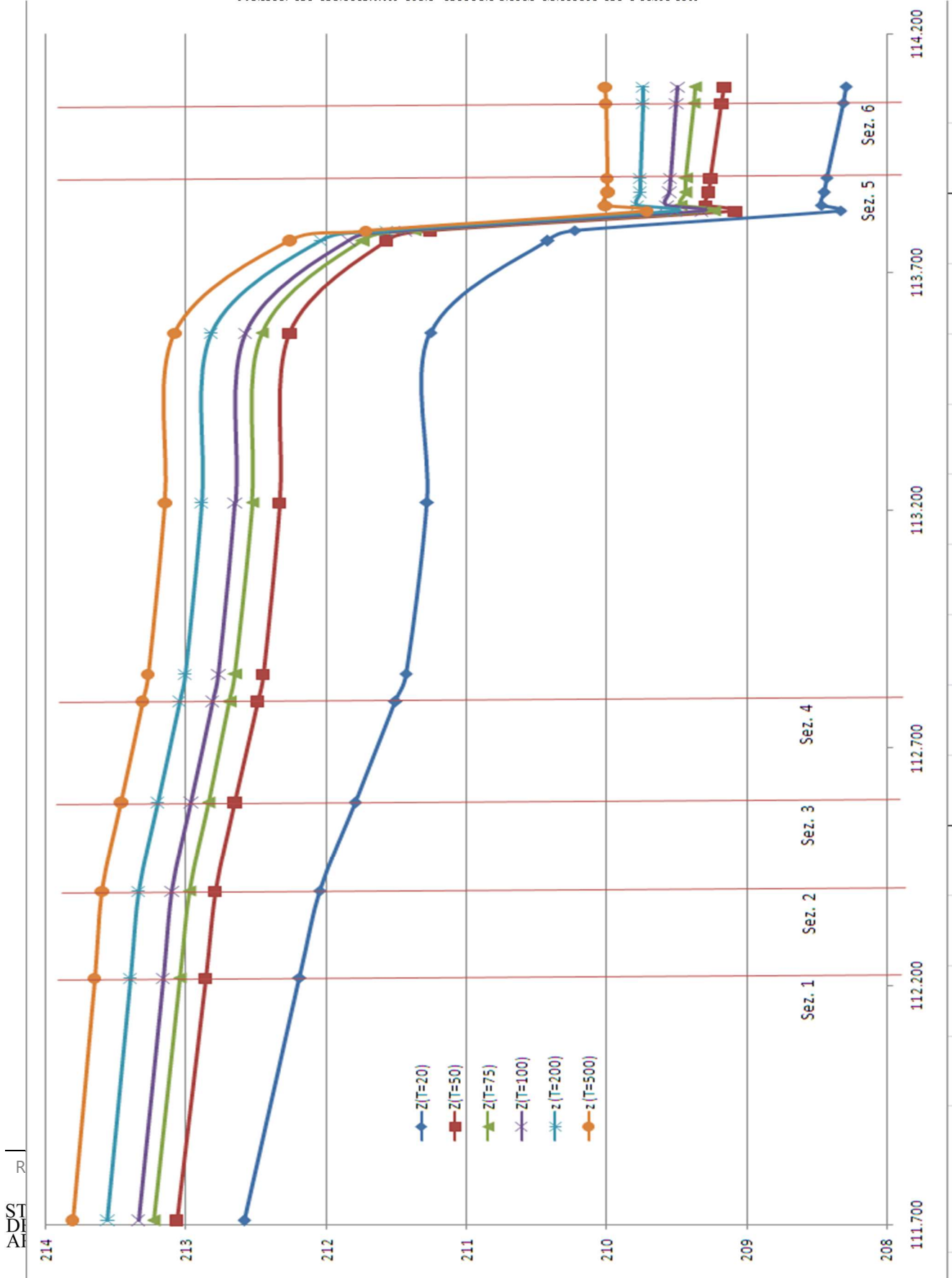
Tabella 3

Tale tabella riassuntiva è posta a base delle verifiche di compatibilità idraulica delle varie opere a progetto, mettendo a confronto le quote del piano campagna di ciascuna colle varie quote di piena.

Per visualizzare meglio i dati della tabella, ne è stato tratto un grafico complessivo per tutti i tempi di ritorno e tutte le sezioni.



Scale di deflusso per differenti tempi di ritorno



6.1. Approfondimento 1

Le portate si possono esprimere in funzione del tempo di ritorno, secondo l'espressione suggerita da Fuller:

$$Q_T = Q_{T_0} \left(1 + \alpha \ln \frac{T}{T_0} \right)$$

Risolvendo il sistema di equazioni scritto per T_1 e T_2 si ottiene

$$Q_{T_0} = Q_{T_1} - \frac{Q_{T_2} - Q_{T_1}}{\ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)} \ln \frac{T_1}{T_0}$$

$$\alpha = \frac{Q_{T_2} - Q_{T_1}}{Q_{T_0}} \frac{1}{\ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)}$$

Risolvendo per $T_1=20$ anni e $T_2=200$ anni, si calcola Q_{T_0} (per $T_0=1$ anno) e come valore di controllo la portata Q_{T_3} (per $T_3=500$ anni), ottenendo i valori riportati in tabella:

sezione	Q_{T_0} (mc/s)	α	Q_{500} (mc/s)	$\Delta\%$
Po a Moncalieri	514	0,80	3078	0,7%
Po a San Mauro	848	0,77	4897	-2,0%

Si assume un valore medio $\alpha=0,785$.

6.2. Approfondimento 2

Per stimare la quota del profilo del pelo libero per diversi tempi di ritorno, si opera come di seguito illustrato.

In considerazione della larghezza dell'alveo si può considerare $R=h$, essendo $h=z-z_0$ con

z : quota del pelo libero;

z_0 : quota (media) del fondo scorrevole;

la portata risulta:

$$Q = (\bar{B}_{(z)} h) C h^{2/3} \sqrt{\frac{\Delta H}{\Delta L}} = C \bar{B}_{(z)} (z - z_0)^{5/3} j_{(z)}$$

per confronto:

$$Q_0 \left(1 + \alpha \ln \frac{T}{T_0} \right) = (z - z_0)^{5/3} f_{(z)}$$

$$(z - z_0)g_{(z)} = \left(1 + \alpha \ln \frac{T}{T_0}\right)^{3/5}$$

$g_{(z)}$ viene approssimata nella forma di polinomio; in base al numero di vincoli si assume un polinomio di I grado, per cui:

$$(z - z_0)(c_0 + c_1 z) = \left(1 + \alpha \ln \frac{T}{T_0}\right)^{3/5}$$

$$az^2 + bz + c = \left(1 + \alpha \ln \frac{T}{T_0}\right)^{3/5}$$

Scrivendo l'equazione per i tempi di ritorno noti si ottiene:

$$\begin{bmatrix} z_1^2 & z_1 & 1 \\ z_2^2 & z_2 & 1 \\ z_3^2 & z_3 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} a \\ b \\ c \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \left(1 + \alpha \ln \frac{T_1}{T_0}\right)^{3/5} \\ \left(1 + \alpha \ln \frac{T_2}{T_0}\right)^{3/5} \\ \left(1 + \alpha \ln \frac{T_3}{T_0}\right)^{3/5} \end{Bmatrix}$$

Invertita la matrice si ricava z da:

$$az^2 + bz + \left[c - \left(1 + \alpha \ln \frac{T}{T_0}\right)^{3/5} \right] = 0$$